

3. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN

Sự phát sinh của sự cố công trình có liên quan nhiều đến vấn đề nền. Nguyên nhân chủ yếu của sự cố công trình nền là do khảo sát, thiết kế thi công không tốt hoặc do thay đổi điều kiện môi trường và sử dụng gây nên. Biểu hiện cuối cùng là gây ra biến dạng hoặc biến dạng không đều quá lớn, từ đó làm cho kết cấu bên trên xuất hiện nứt, nghiêng, yếu đi và phá hoại tính toàn khối, tính bền vững của kết cấu, ảnh hưởng tới sử dụng bình thường của công trình. Nghiêm trọng hơn, nền mất ổn định làm cho công trình sập đổ.

Sự cố nền có thể chia thành hai loại: sự cố trên nền tự nhiên và sự cố trên nền nhân tạo.

Cho dù là sự cố trên nền tự nhiên hay sự cố trên nền nhân tạo, dựa theo tính chất đều có thể khái quát thành hai vấn đề lớn: cường độ và biến dạng của nền.

Sự cố nền do vấn đề cường độ nền gây nên chủ yếu biểu hiện ở hai mặt sau:

- ① Sức chịu tải của nền không đủ hoặc nền mất đi tính ổn định;
- ② Mái dốc mất tính ổn định.

Sự cố nền do vấn đề biến dạng nền gây nên thường xảy ra ở khu vực đất yếu, hoang thổ ẩm ướt, đất trương nở, đất đóng băng trong mùa đông.

Sau khi xảy ra sự cố nền, đầu tiên phải tiến hành điều tra nghiên cứu một cách cẩn thận, sau đó dựa vào nguyên nhân xảy ra sự cố và phân loại, chọn phương pháp thay thế móng tương ứng phù hợp với điều kiện địa phương. Có thể khái quát thành 5 loại theo những nguyên lý khác nhau:

1. Mở rộng móng, giảm áp lực đáy móng;
2. Tăng chiều sâu móng, giảm tải đối với lớp đỡ của nền, truyền tải trọng trên móng đến lớp đất đỡ mới tương đối tốt, như đổi thành dạng hố, dạng cọc;
3. Phụt vữa, gia cố nền để nâng cao sức chịu tải của nền;
4. Chữa nghiêng, điều chỉnh độ lún của nền, như chữa nghiêng cưỡng bức và chữa nghiêng kích năng;
5. Sửa chữa một cách tổng hợp bằng các biện pháp thoát nước, chấn đỡ, giảm tải trọng, bảo vệ mái.

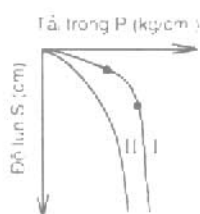
Nếu cần tiến hành thay thế móng công trình, trước khi bắt đầu thi công, đầu tiên cần luận chứng tính an toàn phải thay thế của công trình đó. Tiếp theo, trong quá trình thay thế móng công trình, cần phải có biện pháp kiểm tra quan sát, để đảm bảo không sinh ra độ chênh lệch lún quá lớn giữa các bộ phận của công trình. Thứ ba cần đảm bảo an toàn cho các công trình bên cạnh.

3.1. PHÂN LOẠI, ĐẶC TRƯNG SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN VÀ HIỆU ỨNG CỦA NÓ

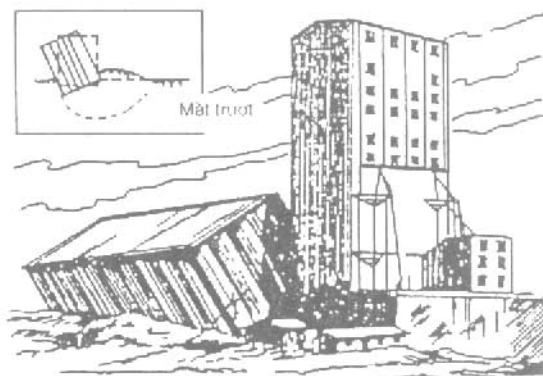
3.1.1. Sự cố nền mất ổn định

Đối với nền đất, dưới tác động của tải trọng cục bộ, quá trình mất ổn định của nền có thể miêu tả bằng đường cong thí nghiệm $P \sim S$. Hình 3.1 là hai loại đường cong quan hệ của tải

trọng P và độ lún S thu được nhờ thí nghiệm tải trọng tĩnh. Khi tải trọng lớn hơn một giá trị nào đó, đường cong I có điểm quặt tương đối rõ rệt, móng lún nhanh. Đồng thời, mặt đất ở xung quanh móng có hiện tượng chồi lên rõ rệt, móng nghiêng, thậm chí có thể sập đổ, nền xảy ra phá hoại cắt toàn bộ. Hình 3.2 là một thí dụ điển hình dạng phá hoại nền của một kho lương thực của Canada, móng trượt toàn bộ, công trình mất tính ổn định. Đường cong II không có điểm quặt rõ rệt, nền phá hoại cắt cục bộ. Nền đất sét yếu và nền cát không chặt thuộc loại này (như hình 3.3), nó giống như phá hoại cắt tổng thể. Mặt trượt bắt đầu từ một phía của móng, dừng lại ở một điểm nào đó trong nền. Chỉ khi móng có chuyển vị theo chiều đứng tương đối lớn, mặt trượt mới phát triển đến mặt đất. Khi phá hoại, mặt đất xung quanh móng cũng có hiện tượng chồi lên, nhưng móng không nghiêng rõ rệt hoặc sập đổ.



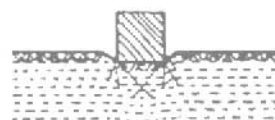
Hình 3.1. Đường cong $P-S$ của thí nghiệm tải trọng



Hình 3.2. Sự cố nền một kho lương thực ở Canada



Hình 3.3. Phá hoại cắt cục bộ của nền



Hình 3.4. Phá hoại cắt xuyên của nền

Đối với đất sét yếu có tính nén lún tương đối lớn và cát không chặt, đường cong $P-S$ của nó cũng không có điểm quặt rõ rệt, nhưng phá hoại nền là do biến dạng của nền đất yếu ở dưới móng khiến cho móng lún không ngừng, sinh ra lún quá lớn không thể cho phép, móng giống như “cắm vào” đất, nên gọi là phá hoại cắt xuyên, như hình 3.4. Như một nhà kho xây dựng trên nền đất yếu, vì áp lực đáy móng vượt gần hai lần sức chịu tải của nền, sau khi xây xong, nền xảy ra phá hoại cắt xuyên làm cho móng lún quá mức.

Cuối cùng nền xảy ra dạng phá hoại nào, ngoài việc có liên quan đến chung loại đất, còn có liên quan đến các nhân tố như chiều sâu chôn móng, tốc độ gia tải. Ví dụ, khi móng chôn tương đối nông, tải trọng không đổi gia tăng một cách từ từ, có khả năng hình thành phá hoại cắt tổng thể; Nếu móng chôn tương đối sâu, hoặc có tải trọng xung kích, có khả năng hình thành phá hoại cắt xuyên hoặc cắt cục bộ.

Trong công trình xây dựng, vì yêu cầu đối với biến dạng của nền đòi hỏi tương đối nghiêm khắc, do đó, sự cố nền mất ổn định tương đối ít hơn so với sự cố biến dạng nền. Nhưng hậu quả của nền mất ổn định thường rất nghiêm trọng, thậm chí có khi là phá hoại có tính tai họa. Như toà nhà khách sạn 7 tầng ở huyện Hải Khang tỉnh Quảng Đông vì nền mất ổn định mà có sự cố sập đổ. Toà nhà này nằm ở vùng bùn và đất lún bùn ở duyên hải, mà nhân viên thiết kế trong tình trạng không có tư liệu khảo sát địa chất công trình, tiến hành thiết kế một cách mù quáng theo sức chịu tải của nền là 100~120kPa. Sau khi xảy ra sự cố, lấy đất ở độ sâu 1.8m ở bên cạnh hiện trường xây dựng để kiểm tra, độ ẩm tự nhiên của đất là 65~75%. Dựa theo quy định của quy phạm thiết kế nền móng lúc đó, sức chịu tải cho phép của loại đất này chỉ có 40~50kPa, chỉ bằng 0,4 lần sức chịu tải thiết kế, thêm nữa vì tính thiếu tải trọng, thực tế có áp lực đáy móng cột đạt 189,6kPa, gấp khoảng bốn lần sức chịu tải cho phép của đất. Do đó làm cho móng lún không đều một cách trầm trọng, làm cho kết cấu bên trên sinh ra ứng suất phụ thêm tương đối lớn đã dẫn đến sập đổ công trình, tạo thành sự cố nghiêm trọng nhiều người thương vong, tổn thất kinh tế trực tiếp hơn sáu trăm ngàn nhân dân tệ. Do vậy, cần phải coi trọng một cách đầy đủ tính nguy hiểm của phá hoại cường độ nền, đặc biệt là khi tiến hành xây dựng ở nơi sức chịu tải của đất không cao, tính thấm thấp mà tốc độ gia tải nhanh, hoặc có tác động của tải trọng ngang, hoặc ở nơi có mái dốc, càng cần xử lý cẩn thận.

3.1.2. Sự cố biến dạng nền

I. Lún không đều của nền đất yếu

1. Đặc trưng biến dạng của nền đất yếu

Vấn đề biến dạng của nền đất yếu chủ yếu phản ánh ở ba mặt sau:

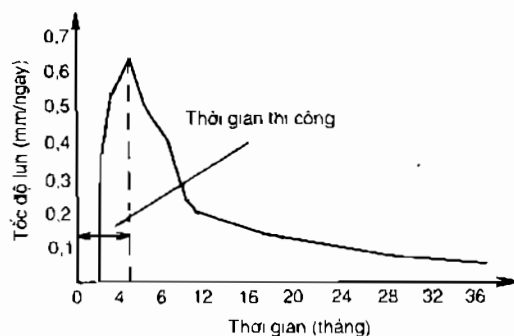
- Lún nhiều mà không đều: Thống kê rất nhiều tư liệu quan trắc lún của vùng đất yếu cho thấy, công trình kết cấu hỗn hợp của tường gạch chịu lực, nếu lấy số tầng biểu thị độ lớn chịu tải của nền, thì độ lún của nhà ba tầng là 15~20cm; bốn tầng thay đổi tương đối lớn, thường là 20~50cm, năm tầng đến sáu tầng thì phần lớn vượt quá 70cm, độ lún của các nhà xưởng công nghiệp một tầng có cấu trúc nói chung khoảng 20~40cm, còn các công trình lớn như tháp nước, bể dầu, kho vật liệu, bể chứa khí, độ lún thông thường đều lớn hơn 50cm, thậm chí có khi vượt quá 100cm. Lún quá lớn khiến cho cốt cao độ mặt nền trong nhà thấp hơn mặt đất ngoài nhà, làm cho nước mưa chảy vào, đường ống bị đứt gãy, nước bắn khó thoát ra ngoài.

Lún không đều của nền đất yếu, là nguyên nhân quan trọng của sự cố công trình gây nên phá hoại nứt hoặc nghiêng công trình kiến trúc. Có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng tới lún không đều, như tính không đồng đều của đất, tải trọng của kết cấu bên trên chênh nhau, hình dạng của công trình phức tạp, ảnh hưởng của công trình bên cạnh, sự thay đổi của mực nước ngầm và đào hố móng xung quanh công trình,... chỉ với cùng một tải trọng và hình thức mặt bằng đơn giản, độ lún lệch cũng có thể vênh nhau trên 50%.

- Tốc độ lún lớn: tốc độ lún của công trình là một tiêu chí quan trọng đánh giá mức độ và tình trạng phát triển biến dạng của nền. Tốc độ lún của nền đất yếu là tương đối lớn, thông thường tốc độ lún lớn nhất khi ngừng gia tải, như hình 3.5. Tốc độ lún cũng khác nhau theo sự thay đổi của diện tích mặt móng và tính chất của tải trọng. Thông thường khi

hoạt tải của công trình dân dụng và công nghiệp tương đối nhỏ, tốc độ lún khi hoàn công khoảng 0,5~1,5mm/ngày; công trình công nghiệp có hoạt tải tương đối lớn, tốc độ lún lớn nhất có thể đạt tới 45,3mm/ngày. Theo thời gian, tốc độ lún giảm dần, nhưng trong khoảng thời gian nửa năm đến một năm trong thời kì thi công là thời kì công trình có độ lún phát triển khác nhau nhiều nhất, cũng là thời kì công trình xuất hiện nứt dễ nhất. Trong trường hợp bình thường, nếu tốc độ lún giảm đến dưới 0,05mm/ngày, sự chênh lệch lún thường không tăng nữa. Nếu tải trọng tác động trên nền quá lớn, cũng có thể xuất hiện lún đều. Lún đều với thời gian dài có thể dẫn đến nguy cơ mất ổn định của nền.

- Thời gian ổn định lún tương đối dài: lún của công trình chủ yếu là do sau khi đất nền chịu tải trọng, áp lực khe rỗng dần dần mất, ứng suất hữu hiệu không ngừng tăng lên dẫn đến tác động của cố kết đất nền. Do đất yếu có độ thấm thấp, nước khe rỗng khó thoát ra, do đó thời gian ổn định lún của công trình tương đối dài. Có một số công trình sau khi xây dựng xong vài năm, thậm chí vài chục năm lún vẫn chưa hoàn toàn ổn định. Như sảnh lớn của nhà triển lãm Thượng Hải là móng hộp, diện tích móng là $46,5 \times 46,5\text{m}$, có nửa tầng ngầm, áp lực đáy móng khoảng 130kPa, ứng suất bổ sung khoảng 120kPa. Xây xong 1954, sau 30 năm độ lún cộng dồn đã vượt quá 1,8m, phạm vi ảnh hưởng của lún vượt quá 30m, làm cho hai bức tường bên cạnh của nhà triển lãm nứt nghiêm trọng, đến nay lún mới tương đối ổn định.



Hình 3.5. Đường cong độ lún giảm dần theo thời gian của một công trình

2. Hậu quả gây ra đối với kết cấu bên trên do lún không đều

- Tường xây bị nứt: do nền lún không đều khiến cho khối xây chịu uốn dẫn đến khối xây bị nứt do chịu ứng suất pháp kéo quá lớn. Phần này có thể xem chi tiết ở nội dung có liên quan của phần 5.1.

- Cột gạch nứt gãy: cột gạch nứt có hai loại nứt ngang và nứt đứng. Nứt ngang là do móng lún không đều làm cho cột gạch nén đứng tâm sinh ra nứt do uốn dọc. Loại vết nứt này đều xuất hiện ở phần dưới khối xây, phát triển dọc theo các mạch vữa ngang, khiến cho diện tích chịu nén của khối xây giảm đi, nếu nghiêm trọng sẽ tạo ra mất ổn định do nén vỡ cục bộ. Vết nứt đứng thường xuất hiện ở phần trên cột gạch, như một trường học bốn tầng mặt bằng hình chữ T, vì một cánh lún tương đối lớn, sàn đúc sẵn hành lang ngoài chuyển dịch ngang kéo nứt đầu cột gạch xây hành lang ngoài khu vực giữa tầng dưới đỡ tám sàn, vết nứt trên to dưới nhỏ, nơi rộng nhất đến 4mm, dài 1,3m.

- Cột bê tông cốt thép nghiêng lệch hoặc nứt gãy: kết cấu khung của cột bê tông cốt thép nhà một tầng, thường do trên nền nhà chứa vật liệu với diện tích lớn khiến cho móng cột bị nghiêng lệch. Do tác động chống đỡ của hệ thống mái cứng, ở đầu cột sinh ra lực đẩy ngang phụ thêm tương đối lớn, khiến cho mô men uốn của thân cột tăng lên sinh ra nứt,

phần lớn vết nứt là vết nứt ngang, tập trung ở nơi thay đổi mặt cắt thân cột và gần nền. Nghiêng lệch của cột ngoài trời tuy không làm cho cột bị nứt, nhưng làm ảnh hưởng vận hành bình thường của dầm cầu trục, dẫn đến có hiện tượng trượt cầu trục hoặc kẹt ray. Như nhịp ngoài trời của một xưởng luyện thép của Thượng Hải, chất tải tới 100kPa, nén lên móng, làm dầm ray chuyển dịch lớn nhất tới 12,5cm, độ nghiêng vào trong lớn nhất của móng cột tới 0,0125, làm cầu trục bị kẹt ray, trượt cầu trục, cột hình chữ I bị nghiêng nứt. Năm 1964~1965 đã từng đục mở miệng cốt móng, dùng cáp thép chữa nghiêng, cho đến nay cột vẫn nghiêng rõ rệt.

- Công trình xây dựng cao tầng bị nghiêng: những công trình cao xây dựng trên nền đất yếu như ống khói, đài nước, xi lò, bể dầu, bể khí, nếu dùng nền thiên nhiên, thì khả năng sinh ra nghiêng tương đối lớn. Hình 3.6 là hai tháp vôi cao 32,43m xây ở gần một nhà máy, trong đó tháp phía bắc đưa vào sản xuất trước, làm cho tháp phía nam nghiêng về phía bắc, độ nghiêng tương đối tới 0,0160. Sau khi tháp phía nam đưa vào sản xuất, tháp phía bắc lại nghiêng về phía nam, độ nghiêng tương đối tới 0,0114, cuối cùng không thể không chữa nghiêng bằng biện pháp gia tải.

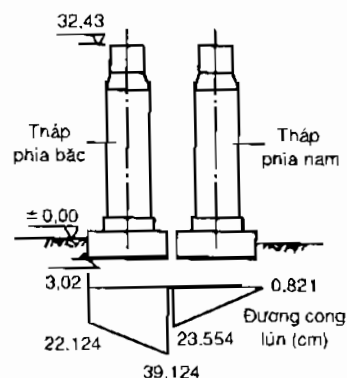
II. Biến dạng của nền hoàng thổ có tính lún ướt

1. Đặc tính biến dạng của nền hoàng thổ có tính lún ướt

Nền hoàng thổ có tính lún ướt, biến dạng nén bình thường của nó thường sinh ra sau khi có tải, ổn định dần dần theo thời gian. Với rất nhiều nền hoàng thổ có tính lún ướt (trừ hoàng thổ mới tích tụ và hoàng thổ bão hoà), biến dạng nén lún phần lớn đã xong trong thời gian thi công, 3~6 tháng sau khi hoàn công đã cơ bản ổn định, mà tổng biến dạng thường không vượt quá 5~10cm. Tính chất của biến dạng lún ướt hoàn toàn khác với biến dạng nén lún.

- Đặc điểm của biến dạng lún ướt: biến dạng lún ướt chỉ xuất hiện ở bộ phận có nước, đặc điểm của nó là biến dạng lớn, thông thường vượt quá biến dạng nén lún mấy lần, thậm chí mấy chục lần; phát triển nhanh, ngập nước sau 1~3h bắt đầu lún. Đối với sự cố thông thường, nói chung 1~2 ngày có thể biến dạng tới 20~30cm. Lún ướt lớn, tốc độ nhanh mà không đều sẽ làm cho công trình biến dạng nghiêm trọng thậm chí bị phá hoại.

Sự xuất hiện lún ướt hoàn toàn quyết định ở cơ hội ngập nước. Có công trình trong thời gian thi công xảy ra sự cố lún ướt, có công trình trong mấy năm, thậm chí mấy chục năm sử dụng bình thường mới xuất hiện sự cố lún ướt. Như nhà bệnh nhân bệnh viện nhân dân tỉnh Sơn Tây là ngôi nhà ba tầng kết cấu gạch xây-bê tông, xây xong năm 1951, luôn sử dụng bình thường, vào những năm 80 do sửa chữa và thoát nước không tốt, khiến cho nền lún ướt không đều, làm cho khối tường nứt nghiêm trọng, độ rộng vết nứt khoảng 1cm, vẫn tiếp tục phát triển, ảnh hưởng tới sử dụng bình thường, sau đó gia cố nền mới sử dụng trở lại được.



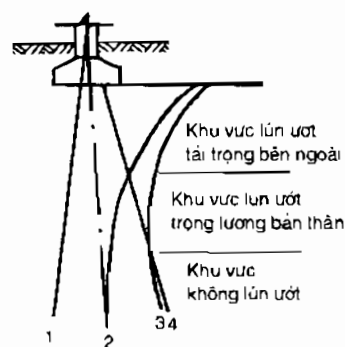
Hình 3.6. Độ nghiêng tương đối của hai tháp vôi

- Đặc trưng biến dạng lún ướt tải trọng ngoài: biến dạng lún ướt có thể chia thành biến dạng lún ướt tải trọng ngoài và biến dạng lún ướt trọng lượng bản thân. Biến dạng lún ướt tải trọng ngoài là do tải trọng của móng (hoặc gọi là áp lực phụ thêm đáy móng) gây nên; biến dạng lún ướt trọng lượng bản thân sinh ra là do tác động của áp lực trọng lượng bản thân trong lớp đất bão hoà. Phạm vi sinh ra và sự phát triển của hai loại biến dạng không như nhau.

Lún ướt tải trọng ngoài chỉ xuất hiện trong lớp đất ở phạm vi độ sâu nhất định dưới đáy móng, độ sâu này gọi là độ sâu ảnh hưởng lún ướt tải trọng ngoài. Nó thường nhỏ hơn chiều sâu lớp nén lún của nền. Cho dù là nền hoàng thổ lún ướt trọng lượng bản thân, hay nền hoàng thổ lún ướt không phải trọng lượng bản thân đều như vậy. Thí nghiệm cho thấy rằng, chiều sâu ảnh hưởng của lún ướt tải trọng ngoài có liên quan với kích thước của móng, độ lớn của áp lực và loại lún ướt. Đối với móng hình vuông, khi áp lực ngập nước là 200kPa, chiều sâu ảnh hưởng lún ướt tải trọng ngoài của nền hoàng thổ lún ướt không phải trọng lượng bản thân khoảng 1~2,4 lần chiều rộng của móng; đối với nền hoàng thổ lún ướt trọng lượng bản thân khoảng 2,0~2,5 lần; nếu áp lực tăng đến 300kPa, chiều sâu ảnh hưởng có thể đạt tới 3,5 lần chiều rộng móng.

Một trong những đặc điểm của lún ướt tải trọng ngoài tốc độ phát triển nhanh, ngập nước 1~3h đã lún rõ rệt, độ lún mỗi giờ có thể đạt tới 1~3cm; đặc điểm thứ hai là lún ướt ổn định nhanh, ngập nước 24h có thể hoàn thành 30~70% giá trị độ lún cuối cùng, ngập nước 3 ngày có thể hoàn thành 50~90%, đạt tới ổn định toàn bộ biến dạng lún ướt cần khoảng 15~30 ngày.

- Đặc trưng biến dạng lún ướt trọng lượng bản thân: biến dạng lún ướt trọng lượng bản thân xảy ra dưới tác động của áp lực trọng lượng bản thân bão hoà. Nó chỉ xuất hiện trong nền hoàng thổ lún ướt trọng lượng bản thân, còn phạm vi ảnh hưởng của nó là phía dưới chiều sâu ảnh hưởng lún ướt tải trọng bên ngoài, nghĩa là biến dạng nền hoàng thổ lún ướt trọng lượng bản thân gồm hai bộ phận hợp thành. Lún ướt trực tiếp sinh ra ở lớp đất dưới đáy móng là lún ướt tải trọng bên ngoài, nó chỉ có liên quan với áp lực phụ thêm. Lún ướt sinh ra ở phía dưới chiều sâu ảnh hưởng của lún ướt tải trọng bên ngoài là lún ướt trọng lượng bản thân, nó chỉ có liên quan với độ lớn áp lực trọng lượng bản thân bão hoà, như hình 3.7.



Hình 3.7. Biểu đồ quan hệ chia khu vực lún với áp lực

1. Đường cong phân bố áp lực trọng lượng bản thân; 2. Đường cong phân bố áp lực phụ thêm; 3. Đường cong phân bố tổng của áp lực trọng lượng bản thân và áp lực phụ thêm; 4. Đường cong phân bố áp lực khởi đầu của lún ướt.

Sự hình thành và phát triển của biến dạng nén lún trọng lượng bản thân chậm hơn so với nén lún tải trọng bên ngoài, thời gian để ổn định tương đối dài, thường khoảng ba tháng thậm chí trên nửa năm mới hoàn toàn ổn định. Sự hình thành và phát triển của biến dạng

nén lún trọng lượng bản thân là có những điều kiện nhất định. Sự khác nhau tương đối lớn ở những vùng khác nhau, như một số hiện trường ở vùng Quan Trung khi chỉ có diện tích ngập nước tương đối lớn (lớn hơn chiều dày lớp hoàng thổ lún ướt), lún ướt bằng trọng lượng bản thân mới được phát triển đầy đủ; còn diện tích ngập nước tương đối nhỏ, lún ướt bằng trọng lượng bản thân rất không đầy đủ, thậm chí hoàn toàn không sinh ra lún ướt. Một số hiện trường khác, như vùng Lan Châu, cho dù diện tích ngập nước tương đối nhỏ cũng có thể sinh ra một lượng lún ướt bằng trọng lượng bản thân tương đối lớn. Sự khác nhau này dùng tính nhảy cảm lún ướt bằng trọng lượng bản thân để diễn đạt. Loại trước gọi là lún ướt bằng trọng lượng bản thân không nhảy cảm, loại sau là lún ướt bằng trọng lượng bản thân nhảy cảm. Đối với lún ướt bằng trọng lượng bản thân nhảy cảm, phạm vi xử lý nền cần sâu, để loại bỏ toàn bộ tính lún ướt bằng trọng lượng bản thân các lớp đất là tốt nhất. Nếu loại bỏ toàn bộ các lớp đất có khó khăn, thì phải dùng biện pháp loại bỏ một phần tính lún ướt của lớp đất, đồng thời kết hợp biện pháp ngăn nước chặt chẽ để xử lý. Đối với hiện trường lún ướt bằng trọng lượng bản thân không nhảy cảm, cũng giống như nền hoàng thổ lún ướt không bằng trọng lượng bản thân, chỉ xử lý lớp đất trong phạm vi lớp nén lún.

2. Hiệu ứng sinh ra của biến dạng lún ướt đối với kết cấu bên trên

- Móng và kết cấu bên trên nứt: nền hoàng thổ lún ướt khiến cho nhà chìm xuống nhiều, vết nứt của khối tường lớn, đồng thời phát triển nhanh.

- Nghiêng: Biến dạng lún ướt chỉ xảy ra ở bộ phận ngập nước, còn bộ phận không bị ngập nước về cơ bản không xảy ra, từ đó hình thành độ lệch lún, do vậy nhà và công trình có độ cứng tổng thể tương đối lớn, như ống khói, tháp nước dễ bị nghiêng.

- Đứt gãy: Nếu nền nhiều nơi lún ướt, móng thường sinh ra biến dạng uốn tương đối lớn, làm cho móng của nhà và đường ống bị đứt gãy. Nếu các ống chính cấp thoát nước đứt gãy, còn gây nguy hiểm lớn hơn đối với công trình xung quanh.

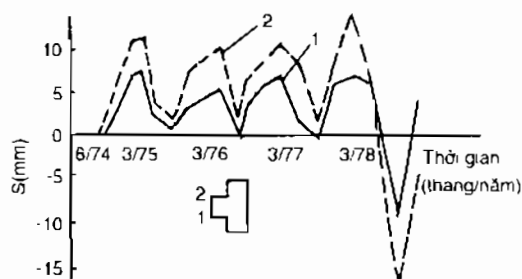
III. Trương nở hoặc co ngót của nền đất trương nở

1. Đặc trưng biến dạng tính cơ giãn của nền đất trương nở

- Tính không đồng đều của biến dạng cơ giãn: theo sự thay đổi của khí hậu các mùa, lặp đi lặp lại mất nước hút nước, sẽ làm cho nền đất trương nở biến dạng không đều, mà thời gian dài không thể ổn định được.

Độ ẩm tự nhiên của đất phần lớn dao động ở xung quanh giới hạn dẻo.

Như một ngôi nhà ở vùng Hợp Phì An Huy, qua năm năm quan trắc, hàng năm lún từ tháng 4 đến tháng 8, còn các tháng khác chồi lên, thay đổi có tính chu kỳ theo các mùa, như hình 3.8.



Hình 3.8. Đường cong quan trắc biến dạng một ngôi nhà ở Hợp Phì

- Đặc trưng biến dạng của đất mái dốc: Quan trắc thực địa hiện trường cho thấy, mái dốc không chỉ có biến dạng lên xuống, mà còn có chuyển vị ngang, mức độ biến dạng lên

xuống và lượng chuyển vị ngang đều lấy điểm trên mặt dốc là lớn nhất, nó giảm dần theo sự tăng lên của khoảng cách đến mặt dốc.

Ở một thị trấn cũ của Vân Nam, đã từng quan sát biến dạng lún xuống trong 7 năm của 5 ngôi nhà ở trên độ dốc 5° ~ 12° , đo được biên độ biến dạng bình quân giáp mặt dốc là 41,84mm, không ở giáp mặt dốc là 34,78mm. Chúng chênh nhau đến 1,35 lần. Đường cong quan hệ giữa biến dạng giáp mặt dốc và thời gian chìm dần xuống theo từng năm, còn biến dạng không giáp mặt dốc về cơ bản có lên có xuống. Kết quả quan trắc này cho thấy, ảnh hưởng của mái dốc làm tăng biến dạng của nhà giáp mặt dốc, từ đó làm cho nhà bị hư hỏng.

Kết quả quan trắc trên cho thấy, vấn đề nền đất trương nở ở khu vực mái dốc phức tạp hơn nhiều so với vùng bằng phẳng. Khi xây dựng trên mái dốc, làm phẳng mặt bằng cần đào cần đắp, độ ẩm của đất cũng khác nhau, do đó khiến cho biến dạng trương nở co ngót của đất không đều. Sau khi cắt dốc tạo phẳng, mép trước của bãi đất là bậc dốc hoặc mái đất, lúc này mặt đất khô nhanh, vừa ở vai dốc, vừa ở mặt dốc lộ ra ngoài, mức độ thay đổi của độ ẩm lớn hơn 1~2 lần ở mặt dốc, làm tăng biến dạng của nhà giáp mặt dốc. Ngoài ra, trong quá trình làm phẳng mái dốc, ứng suất bên trong phân bố lại, ở vai dốc hình thành dải lực căng, chân dốc hình thành vùng ứng suất cắt lớn nhất, thêm vào đó do tác động của lực trương nở hướng ngang gây nên, biến dạng của dốc phát triển ra phía ngoài, hình thành chuyển vị ngang tương đối lớn, thậm chí biến thành dòng chuyển động.

2. Hiệu ứng của biến dạng co giãn đối với kết cấu bên trên

- Phá hoại nứt công trình nói chung có đặc tính xuất hiện thành nhóm vùng. Phần lớn xây dựng sau ba năm, năm năm, thậm chí sau một hai chục năm mới xuất hiện vết nứt, cũng có một số nhỏ đã nứt trong thời gian thi công. Chủ yếu là chịu ảnh hưởng của các nhân tố tổng hợp như độ ẩm của đất nền, địa hình địa mạo của hiện trường, điều kiện địa chất công trình và thủy văn, khí hậu, thi công, thậm chí cây cối. Như nhà ở khu Long Đàm Thành Đô ở Tứ Xuyên, phần lớn xây dựng sau năm, sáu năm xuất hiện thay đổi nền lúc khô lúc ướt, làm công trình nứt, biến dạng, đặc biệt nhà mái bằng và dưới ba tầng càng phổ biến và nghiêm trọng.

- Gập nước trương nở, mất nước co ngót làm cho khối tường bị nứt: vết nứt của tường có dạng chữ “” ngược, chữ “” xuôi, hình chữ “X”, còn có nứt ngang và nứt xiên cục bộ. Do xuất hiện co giãn lặp đi lặp lại, khối tường có thể bị dồn ép vỡ hoặc lệch vị trí.

- Nhà bị phá hoại nứt trong điều kiện địa chất như nhau: loại phá hoại này phần lớn là một tầng, hai tầng, nhà ba tầng tương đối ít, tương đối nhẹ. Nhà một tầng, đặc biệt là nứt phá hoại của nhà một tầng dân dụng là phổ biến nhất, tỉ lệ hư hỏng chiếm 85% tổng số công trình một tầng; tỉ lệ hư hỏng của nhà hai tầng chiếm 25~30%; nhà ba tầng thường chỉ có phá hoại biến dạng nứt nhỏ, tỉ lệ hư hỏng khoảng 5~10%. Do hình thức của móng khác nhau, nứt của nhà cũng khác nhau, hư hỏng của móng băng nhiều hơn hư hỏng của móng độc lập.

Nhà kết cấu khung, dàn, mức độ và tỉ lệ hư hỏng nứt biến dạng đều thấp hơn kết cấu gạch-bê tông. Nhà có dạng hình khối phức tạp, do mặt tiếp xúc không khí lớn dễ hút nước

mất nước, chịu ảnh hưởng của khí hậu lớn, phá hoại nứt biến dạng nghiêm trọng hơn so với loại có dạng đơn giản. Nhà ở chỗ có vết nứt của đất đi qua, nhất định sẽ bị nứt.

- Hư hỏng ở chỗ tiếp giáp tường trong và tường ngoài;
- Nền trong nhà nứt, đặc biệt là nền của nhà không có mái hoặc kiểu hành lang ngoài dễ xuất hiện vết nứt dọc.
- Dựa vào mức độ phá hoại nứt biến dạng của công trình trên nền đất trương nở và mức độ biến dạng lớn nhất, mức độ phá hoại nứt biến dạng của công trình có thể chia thành bốn cấp (bảng 3.1).

Bảng 3.1. Phân loại mức phá hoại biến dạng của công trình

Cấp phá hoại biến dạng	Mức sự cố	Độ rộng của vết nứt tường chịu lực (cm)	Mức độ biến dạng lớn nhất (mm)
I	Nghiêm trọng	> 7	> 50
II	Tương đối nghiêm trọng	$7 \sim 3$	$50 \sim 30$
III	Vừa phải	$3 \sim 1$	$30 \sim 15$
IV	Nhẹ	< 1	< 15

IV. Nền đất đóng băng trương nở theo mùa

1. Đặc trưng biến dạng của nền đất đóng băng theo mùa

Độ lớn biến dạng nền đất đóng băng theo mùa có quan hệ mật thiết với độ lớn của hạt đất, độ ẩm, điều kiện địa chất thủy văn, nhiệt độ của đất, trong đó sự thay đổi nhiệt độ của đất có tác dụng không chế.

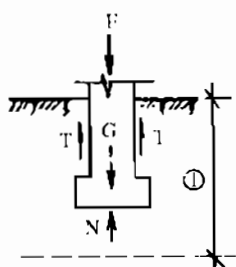
- Thay đổi có quy luật theo mùa: mùa đông đóng băng, mùa hè tan, mỗi năm đóng băng và tan một lần. Thường nền đất đóng băng theo mùa, trong quá trình đóng băng và tan, sẽ sinh ra trương nở do đóng băng không đều, nếu mức độ không đều quá lớn, sẽ khiến cho công trình hư hỏng.

- Có liên quan đến nhiệt độ: trong phạm vi chiều sâu nhất định dưới mặt đất nhiệt độ của đất thay đổi theo nhiệt độ của khí quyển. Nếu nhiệt độ của lớp đất hạ thấp dưới không độ, đất sẽ đóng băng. Nếu đất nền là đất hạt nhỏ có độ ẩm tương đối lớn, thì nhiệt độ của đất càng thấp, tốc độ đóng băng của đất càng nhanh, thời kỳ đóng băng càng dài, trương nở vì đóng băng càng mạnh, sự nguy hiểm càng lớn đối với công trình.

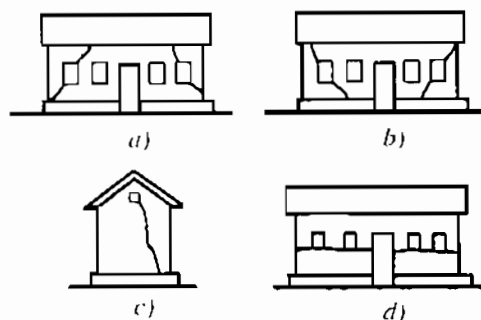
2. Hiệu ứng của biến dạng đóng băng trương nở và chìm do tan băng đối với kết cấu bên trên

Nếu chiều sâu chôn móng nông hơn chiều sâu đóng băng, lực cắt do đóng băng trương nở T tác động lên mặt bên của móng, lực dọc trục do đóng băng trương nở N tác động lên đáy móng, như hình 3.9. Nếu tải trọng F và trọng lượng bản thân G trên móng không đủ để cân bằng với lực trương nở T và lực trương nở N , móng sẽ bị đẩy lên. Khi tan băng, lực N giảm đi, băng biến thành nước, cường độ của đất giảm đi, móng chìm xuống do tan băng.

Cho dù bị đẩy lên hay chìm xuống, nói chung là không đều, kết quả là tạo ra phá hoại nứt đối với công trình.



Hình 3.9. Lực đóng băng tương tự tác động lên móng
1. Chiều sâu đóng băng



Hình 3.10. Sơ đồ vết nứt khối xây
a. Nứt hình chữ “” ngược; b. Nứt hình chữ “”;
c. Nứt tường đầu hồi; d. Nứt ngang.

Hiện tượng hư hỏng công trình sinh ra do nền đóng băng tan băng, có thể khái quát như sau:

- Nứt khối tường: Nứt khối tường của nhà một tầng, hai tầng rất phổ biến. Từ hình dạng vết nứt có thể thấy ba loại vết nứt: vết nứt nghiêng, vết nứt ngang, vết nứt đứng, như hình 3.10. Những vết nứt này rất giống tình trạng nứt nhà trên nền đất trương nở.

- Vết nứt đứng thường xuất hiện ở nơi tiếp giáp tường trong và tường ngoài hoặc nơi cửa ngoài liên kết với kết cấu chủ thể.

- Kéo đứt móng: trường hợp này thường xảy ra trong móng cột xây gạch kết cấu nhẹ không sưởi ấm, chủ yếu do tác động lên mặt bên của lực cắt do đóng băng.

Móng công trình nhẹ nói chung như cột điện, khung thép, chân cầu, bộ ống, dưới tác động lên mặt bên của lực cắt do đóng băng, có hiện tượng chồi dần theo hàng năm. Như cọc bê tông cốt thép của một công trình ở đông bắc Trung Quốc, trong 3~4 năm chồi lên trên 60cm.

- Tường ngoài do đóng băng trương nở chồi lên, tường trong không thay đổi, trần nhà tách rời khỏi tường trong; trường hợp này thường xảy ra trong các nhà có sưởi ấm, do tường ngoài không liên với tường trong, trần nhà tựa trên tường ngoài, khi tường ngoài chồi lên do đóng băng trương nở, trần nhà tách khỏi tường trong, lớn nhất có thể đạt tới 20cm.

- Bạc thềm chồi lên, cửa sổ, cửa đi nghiêng lệch, theo điều tra ở thành phố Cáp Nhĩ Tân, một số nhà dân, cứ đến mùa đông vì bạc thềm chồi lên làm cho rất khó mở cửa ngoài, năm sau tan băng bạc thềm lại khôi phục trở lại. Qua nhiều năm chồi lên hạ xuống, biến dạng ngày càng tăng, xảy ra lún và nghiêng không đều ở những mức độ khác nhau. Vì bạc thềm chôn không sâu, chênh lệch rất nhiều so với chiều sâu chôn móng cửa, nhà, kết băng và tan băng đều rất sớm. Về mặt cấu tạo nó không liên kết với nhà, vì vậy biến dạng của bạc thềm tương đối rõ và rất phổ biến, có thể nhìn thấy ở khắp nơi của vùng đóng băng.

Do biến dạng của tường dọc không đều hoặc do biến dạng của tường trong và tường ngoài không như nhau, thường làm cho cửa biến dạng, ép vỡ kính. Chính vì vậy người dân ở vùng này trước khi vào mùa đông và sau khi bước sang mùa xuân đều phải sửa chữa một lần.

3.1.3. Mái dốc mất ổn định dẫn đến sự cố nền

I. Đặc trưng của mái dốc mất ổn định

Mái dốc mất ổn định có những đặc trưng dưới đây:

- Mái dốc mất ổn định thường xuất hiện theo dạng trượt mái dốc, quy mô của trượt mái dốc khác nhau rất lớn, thể tích trượt mái dốc từ mấy trăm mét khối đến hàng vạn mét khối, rất nguy hiểm đối với công trình;

- Trượt mái dốc có thể xảy ra chậm chạp từ từ, lâu dài, cũng có thể đột ngột, có thể trượt với tốc độ mấy mét một giây đến mấy chục mét một giây. Mái dốc trượt cũ có thể do điều kiện bên ngoài thay đổi sinh ra trượt mái dốc mới. Như có một công trình, năm 1954 mở rộng trên một mái dốc trượt cũ ở nơi chuyển góc bên bờ sông, do nước sông xối vào chân dốc, đồng thời do ảnh hưởng của thoát nước và chất tải sau khi nhà máy bước vào sản xuất, liên tiếp trên mái dốc trượt cũ xảy ra mười mái dốc trượt mới, ảnh hưởng nghiêm trọng tới sản xuất của nhà máy, phải xây dựng lại tuyến đường sắt. Nhà máy này qua mười năm sửa chữa mái dốc trượt, tốn rất nhiều nhân lực, vật lực và tiền vốn, công tác sửa chữa mới kết thúc.

II. Các loại phá hoại tính ổn định của nhà trên mái dốc

Do vị trí của nhà trên mái dốc khác nhau, vì vậy mái dốc bị trượt, nguy hiểm sinh ra đối với nhà cũng khác nhau. nói chung có thể chia làm ba loại dưới đây:

1. Nếu nhà ở trên đầu mái dốc, từ đầu mái dốc hình thành trượt mái, đất trượt từ phía dưới nhà, đất nền bị xáo động (hình 3.11). Nền lún không đều, nhà sẽ bị nứt hoặc nghiêng.

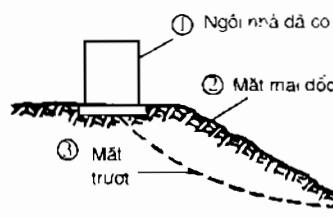
2. Nhà ở trên mái dốc, trong trường hợp trượt mái, đất ở phía dưới nhà dịch chuyển, một bộ phận đất dịch chuyển vòng qua móng của nhà (hình 3.12). Trong trường hợp này, cho dù là áp lực đất tác động lên móng, hay là chuyển vị không đều của móng độc lập trên mặt băng, đều có thể dẫn đến biến dạng không cho phép của nhà, dẫn đến nhà bị phá hoại.

3. Nhà ở phía dưới của mái dốc, nhà phải chịu áp lực của khối đất trượt (hình 3.13). Mức độ nguy hiểm gây nên cho nhà có liên quan đến quy mô và thể tích trượt mái dốc, thường gây tai họa lớn.

III. Sửa chữa mái dốc trượt

Trước khi sửa chữa mái dốc trượt, đầu tiên phải tìm hiểu những điều kiện bên trong và bên ngoài hình thành trượt mái dốc và sự thay đổi của những điều kiện đó. Đối với các nhân tố sinh ra trượt mái dốc, phải phân rõ nhân tố chính, nhân tố phụ, dùng các biện pháp tương ứng, để cuối cùng đưa mái dốc trượt trở về ổn định. Trong trường hợp thông thường, trượt mái dốc nói chung đều có một quá trình. Do đó, trong thời kỳ đầu làm việc, nếu cần tu sửa thì tương đối dễ dàng, hiệu quả cũng nhanh. Vì vậy sửa chữa mái dốc trượt phải kịp thời, đồng thời phải giải quyết một cách cơ bản để tránh di chứng về sau.

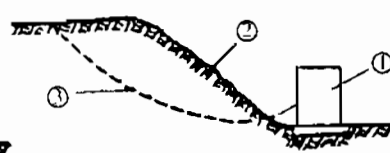
Sửa chữa mái dốc trượt chủ yếu là sửa chữa tổng hợp bằng các biện pháp như: thoát nước, chống đỡ, giảm tải trọng và bảo vệ mái dốc. Trong trường hợp cá biệt, cũng có thể dùng các phương pháp thông gió phơi khô, điện thấm thoát nước, nổ phun vữa, gia cố hoá chất để cải thiện tính chất đất đá của vùng trượt, để ổn định mái dốc.



Hình 3.11. Đất nền dưới ngôi nhà bị vào động



Hình 3.12. Đất dịch chuyển dưới ngôi nhà



Hình 3.13. Khối đất trượt đè lên ngôi nhà

3.1.4. Sự cố nền nhân tạo

I. Đặc điểm sự cố chất lượng nền nhân tạo

1. Sự cố chất lượng của lớp đệm cát đá

- Lớp đệm cát và lớp đệm cát đá không chặt dẫn đến sự cố chất lượng.
- Thi công lớp đệm cát đá vào mùa đông ở vùng giá lạnh, vì cát đá bị băng bao bọc, làm cho lớp đệm cát đá không chặt, đến mùa xuân băng trong lớp đệm cát đá tan ra, làm cho lớp đệm lún xuống rất nhanh.
- Lớp đệm cát đá thuộc phương pháp gia cố lớp nông, đối với công trình nằm trên lớp đất yếu tương đối sâu và tải trọng khác nhau, dùng phương pháp này không thể loại trừ được lún không đều, mà tác dụng lại ngược lại. Sự tồn tại của lớp đệm cát đá làm cho tốc độ biến dạng của lớp đất yếu tăng nhanh, lún lệch cũng phát triển tương đối nhanh, nguy hiểm đối với kết cấu bên trên hơn cả nền thiên nhiên.

2. Sự cố chất lượng cọc đất vôi

Nguyên nhân sinh ra sự cố chất lượng cọc đất vôi có mấy loại:

- Trong cọc chỉ có đất vôi rời rạc hoặc phía trên là đất vôi rời rạc, bên dưới mới có lớp đất vôi.

- Cốt cao độ của cọc không phù hợp yêu cầu thiết kế.

- Phóng tuyến để sót, làm cho không đủ số lượng cọc.

3. Sự cố chất lượng cọc đá vôi sống

Sự cố chất lượng cọc đá vôi sống có thể do những nguyên nhân sau:

- Chất lượng đá vôi sống và lượng vôi sống dùng cho mỗi cọc, chiều dài cọc không phù hợp yêu cầu thiết kế.

- Kết thúc thi công mỗi cây cọc vôi sống, không kịp thời lấp đầu cọc hoặc đào hố móng quá sớm, làm cho sự ràng buộc theo chiều đường kính của cọc vôi sống giảm rất nhiều, dẫn

đến đáy móng chồi lên với diện tích lớn và tách rời khỏi lớp đệm bê tông, từ đó làm tăng lún không đều không bình thường của công trình, gây nên hư hỏng nứt công trình.

3.2. PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN

3.2.1. Vấn đề khảo sát địa chất

Vấn đề chủ yếu tồn tại về mặt khảo sát địa chất là:

- Công tác khảo sát nền không cẩn thận, chỉ tiêu của đất và sức chịu tải của nền cung cấp không chính xác. Như một toà nhà văn phòng ở Vũ Xương, trước khi thiết kế chỉ xuyên đơn giản, còn người thiết kế lại dựa vào các chỉ tiêu cơ học đất tương đối cao mà báo cáo địa chất cung cấp để thiết kế. Sau khi khảo sát bổ sung thấy rằng, chất lượng đất thực tế rất kém, kết quả làm cho toà nhà chưa hoàn công đã xuất hiện lún rất lớn và lún không đều, nghiêng khoảng 40cm, đồng thời khiến cho các nhà đã có ở bên cạnh bị nứt. Lại như một trường tiểu học ở một huyện của tỉnh Giang Tô, mặt bằng hình chữ Z, thiết kế một cách mù quáng không có khảo sát địa chất. Trong thi công phát hiện khối tường bị nứt, các gian bị vắn cong và nghiêng, mặt nền bị nứt, đồng thời phát triển tới mặt đất ngoài nhà. Cuối cùng phải dùng phương pháp giảm bớt cục bộ một tầng và gia cố nền mới giải quyết được.

- Khi khảo sát địa chất, khoảng cách các lỗ khoan quá lớn, không phản ánh một cách toàn diện và chính xác tình hình thực tế của nền. Xây dựng trong các vùng đồi núi, số ví dụ thực tế sự cố do nguyên nhân này gây nên nhiều hơn ở vùng đồng bằng. Như một nhà máy một tầng ở tỉnh Tứ Xuyên xây dựng ở vùng đồi núi, nền đá trong nền cao thấp thay đổi tương đối lớn (hướng ngang tới 0,5m/m). Tư liệu khảo sát địa chất không đề cập tới những số liệu này. Khi thiết kế, móng chôn ở độ sâu như nhau trên lớp đất lấp, do độ dày của lớp đất có thể nén lún phía dưới mặt đáy móng thay đổi rất lớn, làm cho móng của nhà máy xuất hiện lún không đều tương đối lớn, khiến cho tường gạch bị nứt, chiều dài vết nứt tới 5m, rộng tới 6mm.

- Khi khảo sát địa chất, chiều sâu lỗ khoan không đủ. Như có công trình trong trường hợp chưa tìm hiểu kỹ nền trong phạm vi tương đối sâu có hay không lớp đất yếu, dòng chảy ngầm, phần mộ, lỗ rỗng, mà chỉ dựa vào bề mặt đất và tình hình địa chất trong phạm vi độ sâu không lớn dưới mặt đáy móng do tư liệu khảo sát cung cấp để tiến hành thiết kế nền móng, do đó gây ra lún không đều rất rõ rệt, làm cho công trình bị nứt, thậm chí có chỗ không sử dụng được. Như nhà ở gia đình của một nhà máy ở Nam Kinh là kết cấu gạch-bê tông 5 tầng, dùng móng dạng không chôn tẩm. Khi thi công tới tầng thứ 5, phát hiện móng bị nứt. Sau đó khảo sát bổ sung, phát hiện phía tây của nhà dưới lớp đất thực vật 1,4m, có một lớp bùn và tro trấu dày 2m bị nén chặt. Công trình nằm trên nền mềm cứng lẫn lộn, là nguyên nhân gây ra móng lún không đều và nứt gãy. Loại sự cố này thấy nhiều, cần phải chú ý cẩn thận.

- Báo cáo khảo sát địa chất không chi tiết, không chuẩn xác, gây ra những sai phạm trong phương án thiết kế nền móng. Như công trình của một vùng ở Tứ Xuyên, dựa vào tư liệu nền đá chôn ở độ sâu 5m dưới đáy móng mà lỗ khoan ở hai đầu công trình cung cấp, dùng móng cọc mở rộng đáy dài 5m bằng nổ mìn. Sau khi xây dựng xong, phần giữa của công trình có lún tương đối lớn, khối tường nứt. Sau khi khảo sát bổ sung, phát hiện phần

giữa công trình mặt nền đá sâu đến 15~17m, cọc mở rộng đáy treo ở trên nền đất yếu, đó là nguyên nhân gây nền lún không đều.

3.2.2. Phương án thiết kế và vấn đề tính toán

Vấn đề chủ yếu tồn tại về phương diện thiết kế và tính toán là:

- Phương án thiết kế ban đầu không thật hợp lí: điều kiện địa chất kém, thay đổi phức tạp của một số công trình, do phương án thiết kế chọn không hợp lí, không thể đáp ứng yêu cầu kết cấu bên trên và tải trọng, dẫn đến công trình bị nứt hoặc nghiêng lệch. Như có một nhà triển lãm gồm toà nhà hai tầng ở giữa cao 16m và hai cánh gian triển lãm cao 9,2m. Khoảng cách hai cánh gian triển lãm tới gian lớn ở giữa là 4,35m, ở giữa nối bằng đường đi. Công trình này nằm trên vùng đất yếu đáy có tính nén lún cao, mô đun nén lún chỉ có 1,45MPa. Dùng phương án xử lí bằng lớp đệm cát sỏi. Phương án này đối với trường hợp có lớp đất yếu dày và tải trọng chênh nhau, không thể tránh khỏi lún không đều. Do đó, quan trắc lún trong hai năm rưỡi, gian lớn ở giữa lún bình quân tới 60,5cm, gây nên lún chênh lệch rất lớn trong phạm vi 15m ở hai cánh, nghiêng cục bộ của móng tường chịu tải trọng ngoài của hai cánh gian triển lãm tới 0,028. Quy phạm thiết kế nền móng công trình (GBJ7-89) quy định: giá trị cho phép nghiêng cục bộ của móng kết cấu chịu lực của khối xây trên nền có tính nén lún cao là 0,003. Rõ ràng vượt quá giá trị cho phép, do đó tạo thành ứng suất phụ thêm sinh ra bên trong khối tường vượt quá giới hạn cường độ chịu kéo của khối xây chịu uốn cong, làm cho mặt tường nhà triển lãm ở hai cánh bị nứt. Như một toà nhà ở thành phố Hạ Môn là kết cấu khung 7 tầng (cục bộ 8 tầng), móng bè, nền là đất yếu, xử lí bằng phương án giếng cát, mà không dùng phương pháp nén trước, làm cho toà nhà sau khi xây xong, độ chênh lún tới 56,6cm, độ nghiêng lớn nhất 16,9‰. Độ nghiêng cho phép mà quy phạm nền quy định là 0,004, vượt quá giá trị cho phép, không lắp được thang điện.

- Thiết kế một cách mù quáng, không dựa vào thực tế: sau khi chọn mặt bằng công trình, người thiết kế không còn chỗ để lựa chọn, thường chỉ có thể dựa theo tình hình cụ thể dùng nền thiên nhiên hoặc tiến hành xử lí nền. Vì điều kiện địa chất công trình ở các nơi khác nhau rất xa, rất phức tạp, dù ở cùng một địa điểm cũng không giống nhau, thêm vào là hình thức kết cấu của công trình, bố trí mặt bằng và điều kiện sử dụng cũng không giống nhau, vì vậy rất khó tìm được một ví dụ hoàn toàn giống nhau, cũng không có cách gì làm được một bộ bản vẽ điển hình cho tất cả hiện tượng. Do đó, khi xem xét vấn đề nền móng, phải trên cơ sở một vấn đề cụ thể phân tích đầy đủ, linh hoạt mà chính xác dùng những kiến thức về cơ học đất nền móng và địa chất công trình, để có được những phương án kinh tế hợp lí. Nếu tiến hành thiết kế nền móng một cách mù quáng, hoặc sao chép một cách cứng nhắc cái gọi là “bản vẽ điển hình”, sẽ không tránh khỏi thất bại. Như nhà ở của một cơ quan ở thành phố Thái Nguyên tỉnh Sơn Tây dùng đập khuôn bản vẽ thiết kế nhà thông dụng của thành phố để thi công, không thiết kế nền móng theo điều kiện nền thực tế, kết quả là nứt rời tường ngoài và tường trong, ảnh hưởng đến an toàn, người ở bị di chuyển. Như xưởng dệt của nhà máy phân lân Quang Hoá tỉnh Hồ Bắc, móng không dựa theo điều kiện nền thực tế để thiết kế, dùng đập khuôn bản vẽ thiết kế điển hình để lập bản vẽ, sau khi xây xong cột xưởng nghiêng vào bên trong và nứt, ảnh hưởng đến sản xuất.

- Tính toán thiết kế sai, tải trọng không chính xác: loại sự cố này phần lớn do người thiết kế không có trình độ thiết kế tương ứng, chưa có tư liệu địa chất tin cậy, đã tiến hành thiết kế một cách mù quáng, thiết kế lại không được qua kiểm tra thẩm định tương ứng khiến cho tính toán thiết kế sai không được kịp thời sửa chữa. Như khách sạn lớn Hải Khang huyện Hải Khang tỉnh Quảng Đông nêu ở mục 3.1.1, là do tính toán thiết kế kết cấu bên trên sai, làm cho móng chịu quá tải trọng, gây ra sự cố đổ vỡ công trình. Có khi bỏ sót tính toán thiết kế nhỏ, cũng có thể làm cho khối tường bị nứt, đặc biệt là vùng đất yếu càng cần phải cẩn thận. Như phân xưởng thủy điện cục đường sắt Bạng Phụ, dùng kết cấu gạch-bê tông, dầm sàn của mái là bê tông cốt thép, tường nẩy cột gạch, móng băng xây đá. Công trình này nằm bên cạnh đầm nước. Do bỏ sót tải trọng tập trung của dầm mái truyền cho tường nẩy cột gạch, mà không mở rộng móng gắn tường nẩy cột gạch, vẫn bằng chiều rộng móng tường có cửa sổ, khiến cho áp lực mặt đáy móng tường dọc phân bố không đều, cuối cùng làm cho tường dọc bị nứt, giằng bê tông ở trên móng và móng băng xây đá có vết nứt, ảnh hưởng đến sử dụng.

3.2.3. Vấn đề thi công

Vấn đề tốt xấu của chất lượng thi công công trình nền móng trực tiếp ảnh hưởng đến an toàn và sử dụng của công trình. Nền móng thuộc công trình khuất càng cần chú ý gấp bội không để sai sót. Những vấn đề tồn tại về mặt thi công có:

- Không thi công theo bản vẽ hoặc không thi công theo yêu cầu của quy trình thao tác kỹ thuật: Như một khu nhà ở thuộc Thượng Hải, tầng dưới là khung, từ tầng 2 đến tầng 6 là kết cấu hỗn hợp. Trên dầm móng của khung phía bắc vươn ra có một gian 3m, thiết kế yêu cầu đáy dầm này phải có hố xây gạch, đảm bảo đáy dầm có khe hở khoảng 20cm. Thi công chưa làm theo yêu cầu bản vẽ, làm cho đáy móng chịu lực không đều, khiến cho ứng suất của đáy móng phía nam tăng lên, ứng suất đáy móng phía bắc giảm đi, do đó sinh ra lún lệch tương đối lớn ở mặt bắc nam của công trình, vì vậy công trình nghiêng nghiêm trọng.

- Quản lý thi công không tốt, chưa làm theo yêu cầu xây dựng và trình tự thiết kế thi công: như kí túc năm tầng kết cấu gạch-bê tông ở thành phố Lạc Dương, nền xử lý bằng cọc vôi đất. Vì quản lý hỗn loạn, trên công trường không có một nhân viên kỹ thuật nắm chắc kỹ thuật từ đầu đến cuối, thiếu bàn giao kỹ thuật và kiểm tra chất lượng một cách chi tiết cẩn thận. Thi công vi phạm quy trình một cách nghiêm trọng, làm cho chất lượng cọc vôi đất kém, cuối cùng không thể không làm lại toàn bộ, gây nên tổn thất kinh tế rất lớn.

3.2.4. Vấn đề môi trường và sử dụng

Về vấn đề môi trường và sử dụng của công trình móng chủ yếu có:

- Hiệu ứng môi trường của thi công móng: Những ảnh hưởng không tốt mà do cọc đóng, cọc khoan nhồi và đào hố móng sâu gây ra đối với môi trường xung quanh, là vấn đề phản ánh đặc biệt nổi bật trong xây dựng các thành phố hiện nay, chủ yếu là nguy hại cho các công trình đã xây dựng ở xung quanh. Như hiệu sách ngoại văn của một cục sự nghiệp xuất bản của thành phố Nam Kinh, trong thi công móng cọc, do ảnh hưởng của chấn động đóng cọc, làm nứt tường nhà, nứt nền, nứt chiếu nghỉ của gia đình quân đội ở gần đó. Cọc khoan nhồi có thể tránh những ảnh hưởng xấu của chấn động đóng cọc, nhưng cọc khoan nhồi nếu

xuyên qua lớp cát, khi thi công, không kịp thời dùng bentonit bảo vệ hố, cát sẽ chảy vào trong hố, sập hố uy hiếp những công trình đã có ở xung quanh. Như toà nhà 12 tầng của một thành phố ở Trung Nam, dùng phương án thi công cọc khoan nhồi xuyên qua lớp cát sỏi trực tiếp đến lớp đá, cọc dài 30m, đường kính cọc 700mm, toàn hiện trường có 73 cây cọc, từ bắt đầu đến kết thúc thi công là hai tháng. Khi thi công xong hơn 20 cây cọc, hai toà nhà văn phòng 3 tầng bên cạnh ở hai phía đông, tây bị nứt nghiêm trọng, hai toà nhà 5 tầng và 6 tầng ở gần đó cũng chịu ảnh hưởng với mức độ khác nhau, chiều rộng vết nứt mặt đất xung quanh và tường bao là 3~4cm. Khi thi công xong 50 cây cọc, hai toà nhà 3 tầng ở bên cạnh buộc phải tháo dỡ. Đó là sự cố công trình nghiêm trọng do cọc khoan nhồi trong điều kiện địa chất phức tạp, gặp lớp cát mà chưa kịp dùng bentonit bảo vệ hố khoan gây nên. Như khi đào hố móng sâu của ngân hàng giao thông thành phố Nam Kinh, do kết cấu ngăn đỡ chuyển dịch sang bên, làm cho móng của rạp chiếu bóng gần đó bị lún không đều, khiến cho tường và cột nứt nghiêm trọng, cuối cùng phải tháo dỡ làm lại.

- Mức nước ngầm thay đổi: do tác động của các nhân tố như địa chất, khí hậu, thủy văn, hoạt động sản xuất của con người, mực nước ngầm luôn luôn có những thay đổi rất lớn. Những thay đổi này có thể mang đến những hậu quả không tốt cho công trình đã xây dựng, đặc biệt là khi mực nước ngầm dưới đáy móng thay đổi, hậu quả càng nghiêm trọng. Khi mực nước ngầm dâng lên trong phạm vi lớp nền lún ở dưới mặt đáy móng, nước có thể làm ướt và mềm hoá đất đá, từ đó làm cho cường độ nền giảm đi, tăng độ nén lún, công trình sẽ lún quá lớn hoặc lún không đều, cuối cùng làm nghiêng hoặc nứt. Đối với đất mà kết cấu không ổn định, như hoàng thổ lún ướt, đất trương nở thì ảnh hưởng càng nghiêm trọng. Nếu mực nước ngầm hạ xuống trong phạm vi lớp nền lún ở dưới mặt đáy móng, hướng dòng thấm của nước cùng chiều với hướng trọng lực của đất, ứng suất hữu hiệu trong đất nền tăng lên, móng sinh ra lún bổ sung. Nếu đất nền không đồng đều, hoặc mực nước ngầm hạ xuống không từ từ và đều đặn, móng sẽ sinh ra lún không đều, làm cho công trình bị nghiêng, thậm chí nứt và hư hỏng.

Ở khu vực xây dựng, mực nước ngầm thay đổi thường có liên quan với hút nước, bơm nước. Vì hút nước hoặc bơm nước cục bộ có thể làm cho mực nước ngầm dưới đáy móng hạ xuống đột ngột, từ đó làm cho công trình biến dạng. Như toà nhà của một trường đại học tỉnh Triết Giang, sau khi xây dựng xong sử dụng bình thường 16 năm. Năm 1976 do đào giếng sâu ở gần toà nhà này, hút nước ngầm quá nhiều, làm cho nền lún không đều, dẫn đến nứt khối tường, nơi nứt lớn nhất có thể đưa nắm tay vào, tường phía đông bị nghiêng, nguy hiểm cho an toàn của toà nhà.

- Thay đổi phân bố ứng suất đất nền và tính chất do điều kiện sử dụng thay đổi gây nên:

+ Nhà trước khi thêm tầng, chưa kiểm tra và nghiên cứu tính khả thi một cách cẩn thận, làm một cách sơ sài mù quáng, có khi cải tạo thêm tầng chưa xử lý tốt nền và kết cấu bên trên, bắt buộc phải tháo dỡ. Như khu nhà ở của dân ở góc đường thành phố Cáp Nhĩ Tân, từ một tầng tăng lên bốn tầng, nâng tầng không lâu tường trong tường ngoài đều xuất hiện nứt nghiêm trọng, cuối cùng phải tháo dỡ toàn bộ ngôi nhà.

+ Chất tải trên mặt đất với diện tích lớn làm cho móng nông ở gần đó lún không đều, loại sự cố này phần lớn xảy ra ở kho công nghiệp và nhà xưởng công nghiệp. Phạm vi và số

lượng chất tải của nền nhà xưởng và kho luôn luôn thay đổi, mà chất tải lại rất không đều, do đó, dễ sinh ra móng nghiêng vào phía trong, mang lại những hậu quả không tốt đối với kết cấu bên trên và sử dụng sản xuất. Chủ yếu biểu hiện có nứt cột tường; dầm cầu trục sinh ra hiện tượng trượt xe và kẹt ray; mặt đất và đường ống hư hỏng.

+ Các đường ống bên trên và ống ngầm rò rỉ nước lâu ngày chưa xử lý, dẫn đến sự cố lún ướt. Ở vùng hoàng thổ lún ướt thường thấy loại sự cố này. Như khu kĩ túc của công ti khoáng sản mẫu Hoa Bắc nằm ở trên vùng hoàng thổ lún ướt. Do đường ống nước của kĩ túc hỏng rò rỉ, thời gian dài không có ai quan tâm, làm cho 9 gian nhà bị nứt, vết nứt của toà nhà nghiêm trọng nhất tới 2~3cm, ảnh hưởng đến an toàn, không thể ở được.

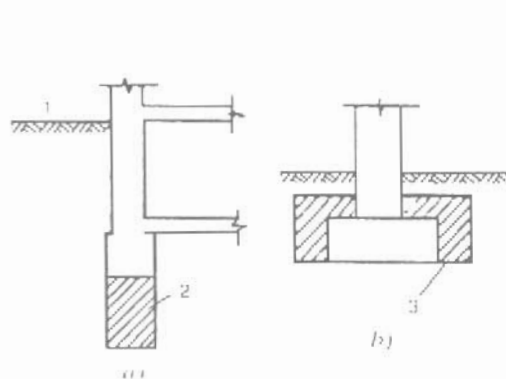
3.3. TRÌNH TỰ VÀ NHỮNG ĐIỀU CẦN CHÚ Ý TRONG XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH NỀN

3.3.1. Khái quát chung

Kĩ thuật thay thế hoặc gọi là thay thế móng là tên gọi chung kĩ thuật xử lý, tiến hành xử lý và gia cố đối với nền và móng của công trình vốn có; hoặc các vấn đề như: xây dựng công trình ngầm dưới móng của công trình vốn có, trong đó bao gồm các đường hầm xuyên qua hoặc bên cạnh cần xây dựng những công trình mới mà ảnh hưởng đến an toàn của công trình vốn có. Công trình tiến hành kĩ thuật thay thế gọi chung là công trình thay thế.

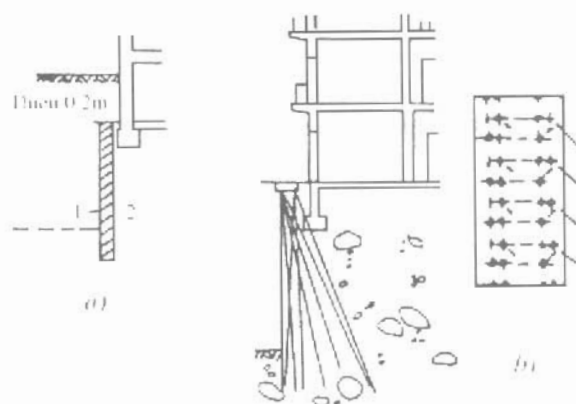
1. Phân loại công trình thay thế

Dựa vào những yêu cầu khác nhau của công trình đối với thay thế, có thể chia công trình thay thế làm ba loại khác nhau:



Hình 3.14. Thay thế cổ tính cầu chữ

1. Cao độ mặt đất; 2. Đào hố mở trụ;
3. Mở rộng móng.



Hình 3.15. Thay thế hưởng bên

- a. Dùng tường liên tục dưới đất;
- b. Dùng cọc rỗng cây kết cấu dạng lưới.
1. Cao độ mặt đáy móng mới;
2. Tường liên tục trong đất.

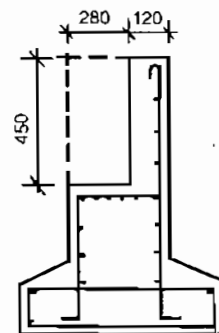
- Thay thế cổ tính cầu chữ: đất nền dưới móng công trình vốn có không đáp ứng yêu cầu sức chịu tải và biến dạng, mà cần hạ sâu thêm móng vốn có đến lớp đất đỡ tương đối tốt; hoặc vì lớp đất yếu rất dày mà đưa móng cũ xuống sâu thêm sẽ gặp nước ngầm đem lại

khó khăn cho thi công, nên phải mở rộng diện tích đáy móng vốn có, gọi là thay thế có tính cứu chữa (hình 3.14).

- Thay thế có tính dự phòng: nếu nền của công trình vốn có đáp ứng yêu cầu sức chịu tải và biến dạng của nền, nhưng do bên cạnh đó cần sửa chữa móng công trình mới tương đối sâu, bao gồm cả đào hố móng sâu và đường hầm xuyên qua, do đó cần các biện pháp thay thế như: hạ sâu thêm móng của công trình vốn có, thay thế móng cọc hoặc tiến hành gia cố đất nền bằng phun vữa, gọi là thay thế có tính dự phòng. Trong đó cũng bao gồm thay thế hướng bên xây khối tường tương đối sâu song song với mặt móng công trình vốn có. Thay thế theo hướng ngang cũng có thể dùng các biện pháp thay thế như: tường liên tục, tường bản cọc hoặc cọc rỗng cây kết cấu dạng lưới ở dưới đất (hình 3.15).

- Thay thế có tính duy trì: trên móng của công trình mới xây thiết kế sẵn biện pháp kích nâng, để thích ứng với giá trị lún lệch không cho phép của nền sau khi sự việc xảy ra, bố trí kích để điều chỉnh lún lệch, gọi là thay thế có tính duy trì.

Hình 3.16 là lỗ điều chỉnh lún để sẵn của giằng móng bê tông xây dựng trên nền đất yếu ở duyên hải. Khoảng cách lỗ khoảng 6m bố trí đều trên giằng. Khi thi công lắp đặt bê tông, trước tiên có thể dùng khối xây gạch xây chèn, nếu sau này bê tông có lún lệch ảnh hưởng đến sử dụng bình thường, có thể đục bỏ khối xây gạch đi, lắp kích vào trong lỗ để sẵn điều chỉnh lún, tiến hành điều chỉnh lún lệch.



Hình 3.16. Thay thế có tính duy trì
(để sẵn lỗ điều chỉnh lún)

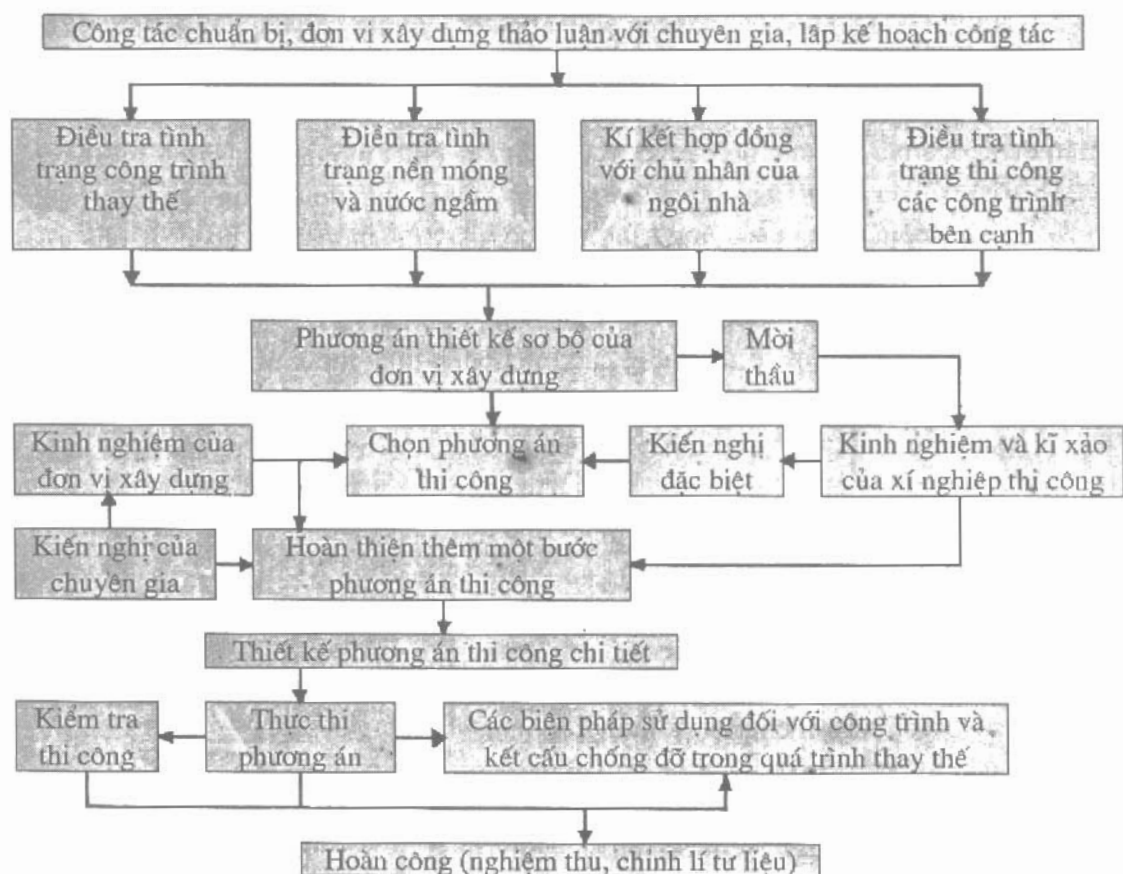
Trong ba loại kỹ thuật thay thế nói ở trên, thay thế có tính cứu chữa không chỉ dùng để xử lý sự cố nền của công trình vốn có, mà còn có thể dùng cho cải tạo thêm tầng nhà cũ. Do đó, phương pháp này dùng rất rộng rãi, mà tỉ trọng của nó trong công trình thay thế cũng rất lớn. Nhưng cần phải chỉ ra rằng: thay thế có tính cứu chữa không chỉ là biện pháp thay thế tăng chiều sâu của móng và mở rộng diện tích đáy móng vốn có.

II. Trình tự và những điều cần chú ý thông thường của công trình thay thế

Công trình thay thế nói chung phải tiến hành thi công dựa theo trình tự sơ đồ hình 3.17.

Các bước thực thi cụ thể của công trình thay thế:

- Tiến hành gia cố kết cấu công trình vốn có cần gia cố;
- Dùng phương pháp thoả đáng và che chắn an toàn, chống đỡ một phần hay toàn bộ móng của công trình vốn có;
- Dựa theo yêu cầu công trình, tiến hành gia cố nền hoặc móng của công trình vốn có;
- Nếu dưới công trình cần xây dựng các công trình ngầm (như đường tàu điện ngầm, bến xe), dưới tình trạng móng đã được chống đỡ, đào đất dưới móng cũ, đồng thời tiến hành thi công bộ phận công trình này;



Hình 3.17. Sơ đồ trình tự thi công công trình thay thế móng

- Chuyển tải trọng tác động lên công trình ngầm mới xây dựng;
- Khi cần thiết, tháo dỡ kết cấu thay thế.

Công trình thay thế là một phương pháp thi công đặc biệt mà mức độ khó khăn về kỹ thuật xây dựng tương đối lớn, chi phí xây dựng tương đối cao, thời gian thi công tương đối dài, tính trách nhiệm tương đối lớn. Phạm vi thay thế thường từ nhỏ đến lớn, dần dần mở rộng. Trong bất kỳ tình huống nào đều là sau khi một phần được thay thế, mới bắt đầu công việc thay thế của bộ phận khác, nếu không rất khó đảm bảo được chất lượng công trình. Đối với công trình thay thế thông thường, cần nửa năm đến một năm, đối với công trình thay thế tổng hợp loại lớn như có đường tàu điện ngầm đi qua, có khi kéo dài đến vài năm. Chính vì vậy phải xem xét càng nhiều những nhân tố thi công: như vấn đề ảnh hưởng của nhiệt độ thay đổi và mưa tuyết theo mùa; ảnh hưởng hồi phục của hố móng do sau khi đào hố móng sâu lớp đất mất tải trọng gây nên; ảnh hưởng của công trình bên cạnh do tháo nước hố móng gây ra, cùng với độ tin cậy của kết cấu chống đỡ có tính chất tạm thời.

Ngoài ra, có khi công trình được thay thế đã gần mất ổn định. Do đó chỉ khi mà giá thành của công trình vốn có lớn hơn giá thành của công trình được thay thế, hoặc do giá trị sử dụng, giá trị lịch sử và giá trị nghệ thuật của công trình vốn có không cho phép tháo dỡ, mới dùng kỹ thuật thay thế.

Công trình thay thế thông thường tiến hành dưới móng của công trình vốn có. Nó có thể nguy hiểm đến an toàn tính mạng và tài sản của con người, vì thế cần phải có những nhân viên kỹ thuật tinh thông thiết kế và thi công, đồng thời có kinh nghiệm thực tiễn phong phú và tinh thần trách nhiệm cao để thực hiện công tác kỹ thuật rất khó khăn này. Xét thấy công trình thay thế là một kỹ thuật có tính tổng hợp cao, do đó, đảm nhiệm công việc này tốt nhất là đơn vị chuyên ngành thống nhất khảo sát, thiết kế, thi công, nghiên cứu khoa học có kinh nghiệm phong phú. Ở nước ngoài phần lớn do các công ti chuyên ngành công trình thay thế nhận thầu. Như vậy có lợi cho việc tích lũy kinh nghiệm và phát triển nâng cao kỹ thuật.

Công trình thay thế cần ứng dụng các loại kỹ thuật xử lý nền, như phương pháp phun vữa gia cố, cọc đá vôi, cọc rê cây. Thông thường trong công trình thay thế loại lớn, thường cùng đồng thời dùng mấy loại thậm chí nhiều loại biện pháp kỹ thuật và phương pháp thi công, để đạt được hiệu quả kinh tế kỹ thuật tương đối tốt. Phương pháp thi công thường dùng có: cọc khoan nhồi đường kính lớn, đường kính nhỏ, cọc (hoặc ống thép) ép, tường liên tục dưới đất, thanh neo. Phương pháp chữa nghiêng của công trình bị thay thế cũng có rất nhiều loại, như phương pháp chữa nghiêng hạ cường bức (phương pháp chữa nghiêng dùng thanh neo nén ép, phương pháp chữa nghiêng bằng gia tải, phương pháp chữa nghiêng bằng đào đất) và phương pháp chữa nghiêng bằng kích nâng (phương pháp chữa nghiêng kích nâng dầm khung và công xôn, phương pháp chữa nghiêng bằng kích cọc nén tĩnh). Đối với công trình thay thế tổng hợp có quy mô lớn phần lớn thuộc loại kỹ thuật công trình có tính tổng hợp cao và giàu tính kỹ xảo.

Trong quá trình thay thế, tăng cường giám sát thi công là một khâu quan trọng trong quản lý khoa học hoá, ở một mức độ rất lớn nó quyết định thành bại của công trình. Công tác kiểm tra bao gồm các nội dung: quan trắc lún, nghiêng, chuyển vị của công trình, quan trắc lún của mặt đất, quan trắc biến dạng của kết cấu thay thế, quan trắc vết nứt của công trình và mặt đất, cùng với tư liệu địa chất và tình hình thay đổi mực nước ngầm. Tư liệu hệ thống và liên tục mà kiểm tra thu được, có thể dùng để chỉ đạo thi công và kịp thời điều chỉnh sửa chữa phương án kỹ thuật, đảm bảo an toàn tuyệt đối cho công trình bị thay thế.

3.3.2. Công tác chuẩn bị trước khi thay thế

Trước khi lập phương án kỹ thuật công trình thay thế, nói chung phải tiến hành nghiên cứu điều tra cẩn thận. Chủ yếu là điều tra nội dung, phạm vi, tính chất của sự cố, đồng thời còn phải điều tra các tư liệu cần thiết cung cấp cho việc phân tích nguyên nhân sự cố và xác định phương án kỹ thuật công trình thay thế. Điều tra thông thường có hai loại: điều tra cơ bản và điều tra bổ sung.

1. Điều tra cơ bản

Điều tra cơ bản là điều tra hiện trạng công trình bị thay thế và các tài liệu đã có, bao gồm 8 vấn đề dưới đây:

- Điều tra tình hình công trình: nội dung của nó bao gồm đặc điểm hiện trường nơi có công trình (như tình hình xây dựng gần đó, điều kiện môi trường có tính xâm thực hay không), đặc trưng chủ yếu của kết cấu xây dựng, tình hình tiến độ công trình hoặc tình hình sử dụng công trình khi xảy ra sự cố;

- Điều tra tình hình sự cố: phát hiện thời gian và quá trình xảy ra sự cố, hiện trạng của sự cố và các số liệu đo thực tế, sự phát triển và thay đổi của sự cố từ khi phát hiện đến khi điều tra, tổn thất về kinh tế và số người thương vong. Ngoài ra, cần điều tra đã xử lý gì đối với sự cố.

- Tra cứu báo cáo khảo sát địa chất cũ: mục đích của nó là để nắm vững tài liệu địa chất công trình và địa chất thủy văn của hiện trường. Trước khi quyết định phương án thay thế, phải có những tài liệu khảo sát tương đối chính xác và hoàn chỉnh, để nắm rõ lớp chịu tải của nền, tính chất và độ sâu của lớp nằm bên dưới và lớp đá gốc; tính năng cơ học vật lý của đất nền, mực nước ngầm và tình hình thay đổi và bổ sung của nó. Thông qua tra cứu báo cáo khảo sát địa chất cũ, có thể đối chiếu với đặc trưng của sự cố công trình, xem có khớp với điều kiện địa chất hay không, đồng thời phán đoán độ tin cậy của tài liệu địa chất. Nếu tài liệu địa chất không đáp ứng được, cần phải tiến hành công tác phúc tra và khảo sát bổ sung đối với nền, nếu chưa có tài liệu khảo sát đầy đủ và tin cậy, tuyệt đối không được tiến hành thiết kế và thi công. Điều này rất quan trọng đối với công trình thay thế.

- Thẩm tra lại bản vẽ thiết kế kết cấu xây dựng: điều này là để tìm hiểu kết cấu, cấu tạo và đặc trưng chịu lực của công trình bị thay thế. Nội dung chủ yếu gồm có: phân bố tải trọng, độ cứng và tính tổng thể của kết cấu bên trên, hình thức móng, tình trạng chịu lực cũng như về mặt tính toán và cấu tạo có hợp lý hay không. Nếu điều kiện địa chất không tốt, còn phải kiểm tra rõ nền đã xử lý thiết kế cần thiết chưa, xử lý có hợp lý không, xem xét có chu tất không. Có khi còn cần phải tiến hành kiểm tra trọng điểm tính toán lại, để phân tích nguyên nhân sự cố, tư liệu ban đầu nhằm chọn phương án.

- Kiểm tra tài liệu ghi chép thi công công trình khuất và tài liệu kỹ thuật hoàn công: mọi người đều biết, chất lượng thi công tốt hay xấu, đặc biệt là công trình khuất dưới đất ảnh hưởng rất lớn đối với thành bại xây dựng công trình. Tìm hiểu vấn đề mới nảy sinh trong toàn bộ quá trình thi công, bao gồm xem xét đối chiếu thi công có theo bản vẽ hay không cùng với những ghi chép thay đổi tại hiện trường, vấn đề và biện pháp giải quyết các mặt thi công đã gặp, các ghi chép ban đầu trong thi công và tài liệu kiểm tra nghiệm thu chất lượng (đặc biệt là tài liệu công trình khuất), ảnh hưởng của đào đất, thoát nước, mưa tuyết, nhiệt độ không khí trong thời gian thi công, những điều này vô cùng quan trọng đối với việc tìm rõ nguyên nhân sự cố.

- Thu thập tài liệu đo thực tế của lún và nứt: trong đó bao gồm những tư liệu đo thực tế thay đổi theo tải trọng và thời gian. Từ tài liệu đo thực tế của hệ thống tương đối hoàn chỉnh, có thể trực tiếp nắm được bộ phận chủ yếu và mức độ nghiêm trọng lún và nứt của công trình, đồng thời có thể phán đoán sự cố công trình có phải là đang tiếp tục phát triển và tốc độ phát triển của nó, từ đó tìm hiểu mức độ nguy hiểm của sự cố, giúp cho việc dùng các biện pháp có sức mạnh tương ứng.

- Điều tra rõ tình hình thực tế của sản xuất, sử dụng và môi trường xung quanh: trọng điểm tìm hiểu rõ tình hình sản xuất và sử dụng có phù hợp với thiết kế hay không, có thay đổi không và ảnh hưởng cụ thể của nó là gì; tình hình thay đổi môi trường xung quanh trong thi công và sau khi hoàn công, như mực nước ngầm lên xuống, sự biến thiên điều kiện thoát nước mặt, thời tiết thay đổi, môi trường cây xanh hoá, ảnh hưởng của những điều

kiện như xây dựng các công trình bên cạnh, đào hố móng sâu, tăng gian tại trọng, chấn động ở gần đó.

- Tình trạng chất lượng của vật liệu, thành phẩm và bán thành phẩm xây dựng: chủ yếu làm rõ chất lượng của tất cả vật liệu, thành phẩm, bán thành phẩm có phù hợp yêu cầu thiết kế hay không.

Cần phải chỉ ra rằng, đối với mỗi sự cố không nhất thiết phải điều tra tất cả các nội dung trên, mà phải dựa vào đặc điểm công trình và tính chất sự cố để xác định hạng mục điều tra trọng điểm. Thông qua điều tra những hạng mục này, phải làm rõ nguyên nhân bước đầu của sự cố, cần phải xử lý và có kết luận chính xác như thế nào đối với nó. Nếu cần phải xử lý, phải thông qua điều tra đề xuất điều kiện, thời gian, phương pháp và cơ sở xử lý. Nếu qua điều tra cơ bản không đạt được mục đích, cần phải điều tra bổ sung.

II. Điều tra bổ sung

Điều tra bổ sung thông thường cần phải làm thêm một số thí nghiệm hoặc công tác đo đạc, thông thường bao gồm ba nội dung:

- Khảo sát bổ sung: sau khi công trình xảy ra sự cố, khi đọc tra cứu tài liệu địa chất công trình, thường phát hiện tài liệu không hoàn chỉnh, không chính xác hoặc cơ bản chưa khảo sát. Điều đó tất nhiên phải tiến hành công tác khảo sát bổ sung, đặc biệt đối với khu vực có vấn đề nghiêm trọng như lún lệch tương đối lớn, nứt, nghiêng, bố trí một cách trọng điểm bổ sung lỗ khoan hoặc giếng thăm, lấy mẫu đất phân tích hoặc tiến hành thí nghiệm nguyên dạng, để thu được tài liệu tương đối hoàn chỉnh, thực chất mà chuẩn xác, nắm được tình hình thay đổi của địa chất.

- Kiểm tra bổ sung: bản vẽ thiết kế vốn có, nói chung có thể dùng để tra cứu. Nhưng có lúc thiết kế tương đối sơ lược, thiếu bản tính toán cần thiết. Lúc này cần tiến hành công việc bổ sung kiểm tra tính toán, đồng thời đối chiếu với quy phạm để phán đoán. Đối với tài liệu hoàn công, đặc biệt là ghi chép của công trình khuất dưới đất thông thường không đầy đủ, ngoài việc nhớ lại của những người thiết kế, thi công, sử dụng, khi cần thiết còn phải đào cục bộ để kiểm tra thực chất. Trong đó nếu có những thay đổi tạm thời thì công hiện trường chưa được ghi chép, càng cần điều tra sự thật.

- Đo bổ sung: trước khi công trình xảy ra sự cố, những vết nứt nhỏ thường dễ bỏ qua. Vấn đề trở lên nghiêm trọng mới bắt đầu chú ý, nhưng đã đo thiếu rất nhiều, khó bổ sung khiến cho tài liệu đo thực tế không hoàn chỉnh, không hệ thống. Lúc này, cần bố trí điểm đo bổ sung tạm thời. Nếu có sự biến động của mực nước ngầm và tải trọng hoặc ảnh hưởng chấn động ngày càng tăng ở gần đó, cũng phải dựa theo yêu cầu thực tế phân tích sự cố công trình tiến hành công tác đo thực tế bổ sung.

3.4. CHỌN PHƯƠNG ÁN KỸ THUẬT THAY THẾ

Trước khi quyết định phương án thay thế cho sự cố nền, đầu tiên phải tiến hành điều tra phân tích tình trạng nứt bên ngoài của kết cấu bên trên, phân biệt là sự cố nền hay sự cố kết cấu bên trên. Sau khi nhận thấy đó là sự cố nền, phải tiến hành phân tích nguyên nhân sự cố như đã trình bày ở mục 3.2. Phán đoán phân tích sự cố công trình do nền gây nên và phân loại mức độ nghiêm trọng của nó có thể tham khảo bảng 3.2.

Bảng 3.2. Phán đoán sự cố công trình và phân cấp mức độ nghiêm trọng

Phán đoán sự cố	Mức độ nghiêm trọng
Lún không đều vượt quá giá trị cho phép của quy phạm, mặt tường có vết nứt dưới 1mm hoặc hơi bị nghiêng	1
Lún không đều vượt quá giá trị cho phép của quy phạm, mặt tường và dầm cột có số lượng nhỏ vết nứt, khó đóng các cửa và cửa sổ	2
Lún không đều rất rõ hoặc lún không đều rất lớn, tường, dầm, cột chịu lực nứt nhiều, hoặc nghiêng rất rõ, ảnh hưởng đến an toàn và sử dụng	3
Lún không đều nghiêm trọng, hoặc kết cấu hư hỏng, nguy hiểm đến an toàn, không thể sử dụng được	4

Bảng 3.2 là tiêu chuẩn phán đoán và phân cấp do trung tâm xử lý nền Vũ Hán lập ra trong thực tiễn công trình thay thế có tính cứu chữa. Đối với công trình có mức sự cố nghiêm trọng là cấp 1, cấp 2, có thể không vội vã xử lý, đợi sau một thời gian quan sát đo đạc sẽ quyết định lại. Dựa theo độ lún và vết nứt có phát triển hay không và tính quan trọng của công trình đó để xác định có xử lý hay không. Đối với công trình mà có mức sự cố nghiêm trọng là cấp 3, cho dù tình hình phát triển và mức độ quan trọng như thế nào đều phải lập tức tiến hành thay thế có tính cứu chữa. Đối với công trình mà có mức sự cố nghiêm trọng là cấp 4 thì phải dùng biện pháp an toàn khẩn cấp, đồng thời tiến hành thay thế có tính cứu chữa một cách hữu hiệu.

Dựa vào đặc trưng sự cố công trình, phân loại sự cố nền, làm rõ nguyên nhân sự cố, hoặc dựa vào tình hình thực tế của các hố móng sâu của công trình gần đó và có đường sắt ngầm đi qua, dựa theo tình hình thực tế để chọn phương pháp thay thế có tính cứu chữa mà kỹ thuật hữu hiệu, kinh tế hợp lý, thi công đơn giản. Phương pháp thay thế có thể chọn là: thay thế mở rộng móng hoặc thay thế kiểu hố móng, thay thế dạng cọc (như thay thế cọc ép, thay thế cọc nén tĩnh thanh neo, thay thế cọc nhồi, thay thế cọc rễ cây, thay thế cọc đá vôi, thay thế cọc vôi đất), thay thế phun vữa, thay thế chữa nghiêng. Thay thế chữa nghiêng lại chia thành phương pháp chữa nghiêng cưỡng bức hạ xuống (như phương pháp chữa nghiêng đào đất, phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng và gia tải bằng cọc neo, phương pháp chữa nghiêng bằng hạ mực nước, phương pháp chữa nghiêng bằng bơm nước vào) và phương pháp chữa nghiêng bằng kích (như phương pháp chữa nghiêng kích công xôn và phương pháp chữa nghiêng kích cọc ép). Có khi còn dùng các biện pháp tổng hợp bơm nước, chấn đỡ, giảm tải trọng và bảo vệ mái dốc.

Chọn phương pháp thay thế thường xem xét một số nhân tố ảnh hưởng dưới đây:

- Đặc trưng chủng loại, phạm vi, biến dạng của sự cố nền;
- Tình trạng phân bố và thành phần của đất nền hiện trường xây dựng, mực nước ngầm và tính chất của nước (có tính xâm thực không), chiều sâu cần chôn lấp chống đỡ mới;
- Hiện trạng công trình bị thay thế, như chủng loại móng và kết cấu, mức độ hoàn chỉnh, độ lớn của tải trọng;
- Mức độ tập trung của nhà ở xung quanh;
- Điều kiện, kinh nghiệm, giá thành thi công.

Ví dụ như một nhà tắm xây dựng trên nền hoàng thổ trọng lượng bản thân lún ướt cấp III. Do đường ống rò rỉ sinh ra sự cố lún ướt. Nhưng vì lớp đất lún ướt ở hiện trường quá dày, dùng thay thế phun vữa giá thành quá cao. Dựa vào đặc điểm mực nước ngầm ở khu vực này thấp và sau khi đào hoàng thổ có thể giữ được dốc đứng, cuối cùng dùng phương pháp thay thế kiểu mố trụ thi công đơn giản. Đối với những nơi tải trọng lớn, độ cứng kết cấu bên trên tương đối tốt, điều kiện địa chất phức tạp, lớp chống đỡ chôn sâu, mực nước ngầm tương đối cao, có thể dùng phương pháp thay thế cọc ép hoặc phương pháp thay thế cọc nhồi.

Mức độ hư hỏng biến dạng công trình trên nền đất trương nở theo cấp 4 của bảng 3.1. Đối với sự cố nghiêm trọng, đã hình thành công trình nguy hiểm, nói chung nên tháo dỡ làm lại. Công việc làm lại nên tiến hành theo “Quy phạm kỹ thuật xây dựng ở vùng đất trương nở” (GBJ-87). Đối với cấp hư hỏng từ nhẹ đến nghiêm trọng, nói chung nên cố gắng tiến hành xử lý gia cố để tiết kiệm vốn. Khi xử lý cần xem xét tổng hợp từ ba mặt: nền, kết cấu và mặt đất, có thể chọn một hay hai biện pháp trong đó.

Điều cần chỉ ra là: chi phí xử lý nền nói chung tương đối cao, mà công trình thay thế có mức độ khó khăn nhất định. Sự cố phá hoại trên nền đất trương nở phần lớn là nhà nhẹ thấp tầng, dùng biện pháp xử lý nền có phù hợp không phải tiến hành phân tích cân nhắc về mặt kinh tế. Hiện nay công trình dùng biện pháp xử lý nền tương đối ít, thông thường đều dùng biện pháp xử lý kết cấu hoặc mặt đất.

Cũng như vậy, sự cố do đóng băng gây nên ở vùng đất đóng băng theo mùa, cũng ít dùng biện pháp xử lý nền, mà phần lớn dùng biện pháp loại trừ trương nở vì đóng băng. Khi cần thiết cũng có thể dùng đá, cát tiến hành thay thế kiểu hố, đối với sự cố đóng băng do xử lý lớp đệm đá không tốt gây nên, có thể dùng phương pháp thay thế đào cát cưỡng bức lún, phương pháp thay thế phun vữa.

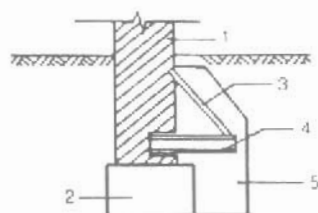
Mục đích cơ bản của thay thế là ở chỗ gia cường móng và cải thiện năng lực chịu tải của nền, truyền tải trọng công trình một cách hữu hiệu, từ đó khống chế lún, giảm lún lệch, loại trừ mầm móng nguy hiểm, làm cho công trình khôi phục sử dụng an toàn. Nội dung cụ thể các phương pháp thay thế sẽ lần lượt trình bày ở những phần sau.

3.5. THAY THẾ MỞ RỘNG MÓNG VÀ KIỂU HỒ ĐÀO

3.5.1. Thay thế mở rộng móng

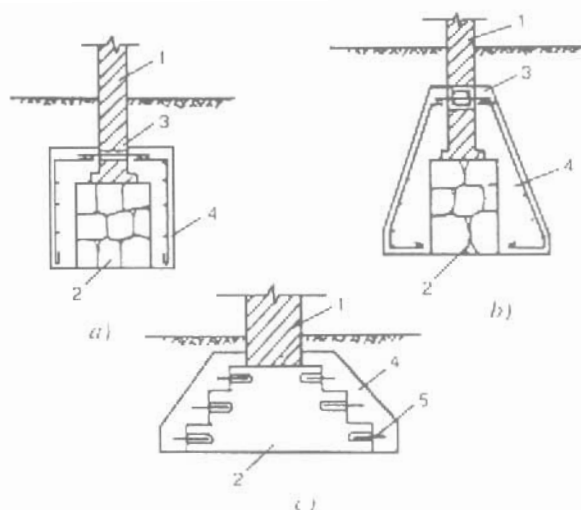
Rất nhiều công trình vốn có hoặc công trình thêm tầng, thường thường do diện tích chịu lực của móng không đủ mà sinh ra lún quá lớn hoặc lún không đều, làm cho nứt công trình hoặc nứt móng. Lúc này, có thể dùng phương pháp thay thế mở rộng móng.

Phương pháp thay thế mở rộng móng, nói chung có thể dùng lồng bê tông hoặc bê tông cốt thép để gia cố móng. Loại bê tông dùng cho mở rộng móng có chiều rộng nhỏ hơn hoặc bằng 30cm, loại bê tông cốt thép có thể dùng mở rộng móng lớn hơn 30cm. Phần mở rộng chiều rộng của móng bằng nền dùng để chịu tải trọng lệch tâm, có thể chỉ mở rộng về một phía (hình 3.18). Tải trọng chính tâm, nên mở rộng về hai phía (hình 3.19). Mở rộng móng tường thành móng tấm liền khối, như hình 3.20. Đối với móng cột độc lập thường gia cố xung quanh toàn bộ mặt đáy móng (hình 3.21).



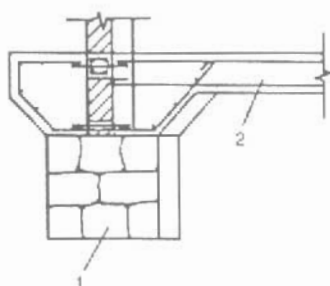
Hình 3.18. Mở rộng một phía móng băng

1. Thân tường cũ; 2. Móng tường cũ; 3. Thanh chống nghiêng; 4. Thép chữ I; 5. Phần mở rộng.



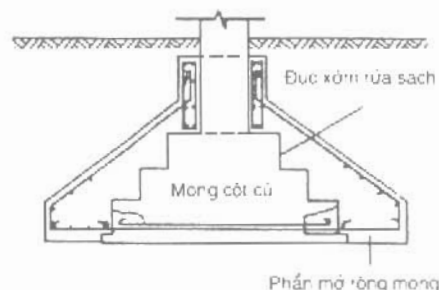
Hình 3.19. Mở rộng hai phía móng băng

1. Thân tường cũ; 2. Móng tường cũ; 3. Khoan lỗ chân tường luồn cốt thép; 4. Phần mở rộng của móng; 5. Thanh neo cốt thép.



Hình 3.20. Móng tường mở rộng thành móng tấm liền khối

1. Móng tường cũ; 2. Móng liền khối



Hình 3.21. Mở rộng xung quanh móng cọc

Để làm cho đất nền của bộ phận mở rộng dưới móng có thể tham gia làm việc tốt, trên lớp đất nền của phần mở rộng phải phủ lớp sỏi hoặc lớp cát lầy sỏi dày 10cm, đồng thời đầm chặt, để nâng cao sức chịu tải của nền ở bộ phận này.

Để làm cho vỏ bọc ngoài bê tông hoặc bê tông cốt thép gia cố liên kết chắc chắn với móng sẵn có, có thể đục xôm và rửa sạch móng sẵn có, đồng thời cứ cách một độ cao nhất định (25cm) bố trí thanh neo cốt thép, dọc móng băng cứ cách 1,0–1,5m dùng vòng cốt thép đường kính 20mm neo chắc. Ở Trung Quốc thường dùng biện pháp dưới chân tường hoặc trong giằng khoan lỗ luồn cốt thép, dùng êpôxy rêsin nhồi đầy lỗ để kết dính gia cố. Cốt thép luồn qua lỗ phải hàn chắc với cốt thép gia cố. Các nước khác thường dùng thép chữ I bố trí cách nhau 1,5–2,0m để thay thế cốt thép luồn qua lỗ. Kích thước mặt đáy mở rộng móng cùng với mặt cắt các cấp và cốt thép của phần bê tông phần mở rộng, xác định bằng tính toán kết cấu thông thường.

Cần phải nhấn mạnh rằng, mở rộng móng băng có thể chia thành nhiều đoạn riêng biệt có khoảng cách chiều dài 1,5~2,0m để thi công. Trong đoạn mở rộng móng, đào rãnh đất theo chiều rộng yêu cầu của thiết kế và đến chiều sâu của đáy móng, không cho phép rãnh đào suốt trên toàn bộ chiều dài móng hoặc làm cho đất nền lộ ra ngoài, để tránh đất bão hoà bị ép ra từ đáy móng, khiến cho móng sinh ra lún không đều rất lớn.

3.5.2. Thay thế kiểu hố đào

Thay thế kiểu hố đào cũng gọi là thay thế kiểu mố trụ. Nó là một loại phương pháp gia cố thay thế mà trực tiếp đào hố đào tới lớp chống đỡ theo thiết kế mới dưới móng của công trình bị thay thế, sau đó từ đáy hố đổ bê tông đến đáy móng.

Nếu qua tính toán phát hiện áp lực mà tải trọng thực tế hiện có sinh ra vượt quá sức chịu tải của nền mà quy phạm nền móng quy định, ngoài việc có thể mở rộng móng, còn có thể đào sâu đáy móng, đặt trên lớp chống đỡ mới tương đối tốt. Thay thế kiểu hố đào là thuộc phương pháp thay thế tăng chiều sâu móng, nó là một loại của phương pháp thay thế có tính cứu chữa.

I. Các bước thi công

- Gắn phía mặt trước của móng bị thay thế, đào thủ công một hố dẫn dài \times rộng là 1,2 \times 0,9m, đào sâu hơn mặt đáy móng sẵn có là 1,5m (hình 3.22a);

- Từ hố dẫn này mở rộng theo chiều ngang đến mặt dưới của móng, đồng thời tiếp tục đào đến cao độ thiết kế lớp chống đỡ mới ở mặt dưới móng (hình 3.22b);

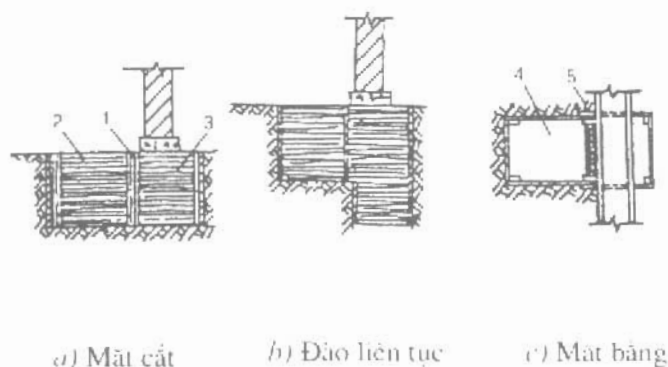
- Dùng bê tông đổ tại chỗ đổ tới chỗ cách mặt đáy móng 8cm thì ngừng đổ, sau 1 ngày bảo dưỡng dùng vữa khô nhồi và đầm kỹ thành lớp lấp đặc chắc (gọi là nhồi khô). Bởi vì chiều dày của lớp nhồi khô này rất nhỏ, trên thực tế có thể xem như không co ngót, do đó công trình không xảy ra lún phụ thêm. Cũng có lúc dùng vữa ướt đổ vào bằng phễu, đồng thời giữ một áp lực nhất định trên lớp vữa, cho đến khi vữa đông cứng mới ngừng. Nếu dùng xi măng đông cứng nhanh, có thể tăng nhanh tiến độ thi công.

- Theo các bước trên, chia tiếp từng đoạn từng đợt đào hố và xây mố trụ mới, cho đến khi hoàn thành toàn bộ công việc thay thế móng.

Rất nhiều móng công trình lớn khi thay thế, do ứng suất trong thân tường phân phối lại, có thể dưới móng cần phải thay thế trực tiếp đào hố nhỏ, mà không cần chống đỡ tạm thời dưới móng sẵn có. Trước khi bố trí cấu kiện chống đỡ thay thế, trong thời gian ngắn dưới móng cục bộ không có chống đỡ của đất nền là cho phép. Trong quá trình đào, tất cả vách hố đều phải chắn bằng tấm chắn ngang 5 \times 20cm. Do tác động vòm của đất, tải trọng tác động lên tấm chắn giảm đi rất nhiều, trị số của áp lực đất không tăng theo chiều sâu. Vì thế, tấm chắn ngang dày 5cm cũng phù hợp với tấm chắn của hố tương đối sâu, đồng thời có thể vừa đào vừa dựng tấm chắn. Giữa các tấm chắn ngang còn cần ép chặt với nhau, ở góc hố dùng các thanh nẹp 5 \times 10cm đóng đinh chắc (3.22a,c).

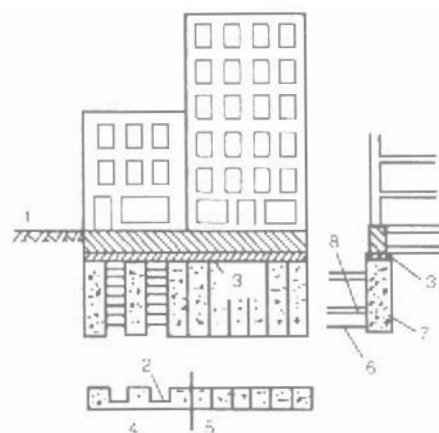
II. Mố trụ bê tông gián đoạn hoặc liên tục dưới móng băng

Mố trụ bê tông có thể là gián đoạn hoặc liên tục (hình 3.23). Nó chủ yếu quyết định ở tải trọng công trình bị thay thế gia cố và sức chịu tải của đất nền dưới hố. .



Hình 3.22. Sơ đồ thay thế kiểu hố đào

1. Thanh nẹp,
2. Tấm chắn ngang,
3. Đào hố trực tiếp dưới móng,
4. Hố dẫn,
5. Nôi chống tấm chắn.



Hình 3.23. Thay thế kiểu móng trụ bê tông gián đoạn và liên tục

1. Cao độ mặt đất; 2. Tấm chắn chiều ngang; 3. Móng; 4. Thay thế không liên tục; 5. Thay thế liên tục; 6. Mặt đáy đào; 7. Móng trụ bê tông; 8. Chống đỡ hướng bên.

Tiến hành thay thế móng trụ gián đoạn phải đáp ứng yêu cầu của điều kiện tải trọng công trình đối với sức chịu tải của nền ở lớp đất đáy hố.

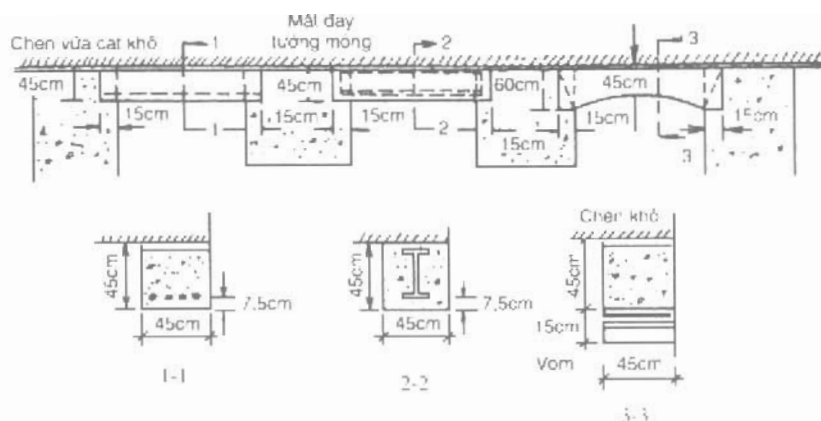
Nếu diện tích đáy móng trụ gián đoạn không thể chống đỡ đầy đủ cho công trình, có thể bố trí móng kiểu móng trụ liên tục. Nhưng khi thi công, đầu tiên phải bố trí móng trụ gián đoạn để nâng cao chống đỡ tạm thời. Khi đào khối đất giữa các móng trụ gián đoạn, có thể tháo dỡ các tấm bên của hố, tiếp theo đổ bê tông trong hố đào đất giữa các móng trụ, sau đó dùng vữa khô nhồi chặt đảm bảo hình thành móng bê tông kiểu móng trụ liên tục. Vì sau khi tháo dỡ tấm bên của hố, mặt bên của hố rất xù xì, do đó có tác dụng như chốt, không cần thiết bố trí nêm chốt giữa các móng trụ nữa.

Nếu móng kiểu móng trụ gián đoạn hoặc liên tục đều không cho sức chịu tải đầy đủ, có thể mở rộng đáy móng khoảng 1m mở rộng mặt cắt, sẽ thu được sức chịu tải tương đối lớn. Tiền đề của việc dùng biện pháp mở rộng phần đáy này là đất nền phải là đất sét tương đối tốt, nếu không thì công đầu mở rộng sẽ có khó khăn.

III. Thay thế bằng dầm vượt giữa các hố

Nếu tường móng là khối xây gạch đá chịu tải trọng, dầm bê tông cốt thép hoặc các loại dầm móng khác, thì đối với móng kiểu móng trụ gián đoạn, tường này có thể vượt từ móng trụ này sang móng trụ kia.

Nếu phát hiện cường độ chịu uốn của cầu kiện kết cấu móng sàn có không đủ để vượt qua giữa các móng trụ gián đoạn, giữa các hố cần bố trí dầm vượt để đỡ móng. Lúc này, mép hố ở móng trụ gián đoạn làm một rãnh lõm, rãnh lõm này có thể làm gối đỡ dầm bê tông cốt thép, dầm thép hoặc dầm bê tông từ móng trụ này vượt qua móng trụ kia, đồng thời nhồi kho dưới mặt đáy móng sàn có (hình 3.24).



Hình 3.24. Các loại dầm vượt giữa các trụ thay thế

IV. Thay thế kiểu hố móng cọc

Khi dùng thay thế kiểu hố đối với móng cọc loại lớn, có thể chia diện tích đáy móng cọc thành một số hố riêng biệt tiến hành thay thế từng hố. Kích thước hố riêng này khác nhau phụ thuộc vào kích thước của móng. Nhưng khi thay thế nếu không chống đỡ tạm thời đối với cột, thông thường mỗi lần thay thế không nên vượt quá 20% diện tích chống đỡ móng. Điều đó có thể thực hiện được. Bởi vì hoạt tải của công trình trên thực tế không phải luôn tồn tại, cho nên tải trọng thiết kế nói chung đều không đối, thông thường, tải trọng ở tim cột tập trung nhất, điều đó tạo điều kiện cho hố móng trụ đầu tiên đào thay thế từ đầu góc.

Trong kết cấu khung, tải trọng cột của các tầng bên trên có thể truyền cho các cột bên cạnh, cho nên tải trọng lý thuyết không phải toàn bộ tác động lên móng bị thay thế. Do đó không bao giờ trên móng cột bên cạnh đồng thời tiến hành công việc thay thế. Sau khi bắt đầu thay thế ở một cây cột, cần tiến hành liên tục cho đến khi thi công kết thúc.

V. Tình trạng chịu lực của móng kiểu mô trụ

Móng kiểu mô trụ bê tông, ngoài chống đỡ tải trọng kết cấu bên trên, vì trong thời gian thi công thay thế, áp lực đất sau tường của móng mô trụ có thể đủ để làm cho móng chuyển vị ngang, cho nên còn đòi hỏi móng kiểu mô trụ này có tác dụng như tường chắn đất kiểu trọng lực. Vì vậy, cần phải có chống ngang, chống chéo hoặc bố trí thanh neo gia cố như khi đào đất. Loại thanh chống hoặc thanh neo này rất quan trọng. Bởi vì móng kiểu mô trụ không chống đỡ được tải trọng ngang, chuyển vị ngang của nó sẽ làm cho công trình nứt nghiêm trọng. Mà sự hư hỏng của chống đỡ ngang có thể làm cho công trình được gia cố sập đổ.

Nếu sau khi sửa xong móng kiểu mô trụ bê tông, dự tính đóng cọc hoặc đào hố móng sâu gần đó, thì khi thi công móng kiểu mô trụ bê tông, có thể để sẵn rãnh lõm để lắp đặt kích, thuận lợi cho sau này có thể lắp đặt kích chống đỡ, điều chỉnh lún không đều của công trình. Đó chính là thay thế có tính duy trì. Bố trí rãnh lõm cho kích không tồn kém, nhưng nếu móng bị thay thế trong những nguyên nhân nói ở trên nếu xảy ra lún không đều, tác dụng phát huy của rãnh lõm không dự tính được.

Có khi tuyến đường sắt ngầm ở thành phố phải đi qua cạnh tường ngoài của công trình hoàn chỉnh không hư hỏng nào đó, trước khi thi công đường sắt ngầm phải tiến hành thay thế tường ngoài của công trình này. Lúc này có thể đưa móng của tường ngoài sâu xuống ngang với cao độ mặt đáy đường sắt ngầm. Như vậy, móng kiểu mố trụ bê tông có thể là một trong những phương án thay thế có tính dự phòng, mà có thể không có yêu cầu gì đặc biệt đối với đặc tính chịu lực của đất nền trên cốt cao độ mới của đáy móng tường ngoài.

VI. Phạm vi thích dụng và ưu khuyết điểm

Phạm vi thích dụng của thay thế kiểu hố là trong điều kiện địa chất mà đất dễ đào, mực nước ngầm tương đối thấp, vì nó khó giải quyết vấn đề chảy đất do đào ở dưới mực nước ngầm sinh ra. Đặc biệt là khi qua lớp đất hạt nhỏ bão hoà, thi công càng khó khăn, nói chung chiều sâu thay thế kiểu hố không lớn, móng của công trình tốt nhất là móng băng, nghĩa là theo chiều dọc móng này có tác dụng điều chỉnh tải trọng như dầm.

Trong quy phạm công nghiệp của Đức DIN4123 (về việc đào hố, giếng, nền và chống đỡ thay thế) quy định: nếu chiều rộng của giếng (hố) nhỏ hơn 1,25m, chiều sâu của nó nhỏ hơn 5m, chiều cao công trình không được lớn hơn 6 tầng, nếu khoảng cách hố giếng đào không nhỏ hơn 3 lần chiều rộng của giếng (hố) đơn, dùng thay thế kiểu hố có thể không tiến hành tính toán lại cơ học đất; nếu thay thế công trình có quan hệ với công trình đường hầm giao thông dưới đất, đều cần phải nghiệm thu độ an toàn, bởi lúc này chiều sâu đào giếng (hố) luôn lớn hơn 5m.

Ưu điểm của thay thế kiểu hố là chi phí thấp, thi công đơn giản, dễ làm. Ngoài ra, phần lớn công việc thay thế tiến hành ở phần ngoài công trình, cho nên trong thời gian thi công công trình vẫn sử dụng bình thường. Khuyết điểm của nó là thời gian thi công của toàn bộ công trình thay thế tương đối dài; không sử dụng được trong lớp đất dưới mực nước ngầm rất cao và trong lớp đất chảy. Ngoài ra, do tải trọng của công trình sẽ bị chuyển đến nền mới, công trình bị thay thế có thể sẽ tiếp tục lún.

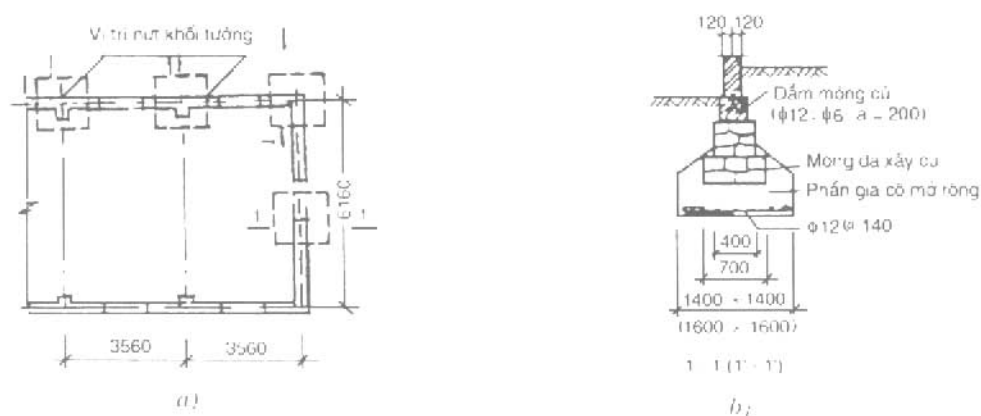
VII. Ví dụ thực tế công trình

1. Ví dụ thực tế 1: Thay thế mở rộng của móng gian máy thủy điện phân cực đường sắt

- Khái quát công trình và sự cố: gian máy thủy điện này là kết cấu gạch-bê tông lộ thiên, dầm sàn mái bê tông cốt thép, móng xây đá, ở đỉnh bố trí giằng bê tông cốt thép, ở bên cạnh dầm nước, xây xong 1972. Sau khi hoàn công không lâu, do nền lún không đều, tường đầu hồi, góc tường và một đoạn tường dọc ở góc gần dầm nước nứt nghiêm trọng, đồng thời tiếp tục phát triển. Qua đào hố kiểm tra, giằng bê tông cốt thép và móng gạch bên dưới chỗ tường bị nứt đã bị nứt rõ rệt.

- Nguyên nhân sự cố: vì tải trọng truyền từ dầm mái cho cột vách là tải trọng tập trung, nên đối với khu vực yếu phải mở rộng móng dưới cột tường. Nhưng do thiết kế sơ suất bỏ qua, dùng biện pháp xử lý cùng chiều rộng móng dưới tường giữa các cửa sổ, do đó hình thành sự phân bố áp lực đáy móng của tường dọc không đều, thêm nữa, độ cứng kết cấu bên trên của công trình này kém, không có khả năng điều chỉnh áp lực và biến dạng đáy móng, do đó khối tường giữa các cột vách bị các lỗ cửa đi và lỗ cửa sổ làm yếu đi, sinh ra nứt nghiêng.

- Xử lý sự cố: dựa vào nguyên nhân sự cố, chọn phương án thay thế mở rộng móng, lần lượt tiến hành xử lý gia cố đối với bốn chỗ: hai cột vách ở vị trí khối tường bị nứt, một góc tường và đoạn giữa tường đầu hồi (hình 3.25).



Hình 3.25. Ví dụ thực tế thay thế mở rộng móng
a. Mặt bằng mở rộng móng; b. Mặt cắt mở rộng móng.

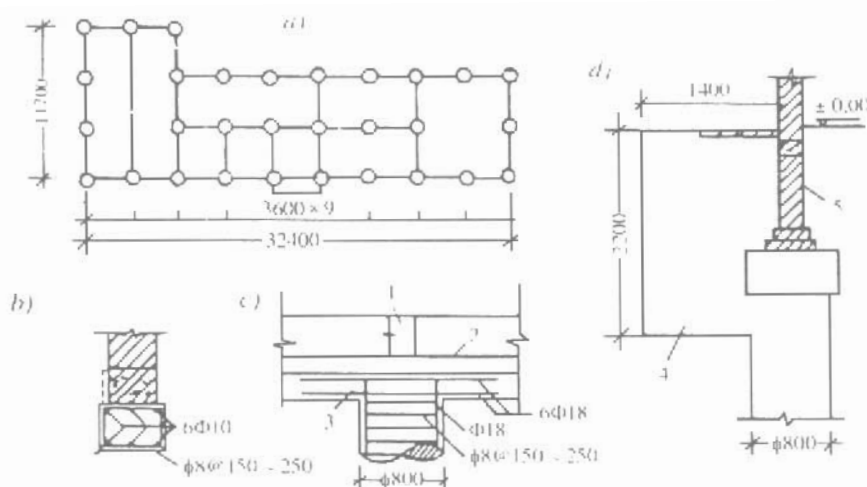
Khi thi công, trước tiên chống đỡ tạm thời đáy dầm mái, tháo dỡ một phần tải trọng trên móng phần gia cố. Sau đó đào rãnh từ hai bên của móng, đồng thời đào mọi đất nền dưới đáy của phần móng sẽ gia cố mở rộng. Đổ bê tông có chiều dài, chiều rộng, chiều cao theo thiết kế. Dưới đáy bố trí cốt thép chịu lực hai hướng đường kính 12mm, khoảng cách 140mm. Bê tông đổ cao hơn mặt đáy móng xây đá. Móng cũ phải đục xòrn, để đảm bảo liên kết tốt giữa móng mới và móng cũ. Đợi cho bê tông của phần gia cố sau khi đạt cường độ quy định, dùng vữa xi măng chèn khe nứt đối với móng cũ và khối tường bên trên. Tháo dỡ xây lại cục bộ khối tường nứt nghiêm trọng cá biệt, cuối cùng tháo dỡ cây chống tạm. Sau khi xử lý thay thế, qua nhiều năm quan sát, không có vấn đề, hiệu quả tương đối tốt.

2 Ví dụ thực tế 2: xử lý thay thế kiểu móng trụ nền một nhà tắm

- Khái quát công trình và sự cố: nhà tắm của một nhà máy ở tỉnh Thiểm Tây là kết cấu móng băng gạch-bê tông, bên trên có dầm móng bê tông cốt thép. Nhà tắm này nằm trên nền hoàng thổ lún ướt, trọng lượng bản thân cấp III, sau khi xây xong 3 tháng, phát hiện khối tường nứt rất nhiều, nhà tắm không thể sử dụng được

- Nguyên nhân sự cố: biện pháp xử lý móng không hoàn thiện khiến cho đường ống rò rỉ làm nền lún nghiêm trọng, khối tường nhiều nơi bị nứt.

- Xử lý sự cố: bởi vì lượng nước dùng của công trình này nhiều, nền lại là hoàng thổ tính nhạy cảm mạnh lún ướt bằng trọng lượng bản thân cấp III, nên cần xem xét loại bỏ tính lún ướt của toàn bộ các lớp đất. Do lớp đất lún ướt của hiện trường quá dày, cho nên dùng phương pháp gia cố thay thế phun vữa hoá chất không kinh tế. Dựa vào đặc điểm mức nước ngầm ở khu vực này tương đối thấp, hoàng thổ có tải trọng không lớn, cuối cùng dùng phương pháp thay thế kiểu móng trụ giá rẻ mà thi công đơn giản.



Hình 3.26. Sơ đồ thi công thay thế kiện móng trụ cho nhà tắm

- a. Mặt bằng móng trụ thay thế; b. Sơ đồ bố trí cốt thép dầm móng mới thêm;
c. Sơ đồ liên kết giữa móng trụ thay thế với dầm móng; d. Sơ đồ thi công thay thế.
1. Cột cầu tạo hoặc tường gạch; 2. Dầm móng cũ; 3. Khung móng mới tăng thêm; 4. Sàn đổ đất đi; 5. Đào bỏ rộng 1m từ dưới mặt đất.

Bố trí mặt bằng móng trụ bê tông như hình 3.26. Cường độ bê tông thân móng trụ là C13, đường kính thân móng trụ là 0,8m, sâu 10~11m, đường kính mở rộng của đáy móng trụ là 1,4m, lớp chống đỡ là lớp đất cũ mẫu hống không có tính lún ướt. Do chiều cao giằng trên đất chỉ có 18cm, năng lực chống uốn không đủ. Do đó dưới giằng này đặt thêm dầm móng bê tông cốt thép có tiết diện là $240 \times 340\text{mm}$, cốt thép là $6\Phi 16$. Khi thi công móng trụ bê tông, phần trên của móng trụ để sẵn cốt thép ngang, sau đó dưới giằng cũ chia từng đoạn dỡ bỏ móng cũ, buộc chắc cốt thép dầm móng, đổ bê tông, tiến hành thay thế toàn bộ móng của nền cũ, để tải trọng bên trên truyền đến móng bê tông bằng dầm mới, sau đó truyền đến lớp đất không lún ướt ở dưới, từ đó ngăn chặn móng lún xuống, khôi phục sử dụng bình thường cho nhà tắm.

3.6. THAY THẾ KIỂU CỌC

Nếu tải trọng bên trên tương đối cao, điều kiện địa chất phức tạp, mực nước ngầm tương đối cao, dùng thay thế kiểu hố có khó khăn, thì có thể dùng phương thức móng cọc tiến hành thay thế đối với công trình có sự cố. Qua rất nhiều công trình cho thấy phương pháp này là có hiệu quả. Thay thế kiểu cọc bao gồm những phương pháp như: thay thế kiểu cọc thủ trước, thay thế kiểu cọc ép, thay thế kiểu cọc đóng, thay thế kiểu cọc nhồi, thay thế kiểu cọc rễ cây, thay thế cọc vôi, thay thế giếng móng vôi đất, có thể kết hợp điều kiện cụ thể của công trình và điều kiện địa chất công trình để chọn.

3.6.1. Thay thế cọc thủ trước

Thay thế cọc thủ trước là phát minh khi xây dựng đường sắt ngầm một phố của Niu Oóc nước Mĩ, năm 1917 thu được bản quyền.

Mục đích thiết kế của cọc thử trước là ở chỗ ngăn ngừa sự hồi phục trở lại của cọc nền bằng kích, truyền tải trọng của kết cấu lên cọc, mà không sinh ra lún. Mấu chốt ngăn ngừa sự hồi phục trở lại của cọc là ở chỗ trước khi tháo kích ra, giữa đầu cọc của cọc bị ép và móng, đưa vào một cột thép hình chữ I nẹp chặt (hình 3.27).

1. Thi công cọc thử trước

Thi công cọc thử trước tiến hành theo trình tự dưới đây:

- Dưới móng cột hoặc móng tường đào một cách cẩn thận và chống đỡ vách hố của hố dẫn. Phương pháp đào hố giống như thay thế kiểu hố đã trình bày ở trên,

- Dựa vào tải trọng mà cọc thiết kế phải gánh chịu, dùng ống thép rỗng có đường kính là 30–45cm, lấy kích thủy lực bố trí dưới mặt đáy móng, ép ống thép vào trong lớp đất. Phần

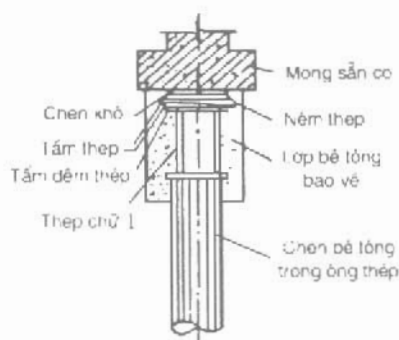
lực tải trọng của kích chính là trọng lượng của công trình. Ống thép có thể cắt thành một số đoạn dài khoảng 1,2m, chỗ liên kết giữa các ống thép bố trí đầu nối ống lồng ché tạo riêng. Nếu cọc rất dài hoặc có chướng ngại trong đất, đầu nối này cần phải hàn:

- Trong quá trình kích thân cọc vào trong đất, cứ cách một khoảng thời gian dựa vào sự khác nhau của chất đất, dùng công cụ lấy đất thích hợp lấy đất ra. Cũng có thể dùng phương pháp xối nước và hút bùn để đào bỏ đất trong ống cọc. Nhưng cần rất cẩn thận, để tránh sự mềm hoá của đất xung quanh hố, mà cũng không được xối nước vào phía dưới của đoạn ống, để tránh trôi đất. Nếu gặp đá mó còi, phải dùng búa đập vỡ hoặc khoan bằng khoan xung kích, mà không được dùng phương pháp nổ mìn.

Cọc thử trước từng bước kích vào, rửa lỗ và nối cao, cho đến khi mũi cọc đạt đến chiều sâu dự kiến mới ngừng. Mũi cọc phải vào đến lớp đất có thể cung cấp đủ sức chịu tải yêu cầu, bởi vì cọc thử trước về cơ bản thuộc loại cọc chống, sức chịu tải mà cọc đơn quyết định không xét tới lực ma sát bề mặt. Nếu bên cạnh công trình bị thay thế gặp hố móng mới đào, mũi cọc phải có đủ chiều sâu ở phía dưới móng công trình mới, để tránh chịu sự xáo động của việc đào hố móng của móng mới.

- Khi cọc đã đạt đến chiều sâu yêu cầu, đồng thời đã rửa sạch tới đáy ống, nếu trong ống không có nước, có thể trực tiếp đổ bê tông trong ống. Nếu trong ống có nước, dưới đáy ống có thể dùng một "nắp vữa" để bịt lại, đợi cho sau khi vữa đông cứng mới hút nước ở trong ống ra, đồng thời nối dài ống thép đến chỗ cách mặt đáy móng ít hơn 60cm, lại tiếp tục đổ bê tông.

- Thử trước (ép trước) cọc phải đợi bê tông sau khi đông cứng mới tiến hành. Thông thường đặt hai kích thủy lực bố trí song song ở giữa đáy móng và đầu ống thép. Giữa hai kích có đủ khe hở để thuận lợi sau này lắp đặt trụ thép chữ I nẹp chặt. Kích thủy lực có thể dùng bơm áp lực nhỏ hoặc tay quay để vận hành. Tải trọng tác động phải bằng 150% tải trọng thiết kế của cọc thì ngừng. Trong trường hợp giữ cho tải trọng không đổi, trong 1h mà độ lún không tăng, có thể cho là đã ổn định. Sau đó cắt một đoạn thép chữ I đặt đứng giữa



Hình 3.27. Thay thế cọc thử trước

hai kích, tiếp đó dùng búa đóng chặt nêm thép. Kinh nghiệm cho thấy, chỉ cần chuyển dịch khoảng 10%~15% tải trọng, đã có thể tiến hành thử trước một cách hữu hiệu đối với cọc (có thể thấy ở việc hạ áp lực của đồng hồ áp lực của kích), đồng thời ngăn ngừa sự hồi phục trở lại của cọc. Lúc này có thể ngừng sự làm việc của kích, đồng thời lấy kích ra. Sau đó dùng phương pháp chèn khô hoặc trong trường hợp áp lực không lớn, nhồi vữa bê tông đến mặt đáy móng, đồng thời dùng bê tông bọc đầu cọc và thép chữ I, kết thúc thi công.

Do thông thường tác động tải trọng khoảng 600~800kN lên cọc thử trước, cho nên móng cọc loại lớn cần dùng nhiều cọc thử trước tiến hành thay thế để gánh chịu tải trọng của cột. Lúc thi công cần cố gắng thu nhỏ không gian đào hố khi bố trí mỗi cây cọc (chỉ đủ để thao tác trong đó). Sau khi các cọc cần bố trí đều hoàn thành, mới dùng bê tông bọc các đầu cọc và bọc thép chữ I đã kích chặt.

II. Phạm vi sử dụng của thay thế cọc thử trước

Thay thế cọc thử trước có thể dùng trong điều kiện địa chất mà mực nước ngầm tương đối cao (so với thay thế kiểu hố). Vì sau khi tháo kích ra cọc không có khả năng hồi phục trở lại, do đó khi tải trọng của công trình tác động lên đầu cọc, về mặt lý thuyết không sinh ra lún mới phụ thêm. Vì thế nếu đối với độ lún của công trình bị thay thế có yêu cầu tương đối cao, thay thế cọc thử trước có những ưu điểm nổi bật so với thay thế kiểu hố, thay thế cọc đóng và thay thế cọc nhồi.

Tuy nhiên phạm vi sử dụng của cọc thử trước cũng có tính hạn chế, đặc biệt trong trường hợp như khi ống cọc phải đi qua lớp đất đắp có đá, có gỗ và những trở ngại khác; hoặc công trình bị thay thế tương đối nhẹ hoặc xây dựng kết cấu bên trên tương đối kém, mà không thể có được phản lực thích hợp cho kích, thêm nữa cọc phải bố trí ở rất sâu, giá thành tương đối cao,... đều không nên sử dụng thay thế cọc thử trước.

3.6.2. Thay thế cọc ép

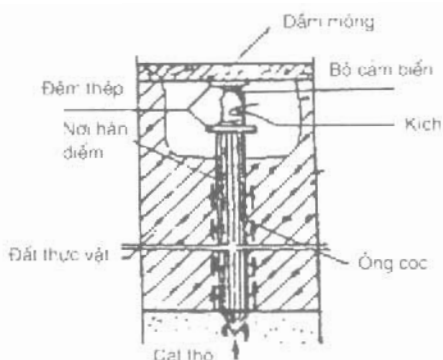
Phương pháp thi công cơ bản của thay thế cọc ép giống như cọc thử trước, nhược điểm là phương pháp thay thế cọc ép trước khi hồi kích, không đặt thép chữ I để nêm chặt, cho nên sau khi thu hồi kích, đầu cọc vẫn hồi phục trở lại. Do đó, khi tải trọng công trình truyền đến đầu cọc ép, sẽ có độ lún nhất định. Thường độ lún này rất nhỏ, cho nên thay thế đối với công trình là có thể đáp ứng yêu cầu.

Cọc ép là một trong những phương pháp thay thế thường dùng. Nó dùng phương pháp nén tĩnh để hạ cọc, do chúng chống đỡ chịu lực, đạt mục đích thay thế xử lý công trình. Viện nghiên cứu thiết kế xây dựng khu tự trị Nội Mông Trung Quốc sớm đã dùng phương pháp thay thế cọc ép ở Bao Đầu và một số nơi khác để gia cố nhiều công trình như tòa nhà văn phòng, nhà ở, nhà nổi hơi.

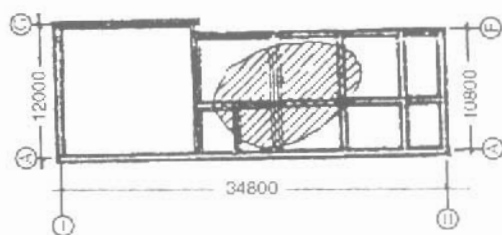
Dựa theo loại phản lực mà kích cung cấp cho cọc ép có thể chia thành cọc nén tĩnh trên đầu cọc, cọc nén tĩnh trên thân cọc, cọc nén tĩnh bằng thanh neo. Hiệu quả cọc nén tĩnh tương đối cao, thao tác cũng tương đối đơn giản. Nhưng có khi gây ảnh hưởng xáo động nhất định đối với kết cấu đất ở xung quanh.

1. Cọc nén tĩnh trên đầu cọc

Cọc nén tĩnh trên đầu cọc là dùng trọng lượng bản thân của kết cấu bên trên làm đối trọng, dùng kích thông thường ép từng đoạn cọc vào đất (hình 3.28).



Hình 3.28. Thay thế kiến cọc nền tĩnh trên đầu cọc



Hình 3.29. Sơ đồ mặt bằng (nơi có dấu chéo là giếng đất lớn)

1. Ví dụ thực tế công trình 1: công trình thay thế móng một nhà nổi hơi, nhà tắm.

- Khái quát công trình và sự cố: công trình này là kết cấu gạch bê tông, móng đá phiến, diện tích công trình là 408m^2 , sơ đồ mặt bằng móng như hình 3.29. Công trình bắt đầu thi công từ tháng 9 năm 1980, cuối năm 1981 hoàn công, khi chuẩn bị nghiệm thu bàn giao, một phần của tường dọc trong và tường ngang trong đột nhiên lún chìm xuống, dầm móng võng lờ lững lên trên, rồi khoi khối tường $1\sim 6\text{cm}$. Khối tường phần trên xuất hiện nhiều vết nứt xiên dạng bậc thang, rộng $0,5\sim 10\text{mm}$. Vết nứt kéo dài bắt đầu từ đáy tường đi lên theo hướng nơi lún lớn, có chỗ nứt thẳng lên mái, làm cho $25,5\text{m}$ móng và tường bị hư hỏng.

- Nguyên nhân sự cố: theo điều tra, trước khi thiết kế không có khảo sát địa chất. Sau khi xảy ra sự cố, qua khảo sát bổ sung và tiến hành đào đất ở khu vực móng bị hư hỏng, làm rõ nơi bị lún nhiều là một giếng đất sâu $4,9\text{m}$ đường kính khoảng 8m (hình 3.29). Trong hố là đất lấp tạp có đất sét, rác sinh hoạt và phần lớn là đất tạp thực vật thổi rửa, ở vào trạng thái dẻo đến trạng thái chảy dẻo, số đóng búa xuyên N_{10} là $5\sim 15$ nhất, sức chịu tải rất thấp.

- Xử lý sự cố: qua khảo sát bổ sung, thấy rằng chiều sâu dưới $4,9\text{m}$ của hố là lớp cát sỏi thô tương đối dày và chặt, số đóng búa xuyên $N_{10} > 100$, là lớp chống đỡ lý tưởng của móng cọc.

Sơ sấp mấy loại phương án xử lý, có thể thực hiện được là phương pháp dầm đòn gánh và phương pháp thay thế cọc nền tĩnh trên đầu cọc. Phương pháp dầm đòn gánh còn gọi là phương pháp cọc đỡ chân, đỡ một phần móng và khối tường, để tải trọng của kết cấu bên trên thông qua dầm đòn gánh truyền cho hai cọc đóng đỡ chân hoặc trên hai móng trụ đỡ. Phương pháp này không những cần đào hố lớn ở trong phòng, thi công khó khăn, khó đảm bảo an toàn, mà giá thành cũng cao. Dựa vào kinh nghiệm xuyên và đóng cọc của khu vực đó, thấy rằng xuyên qua lớp đất đắp dẻo yếu tương đối dễ dàng, đến lớp cát sỏi thô thì khó xuyên xuống dưới. Cuối cùng dựa vào đặc điểm lớp đất của vùng này, quyết định dùng phương án thay thế cọc nền tĩnh trên đầu cọc.

+ Thiết kế cọc:

• Xác định sức chịu tải của cọc đơn: dùng cọc thép Ø150. Lực cản mũi cọc trong lớp cát sỏi thô theo quy phạm nên tìm được $R_1 = 2.800 \text{ kN/m}^2$, không tính đến lực ma sát thành cọc, sức chịu tải của cọc đơn là 49,5kN.

• Xác định khoảng cách cọc và số cọc: số cọc dùng cho một mét dài móng thay thế là:

$$n = \frac{N + G}{P_0} = \frac{30 + 8}{49,5} = 0,77 \text{ cây/m}$$

Trong đó: N - Tải trọng kết cấu tác động lên dầm móng (kN/m).

G - Trọng lượng dầm móng và trọng lượng trên mặt đất mà dầm móng gánh chịu (kN/m);

Khoảng cách cọc $l/n = 1,30\text{m}$, tổng số cọc là 18 cọc.

• Xác định chiều dài cọc: dựa vào tài liệu địa chất cho thấy, cốt cao độ mặt trên của lớp cát sỏi thô là -4,9m, mặt đáy của dầm móng cách cốt cao độ $\pm 0,00$ là 0,4m, mũi cọc ngàm vào lớp đất chống đỡ là 0,1m, cọc dài 4,6m.

+ Các bước thi công cọc:

• Cắt cọc ống thành từng đoạn dài 0,5m, đoạn dưới dài 0,1m, gia công mũi cọc thành hình chóp tròn, góc của chóp tròn là 60° ;

• Trong phòng đào một hố dài \times rộng \times sâu là $2 \times 1,5 \times 1,8\text{m}$, đồng thời từng bước đào tới lớp đá phiến bên dưới móng, tiếp đó trong lớp móng đá phiến đào một lỗ 0,5~0,8m.

• Trong lỗ đặt thẳng đứng ống cọc đầu tiên có mũi. Đầu ống cọc đặt tám đệm thép, trên tám đệm thép đặt tải trọng 100~250kN, dùng kích dầm có hành trình lớn hơn 50cm, để kích dầm kích chắc chắn vào dầm móng, như hình 3.28.

• Khởi động kích để gia tải, ép từng đoạn ống cọc vào trong đất, dùng hàn điện hàn chắc giữa các đoạn ống, để đảm bảo vị trí và độ thẳng đứng của cọc. Khi cọc xuyên vào lớp cát sỏi thô, phản lực của nền tăng lên, chú ý quan sát dầm móng có hiện tượng chuyển dịch lên phía trên, thì lập tức ngừng gia tải, hoặc từ bỏ hiện thị số của bộ cảm biến đo lực quan sát được khi sức chịu tải của cọc đơn đã đạt tới 1,5~2,0 lần sức chịu tải thiết kế của cọc đơn thì ngừng gia tải.

• Dựa trên phương pháp đã nói ở trên, tiếp tục ép ba cây cọc xung quanh trung tâm phá hoại của móng. Sau đó đồng thời gia tải cho kích trên bốn cây cọc trên, để dầm móng trở về vị trí cũ.

• Trong trường hợp cho rằng đã loại trừ nguy hiểm, lần lượt lấy kích ra, đồng thời đổ bê tông vào trong ống cọc, sau khi đầm chắc, lại xây đá phiến. Sau đó, dựng ván khuôn trên đầu cọc, đổ bê tông cọc và dầm móng thành một khối để chịu tải trọng. Phương pháp thi công thay thế của các cọc khác như nhau.

Sau khi gia cố thay thế, công trình khôi phục sử dụng bình thường, đã thu được hiệu quả kinh tế kỹ thuật rõ rệt.

2. Ví dụ công trình thực tế 2: Thay thế kiểu cọc nhà kí túc số 4 của một nhà máy hóa chất.

- Khái quát công trình và sự cố: nhà máy này ở huyện Phượng Tường tỉnh Thiểm Tây. Kí túc xá số 4 là kí túc xá bốn đơn nguyên bốn tầng, ở vào dải đất dốc phía trước núi. Tòa nhà này là kết cấu hỗn hợp, lớp đệm với đất, móng gạch, mỗi tầng đều có giằng bê tông cốt thép, còn có dầm móng bê tông cốt thép cao 35cm rộng 25cm. Tòa nhà xây vào năm 1984, đầu năm 1988 vì đường ống trên và dưới ở ngoài nhà bị nứt, làm cho nền lún ướ, lún lệch tới 13,4cm, khiến cho đơn nguyên thứ hai bị kéo nứt, vết nứt kéo dài từ tầng một đến tầng bốn, giằng bị kéo đứt, mái hiên bị kéo rời 6cm, đã làm nguy hiểm cho tòa nhà.

Tiến hành khảo sát địa chất công trình sau sự cố cho thấy, nền là hoàng thổ lún ướ không trọng lượng cấp II. Chiều dày lún ướ là 6,9~7,2m, thuộc loại hoàng thổ tích tụ niên đại mới, kết cấu rời rạc, dưới là lớp cát mịn 0,5~0,6m, dưới nữa là lớp cuội sỏi, không thấy có nước ngầm.

- Nguyên nhân sự cố: nguyên nhân chủ yếu là chưa tiến hành khảo sát địa chất công trình, nhân viên thiết kế không có số liệu, làm cho biện pháp thiết kế không hoàn thiện; thêm nữa là chất lượng thi công các đầu nối đường ống nước phía trên phía dưới kém, làm nứt đầu nối, nước rò rỉ thấm ướ nền; nguyên nhân bên trong là đất nền thuộc loại hoàng thổ tích tụ niên đại mới, lún không đều khi gặp nước, dẫn đến sự cố nứt kết cấu bên trên.

- Xử lí sự cố: dựa vào tình hình nền của hiện trường này, do ở nơi không sâu lắm có lớp cuội sỏi có thể làm lớp đỡ cọc, quyết định dùng phương án cọc nén tĩnh trên đầu cọc.

Cọc thay thế đúc sẵn từng đoạn. Mỗi đoạn dài 1,0~1,2m, mặt cắt là 20×20 cm. Mũi cọc của đoạn cọc thứ nhất làm thành hình chóp, hai đầu đoạn cọc chôn sẵn tấm thép để thuận lợi cho việc hàn nối. Khi thi công thay thế, đầu tiên dỡ bỏ một bộ phận rộng 0,5~0,6m phía dưới dầm móng của móng cũ. Sau đó dựa theo vị trí cọc thiết kế đặt đoạn thứ nhất, dùng kích 500kN ép đầu cọc, lấy trọng lượng bản thân của dầm móng và kết cấu bên trên làm hệ thống phản lực. Sau khi cọc ép vào trong đất được 1m tiến hành hàn nối cọc, hàn kín bốn xung quanh đầu cọc. Chiều sâu ép cọc dùng hai phương pháp khống chế, đó là tiến hành khống chế cốt cao độ và áp lực. Chiều sâu ép cọc yêu cầu mũi cọc đạt tới mặt trên của lớp sỏi cuội hoặc ít nhất ngàm vào lớp cát 30~40cm. Áp lực yêu cầu đạt trên 320kN. Sức chịu tải cọc đơn theo thiết kế là 160~180kN, nghĩa là hệ số an toàn đạt tới 1,8~2,0.

Sau khi chiều sâu ép cọc đạt yêu cầu thiết kế, tháo dỡ kích, khe hở giữa dầm móng và đầu cọc dùng ống thép liền có đường kính 159mm đỡ, đầu tiên ống thép hàn tấm thép 20×20 cm, đầu dưới hàn chắc với đầu cọc, sau đó đổ bê tông bọc kín ống thép và đầu cọc, hình thành một khối với khối xây gạch hai bên móng. Tải trọng của kết cấu bên trên thông qua dầm móng bê tông cốt thép truyền lên cọc, sau đó truyền vào lớp cát hoặc lớp sỏi cuội. Xử lí sự cố nền của công trình này dùng tất cả 80 cây cọc thay thế, chịu tải trọng của kết cấu bên trên là 12,2 MN, sau khi gia cố không còn phát hiện lún. Bố trí mặt bằng và mặt cắt cọc thay thế như hình 3.30.

II. Cọc nén tĩnh trên thân cọc

Cọc nén tĩnh trên thân cọc là lợi dụng máy nén tĩnh có chất tải làm phản lực, thông qua hệ thống áp lực đầu ép từng đoạn cọc đúc sẵn vào trong đất, dùng vữa sulfur để nối đầu cọc. Lấy một ví dụ công trình thực tế là công trình kí túc xá của Sa Thị dùng cọc nén tĩnh trên thân cọc để thuyết minh.

- Khái quát công trình và sự cố: nhà kí túc xá này 6 tầng, kết cấu hỗn hợp, móng băng, chôn sâu 1,05m. Sau khi xây dựng xong, chênh lệch lún của điểm A và B là 25cm, của điểm B và C là 14cm (hình 3.31), làm cho mặt tường bị nứt, ảnh hưởng đến sử dụng.

- Nguyên nhân sự cố: qua khảo sát đo đạc bổ sung cho thấy, phía dưới góc tây nam kẹp lớp bùn dầy 3~4m (hình 3.31) chưa được xử lí, do đó dẫn đến lún không đều, làm cho tường bị nứt.

- Xử lý sự cố: qua khảo sát đo đạc cho thấy, phía dưới mặt đất 1,3~1.8m là lớp đất đắp, dưới đó là lớp đất sét dày 3,50~5,40m. Dựa vào tình hình của nền, chọn dùng phương án cọc nén tĩnh trên thân cọc. Hai phía của móng băng ép cọc bê tông cốt thép đúc sẵn 20 × 20cm, cọc dài 4~8m, lực ép cọc không chế khoảng 160kN. Đầu cọc bố trí dầm nổi và dầm ngang, chống đỡ tải trọng bên trên (hình 3.32). Sau khi ép cọc, chênh lệch lún giữa các điểm A, B, C tăng lên 10%, sau khi hoàn công, độ lún luôn ổn định, sử dụng bình thường.

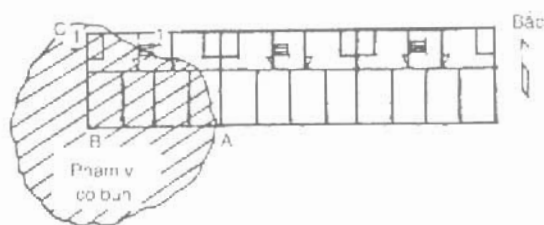
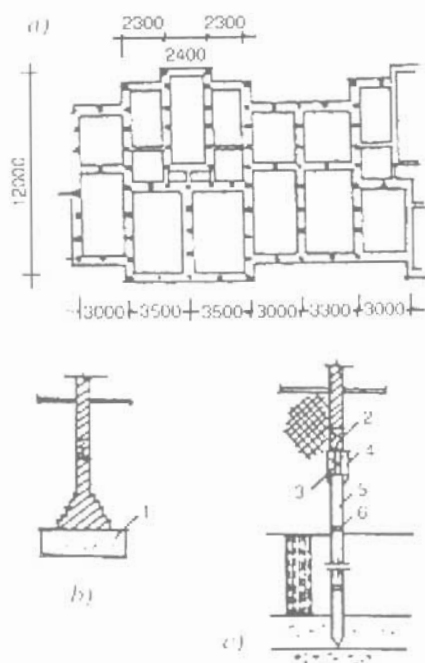
Hình 3.30. Sơ đồ thay thế kiến trúc của một kì túc và

a. Sơ đồ bố trí mặt bằng cọc thay thế.

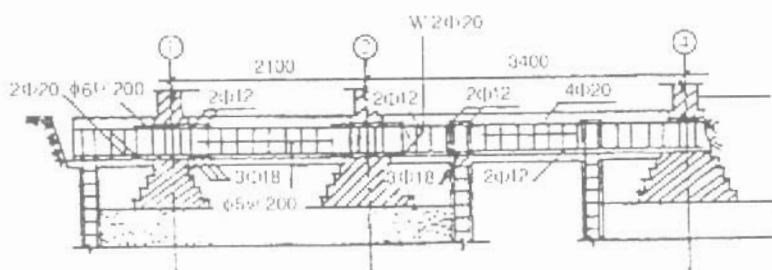
b. Bàn về mặt bằng móng cũ.

c. Sơ đồ mặt cắt thay thế kiểu cọc.

1. Lớp đệm với cát; 2. Dầm móng bê tông cốt thép; 3. Ống thép đỡ $\varnothing 159$; 4. Bê tông bọc ngoài đầu cọc; 5. Cọc bê tông cốt thép; 6. Đầu nối tạm dìm.



Hình 3.31. Sơ đồ mặt bằng một phủ ki túc ở Sa Thù



Hình 3.32. Sơ đồ thay thế móng cọc nền tĩnh trên thân cọc

III. Cọc nền tĩnh kiểu thanh neo

1. Nguyên lý cọc nền tĩnh kiểu thanh neo

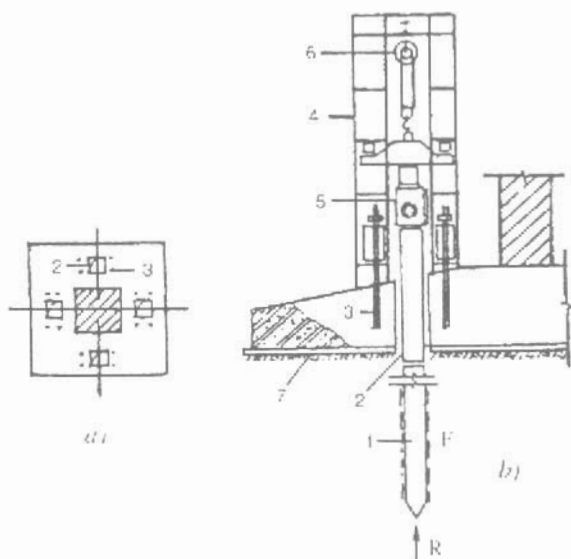
Cọc nền tĩnh kiểu thanh neo là loại dụng thanh neo gánh chịu phản lực để ép cọc. Đầu tiên đục lỗ cọc ép trên móng sẵn có bị thay thế, đồng thời chôn thanh neo. Sau đó bố trí giá phản lực và kích, dùng cọc có mặt cắt là $20 \times 20\text{cm}$, mỗi đoạn dài 1,5–2,0m từng đoạn ép vào trong lỗ ép cọc (hình 3.33). Thông thường dùng vữa lưu huỳnh để nối cọc. Nếu lực ép cọc đạt 1,5 lần sức chịu tải thiết kế của cọc đơn, chiều dài cọc đạt quy định của thiết kế, thì có thể cho là đã đáp ứng yêu cầu. Trong trường hợp không hạ tải, lập tức neo cố định móng và cọc. Tức là sau khi đục xôm và rửa sạch mặt trên, mặt bên của đầu cọc và vách lỗ của lỗ ép cọc của móng vốn có, dùng bê tông trương nở đông cứng nhanh cùng đổ cho móng và cọc. Sau khi bê tông đạt cường độ, ngay lập tức cọc có thể gánh chịu tải trọng bên trên, kịp thời ngăn chặn lún không đều của công trình, nhanh chóng đạt được hiệu quả thay thế móng.

2. Biện pháp kỹ thuật thi công chính

- Thanh neo chống nhổ: thanh neo chống nhổ là dùng vữa épôxy làm chất dính kết, chôn thanh neo trong móng bê tông cốt thép đã khoan. Chiều sâu chôn thanh neo bằng mười lần đường kính thanh neo. Thanh neo có thể dùng hình thức thanh thẳng tròn mà phần đầu đập thô hoặc hàn thêm đai cốt thép, cũng có thể dùng thanh neo xoắn. Tỷ lệ vữa épôxy và yêu cầu kỹ thuật thi công có thể xem "Quy trình kỹ thuật vữa épôxy neo cố định chân bu lông" (quy phạm Bộ luyện kim 101-78).

- Lực cản của cọc nền tĩnh: khi cọc ép vào trong đất, đầu tiên cần khắc phục lực cản của đất đối với xung quanh thân cọc và lực cản mũi cọc, như hình 3.33b.

Do tác động ép đất của cọc ép, trong phạm vi nhất định xung quanh cọc xuất hiện khu vực dẻo sệt, lực dính kết của đất bị phá hủy, áp lực nước khe rỗng trong đất tăng lên, cường độ chống cắt của đất giảm xuống, từ đó làm cho lực cản ma sát thành cọc giảm xuống rõ rệt. Cọc nền tĩnh thanh neo chính là lợi dụng đặc tính này, dùng áp lực tương đối nhỏ ép cọc đến lớp đất tương đối sâu. Theo thời gian, áp lực khe rỗng cũng dần mất đi, cường độ chống cắt của đất cũng dần dần tăng lên, do đó lực cản ma sát thành cọc cũng sẽ tăng rõ rệt. Vì vậy, khi ép cọc không nên dừng giữa chừng, nếu không thời gian dừng lại quá lâu mà làm cho lực cản cọc ép tăng lên, khó tiếp tục thi công.



Hình 3.33. Sơ đồ làm việc cọc nền tĩnh kiểu thanh neo

a. Sơ đồ lỗ ép cọc và vị trí thanh neo;

b. Sơ đồ thiết bị ép cọc và chịu lực.

1. Vị trí cọc; 2. Lỗ ép cọc; 3. Thanh neo.

4. Giá phản lực; 5. Kích; 6. Tời điện; 7. Móng

Sau khi cọc ép đến cốt cao độ thiết kế, cùng với sự kéo dài của thời gian ngừng, lực cản khởi động của cọc ép nâng cao một cách tương đối lớn. Tài liệu thí nghiệm cho thấy, thời gian ngừng trong 18~48 ngày, tỉ lệ lực cản khởi động trước và sau thời gian ngừng là 1,27~1,77. Cho nên, lực ép cọc đạt tới 1,5 lần tải trọng thiết kế của cọc đơn, lại qua thời gian ngừng nhất định, sức chịu tải của cọc sẽ được tăng lên, nói chung độ an toàn có thể đạt tới 2,0, hoàn toàn có thể đáp ứng yêu cầu thiết kế.

Sau khi lực ép cọc đạt tới 1,5 lần sức chịu tải thiết kế của cọc đơn, trong điều kiện không hạ tải, lập tức dùng bê tông đông cứng nhanh đổ thành một khối, không để cọc vì hạ tải mà có cơ hội hồi phục trở lại, khiến cho đất xung quanh thân cọc và trong phạm vi nhất định dưới mũi cọc hình thành vùng áp lực nén trước. Cọc áp lực nén trước này cân bằng với tải trọng bên trên, đồng thời có thể làm cho móng hồi phục trở lại một chút, từ đó làm giảm đi áp lực của đáy móng đối với lớp đỡ cọc cũ, thông qua cọc truyền tải trọng bên trên đến lớp đỡ cọc tương đối tốt ở bên dưới. Ngoài ra, nó còn giúp điều chỉnh chênh lệch lún của công trình.

3. Đặc điểm cọc nén tĩnh kiểu thanh neo và phạm vi ứng dụng của nó

Thực tiễn công trình cho thấy, cọc nén tĩnh kiểu thanh neo có rất nhiều ưu điểm:

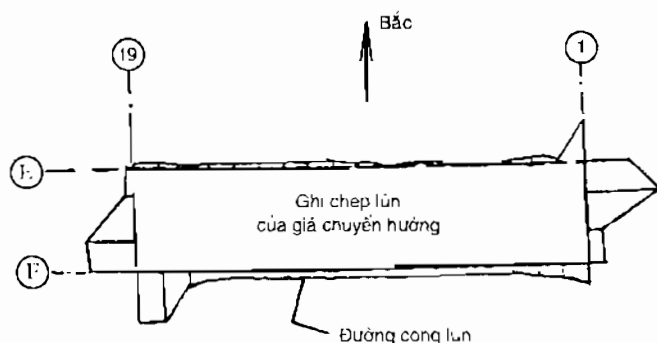
- ① Khi thi công không có rung động, không có tiếng ồn;
- ② Thiết bị thi công đơn giản, thao tác thuận lợi, chuyển dịch linh hoạt, có thể thi công trong điều kiện hiện trường và không gian hẹp;
- ③ Trong quá trình ép cọc, có thể đo được chiều sâu xuyên xuống đất của cọc và lực ép cọc, làm cho nhân viên thiết kế vững tâm, đồng thời sau khi cọc ép xuống có thể nhanh chóng ngăn ngừa lún không đều của công trình, có nét độc đáo riêng đối với cứu chữa công trình nguy hiểm.

Cọc nén tĩnh thanh neo có thể dùng gia cố nền công trình mới, cũ và thay thế móng, đồng thời có thể tiến hành xử lý công trình trong điều kiện không dừng sản xuất và không di chuyển. Đặc biệt là trong trường hợp công trình dầy đặc xung quanh công trình mới xây, công cụ lớn không vào được hiện trường hoặc không có công cụ lớn, nắm được phương pháp này cũng có thể thi công công trình móng cọc. Phương pháp này còn dùng thi công xung quanh nhà máy có máy móc tinh vi, đồng thời cũng có thể dùng chữa nghiêng công trình.

4. Ví dụ thực tế công trình

Nhà khung một tầng của phân xưởng chuyển hướng của đoạn toa xe đường sắt dùng cọc nén tĩnh thanh neo thay thế.

- Khái quát công trình và sự cố: khẩu độ gian xưởng này là 24m, có bố trí hai cầu trục dầm đơn 5 tấn. Dùng kết



Hình 3.34. Độ lún do thực tế của công trình

cấu dầm khung bê tông cốt thép, móng hình cọc bê tông cốt thép, dưới là cọc bê tông cốt thép đúc sẵn 300×300 . Bởi vì móng cọc chưa xuyên qua lớp đất đắp, hơn nữa nước ngập sinh ra lún không đều, khiến cho tường đầu hồi phía đông và phía tây nứt nghiêm trọng, móng cọc của hai đầu tường bắc nam cũng lún rõ rệt, như hình 3.34 và hình 3.35.

- Nguyên nhân sự cố: công trình này nằm ở vùng đất đắp, chiều dày lớp đất đắp dày tới 14,20m, tính đồng đều và độ đặc chắc đều rất kém. Khi thiết kế móng cọc không những không xem xét ảnh hưởng bất lợi của lực cản ma sát âm của đất đắp đối với sức chịu tải của cọc đơn, ngược lại xem xét tác động lực cản ma sát dương của đất đắp, hơn nữa móng cọc chưa xuyên qua lớp đất đắp, vào lớp đất cũ lại gặp nước thấm ướt, từ đó tất nhiên tạo thành sự cố nền.

- Xử lý sự cố: qua so sánh phương án quyết định dùng phương pháp xử lý thay thế cọc nền tĩnh thanh neo. Sau khi tính toán, mỗi một móng cọc độc lập dưới tường phía bắc, phía nam cần tăng thêm 6 cây cọc. Do sự hạn chế của việc bố trí móng và cọc cũ, cọc ép tăng thêm đòi hỏi bố trí dài cọc vai bỏ ở hai phía móng cũ. Vì thế phải đục lớp



Hình 3.35. Tình trạng nứt của tường đầu hồi phía đông

cốt thép dưới của móng cũ, hàn với cốt thép của dài cọc vai bỏ, đồng thời đục xém móng cũ để bê tông mới và bê tông cũ liên kết một cách chắc chắn. Như vậy có thể làm cho cọc ép sau và móng cũ thành một khối cùng chịu lực, như hình 3.36. Thanh neo cố định dính kết bằng vữa épôxy. Lắp đầu cọc dùng bê tông trương nở mức cao. Công trình này sau khi xử lý thay thế cọc nền tĩnh, lún ổn định, hiệu quả tốt.

3.6.3. Thay thế cọc đóng và cọc nhồi

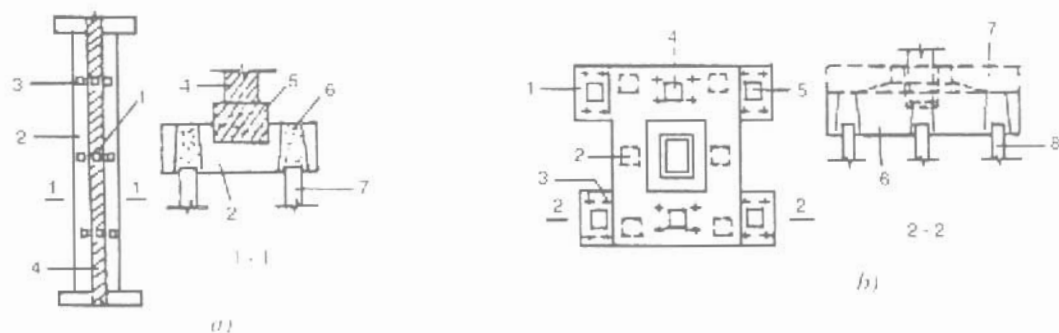
Phạm vi phù hợp của thay thế cọc thử trước và cọc ép có hạn chế nhất định, đặc biệt trong những trường hợp dưới đây không nên dùng cọc thử trước và cọc ép:

- ① Nếu ống cọc phải xuyên qua lớp đất có chương ngại vật;
- ② Nếu công trình bị thay thế tương đối nhẹ, hoặc điều kiện kết cấu bên trên kém, không thể cung cấp phản lực phù hợp cho kích;
- ③ Nếu cọc phải bố trí rất sâu, chi phí cũng cao. Trong những trường hợp này phải xem xét dùng thay thế cọc đóng hoặc cọc nhồi.

1. Thay thế cọc đóng

Cọc đóng là một trong những phương pháp thay thế có thể chọn trong trường hợp có điều kiện đóng cọc. Nhưng dùng phương pháp này thường chịu sự hạn chế của bản thân công trình và môi trường xung quanh. Bởi vì máy móc đóng cọc đòi hỏi hiện trường công trình cung cấp một không gian đủ rộng. Điều đó trong khu vực quần thể kiến trúc dày đặc thường khó được đáp ứng. Ngoài ra, công trình chờ được xử lý phần lớn ở trạng thái hư

hông, chấn động của đóng cọc thường đưa đến nguy hiểm cho bản thân công trình và nhà cửa xung quanh đó. Để quyết định tốt vấn đề này, nước ngoài đã dùng máy đóng cọc loại nhỏ đóng cọc bê tông cốt thép hoặc cọc thép hình chữ I. Ví dụ như dùng búa hơi loại nhỏ đóng cọc ống $\varnothing 76$ tiến hành thay thế công trình, hiệu quả thực tế thu được tương đối tốt.



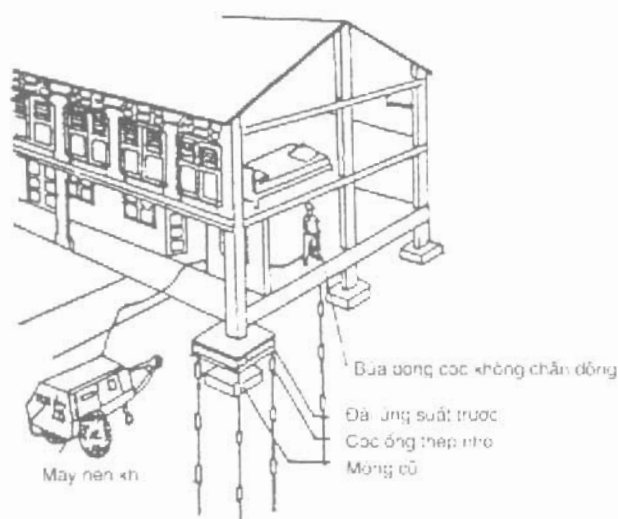
Hình 3.36. Sơ đồ bố trí cọc ép bằng thay thế cọc nền tĩnh thanh neo

a. Gia cố móng tường đầu hồi phía đông, tây và bố trí vị trí cọc

1. Vị trí cọc móng cũ; 2. Đài gia cố; 3. Lỗ chứa sẵn để ép cọc; 4. Tường đầu hồi cũ; 5. Đài móng cọc cũ; 6. Bê tông nở đổ sau; 7. Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn mới ép.

b. Gia cố móng cọc dưới tường phía bắc, nam và bố trí vị trí cọc

1. Đài cọc vùi bỏ gia cố; 2. Vị trí cọc của móng cũ; 3. Bu lông thanh neo; 4. Lỗ ép cọc đục trong móng cũ; 5. Lỗ ép cọc chứa sẵn của đài; 6. Móng cũ; 7. Đài bê tông đổ lần một, lần hai; 8. Cọc mới ép.



Hình 3.37. Cọc ống thép loại nhỏ tiến hành thay thế móng cọc



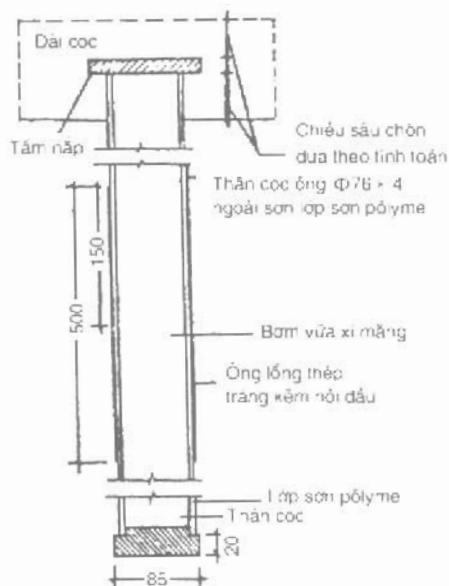
Hình 3.38. Cọc ống thép loại nhỏ thay thế móng tường hầm

Hình 3.37 là trường hợp dùng cọc ống thép loại nhỏ tiến hành thay thế móng nhà và thao tác ở hiện trường (tư liệu của Công ty ABV và Công ty MCT Thụy Điển). Ưu điểm của loại cọc này là tính thích ứng mạnh, linh hoạt cơ động, có thể thi công trong nhà, đồng thời thao tác đơn giản, chấn động nhỏ không gây ảnh hưởng. Trọng lượng búa hơi đóng cọc nhỏ hơn

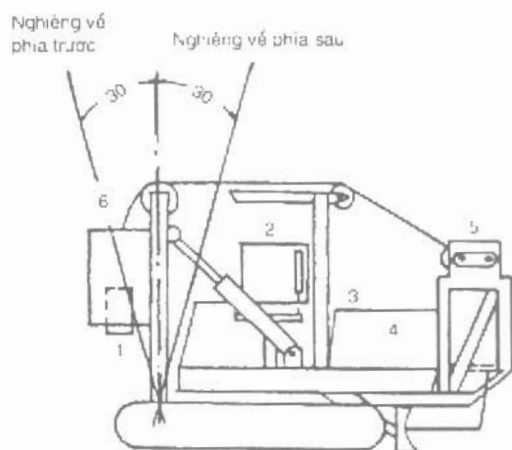
40kg, một người có thể thao tác, hai, ba người phối hợp hoặc dùng tời tay hỗ trợ. Thân cọc là ống thép $\varnothing 76 \times 4$, ngoài là lớp sơn pơlyme, đóng theo từng đoạn, liên kết bằng ống nối.

Hình 3.38 là cọc ống thép loại nhỏ dùng thay thế móng tăng hãm.

Hình 3.39 là sơ đồ cấu tạo cọc ống thép loại nhỏ. Sau khi hoàn thành gia công cầu kiện thân cọc và nối đầu, vận chuyển đến công trường sử dụng.



Hình 3.39. Sơ đồ cấu tạo cọc ống thép loại nhỏ



Hình 3.40. Máy đóng cọc loại nhỏ dùng trong nhà

1. Mũ cọc; 2. Hộp không chế; 3. Ống dẫn; 4. Bơm dầu; 5. Tời; 6. Búa đóng cọc áp lực dầu.

Đầu cọc đổ dài bê tông, nối với cột chịu tải của công trình cũ, truyền tải trọng bên trên. Để nâng cao khả năng chống đỡ, cốt thép ứng suất trước căng sau được bố trí theo hai hướng trong đài, đã đáp ứng yêu cầu thay thế.

Ngoài ra, máy đóng cọc cỡ nhỏ cũng đã nghiên cứu chế tạo thành công, đồng thời được dùng trong công trình. Hình 3.40 là máy đóng cọc loại nhỏ kiểu băng chuyền 1 tấn chuyên để dùng trong nhà (tư liệu của công ti Taoson Singapo). Nó phù hợp với công trình thay thế có chiều cao bị hạn chế. Máy đóng cọc này cao 2,6m, rộng 1,4m, dài 2,0m, tổng trọng lượng là 2,1 tấn, dùng búa đóng cọc điềzen, tấm búa nặng 1,0 tấn, tổng trọng lượng búa là 1,3 tấn, hành trình của búa là 10~60cm, số nhát búa trong một phút là 20~40 nhát, công suất động cơ điện là 20kW, búa đóng cọc có thể thao tác điều khiển từ xa. Phù hợp với đóng cọc thép và cọc gỗ $\varnothing 100\sim 150\text{mm}$, hoặc cọc bê tông cốt thép vuông $100 \times 100\text{mm}$, $125 \times 125\text{mm}$.

II. Thay thế cọc nhồi

Công năng của thay thế cọc nhồi và cọc đóng hoàn toàn như nhau, chúng đều dựa vào hệ thống dầm đỡ hoặc dải cọc gác trên cọc để đỡ cột và tường bị thay thế. Điểm khác nhau với cọc đóng là phương pháp chế tạo cọc khác nhau.

Cọc nhồi dùng cho công trình thay thế, dựa theo phương thức tạo lỗ có thể chia thành cọc nhồi khoan xoay tạo lỗ, cọc nhồi khoan trong nước, cọc nhồi đào lỗ thủ công, cọc nhồi chìm ống, cọc nhồi xối tạo lỗ, cọc nhồi mở rộng đáy, trong đó tương đối phổ biến là cọc nhồi khoan xoay tạo lỗ, khoan trong nước, đào lỗ, chìm ống. Các cọc nhồi có phương pháp tạo lỗ khác thường ít dùng vì sự hạn chế của điều kiện cụ thể ở công trình có sự cố. Trong mục này chủ yếu giới thiệu ba loại cọc nhồi trên. Sau khi tạo thành loại cọc này cần phải thêm đai cọc hoặc đầm dõ trên đầu cọc, đồng thời liên kết với móng cũ để gánh chịu tải trọng bên trên.

1. Cọc nhồi khoan xoay tạo lỗ:

Cọc nhồi loại này là dùng máy khoan xoay tạo lỗ. Dùng động cơ điện làm chuyển động cần khoan của tất cả các tấm lá xoay và mũi khoan. Cùng với sự chuyển động của cần khoan của các tấm lá xoay và mũi khoan đã khoan vào trong đất, đồng thời cắt khối đất, đất vận chuyển động theo các tấm lá xoay và tự động đẩy ra ngoài lỗ. Dựa theo yêu cầu chiều sâu tạo lỗ, cần khoan kiểu tấm lá xoay có thể nối với mũi khoan theo từng đoạn. Đường kính tạo lỗ có thể đạt 300~400mm, chiều sâu có thể đạt tới 8~10m. Sau khi tạo lỗ, đặt lồng cốt thép, trực tiếp đổ bê tông để thành cọc. Cọc nhồi khoan xoay tạo lỗ phù hợp với đất sét đồng chất và mực nước ngầm tương đối thấp. Nếu mực nước ngầm rất cao, các tấm lá xoay khó thải đất ra, lại do hạn chế của đường kính lỗ, mà khó đổ bê tông trong nước.

Các cọc nhồi khoan xoay tạo lỗ đã từng thành công dùng cho công trình thay thế ở kí túc xá viện thiết kế công nghiệp Hồ Bắc, trạm biến áp 500.000V Quan Sơn và gian xưởng thí nghiệm của viện thiết kế gang thép Vũ Hán, đều đạt được hiệu quả mong muốn.

2. Cọc nhồi khoan trong nước

Cọc nhồi khoan trong nước là một loại dùng tương đối nhiều trong công trình thay thế. Bởi vì công trình thay thế trong đô thị thường tiến hành xử lý thay thế ở khu vực nhà ở xung quanh dày đặc và hiện trường hẹp, mạng lưới đường ống ngầm bố trí ngang dọc, xe cộ và người đi lại nhiều, mà yêu cầu xử lý thay thế trong điều kiện công trình cũ và công trình gần kề hạn chế không chịu ảnh hưởng của chấn động, nhà máy không dừng sản xuất và các hộ dân không phải di chuyển. Thiết bị cọc nhồi khoan trong nước có đặc điểm là sử dụng linh hoạt, thao tác đơn giản, không có chấn động, mà cọc khoan nhồi trong nước có sức chịu tải lớn, do vậy thường được sử dụng trong công trình thay thế. Khuyết điểm chủ yếu của nó là có những khó khăn nhất định trong việc vận chuyển bùn nước.

- Các bước thi công

+ Sau khi đưa vào vị trí máy khoan phải vững, dùng các nêm thép để cố định tạm thời. Đồng thời trên cần khoan giá đỡ cọc đánh dấu kích thước khống chế chiều sâu cụ thể, để thuận lợi quan sát và ghi chép trong thi công.

+ Sau khi khoan, chiều sâu lỗ khoan phải đạt được yêu cầu thiết kế, đồng thời làm tốt công tác dọn sạch lỗ khoan.

+ Kiểm tra chất lượng tạo lỗ và ghi chép nhật kí thi công. Sai số cho phép của đường kính cọc là $\pm 5\text{cm}$, sai số cho phép của độ thẳng đứng là 1%, chiều dày cho phép của cặn lắng đáy lỗ là 30cm (cọc ma sát) và 10cm (cọc chống).

+ Lồng cốt thép làm trước theo từng đoạn, mỗi đoạn dài 5~8m. Nếu đổ bê tông trong nước, kích thước thông thủy đường kính trong của lồng cốt thép phải lớn hơn đường kính ngoài đầu nối ống dẫn 10cm trở lên. Khi vận chuyển lồng cốt thép phải tránh bị vặn hoặc cong. Hạ lồng cốt thép phải đúng vị trí lỗ, cầu đứng dựa chắc hạ xuống từ từ, tránh va chạm vào vách lỗ. Sau khi đạt đến cốt cao độ thiết kế dùng ống thép cố định tạm thời và đo chiều dày lớp bảo vệ định đặt. Dùng hàn điện để nối lồng cốt thép. Sai số cho phép chế tạo lồng cốt thép với thép chủ là $\pm 10\text{mm}$, khoảng cách đai cốt thép $\pm 2\text{mm}$, đường kính lồng cốt thép $\pm 10\text{mm}$, chiều dài lồng $\pm 100\text{mm}$. Sai số của lớp bảo vệ khi đổ bê tông trong nước $\pm 20\text{mm}$, nếu không phải là đổ bê tông trong nước $\pm 10\text{mm}$.

+ Cốt liệu thô của bê tông dùng đá dăm, đường kính hạt không được lớn hơn 5cm. Cốt liệu nhỏ dùng cát vừa, cát thô sạch. Cấp phối của bê tông phải phù hợp với yêu cầu mác thiết kế. Lỗ khoan kiểm tra đạt yêu cầu, đồng thời sau khi cầu đặt lồng cốt thép phải nhanh chóng đổ bê tông. Trong quá trình đổ phải dùng rọi xác định cao độ đổ bê tông, để kiểm tra chất lượng đổ, đồng thời lấy mẫu thí nghiệm tại thực địa để dùng cho thí nghiệm nén.

+ Sau khi cọc đủ tuổi, đục lớp vữa trên đầu cọc khoảng 30cm, khi lộ ra lớp bê tông mới đặc chắc thì liên kết với đài cọc.

- Ví dụ công trình thực tế 1

Sự cố móng nhà xưởng của một nhà máy ở Vũ Hán dùng thay thế cọc nhồi khoan trong nước.

+ Khái quát công trình và sự cố: kích thước mặt bằng của gian xưởng này là $36 \times 36\text{m}$, khoảng cách cột là 12m, bên trên kết cấu khung bê tông cốt thép, giàn rỗng bụng 12m và panel, bao bằng tường gạch. Thiết kế ban đầu là gian xưởng sản xuất hai tầng. Sau khi xây dựng xong vì mở rộng sản xuất đã coi lên tầng thứ ba. Theo đó là xuất hiện lún không đều. Tải trọng móng cột giữa lớn nhất, sát một bên móng lại có hầm phòng không và đường đi qua (hình 3.41), do đó lún đạt tới 52mm, độ lún chênh nhau cũng tăng lên theo, thêm vào kết cấu nhảy cảm, làm cho nứt rất nhiều nơi. Biến dạng vận phá hoại cột giữa của tầng một, mặt đất lún xuống rõ rệt. Các thanh của dàn chính và phụ của các tầng đều nứt tương đối nghiêm trọng, nói chung chiều rộng vết nứt trên 1mm, lớn nhất tới 4mm, vết nứt phát triển rất nhanh. Vết nứt lớn nhất tường trong tới 1cm, khung cửa biến dạng, nguy hiểm cho kết cấu và ảnh hưởng cho việc sử dụng sản xuất.

Tình hình chất lượng đất hiện trường như hình 3.41.

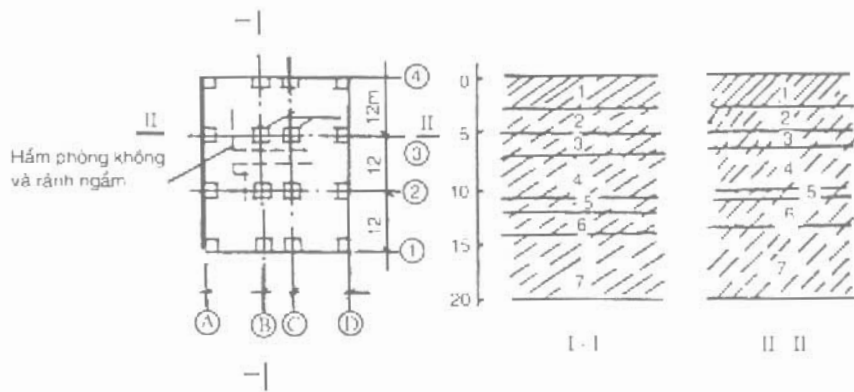
+ Nguyên nhân sự cố: từ đặc điểm chất lượng đất, tải trọng và tình hình thiết kế thi công, tìm rõ nguyên nhân sự cố là:

① Tỷ lệ lỗ rỗng trong đất nền tương đối lớn, chỉ số chảy tương đối cao, tính nén lún tương đối cao, sức chịu tải tương đối thấp, mà áp lực đáy móng đã vượt quá trị số thiết kế của sức chịu tải nền;

② Lớp đất đắp dày 2,8m. dưới đáy móng có chỗ vẫn còn đất đắp;

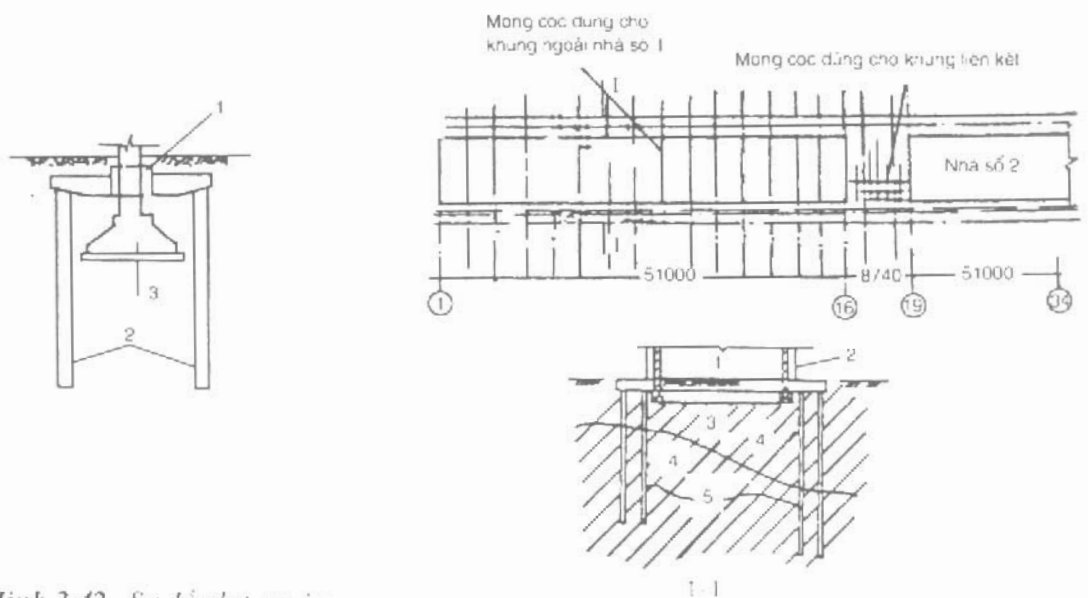
③ Trước khi xây dựng công trình này, nơi đây đã xây dựng hầm phòng không và lối đi, cốt cao độ đáy móng của nó là -5,0m, mà cốt cao độ mặt đáy móng cột bên cạnh của công trình này là -3,80m, khoảng cách rất gần nhau, chưa có xử lý thích đáng;

④ Kết cấu công trình này rất nhạy cảm, móng lún không đều làm cho cột, dầm và tường nứt rất nhanh.



Hình 3.41. Mặt cắt địa chất công trình

1. Đất đắp thủ công; 2. Đất sét, dẻo; 3. Đất sét bột, dẻo mềm; 4. Đất sét, dẻo mềm; 5. Đất sét bột, dẻo mềm; 6. Đất cỏ bùn, dẻo chảy; 7. Đất sét bột cỏ bùn, dẻo chảy.



Hình 3.42. Sơ đồ phương án thay thế móng cọc ở giữa

1. Liên kết dài cọc và cột giữa của nhà xương; 2. Thay thế cọc nhồi $\varnothing 550\text{mm}$ khoan dưới nước; 3. Móng cọc cũ.

Hình 3.43. Sơ đồ mặt bằng và mặt cắt của móng cọc khoan nhồi của khung lóng ngoài

1. Toà nhà kí túc xá cũ; 2. Cột khung lóng ngoài; 3. Đất đắp và đất sét cỏ bùn; 4. Đất sét; 5. Cọc nhồi.

+ Xử lý sự cố: với nguyên nhân sự cố, đồng thời với việc dùng biện pháp gia cố kết cấu thép đối với kết cấu bên trên, đầu tiên xem xét xử lý thay thế khán cấp đối với bốn móng cọc ở giữa gian xương. Do giá trị sản xuất của phân xưởng này rất cao, phía nhà máy yêu cầu tiến hành gia cố thay thế trong tình hình không được dừng sản xuất. Cuối cùng quyết định dùng phương án thay thế cọc nhồi khoan dưới nước. Cách làm cụ thể là tải trọng đối sang

cho móng cọc gánh chịu một cách chắc chắn, xung quanh mỗi móng cột bố trí 9 cây cọc khoan nhồi, đường kính cọc là 550mm, cọc dài 15m, bố trí dài cọc toàn khối và liên kết với chân cột cũ đã được đánh xôm, dùng để gánh chịu tải trọng kết cấu bên trên, như hình 3.42. Sau khi thay thế, lún ổn định, sản xuất sử dụng bình thường.

- Ví dụ công trình thực tế 2

Một kí túc xá coi tầng ở tỉnh Hồ Bắc dùng thay thế cọc nhồi khoan dưới nước.

+ Khái quát công trình: tòa nhà kí túc xá này là hai ngôi 3 tầng kết cấu gạch-bê tông, móng bằng xây đá, chất lượng thi công công trình này kém, sử dụng lâu năm đã cũ. Tòa nhà ở bên cạnh ao, chất đất của nền không đều, dưới mặt đáy móng là đất đắp cũ và đất sét lẫn bùn, dày 2,6m, sức chịu tải là 100~130kPa; lớp nằm dưới là đất sét, sức chịu tải là 300kPa.

Tòa nhà này từ 3 tầng coi lên 7 tầng, qua tính toán thấy rằng, khả năng chịu tải của kết cấu cũ bên trên và sức chịu tải của nền đều không thể đáp ứng được yêu cầu tăng thêm 4 tầng. Công trình thay thế thêm tầng này đòi hỏi tiến hành trong điều kiện không di chuyển những hộ vẫn đang ở đây, đồng thời cần tránh vì sửa chữa mà xuất hiện lún hoặc nứt kết cấu bên trên. Ngoài ra, vì hiện trường thi công cũ hẹp, dưới đất còn chôn các đường ống nước. Thêm nữa, kết cấu bên trên dùng thêm hệ thống khung bao ngoài thay thế. Vì vậy, móng sử dụng phương pháp gia cố thay thế cọc khoan nhồi (hình 3.43).

+ Tình hình thiết kế và thi công: cột khung thiết kế mới áp sát với mặt tường, dưới mỗi cột bố trí 3~4 cây cọc, đường kính cọc là 500mm, cọc dài 8~15m, sức chịu tải của cọc đơn là 450kN, dài cọc kiểu đầm. Cọc dưới cột khung có cái sát với móng tường, cách nhau 33cm khoan lỗ tạo cọc, có cọc vì móng tường cũ hơi lớn, sau khi đục bỏ khối đá xây ở mép mới tạo được cọc.

Dựa theo tình hình chất đất lần lượt dùng khoan khô và khoan ướt tạo lỗ. Đối với những đoạn mà chất đất tương đối tốt và vách lỗ có thể đứng được dùng khoan xoay khô, đổ bê tông trực tiếp; đối với những đoạn mà chất đất tương đối kém và vách lỗ không thể tự đứng được, dùng khoan ướt dưới nước tạo lỗ và đổ bê tông dưới nước.

+ Hiệu quả và đánh giá: phương án thay thế này chịu lực rõ ràng, sau khi xử lý thiết kế kiến trúc làm cho kết cấu mới và cũ kết hợp lại đồng thời nối hai tòa nhà thành một khối, an toàn tin cậy, đáp ứng yêu cầu sử dụng của dân và phát triển đô thị. Qua thi công cẩn thận, đảm bảo chất lượng công trình móng cọc, sức chịu tải tối hạn của thí nghiệm nén tĩnh cọc đơn lần lượt là 1.800, 1.600, 1.500kN, đáp ứng yêu cầu công trình nâng tầng, thu được thắng lợi.

Phân tích hiệu quả kinh tế kỹ thuật nâng tầng này, giá thành nhà nâng tầng cao hơn một chút so với nhà thông thường, nhưng tiết kiệm được chi phí đất đai, đáp ứng yêu cầu nâng tầng trong điều kiện không di dân. Đồng thời cũng giải quyết vấn đề thi công trong hiện trường chật hẹp ở quần thể kiến trúc dày đặc.

3. Cọc nhồi đào thủ công

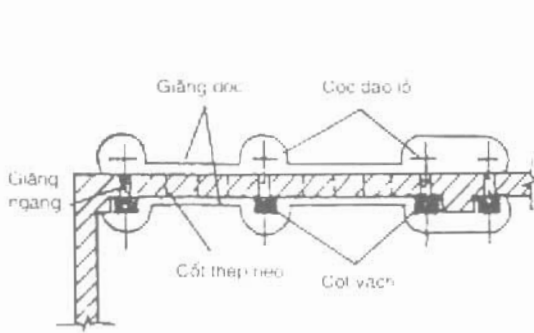
Cọc nhồi đào thủ công là dùng nhân công đào đất, đồng thời dùng tời chuyển đất ra, sau khi hình thành lỗ cọc đặt lồng cốt thép và đổ bê tông để thành cọc. Ưu điểm cọc nhồi đào

thủ công là dụng cụ thi công đơn giản, thi công thuận lợi, cơ động linh hoạt, diện tích làm việc nhỏ; có thể trực tiếp kiểm tra chất đất, làm sạch đáy lỗ, dễ dàng đảm bảo chất lượng; khả năng chịu tải của cọc lớn, kinh tế kỹ thuật hợp lý, phù hợp điều kiện trên mực nước ngầm và chất đất kém thấm nước. Nếu vách lỗ không thể tự đứng vững được, phải xây gạch hoặc đổ bê tông giữ vách để tránh đổ vách.

Kết hợp với ví dụ thực tế công trình dùng thay thế cọc nhồi đào thủ công một trường trung học tỉnh Hồ Bắc để thuyết minh.

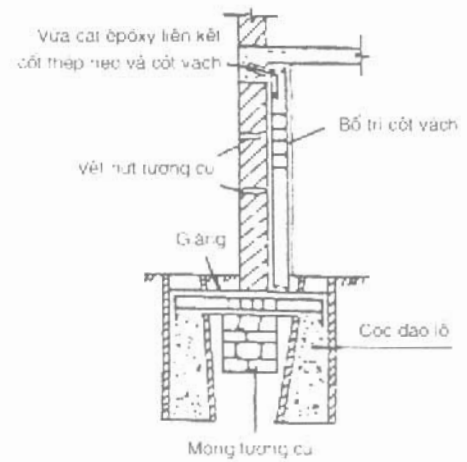
- Khái quát công trình và sự cố: nhà học này là kết cấu gạch-bê tông 3 tầng, móng băng, nằm trong khu vực đất trương nở. Vì rãnh thoát nước mặt bị rò rỉ, nước thấm vào dưới đất làm ướt nền, khiến cho chân tường phía đông nứt nghiêm trọng, tầng dưới rò rỉ nhất, nứt rộng trên 1cm, vì giếng tường thiết kế chèn chèn, nứt phát triển đến tầng hai đã yếu đi.

- Nguyên nhân sự cố: đầu phía đông của nhà học nguyên là đất đắp của ao nước, đất rời xốp, bên dưới là đất trương nở. Khi thi công chưa xử lý triệt để đất đắp ở ao nước, mà thiết kế chỉ là hơi thay đổi móng, sâu thêm, rộng thêm, không có biện pháp ngăn nước. Rãnh thoát nước mặt lại áp sát chân tường, đồng thời rò rỉ, vì vậy làm cho nền cơ giân không đều, khiến cho chân tường phía đông nứt.



Đầu phía đông của nhà học

Hình 3.44. Nhà học dùng cọc đào lỗ để thay thế



Hình 3.45. Sơ đồ cắt tạo thay thế bằng cọc đào lỗ

- Xử lý sự cố: dựa vào điều kiện cụ thể và đặc trưng chất đất của công trình, để đảm bảo nhà học an toàn sử dụng, quyết định dùng phương án thay thế cọc nhồi đào đất. Dọc theo hai phía trong và ngoài của móng tường nứt xử lý thay thế bằng cọc đào lỗ thủ công, ở nơi nứt nghiêm trọng phía đông bố trí thêm cốt vách bê tông cốt thép (hình 3.44), dùng cốt thép neo liên kết với giằng ở tầng hai để chống đỡ tải trọng bên trên, truyền từ cốt đến cọc đào lỗ. Khối tường nứt ở tầng một chèn bằng vữa épôxy, trọng lượng bản thân qua giằng truyền xuống cọc đào lỗ. Đường kính cọc đào lỗ là 1.0m, vách bảo vệ bằng gạch xây ốp nửa viên, đường kính thông thủy của cọc là 0.76m, đáy cọc mở rộng cục bộ theo yêu cầu thiết kế, cọc sâu 6m, đổ bê tông C13. Cách làm cụ thể như hình 3.45. Sau khi xử lý thay thế khôi phục sử dụng bình thường.

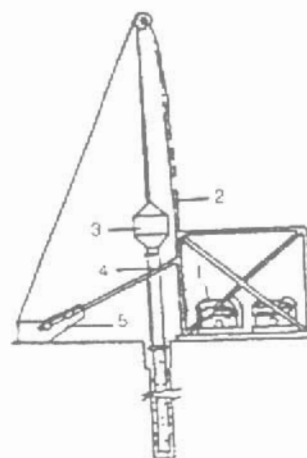
4. Cọc khoan nhồi mở rộng đáy

Cọc khoan nhồi mở rộng đáy là ứng dụng máy khoan lõi đá áp lực dầu loại nhỏ do nhà máy cơ khí mở Trung Quốc sản xuất, sửa mũi khoan và cần khoan, đường kính lỗ khoan là 400~500mm, đường kính đáy mở rộng là 800mm, đồng thời dùng thiết bị đơn giản đổ bê tông dưới nước tạo thành cọc, như hình 3.46, 3.47 (tài liệu của công ti thi công cơ giới sở thủy điện tỉnh Quảng Đông). Chiều sâu khoan lỗ tới 20m. Sức chịu tải cho phép của cọc đơn là 500~800kN.



Hình 3.46. Sơ đồ khoan lỗ

1. Máy khoan XU-100; 2. Mũi khoan; 3. Cần khoan $\varnothing 42$; 4. Ống bảo vệ; 5. Giá đỡ.



Hình 3.47. Công cụ đổ bê tông đơn giản

1. Hai tời điện 1t; 2. Giá máy đơn giản; 3. Phễu; 4. Ống dẫn $\varnothing 200$; 5. Gầu xúc bê tông.

- Ưu điểm của cọc khoan nhồi mở rộng đáy: ưu điểm của cọc khoan nhồi mở rộng đáy là:

- ① Máy nhỏ, phù hợp thi công ở hiện trường hẹp;
- ② Khu khoan lỗ, không ảnh hưởng đến công trình bị thay thế, có thể khoan lỗ sát ngay tường cũ 50cm, phù hợp với công trình cải tạo mở rộng;
- ③ Khoan lỗ không gây chấn động, không ảnh hưởng đối với nhà ở bên cạnh;
- ④ Khoan lỗ có thể xuyên qua lớp cát tương đối dày đạt tới lớp đỡ tương đối tốt, đồng thời sau khi mở rộng đáy cọc, sức chịu tải của cọc tăng lên;
- ⑤ Chi phí công trình nhỏ, hiệu quả của loại cọc này trong công trình thay thế rất rõ rệt.

- Phương pháp thi công

+ Sau khi xác định vị trí cọc, đào chôn ống giữ vách, đầu ống cao hơn mặt đất 10~15cm, xung quanh đầm kỹ bằng đất sét, đồng thời đào rãnh để đưa bentonit về bể chứa.

+ Dùng máy khoan loại nhỏ cải tiến để khoan lỗ, đồng thời dùng vữa bentonit để giữ vách. Đối với đất tương đối yếu có thể khoan với tốc độ trung bình và áp lực trung bình, đối với lớp đất tương đối cứng, có thể dùng tốc độ chậm và áp lực cao để khoan. Hàm lượng cát của bentonit bảo vệ vách phải ít, thông thường ít hơn 7%. Hàm lượng hạt dính cần tới trên 50%, chỉ số độ dẻo cần lớn hơn 17, mật độ tương đối của bentonit là 1,10~1,15. Dùng máy

bơm vữa để cung cấp bentônít, để giảm chi phí công trình và ô nhiễm môi trường, có thể sử dụng tuần hoàn bentônít. Nhưng bentônít thải ra khi khoan vào lớp bùn và khi đổ bê tông còn cách miệng lỗ 2m vừa tháo ra thì không được sử dụng tuần hoàn để bảo vệ vách lỗ mà phải bỏ đi. Sau khi lỗ đào đến độ sâu thiết kế, thì thay dùng mũi khoan mở rộng lỗ (hình 3.48), đưa mũi khoan này tới đáy lỗ, đồng thời tăng áp lực 500~1.000kPa, khoan với tốc độ trung bình. Khi nén lún 105mm, mũi khoan mở ra có thể mở rộng lỗ. Sau khi mở rộng lỗ xong dùng áp lực 300~500kPa quay không trong 10 phút với tốc độ chậm, áp lực thấp để đảm bảo chất lượng thi công móng cọc.

+ Cầu đất lỏng cốt thép: cố định tạm thời phân dầu và ống giữ vách.

+ Lắp đặt ống dẫn để đổ bê tông dưới nước, đường kính ống dẫn là 200mm, lắp đặt theo từng đoạn, mỗi đoạn 2~3m. Sau khi lắp đặt, cầu ống hút cát đường kính 155mm vào, hút các vật còn tồn đọng trong lỗ để ngăn ngừa bị tắc. Sau đó cầu pít tông bê tông vào mặt bentônít trong ống dẫn.

+ Tiếp tục bơm bê tông, giống như phương pháp thi công bơm bê tông dưới nước thông thường.

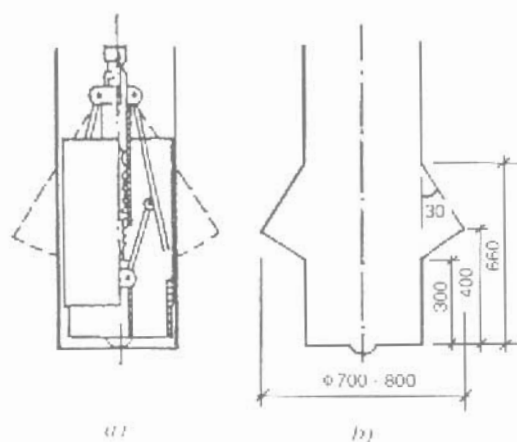
Ngoài ra, thi công mở rộng đáy nói ở trên có thể thực hiện ở những độ sâu khác nhau làm thành cọc đốt tre, nhưng như vậy phải luôn thay đổi mũi khoan, làm tăng thời gian thi công, nhưng có lợi đối với việc nâng cao sức chịu tải của cọc đơn.

- Tính toán thiết kế: tính toán thiết kế cọc nhồi khoan lỗ mở rộng đáy có thể tiến hành theo "Quy phạm thiết kế nền móng" và "Quy phạm thiết kế và thi công móng cọc nhồi".

- Ví dụ thực tế công trình: phòng bệnh nhân của một bệnh viện tỉnh Quang Đông nằm trên vùng đất trương nở, do thời tiết thay đổi, làm cho đất nền trương nở và co ngót, móng và khối tường xuất hiện vết nứt. Qua hai lần sửa chữa không có kết quả, cuối cùng quyết định dùng cọc nhồi mở rộng đáy xử lý thay thế. Cọc khoan lỗ xuyên qua lớp đất trương nở, trên đầu cọc đặt thêm giằng đỡ tải trọng của tường gạch. Công trình thay thế này đã thu được hiệu quả vừa ý, mà chi phí công trình cũng rất thấp.

5. Cọc nhồi xoay chìm ống

Ở nước ngoài dùng cọc nhồi xoay chìm ống, thông thường là phương thức tạo lỗ dùng lực nén xoay chìm ống. Thao tác thi công có đặc điểm là không có chấn động, lỗ sâu đến 40m. Trong điều kiện hiện trường rộng rãi, có thể dùng cho công trình thay thế. Thiết bị cọc nhồi xoay chìm ống có máy khoan áp lực đầu hành trình là 1,5m và ống thép khoan lỗ có đường kính là 370mm cùng với mũi khoan. Như hình 3.49, 3.50 (theo tư liệu của công ty Fundex của Bỉ).

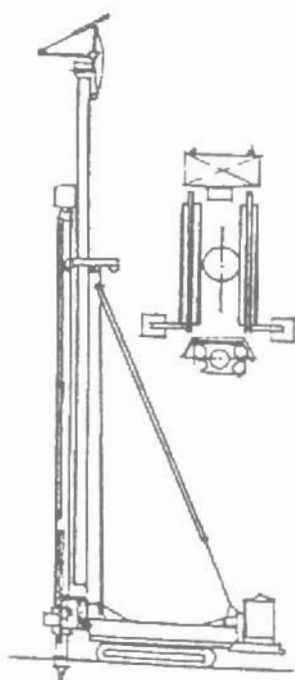


Hình 3.48. Mũi khoan mở rộng đáy

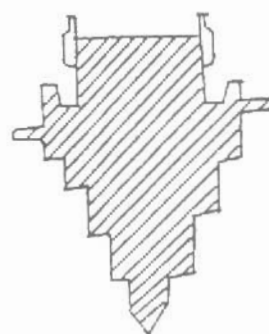
a. Thao tác mũi khoan mở rộng lỗ;

b. Hình dạng mở rộng lỗ.

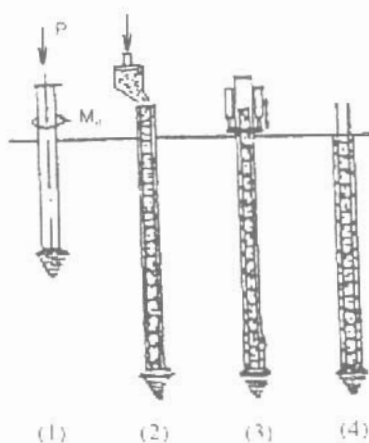
- Phương pháp thi công: trình tự thi công cọc nhồi xoay chìm ống như hình 3.51, các bước cụ thể như sau:



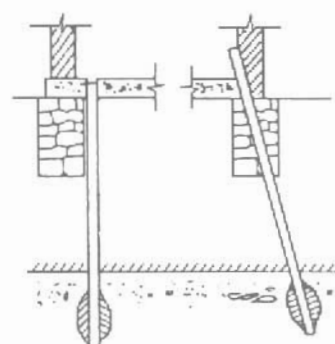
Hình 3.49. Thiết bị cọc nhồi xoay chìm ống



Hình 3.50. Mũi khoan xoay (kiềm dùng làm đầu cọc)



Hình 3.51. Sơ đồ thi công cọc nhồi xoay chìm ống



Hình 3.52. Thay thế cọc nhồi kiến ép nở

+ Thiết bị khoan lỗ xoay ống thép đồng thời tác động áp lực tĩnh 200kN và mô men M_d để chìm cọc. Trị số M_d dựa theo nhu cầu thực tế của điều kiện chất đất để quyết định. Đầu dưới của ống thép bố trí mũi cọc hình vận ốc, kèm làm mũi khoan, để thuận lợi khoan lỗ hạ cọc.

+ Sau khi ống thép chìm đến chiều sâu thiết kế của lớp đất cứng, tiếp tục tiến hành làm sạch lỗ, đặt lồng cốt thép vào, sau đó đổ bê tông.

+ Sau khi kết thúc đổ bê tông, nhổ ống thép bằng chấn động, hoàn thành làm cọc.

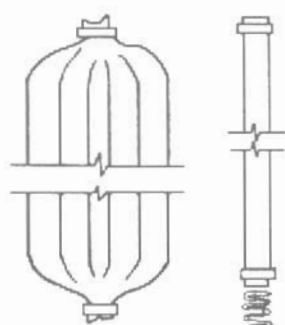
6. Cọc nhồi kiểu ép nở

Ở nước ngoài đã dùng một loại cọc nhồi kiểu ép nở để tiến hành thay thế móng (hình 3.52). Thanh cọc là vỏ gang gấp xếp lại, xem bảng 3.3. Khi sử dụng dùng áp lực đổ bê tông mà căng ra, như hình 3.53. Trước khi thi công làm cọc này phải dùng máy khoan hoặc công cụ khoan tiến hành khoan lỗ theo đặc điểm của công trình thay thế, sau đó đặt thanh cọc. Nếu xử lý lớp nông, dùng khí nén để thanh cọc nở ra, đồng thời sau khi cắt đầu nhô ra ngoài, đổ bê tông để thành cọc. Nếu xử lý lớp sâu, dùng thiết bị phun vữa áp lực và ống dẫn làm thanh cọc nở ra đồng thời ép vữa xi măng để tạo cọc, hình 3.52, 3.53

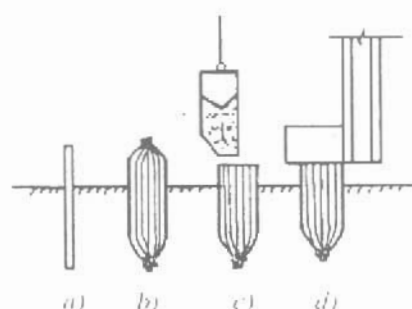
Thanh cọc do vỏ gang tạo thành và tính năng kỹ thuật của nó ở trong bảng 3.3.

Sơ đồ thi công xử lý lớp nông như hình 3.54.

Sơ đồ thi công xử lý lớp sâu như hình 3.55.



Hình 3.53. Thanh cọc vỏ gang của cọc nhồi kiểu ép nở và hình dạng bên ngoài sau khi ép nở



Hình 3.54. Sơ đồ thi công lớp nông cọc nhồi kiểu ép nở

a. Thanh cọc, b. Ép nở, c. Sau khi cắt đi đoạn đầu, đổ bê tông; d. Đai cọc và móng công trình cũ cùng làm việc.

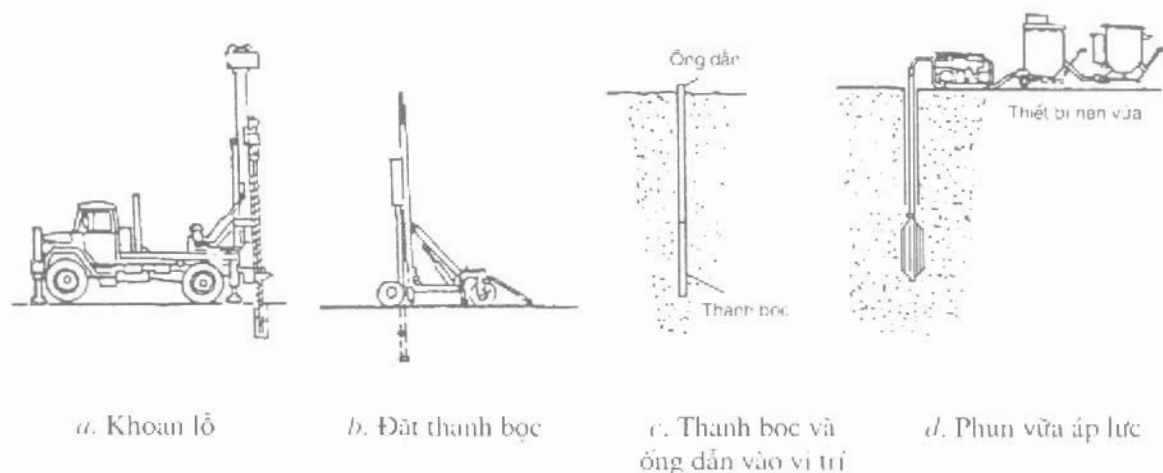
Bảng 3.3. Bảng tính năng quy cách cọc

Tính năng quy cách	Chủng loại		
	300	500	800
Chiều dài (mm)	1.000	1.700	2.500
Trọng lượng (kg)	15	35	75
Mặt cắt khi thu lại (mm ²)	50 × 50	80 × 80	110 × 110
Đường kính lỗ khoan nhỏ nhất (mm)	70	115	160
Chiều dài (khi mở rộng) (mm)	900	1.500	2.200
Đường kính sau khi mở rộng (mm)	300	500	800
Dung lượng khi mở rộng (lít)	45	170	800
Sức chịu tải lớn nhất dự kiến (kN)	200	500	800

3.6.4. Thay thế cọc rỗng cây

Cọc rỗng cây trên thực tế là một loại cọc khoan nhồi đường kính nhỏ (thường là 10~25cm), do công ti Fondedile của Italia lần đầu sáng tạo vào những năm 30. Hình 3.56 là thiết kế có

tính đại diện thay thế loại móng kiểu mới này. Trong công trình thay thế, dựa vào yêu cầu, cọc rỗng cây có thể là thẳng đứng hoặc nghiêng; cũng có thể là một cây hoặc thành hàng. Bởi vì hình dạng móng cọc mà nó hình thành giống như "rễ cây" nên lấy tên đó. Cọc rỗng cây bố trí thành hệ thống dạng lưới phương thức đặc biệt của hệ thống ba chiều gọi là cọc rỗng cây kết cấu dạng lưới. Nhật Bản gọi tắt là phương pháp R.R.P. Còn các nước Anh, Mỹ đưa cọc rỗng cây vào phạm trù "tăng gán cho đất" trong xử lý nền.



Hình 3.55. Sơ đồ thi công cọc nhồi kiểu ép nở ở lớp nông

1. Thi công cọc rỗng cây

Tình tự thi công cọc rỗng cây như sau:

- Tạo lỗ: dùng máy khoan địa chất khoan lỗ. Máy khoan sau khi đưa vào vị trí kê phẳng đế máy, điều chỉnh quay góc nghiêng. Nếu không dùng ống lồng để khoan, thì ở nơi khoan lỗ đặt ống lồng bảo vệ lỗ dài 1~2m, để đảm bảo miệng lỗ không bị sạt lở. Khoan nên dùng mũi khoan hợp kim phẳng miệng, để đảm bảo hình dạng lỗ thành đường thẳng. Khi khoan lỗ nghiêng, nên dùng ống lồng tương đối dài (thường là 2~4m) để khoan.

Khi dùng phương pháp khoan ướt, phải cung cấp nước liên tục. Đối với các lớp đất bùn và lớp đất bùn có lẫn cát mịn, tốc độ khoan phải chậm, để ống lồng trong khi khoan được phủ một lớp bùn ở vách lỗ và trong quá trình khoan phải luôn luôn đảm bảo mực nước ở miệng lỗ.

Nếu xuyên qua các lớp đất có thực vật, phải lắp ống lồng bảo vệ vách.

Nếu khoan vào móng kết cấu bê tông cốt thép hoặc gạch đá, phải dùng mũi khoan hợp kim miệng phẳng hoặc mũi khoan kim cương.

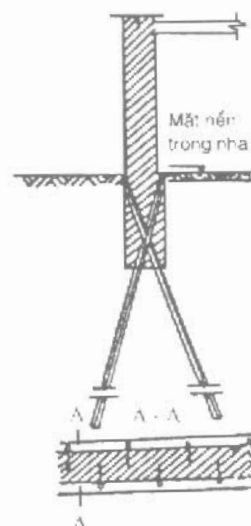
Nếu khoan qua lớp đá phong hóa mạnh, phải dùng mũi khoan hợp kim cứng, đồng thời đảm bảo lượng nước cung cấp để đưa mùn đá ra khỏi lỗ khoan.

- Rửa lỗ: Sau khi khoan đến cao độ thiết kế, phải rửa sạch bentonit trong lỗ, cho đến khi vữa cơ bản tràn ra nước trong, đồng thời phải luôn luôn đảm bảo mực nước trong lỗ khoan.

- Cầu lắp lồng cốt thép: sau khi rửa sạch lỗ có thể lắp đặt cốt thép. Đường kính lỗ cọc thường là 10–25cm, lỗ cọc đường kính nhỏ thường dùng một cây cốt thép, lỗ cọc đường kính lớn có thể dùng một số cây cốt thép, trong các công trình thay thế ở nước ngoài thường dùng cọc rỗng cây đường kính nhỏ.

Chiều dài mỗi đoạn chế tạo của lồng cốt thép quyết định ở tính năng của cần cẩu và không gian cầu. Dựa theo quy định của quy phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép để hàn nối lồng cốt thép.

Phần dưới của lồng cốt thép dựa vào điều kiện chất đất có thể bố trí mấy thông lỗ, dùng để ngăn ngừa đầu của lồng cốt thép cắm vào khối đất của vách lỗ.



Mặt bằng móng băng

Hình 3.56. Thay thế cọc rỗng cây

- Nhồi vữa: nhồi vữa có thể dùng hai loại phương pháp khác nhau là nhồi vữa một lần và nhồi vữa hai lần. Khi nhồi vữa xi măng một lần, ống nhồi vữa có thể dùng ống thép trắng $\varnothing 20\text{mm}$, cửa ra phần đáy ống nên dùng hai lớp vải cao su đen hoặc vải cao su PVC bịt lại. Đục lỗ ống nhồi vữa trong phạm vi 1m cuối, lỗ có bốn hàng theo hướng dọc, đường kính 8mm, khoảng cách lỗ là 100mm. Để nâng cao sức chịu tải của cọc, cũng có thể dùng phương pháp nhồi vữa hai lần. Lúc này ống nhồi vữa nên dùng hai ống thép trắng $\varnothing 20\text{mm}$. Trong thi công yêu cầu khi nhồi vữa lần thứ nhất, vữa xi măng không thể vào trong ống nhồi vữa lần thứ hai.

Dựa theo yêu cầu của thiết kế xác định vật liệu nhồi vữa và cấp phối. Thông thường nên dùng xi măng làm vật liệu dính kết tạo cọc. Ở Trung Quốc đều dùng đá nhỏ làm vật liệu thô, cát vàng làm vật liệu độn, mà ở các nước khác thường không dùng cốt liệu thô.

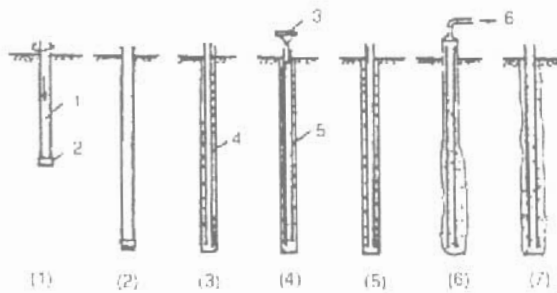
Áp lực nhồi vữa quyết định bởi chiều dài cọc. Cọc dài trong phạm vi 20m, áp lực một lần nhồi vữa là 300–500kPa, nếu cọc dài 30m, áp lực một lần nhồi vữa là 600–700kPa. Nếu dùng phương pháp nhồi vữa hai lần, thì lần nhồi vữa thứ hai phải đợi xong lần nhồi vữa thứ nhất, tiến hành vào lúc sau khi sơ ninh và trước lúc đông cứng. Áp lực lần nhồi vữa thứ hai là 1.500–2.000kPa. Khi nhồi vữa tạo cọc cần để vữa đầy tới miệng ống, đồng thời phải chân động đối với lồng cốt thép lộ ra ở miệng ống.

Ngoài phương pháp ống nhồi vữa thường dùng, ở nước ngoài cũng có khi dùng phương pháp ống dẫn tiến hành nén vữa tạo cọc, như hình 3.57a.

Hiện nay phương pháp thi công cọc rỗng cây, cũng có những phát triển mới. Hình 3.57b là phương pháp thi công cọc rỗng cây mở rộng đáy, phần đáy cọc có một hộp kim loại rỗng ruột có thể mở ra (Expansion Cell). Hộp kim loại nối với ống nhồi vữa, sau khi nhồi vữa xi măng tạo thành cọc, hộp kim loại này vẫn rỗng. Đợi cho sau khi xi măng sơ ninh, thông qua ống nhồi vữa chuyển vữa xi măng vào, trong phần rỗng của hộp kim loại hình thành "bọt" chất lỏng, dưới tác động của áp lực làm cho vỏ bên của hộp kim loại bục ra.

Lúc này, dưới áp lực phân bố đều mà trong bất kì loại đất nền nào sinh ra đều có thể hình thành phần đáy cọc mở rộng.

Thông thường phương pháp nhồi vữa nói chung của cọc rỗng cây là làm cho dung dịch vữa phụt vào trong đất theo những con đường không có quy luật, do đó tồn tại áp lực tương đối lớn. Khi nhồi vữa thông qua "bọt" của chất lỏng trong hộp kim loại, thì áp lực sẽ tác động trên diện tích vỏ bên tương đối lớn của hộp kim loại, do đó áp lực tương đối đồng đều, đồng thời trên mặt đất có thể đọc và ghi được áp lực nhồi vữa. Phương pháp thi công này có thể tăng lực ma sát, từ đó tăng sức chịu tải của cọc. Ngoài ra, điều đó cũng phù hợp với cọc vừa chịu lực nén lại vừa chịu lực kéo, như cọc của cột điện cao áp.



Hình 3.57a. Các bước thi công cọc rỗng cây

- ① Khoan lỗ; ② Khoan xong lỗ; ③ Bố trí cốt thép;
④ Nhồi vữa qua ống dẫn; ⑤ Kết thúc nhồi vữa; ⑥ Nén vữa sau khi rút ống lồng; ⑦ Kết thúc công việc tạo cọc.
1. Ống dẫn; 2. Mũi khoan; 3. Ống dẫn; 4. Cốt thép;
5. Vữa xi măng cát; 6. Không khí nén.

- Liên kết cọc với móng: vì cọc rỗng cây đòi hỏi xuyên qua móng để tới đất nền, do đó liên kết với móng rất quan trọng. Vì vậy đầu tiên phải đục móng bê tông cốt thép để lộ cốt thép ra, sau đó hàn nối cốt thép chủ của cọc rỗng cây với cốt thép chủ của móng, đồng thời ở mặt trên của móng cũ, sau khi đục lớp bê tông bề mặt nên đổ một lớp bê tông cùng cường độ với bê tông cũ.

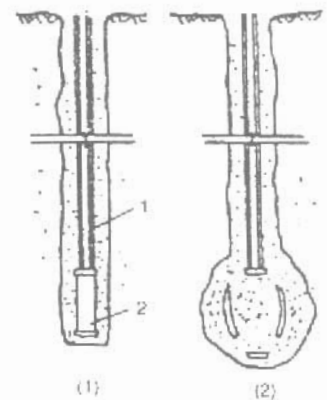
II. Ưu điểm của cọc rỗng cây

Cọc rỗng cây có những ưu điểm dưới đây:

- Vì dùng máy khoan loại nhỏ, do đó mặt bằng thi công yêu cầu tương đối nhỏ, nói chung kích thước mặt bằng là $1,0 \times 1,5\text{m}$ và chiều cao là $2,5\text{m}$ là có thể thi công.

- Khi thi công ít tiếng ồn, khi thao tác công cụ chấn động cũng nhỏ, không đưa lại bất kỳ nguy hiểm nào cho ổn định của kết cấu vốn có, đối với công trình đã có hư hỏng mà cần thay thế cũng tương đối an toàn. Trong nền đất không ổn định cũng có thể thi công.

- Tất cả thao tác thi công đều có thể tiến hành trên mặt đất, do đó tương đối thuận lợi.



Hình 3.57b. Phương pháp thi công cọc rỗng cây có đầu mở rộng

- ① Thân cọc sau khi đổ bê tông xong;
② Sau khi bơm vữa xi măng vào trong hộp dẫn nở, vỏ bên bực ra.
1. Ống phun; 2. Hộp kim loại.

- Khi thi công do lỗ cọc rất nhỏ, nên hầu như không sinh ra bất kỳ ứng suất nào đối với thân tường và đất nền, chỉ khi nhồi vữa xi măng mới sử dụng không khí nén với áp suất không lớn. Khi gia cố thay thế, không tồn tại những nguy hiểm cắt đối với thân tường, cũng không gây nhiều tình hình làm việc bình thường của công trình. Khi thi công thay thế cọc rỗng cây không làm thay đổi trạng thái thăng bằng vốn có của công trình cải tạo. Trạng thái thăng bằng vốn có này thường chỉ có hệ số an toàn rất nhỏ đối với kiến trúc cổ, cần phải lấy điểm này làm xuất phát điểm của công việc gia cố và thay thế, khiến cho độ an toàn đã mất được bổ sung hoặc có tăng trưởng. Cho nên đặc điểm của cọc rỗng cây là không vứt bỏ trạng thái thăng bằng vốn có, mà được giữ lại một cách nghiêm túc.

- Nhồi vữa áp lực làm cho mặt ngoài của cọc tương đối nhám thô, làm tăng thêm lực dính kết giữa cọc và đất, từ đó làm cho cọc rỗng cây kết hợp chặt chẽ với nền, làm cho cọc và nền, thậm chí với thân tường liên kết thành một khối.

- Cọc rỗng cây phù hợp với các loại đất như đất cát, đất sét, đá.

- Vì tiến hành gia cố ngay trên vị trí cũ của nền, khối gia cố sau khi xong không làm tổn hại mặt ngoài vốn có. Điều này đối với kiến trúc cổ rất quan trọng.

III. Thiết kế cọc rỗng cây

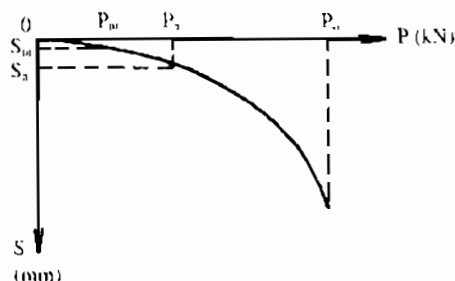
Hình 3.58 là đường cong P - S thí nghiệm tải trọng của cọc rỗng cây. Nếu độ lún lớn nhất có thể cho phép mà nhân viên thiết kế kết cấu dự tính cho công trình cần tiến hành thay thế là S_a , thì tải trọng sử dụng tương ứng là P_a . Nếu độ lún xuất hiện của công trình $S_a < S_m$, thì tải trọng tương ứng là P_m , lúc này có nghĩa là một phần tải trọng của công trình đã truyền cho cọc, còn một phần tải trọng vẫn do nền dưới móng công trình cũ gánh chịu. Vì thế, tải trọng tới hạn P_u lớn hơn rất nhiều so với P_a không còn quan trọng. Bởi vì đối với công trình bị thay thế mà nói, sức chịu tải của cọc rỗng cây chủ yếu quyết định ở độ lún cho phép của công trình bị thay thế, nghĩa là cọc rỗng cây dùng để thay thế không thể phát huy một cách đầy đủ sức chịu tải bản thân của cọc.

Khi dùng cọc rỗng cây tiến hành thay thế, hệ số an toàn của đất nền vốn có rất nhỏ, nhưng không thể nhỏ hơn 1. Nếu nhỏ hơn 1, thì công trình đã bị đổ, do khi làm cọc rỗng cây không làm cho hệ số an toàn vốn có bị mất đi, vì vậy hệ số an toàn của công trình mà cọc rỗng cây thay thế là :

$$K = K_s + K_p \quad (3.1)$$

Trong đó: $K_s \geq 1$ là hệ số an toàn của đất nền;

$$K_p = \frac{P_n}{P_u} > 1 \text{ là hệ số an toàn của cọc rỗng cây.}$$



Hình 3.58. Đường cong thí nghiệm tải trọng của cọc rỗng cây

Từ đó cho thấy, công trình thay thế bằng cọc rỗng cây có hệ số an toàn nhỏ hơn hệ số an toàn hạ cọc của công trình sau khi gia cố, trên thực tế lớn hơn nó rất nhiều.

Khi dùng cọc rỗng cây tiến hành thay thế, có thể cho rằng cọc không có tác dụng trong thi công. Khi công trình sinh ra lún rất nhỏ, cọc sẽ nhanh chóng gánh chịu một phần tải trọng của công trình, đồng thời làm cho áp lực mặt đáy móng tương ứng giảm đi. Lúc này nếu công trình tiếp tục lún xuống, thì cọc rỗng cây sẽ tiếp tục chia sẻ gánh chịu tải trọng, cho đến khi toàn bộ tải trọng do cọc rỗng cây gánh chịu mới ngừng. Trong mọi trường hợp, độ lún lớn nhất sẽ hạn chế trong khoảng vài milimét.

Thiết kế đơn chiếc cọc rỗng cây rất dễ dàng, chỉ cần có tư liệu thí nghiệm tải trọng của cọc rỗng cây đơn chiếc là có thể thiết kế, đồng thời dùng độ lún cho phép của công trình bị thay thế để tiến hành khống chế, trên trị số đường cong $P-S$ của tài liệu thí nghiệm tải trọng, sau khi tìm ra sức chịu tải của cọc đơn chiếc tương ứng với giá trị lún cho phép, tiến hành theo phương pháp thiết kế móng cọc thông thường.

Công thức kinh nghiệm của tải trọng tới hạn P_u của cọc rỗng cây mà F.Lizzi đề xuất là :

$$P_u = \pi \cdot D \cdot L \cdot K \cdot I \quad (3.2)$$

Trong đó: D - Đường kính của cọc rỗng cây (đường kính khoan lỗ) (m);

L - Chiều dài cọc (m);

K - Hệ số kinh nghiệm (lực dính kết giữa cọc và đất) (kN/m^2), xem bảng 3.4;

I - Hệ số không có đơn vị, phụ thuộc vào đường kính của cọc, xem bảng 3.5.

Bảng 3.4. Giá trị hệ số kinh nghiệm K

Loại đất	K (kN/m^2)
Đất yếu	50
Đất xốp rời	100
Đất có mật độ trung bình	150
Đất, đá dăm, cát cứng trung bình	200

Bảng 3.5. Hệ số I

Đường kính cọc	Hệ số I
$\varnothing = 10\text{cm}$	1,0
$\varnothing = 15\text{cm}$	0,9
$\varnothing = 20\text{cm}$	0,85
$\varnothing = 25\text{cm}$	0,8

Hiện nay cọc rỗng cây sử dụng rộng rãi ở nước ngoài là "cọc rỗng cây kết cấu hình lưới". Đây là kết cấu ba chiều được xây dựng trong khối đất. Hình 3.15b biểu thị phương án thay thế hướng bên khi đào gần công trình, dùng cọc rỗng cây kết cấu lưới đối với việc bảo vệ công trình. Lúc này, bộ phận mà cọc rỗng cây bao bọc khối đất, chịu lực giống như kết cấu tường chắn đất kiểu trọng lực.

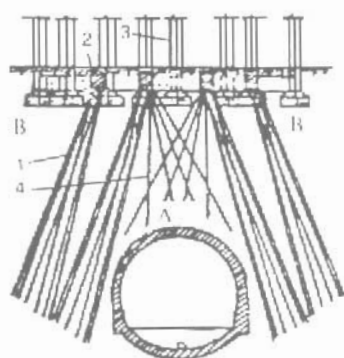
Thiết kế mặt cắt của kết cấu lưới là một vấn đề rất phức tạp. Hệ cọc (bao gồm cả đất) mà cọc rỗng cây kết cấu lưới hình thành có thể xem như một kết cấu toàn khối. Một cọc rỗng cây trong hệ cọc có thể đòi hỏi gánh chịu ứng suất kéo, ứng suất nén và ứng suất uốn. Ở nước ngoài tính toán ổn định thông thường là dùng phương pháp cơ học đất để tiến hành phân tích. Vì cọc rỗng cây có tác dụng tăng gần trong đất, do đó độ cứng của đất cũng thay đổi, cho nên biến dạng của hệ cọc của cọc rỗng cây kết cấu dạng lưới giảm đi rõ rệt. Cho đến nay, chưa thể đưa ra sự phân tích chính xác đầy đủ về đặc tính cùng làm việc của cọc và đất. Mà

các tham số như kích thước của cọc, khoảng cách cọc, phương thức bố trí và chiều dài cọc, ở nước ngoài đều đưa vào kinh nghiệm thực tiễn của nước mình mà quy định, mà đa số đều liên quan đến vấn đề bản quyền sáng chế.

Cọc rỗng cây dùng để thay thế và gia cố móng, trên thế giới đã có trên 3.000 công trình. Như sửa chữa đường sắt ngầm trong đô thị, vấn đề gặp phải là cần bảo vệ công trình nhà cửa đang tồn tại, không để khi đào, do giảm tải trọng hoặc nhiều hoặc ít của đất nền mà chịu ảnh hưởng. Đây hiển nhiên thuộc loại thay thế cốt tính dự phòng. Còn công trình được bảo vệ về cơ bản đòi hỏi ở trong tình trạng làm việc tốt. Khi thiết kế phải dự tính các tình huống khó lường trước có thể xảy ra. Hình 3.59 là thay thế cốt tính dự phòng của nhà cửa đã xây dựng ở trên đường sắt ngầm chôn nông. Đầu tiên trong tầng ngầm của ngôi nhà này, dùng dầm móng giao thoa liên kết dọc ngang giữa cọc rỗng cây kết cấu dạng lưới với móng vốn có thành một khối, nghĩa là liên kết thành một khối vững chắc giữa khung công trình với cọc rỗng cây. Một tác dụng khác của cọc rỗng cây là ngăn ngừa tác động dờn tại của khu A khi đào đường sắt ngầm.

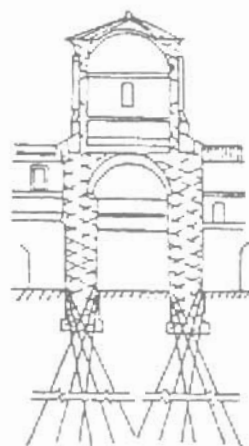
Hình 3.60 là gia cố giáo đường S. Andrea delle Fratte ở Roma (Italia). Giáo đường nguyên là kiến trúc của thế kỉ 12, năm 1960 tiến hành gia cố một cách toàn diện móng và kết cấu bên trên, thay thế cốt tính cứu chữa. Gia cố thân thường dùng cốt thép gài vào thân tường, đồng thời do vừa áp lực thấp, tạo thành khối xây gạch đá có cốt thép. Tác dụng của gia cố khối xây gạch đá là do lực ma sát của bề mặt cốt thép, nhờ cốt thép nối chống chéo để đảm bảo tính liên tục. Cần phải chỉ ra rằng, không phải là dựa vào sự khuếch tán của vữa xi măng (trong những năm gần đây cũng dùng resin) trong khối xây. Trên thực tế, dung dịch vữa nhồi rất ít có khả năng khuếch tán trong tường gạch đặc chắc. Mục đích chủ yếu của nhồi vữa là đảm bảo lực dính kết giữa cốt thép chôn trong khối tường và thân tường. Gia cố tiến hành từ mái vòm xuống đến đất nền, cùng với cọc rỗng cây hình thành một khối liên tục.

Ngoài ra, cọc rỗng cây còn dùng để cải tạo cơ tầng, có tác dụng gia cố ổn định mái dốc đá hoặc đất (hình 3.60) tác dụng gia cố neo đối với tường chắn đất.



Hình 3.59. Thay thế cọc rỗng cây của đường sắt ngầm chôn nông

1. 4. Cọc rỗng cây, 2. Dầm móng trên cọc rỗng cây;
3. Cột của nhà vốn có.

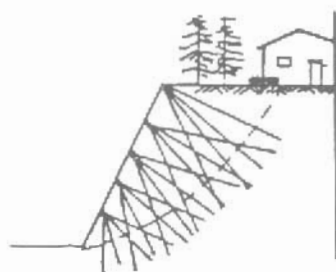


Hình 3.60. Giáo đường S. Andrea delle Fratte ở Roma (Italia)

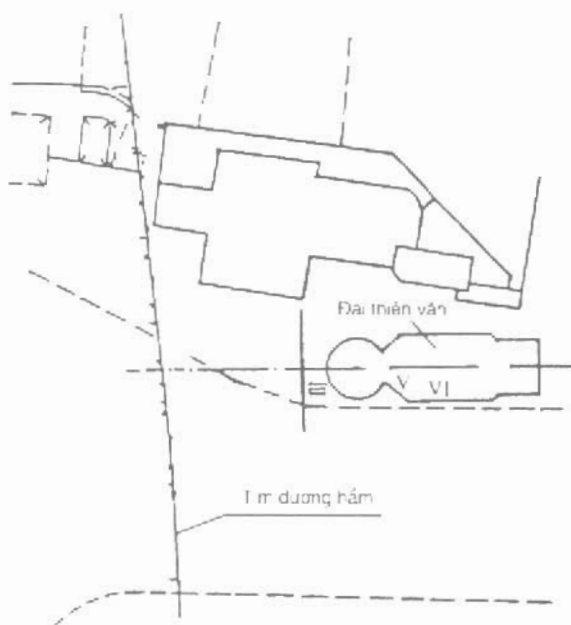
IV. Ví dụ thực tế công trình

1. Gia cố cọc rỗng cây cho nền một đài thiên văn ở Thượng Hải (phòng nghiên cứu thí nghiệm Viện thiết kế công trình đường hầm thành phố Thượng Hải, ứng dụng cọc rỗng cây trong công trình đào).

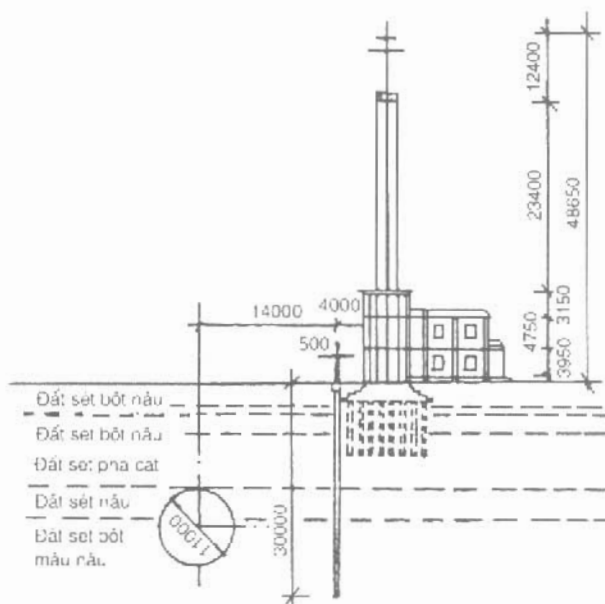
- Khái quát công trình: một đài thiên văn ở Thượng Hải là một kiến trúc trong diêm được bảo tồn. Công trình này xây dựng vào năm 1884, cao 48,65m, mái thấp là các thanh gang hình chữ I dài 12,4m. Toàn bộ kết cấu đứng trên một đài cọc có đường kính là 14m, bên dưới là cọc gỗ dự tính dài 8~10m, đài cọc cách mặt đất 2,7m. Đài cọc cách tim của đường hầm vượt sông từ Phố Đông xuyên qua sông Hoàng Phố đến bờ phía tây là 14,5m. Đường hầm đi qua vùng đất sét màu xám và đất sét bột. Phía trên đường hầm là đất sét pha cát, tim của đường hầm dưới mặt đất 20m (hình 3.62, 3.63).



Hình 3.61. Ổn định mái dốc



Hình 3.62. Vị trí tương đối giữa đài thiên văn với đường hầm qua sông



Hình 3.63. Mặt cắt qua cọc rỗng cây đài thiên văn Thượng Hải

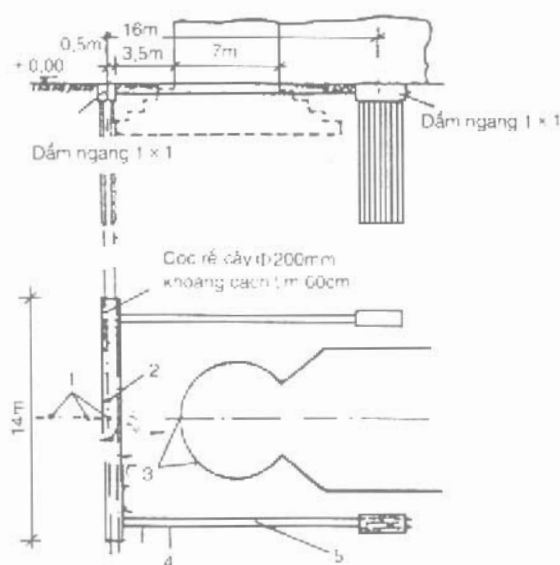
- Phương án xử lý: Viện thiết kế công trình đường hầm Thượng Hải đảm nhiệm thiết kế gia cố thay thế công trình này. Phương án thiết kế như hình 3.64. Ở chỗ cách đài thiên văn 4m, dọc theo tuyến trục đi vào của đường hầm bố trí hai hàng cọc rỗng cây, chiều dài mỗi hàng là 14m, khoảng cách các hàng là 60cm, khoảng cách cọc là 30cm, đường kính lỗ khoan là 20cm, bố trí cốt thép 4Ø25. Cốt cao đồ đáy của đường hầm ở địa điểm này là

25,5m. Cho nên lấy chiều dài cọc là 30m. Đầu cọc đổ bê tông dầm ngang có mặt cắt là $1\text{m} \times 1\text{m}$, liên kết cọc rễ cây thành một khối. Bởi vì đất yếu ở khu vực Thượng Hải thường có kẹp lớp cát, công nghệ ép vữa xi măng vào các lớp đất xung quanh, do đó dung dịch vữa giữa các cọc là thông nhau. Thi công hình thành hai tường liên tục có khoảng cách tim là 60cm, lõi mẫu lấy ra trong phạm vi 60cm ở giữa tường là đất xi măng ở trạng thái đông cứng.

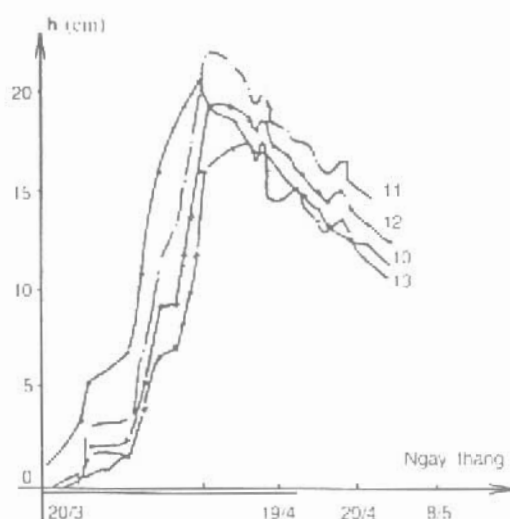
Để giảm chuyển vị ngang của cọc rễ cây khi thi công đường hầm, cách hàng cọc 16m bố trí hai cụm cọc neo, đồng thời dùng thanh kéo $\varnothing 50$ nối với dầm ngang trên dây cọc phía trước. Kích thước cọc neo giống như kích thước của hàng cọc. Tổng cọc neo là 46 cây.

Lượng vữa ép thông thường không thấp hơn 3 lần tổng thể tích lỗ khoan. Vữa xi măng dùng xi măng 400# có 2% phụ gia phức hợp kỵ nước đông cứng nhanh 3F, tỉ lệ nước-xi măng là 0,35~0,40, cấp phối đá 1,0~2,5cm.

Trừ một phần mặt đất cần dùng ống lồng bảo vệ lỗ, các chỗ khác đều không cần ống lồng để tiện ép vữa. Khi có khả năng lỗ bị thu nhỏ, cần dùng bentonit bảo vệ vách, có thể sau khi xây đá xong mới tiến hành rửa lỗ.



Hình 3.64. Bản vẽ chi tiết gia cố cọc rễ cây dài thềm vùn Thượng Hải và sơ đồ bố trí điểm đo 1. Ống đo nghiêng; 2. Cốt thép kể; 3. Điểm đo hín; 4. Bốn thanh kéo $\varnothing 50\text{mm}$; 5. Kế cốt thép thanh kéo (4 kế cốt thép, mỗi cây có một).



Hình 3.65. Đường cong chỉ sự thay đổi vồng lên của mặt đất 10, 11, 12, 13 là các điểm đo. Độ chính xác đo: IX.

Bố trí điểm đo ở hiện trường như hình 3.64. Nội dung đo của nó như sau:

+ Sự vồng lên của đất khi thi công tấm chắn: mặt đất trước và sau khi tấm chắn đi qua đều có hiện tượng vồng lên, như hình 3.65. Các vết nứt theo hướng bắc nam phát triển rõ rệt, rộng nhất đến 10cm, nhưng đều không vượt qua tuyến gia cố dài 14m của cọc rễ cây. Đất vồng lên khoảng 20cm, sau khi tấm chắn đi qua, mức vồng lên ngày càng giảm. Thay

đổi của các điểm đo IX và IV ở mép đài thiên văn rất nhỏ, đều nhỏ hơn 1cm, từ đó có thể thấy cọc rỗng cây có tác dụng cách li rất hữu hiệu.

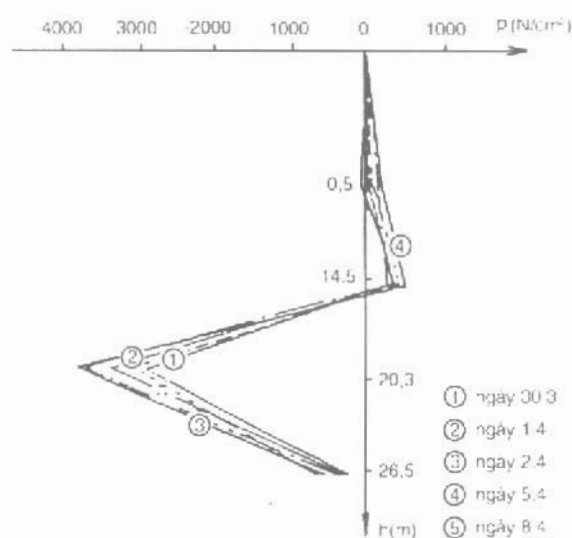
+ Chuyển vị ngang của tường cọc và khối đất trước tường: dùng thiết bị đo nghiêng kiểu di động, tiến hành đo chuyển vị ngang của khối tường và khối đất ở những độ sâu khác nhau. Tất cả chôn ba ống đo nghiêng, hai ống (N^o2 và N^o3) nằm trong đất, một ống (N^o1) nằm trong cọc, chiều dài đều là 30m.

Ống đo nghiêng N^o3 cách mép đường hầm 5m, đường cong thay đổi chuyển vị dọc theo độ sâu như hình 3.66. Khối đất bị chèn ép lệch về phía đài thiên văn, phần chuyển vị rõ nhất ở vào độ sâu khoảng 10~25m, chuyển vị lớn nhất là 2~3cm.

Ống đo nghiêng N^o1 chôn trong cọc rỗng cây, cách mép đường hầm 8m, trong toàn bộ quá trình chuyển dịch của tấm chắn, sự thay đổi đo được trong khoảng vài milimét, về cơ bản trong phạm vi sai số hệ thống của máy đo nghiêng. Trong phạm vi chiều dài 30m chỉ cong có vài milimét, ảnh hưởng của nó là rất nhỏ.



Hình 3.66. Đường cong chuyển vị ngang của khối đất



Hình 3.67. Phân bố ứng suất của cốt thép thân cọc (“+” là kéo, “-” là nén).

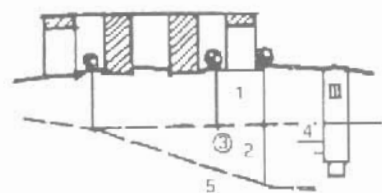
+ Đỉnh tháp nghiêng: dùng máy kinh vĩ chính xác để tiến hành đo đỉnh tháp nghiêng. Trong quá trình đẩy tấm chắn từ đông sang tây, đỉnh tháp nghiêng về phía đông; khi tấm chắn đi qua mặt bắc của đài thiên văn, làm cho đỉnh tháp nghiêng về phía bắc, điều đó chủ yếu là khi đẩy tấm chắn có liên quan đến khối đất phía trước bị ép, xu hướng chung là nghiêng về hướng đông bắc. Từ kết quả đo này cho thấy, gia cố cọc rỗng cây, làm cho độ

nghiêng của đỉnh tháp giảm đi chỉ còn khoảng 3cm, không vượt quá trị số cho phép của độ nghiêng tương ứng là 3%.

+ Ứng suất của thân cọc và thanh kéo: do trong khi thi công tẩm chân luôn luôn giữ mặt đất vững lên, cọc chịu áp lực ép, các kể cốt thép trong thân cọc đều bố trí ở một bên của tường cọc rẽ cây sát một phía đường hầm, cho nên ứng suất do được chủ yếu là ứng suất nén. Vì thế trong thiết kế cốt thép của thân cọc bố trí đối xứng. Kể cốt thép bố trí ở bốn độ sâu khác nhau: 8,5m, 14,5m, 20,5m và 26,5m. Hình 3.67 là đường cong thay đổi ứng suất của một cây cọc. Từ hình vẽ có thể thấy, dọc theo trục tim của đường hầm, ở độ sâu 20,5m ứng suất nén lớn nhất, ứng suất cốt thép lớn nhất đạt tới 40MPa. Phía trên cao độ đỉnh đường hầm có ứng suất kéo, trị số của nó không vượt qua 10MPa.

Thanh kéo chịu lực thay đổi rất nhỏ, chủ yếu là lực nén, dao động không vượt quá 20kN.

Từ thực tế công trình trên có thể thấy, nếu có thể không chế được khoảng cách cọc rẽ cây, có thể hình thành một dãy tường ngăn lấy thân cọc làm "trụ đứng", không những có thể gánh chịu áp lực bên của khối đất, mà còn có tác dụng chống thấm và chống cát chảy.



Hình 3.68. Mặt cắt địa chất móng tháp

2. Một móng tháp cổ ở tỉnh Giang Tô dùng thay thế cọc rẽ cây

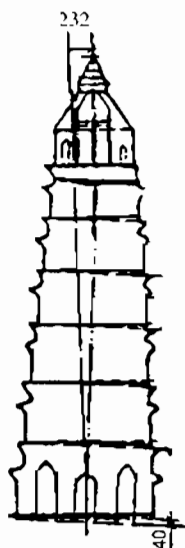
- Khái quát công trình: tháp này xây vào thời kì năm 959~961 sau công nguyên, năm 1963 được đưa vào danh mục văn vật bảo tồn trọng điểm trong toàn quốc.

Tháp này là tháp xây gạch hình bát giác 7 tầng. Đường kính đáy tháp là 13,66m, cao 47,5m, nặng 63.000kN. Toàn bộ trọng lượng của tháp chống lên 12 móng trụ xây gạch bên trong và bên ngoài (hình 3.70). Sau khi xây tháp xong, trải qua nhiều đời chiến tranh, mưa gió, đến thời kì đấu giải phóng đã bị nứt toàn bộ, bị hư hỏng nhiều. Giữa những năm 1956~1957 đã từng sửa chữa kết cấu bên trên, làm cho trọng lượng của thân tháp tăng lên khoảng 2.000kN. Do vậy làm tăng tốc độ lún không đều của thân tháp, làm cho chuyển vị của đỉnh tháp 1,7m vào năm 1957 phát triển đến 2,325m vào năm 1978 (hình 3.69). Trọng tâm của móng lệch khỏi tuyến trục móng 0,924m. Do thân tháp nghiêng về phía đông bắc một cách nghiêm trọng, các móng trụ xây gạch chịu lực không đều, làm cho khối xây ở tầng đáy chịu nén lệch tâm nhiều nơi xuất hiện nứt dọc. Dựa vào phân tích ứng suất của một bộ phận trụ gạch đã tiếp cận trạng thái tới hạn.

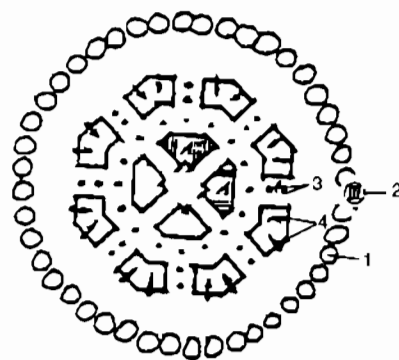
Hình 3.68 là mặt cắt địa chất của móng tháp. Lớp đất nền dưới móng tháp có thể chia thành 5 lớp:

- ① Lớp đất thực vật, chiều dày thay đổi tương đối lớn, lớp nông ở trên mặt lún gạch vỡ, ngói và một ít đá dăm hình thành trạng thái xốp;
- ② Lớp đá mỏ còi, khe hở tương đối lớn và chèn một lượng nhỏ đất sét, tương đối chặt;
- ③ Lớp đất sét bột, dẻo đến dẻo cứng;
- ④ Lớp tàn tích phong hoá;
- ⑤ Lớp đá gốc núi lửa.

Hình 3.69 là sơ đồ của thân tháp nghiêng. Hình 3.70 là mặt bằng tầng dưới của tháp. Trong hình vẽ A là mố trụ trong bị phá hoại nghiêm trọng do chịu nén. Hình vẽ này còn cho thấy 8 mố trụ ngoài và 4 mố trụ trong của tháp đều không được mở rộng chân móng, mà trực tiếp xây trên lớp đất đắp dầy mỏng không đều nhau, đó là nguyên nhân chủ yếu làm cho tháp bị nghiêng.



Hình 3.69. Sơ đồ thân tháp nghiêng



Hình 3.70. Sơ đồ bố trí mặt bằng cọc rỗng cây

A. Mố trụ đã bị nứt ở trong; 1. Tường liên tục dưới đất dạng dây cọc; 2. Giếng thăm; 3. Cọc rỗng cây đứng; 4. Cọc rỗng cây nghiêng, góc kẹp với mặt phẳng là $69^{\circ} \sim 70^{\circ}$.

- Khái quát thiết kế và thi công: qua phân tích nghiên cứu, thấy rằng chiều sâu lớp chịu nén của đất móng không bằng nhau và lực nén lệch tâm mà khối xây gánh chịu là nguyên nhân chủ yếu làm nghiêng thân tháp và nứt thân mố trụ. Cuối cùng quyết định cải thiện trạng thái chịu lực của khối đất dưới tháp, nâng cao sức chịu tải của nền.

Phương án dùng tám bản cọc gia cố nền đã từng được xem xét, nhưng lớp đất đắp thủ công dưới nền của tháp có lẫn nhiều đá tảng, dự tính tám bản cọc khó đóng xuống. Phương án tường liên tục cũng đã từng được nghĩ tới, tuy vậy khó có thể đào thành rãnh, hơn nữa công việc đào rãnh của máy và công nghệ bentônít giữ vách cũng có những ảnh hưởng bất lợi cho khối đất nền tháp. Hoặc có người từng đề xuất kiến nghị dùng phương pháp quay phun tạo cọc, nhưng dự tính khi sử dụng siêu cao áp phun vữa xi măng cát khối đất, sẽ làm lượng vữa lớn phụt xuống đất, có tác dụng mềm hoá đối với khối đất, mặt khác vữa siêu cao áp vào thân tháp nơi có vết nứt, sẽ sinh ra áp lực bên rất lớn, sẽ gây nên nguy hiểm cho thân tháp. Do đó, ba phương án trên đều không được dùng.

Cuối cùng quyết định dùng phương án thay thế xây dựng tường liên tục dưới đất kiểu hàng cọc bằng phương pháp cọc đào lỗ kết hợp với cọc rỗng cây, để ngăn ngừa khối đất dưới nền tháp có khả năng chảy và chuyển vị ngang, cải thiện tình trạng chịu lực của khối đất dưới tháp, nâng cao sức chịu tải của nền.

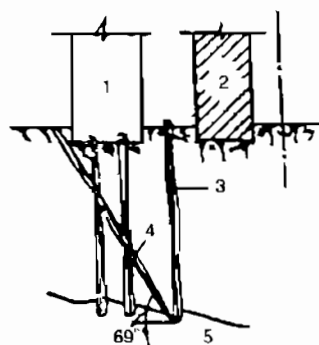
Đầu tiên xây dựng tường liên tục dưới đất kiểu hàng cọc (hình 3.70), tại nơi cách tường ngoài của tháp khoảng 3m bố trí 44 cây cọc đào thủ công có đường kính 1,4m, ngâm vào lớp đá gốc 50cm. Dựa theo trình tự thi công nhất định để đào, đồng thời đổ bê tông cốt

thép. Giữa các cột cọc dùng toàn bê tông nối tiếp để chống thấm. Trên đầu cọc đổ giằng bê tông cốt thép, để liên kết thành một khối.

Sau khi hoàn thành gia cố tường liên tục dưới đất kiểu hàng cọc của nền bên ngoài tháp và nhồi vữa áp lực tĩnh lỗ khoan, để gia cố khối đất dưới móng tháp, không phá hoại tác dụng chống đỡ của đất nền đối với công trình cũ, dưới thân tháp dùng phương án cọc rỗng cây, bố trí mặt bằng như hình 3.70.

Đường kính cọc rỗng cây là 90mm, ngàm vào lớp đá mới là 10cm, trong đó đặt lồng cốt thép xoắn ốc có 3 cây cốt thép đường kính là 16mm, nén vữa xi măng bằng áp lực 200kPa, tỉ lệ nước-xi măng là 0,55.

Góc nghiêng của cọc rỗng cây nghiêng là $69\sim 70^{\circ}$ (hình 3.71). Những cọc rỗng cây nghiêng này bố trí đều dưới móng móng trụ ngoài của tháp, xét thấy khối gạch xây ở đáy móng móng trụ tháp đã nứt và hư hỏng, khoan lỗ cọc rỗng cây từ phía ngoài móng trụ tháp, không xuyên qua móng, mà làm cho cọc ngàm sâu vào dưới móng tháp, để nâng cao sức chịu tải của đất nền (hình 3.71). Cọc đứng bố trí ở hành lang vòng quanh và trong của hành lang, để gánh chịu tải trọng tăng lên do gia cố kết cấu thân tháp, cọc rỗng cây truyền tải trọng vào đá gốc.



Hình 3.71. Bản vẽ mặt cắt cọc rỗng cây

1. Trụ ngoài của tháp; 2. Trụ trong của tháp; 3. Cọc đứng; 4. Cọc nghiêng; 5. Đá gốc.

+ Xác định sức chịu tải của cọc: xét thấy cọc rỗng cây dùng trong nền của tháp này trực tiếp chống lên đá gốc, lại nhồi vữa áp lực, đường kính của cọc lớn hơn đường kính lỗ khoan. Do đó có thể lấy cường độ mặt cắt của cọc làm căn cứ để xác định sức chịu tải của cọc. Tham khảo bảng 3.6. Sức chịu tải cho phép của cọc đơn thẳng đứng lấy 200kN, sức chịu tải của cọc đơn nghiêng thấp hơn một chút.

Bảng 3.6. Sức chịu tải cho phép của cọc rỗng cây chống trên nền đá gốc

Đường kính tiêu chuẩn (mm)	Sức chịu tải cho phép (kN)	Thuyết minh
120	100 ~ 150	1. Tài liệu của công ti Fondedile, hệ số an toàn $K = 3$; 2. Đường kính tiêu chuẩn là đường kính lỗ khoan.
140	150 ~ 200	
170	200 ~ 250	
220	300 ~ 400	
280	400 ~ 500	

+ Công nghệ thi công: vì kích thước chiều cao thông thủy trong tháp rất nhỏ, các lồng gỗ xếp gia cố tạm thời làm không gian hành lang vòng quanh càng nhỏ, cho nên thi công dùng máy khoan địa chất công trình XJ100-1 cải tiến. Trong quá trình thi công, kích thước bên ngoài của máy khoan này thay đổi theo những vị trí khác nhau trong tháp, kích thước máy khoan dùng trong thi công ở bảng 3.7.

Bảng 3.7. Kích thước các bộ phận máy khoan

Khu vực thi công	Bên ngoài tháp	Hành lang vòng quanh	Cửa hành lang
Kích thước bên ngoài máy khoan	2,5 × 2,8 × 6,0	1,05 × 1,5 × 3,2	1,05 × 1,5 × 2,2

• Máy khoan thi công: đầu tiên dùng mũi khoan hợp kim đường kính 110mm để mở lỗ, khi sâu 60cm đặt ống lồng thép cùng đường kính vào, sau đó dùng mũi khoan đường kính 90mm để khoan, dùng khí nén để làm lạnh mũi khoan và thổi mát. Bởi vì không dùng chất lỏng như nước để làm lạnh mũi khoan và thổi mát, nên không làm cho nền mềm hoá nguy hiểm đến an toàn của tháp.

Trong khi khoan, dùng các mũi khoan khác nhau đối với các lớp đất khác nhau. Lớp đất sét bột có kẹp mảnh gạch ngói vỡ và đá có đường kính nhỏ hơn 20cm, dùng mũi khoan hợp kim để khoan, thổi bằng không khí nén, áp lực của nó là 200~450kPa; đối với lớp đất sét dẻo và cứng dẻo, dùng ống lấy lõi để lấy lõi đá, đối với đá tương đối lớn và lớp đá gốc, dùng mũi khoan kim cương, lắp kim cương hình trụ tròn $\varnothing 2,5 \times 2\text{mm}$, tốc độ quay là 71R/phút hoặc 142R/phút. Nối với không khí nén, áp lực là 50kPa, lượng gió vừa phải, có lợi cho việc thổi bụi, cũng có lợi cho việc mài giữa kim cương và đá gốc. Đối với đá gốc mà đường kính khoan nhỏ hơn đường kính trong của mũi khoan, có thể dùng mũi khoan dây thép. Khi khoan trong lớp đá phong hoá mạnh, nên dùng mũi khoan hợp kim ki-ôm ngoài, nối thông với khí nén có áp lực 200~450kPa, như vậy mỗi giờ có thể khoan 4m.

Sau khi khoan lỗ sâu vào lớp đá gốc 10cm, dùng khí nén vệ sinh lỗ, làm sạch mặt ở dưới đáy lỗ, rồi kiểm tra vách lỗ và đáy lỗ. Nối chung vách lỗ phẳng nhẵn, có thể đưa lồng cốt thép vào một cách thuận lợi, cuối cùng tiến hành nhồi vữa tạo cọc.

• Phương pháp nhồi vữa: dùng phương pháp nhồi vữa bằng máy và phương pháp nhồi vữa bằng khí nén, áp lực thường không chế khoảng 150~300kPa. Trong lớp đất tạp thực vật có khe rỗng tương đối lớn, dùng máy nén vữa để nhồi vữa, dùng ống dẫn vữa về để không chế áp lực. Nơi lớp đất tương đối đặc chắc thì dùng khí nén nhồi vữa.

Nhồi vữa vào tháp là dùng phương pháp khí nén. Trước tiên nhồi vữa vào trong lỗ, thông qua ống khí nén và van điều áp, cung cấp cho vữa trong lỗ một áp lực nhất định, để thẩm qua các khe rỗng trong lớp đất.

Trong thi công nhồi vữa, cần khống chế lượng vữa nhồi một cách nghiêm ngặt, không làm cho nền mềm hoá và mặt đất võng lên. Khi cần thiết chia làm nhiều lần nhồi vữa, thời gian ngắt quãng giữa hai lần nhồi vữa, lấy thời gian để vữa cứng trong đất làm chuẩn. Có lúc để tăng nhanh tiến độ thi công, thêm phụ gia đông cứng nhanh 5% nước thủy tinh vào trong dung dịch vữa.

- Hiệu quả và đánh giá: Đo và giám sát trong thời gian gia cố cho thấy, lún không đều và nghiêng của thân tháp đã được khống chế. Để thích hợp với thao tác ở không gian chật hẹp và khoan được trong các lớp đất, cải tạo máy khoan và chọn mũi khoan lần này đều thu được thắng lợi. Dùng công nghệ thi công khoan khô cũng thu được hiệu quả tốt đẹp.

3.6.5. Thay thế cọc vôi

Vôi là một loại vật liệu xây dựng rẻ mà đẹp. Dùng vôi để xử lý nền đã có lịch sử lâu đời ở Trung Quốc. Trong thay thế móng ở vùng hoàng thổ, lợi dụng nguyên lý vôi sống trương nở khi hút nước và phản ứng hoạt tính điôxit silic giữa vôi và hoàng thổ tạo thành silicat canxi có tính ổn định nước, đạt được mục đích nâng cao sức chịu tải của nền giảm lún ướt. Nó là phương pháp xử lý sự cố lún ướt tương đối đơn giản thường dùng. Bởi vì cho một số vật liệu phụ khác nhau vào trong vôi, lại chia thành thay thế cọc vôi đất, thay thế cọc vôi cát, thay thế cọc vôi đất cát. Nếu không thêm vật liệu phụ là thay thế cọc đá vôi thuần túy. Thay thế cọc vôi đều thuộc loại gia cố lớp nông, thông thường 2~4m, chỉ dùng để loại bỏ một phần tính lún ướt của lớp đất.

I. Thay thế cọc đá vôi:

Cọc đá vôi (cũng gọi là cọc đá vôi sống) là lợi dụng nguyên lý khi đá vôi hấp thụ nước phân giải thành đá vôi nhuyễn làm thể tích trương nở, vừa làm giảm độ ẩm của nền, lại có thể làm chặt khối đất xung quanh lỗ cọc, giảm tỉ lệ khe rỗng, từ đó đạt được mục đích tăng tốc độ ổn định biến dạng lún ướt, giảm lượng lún ướt cuối cùng. Một tấn vôi sống có thể hút 0,32 tấn nước. Sau khi phản ứng hoá học tạo thành vôi nhuyễn, thể tích trương nở tăng gần gấp đôi. Vôi nhuyễn sau khi trương nở ép vào đất ướt xung quanh, cùng với điôxit silic hoạt tính trong hoàng thổ lại phản ứng tạo thành silicat canxi, hình thành như một vỏ cứng vôi đất xung quanh lỗ cọc, mà phản ứng biến cứng này càng ngày càng cứng theo thời gian, có thể nâng cao một cách rõ rệt cường độ và tính ổn định của hoàng thổ.

1. Công nghệ thi công

Cọc đá vôi phần lớn dùng máy xúc Lạc Dương để tạo lỗ, thi công đơn giản, nhưng chiều sâu bị hạn chế, nếu vượt quá 4~5m, thi công sẽ khó khăn, thêm nữa khó đảm bảo độ thẳng đứng. Do khi dùng máy xúc Lạc Dương đào lỗ không có tác dụng ép đất đối với xung quanh, hiệu quả gia cố tương đối kém. Nếu đóng ống thép để tạo lỗ thì tác dụng ép đất tương đối tốt, độ thẳng đứng cũng dễ khống chế, nhưng cần có thiết bị đóng, nhổ như ống dẫn và giá đỡ ba chân.

Sau khi tạo lỗ, phải kịp thời đổ vôi sống mới cỡ hạt 2~5cm theo từng lớp vào lỗ, độ dày mỗi lớp là 20~25cm, đầm 10~15 lần, đổ đầy tới cách mặt đáy móng 20~30cm, sau đó dùng vôi đất theo tỉ lệ 2: 8 hoặc đất đắp lấp đầy đầm chặt, tiến hành bịt đầu. Để ngăn ngừa vôi sống trương nở khi hút nước không đến mức vồng lên, chiều dày bịt đầu không được nhỏ hơn 1,0~1,2m. Thử nghiệm cho thấy rằng, trong vùng hoàng thổ, chỉ cần kiên trì đắp theo từng lớp đầm chặt, lõi cọc đá vôi sẽ không xuất hiện hiện tượng mềm hoá.

2. Thiết kế

Thiết kế cọc đá vôi xác định ở mức độ nghiêm trọng của sự cố nền và công cụ tạo lỗ. Nói chung đường kính cọc d là 10~15cm, cũng có thể mở rộng đến 20~30cm, độ sâu phần lớn là 2~4m. Vị trí lỗ phải dựa sát vào mép móng, khoảng cách lỗ là 2,5~3 d . Theo yêu cầu của gia cố có thể bố trí hai bên của móng 1~3 hàng, khoảng cách hàng là 2,0~2,6 d , bố trí theo hình tam giác đều, như hình 3.72. Nếu bố trí thành hai hàng hoặc ba hàng, thì như một màn chắn, có thể có tác dụng ngăn ngừa ép bên của đất dưới đáy móng.

3. Hiệu quả gia cố và phạm vi sử dụng

Hiệu quả gia cố cọc vôi có liên quan đến nguồn nước ngập có triet để bị ngấm chận hay không, chất lượng bản thân vôi sống, khoảng cách lỗ thiết kế và chất lượng đầm trong thi công. Nếu nền tiếp tục bị ngập nước, thì gia cố cọc vôi không có hiệu lực. Vôi sống không nung kĩ, đầm không chặt, khoảng cách lỗ quá lớn đều sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả gia cố. Cần phải chỉ ra rằng, phạm vi ép chặt trường nở của cọc vôi là có hạn (thông thường chỉ có thể ảnh hưởng tới 5~10cm xung quanh cọc). Nếu đường kính lỗ tương đối nhỏ, thì lượng nước hút cũng không lớn. Do vậy đối với sự cố lún ướt của nền tương đối nghiêm trọng, hiệu quả gia cố bằng cọc đá vôi không lí tưởng, do vậy chỉ dùng để xử lí sự cố lún ướt tương đối nhẹ. Khi sự cố tương đối nghiêm trọng, cũng có thể phối hợp dùng các phương pháp gia cố khác.

Cọc đá vôi cũng có thể dùng gia cố nhà cửa nguy hiểm ở vùng đất yếu, bảo vệ nhà cửa gần vùng cải tạo thành phố cũ và bảo vệ các hố móng sâu.

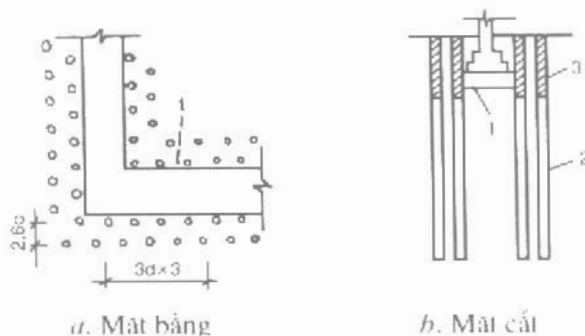
Cọc đá vôi ở vùng đất yếu phần lớn dùng máy đào lỗ, chiều dài phần lớn trong phạm vi 8m, đường kính cọc khoảng 300mm.

4. Yêu cầu nguyên vật liệu

Chất lượng vật liệu của vôi sống dùng cho cọc đá vôi phải mới, không có hiện tượng thiếu lửa hoặc quá lửa, cần hiệu rõ yêu cầu định lượng, nghĩa là hàm lượng CaO không thấp hơn 80%, hàm lượng CaO hoạt tính không thấp hơn 60%, hàm lượng bột nhỏ hơn 10%, đường kính hạt tối nhất là 50~70mm đối với ống cọc $\varnothing 300$. Để nâng cao hiệu quả gia cố, ở Nhật Bản quy định phải tiến hành điều chỉnh cấp phối theo tỉ lệ hạt.

Qua nghiên cứu cho thấy, bột tro xỉ than hoặc tro núi lửa có hàm lượng silic phong phú, có thể tạo ra các vật chất có tính đông cứng trong nước như silic canxi, làm tăng cường độ thân cọc và tránh mềm lồi, hơn nữa cường độ được tăng trưởng rõ rệt theo lượng trộn vào của bột tro xỉ, đồng thời cũng tăng theo thời gian. Bột tro xỉ nên dùng khô, hàm lượng nước <5%, tỉ lệ trộn vào tới 30~40% (theo trọng lượng). Nhưng tính chất của bột tro xỉ không ổn định, khi sử dụng phải tăng cường phân tích do thí nghiệm.

Cọc đá vôi dùng ở vùng đất yếu phải dùng hỗn hợp vôi sống và vật liệu độn (như bột tro xỉ, tro núi lửa, xỉ lò cao, xỉ hám lò và lượng nhỏ chất xúc tác thạch cao) theo những tỉ lệ khác nhau chia lớp đổ vào lỗ cọc đầm rung đặc chắc để thành cọc. Thông qua một loạt những phản ứng vật lí hoá học giữa những vật liệu thân cọc và giữa những vật liệu này với đất xung quanh thân cọc, làm cho cọc có cường độ nhất định và đất ở giữa các cọc được gia cố tạo thành một nền phức hợp để gánh chịu tải trọng.



Hình 3.72. Bố trí lỗ cọc vôi

dọc theo xung quanh móng

1. Móng; 2. Cọc vôi; 3. Lắp đầu cọc vôi đất.

5. Ví dụ thực tế công trình: toà nhà bệnh nhân của một bệnh viện tỉnh Hồ Bắc dùng thay thế cọc với gia cố.

- Khái quát công trình và sự cố: Toà nhà bệnh nhân của một bệnh viện tỉnh Hồ Bắc là công trình kết cấu gạch-bê tông 4 tầng (cục bộ 5 tầng). Kích thước mặt bằng là $62,4 \times 17,9\text{m}$, diện tích công trình là 4.460m^2 . Công trình này xây vào năm 1981, nhưng do nhiều nguyên nhân trong thi công, hai lần thay đổi đơn vị thi công, đến năm 1985 mới hoàn công. Sau khi hoàn công phát hiện tường, cột và hệ dầm liên kết bị nứt không thể sử dụng.

- Nguyên nhân sự cố: Đầu năm 1988, viện thiết kế nghiên cứu khoa học xây dựng tỉnh Hồ Bắc, được sự uỷ thác của uỷ ban tỉnh, tiến hành điều tra quan trắc toà nhà bệnh nhân này. Ngoài việc quan sát cẩn thận tình hình các bộ phận của công trình, còn tìm hiểu toàn bộ quá trình thiết kế, thi công qua các đơn vị xây dựng, thiết kế, thi công. Kết hợp với báo cáo địa chất công trình và các tài liệu thiết kế hoàn công tiến hành nghiên cứu thảo luận, đưa ra nguyên nhân gây nên nứt công trình và hư hỏng ở những mức độ khác nhau, chủ yếu do nền lún không đều và ứng suất nhiệt độ gây nên.

- Xử lý sự cố: sau khi phân tích một cách toàn diện chính xác nguyên nhân sự cố, từ đó dự định phương án gia cố.

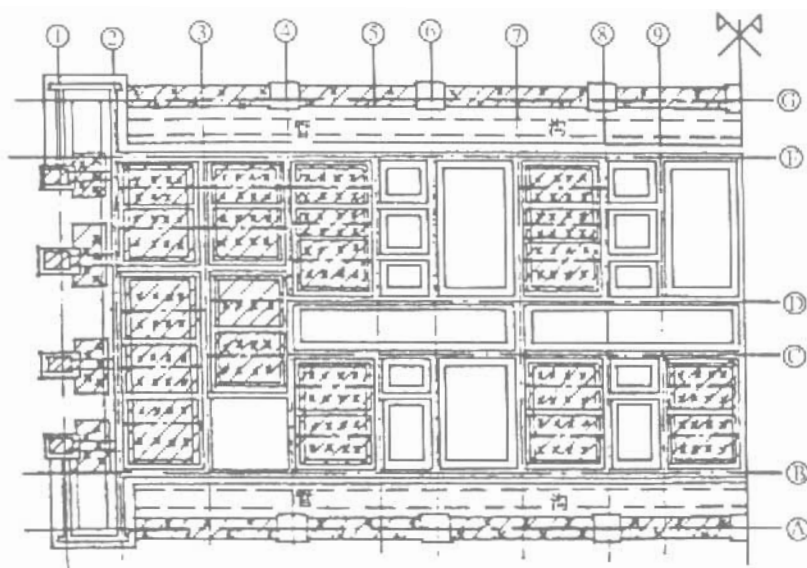
Xét thấy công trình chiếm diện tích đất khoảng 1.100m^2 , vết nứt phổ biến ở khắp các bộ phận, nếu tiến hành gia cố toàn diện, giá thành và thời gian thi công khó có thể được đơn vị xây dựng chấp nhận. Nhằm vào ba mâu thuẫn chủ yếu là sức chịu tải của nền không đủ, ứng suất nhiệt độ quá lớn, tính toán khối của công trình kém, lần lượt dùng các biện pháp sau:

+ Tăng sức chịu tải của nền và mở rộng một phần móng: ngoài móng cột độc lập A và G, sức chịu tải của nền ở các bộ phận khác đều không đủ, nếu gia cố toàn diện, phải phá bỏ toàn bộ nền granitô (đặc biệt là khu vệ sinh và nhà tắm là nền gạch men), đồng thời phải tháo dỡ toàn bộ thiết bị ở gian vệ sinh, khối lượng công trình lớn. Xét thấy có thể lợi dụng độ cứng không gian của kết cấu gạch-bê tông của nhà bệnh nhân, dùng phương pháp xử lý cách tầng gian (hình 3.73), tránh gian vệ sinh và hành lang, chỉ gia cố nền nhà bệnh nhân, như vậy có thể giảm được rất nhiều khối lượng công trình gia cố, mà lại đạt được hiệu quả gia cố toàn diện. Nền gia cố bằng thay thế gia cố cọc với (ở vùng này mực nước ngầm là từ -2,50 đến -3,00m, chất đất là đất sét bột, có ít tính lún ướt). Dùng xẻng đào đất thủ công tạo lỗ, cọc dài 3m, đường kính cọc là 300mm, bố trí mặt bằng như hình 3.73. Đòi hỏi trị số tiêu chuẩn của sức chịu tải nền phức hợp không nhỏ hơn 120kPa.

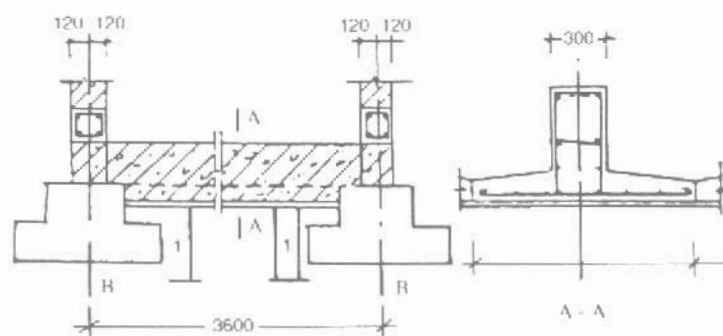
Ngoài việc dùng các biện pháp gia cố nền, trên nền đã gia cố, mở rộng móng băng cũ thành móng bè (hình 3.73). Để giảm khối lượng đào đắp đất trong nhà, đưa cốt cao độ đáy móng của phần mở rộng nâng cao đến -1,10m. Đất đắp giữa cốt cao độ từ -1,10 đến -1,70 dùng cọc với gia cố, đảm bảo mặt đáy móng của phần mở rộng có lớp chống đỡ tốt.

Phương pháp mở rộng móng là lợi dụng hết giằng móng sẵn có, dùng móng băng dạng phân li làm rộng thêm móng. Phương pháp này có thể tiết kiệm cốt thép, giảm giá thành, dễ thi công, còn có thể giảm tải trọng của trọng lượng đất đắp (hình 3.74).

Bố trí cốt thép cho móng băng mở rộng theo phản lực 100kPa để tính. Cường độ của phản lực này khớp với tải trọng của công trình sau gia cố.



Hình 3.73. Bình đồ mặt cắt bằng gia cố nền móng
Phần có gạch chéo là một rộng móng để gia cường; X là vị trí cọc vôi



Hình 3.74.
1. Cọc vôi

Để tăng cường tính toàn khối của móng cột độc lập trực (A) (G), bố trí các dầm móng L_1 , L_2 chạy suốt. Dầm cao 840mm, rộng 500mm, hàn nối cốt thép chủ của dầm với cốt thép chủ của cột độc lập, như hình 3.75.

+ Bố trí khe nhiệt độ, giảm ứng suất nhiệt độ: bố trí khe nhiệt độ mái ở chỗ trực 10, trực đối xứng. Đục tường chắn mái và mặt mái ở chỗ đó, đập bê tông chèn khe của đầu panel mái, bố trí khe nhiệt độ 4cm. Đồng thời ở trực (10) cắt rãnh dầm liên kết mái của trực (A) (G), dùng phương pháp “giải phóng”, giảm ứng suất nhiệt độ.

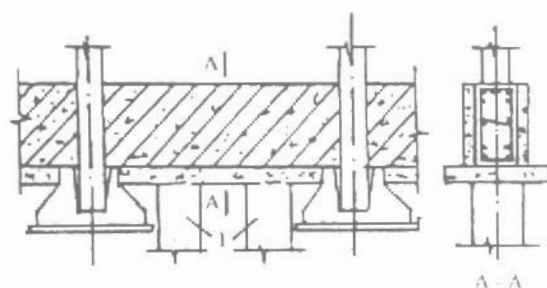
Biện pháp chủ yếu dùng để thi công cọc vôi và mở rộng một phần móng:

- Trong thi công cọc vôi, để ngăn ngừa xáo động đất đáy nền tạo ra lại lún quá lớn, yêu cầu số lỗ đào mỗi lần của cọc vôi trong nhà không được vượt quá hai cái, đồng thời phải thi

công gián cách. Sau khi tạo lỗ phải đổ ngay vật liệu tạo cọc. Cấp phối vật liệu của cọc vôi dưới -1,70m: bột tro xỉ: vôi sống là 1:1 (tỉ lệ thể tích), cấp phối vật liệu của cọc vôi trên -1,70m: bột tro xỉ: vôi sống là 2:1 để ngăn ngừa lớp đất võng lên.

- Thi công toàn diện cọc vôi dưới trực (A) (G). Nhưng thi công đâm móng phải thi công từng đoạn, để ngăn ngừa khi đào nước mưa ngấm ướt móng cọc. Khe thi công của đâm móng phải xử lý nghiêm ngặt theo quy phạm.

- Trong thi công móng bang mở rộng, đòi hỏi phải mở lỗ trong tường phía trên móng. Để tránh khi mở lỗ làm tổn hại đến khối tường, cấm không được dùng búa lớn đập vào tường, thông thường dùng khoan điện xung kích phối hợp với búa tay đục lỗ, tránh chấn động xung kích lớn.



Hình 3.75. Sơ đồ mặt cắt cọc vôi, móng, đầm
1. Cọc vôi.

Khối lượng gia cố công trình này lớn, công đoạn nhiều. Trong thi công ngoài việc cần đục bỏ nền granitô của phòng bệnh nhân, đào đất, dỡ bỏ tường ngoài, đóng cọc vôi, mở rộng móng, thi công đâm móng,... sau khi lấp đất còn cần hoàn thành hàng loạt công việc sửa chữa kết cấu bên trên, như khôi phục lát nền granitô, sửa chữa mái, sửa chữa hiên, xử lý vết nứt, khôi phục tường ngoài, trát một phần tường trong và tường ngoài, phun sơn mặt tường tầng dưới. Do có kế hoạch sắp xếp các công đoạn thi công, dùng phương pháp cuốn chiếu, do vậy chỉ trong thời gian 3 tháng hoàn thành toàn bộ nhiệm vụ gia cố công trình.

Công trình gia cố bắt đầu từ tháng 5 năm 1988, vào tháng 8, hoàn công bàn giao đưa vào sử dụng, cho đến nay đã qua nhiều năm, tình hình sử dụng tốt. Tổng đầu tư bao gồm công trình khôi phục, sửa chữa, gia cố là một trăm năm mươi ngàn nhân dân tệ, so với phương án gia cố ban đầu tiết kiệm được gần hai trăm ngàn nhân dân tệ, trở thành một công trình gia cố thành công có hiệu quả kinh tế xã hội rõ rệt, năm 1989 được chọn là giải nhất thiết kế của thành phố.

II. Thay thế cọc vôi đất

Cọc vôi đất cũng dùng để xử lý sự cố lún sụt nền hoàng thổ, nhưng đường kính cọc lớn hơn đường kính cọc vôi, thông thường là 15~30cm, khoảng cách lỗ là 2,5d, hai phía của móng bố trí 1~2 hàng. Cọc đá vôi dùng vôi tôi, tỉ lệ vôi-đất thường dùng là 2:8, cũng có thể dùng 3:7, cọc vôi-đất phần lớn tạo lỗ bằng phương pháp đóng ống, lợi dụng tác động đóng ống để lún chặt, sau khi tạo lỗ, lấp vôi đất theo từng lớp, đồng thời dùng đầm hình quả trứng đầm chặt. Gia cố cọc vôi đất ngoài tác dụng ép chặt (trong quá trình tạo lỗ), vì bản thân cường độ cọc vôi đất cũng tương đối cao, có thể hình thành nền phức hợp, có tác dụng ngăn ngừa đất đáy móng bị ép sang phía bên. Dưới đây kết hợp giới thiệu một ví dụ công trình thực tế sự cố nền nhà nổi hơi của một nhà máy tỉnh Sơn Đông dùng thay thế cọc vôi đất.

1. Khái quát công trình và sự cố

Nền nhà nổi hơi này là hoàng thổ lún ướt, sau khi xây dựng, do đất nền dưới đáy móng bị ướt, toàn bộ công trình lún 300~400mm, vết nứt thân tường rộng 20mm, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sử dụng bình thường.

2. Nguyên nhân sự cố

Thiết kế không tốt, khi thiết kế chưa dùng những biện pháp cần thiết theo quy phạm hoàng thổ; ngăn nước cũng làm không được tốt, làm cho phần lớn nước mặt ngấm vào trong nền, gây nên lún ướt không đều, dẫn đến khối tường bị nứt.

3. Xử lý sự cố

Dùng gia cố cọc vôi đất ép chặt đất, đường kính cọc là 200mm, khoảng cách cọc là 600mm, cọc dài 5m. Xung quanh móng bố trí 3 hàng lỗ cọc, dùng nhân công kéo búa đóng cọc tạo lỗ, sau đó dùng vôi đất tỉ lệ 3:7 lấp theo từng lớp và đầm chặt. Cho đến nay, chưa phát hiện gia cố biến dạng.

III. Thay thế cọc vôi cát

Cọc vôi cát có hai loại, một loại là theo tỉ lệ nhất định trộn cát mịn vào vôi, tỉ lệ trộn cát là 15~20%, còn phương pháp thi công của chúng giống như cọc vôi. Mục đích trộn cát là nâng cao cường độ thân cọc, ngăn ngừa vôi bị mềm hoá. Phương pháp này đối với xử lý sự cố lún ướt nhẹ đã được ứng dụng thành công nhiều lần. Còn một loại là, trước tiên dùng ống thép có đường kính tương đối lớn tạo lỗ, trong lỗ lấp vôi sống, sau đó chính tại vị trí lỗ dùng ống thép đường kính nhỏ tiến hành đóng lại, để khối đất ở xung quanh được ép chặt lần thứ hai, nước bị đẩy ra lại phản ứng thêm một bước nữa với vôi ở lớp trong. Sau khi nhỏ ống thép, lấp hỗn hợp cát nhỏ và đá nhỏ vào trong lỗ, đầm chặt theo từng lớp trở thành cọc vôi cát. Hiệu quả ép chặt và hút nước của cọc vôi cát đều tốt hơn so với cọc vôi. Màng chắn hình thành ở hai phía gia cố của móng, có thể ngăn chặn một cách có hiệu quả biến dạng ép sang phía bên khi nền hoàng thổ lún ướt. Ngoài ra, tải trọng móng truyền đến khối đất gia cố ở hai bên, cũng có tác dụng khuếch tán ứng suất, khiến cho ứng suất bổ sung của khối đất chưa gia cố dưới đáy móng giảm đi. Phương pháp này đã từng được dùng xử lý sự cố nền trạm bơm của một nhà máy ở Thái Nguyên. Đường kính cọc vôi sống là 16cm, khoảng cách cọc là 40cm. Hai phía móng mỗi bên bố trí hai hàng, khoảng cách hàng là 35cm, bố trí thành hình vuông. Chiều sâu gia cố là -3m, chiều sâu chôn móng là từ -1,6 đến -2,1m. Cách 2~3 ngày sau khi lấp vôi sống, lại đóng ống thép đường kính 12cm vào trong cọc vôi, sau khi nhỏ ống lấp từng lớp hỗn hợp cát mịn và đá nhỏ, cát đá lấp tới trên cốt cao độ đáy móng 30cm, tiếp đó dùng đất đắp dần từng lớp tới mặt đất. Sau khi gia cố, lún đã ổn định, hiệu quả tương đối tốt.

IV. Thay thế cọc vôi cát đất

Khi xử lý sự cố lún toà nhà Môn Tiến ở Bắc Thành thành phố Tây An, dùng phương pháp thay thế cọc vôi cát đất. Dùng xi măng, vôi, cát và hoàng thổ trộn đều theo tỉ lệ 1:2:3:4 lấp vào trong lỗ và đầm chặt, sau 3 ngày có thể đóng cứng. Dưới móng của toà nhà này có hầm phòng không cũ. Mùa thu 1983 dưới trận mưa kéo dài nhiều ngày, mặt đất gần ngôi nhà lún khoảng 30cm, uy hiếp an toàn của toà nhà. Khi xử lý, ngoài việc nhanh chóng lấp hầm

phòng không, đồng thời dùng máy đào Lạc Dương đường kính lớn 7~15cm đào lỗ, đường kính lỗ có hai loại là 15 và 30cm. Sau khi phân lớp đắp vật liệu hỗn hợp bốn loại nói trên, dùng đầm 30kg đầm chặt. Tốc độ lún lớn nhất của toà nhà trước xử lí là 9mm/ngày, sau xử lí, lún cơ bản đi vào ổn định.

V. Thay thế giếng móng trụ với đất

Giếng móng trụ với đất là một phương pháp xử lí nền thường dùng ở nền đất đắp vùng tây bắc. Trong xử lí nền công trình loại vừa và nhỏ trên nền hoàng thổ lún ướt không trọng lượng cũng ứng dụng thành công nhiều lần. Cũng như vậy, giếng móng trụ với đất cũng có thể dùng cho công trình thay thế móng.

Thay thế giếng móng trụ với đất là dùng nhân công đào lỗ ở hai bên móng sự cố, trong lỗ chia lớp lấp với đất, sau đó trên giếng làm đầm móng bê tông cốt thép xuyên qua phân đáy của móng cũ để chống đỡ tải trọng bên trên. Nó phù hợp với trường hợp mực nước ngầm tương đối thấp, thi công tương đối đơn giản. Vì tỉ lệ của lực ma sát chiếm trong sức chịu tải của giếng trụ với đất là tương đối lớn, nên nói chung không nên dùng ở vùng hoàng thổ có tính lún ướt trọng lượng bản thân.

1. Thiết kế giếng móng trụ với đất (theo thiết kế và thi công móng giếng với đất của viện thiết kế xây dựng tây bắc Trung Quốc năm 1984)

Giếng móng trụ với đất thông thường đều thiết kế thành hình trụ tròn, đường kính có thể lấy 0,80~1,20m dựa theo sức chịu tải. Chiều dài thân giếng xác định dựa vào lớp chống đỡ định chọn, đòi hỏi xuyên qua toàn bộ lớp đất lún ướt để chống lên lớp đất không lún ướt, đồng thời cần tránh nền tiếp tục ngập nước. Sức chịu tải cho phép của giếng móng trụ đơn P (kN) có thể xác định theo công thức sau:

$$P = m_x \cdot U \sum f_i \cdot l_i + R \cdot A - W \quad (3.3)$$

Trong đó:

f_i - Lực ma sát cho phép của vách giếng móng trụ với đất với lớp đất thứ i (kPa), có thể dùng theo bảng 3.8;

l_i - Chiều dày lớp đất thứ i trong phạm vi chiều dài giếng (m);

U - Chiều dài chu vi giếng trụ (m);

R - Sức chịu tải cho phép của đất phần đáy giếng móng trụ sau khi hiệu chỉnh chiều sâu (kPa);

A - Diện tích mặt cắt ngang của đáy giếng móng trụ (m^2);

W - Trọng lượng bản thân giếng (kN);

m_x - Hệ số không đồng đều, lấy 0,65.

Bảng 3.8. Lực ma sát cho phép giữa vách giếng móng trụ với đất và đất

Loại đất	Lực ma sát cho phép f_i (kPa)
Hoàng thổ nén lún	20 ~ 24
Đất tạp có thực vật	16 ~ 23
Đất xỉ lò	10 ~ 15

Với tiên đề giếng mỏ trụ với đất thoả mãn sức chịu tải của nền, cần phải tính toán kiểm tra cường độ với đất thân giếng, đòi hỏi:

$$N \leq R^*A \quad (3.4)$$

Trong đó: N - Tải trọng mà kết cấu bên trên truyền cho đỉnh giếng mỏ trụ (kN);

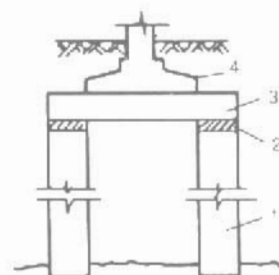
R^* - Cường độ chịu nén thiết kế của với đất (kPa);

Đối với với đất 2:8, lấy $R^* = 400\text{kPa}$;

Đối với với đất 3:7, lấy $R^* = 500\text{kPa}$;

A - Như trên.

Giếng mỏ trụ thay thế nền hỗ trợ thành đôi dọc theo hai bên móng, như hình 3.76. Phía trên với đất làm tấm dầy bê tông cốt thép C18 dầy 150mm. Cốt thép ngang của tấm dầy dưng $\varnothing 8\text{mm}$, khoảng cách là 150mm. Phía trên của nó là dầm đỡ bê tông cốt thép xuyên qua phần dầy móng. Mặt cắt và bố trí cốt thép của dầm phải dựa vào tải trọng, gánh chịu tính toán theo cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn đơn giản để xác định.



Hình 3.76. Thay thế giếng trụ với đất

1. Giếng trụ với đất; 2. Tấm dầy bê tông cốt thép; 3. Dầm đỡ bê tông cốt thép; 4. Móng.

2. Thi công giếng mỏ trụ với đất

Với đất để lấp có thể dùng với đất theo tỉ lệ thể tích 2:8 hoặc 3:7, trộn đều theo yêu cầu thông thường của thi công, chia lớp để đắp. Chiều dầy mỗi lớp đất xấp xỉ là 15~20cm, đầm chặt bằng thanh thép nhỏ chữ T hoặc đầm gỗ, mật độ khô sau khi đầm chặt đối với với đất 2: 8 không được nhỏ hơn $1,450\text{kg/m}^3$, đối với với đất 3: 7 không được nhỏ hơn $1,460\text{kg/m}^3$. Cũng có thể không chế theo hệ số đầm chặt không được nhỏ hơn 0,93.

3.7. THAY THẾ PHUN Vữa

Thay thế phun vữa là một phương pháp gia cố dùng khí nén hoặc dung dịch nén nhồi vào trong đất các loại dung dịch vô cơ hoặc dung dịch hữu cơ, làm cho nền trở nên cứng, nâng cao cường độ nền, có tác dụng loại trừ tình lún sụt hoặc chống thấm. Tiến hành phun vữa trong các loại công trình xây dựng đã có hàng trăm năm lịch sử.

Vật liệu phun vữa có vật liệu vữa dạng hạt như vữa xi măng, vữa đất sét, có vật liệu vữa hoá chất như Na_2SiO_3 , NaOH , resins epôxy, propylene. Thay thế phun vữa thuộc loại xử lý nguyên vị trí, thi công tương đối đơn giản, vật liệu vữa cứng nhanh, vật thể gia cố cường độ cao, nói chung, có thể gia cố mà không dừng sản xuất. Nhưng, trong thay thế phun vữa, phần lớn giá vật liệu vữa tương đối cao, thông thường chỉ hạn chế ở xử lý gia cố lớp nông, chiều sâu gia cố thông thường khoảng 3~5m. Nếu chiều sâu gia cố vượt quá 5m, phương pháp này thường không kinh tế, nên sau khi tiến hành so sánh kinh tế kĩ thuật với các phương pháp thay thế khác, mới quyết định có dùng hay không.

Nguyên lý gia cố dung dịch vữa trên về cơ bản chia thành hai loại, một loại là gia cố thấm, nghĩa là vữa là dung dịch có độ dính thấp. Dưới tác động của áp lực thẩm nhập vào

khe rỗng của đất, xảy ra phản ứng hoá học do tự bản thân dung dịch hoặc thành phần vật chất của bề mặt hạt đất, làm những hạt đất rời rạc dính kết lại thành một khối. Như phương pháp gia cố silic hoá và phương pháp gia cố dung dịch kiềm. Một loại khác là tách nứt gia cố, nghĩa là dung dịch nhồi vào trong đất là dung dịch có độ dính cao, dưới tác động của áp lực lớn, tách dọc theo vết nứt của khối đất để ép vữa vào, hình thành vùng áp lực cao cục bộ trong nền, ép chặt khối đất xung quanh, bản thân vữa cũng hoá cứng làm cho nền được gia cố. Như phương pháp silic hoá xi măng là thuộc loại gia cố khe nứt. Ngoài ra, phương pháp phụt cao áp là thông qua quay cao áp hoặc bơm định hướng bơm vữa vào trong nền, phá vỡ khối đất, trộn cường chế với đất để cứng hoá.

Phương pháp phun vữa dùng cho thay thế móng của công trình xây dựng chủ yếu có phương pháp gia cố silic hoá, phương pháp silic hoá xi măng, phương pháp gia cố dung dịch kiềm. Những năm 70 ở nước ngoài có phương pháp bơm vữa cao áp, chiều sâu gia cố có thể đạt tới 30~40m, những năm gần đây ứng dụng ngày càng nhiều.

3.7.1. Phương pháp gia cố silic hoá

Phương pháp gia cố silic hoá bắt đầu từ năm 1887, là một loại công nghệ phun vữa tương đối lâu đời.

Gia cố silic hoá là một loại phương pháp gia cố hoá học, lợi dụng ống nhồi vữa có lưới mắt cáo lần lượt nhồi vào trong đất dung dịch $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ và dung dịch CaCl_2 làm cho khối đất trở nên cứng. Nếu chỉ dùng một loại dung dịch $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, gọi là phương pháp một dung dịch silic hoá; Nếu dùng hai loại dung dịch $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ và dung dịch CaCl_2 , gọi là phương pháp hai dung dịch silic hoá. Dựa vào phương thức nhồi dung dịch lại có thể phân chia thành bốn loại: silic hoá một dung dịch không có áp lực, silic hoá một dung dịch có áp lực, silic hoá hai dung dịch có áp lực và silic hoá hai dung dịch điện động. Silic hoá một dung dịch không có áp lực và có áp lực phù hợp với gia cố nền hoàng thổ. Trong khu vực hoàng thổ dùng silic hoá có áp hay không có áp quyết định ở trong đất có tồn tại vết nứt nhỏ hay không và độ lớn của mật độ. Đối với hoàng thổ có tính lún ướt trọng lượng bản thân kết cấu rời rạc và hoàng thổ mới lắng đọng, có thể dùng phương thức tự thấm không có áp lực để bơm vữa, nếu không sẽ gây nên tốc độ chảy quá lớn, tổn thất dung dịch, thấm không đều, không thể hình thành khối gia cố hình trụ tròn lí tưởng. Phương pháp hai dung dịch silic hoá phù hợp với gia cố đất dính hoặc cát rời nói chung có hệ số thấm 0,10~0,80m/ngày. Nếu hệ số thấm nhỏ hơn 0,10m/ngày, vì khe rỗng giữa các hạt đất rất nhỏ, dùng nhồi vữa áp lực thông thường, tốc độ thấm rất chậm thậm chí không nhồi vào được. Lúc này dùng phương pháp điện động silic hoá theo nguyên lí điện thẩm, có thể mở rộng bán kính gia cố, đáp ứng yêu cầu gia cố. Nhưng phương pháp này tiêu hao nhiều điện, giá thành cao, hiện nay đã bị thay thế bằng các phương pháp gia cố khác.

Phương pháp gia cố silic hoá không nên dùng cho đất bị các sản phẩm nhựa đường, mỡ, dầu thấm thấu, cũng không nên dùng cho đất dưới mực nước ngầm mà trị số pH lớn hơn 9. Bởi vì các chất có dầu ngăn cản đông cứng các màng keo, dưới mực nước ngầm mà trị số pH lớn hơn 9 có tác dụng ăn mòn đối với nền gia cố silic hoá.

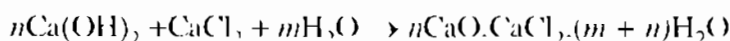
1. Nguyên lý gia cố

1. Phương pháp hai dung dịch silic hoá

Phương pháp hai dung dịch silic hoá là sau khi nhồi $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ngâm nước (còn gọi là nước thủy tinh) vào đất, lại nhồi dung dịch CaCl_2 . Tác dụng của CaCl_2 là làm tăng nhanh sự hoà tan của $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, đẩy nhanh sự hình thành keo đông kết axit silic, phản ứng hoá học của nó như sau:



Đồng thời còn sinh ra phản ứng phụ dưới đây:

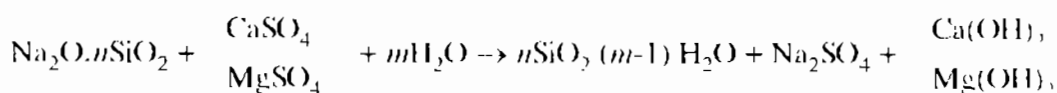


Phản ứng này cũng có tác dụng dính kết.

Màng mỏng keo điôxít silic do phản ứng sinh ra phủ lên bề mặt của hạt đất, keo kết hạt đất thành một khối, còn CaOH lấp đầy các khe hở của hạt đất, đồng thời phản ứng cùng với điôxít silic hoạt tính trong đất tạo thành silicat canxi khiến cho đất có tính chống nước, tính ổn định, tính không lún ướt và tính thấm yếu, đồng thời nâng cao cường độ. Đối với đất sét nói chung, cường độ chịu nén nở hông đạt tới 0,5~1,5MPa, đối với đất cát có thể đạt tới 1,0~5,0MPa.

2. Phương pháp một dung dịch silic hoá

Phương pháp một dung dịch silic hoá phù hợp với gia cố hoàng thổ có tính lún ướt. Vì trong hoàng thổ tồn tại nhiều ion canxi, ion mangan, là đất bão hoà ion canxi, ion mangan. Sau khi dung dịch nước thủy tinh vào hoàng thổ, cùng với các thành phần của đất có những phản ứng hoá học sau:



Khi tiến hành gia cố một dung dịch silic hoá trong hoàng thổ có tính lún ướt, vì trong dung dịch có nhiều nước (nồng độ dung dịch nước thủy tinh sử dụng trong phương pháp một dung dịch thấp hơn nhiều so với nồng độ phương pháp hai dung dịch), trong quá trình cứng hoá, khối đất trước tiên bị nước thấm ướt, cường độ kết cấu giảm đi. Vì thế, dưới tác động của áp lực móng sinh ra lún phụ thêm nhất định. Đối với một số hoàng thổ mới lắng đọng mà cường độ kết cấu thấp hoặc hoàng thổ có tính nén lún bằng trọng lượng bản thân có độ nhạy cảm cao, giá trị lún phụ thêm sẽ rất lớn. Như thí nghiệm tải trọng 4m^2 của một vùng ở Cam Túc cho thấy, dưới áp lực 175~200kPa, độ lún phụ thêm sinh ra trong quá trình silic hoá tới 16~31cm, lún phụ thêm do gia cố silic hoá của nền công trình gây nên tới 9~20mm. Lún phụ thêm quá lớn sẽ sinh ra nguy hiểm cho công trình, vấn đề này cần được xem xét cẩn thận đối với công trình.

Để giảm lún phụ thêm sinh ra trong quá trình gia cố, trong những năm gần đây ở Trung Quốc và nước ngoài đã triển khai nghiên cứu thí nghiệm phương pháp gia cố silic hoá (*báo cáo phương pháp gia cố silic hoá CaCO_3 , 1982, của sở nghiên cứu xây dựng công ti xây dựng bộ luyện kim thứ 8 của Trung Quốc*). Phương pháp gia cố silic hoá có khi là trước khi bơm dung dịch nước thủy tinh, đầu tiên bơm vào trong đất lượng nhỏ khí CO_2 hoặc khí

amoniac, nhưng phần lớn bơm khí CO_2 . Phương pháp này là trước tiên bơm một lượng nhỏ khí CO_2 vào trong nền, để một phần khe rỗng trong đất bị CO_2 chiếm lĩnh, trên bề mặt hạt đất hình thành một lớp vỏ kết $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ hoạt tính. Sau đó bơm dung dịch nước thủy tinh, tiếp theo lại bơm CO_2 . Vì tác động của nước thủy tinh kiềm tính hấp thụ CO_2 một cách mãnh liệt hình thành chân không, làm cho dung dịch phân bố đều trong đất, đồng thời thẩm vào những lỗ nhỏ trong đất, từ đó làm cho dung dịch nước thủy tinh đạt tới phản ứng tương đối hoàn toàn và cứng hoá. Từ bảng 3.9 có thể thấy, sau khi bơm khí CO_2 , lượng axit silic lấy ra được trong 100g đất chỉ tương đương với 8,4% của phương pháp silic hoá không có khí. Phương pháp silic hoá có khí có thể làm cho 95~97% khe rỗng được lấp đầy bằng dung dịch vữa, bán kính gia cố của nó cao hơn 50~60% so với phương pháp silic hoá thông thường, cường độ gia cố nâng cao 25~60%, tiết kiệm 60% vật liệu nước thủy tinh, giảm giá thành 30%. Do cường độ thời kỳ đầu tương đối cao, có thể giảm rõ rệt lún phụ thêm trong quá trình gia cố.

Bảng 3. 9. So sánh silic hoá thông thường và silic hoá có khí nén

Phương pháp	Mật độ tương đối dung dịch nước thủy tinh	Lượng axit silic (mg) lấy ra từ 100g đất					
		1ngày	3ngày	7ngày	21ngày	28ngày	Σ
Silic hoá thông thường	1,13	1.700	3.600	208	170	72	5.750
Silic hoá có khí nén	1,13	59	107	137	117	62	482

Nén khí amoniac cũng nâng cao hiệu quả gia cố như vậy. Dùng áp lực 50kPa nén khí amoniac vào trong hoàng thổ, amoniac sau khi bị màng nước của hạt đất hấp thụ, cùng với ion canxi trên bề mặt hạt đất có phản ứng đối chỗ hình thành $\text{Ca}(\text{OH})_2$ độ phân tán cao, 1m³ hoàng thổ trong trường hợp bão hoà và hấp thụ có thể hấp thụ 5~8kg khí amoniac, có thể chiết xuất 10~17kg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ có độ phân tán cao. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ chiết xuất tác dụng tương hỗ với CaO_2 hoạt tính và keo axit silic sinh ra keo kết silicat canxi, có thể nâng cao cường độ của hoàng thổ rất nhiều, giảm lún phụ thêm.

II. Vật liệu bơm vữa và máy móc

Vật liệu chủ yếu dùng cho gia cố silic hoá là nước thủy tinh và CaCl_2 . Sản phẩm nước thủy tinh có hai dạng là thể lỏng và thể rắn. Khi nồng độ vào khoảng 36⁰~42⁰Bé (mật độ tương ứng là 1,33~1,41), nước thủy tinh ở thể lỏng; Khi nồng độ vào khoảng 50⁰~60⁰Bé (mật độ tương ứng là 1,53~1,71), nước thủy tinh ở thể rắn, đồng thời có tính dẫn. Tỷ lệ lượng phân tử gam giữa SiO_2 và Na_2O trong nước thủy tinh gọi là số mô đun m , ta có:

$$m = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% \text{Na}_2\text{O}} \times 1,032 \quad (3.5)$$

Trong đó: 1.032 là tỷ lệ phân tử lượng giữa Na_2O và SiO_2 . Số mô đun của nước thủy tinh càng lớn, biểu thị hàm lượng SiO_2 càng nhiều. Bởi vì tác dụng silic hoá của đất chủ yếu quyết định ở tác dụng dính kết của SiO_2 , cho nên độ lớn của mô đun nước thủy tinh có

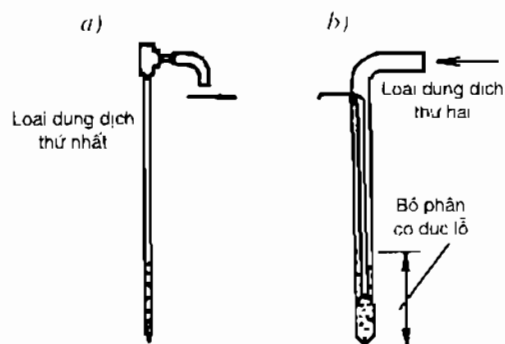
quan hệ mật thiết với cường độ của đất gia cố. Thí nghiệm cho thấy rằng, thuần Na_2SiO_3 có mô đun là 1 không có tác dụng gia cố, nếu nước thủy tinh có mô đun lớn hơn 3,5 cường độ gia cố cũng tương đối thấp. Thông thường dùng nước thủy tinh có mô đun 2,5~3,5 là vừa. Ngoài ra, đòi hỏi hàm lượng tạp chất tan trong nước có trong vật liệu nước thủy tinh không được lớn hơn 2%.

Trước khi bơm nước thủy tinh vào đất phải pha loãng, mức độ loãng dựa vào độ lớn khe rỗng của đất để quyết định. Nồng độ nước thủy tinh của phương pháp hai dung dịch tương đối lớn, nói chung khoảng $35^0\sim44^0B_e$ (mật độ tương ứng là 1,32~1,44), nồng độ dùng của phương pháp một dung dịch, nói chung là $17^0\sim29^0B_e$ (mật độ tương ứng là 1,13~1,25).

CaCl_2 là thể rắn kết tinh màu trắng, tính hút ẩm rất mạnh. Dùng CaCl_2 gia cố nền đều cần pha loãng với nước để tạo thành dung dịch. Đòi hỏi hàm lượng tạp chất trong mỗi lít dung dịch CaCl_2 không được vượt quá 60g, những hạt nổi không được vượt quá 1%, độ pH trong dung dịch lấy 5,5 là vừa. Mật độ dung dịch CaCl_2 dùng gia cố trong phương pháp hai dung dịch nói chung là 1,26~1,28 ($30^0\sim32^0B_e$). Nếu nền hoàng thổ có tính lún ướt mà dùng phương pháp hai dung dịch để gia cố, nồng độ dung dịch CaCl_2 thường là 10% (nồng độ theo tỉ lệ trọng lượng), nồng độ nước thủy tinh là $22^0\sim25^0B_e$ (mật độ tương ứng là 1,18~1,21).

Gần đây, cán bộ khoa học kỹ thuật Trung Quốc nghiên cứu dùng dung dịch nước thủy tinh rất loãng (mật độ là 1,06~1,09) gia cố hoàng thổ có tính lún ướt bằng trọng lượng bản thân cũng bước đầu thu được kết quả.

Thiết bị chủ yếu thi công theo phương pháp silic hoá là ống bơm vữa (ống có lỗ xung quanh), ống nối (không có lỗ xung quanh), thiết bị phân phối dung dịch, thùng chứa dung dịch, bơm nước (hoặc máy nén khí), ống cao su, đồng hồ áp lực, giá đỡ ba chân để đỡ ống (hoặc khoan chấn động). Hình thức của ống bơm vữa có hai loại, như hình 3.77a là ống bơm vữa một lớp, nếu là phương pháp hai dung dịch, hai loại dung dịch có thể tuần hoàn bơm vào. Hình 3.77b là ống bơm vữa hai lớp, hai loại dung dịch có thể lần lượt đồng thời bơm vào. Ống bơm vữa có mũi ống, đường kính bên trong của ống là



Hình 3.77. Ống phun vữa phương pháp silic hoá

a. Ống phun vữa một lớp;

b. Ống phun vữa hai lớp.

20~38mm, chiều dài ống không được nhỏ hơn 5mm, ống dài 1,0~1,5m, bộ phận có đục lỗ dài 0,7~1,0m, đường kính lỗ 1~3mm, khoảng cách tim lỗ 20mm, xếp so le, ống nối tiếp dài 1,0~1,2m, giữa chúng dùng khớp âm dương để nối. Giá tam giác dùng để chìm ống, thông qua ròng rọc dùng nhân công hoặc động cơ điện nhắc búa xuyên tâm 50kg để đỡ ống bơm vữa vào trong đất.

III. Những điểm chính thiết kế và thi công

Dựa vào yêu cầu thi công, xung quanh móng có thể bố trí 1~3 hàng lỗ bơm vữa, khoảng cách hàng là $1,5R$ (R là bán kính gia cố), khoảng cách lỗ là $1,73 R$. Như vậy có thể làm cho diện tích khối đất gia cố bên cạnh có một bộ phận trùng lặp, tạo thành một khối. Bán kính gia cố bơm vữa của mỗi lỗ khoảng 0,3~1,0m, do chất đất và hệ số thấm quyết định. Các số liệu của bảng 3.10 có thể cung cấp tham khảo để thiết kế. Nếu khối đất gia cố tương đối dày, nên chia thành một số lớp gia cố, chiều dày mỗi lớp gia cố có thể tính bằng chiều dài đoạn ống có đục lỗ bơm vữa cộng thêm $0,5R$ cho phần trên và dưới đoạn đó. Khi thi công, nói chung nên tiến hành bơm vữa từng bước từ trên xuống dưới. Chỉ khi tốc độ dòng chảy ngầm tương đối lớn mới xem xét tiến hành từ dưới lên trên.

Bảng 3.10. Bán kính gia cố của phương pháp silic hoá

Loại đất và phương pháp gia cố	Hệ số thấm (m/ngày)	Bán kính gia cố (m)
Phương pháp silic hoá đất cát	2 ~ 10	0,30 ~ 0,40
	10 ~ 20	0,40 ~ 0,60
	20 ~ 50	0,60 ~ 0,80
	50 ~ 80	0,80 ~ 1,00
Phương pháp silic hoá cát mịn	0,3 ~ 0,5	0,30 ~ 0,40
	0,5 ~ 1,0	0,40 ~ 0,60
	1,0 ~ 2,0	0,60 ~ 0,80
	2,0 ~ 5,0	0,80 ~ 1,00
Phương pháp silic hoá hoàng thổ	0,1 ~ 0,3	0,30 ~ 0,40
	0,3 ~ 0,5	0,40 ~ 0,60
	0,5 ~ 1,0	0,60 ~ 0,90
	1,0 ~ 2,0	0,90 ~ 1,00

Lượng dung dịch bơm vào theo thiết kế của mỗi lỗ bơm vữa có thể tính theo công thức sau:

$$Q = K \cdot \pi \cdot R^2 \cdot n \cdot L \quad (3.6)$$

Trong đó:

Q - Tổng lượng dung dịch thiết kế vữa bơm của mỗi lỗ bơm vữa (lít);

R - Bán kính gia cố (m), có thể xác định bằng thí nghiệm hoặc tham khảo bảng 3.10;

n - Tỷ lệ khe rỗng của đất (%);

L - Chiều dày lớp gia cố (m);

K - Hệ số lấp đầy, nên xác định bằng thí nghiệm hiện trường, nếu không có tài liệu thí nghiệm, có thể lấy theo các giá trị dưới đây:

Đất yếu, đất sét, cát mịn: $K = 0,3 \sim 0,5$;

Cát vừa, cát thô: $K = 0,5 \sim 0,7$;

Cát sỏi: $K = 0,7 \sim 1,0$;

Hoàng thổ có tính lún ướt: $K = 0,5 \sim 0,8$.

Lượng dung dịch nói ở trên, nếu là phương pháp một dung dịch thì toàn bộ là dung dịch nước thuỷ tinh; nếu là phương pháp hai dung dịch thì là nước thuỷ tinh và dung dịch CaCl_2 mỗi loại chiếm một nửa, nhưng trị số K phải nâng cao, thông thường lấy 1,0.

Vật liệu nước thuỷ tinh nói chung đều cần pha loãng với nước, lượng nước phải cho thêm của dung dịch nước thuỷ tinh pha loãng có thể tính theo công thức sau:

$$V = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_m} \times V_n \quad (3.7)$$

Trong đó: V - Lượng nước phải cho vào (lít);

V_n - Thể tích vật liệu nước thuỷ tinh cần pha loãng (lít);

γ_1 - Mật độ nước thuỷ tinh trước khi pha loãng;

γ_2 - Mật độ nước thuỷ tinh sau khi pha loãng;

γ_m - Mật độ của nước, có thể lấy bằng 1.

Khi thi công nói chung dùng thùng búa rơi, búa hơi hoặc khoan chấn động đóng ống bơm vữa xuống dưới đất. Khi nối ống và khi bơm vữa phải ngăn ngừa vách ống và đất xung quanh ống rung động, nếu không dễ làm cho dung dịch vữa tràn ra ngoài. Trên lớp đất gia cố phải có lớp đệm bên trên dày ít nhất là 1m, nếu không cũng dễ trào vữa. Nếu dung dịch vữa trào lên trên, phải lập tức ngừng bơm vữa, sau đó làm xốp đất bề mặt xung quanh ống bơm vữa, đầm chặt lại hoặc dùng vữa xi măng điều chế bằng nước thuỷ tinh (1:1 hoặc 1:2) tiến hành lấp xung quanh thân ống. Nếu có một số lớp gia cố, nên bơm vữa liên tục theo từng lớp từ trên xuống dưới, chỉ khi mà hệ số thấm của đất tăng theo chiều sâu mới tiến hành từ dưới lên trên. Nếu dùng hai dung dịch silic hoá, khi tốc độ nước ngấm nhỏ hơn 1m/ngày, trước tiên bơm nước thuỷ tinh vào từ trên xuống dưới, sau đó bơm dung dịch CaCl_2 từ dưới lên trên. Nếu tốc độ nước ngấm là 1-3m/ngày, phải lần lượt bơm nước thuỷ tinh và dung dịch CaCl_2 . Nếu tốc độ nước ngấm lớn hơn 3m/ngày, thì đầu tiên đồng thời bơm hai loại dung dịch, sau đó lần lượt bơm nước thuỷ tinh và dung dịch CaCl_2 .

Sau khi bơm hết lượng dung dịch thiết kế của mỗi lỗ, phải rút ngay ống bơm vữa, đồng thời rửa sạch. Lỗ còn lại dùng vữa xi măng lấp, cũng có thể lấp bằng đất hoặc đất vôi, nhưng phải đầm chặt từng lớp.

IV. Ví dụ thực tế công trình

Gia cố thay thế phương pháp silic hoá hai dung dịch sự cố nền trạm biến thế điện của một nhà máy ở Lưu Gia Hiệp

1. Khái quát công trình và sự cố:

Trạm biến thế này là kết cấu khối xây gạch một tầng, móng băng bê tông. Đất nền là hoàng thổ có tính lún ướt trọng lượng bản thân cấp II, chưa hoàn toàn cố kết. Sử dụng chưa lâu, xuất hiện lún không đều. Đến khi gia cố, đã có vết nứt khối tường dài hơn 4,0m, vết nứt rộng nhất tới 20mm.

2. Nguyên nhân sự cố:

Nhà máy ở vùng hoàng thổ có tính lún ướt trọng lượng bản thân cấp II, chưa hoàn toàn cố kết, thêm nữa lượng nước dùng của nhà máy này tương đối lớn, rãnh trên mặt đất nhiều,

khi thiết kế lại không có biện pháp phòng nước nghiêm ngặt, chất lượng xử lý phòng nước của rãnh và trên mặt đất lại kém, do đó gây nên rò rỉ nghiêm trọng thấm ướt nền, dẫn đến lún không đều, khối tường rạn nứt.

3. Xử lý sự cố:

Năm 1974 quyết định dùng phương pháp siêc hoá gia cố nền. Để giảm chi phí và rút ngắn lún phụ thêm khi gia cố, dùng dịch vữa gia cố dùng phương pháp hai dung dịch nước thuỷ tinh và CaCl_2 .

- Khoảng cách lỗ và chiều sâu, chiều rộng gia cố: qua thí nghiệm hiện trường quyết định bán kính gia cố $R = 0,50\text{m}$; khoảng cách lỗ phun vữa là $0,86\text{m}$.

Vì nhà máy này thuộc công trình loại B, đất nền là hoàng thổ có tính lún ướt trọng lượng hạn than cấp II, dựa vào quy phạm hoàng thổ cũ, chiều sâu gia cố là 2m , nghĩa là dưới móng chia làm hai lớp trên dưới phun vữa (ống có lỗ dài 1m). Vì bán kính gia cố $R = 0,50\text{m}$, do đó đường kính gia cố có thể đạt được 1m , điều đó đối với móng băng cũ rộng $0,60\text{m}$ hoàn toàn đáp ứng yêu cầu. Nếu có thể đưa ống có lỗ xuống dưới đáy móng, đồng thời chú ý chất lượng bơm vữa, một hàng lỗ cũng có thể đáp ứng yêu cầu của chiều rộng.

Để đảm bảo dung dịch vữa phun vào đáy móng một cách lí tưởng, bố trí lỗ phun vữa nghiêng theo hai lớp trên và dưới. Nghĩa là ống bơm vữa bám sát viền đáy móng, lần lượt xuyên qua đường tim của móng ở chỗ dưới mặt đáy móng 50cm và 150cm , để phân giữa của ống có lỗ cat nhau với đường tim của móng, như hình 3.78.

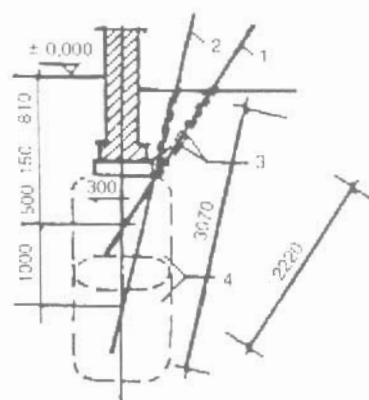
- Pha chế dung dịch vữa: mật độ dung dịch nước thuỷ tinh trong phương pháp hai dung dịch là $1,25$, nồng độ của dung dịch CaCl_2 là 4% .

Thí nghiệm hiện trường trước khi thi công cho thấy, khi gia cố hai dung dịch, mỗi tấn nước thuỷ tinh (mật độ là $1,40$) có thể gia cố $7,5\text{m}^3$ đất. Khi chính thức gia cố, để càng tin cậy hơn, tính theo mỗi tấn gia cố $6,0\text{m}^3$ đất.

Đã biết bán kính gia cố là $0,5\text{m}$, chiều dài ống dọc lỗ là $1,0\text{m}$, có thể tính được thể tích đất gia cố của mỗi lỗ là $0,78\text{m}^3$. Trong thiết kế thi công, tính khối lượng dung dịch vữa của mỗi lỗ theo $1,0\text{m}^3$ đất gia cố, nghĩa là mỗi một lỗ phun vữa cần 167kg nước thuỷ tinh có mật độ là $1,40$.

Lấy dung dịch 167kg nước thuỷ tinh có mật độ là $1,40$ pha loãng thành dung dịch nước thuỷ tinh có mật độ là $1,25$, lượng nước cần thiết là:

$$I = \frac{1,40 - 1,25}{1,25 - 1} \cdot \frac{167}{1,40} = 72 \text{ lít}$$



Hình 3.78. Sơ đồ lỗ phun vữa gia cố ở vị trí của trạm biến thế điện

1. Lỗ lớp thứ I; 2. Lỗ lớp thứ II;
3. Vị trí lắp lỗ; 4. Khối gia cố lí tưởng.

Số lượng dung dịch nước thủy tinh có mật độ là 1,25 cần thiết của mỗi lỗ là:

$$\frac{167}{1,40} + 72 = 191 \text{ lít.}$$

Nồng độ cần thiết của CaCl_2 là 4%, phương pháp pha chế là trong 100kg nước cho vào 4kg CaCl_2 thể rắn, đợi tan hết là được. Dung dịch CaCl_2 và dung dịch nước thủy tinh đều nhồi theo thể tích bằng nhau, nghĩa là dung dịch CaCl_2 có nồng độ 4% của mỗi lỗ là 191lít.

- Phương pháp phun vữa: dung dịch nước thủy tinh và dung dịch CaCl_2 lần lượt dùng hai máy bơm vữa thông qua cùng một ống bơm vữa để thay nhau bơm vào nền. Bởi vì hai loại dung dịch này sau khi gặp nhau lập tức đông kết ngay, cho nên để ngăn ngừa tắc ống, sau mỗi lần phun hết số lượng dự kiến của một loại dung dịch, phải để bơm chạy không tải một lúc, để sau khi phun xong một loại dung dịch, đảm bảo loại dung dịch trước đã hoàn toàn vào trong đất, không tạo thành hỗn hợp đông kết dẻo trong ống. Đồng thời, để giảm lún phụ thêm, các lỗ trước tiên phun dung dịch nước thủy tinh, sau đó phun dung dịch nước CaCl_2 .

- Hiệu quả: trong quá trình thi công, qua quan trắc không phát hiện lún phụ thêm. Qua nhiều lần kiểm tra sau khi kết thúc thi công, không phát hiện có vấn đề gì, móng nhà ổn định lún. Tính chất vật lý cơ học của nền này trước và sau khi gia cố như ở bảng 3.11.

Bảng 3.11. Tính năng cơ học vật lý của mẫu đất nền trước và sau gia cố

Loại đất	Phương pháp	Độ ẩm (%)	Ướt hoá	Hệ số rỗng	Hệ số lún tương đối	Cường độ chịu nén không có áp lực hông (kN/m^2)
Chưa gia cố		9,0	10phút lở hết	0,068	0,039	40
Gia cố	Nước thủy tinh + CaO	24,6	10 ngày cố vết nứt	0,003~0,004	0,002	300

3.7.2. Phương pháp xi măng silic hoá

Phương pháp xi măng silic hoá là dùng nước thủy tinh và xi măng pha chế riêng rẽ thành hai loại dung dịch vữa, theo một tỉ lệ nhất định dùng hai máy bơm hoặc một máy bơm có hai xi lanh riêng biệt cùng bơm vào trong đất. Loại dung dịch vữa này không chỉ có ưu điểm của vữa xi măng, mà còn có ưu điểm của một số dung dịch vữa hoá chất. Như, thời gian đông kết nhanh, bơm dễ, có thể khống chế một cách chính xác thời gian đông kết (từ mấy giây đến mấy chục giây). Do có những ưu điểm trên, phương pháp xi măng silic hoá trong công trình đất đá vừa có thể nâng cao cường độ của đất nền, lại vừa có tác dụng chống thấm bịt nước. Nếu yêu cầu không cao đối với cường độ ban đầu, chỉ cần bơm một loại dung dịch vữa là dung dịch vữa xi măng. Nếu khe rỗng trong đất tương đối lớn, hoặc có nứt nẻ, nhiều lỗ rỗng, có thể bơm vữa xi măng cát. Nó có phương pháp giống như bơm vữa xi măng thông thường, thiết bị và công nghệ thi công về cơ bản cũng giống như phương pháp xi măng silic hoá.

I. Thiết bị và vật liệu chủ yếu

Thiết bị dùng trong thi công của phương pháp xi măng silic hoá có một số tương tự như phương pháp silic hoá thông thường, chủ yếu có:

- Thiết bị đóng ống: có rất nhiều phương pháp đóng ống, như phun nước hạ ống, đóng búa, khoan xoay, chấn động,... Hiện nay trong phương pháp xi măng silic hoá sử dụng nhiều nhất là khoan chấn động, hiệu quả đóng ống tương đối cao.

- Thiết bị bơm vữa: có thể dùng các loại bơm và các loại máy nén khí. Vì thiết bị của bơm đơn giản, thao tác dễ dàng, hiện nay phần lớn sử dụng bơm. Như bơm xi lanh đứng động cơ điện, bơm màng ngăn, bơm thanh xoay. Bơm xi lanh đứng thường dùng là M100/30 (lượng nước ra là 100lít/phút, áp lực là 3MPa), bơm màng ngăn là bơm vữa với HP-013 và bơm vữa cát kiểu màng ngăn 100/20.

Các thiết bị khác như ống bơm vữa, ống rửa, nối đầu, mũi ống, ống cao su đều giống như phương pháp silic hoá.

- Vật liệu bơm vữa: xi măng có thể dùng xi măng poóc lăng thông thường mác 325 hoặc 425, cũng có thể dùng xi măng poóc lăng xi quặng hoặc xi măng poóc lăng tro núi lửa, nhưng chất lượng của xi măng poóc lăng thông thường là tốt nhất. Nước thuỷ tinh dùng mô đun 2,3~3,3, nồng độ là 37"~45" B_e (mật độ là 1,34~1,45). Có thể dựa vào yêu cầu của công trình, chất đất và điều kiện thi công để quyết định tỉ lệ nước-xi măng của vữa xi măng (thông thường là 0,6:1~1:1) và tỉ lệ thể tích nước thuỷ tinh và vữa xi măng (thông thường là 0,3:1~1:1).

II. Ưu điểm của phương pháp silic hoá xi măng

Phương pháp silic hoá xi măng có những ưu điểm sau:

- Thời gian đông kết của dung dịch vữa có thể do con người khống chế chính xác, nếu cho thêm một lượng nhỏ (nhỏ hơn 30%) axit photphoric hoặc PO_4HNa_2 , dung dịch vữa đông kết chậm; nếu cho thêm một lượng nhỏ (ít hơn 15%) vôi trắng hoặc tăng nhiệt độ của dung dịch vữa, dung dịch vữa sẽ đông kết nhanh. Thay đổi tỉ lệ thể tích nước thuỷ tinh và vữa xi măng hoặc thay đổi tỉ lệ nước:xi măng của dung dịch vữa xi măng có thể tăng giảm thời gian đông kết của dung dịch vữa.

- Cường độ chịu nén cao, cường độ chịu nén của mẫu thử đủ 28 ngày tuổi có thể đạt trên 5~7MPa.

- Cường độ chịu kéo có thể đạt tới 0,15MPa.

- Hệ số kết thành đá có thể đạt tới 98%~100%.

Nồng độ của vữa xi măng (tỉ lệ nước:xi măng) có ảnh hưởng rất lớn đối với cường độ kết thành đá, nếu giữ không đổi tỉ lệ thể tích nước thuỷ tinh và vữa xi măng là 1:1, khi tỉ lệ nước-xi măng của vữa xi măng tăng từ 0,5 đến 1, cường độ 28 ngày của đá được tạo ra sẽ giảm đi khoảng 50%, nhất là thời kì đầu biến độ giảm của cường độ càng lớn, tỉ lệ cường độ một ngày của chúng là 1: 0,12.

Tỉ lệ cấp phối của nước thuỷ tinh và vữa xi măng ảnh hưởng rõ rệt đến thời gian đông kết, đối với nước thuỷ tinh có nồng độ là 40" B_e , nếu tỉ lệ của chúng tăng từ 0,3 đến 1,0,

thời gian đông kết từ 22~30s kéo dài tới 60~110s, thời gian đông kết cũng kéo dài theo độ tăng của tỉ lệ nước xi măng, bảng 3.12 là một số kết quả thí nghiệm.

III. Ví dụ thực tế công trình

1. Móng một nhà kho ở Quảng Tây gia cố bằng phương pháp silic hoá xi măng

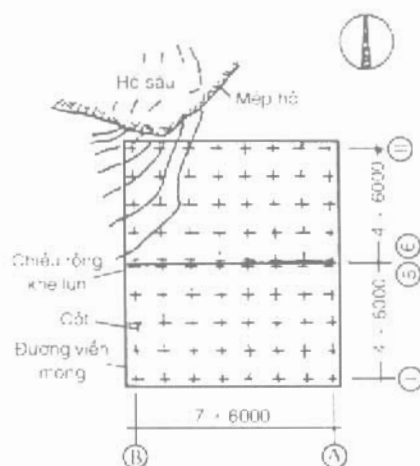
Khái quát công trình và sự cố: nhà kho này là kết cấu bê tông cốt thép 8 tầng sàn không dầm, dùng móng bê, diện tích xây dựng là $18,371\text{m}^2$, nằm trên hàng động thiên nhiên, cuối năm 1972 xây dựng xong, phát hiện móng phía tây bắc của nhà kho bị lún, khối tường bị nứt, lún lớn nhất vượt quá 100mm, lún vẫn không ngừng phát triển.

- Nguyên nhân sự cố: qua điều tra sau khi sự cố xảy ra cho thấy, phía góc tây bắc nhà kho nằm trên vùng đất đắp dày 2,8m chưa được xử lý, dưới đó lại có lớp đất sét canxi yếu, phía ngoài lại có một hồ sâu, như hình 3.79. Đó là nguyên nhân chính gây nên sự cố nền.

- Xử lý sự cố: Sau khi chọn và so sánh các phương án quyết định dùng phương pháp silic hoá xi măng gia cố đất đắp thủ công và đất sét canxi yếu. Hệ số khe rỗng của hai loại đất này đều vượt quá 50%, khe rỗng cục bộ trong đất đắp tới mấy cm thậm chí đến mấy chục cm. Trong trường hợp này dùng thay thế phân vữa tương đối có lợi.

+ Thiết kế và thi công:

- Thí nghiệm: dựa vào yêu cầu cường độ và thời gian đông cứng, thông qua thí nghiệm hiện trường, quyết định dùng tỉ lệ nước-xi măng là 0,6:1~0,75:1, tỉ lệ thể tích của nước thuỷ tinh và vữa xi măng là 0,3:1~0,5:1, thời gian đông cứng của dung dịch vữa là 60~80s, dung dịch vữa có cường độ chịu nén đạt trên 5MPa. Thông qua thí nghiệm tải trọng đo được, sức chịu tải của đất gia cố vượt trên 600kPa, mô đun biến dạng đạt 36~67MPa.



Hình 3.79. Sơ đồ mặt bằng xây dựng nhà kho

Cao độ, m; Đơn vị kích thước: mm.

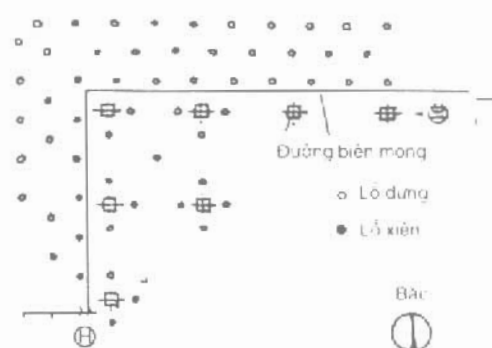
Cao độ mặt đáy móng là 650mm.

- Thiết kế: tất cả bố trí 59 lỗ bơm vữa. Dựa vào chiều sâu của đất đắp và đất sét canxi mềm xác định chiều sâu gia cố khoảng 4~10m, như hình 3.80. Khoảng cách lỗ là 2,50m, khoảng cách hàng là 1,8m; bán kính gia cố theo 1,50m, chiều dày gia cố của mỗi lớp bơm vữa là 50cm, lượng vữa bơm theo thiết kế của mỗi lớp là 1,770lít.

- Thi công: đầu tiên dùng khoan chấn động tạo lỗ, sau vì có nhiều đá nhỏ rơi trong đất thay dùng máy khoan địa chất để tạo lỗ. Trình tự bơm vữa là: trước ở ngoài nhà, sau ở trong nhà. Bơm vữa chia từng lớp bơm từ trên xuống dưới. Bơm vữa dùng hai máy bơm, một máy bơm vữa xi măng, một máy bơm nước thuỷ tinh (nồng độ là 33% B_{10} , mô đun là 2,4~2,8). Hai loại dung dịch vữa sau khi qua thiết bị trộn được bơm vào trong đất bằng ống bơm

Lượng vữa bơm của mỗi lỗ dựa vào áp lực và lượng vữa vào để không chèn. Nếu đồng hồ áp lực của bơm đạt 0,8~1,0MPa hoặc lượng vữa vào rất nhỏ, mà không có những hiện tượng khác thường như tắc ống, có thể cho rang bơm vữa đã đạt yêu cầu.

+ Hiệu quả gia cố: Thi công phun vữa bắt đầu từ tháng 4 năm 1974, đến tháng 1 năm 1975 kết thúc, tất cả kéo dài trong 10 tháng. Thời kỳ đầu thi công xuất hiện lún phụ thêm, lớn nhất tới 25mm, nhưng thời kỳ sau hồi phục 60mm. Khe lún bị kéo ra ở giữa nhà kho cũng từ 11mm giảm xuống 56mm, vì trị số hồi phục tương đối lớn, làm cho khối tường xuất hiện vết nứt mới, do đó ngừng phun vữa. Sau khi phun vữa gia cố lún đã ổn định, hiệu quả tương đối tốt. Thể tích đất gia cố là $1,870\text{m}^3$, gia cố một mét khối đất tốn 103kg nước thủy tinh 33°Be , 400kg xi măng, 1,1 ngày công.



Hình 3.80. Sơ đồ bố trí mặt bằng lỗ phun vữa (mm)

2. Phương pháp xi măng silic hoá chữa nghiêng nhà trên lớp đất yếu bão hoà

Khái quát công trình và sự cố: một nhà ở của cán bộ ở huyện Cao Bưu tỉnh Giang Tô, dài 30m, rộng 11m, kết cấu gạch-bê tông 4 tầng, móng dạng tấm bê tông cốt thép. Năm 1981 bắt đầu xây, năm 1982 bàn giao đưa vào sử dụng. Cho đến tháng 6 năm 1990 trước lúc chữa nghiêng, lún vẫn tiếp tục phát triển chậm chạp. So với ở giữa, đầu phía đông lún nhiều hơn 96mm, đầu phía tây lún nhiều hơn 157mm, độ nghiêng của ngôi nhà tới $10,5\%$, lớn hơn nhiều so với yêu cầu 3% của quy phạm nền móng. Mặt tường xuất hiện vết nứt, đơn nguyên phía đông nhiều hơn đơn nguyên phía tây, chiều rộng lớn nhất của vết nứt tới 5,2mm, thông thường khoảng 2mm.

Tình hình phân bố từ trên xuống dưới và các chỉ tiêu tính năng cơ học vật lý của đất nền do khoan thăm dò thấy được như bảng 3.13 và hình 3.81

- Nguyên nhân sự cố: nguyên nhân chủ yếu của sự cố này là do trong phạm vi nền lún của nền công trình phân bố lớp bùn với chiều dày móng không đều. Ở đầu phía tây dày 2,3m, ở đầu phía đông dày 1,4m, ở đoạn giữa không có lớp bùn, mà lớp đất sét bột (④) vồng lên (hình 3.81), từ đó làm cho lún ở hai đầu lớn hơn ở giữa, khiến tường ngoài xuất hiện vết nứt chéo hình chữ V. Từ sự phân bố và mức độ phát triển nghiêm trọng của vết nứt có thể thấy, lún ở đầu phía tây lớn hơn đầu phía đông. Tiếp đó do chất lượng thi công lớp đệm đá dăm dưới móng kém, thêm nữa tiến hành gia cố chống động đất ngôi nhà này vào năm 1983, làm tăng tải trọng cho ngôi nhà, khiến cho độ lún tăng thêm.

- Xử lý sự cố: để xử lý triệt để, nhằm vào kết cấu móng và tính chất của đất nền, quyết định dùng phương pháp xi măng silic hoá tiến hành chữa nghiêng, mục đích là cải thiện tính chất cơ học vật lý của lớp bùn.

Bảng 3.12. Ảnh hưởng của nồng độ, tỉ lệ nước-xi măng, thể tích đối với thời gian đông cứng và cường độ

Tỉ lệ nước - xi măng	Tỉ lệ thể tích vữa xi măng - nước thủy tinh	30'' B _c					40'' B _c				
		Thời gian đông cứng (s)	Cường độ chịu nén (MPa)				Thời gian đông cứng (s)	Cường độ chịu nén (MPa)			
			1 ngày	3 ngày	14 ngày	28 ngày		1 ngày	3 ngày	14 ngày	28 ngày
0,6:1	1:0,3	20	4,1	6,4	9,1	10,1	13,3	12,1	13,0	15,6	
	1:0,4	24,4	7,0	8,8	11,4	12,3	14,9	14,1	12,1	22,4	
	1:0,5	27,6	8,8	10,8	12,1	12,4	16,8	16,8	14,6	23,4	
	1:0,7	35,9	8,7	9,6	10,1	14,5	13,0	15,0	17,2	18,9	
	1:1	50,9	8,4	9,3	11,1	13,4	2,4	13,6	16,8	17,2	
0,8:1	1:0,3	22	3,6	5,2	7,0	8,5	8,9	10,1	12,8	13,5	
	1:0,4	27	4,9	6,0	7,6	9,5	9,7	8,6	15,2	14,3	
	1:0,5	32	7,1	8,7	12,1	14,9	8,1	8,4	10,4	16,8	
	1:0,7	41	5,9	4,3	9,7	9,1	8,8	9,5	17,8	19,0	
	1:1	56	4,8	7,3	11,2	10,1	0,8	3,8	11,0	13,0	
1:1	1:0,3	27,5	3,3	4,0	5,8	6,4	5,8	8,1	9,0	9,9	
	1:0,4	32,8	3,8	5,1	6,6	6,8	7,3	10,2	11,3	11,9	
	1:0,5	39,8	4,3	4,3	6,5	8,8	8,1	10,9	11,2	17,9	
	1:0,7	53	4,3	5,9	9,7	11,2	3,2	5,5	10,2	15,3	
	1:1	72	0,4	4,3	4,8	6,1	0,4	1,5	9,2	11,0	

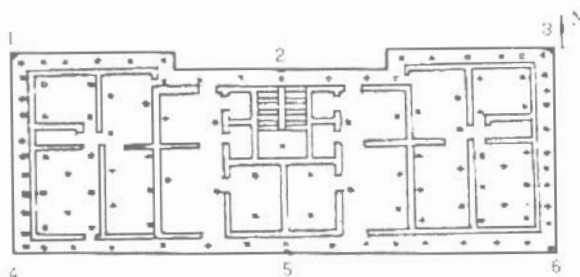
Bảng 3.13. Chỉ tiêu tính chất cơ học vật li của đất nền

Tên đất	Chiều dày (m)	Trạng thái	ω (%)	e	I_p	N	C (kPa)	ϕ (°)	E_a (MPa)	$[R]$ (kPa)
① Sét đắp	1,2 ~ 1,8	Dẻo	50	1,249	27,0	0,62	16	6,5	2,48	90
② Bùn	1,0 ~ 2,3	Dẻo-chảy	68,8	1,589	29,2	1,41	7	2,3	1,31	40
③ Sét bột	0,5 ~ 0,7	Dẻo	27,7	0,770	17,0	0,34	26	18	5,72	230
④ Sét bột	1,5 ~ 3,7	Dẻo cứng	25,5	0,721	15,1	0,25	27	18,9	7,01	250
⑤ Đất mịn	0,8 ~ 1,5	Dẻo mềm	27,3	0,751	7,7	0,49	20	21	8,43	180
⑥ Sét bột	Xuyên không tới	Dẻo	26,9	0,759	15,2	0,51			9,21	220

+ Thiết kế và thi công chữa nghiêng

- Thí nghiệm: để tiến hành thiết kế chữa nghiêng chính xác đã tiến hành thí nghiệm, kết quả của nó cho thấy, do lớp đất yếu nông, chiều dày không lớn, dung dịch vữa thuận xi măng nên vào không thể đông cứng nhanh, đồng thời bơm vừa làm xáo động khối đất, sẽ sinh ra lún bổ sung tương đối rõ rệt.

Do đó, dùng phương pháp hai dung dịch xi măng và nước thủy tinh, có thể nhanh chóng đông cứng thành cọc, đưa tải trọng của công trình truyền vào đất sét bột của lớp ③, làm cho bộ phận lún tương đối lớn được hồi phục nâng lên. Đồng thời dùng biện pháp điều chỉnh vị trí lỗ bơm vừa hai dung dịch và tăng lỗ bơm hai dung dịch để giảm độ chênh lún tương đối. Ở giữa dùng vữa thuận xi măng loãng để có thể sinh ra một số lún phụ thêm.

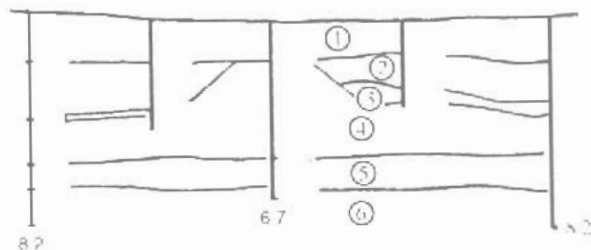


Hình 3.82. Sơ đồ vị trí lỗ phun vữa và điểm đo

300~500kPa. Tỷ lệ của hai loại vữa (tỷ lệ thể tích) vữa xi măng và nước thủy tinh là 1:0,7, tỷ lệ nước xi măng của vữa xi măng là 0,6, thêm 1% muối lưu hoàng canxi, áp lực phun vữa là 500~1.000kPa. Xi măng dùng xi măng poóc lăng thông thường có mác cao hơn 425, nồng độ nước thủy tinh là $40^{\circ}B_e$.

- Thi công: trình tự thi công lỗ bơm vữa phải theo đúng yêu cầu thiết kế, nghĩa là trước hai đầu đông tây, trước ngoài nhà sau trong nhà. Trên vị trí thi công của mỗi đoạn, cần cần phải theo trình tự thi công là từ thưa tới mau, đều đặn đối xứng, tốc độ thấp, nghiêm cấm chia khu bơm vữa liên tục tập trung. Cùng với bơm vữa cần cần tiến hành quan sát lún, đồng thời ghi chép tình trạng biến động của các điểm đo. Mỗi lần nâng móng không chế trong 1cm, tổng số nâng trong phạm vi 5cm.

+ Hiệu quả và đánh giá: sau khi gia cố chữa nghiêng, trong thời gian rất ngắn, công trình nâng hồi phục, lượng lún không đều được giảm đi tương đối. Điểm quan sát 1, 4 ở đầu phía tây nâng lên một cách ổn định 32mm và 28mm, điểm quan sát 3, 6 ở đầu phía đông lần lượt được nâng lên 21mm và 25mm, điểm quan sát 2, 5 ở giữa lần lượt lún xuống 18mm và



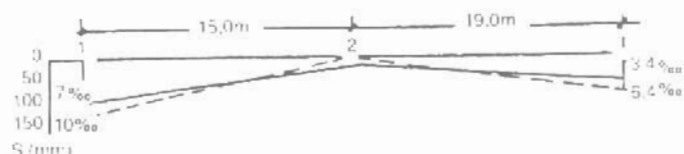
Hình 3.81. Sơ đồ mặt cắt địa chất

①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥ xem bảng 3.13

- Thiết kế: dựa vào hiện trạng công trình, tất cả bố trí 106 lỗ bơm vữa, ngoài nhà 58 lỗ, trong nhà 48 lỗ, 6 điểm quan trắc lún, như hình 3.82. Chiều sâu bơm vữa 3,5~4,0m, đòi hỏi xuyên qua lớp bùn, vào đất sét bột của lớp ③. Bình quân mỗi lỗ bơm $0,25m^3$. Tỷ lệ nước xi măng của vữa xi măng một dung dịch ở phần giữa là 1:2, áp lực phun vữa là

20mm (hình 3.82), độ nghiêng hồi phục từ $10,5\%_{to}$ đến $3,4\%_{to}$ (hình 3.83), hoàn toàn đáp ứng yêu cầu của người sử dụng.

Lấy mẫu hai loại vữa trong lỗ bơm vữa ($2 \times 2 \times 2\text{cm}$), cường độ chịu nén đạt tới 11,7MPa, cường độ chịu nén của mẫu vữa thuần xi măng là 14,3MPa. Dựa vào tư liệu thí nghiệm của 12 mẫu trong 6 lỗ kiểm tra cho thấy tính năng cơ học vật lý của lớp bùn được gia cố đã được cải thiện rõ rệt.



Hình 3.83. Tình trạng nghiêng của công trình trước và sau khi chữa nghiêng

Sau khi chữa nghiêng, các vết nứt nghiêng vốn có của ngôi nhà và các vết nứt ngang của phần đỉnh tường chịu lực đã khép lại với những mức độ khác nhau.

Bơm ép chặt chữa nghiêng tuy thu được những ứng dụng thành công trong nhiều công trình, nhưng còn nhiều vấn đề kỹ thuật phải chờ nghiên cứu thêm một bước, như quan hệ áp lực trương nở của bột vữa với áp lực bơm vữa khi bơm vữa; bố trí lý thuyết của lỗ bơm vữa không nhất trí với thực tế thực thi; tính toán lý thuyết của bán kính khuếch tán; vấn đề phân bố khối phun vữa và tải trọng của dải nền.

Bảng 3.14. Chỉ tiêu tính năng cơ học vật lý của lớp bùn trước và sau khi xử lý

	Trạng thái	$w(\%)$	e	I_p	I_L	C (kPa)	$\phi(^{\circ})$	E_s (MPa)
Trước xử lý	Đẻo-chảy	68,8	1,586	29,20	1,41	7	2,3	1,31
Sau xử lý	Mềm-đẻo chảy	62,4	1,548	25,17	1,05	18	3,2	3,36

3.7.3. Phương pháp gia cố dung dịch kiềm

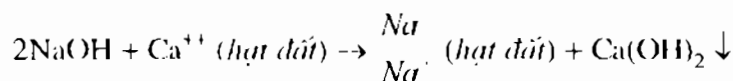
Phương pháp gia cố dung dịch kiềm là một loại phương pháp gia cố hoá học do cán bộ khoa học kỹ thuật của Trung Quốc nghiên cứu thành công vào thời kì đầu của những năm 60. Nó phù hợp với xử lý sự cố nền hoàng thổ có tính lún ướt, có đặc điểm là thi công đơn giản, dễ nắm được, không cần dụng cụ phức tạp, hiệu quả gia cố tốt. Năm 1965, khi xử lý sự cố nền hoàng thổ có tính lún ướt không trọng lượng ở vùng Tây An lần đầu tiên đã ứng dụng thành công, sau đó mở rộng dùng cho xử lý sự cố nền hoàng thổ có tính lún ướt bằng trọng lượng bản thân. Cho đến nay, ở các tỉnh Thiểm Tây, Hà Nam, Sơn Tây, Hà Bắc, Bắc Kinh của Trung Quốc dùng xử lý sự cố nền đã thành công trên 20 hạng mục công trình thực tế, đều thu được hiệu quả kinh tế kỹ thuật tương đối tốt. Năm 1986 lại phát triển nghiên cứu thành công phương pháp gia cố hỗn hợp kiềm với, cho đến nay đã gia cố 3 công trình.

1. Nguyên lý gia cố

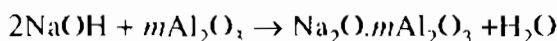
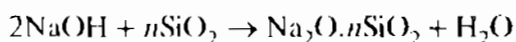
Phương pháp gia cố hoá học đã có đều là phun dung dịch hoá chất vào trong đất, chất keo dính kết được chiết xuất ra từ bản thân dung dịch dính kết các hạt đất rời rạc lại để đất

được gia cố, như phương pháp silic hoá nói ở trên và gia cố dung dịch hữu cơ cao phân tử khác đều là nguyên lý này. Nhưng, nguyên lý dung dịch kiềm (dung dịch NaOH) gia cố đất khác với phương pháp nói ở trên. Bản thân nó thật ra không thể chiết xuất bất cứ vật chất dính kết nào, mà chỉ là làm cho bề mặt hạt đất sống lại, sau đó dính kết lẫn nhau thành một khối ở nơi tiếp xúc, từ đó nâng cao cường độ của đất.

Gia cố dung dịch kiềm là sau khi tăng nhiệt độ của NaOH đã được pha loãng bằng nước, dùng phương thức tự chảy không có áp lực thông qua ống bơm vừa thấm vào trong đất. Do trong hoàng thổ có khối lượng lớn ion dương kim loại kiềm thổ có tính hoà tan và trao đổi của canxi, magiê, sau khi dung dịch NaOH vào trong đất, giữa chúng xảy ra phản ứng trao đổi, các hợp chất hydroxit kim loại kiềm thổ do phản ứng sinh ra lắng đọng trên bề mặt hạt đất, phương trình phản ứng là:

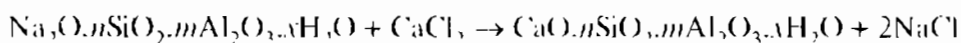
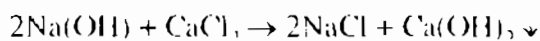


Phản ứng nói ở trên tiêu hao một phần nhỏ NaOH, lượng NaOH còn lại tiếp tục phản ứng với các hạt rất nhỏ SiO_2 , Al_2O_3 , alumin silic ở trạng thái ion tự do trong đất hình thành $\text{Na}_2\text{O}.n\text{SiO}_2$ và $\text{Na}_2\text{O}.m\text{Al}_2\text{O}_3$.



Dưới tác dụng của dung dịch NaOH, bề mặt của hạt đất (alumin silic) sẽ dần dần xảy ra trương nở và mềm hoá. Hạt đất bên cạnh trong quá trình này càng tiếp xúc chặt chẽ với nhau, đồng thời xảy ra dung hợp lẫn nhau ở bề mặt. Nhưng nếu chỉ có tác dụng của NaOH, loại dung hợp keo kết này giữa các hạt đất (keo kết $\text{Na}_2\text{O}.n\text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O}.m\text{Al}_2\text{O}_3$) là có tính ổn định không có nước. Chỉ trong điều kiện xung quanh hạt đất có tồn tại $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mới có thể khiến cho chất keo kết này thành hợp chất cường độ cao, mà có thể đông cứng trong nước. Dựa vào sự hình thành của các chất này, khiến cho các hạt đất keo kết vững chắc với nhau thành một khối, cường độ nâng lên rất cao, đồng thời có tính bền nước rất tốt. Phản ứng nói ở trên là thực hiện giữa trạng thái rắn và trạng thái lỏng, tốc độ phản ứng tương đối chậm ở nhiệt độ bình thường, nếu nâng cao nhiệt độ thì có thể tăng phản ứng rất nhanh.

Nếu hàm lượng ion Ca, Mg có tính hoà tan và tính trao đổi ở trong đất tương đối cao (không ít hơn 10mg đương lượng/100g đất), phun dung dịch NaOH có thể thu được hiệu quả gia cố vừa ý. Nếu hàm lượng của loại ion này trong đất tương đối ít, để thu được hiệu quả gia cố hữu hiệu, có thể dùng phương pháp hai dung dịch phun thêm dung dịch CaCl_2 . Nghĩa là sau khi phun xong dung dịch NaOH, tiếp đó phun dung dịch CaCl_2 , chúng cùng với một phần NaOH trong đất xảy ra phản ứng, hình thành $\text{Ca}(\text{OH})_2$, một phần CaCl_2 cũng trực tiếp tác dụng với muối Na, Al, Si sinh thành chất keo kết có tính đông cứng trong nước. Phản ứng hoá học của chúng là:



Bởi vì ion CO_3 trong dung dịch kiềm cùng với ion Ca, Mg trong đất hình thành CaCO_3 có tính trơ trong điều kiện kiềm tính, ảnh hưởng hiệu quả gia cố của đất. Vì vậy trong dung dịch kiềm, hàm lượng tương đối của Na_2CO_3 càng cao, cường độ gia cố của đất càng thấp.

II. Thí nghiệm gia cố dung dịch kiềm và kết quả của nó

Hiệu quả gia cố hoàng thổ có tính lún ướt bằng dung dịch kiềm (bao gồm đất nguyên dạng và đất đập) chịu ảnh hưởng của hàng loạt nhân tố như nồng độ của dung dịch NaOH, nhiệt độ, lượng dung dịch bơm vào mỗi lỗ cùng với chủng loại, tính chất của đất, độ lớn của tải trọng móng. Do đó trước lúc tiến hành thiết kế và thi công gia cố công trình bằng dung dịch kiềm, đều phải làm một loạt công tác nghiên cứu thí nghiệm trong và ngoài phòng thí nghiệm, cung cấp những tài liệu kĩ thuật cần thiết để thiết kế gia cố thêm chính xác.

Công tác chuẩn bị trước khi gia cố, ngoài việc phải tìm hiểu rõ chủng loại lún ướt, cấp của đất hiện trường cùng với sự thay đổi tính năng cơ học vật lí của đất theo chiều sâu, chủ yếu nghiên cứu hiệu quả gia cố phương pháp dung dịch kiềm trong điều kiện chất đất quy định. Như, tình hình thay đổi tính lún ướt và cường độ của đất gia cố; độ lớn lún bổ sung của móng trong quá trình gia cố, để chọn được những tham số tối ưu, như nồng độ dung dịch, nhiệt độ, lượng phun cho mỗi lỗ, bán kính gia cố.

Thí nghiệm hiện trường gia cố dung dịch kiềm nói chung bao gồm thí nghiệm phun và thí nghiệm tải trọng. Thí nghiệm phun phải tìm hiểu rõ quan hệ giữa lượng phun dung dịch với hình dáng, thể tích và sự phân bố cường độ khối gia cố. Thí nghiệm tải trọng là phải tìm hiểu độ lớn lún phụ thêm của móng sinh ra trong quá trình gia cố dung dịch kiềm cùng với hiệu quả loại bỏ tính lún ướt sau khi gia cố. Dưới đây là một phần kết quả nghiên cứu thí nghiệm công trình.

1. Cường độ chịu nén không có áp lực hông của đất gia cố

Cường độ của đất gia cố dung dịch kiềm chịu ảnh hưởng rất lớn của nồng độ dung dịch kiềm, nhiệt độ, tính năng hoá học vật lí của đất và tuổi.

- Ảnh hưởng của nhiệt độ và hàm lượng NaOH: ở nhiệt độ bình thường phản ứng hoá học của dung dịch kiềm với thành phần vật chất của đất chậm chạp, sau 3 ngày gia cố mới bắt đầu có cường độ nhất định. Nếu nhiệt độ lớn hơn 60° , quá trình phản ứng tăng lên rất nhanh, liên tục trong hai giờ cung cấp nhiệt có thể thu được cường độ tương đối cao, nhiệt độ càng cao, cường độ càng lớn. Hàm lượng kiềm càng cao, cường độ càng lớn. Bảng 3.15 là kết quả thí nghiệm trong phòng của các mẫu hoàng thổ phơi khô trộn đều với số lượng NaOH khác nhau. Nó cho thấy chỉ cần dùng lượng NaOH tương đương 1,12% trọng lượng của đất khô, có thể làm cho đất được gia cố với mức độ nhất định, nếu thêm vào 2,5-3,0% thì thu được cường độ càng cao.

- Ảnh hưởng của tính năng hoá học vật lí của hoàng thổ: hàm lượng hạt dính của đất cao và dung trọng khô lớn, thì cường độ gia cố cao. Ngoài ra, hàm lượng ion Ca, Mg cũng ảnh hưởng rõ rệt tới cường độ gia cố, như bảng 3.16.

- Ảnh hưởng của tình trạng phân bố cường độ và tuổi: khác với phương pháp gia cố silic hoá, phân bố cường độ khối đất gia cố dung dịch kiềm là không đều. Ở cửa ra của dung

dịch dầu dưới ống bơm dung dịch, do nhiệt độ dung dịch cao, thời gian chịu nhiệt tương đối dài, vì thế cường độ của đất lớn nhất. Nhưng từ đầu ống xuống dưới, do nhiệt lượng mà kèm theo dung dịch dần dần bị các lớp đất xung quanh hấp thụ, nhiệt độ giảm dần, cường độ của đất gia cố cũng theo đó giảm đi. Ở đầu dưới lỗ bơm, vì nhiệt độ dung dịch đã gần bằng nhiệt độ bình thường, do đó cường độ thời kỳ đầu của đất cũng thấp. Trên các mặt phẳng dọc theo chiều sâu, sát với lỗ phun vừa cường độ cao nhất, ra phía ngoài dần dần giảm đi.

Bảng 3.17 là kết quả thí nghiệm hiện trường nhà máy sấy tỉnh Thiểm Tây (ở huyện Cốc). Hiện trường này là hoàng thổ mới lắng đọng. Từ bảng này có thể thấy, cách tìm lỗ bơm vừa 60cm tuy dung dịch đã thấm qua, nhưng do nhiệt độ và nồng độ của dung dịch đều thấp, do đó cường độ tăng trưởng không rõ rệt, bán kính gia cố bình quân hữu hiệu chỉ có thể xem xét như 50cm. Qua đào đất đo thực tế, thể tích khối đất gia cố hữu hiệu của lỗ thí nghiệm này là $2,4m^3$, nghĩa là gia cố $1m^3$ đất cần khoảng 40kg kiềm. Cường độ chịu nén bình quân của đất gia cố là 280~380kPa, cao hơn đất thiên nhiên 6~8 lần. Theo sự tăng trưởng của tuổi, cường độ cũng tiếp tục tăng lên, cường độ bình quân 32 ngày tuổi được tăng lên khoảng 1/3 so với 14 ngày tuổi. Sau khi gia cố nền công trình của hiện trường này được 7 năm, đào đất đo thực tế cho thấy, cường độ chịu nén của đất gia cố sau 7 năm cao gấp 1,7~2,0 lần của một tháng.

2. Tính năng cơ học và tính bền nước của đất gia cố

Kết quả thí nghiệm so sánh của hệ số lún ướt và hệ số nén lún trước và sau khi gia cố của hiện trường nhà máy sấy tỉnh Thiểm Tây như bảng 3.18.

3. Vấn đề lún phụ thêm

Trong quá trình bơm gia cố dung dịch kiềm, do khối đất bị lượng nước lớn mà dung dịch mang theo làm cho ướt và trở nên mềm, vì thế trước khi hình thành cường độ, dưới tác động của tải trọng móng sinh ra lún phụ thêm nhất định. Lún phụ thêm quá lớn sẽ làm cho mức độ hư hỏng của công trình xảy ra sự cố lún ướt nghiêm trọng thêm, thậm chí nguy hiểm đến an toàn. Vì độ lún phụ thêm thay đổi theo điều kiện chất đất ở hiện trường, do đó trước khi thi công gia cố phải tiến hành nghiên cứu thí nghiệm về mặt này.

Trong quá trình gia cố dung dịch kiềm, trạng bị thí nghiệm tải trọng đo lún hồ sung như hình 3.84. Tại vị trí dự định thí nghiệm đầu tiên đào lỗ chôn ống bơm vừa, sau đó xây bệ tải trọng. Gia tải đến áp lực dự định, đợi cho sau khi độ lún ổn định, bắt đầu nhồi dung dịch kiềm, quan trắc tình hình lún của bệ tải trọng trong quá trình nhồi dung dịch. Hình 3.85 là kết quả thí nghiệm của hiện trường hoàng thổ có tính lún ướt của học viện xây dựng luyện kim Tây An. Dưới áp lực 150kPa bắt đầu nhồi dung dịch kiềm, lún phụ thêm sinh ra là 3,9mm, mà lún ướt của nền tự nhiên ngập nước dưới cùng một áp lực là hơn 20cm.

Lún phụ thêm có liên quan đến loại lún ướt của đất, miền đại địa chất và độ lớn của tải trọng móng. Bảng 3.19 so sánh kết quả thí nghiệm tải trọng của ba hiện trường khác nhau.

Từ bảng 3.19 có thể thấy, độ lún phụ thêm của hoàng thổ mới tích tụ của kết cấu có cường độ tương đối thấp là tương đối lớn, như gia cố nền hoàng thổ của hiện trường Tô Gia Diêm huyện Diêu, khi áp lực đáy móng lớn hơn 125kPa, phải xem xét chống đỡ tạm thời.

Bảng 3.15. Ảnh hưởng của độ ẩm và hàm lượng NaOH đối với cường độ

Điều kiện báo dưỡng	Nhiệt độ báo dưỡng (°C)	Thời gian báo dưỡng (ngày)	Thời gian ẩm nước sau báo dưỡng (ngày)	Cường độ chịu nén không có áp lực hông (kPa)				
				Hàm lượng NaOH (% trọng lượng đất khô)				
				3,2	2,4	1,6	1,12	0,8
Trong bình ẩm ướt	10 ~ 15	3 ngày	3 ngày	290	240	168	166	Rã trong nước
	10 ~ 15	28 ngày	3 ngày	650	380	336	255	Rã trong nước
	40	2h	20h	520	480	305	-	250
	60	2h	20h	746	640	359	302	292
	80	2h	20h	1.570	882	512	372	Rã trong nước
	100	2h	20h	1.760	1.360	800	446	Rã trong nước

Ghi chú: Trên đây là mẫu đất lấy từ đất dẻo, $I_p = 12$, $\omega = 24\%$; $\gamma_d = 16kN/m^3$. Chiều cao và đường kính của mẫu đất đều là 5cm.

Bảng 3.16. Ảnh hưởng của tính chất vật lý hoang thổ tự nhiên đối với cường độ đất gia cố

Số hiệu mẫu đất	Dung trọng khô γ_d (kg/m ³)	Chỉ số dẻo I_p	Hàm lượng hạt dẻo (%)	A		B		C	D		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		Vùng I	Vùng II	Vùng III
I	1240	12	30	0,32	0,29	4,93	5,10	13,56	610	400	85
II	1340	18	52	0,62	0,26	15,88	3,48	27,90	2.520	1.450	410

Ghi chú: A - Hàm lượng điện tử Ca, Mg trong nước có muối (mg đương lượng/100g đất);

B - Hàm lượng điện tử Ca, Mg có tính chuyển đổi (mg đương lượng/100g đất);

C - Dung lượng chuyển đổi (mg đương lượng/100g đất);

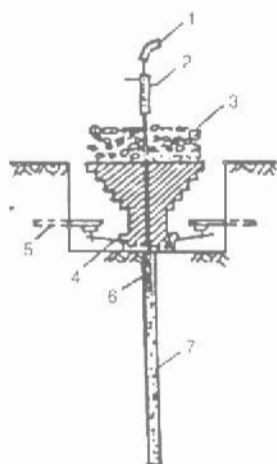
D - Cường độ chịu nén không có áp lực hông của đất gia cố (kPa)

I, Giá cố đất nền dùng NaOH nồng độ là 1,30~70g/l, nhiệt độ là 80~100°C;

2. Vùng I của hàm tải bơm vừa là 1,3r, vùng II là 1,3~2,3r, vùng III là 2,3~1,0r; r là bán kính giá cố hữu hiệu.

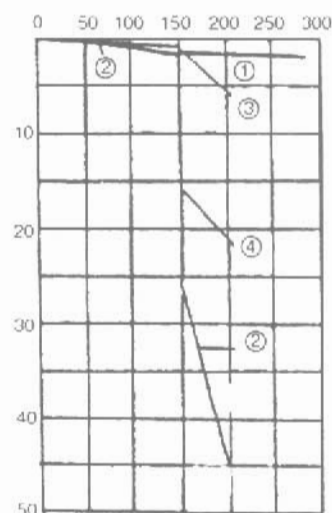
Bảng 3.18. So sánh tính chất của đất trên cùng một hiện trường trước và sau khi gia cố

Loại đất	Hệ số lún ướt	Hệ số nén (MPa^{-1})	
		$a_{0,5-1,0}$	a_{1-2}
Số I gia cố	0	0,10	0,08
Số II gia cố	0,001	0,08	0,07
Đất thiên nhiên	0.049	0,44	0,54



Hình 3.84. Trang bị thí nghiệm tải trọng gia cố dung dịch kiềm

1. Thùng tiếp dung dịch kiềm; 2. Thuốc đo;
3. Cục tải gang; 4. Đồng hồ bách phân;
5. Thép góc; 6. Ống nhồi vữa; 7. Lò nhồi vữa.



Hình 3.85. So sánh kết quả thí nghiệm tải trọng

Trục tung: Độ lún S (cm).
Trục hoành: Tải trọng P (kPa)

- ① Nén gia cố dung dịch kiềm; ② Nén thiên nhiên.
diện tích tấm chịu tải là 5.000cm^2 ; ③ Phun dung dịch kiềm và ngập nước; ④ Ngập nước.

Bảng 3.19. Kết quả thí nghiệm lún bổ sung trong quá trình gia cố thí nghiệm tải trọng

Địa điểm thí nghiệm	Loại hoàng thổ	Loại và cấp lún ướt	Diện tích chịu áp lực (m^2)	Áp lực đáy nền khi bơm vữa (kPa)	Lún phụ thêm (mm)
Nam Tây An	Lún ướt bình thường	cấp II~III	0,5	150	3,9
Mai Gia Bình huyện Diêu	Môi tích tụ	cấp III	0,5	125	16,0
			0,5	143	9,7
Tô Gia Diêm huyện Diêu	Môi tích tụ	cấp II~III	0,5	125	9,5
			0,5	150	46,3

Khi gia cố công trình thực tế, do kích thước móng lớn hơn diện tích tấm chịu tải của thí nghiệm tải trọng, đặc biệt là móng băng, nếu các lỗ nhồi dung dịch tiến hành nhảy cách, tỉ lệ khu ngập ướt chiếm trong phạm vi mặt đáy móng nhỏ hơn rất nhiều khi thí nghiệm tải trọng, cường độ do ngập ướt gây nên của đất nền trong phạm vi cục bộ giảm đi, có thể thông qua nền chưa bị ngập ướt bên cạnh để điều chỉnh gánh chịu một phần tải trọng. Thực tế công trình cho thấy, chỉ cần sắp xếp một cách hợp lý trình tự nhồi vữa, khống chế tốc độ thi công không nên quá nhanh, ngăn ngừa vùng ngập ướt tạo thành một mảng, thì có thể giảm lún phụ thêm đến phạm vi cho phép. Bảng 3.20 là kết quả thực tế đo lún phụ thêm sau khi một phần nền công trình gia cố dung dịch kiểm.

Bảng 3.20. Lún phụ thêm trong quá trình gia cố một công trình thực tế

Tên công trình	Địa điểm	Loại lún ướt	Phương pháp gia cố	Lún phụ thêm (mm)		
				Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình
Kí túc xá	Tây An	Không trọng lượng riêng	Một và hai dung dịch	7,0	0,3	2,0
Móng tháp	Huyện Diêu	Trọng lượng riêng	Một và hai dung dịch	9,0	1,0	4,0
Móng cột	Vị Nam	Không trọng lượng riêng	Một dung dịch	-	-	3,0
Kí túc xá	Hà Bắc	Không trọng lượng riêng	Hai dung dịch	8,0	0	2,7

III. Thiết kế và thi công gia cố dung dịch kiểm

1. Thiết kế

Thiết kế gia cố dung dịch kiểm tương tự với phương pháp gia cố hoá học khác. Đầu tiên phải xác định phạm vi mặt bằng và độ sâu mà nền công trình sự cố cần gia cố. Sau đó xác định khoảng cách lỗ nhồi vữa, nồng độ dung dịch và lượng nhồi của mỗi lỗ. Khoảng cách và lượng phun vữa đều có liên quan đến bán kính gia cố, bán kính gia cố có thể xem xét trong khoảng 40~50cm. Bán kính gia cố không nên thiết kế quá lớn, nếu không lượng bơm của mỗi lỗ quá lớn, sẽ làm giảm hiệu quả gia cố. Nói chung có thể tính theo gia cố 1m³ đất tiêu hao 40~50kg xút ở thể rắn, sau đó dựa vào thể tích gia cố tính lượng xút sử dụng cho mỗi lỗ. Nồng độ dung dịch NaOH khi pha loãng thông thường là 80~120g/lít. Từ đó có thể tính được lượng bơm dung dịch của mỗi lỗ.

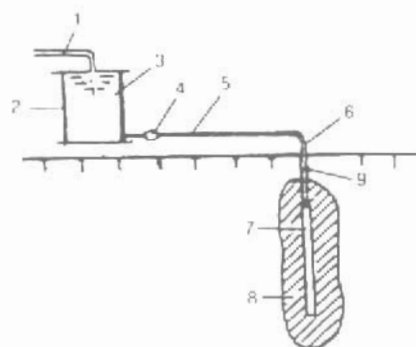
Gia cố dung dịch kiểm thông thường bố trí một hàng lỗ nhồi xung quanh móng (hình vuông) hoặc hai bên (hình móng băng). Khoảng cách các lỗ quyết định bởi yêu cầu gia cố. Nếu yêu cầu gia cố thành một khối, giống như lớp đệm, thì khoảng cách lỗ có thể lấy 70~80cm, khiến cho phần diện tích gia cố của hai lỗ gần nhau trùng hợp. Đối với một số công trình yêu cầu tương đối thấp, cũng có thể tăng khoảng cách lỗ đến 1,2~1,5m, có tác dụng chống đỡ độc lập như cọc cứng. Cường độ bình quân của khối đất gia cố có thể thiết kế theo 300kPa. Chiều sâu chôn ống nhồi vữa phải sâu vào dưới đáy móng 0,3~0,5m, trong đó F là chiều dài lỗ nhồi vữa. Phạm vi gia cố có thể tính theo chiều dài lỗ nhồi vữa L cộng với bán kính gia cố R , thể tích đất gia cố bình quân V là:

$$V = \pi R^2(L + R) \quad (3.8)$$

Nếu hàm lượng ion Ca, Mg trong đất nhỏ hơn 10mg đương lượng/100g đất, phải thiết kế theo phương pháp hai dung dịch, nghĩa là sau khi bơm NaOH, sẽ bơm dung dịch CaCl_2 , nồng độ của CaCl_2 là 60~700g/lít, Lượng vữa nhồi có thể bằng 1/2~1/4 dung dịch trước. Thời gian bơm hai loại dung dịch này thường cách nhau 24h.

2. Thi công

Thiết bị và công nghệ thi công gia cố dung dịch kiểm đều rất đơn giản. Sau khi dùng máy xúc Lọc Đường có đường kính 6~8cm đục lỗ đến chiều sâu dự định gia cố, lấp dăm 2~4cm đến cốt cao độ đầu dưới ống nhồi vữa. Sau đó cắm ống thép đường kính 20mm không đục lỗ, tiếp theo dùng cát sỏi cuội có kích cỡ hạt nhỏ hơn 1cm lấp vào khe hở xung quanh ống cao khoảng 20cm. Các khe hở phía trên dùng vôi hoặc đất đầm từng lớp đến mặt đất. Miệng phía trên ống thép nối với đường ống cao su $\varnothing 25\text{mm}$, đường



Hình 3.86. Sơ đồ thiết bị gia cố dung dịch kiểm

1. Ống hơi nước cung cấp nhiệt; 2. Thùng dung dịch;
3. Dung dịch kiểm ở nhiệt độ cao; 4. Van; 5. Ống cao su $\varnothing 25\text{mm}$;
6. Ống phun vữa $\varnothing 20\text{mm}$; 7. Lỗ phun vữa;
8. Khoi đất gia cố; 9. Đất đắp đầm kỹ lấp lỗ.

ống cao su nối liền với thùng dung dịch. Hình 3.86 là sơ đồ thiết bị gia cố dung dịch kiểm. Khi thi công, đun nóng dung dịch trong thùng đến trên 95°C , rồi mở van. Dung dịch theo ống nhồi vữa chảy không áp vào trong đất. Tốc độ nhồi vữa nên không chế trong phạm vi khoảng 1~3lít/phút. Tốc độ quá nhanh có nghĩa là trong đất có khe nứt, quá chậm có nghĩa là không thấm được, tất cả đều ảnh hưởng hiệu quả gia cố. Thông thường nếu độ ẩm của đất lớn hơn 28% hoặc độ bão hoà lớn hơn 75% cùng với mực nước ngầm tương đối cao, tính có thể nhồi của dung dịch kềm, do đó không nên dùng phương pháp gia cố dung dịch kiểm.

IV. Ví dụ công trình thực tế

Gia cố dung dịch kiểm của nền phòng máy thông gió của một nhà máy tinh Thiểm Tây

1. Khái quát công trình và sự cố

Phòng máy thông gió của phân xưởng thu hồi nhà máy này là nhà kết cấu gạch đá, diện tích xây dựng 153m^2 , nền thiên nhiên, móng vôi đất chôn sâu 0,95m. Năm 1970 xây xong, năm 1972 do nền ngập nước bị lún nứt, tường gạch nứt nghiêng trọng, chiều rộng vết nứt lớn nhất là 35mm, lún cộng dồn lớn nhất là 34,4cm, độ lún bình quân là 25,3cm, chênh lệch lún là 18,3cm, độ nghiêng cực bộ tới 18,1‰, lún qua thời gian dài không ổn định.

2. Nguyên nhân sự cố

Nhà máy này nằm trên bậc thứ hai bờ đông sông Thạch Xuyên, lưng dựa vào bãi hoàng thổ, chiều dày hoàng thổ 16,6m, dưới là lớp sỏi cuội. Lớp mặt là hoàng thổ mới tích tụ (Q_2).

chiều dày là 4,2~4,5m, dưới nó là hoàng thổ Q_4^1 và Q_3 , trong đó lớp đất có tính lún ướt dày 15m. Lượng lún ướt trọng lượng bản thân và lượng lún ướt phân cấp theo tính toán của hiện trường lần lượt là 40,5cm và 60,5cm, thuộc nền hoàng thổ lún ướt trọng lượng bản thân cấp III. Vì ngập nước gây nên sự cố lún nền.

3. Xử lý sự cố

Vì phòng máy thông gió ngày đêm ba ca phối hợp sản xuất với lò luyện cốc, thời gian gia cố không được ngừng sản xuất. Kết hợp với chất đất của nền, vì thế quyết định dùng phương pháp dung dịch kiềm gia cố.

- Thiết kế gia cố nền

+ Xác định chiều sâu gia cố: nếu gia cố toàn bộ lớp đất ướt, tuy an toàn tin cậy, nhưng giá thành cao, thì công cũng khó khăn. Xét thấy hiện trường này là hoàng thổ có tính lún ướt tải trọng bản thân, thuộc loại không nhạy cảm lắm, có thể gia cố lớp nông, nghĩa là chiều sâu gia cố từ đáy móng xuống dưới 3,6m. Như vậy có thể gia cố toàn bộ đối với lớp hoàng thổ mới tích tụ nguy hiểm nhất của công trình, mà tỉ lệ ứng suất phụ thêm của lớp đất dưới khối đất gia cố với ứng suất trọng lượng bản thân đã nhỏ hơn 0,1. Nghĩa là chiều sâu gia cố đã tới giới hạn dưới của lớp nền lún, loại bỏ toàn bộ lún ướt của tải trọng ngoài, lượng lún ướt của trọng lượng bản thân còn lại không có nguy hiểm lớn đối với công trình. Cho nên dùng phương pháp dung dịch kiềm gia cố lớp nông là tương đối kinh tế hợp lý.

Để tiết kiệm vật liệu gia cố và chi phí, trong thiết kế quyết định chỉ gia cố một phần móng tường của nhà để máy chính mà nền tương đối nhiều, ảnh hưởng lớn đối với an toàn sản xuất, mà độ cứng kết cấu lại tương đối yếu. Bố trí mặt bằng lỗ nhồi vữa như hình 3.87. Toàn bộ bố trí 92 lỗ, khoảng cách lỗ là 0,7m. Nồng độ bình quân phun vữa theo thiết kế cho mỗi lỗ là 720 lít dung dịch NaOH có nồng độ là 100g/lít, bán kính gia cố là 40cm. Để nâng cao cường độ thời kỳ đầu của một số lỗ, nhồi thêm 180 lít dung dịch NaCl_2 có nồng độ là 100g/lít.

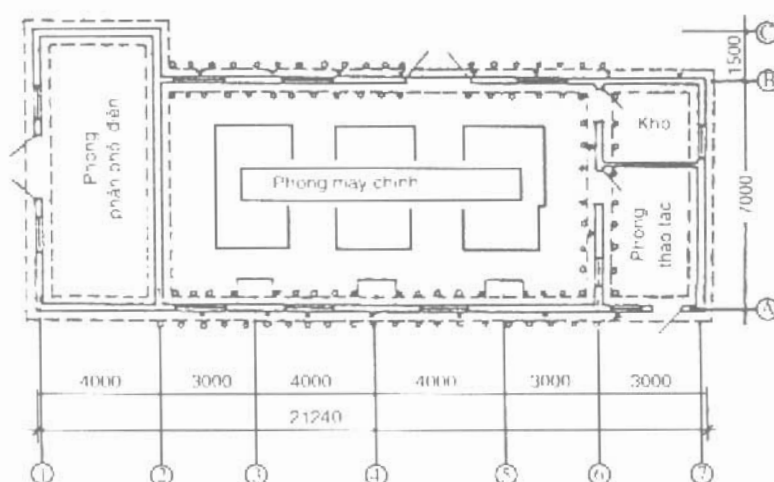
- Tình hình thi công gia cố: sau khi nung xút pha loãng với nước theo nồng độ thiết kế, dùng hơi nước nóng để gia nhiệt, sau khi nhiệt độ dung dịch vượt quá 90°C bắt đầu bơm vào trong đất. Để ngăn ngừa nền sinh ra lún phụ thêm, tiến hành nhồi vữa theo phương pháp gián đoạn nhảy cách, để khoảng cách hai lỗ cùng đồng thời nhồi không nhỏ hơn 3m. Thời gian nhồi hai lỗ gần nhau phải cách nhau ít nhất hai ngày, làm việc liên tục ba ca trong ngày, nhồi một lỗ thông thường cần 8~12h.

- Hiệu quả và đánh giá: toàn bộ công trình gia cố dùng hết 6,42 tấn xút khô, thể tích đất gia cố 158m^3 , bình quân gia cố 1m^3 đất dùng 40kg xút khô, giá thành giảm khoảng 50% so với gia cố bằng phương pháp silic hoá cùng một hiện trường.

Đo thực tế của 18 điểm quan trắc lún trong thời gian gia cố (điểm quan trắc bố trí như hình 3.87) cho thấy, lún phụ thêm lớn nhất là 9mm, bình quân là 4mm. Đối với mỗi bức tường, độ chênh lún trong khoảng 1~4mm, cho đến nay các vết nứt của công trình không tiếp tục phát triển, sản xuất luôn luôn bình thường.

Năm 1983 lấy mẫu kiểm tra đối với khối đất gia cố phía ngoài móng tường, đo được cường độ chịu nén không có áp lực hông bình quân trong 7 nam đạt tới 560~620kPa, so với

cường độ bình quân một tháng tuổi cùng loại chất đất và điều kiện gia cố như nhau tăng 1,7–2,0 lần, lớn nhất đạt tới 1.260kPa. Điều đó chứng minh cường độ qua thời gian dài của phương pháp gia cố dung dịch kiềm là đáng tin cậy.



Hình 3.87. Sơ đồ bố trí mặt bằng lỗ phun vữa gia cố dung dịch kiềm và điểm quan trắc lún nền phòng máy thông gió

Lỗ phun dung dịch kiềm: • Lỗ phun dung dịch clorua canxi: + Điểm quan sát lún

3.7.4. Phương pháp gia cố hỗn hợp kiềm vôi

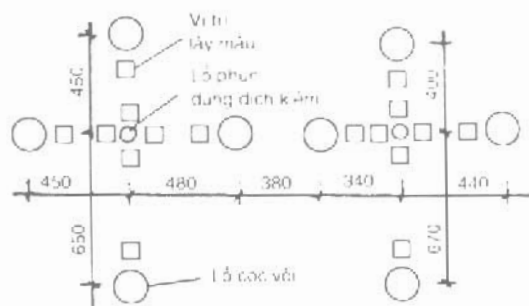
Phương pháp hỗn hợp kiềm vôi là một loại phương pháp mới gia cố nền kết hợp phương pháp gia cố cọc vôi truyền thống và phương pháp gia cố dung dịch kiềm. Nó là sự phát triển mới của phương pháp gia cố dung dịch kiềm.

1. *Nguồn của thí nghiệm (Phương pháp kiềm vôi gia cố nền hoàng thổ có tính lún ướt của Đỗ Quang Chí, Ngụy Hiểu Tiên, Vương Hiểu Đông. Tham luận tại hội nghị khoa học cơ học đất và công trình móng toàn quốc lần thứ V)*

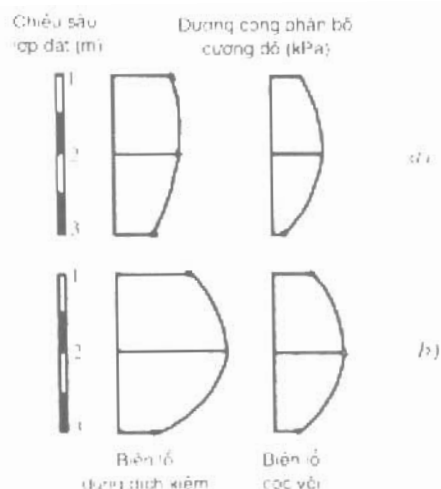
Công tác thí nghiệm thực hiện ở khu kí túc xá nhà máy gang Thiên Tân huyện Thiệp tỉnh Hà Bắc, hiện trường này là hoàng thổ lún ướt không có trọng lượng bản thân cấp I-II, chiều dày lớp đất lún ướt là 3–7m.

1. Thí nghiệm nhỏ

Bố trí mặt bằng thí nghiệm như hình 3.88. Đường kính lỗ cọc vôi là 12cm, dùng máy xúc Lạc Dương tạo lỗ, chia từng lớp đập bằng vôi sống cỡ hạt 2–5cm, dùng búa hình quả trứng nặng 20kg để đầm. Phía trên lỗ đập 1m dày vôi đất theo tỉ lệ 2:8 để bịt đầu, để ngăn ngừa vôi hút nước trương nở làm cho đất bề mặt võng lên. Sau khi lấp đầy lỗ cọc vôi, ngay lập tức bơm dung dịch xút có nhiệt độ trên 90°C, nồng độ 60–90g/lít vào lỗ dung dịch kiềm. Lỗ sâu 3m, phân lớp đá dăm 2m, mỗi lỗ bơm 600 lít dung dịch xút, sau 10 ngày bảo dưỡng tự nhiên ở dưới đất, đào lấy mẫu, chia từng lớp đo cường độ chịu nén của đất gia cố, như hình 3.89.



Hình 3.88. Sơ đồ bố trí mặt bằng thí nghiệm phun gia cố bằng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi
Đơn vị: mm.



Hình 3.89. Đường cong phân bố cường độ chịu nén bình quân của đất gia cố dọc theo chiều sâu
a. Nồng độ dung dịch kiềm: 60g/lit;
b. Nồng độ dung dịch kiềm: 90g/lit.

Kết quả thí nghiệm cho thấy:

① Sau khi cọc vôi hấp thụ nước thấm trong lỗ dung dịch kiềm, đường kính lỗ từ 12cm trương nở đến 17-20cm (trong đó một phần là hiệu ứng đầm dòn chặt);

② Nếu khoảng cách cọc vôi và lỗ dung dịch kiềm trong khoảng 50cm, phân bố cường độ đất gia cố đồng đều hơn phương pháp dung dịch kiềm, cường độ khối đất bên lỗ cọc vôi tăng lên rõ rệt, nếu khoảng cách lớn hơn 60cm, cường độ tăng lên không rõ rệt thậm chí còn giảm xuống. Vì thế, thiết kế khoảng cách lỗ không nên vượt qua 50cm. Bán kính gia cố hữu hiệu có thể lấy gần đúng bằng $50\text{cm} + R_1$ (R_1 là bán kính lỗ cọc vôi);

③ Hình 3.89 là đường cong phân bố cường độ chịu nén bình quân dọc theo chiều sâu gia cố, cường độ chịu nén của đất thiên nhiên của hiện trường này là 71kPa. Mép lỗ gia cố dung dịch kiềm, nếu nồng độ dung dịch kiềm là 90g/lit, cường độ bình quân mép lỗ dung dịch kiềm là 369kPa, mép lỗ cọc vôi là 216kPa, lại lượ được nâng cao 2-4 lần. Hệ số đồng đều của cường độ tỉ lệ cường độ khối đất mép lỗ dung dịch kiềm và cường độ mép ngoài khối gia cố là 1,71. Hệ số đồng đều của cường độ bình quân đo được của 6 lỗ thí nghiệm gia cố dung dịch kiềm đơn và kép trên cùng một hiện trường là 3,73. Thiên nhiên, cường độ gia cố bằng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi trên nền đầm dòn, nghĩa là cường độ ban đầu được nâng cao;

④ Nếu nồng độ dung dịch kiềm từ 60g/lit tăng lên 90g/lit, cường độ bình quân có thể nâng cao 30-40%.

2. Thí nghiệm tại trọng ngập nước

Trong cùng một hồ thí nghiệm tiến hành so sánh thí nghiệm tại trọng nền gia cố bằng phương pháp kiềm vôi và nền thiên nhiên, như hình 3.90. Diện tích tâm chất tải đều là 1m^2 ,

nền gia cố bố trí 2 lỗ nhồi dung dịch kiềm, 7 lỗ cọc vôi, bố trí thành hình so le, khoảng cách lỗ là 30~55cm, chiều dài lỗ đều là 3m, mỗi lỗ bơm 800lít dung dịch NaOH có nồng độ là 70g/lít. Kết quả thí nghiệm như hình 3.89. Tuy nhiên lượng kiềm bơm của nền gia cố hơi thấp (lượng kiềm dùng để gia cố 1m³ đất chỉ là 19kg), nhưng vẫn loại trừ tới 80% lượng lún ướt, mô đun biến dạng (trước lúc ngập nước) từ 3,9MPa nâng cao đến 34MPa, tăng 7,7 lần.

II. Ưu điểm của phương pháp hỗn hợp kiềm vôi

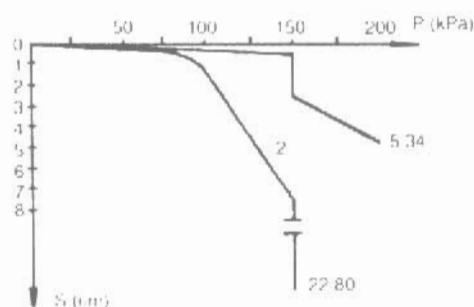
So sánh với phương pháp gia cố dung dịch kiềm, phương pháp hỗn hợp kiềm vôi có những ưu điểm sau:

- Vôi sống hút nhiều nước dư thừa trong dung dịch kiềm, có thể làm giảm phạm vi ướt của khối đất gia cố, từ đó làm giảm lún phụ thêm. 100kg vôi sống có thể hút 32kg nước. Nếu chiều dài lỗ gia cố là 4m, bốn lỗ cọc vôi sống ở xung quanh một lỗ dung dịch kiềm có thể lấp 320~360kg vôi sống (dùng máy xúc Lạc Dương đường kính 15cm có thể lấp 480~500kg), có thể hút 100kg nước dư thừa trong dung dịch kiềm. Nó tương đương với tới 10% lượng dung dịch trong nền.

- Nhiệt lượng mà vôi sống hút nước sinh ra có thể thúc đẩy phản ứng làm rắn giữa NaOH và các hạt của hoàng thổ, từ đó nâng cao cường độ thời kỳ đầu của đất gia cố. Như tiêu hoá toàn bộ 320kg vôi sống có thể sinh ra 372,6kJ nhiệt lượng, vì trong vôi sống có một hàm lượng nhỏ tạp chất và những tổn thất nhiệt khác, chỉ cần lợi dụng một nửa nhiệt lượng trên, nghĩa là 188kJ, cũng có thể làm cho nhiệt độ của 1 000 lít dung dịch kiềm bơm vào trong đất được tăng lên 38⁰C.

- Vôi sống sau khi hút nước thể tích nở ra được tăng lên gấp đôi, làm cho đất xung quanh được chèn chặt thêm một bước. Ion Ca trong vôi có thể có phản ứng trao đổi với các ion dương hoá trị thấp trong các hạt của đất sét, ion Ca bị hấp phụ trên bề mặt hạt đất, có tác dụng kết tụ các hạt của đất sét thành cục, từ đó hình thành một lớp vỏ cứng xung quanh cọc vôi, nâng cao sức chịu tải của nền, làm cho cường độ khối đất gia cố tiến dần đến đồng đều.

- Do ba tác dụng của vôi sống là hút nước, toả nhiệt và trương nở như đã nói ở trên, từ đó mở rộng bán kính khối đất gia cố hữu hiệu của mỗi lỗ dung dịch kiềm. Trong điều kiện lượng vôi sống như nhau, thể tích khối đất gia cố hữu hiệu có thể tăng lên 60%, giảm lượng kiềm khô sử dụng để gia cố một đơn vị khối đất, khoảng cách giữa các lỗ nhồi dung dịch kiềm cũng có thể tăng lên, khiến cho gia thành gram xuống thêm một bước.



Hình 3.90. Đường cong $P-S$ trước và sau khi ngập nước của thí nghiệm tải trọng

Trục tung: Độ lún S (cm);

Trục hoành: Tải trọng P (kPa).

1. Nền gia cố; 2. Nền thiên nhiên.

III. Ví dụ công trình thực tế

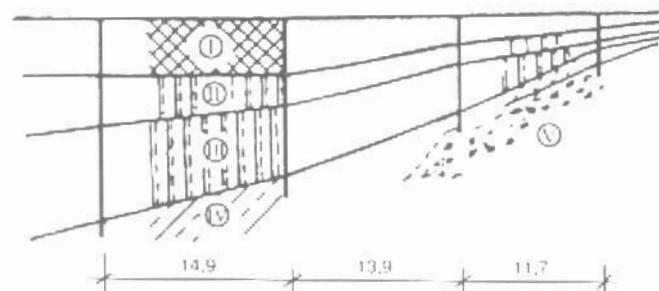
Dùng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi gia cố nền một kí túc xá ở Thiên Tân.

1. Khái quát công trình và sự cố

Kí túc xá này là kết cấu gạch-bê tông bốn tầng, diện tích xây dựng của mỗi nhà là 2.115m^2 . Dùng móng vôi đất, đá xếp mở rộng chân, đáy móng rộng $1,1\sim 1,5\text{m}$, chôn sâu $1,25\text{m}$, xây dựng năm 1970, năm 1976 do ngập nước bị lún, độ lún lệch cộng dồn tới $11,6\sim 24,1\text{cm}$, độ nghiêng cục bộ lớn nhất tới $6,6\sim 10,3\%$, khối tường nhiều chỗ bị nứt, chiều rộng vết nứt lớn nhất tới 15mm .

2. Nguyên nhân sự cố

Chủ yếu là do điều kiện địa chất và công nghệ thi công không tốt gây nên. Hai nhà nằm ở vùng dốc phía trước núi, thặng góc với đường đồng mức của địa hình, độ dốc mặt đất ban đầu tương đối lớn, có đào có đắp. Trước khi làm phẳng mặt bằng, chênh lệch cao độ mặt đất lớn nhất hai đầu theo chiều dọc công trình tới $4,8\text{m}$. Khoảng $1/2$ móng của công trình nằm trên vùng đất đào, $1/4$ nằm trên vùng đất đắp. Chiều dày đất đắp dưới đáy móng là $0,8\sim 1,6\text{m}$, không được đầm nén, tính nền lún cao, có tính lún ướt. Dưới lớp đất đắp là hoàng thổ lún ướt không có trọng lượng riêng đáy $3,7\text{m}$, lún ướt thuộc cấp I-II. Nền vùng đất đào là lớp đá vụn tàn tích do phần trên của đá gốc bị phong hoá hình thành. Chênh lệch của sức chịu tải cho phép ở hai loại nền rất lớn. Loại trên chỉ là $70\sim 80\text{kPa}$, loại sau tới 500kPa , chênh lệch nhau tới 6~7 lần. Mặt cắt địa chất của hiện trường như hình 3.91.

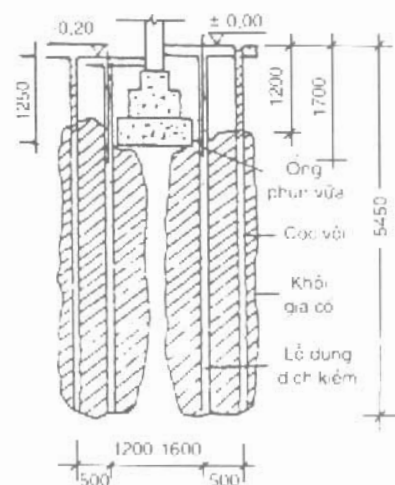


Hình 3.91. Mặt cắt địa chất hiện trường nhà số 33 của nhà máy gang Thiên Tân (m)

I. Đất đắp; II. Hoàng thổ lún ướt; III. Hoàng thổ lún ướt; IV. Đất sét bột; V. Đá gốc phong hoá vừa.

3. Xử lý sự cố

Vốn định dỡ bỏ, sau qua so sánh, năm 1986 quyết định tiến hành gia cố. Dựa vào tình hình chất đất, quyết định dùng “phương pháp dung dịch kiềm” và “phương pháp hỗn hợp kiềm vôi” gia cố nền.



Hình 3.92. Sơ đồ mặt cắt địa chất gia cố bằng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi (mm)

- Thiết kế và thi công gia cố nền: nền của hai nhà này lần lượt dùng “phương pháp dung dịch kiềm” và “phương pháp hỗn hợp kiềm vôi” gia cố. Nhà số 34 gia cố 6 gian, tất cả bố trí 200 lỗ nhồi, khoảng cách lỗ là 0,9~1,1m, phần lớn là 1,9m, chiều dài của lỗ (từ đáy móng trở xuống) có hai loại 4m và 3,2m. Mỗi lỗ bơm 1.200lít và 1.000lít dung dịch kiềm khô có nồng độ là 80g/lít. Cuối cùng lại nhồi 180lít dung dịch CaCl_2 có nồng độ là 80g/lít. Nhà số 33 dùng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi gia cố, gia cố 9 gian dựa vào tình hình phát triển của vết nứt, tất cả bố trí 189 lỗ nhồi dung dịch kiềm, 516 lỗ cọc vôi. Khoảng cách lỗ dung dịch kiềm là 1,5m, cọc vôi cách lỗ dung dịch kiềm là 0,5m. Lỗ dung dịch kiềm nằm sát mép móng, xung quanh một lỗ dung dịch kiềm bố trí ba lỗ vôi sống, chiều sâu gia cố có ba loại lần lượt là 4m, 3,5m, 3m. Mỗi lỗ lần lượt bơm 1.200 lít, 1.000 lít và 800 lít dung dịch kiềm khô với nồng độ là 90g/lít. Hình 3.92 là sơ đồ mặt cắt gia cố. Trước tiên lấp vôi, sau nhồi dung dịch kiềm, nhưng thời gian cách quãng của chúng không được lớn hơn 4h.

- Hiệu quả gia cố: bảng 3.21 là so sánh hiệu quả kinh tế kỹ thuật gia cố nền của hai công trình như nhau trên cùng một hiện trường. Trong bảng có thể thấy, phương pháp hỗn hợp kiềm vôi so với phương pháp dung dịch kiềm, giá thành một đơn vị thể tích đất gia cố có thể giảm được 1/3, lượng sử dụng kiềm khô của một đơn vị khối đất gia cố cũng tiết kiệm khoảng 35%, thời gian thi công cũng ngắn hơn một ít, nhưng số nhân công hơi cao một chút.

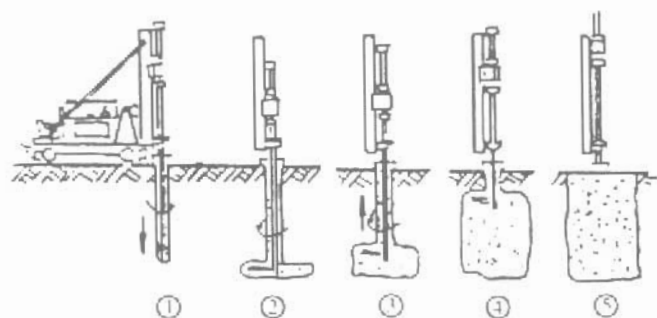
Trong thời gian gia cố đã tiến hành quan trắc lún, lún phụ thêm bình quân của nhà 34 là 2,7mm, của nhà 33 là 1,7mm. Điều đó nói lên gia cố bằng phương pháp hỗn hợp kiềm vôi có thể làm giảm lún phụ thêm của công trình trong thời gian gia cố.

3.7.5. Phương pháp phun vữa áp lực cao

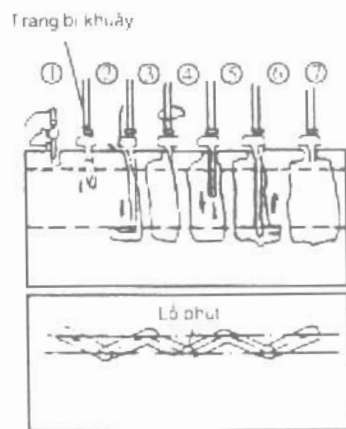
1. Nguyên lý gia cố

Phương pháp phun vữa áp lực cao là một loại phương pháp lợi dụng phun dung dịch vữa hoá chất và trộn lẫn với đất để xử lý nền. Phương pháp gia cố này là do Nhật Bản lần đầu tiên sáng tạo ra vào năm 1970. Vào tháng 8 năm 1973 Trung Quốc tiến hành nghiên cứu thí nghiệm, năm 1974 bắt đầu dùng cho công trình. Trong thay thế móng cũng thường được sử dụng. Nó mượn nguyên lý thủy lực trong khai thác than: dòng nước cao áp phụt ra cát đất đá, phối hợp với bơm vữa hoá chất, trộn đất, dung dịch vữa hoá chất hoặc vữa xi măng được trộn với nhau để gia cố móng. Khi thi công, đầu tiên lợi dụng máy khoan công trình đưa ống phun có miệng phun hợp kim khoan vào độ sâu gia cố dự định của lớp đất, sau đó dùng bơm cao áp làm cho dung dịch vữa hoá chất hoặc nước thành tia áp lực cao khoảng 20MPa phun vào trong đất, xung kích phá hoại khối đất. Nếu áp lực động của dòng phun có năng lượng lớn, tốc độ cao có dạng mạch động lớn hơn cường độ kết cấu của khối đất, hạt đất sẽ tách rời khỏi khối đất, dưới tác động của lực xung kích của tia dòng chảy, lực li tâm và trọng lực, trộn lẫn với dung dịch vữa, đồng thời dựa theo chất lượng của hạt đất, xếp đặt lại một cách có quy luật theo tỉ lệ vữa đất nhất định. Sau khi dung dịch vữa đông cứng, hình thành khối cổ kết trong đất, hình dáng của khối cổ kết có liên quan với phương hướng đi động xung kích cao áp của tia dòng chảy. Tia cao áp lại chia thành hai loại tia xoáy tròn và tia định hướng. Tia phun xoáy tròn là miệng phun một mặt phun, một mặt xoay và nâng

lên, khối cốt kết thành hình trụ tròn, chủ yếu dùng để gia cố nền. Tia phun định hướng thì cần khoan không xoay, một mặt phun, một mặt nâng cao, khối cốt kết thành dạng tấm, thông thường dùng để chống thấm hoặc ổn định mái dốc. Hình 3.93 và hình 3.94 lần lượt là sơ đồ trình tự thi công phun xoay và phun định hướng.



Hình 3.93. Sơ đồ trình tự thi công tia phun xoay



Hình 3.94. Sơ đồ trình tự thi công tia phun định hướng

II. Thiết kế và ưu điểm chủ yếu của phương pháp phun vữa tia cao áp

Phương pháp phun vữa tia cao áp dựa theo sự khác nhau của ống phun có thể chia thành bốn loại là phương pháp ống đơn, phương pháp hai ống trùng nhau, phương pháp ba ống trùng nhau và phương pháp nhiều ống trùng nhau. Phương pháp ống đơn chỉ phun đơn độc một loại dung dịch vữa xi măng hoặc dung dịch vữa hoá chất khác, Nhật Bản gọi đó là phương pháp CCP; phương pháp hai ống trùng nhau là phun cùng một trục dung dịch vữa xi măng và không khí nén, Nhật Bản gọi là phương pháp JSC; phương pháp ba ống trùng nhau là ba ống thép không thông nhau, dựa theo độ lớn của đường kính lắp chồng với nhau trên cùng một tuyến trục, đồng thời phun nước áp lực cao, không khí nén và vữa xi măng vào trong khối đất, Nhật Bản gọi tắt là phương pháp CJP. Ba loại trên đều thuộc phương pháp nửa thay đổi vị trí, nghĩa là nước cao áp đem theo một phần hạt đất chảy lên khỏi mặt đất, dung dịch vữa còn lại trộn lẫn với đất đông cứng. Phương pháp nhiều ống trùng nhau là phương pháp thay đổi vị trí toàn bộ, nghĩa là lợi dụng dòng nước phun siêu cao áp 40MPa mà ống nhiều lớp hình thành để cắt phá hoại khối đất, sau đó dùng bơm chân không hút bùn hình thành trong ống nhiều lớp, cứ như vậy hút và vùi lấp đi lặp lại sẽ hình thành lỗ rỗng tương đối lớn, sau đó dựa theo yêu cầu thiết kế, dùng các vật liệu chèn lấp như dung dịch vữa, vữa cát, đá sỏi, hình thành một khối cốt kết hình trụ đường kính lớn, Nhật Bản gọi là phương pháp SSS-MAN.

1. Thiết kế phương pháp phun xoay cao áp

Đường kính của khối cọc do phun xoay hình thành có liên quan với chủng loại và mức độ đặc chắc của đất và loại phun, nên thông qua thí nghiệm hiện trường để quyết định. Trong trường hợp không có tài liệu thí nghiệm, có thể tham khảo các số liệu của bảng 3.22.

Bảng 3.21. So sánh chi tiêu kinh tế kỹ thuật phương pháp gia cố hỗn hợp kiềm vôi và phương pháp dung dịch kiềm

Số hiệu	Phương pháp gia cố	Diện tích xây dựng gia cố (m ²)	Thời gian xây dựng (ngày)	Ngày công (công)	Số lỗ bơm vữa		Chi phí vật liệu (kg)			Diện tích đất gia cố (m ²)	Lượng kiềm tiêu hao trên đơn vị thể tích đất (kg/m ³)	Giá thành trên một mét khối đất (nhân dân tệ)
					Lỗ dung dịch	Lỗ kiềm vôi	Kiểm nung	Oxit magie	Vôi sống			
33	Hỗn hợp kiềm vôi	334	38	1.600	189	516	18.700		3.7000	725	26	52
34	Dung dịch kiềm	233	36	1.300	209		21.000	4.000		526	40	78

Ghi chú: Trong giá thành chưa bao gồm chi phí thí nghiệm, chi phí thiết kế và chi phí nhiên liệu;

Bảng 3.22. Đường kính khối đất gia cố phun xoay vữa

Loại đất		Phương pháp			
		Ống đơn	Ống đôi	Ba ống	Nhiều ống
		Đường kính của khối cổ kết (m)			
Đất sét	$0 < N < 10$	$1,2 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$	2 ~ 4
	$10 < N < 20$	$0,8 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,3$	
	$20 < N < 30$	$0,6 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$	
Đất cát	$0 < N < 10$	$1,0 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,3$	
	$10 < N < 20$	$0,8 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,3$	
	$20 < N < 30$	$0,6 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$	
Sỏi	$20 < N < 30$	$0,6 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$	

Ghi chú: N là số lần đóng xuyên nếu chuẩn.

Sức chịu tải của nền gia cố bằng phương pháp phun xoay bơm vữa (gọi tắt là cọc phun xoay), thông thường có thể xem xét như nền phức hợp hoặc móng cọc. Cọc phun xoay có cường độ chịu nén và chịu gập nhất định, do đường kính cọc không đều và bề ngoài không nhẵn, vì vậy cọc phun xoay có sức chịu tải tương đối lớn. Nhưng sức chịu tải của cọc đơn biến đổi rất lớn, nói chung phải tiến hành thí nghiệm hiện trường. Nếu không có điều kiện tiến hành thí nghiệm sức chịu tải ở hiện trường, có thể tham khảo chọn dùng các số liệu của bảng 3.23, hệ số an toàn khi tính toán có thể lấy 2~3.

Khi dùng cọc phun xoay cho công trình ngăn nước chống thấm, tốt nhất bố trí hai hàng hoặc ba hàng lỗ, để cọc phun xoay cắt nhau hình thành màn chắn. Khoảng cách lỗ là $1,73R$ (R là bán kính thiết kế khối cổ kết phun xoay), khoảng cách hàng là $1,5R$ là kinh tế nhất.

Phun định hướng cũng là một phương pháp thường dùng để ngăn nước chống thấm. Do tám tường phun ra mỏng và dài, không những giá thành thấp hơn cọc phun xoay, mà tính liên tục tổng thể cũng cao.

Cọc phun xoay dùng cho công trình gia cố nền, thì khoảng cách giữa chúng có thể tăng lên thích đáng, không nhất thiết phải giao nhau. Nói chung khoảng cách lỗ bằng 2~3 lần đường kính cọc phun xoay là vừa. Như vậy có thể phát huy tác dụng của đất một cách đầy đủ. Hình thức bố trí lỗ quyết định theo yêu cầu của công trình.

2. Ưu điểm chủ yếu của phương pháp phun xoay cao áp:

- Chất lượng gia cố khối đất đáng tin cậy;
- Vật liệu chủ yếu là xi măng, giá thành tương đối thấp;
- Yêu cầu hình dạng và chất lượng khối gia cố có thể dựa vào nhu cầu để không chế, nghĩa là có thể phun thẳng đứng, cũng có thể phun ngang;
- Thi công tương đối đơn giản, ít tiếng ồn, chấn động nhỏ, không ô nhiễm nước ngầm;
- Đối với công trình đã có, có thể thi công gia cố nền mà không cần ngừng sản xuất;
- Phù hợp rộng rãi đối với gia cố nền như các loại đất yếu, như cát rời, đất sét, hoàng thổ lún sụt, đất đắp thủ công, nhưng không phù hợp với đất thực vật mà có quá nhiều đá sỏi và có nhiều xenlulô.

Bảng 3.23. Các chỉ tiêu đặc tính khối có kết phun vữa tía cao áp

Đặc tính khối cốt kết	Loại tía phun		
	Phương pháp ống đơn	Phương pháp hai ống trùng nhau	Phương pháp nhiều ống trùng nhau
	500~600	1.000~1.200	2.000
Tải trọng tối hạn thẳng đứng của cọc đơn (kN)	30~40		
Tải trọng tối hạn hướng ngang của cọc đơn (kN)			
Cường độ chịu nén lớn nhất (MPa)	Cát: ±10~20; đất sét: ±5~10; hoàng thổ: ±5~10; cát sỏi: 8~20;		
Cường độ chịu kéo bình quân/cường độ chịu nén bình quân	1/5~1/10		
Mật độ khô γ_d (kg/m ³)	Cát: ±1.600~2.000; đất sét: ±1.400~1.500; hoàng thổ: ±1.300~1.500;		
Hệ số thấm k (cm/s)	Cát: ±10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁶ ; đất sét: ±10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁷ ; cát sỏi: 10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁷ ;		
Lực dính C (MPa)	Cát: ±0,4~0,5; đất sét: ±0,7~1,0;		
Góc ma sát trong ϕ (đo)	Cát: ±30~40; đất sét: ±20~30;		
Số nhất biến theo độ xuyên nếu chuẩn N	Cát: ±30~50; đất sét: ±20~30;		
Tốc độ sóng đàn hồi (km/s)	Sóng P	Cát: ±2~3; đất sét: ±1,5~2,0;	
	Sóng S	Cát: ±1,0~1,5; đất sét: ±0,8~1,0;	
Tính năng ổn định hoá học	Tương đối tốt		

Phương pháp phun xoay cao áp đã được sử dụng rộng rãi cho công trình thay thế móng ở nước ngoài, như gia cố nền công trình đã có; gia cố móng trụ dầm cầu; gia cố nền castor; gia cố nền đường sắt; chống thấm móng đập; bịt rò rỉ công trình ngầm đều đã thu được những kinh nghiệm tốt.

III. Vật liệu vữa bơm và khối lượng sử dụng

1. Vật liệu vữa bơm

Xi măng là vật liệu dung dịch vữa rẻ nhất, tìm kiếm cũng tương đối dễ, là dung dịch vữa cơ bản của vữa bơm. Còn dung dịch vữa hoá chất chưa được sử dụng với quy mô lớn ở Trung Quốc, chỉ có một số ít công trình dùng dung dịch vữa bơm urê-formaldehyde resin.

Xi măng thông thường dùng xi măng poóc lăng 325 hoặc 425, tỉ lệ nước-xi măng của dung dịch xi măng phun là 1:1~1,5:1, cường độ chịu nén 28 ngày của khối cốt kết có thể đạt tới 1~20kPa. Dựa theo yêu cầu trong dung dịch vữa xi măng cho thêm lượng phụ gia thích đáng như phụ gia làm chậm lắng đọng vữa, chậm đông cứng hoặc đông cứng nhanh, chống đóng băng, chống xâm thực. Phụ gia đông cứng nhanh thường dùng là CaCl_2 , nước thuỷ tinh và cồn amin, khối lượng sử dụng khoảng 2~4% khối lượng của xi măng. Trong xi măng nếu trộn vào 3% đất trương nở có thể làm giảm lắng đọng của vữa xi măng. Trộn thêm rượu amin và HNO_2 có tác dụng chống đóng băng.

2. Số lượng sử dụng vật liệu bơm vữa

Số lượng vật liệu bơm có thể dùng phương pháp thể tích hoặc phương pháp khối lượng phun để tính toán, lấy số lượng lớn hơn làm lượng vật liệu phun vữa.

Công thức của phương pháp thể tích là:

$$Q = \frac{\pi}{4} D_c^2 K_1 H (1 + \beta) + \frac{\pi}{4} D_0^2 K_2 h \quad (3.9)$$

Trong đó: Q - Lượng vữa bơm cần dùng (m^3);

D_c - Đường kính khối cốt kết phun xoay (m);

D_0 - Đường kính ống bơm vữa (m);

K_1 - Hệ số đẩy, lấy $K_1 = 0,75 \sim 0,90$;

K_2 - Hệ số đẩy của đất phạm vi chưa phun, lấy $K_2 = 0,50 \sim 0,75$;

H - Chiều dài phun (m);

h - Chiều dài chưa phun (m);

β - Hệ số tổn thất, lấy $\beta = 0,10 \sim 0,20$.

Công thức tính toán theo phương pháp khối lượng phun là:

$$Q = \frac{H}{v} q (1 + \beta) \quad (3-10)$$

Trong đó: v - Tốc độ nâng (m/phút);

q - Lượng vữa phun trong một đơn vị thời gian ($\text{m}^3/\text{phút}$).

Các kí hiệu khác như trên.

IV. Máy móc thiết bị dùng phun vữa

Công cụ dùng cho phương pháp một ống, hai ống và ba ống gồm: cần khoan đặc chủng; thiết bị xoay, mũi khoan đặc chủng và bơm bentônit. Phương pháp phun vữa cao áp cần dùng máy bơm bentônit cao áp. Hiện nay ở Trung Quốc có xe phun bentônit SNC-H300. Nó lắp đặt bơm bentônit cao áp, bơm nước, thiết bị hỗn hợp xi măng thủy lực và thùng nước trên xe trọng tải 8 tấn. Khi thi công có thể dùng phương pháp phụt nước, đóng búa hoặc chấn động trực tiếp đưa ống phun vào độ sâu yêu cầu, hoặc có thể đầu tiên dùng máy khoan khoan lỗ đường kính 100~200mm, sau đó đưa ống phun cắm vào đáy lỗ, phun từ dưới lên trên.

V. Ví dụ thực tế công trình

Dùng cọc phun xoay gia cố sự cố nền một toà nhà ở trường cao đẳng tỉnh Triết Giang.

1. Khái quát công trình và sự cố

Toà nhà này xây vào năm 1960, diện tích xây dựng khoảng 5.000m^2 , mặt bằng hình chữ L, phần tiền sảnh là 5 tầng, hai bên là 3~4 tầng, kết cấu hỗn hợp, móng băng xây đá, đất nền là đất sỏi sạn lún động, keo kết tốt. Thiết kế dùng sức chịu tải của nền là 200kPa. Sau khi xây dựng 16 năm, sử dụng bình thường, không xuất hiện bất cứ tình hình không tốt nào. Năm 1976 do vùng lân cận toà nhà này đào giếng sâu, hút nhiều nước ngầm, khiến cho nền lún không đều, dẫn đến khối tường bị nứt, nơi nứt lớn nhất có thể đưa cả bàn tay vào, thân tường phía đông bị nghiêng, nguy hiểm đến an toàn của toà nhà.

2. Nguyên nhân sự cố

Để tìm hiểu nguyên nhân lún, từ tháng 8~10 năm 1976 đã khoan 8 lỗ khảo sát trong và ngoài nhà. Khoan thăm dò cho thấy, phần giữa của công trình, dưới lớp đất sỏi sạn 5~8m có khối trầm tích đất sét yếu của hồ cũ, phần đáy của khối đất yếu thông với hốc của khối đá vôi gốc, tạo thành hình bầu dục trên mặt bằng, trục dài 32m theo hướng đông tây, trục ngắn 23m theo hướng bắc nam. Sau khi xây nhà, do trước có tác động của áp lực đẩy nổi, đất sỏi sạn trên 5~8m lại hình thành lớp vỏ cứng có thể gánh chịu một tải trọng nhất định, do đó toà nhà này có thể an toàn sử dụng 16 năm. Tháng 5 năm 1976 cách 200m phía đông bắc của toà nhà này có một giếng sâu, mỗi ngày đêm hút khoảng 2.000m^3 nước, một giếng sâu khác cách 300m phía đông nam toà nhà, mỗi ngày đêm hút khoảng 1.000m^3 nước. Mức nước của giếng sâu nguyên cao hơn mặt đất 20cm, hạ xuống đến dưới mặt đất 25m. Do hút nước quá nhiều, mực nước ngầm hạ xuống rất mạnh, ứng suất hữu hiệu trong đất tăng lên làm cho khối trầm tích đất sét yếu của hồ cũ cố kết. Ngoài ra, sự mất đi lực đẩy nổi của nước chịu nén đối với lớp vỏ cứng phủ ở trên, làm cho khối đất trong phạm vi khu trầm tích của hồ cũ biến dạng. Hút nước còn làm chảy mất đất sét có bùn. Do những nguyên nhân trên, làm cho nền lún không đều, khiến cho công trình bị nứt.

3. Xử lý sự cố

Trước kia dự kiến dùng phương án thay thế dầm móng bê tông cốt thép và cọc khoan nhồi, nhưng do điều kiện thi công hạn chế, không thể dùng được. Sau đó quyết định dùng cọc phun xoay theo phương pháp một ống để tiến hành gia cố.

- Thiết kế: thiết kế gia cố bằng cọc phun xoay đã xem xét những điểm dưới đây:

+ Xác định lớp đất gia cố: lún không đều là do biến dạng cổ kết của đất sét bùn trong hố cũ và sự mất đi của tác dụng đẩy nổi của nước chịu nén, không phải do ngừng hút nước mà ngừng lún, do đó chỉ cần gia cố lớp đất này.

+ Bố trí cọc phun xoay: do nhu cầu lắp đặt máy khoan, tìm của cọc phun xoay cách mặt tường ít nhất là 0,85m, chiều dày khối tường là 0,4m, mà chiều rộng của móng tường chỉ có 1,50m, do đó cọc phun xoay không thể trực tiếp chống đỡ móng tường. Nhưng đất sỏi sạn dày 5-8m của lớp đỡ dưới móng cường độ cao, đồng thời có tính toàn khối nhất định, áp lực phụ thêm của mặt đáy móng tính theo góc mở rộng là 22° , đến phạm vi ảnh hưởng của ứng suất mặt đáy đất sỏi sạn khoảng 10-13m, mà khoảng cách tìm cọc phun xoay của mặt ngoài và mặt trong của móng tường chỉ có 2,1m, hoàn toàn nằm trong phạm vi truyền ứng suất (hình 3.95). Đồng thời, trong tình hình cọc phun xoay bố trí tương đối dày, tỉ lệ chiều dày lớp đất sỏi sạn và khoảng cách cọc là 2,5-4,0 lần, không thể sinh ra phá hoại cắt. Do đó lớp đất sỏi sạn của công trình này thực tế có tác dụng như đài cọc của móng cọc, phần trên của cọc phun xoay phải ngàm vào lớp vỏ cứng của lớp sỏi sạn 1-3m, mà không trực tiếp chống đỡ móng tường, có thể đơn giản hoá thi công và giảm giá thành.

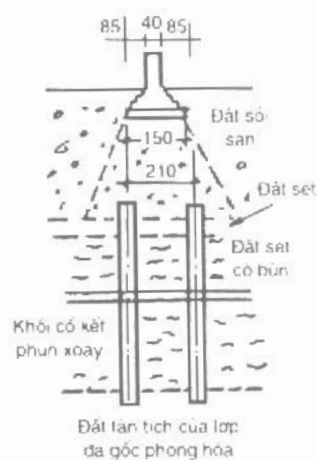
Chiều dài của cọc phun xoay đưa vào chiều dài xuyên qua lớp đất sét có bùn vào lớp đá vôi gốc vững chắc hoặc lớp đất tàn tích đá phong hoá để xác định (hình 3.95). Cọc phun xoay thực tế đã có tác dụng đỡ cọc, trong thiết kế dự tính theo cọc chống đỡ.

+ Xác định sức chịu tải của cọc đơn: trong trường hợp chưa làm thí nghiệm sức chịu tải của cọc đơn, dựa vào cường độ chịu nén của mẫu thí nghiệm là 3,2MPa, lấy cường độ chịu nén tối hạn là 3,0MPa hệ số an toàn tổng hợp lấy 2,0 thì cường độ chịu nén cho phép là 1,5MPa. Đường kính khối cổ kết tính theo $D = 0,60\text{m}$, diện tích chịu nén hữu hiệu của mỗi một khối cổ kết là $0,283\text{m}^2$.

Sức chịu tải của cọc đơn, $P = [\sigma]A = 1,5 \cdot 0,283 = 0,4245\text{MN} = 424,5\text{kN}$.

Dựa vào thiết kế cũ, áp lực đáy móng là 200kPa. Chiều rộng đáy móng tường bao là 1,5m, mỗi mét dài là 300kN. Chiều rộng móng tường ngăn trong là 1,20m, vậy mỗi mét dài là 240kN.

Khoảng cách cọc phun xoay dưới tường bao là: $l = \frac{424,5}{300} = 1,42\text{m}$, khoảng cách cọc phun xoay dưới tường ngăn trong là $l_2 = \frac{424,5}{240} = 1,77\text{m}$. Tính theo khoảng cách này, trong phạm vi cần gia cố bố trí 80 cây cọc phun xoay. Để an toàn, trên thực tế thi công đã tăng lên một số cọc thích đáng, tổng cộng bố trí 104 lỗ, một phần nhỏ ở ngoài nhà, phần lớn



Hình 3.95. Truyền lực của móng

trong các buồng có chiều cao tầng rất thấp (hình 3.96). Thực tế có 92 cọc hữu hiệu, tình hình thi công tạo cọc như hình 3.97.

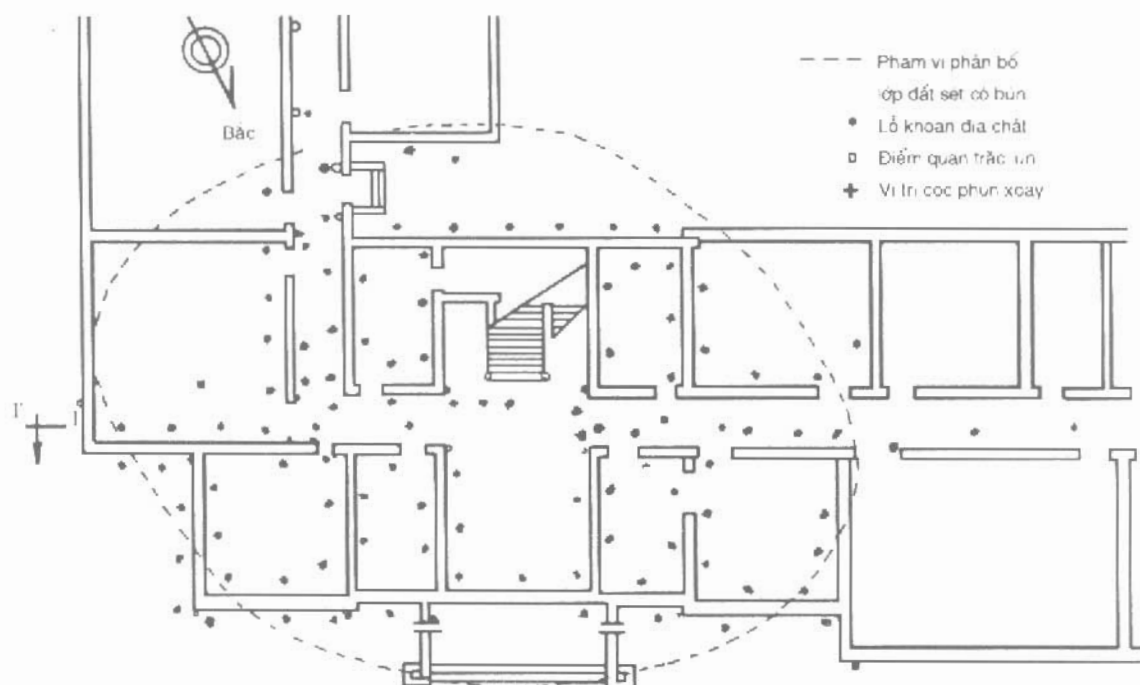
- Công nghệ thi công: do cọc phun xoay là thi công trong phòng, chịu hạn chế của kích thước và chiều cao của phòng, cần có những cải tiến công nghệ thi công như sau:

+ Do hạn chế của chiều cao nhà, cần khoan phun xoay dùng hai loại quy cách 1,79 và 2,63m. Cần khoan chủ động dài 2,15m, mỗi lần phun xoay nâng lên 2,10m, tháo dỡ một cần khoan 1,79m, lại lắp một cần khoan chủ động, bắt đầu phun xoay lần hai. Giữa hai đoạn trên dưới nối chồng 0,30m, để đảm bảo cọc phun xoay liên tục.

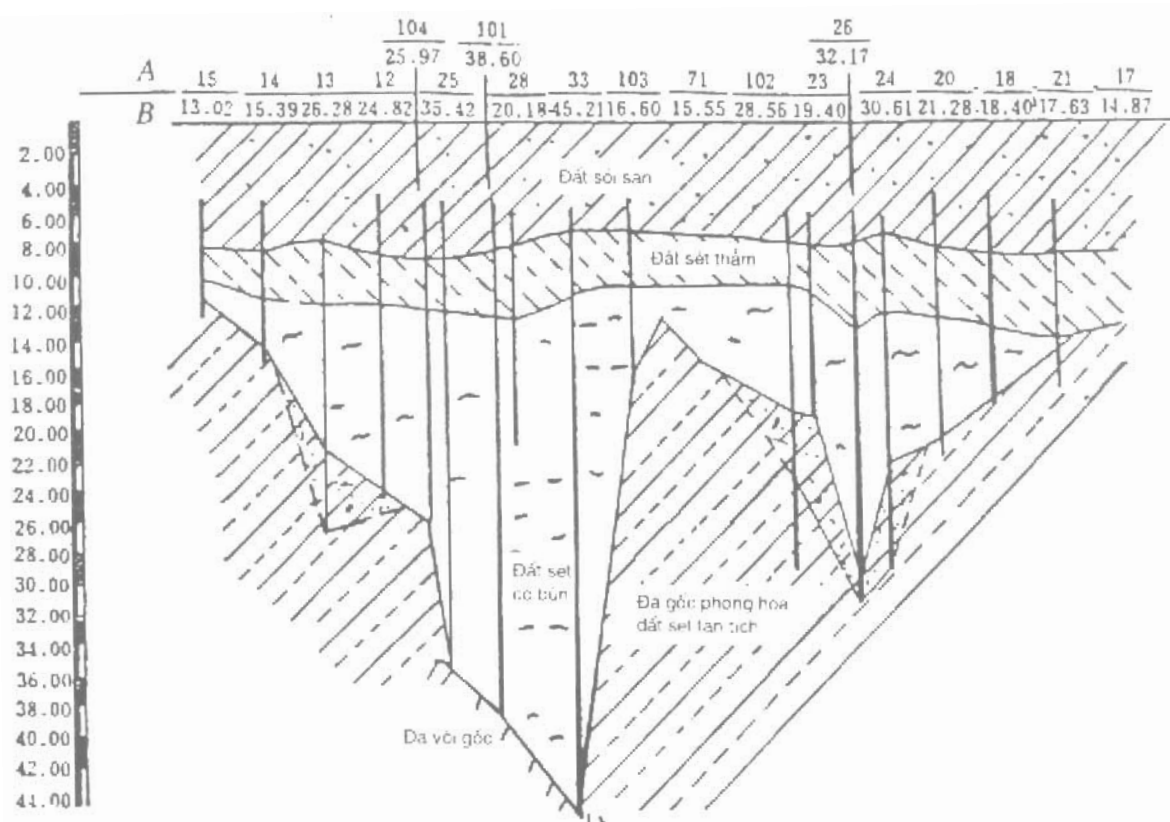
+ Đầu nối cần khoan dùng độ côn 1:16, đầu nối ren nhỏ 4,3ren/cm. Đầu nối này khi vận chuyển có thể đảm bảo không rò rỉ dưới áp lực 300MPa, nối đầu tương đối thuận lợi hơn so với nối đầu bằng đầu chỉ thêm tơ gai trắng chèn vào ren thô, lại tránh được sợi gai lẫn vào dung dịch vừa làm tắc miệng phun.

+ Trong thi công phun xoay thường xảy ra sự cố bịt tắc miệng phun. Khi khơi thông, phải nhấc toàn bộ cần khoan và miệng phun để xối rửa. Loại bỏ trở ngại này cần trên 1 giờ, ảnh hưởng nghiêm trọng tới tiến độ thi công.

Để giảm số lần bịt tắc, ngoài việc phải lọc cẩn thận ở khâu trộn vữa và khâu bơm vữa, còn cần bố trí một bộ lọc ở cần phun, để trước khi phun được lọc qua một lần nữa. Bộ lọc làm bằng ống thép hợp kim, bố trí 287 lỗ có đường kính là 2mm trên diện tích 900mm².



Hình 3.96. Sơ đồ mặt bằng bố trí lỗ khoan, cọc phun xoay và điểm lùn của tầng dưới toà nhà trường cao đẳng tỉnh Huế



Hình 3.97. Mặt cắt T-T và tình hình thi công cọc phun xoay
A. Số hiệu cọc; B. Chiều sâu hố khoan

Đường kính miệng phun là 2,50mm, diện tích nước qua của hai miệng phun là 11,3mm², tỉ lệ diện tích của chúng là 1:80. Áp lực của dung dịch vừa cao áp đi qua ống lọc bị tổn thất, nhưng tổn thất không lớn, sử dụng qua bộ lọc về cơ bản tránh được hiện tượng tắc miệng phun trong thí công.

Hiệu quả và đánh giá: hiệu quả dùng phương pháp phun xoay gia cố nền công trình này rất rõ rệt. Quan trắc lún có thể thấy, trong thời gian hai tháng từ khi phun xoay xong vào cuối tháng 9 đến tháng 11 năm 1978, lún đã ngừng phát triển. Gia cố cho tới nay chưa xuất hiện vết nứt nào nữa, càng cho thấy gia cố nền đã thu được hiệu quả mong muốn.

Chi phí gia cố công trình này bao gồm toàn bộ thiết bị bố trí thêm và chi phí thí nghiệm là 120.000 nhân dân tệ. Nếu xét đến việc thu hồi khấu hao thiết bị, chi phí không đến 120.000. Nếu dùng phương án tháo dỡ xây lại, chỉ chi phí tháo dỡ cũng đã tới khoảng 150.000, lại thêm chi phí gia cố nền móng và xây lại, thì sẽ thấy đầu tư là rất lớn, do đó có thể thấy rằng hiệu quả kinh tế gia cố phun xoay là rất rõ rệt.

Cọc phun xoay còn có thể dùng để xử lí chất lượng móng cọc khoan nhồi dưới công trình.

3.8. THAY THẾ CHỮA NGHIÊNG

Thay thế chữa nghiêng là chỉ những biện pháp sửa chữa được sử dụng khi vị trí thẳng đứng của công trình đã xây sinh ra nghiêng lệch mà ảnh hưởng tới sử dụng bình thường. Cũng như thay thế móng, chữa nghiêng cũng là một công việc kỹ thuật có độ khó khăn tương đối lớn, tính trách nhiệm tương đối cao và có một chút mạo hiểm. Nó cần hợp đồng với các đơn vị khảo sát, thiết kế, thi công và nghiên cứu khoa học hoặc trường học, tìm hiểu rõ nguyên nhân xảy ra nghiêng lún của công trình, đề xuất phương án thay thế chữa nghiêng có tính khả thi. Nếu độ cứng tổng thể của công trình bị thay thế tương đối lớn, thay thế chữa nghiêng tương đối đơn giản, nếu không phải kết hợp việc gia cố công trình bị thay thế tiến hành thay thế chữa nghiêng ở mức độ khó khăn lớn hơn. Bất kỳ phương án thay thế chữa nghiêng nào, đầu tiên đều cần xem xét nhanh chóng ngăn chặn bộ phận lún nhiều của móng tiếp tục lún thêm, sau đó theo một trình tự nhất định dùng biện pháp tìn cậy cưỡng bức lún bộ phận lún ít, hoặc kích nâng bộ phận lún nhiều. Trong quá trình chữa nghiêng, phải bố trí hệ thống kiểm tra nghiêm ngặt.

Tóm lại thay thế chữa nghiêng có hai loại lớn là thay thế chữa nghiêng bằng cưỡng bức lún và thay thế chữa nghiêng bằng kích nâng. Thực chất của nó là điều chỉnh lún không đều của móng bằng con người, đạt được mục đích của chữa nghiêng.

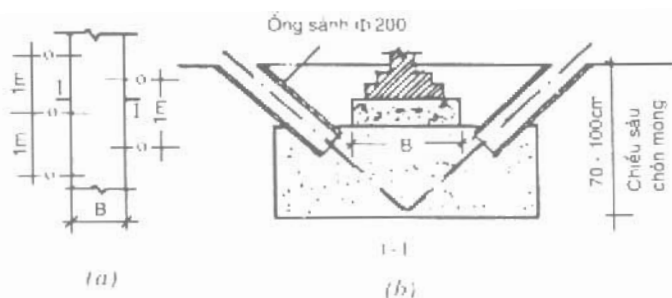
3.8.1. Thay thế chữa nghiêng bằng cưỡng bức lún

Phương pháp chữa nghiêng cưỡng bức lún là phương pháp chữa nghiêng mà phía móng lún nhiều của công trình nghiêng dùng biện pháp ngăn chặn lún, còn phía lún tương đối ít dùng biện pháp cưỡng bức lún. Phương pháp cưỡng bức lún chữa nghiêng bao gồm các phương pháp chữa nghiêng như phương pháp đào đất trực tiếp, phương pháp khoan lỗ lấy đất, phương pháp loại bỏ ứng suất nền, phương pháp xối nước đào đất hạ giếng chìm đến lớp đất sâu, phương pháp đào lõi hút hạ mực nước theo chiều ngược, phương pháp kích cọc đào đất, phương pháp nén tải trọng, phương pháp hạ mực nước, phương pháp phun nước.

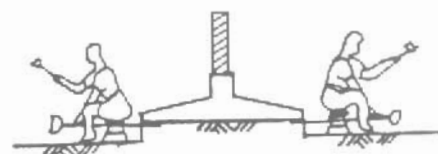
1. Phương pháp chữa nghiêng trực tiếp đào đất

1. Công nghệ thi công

Một phương pháp đào đất trực tiếp là ở hai phía móng của bộ phận lún ít của công trình, bố trí mặt bằng đan xen nhau, cứ cách một khoảng cách nhất định (khoảng 1m), đóng nghiêng vào một ống sành $\varnothing 200$ hình thành lỗ đào đất, như hình 3.98, sau đó dùng ống thép đào đất theo từng đoạn trong ống, cưỡng bức móng của vị trí này lún xuống. Mỗi giai đoạn cưỡng bức có thể xác định khoảng 20mm, đợi cho sau khi lún ổn định, lại tiến hành giai đoạn đào đất sau, phương pháp đào đất này phù hợp với chữa nghiêng cưỡng bức của lớp đệm cát hoặc nền cát, nên có thể gọi là phương pháp chữa nghiêng hút cát (Trang Hạ (1962). *Kinh nghiệm bước đầu dùng hút cát điều chỉnh lún không đều của công trình*. Viện thiết kế công nghiệp tỉnh Triết Giang). Để tăng tốc độ lún cưỡng bức, còn có thể xối nước trong lỗ đào cát, làm cho cát chìm xuống. Nhưng xối nước và áp lực đều không nên quá lớn, nói chung để lỗ cát tự kín lại là giới hạn. Chiều sâu hút cát cũng không nên quá lớn, ít nhất nên nhỏ hơn chiều dày lớp đệm là 10cm, để tránh xáo động nền đất sét yếu dưới lớp đệm cát

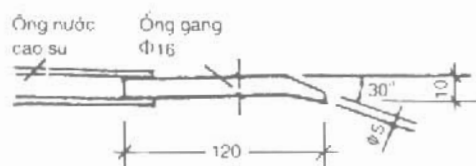


Hình 3.98. Bố trí mặt bằng và mặt cắt lỗ hút cát của phương pháp chừa nghiêng hút cát.
a. Bố trí mặt bằng; b. Mặt cắt; B. Chiều rộng móng.



Hình 3.99. Sơ đồ đào đất xuyên lỗ

Một phương pháp đào đất chừa nghiêng trực tiếp khác là đào hai phía móng của bộ phận lún ít của công trình, đào đến dưới cốt cao độ mặt đáy móng khoảng 20cm, sau đó theo vị trí đan xen của mặt bằng, cứ cách một khoảng cách nhất định, đào đất lỗ xuyên ngang dưới đáy móng, có thể gọi là phương pháp chừa nghiêng đục lỗ đào đất, như hình 3.99. Phương pháp đào đất này phù hợp với chừa nghiêng cường bức nên có lần phế thải của nhà (như đất đắp có lẫn sỏi, mảnh sành). Để tăng tốc độ lún cường bức, cũng có thể xối nước mở rộng lỗ, có thể gọi là phương pháp xối nước đào lỗ, nhưng có mạo hiểm nhất định. Hình 3.100 là sơ đồ đầu phun nước dùng để xối nước mở rộng lỗ. Do đào hố vượt tải ở hai bên móng (hình 3.101), lại đào tiếp xuống dưới, sau khi nền bị lộ ra ngoài, để chảy dềo ra phía ngoài từ dưới mép của móng. Do đó trước khi xuyên lỗ đào đất nhất định phải xếp một số đá (hình 3.101), lắp đặt thiết bị báo động, để đề phòng nếu một bộ phận nào đó của móng chảy dềo đột ngột sẽ dùng đá lấp lại.



Hình 3.100. Sơ đồ đầu phun nước



Hình 3.101. Sơ đồ mặt cắt đào đất dày móng

Chừa nghiêng theo phương pháp đào đất ở khu vực hoàng thổ lún ướn vào những năm 50, 60 đã được các nước Liên Xô, Rumani dùng. Trung Quốc trong những năm gần đây cũng ứng dụng thành công. Trước khi chừa nghiêng phải dựa vào diện tích móng, độ lớn của tải trọng và trị số chừa nghiêng, thiết kế tốt phạm vi đào đất và khối lượng đào đất. Phương pháp đào đất có thể dùng khoan lỗ ngang đào đất từ dưới đáy móng, hoặc cứ cách một khoảng cách nhất định đào các rãnh hẹp có chiều rộng khoảng 20~30cm để đào đất. Nếu độ cứng của móng tương đối lớn, cũng có thể xem xét phương pháp đào

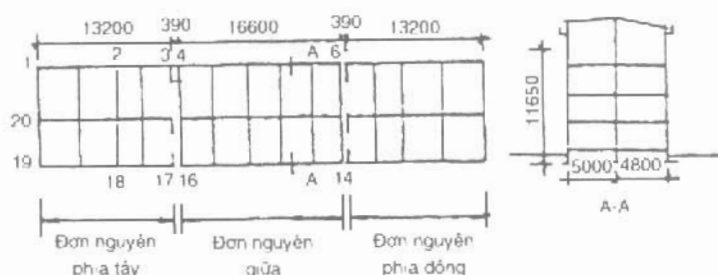
đất cả miếng, nghĩa là đào đất phạm vi lớn dưới đáy móng ở phía ngược với phương hướng của chiều nghiêng.

2. Ví dụ thực tế công trình

Xuyên lỗ đào đất chữa nghiêng một kí túc xá của tỉnh Triết Giang

- Khái quát công trình và sự cố: Toà nhà này là nhà ở 4 tầng (Trang Hạo (1979). *Xuyên lỗ chữa nghiêng nền nhà ở Viện thiết kế công nghiệp Triết Giang*). Kích thước mặt bằng xây dựng là $43,8 \times 9,8\text{m}$, hai khe lún (khe rộng 15cm) chia thành ba đơn nguyên đồng, tây và giữa (hình 3.102), độ cứng công trình tương đối lớn.

Thi công tháng 12 năm 1964, sau khi xây xong khối tường vào tháng 4 năm 1965, phát hiện chênh lệch lún tương đối lớn, nhà bị nghiêng, chiều rộng khe lún ở trên mái bị thu nhỏ lại rất nhiều. Lún ở đơn nguyên giữa lớn nhất, tiếp đó là đơn nguyên phía tây và phía đông. Trước khi



Hình 3.102. Sơ đồ mặt bằng, mặt cắt và điểm quan trắc

chữa nghiêng (13-12-1965), độ lún của điểm lún số 3 tới 18,3cm, chênh lệch lún giữa hai điểm lún 1 và 3 là 8,2cm. Thực đo lúc đó cho thấy, chiều rộng khe lún ở đơn nguyên phía tây và giữa ở trên mái chỉ còn 2,7cm, mà đơn nguyên phía đông còn 9,8cm.

- Nguyên nhân sự cố: do trong phạm vi lớp nền lún phía dưới đáy móng tồn tại lớp đất đắp thủ công có chiều dày thay đổi.

Lớp chống đỡ đáy móng của nền là lớp đắp thủ công, trong đó lớp 1a là lớp đất sét bột, bên trong có các tạp chất như mảnh ngói vỡ, vôi vữa thừa và rác rưởi. Các mảnh gạch ngói vỡ chiếm khoảng 10~20%. Đất ở trạng thái ướt đến rất ướt, chặt vừa và hơi chặt. Chiều dày của lớp đất là 2,3~3,9m. Lớp 1b đắp thủ công là lớp bùn than, có nhiều thực vật thối rữa, chủ yếu do rác rưởi tích tụ tạo thành, lượng tồn thất thối rữa khoảng 10%. Lớp đất này rất xốp và yếu, chiều dày không đồng đều, tại điểm quan trắc lún số 3 và số 4 là dày nhất, đến 2,5m. Độ lún của lớp đất này chiếm khoảng 40% tổng độ lún.

- Xử lý sự cố: Dựa vào đặc điểm tình hình chất lượng đất nền và độ cứng công trình tương đối tốt, quyết định dùng phương pháp xuyên lỗ đào đất chữa nghiêng.

+ Chuẩn bị thi công:

- Dọn sạch hiện trường, tạo điều kiện xuyên lỗ (hình 3.101);
- Định vị trí xuyên lỗ;
- Lắp đặt điểm quan trắc;
- Chuẩn bị tốt vật liệu đá vụn để lấp lỗ hổng, vị trí xếp đồng như hình 3.101;
- Lắp đặt 3 chuông điện báo động, bố trí gần các điểm quan trắc số 1, 2, 3 để không chệch lún. Đặc biệt là ban đêm, nếu có đột biến sẽ tự động báo động, để kịp thời xử lý;

- Chuẩn bị đủ dụng cụ và phụ tùng thay thế để xuyên lỗ, như hóa, đục, đèn pin, kính phản quang, chiếu sáng hiện trường, ống nước cao su, bơm nước quay tay, hố tập trung nước, rãnh thoát nước, đầu phun nước dùng để xối nước mở rộng hố;

+ Các bước thi công:

- Thao tác xuyên lỗ. Mỗi nhóm hai người cùng đục một lỗ (hình 3.99). Đầu tiên đục lỗ khoảng $20 \times 20\text{cm}$, sau dần dần mở rộng lỗ đến $40 \times 25\text{cm}$, khoảng cách các lỗ là 50cm ;

- Trình tự xuyên lỗ phải dựa vào tình hình cụ thể công trình để quyết định. Đầu tiên tường trong sau đó tường ngoài, trong đó khó khăn là ở chỗ nơi giao nhau của tường dọc và tường ngang;

- Để nâng cao thêm một bước hiệu quả của xuyên lỗ, cần tiến hành xối nước mở rộng lỗ. Đối với lớp đất đắp có hàm lượng gạch ngói tương đối ít, hiệu quả xối nước mở rộng lỗ rất cao, cũng dễ không chệch đường kính lỗ, vách lỗ phẳng; đối với đất đắp tạp có nhiều gạch ngói vỡ, nói chung tác dụng xối nước không lớn, nên cần đặc biệt tăng thêm một nguồn nước cao áp, mà về mặt kinh tế cũng chưa chắc đã hợp lý;

- Sau khi quan trắc lún, đối với những lỗ về cơ bản đã đáp ứng yêu cầu mở rộng lỗ đều lấp bằng đá vụn.

+ Hiệu quả và đánh giá: thực tế chứng minh, dùng phương pháp xuyên lỗ lấy đất chữa nghiêng, đã loại trừ được chênh lệch lún của công trình, hiệu quả rất tốt, thi công đơn giản, chi phí tương đối thấp.

II. Phương pháp khoan lỗ lấy đất chữa nghiêng

1. Nguyên lý chữa nghiêng

Đặc trưng của đất sét yếu là cường độ thấp mà biến dạng lớn, nếu không chế tốc độ gia tải, thì có thể nâng cao sức chịu tải của nền và giảm biến dạng nền; nếu tốc độ gia tải quá lớn, có thể làm cho nền ở vào trạng thái cắt không thoát nước được, từ đó sinh ra chảy dẻo tương đối lớn, khiến cho đất yếu dưới đáy móng bị ép ra ngoài. Điều đó không những làm tăng biến dạng nền, có khi thậm chí còn dẫn đến phá hoại cắt nền. Còn phương pháp khoan lỗ lấy đất chữa lệch chính là lợi dụng nguyên lý đất yếu dưới đáy móng bị ép ra hướng bên để điều chỉnh biến dạng và nghiêng.

2. Ví dụ thực tế công trình

Khoan lỗ lấy đất chữa nghiêng móng cột nhịp lộ thiên của một xưởng ở Thượng Hải (*Mã Phong Điền 7-1964. Thí nghiệm dùng phương pháp khoan lỗ lấy đất điều chỉnh độ nghiêng của móng. Tổng viện nghiên cứu xây dựng Bộ luyện kim*).

- Khái quát công trình và sự cố: ba móng cột phía đông nhịp lộ thiên của phân xưởng này có kích thước đáy móng là $4.3 \times 2.8\text{m}$, chôn sâu -2.10m . Dưới đáy móng có đất sét màu vàng sẫm dày khoảng 1m , bên dưới nó là đất sét có bùn. Mực nước ngầm ở độ sâu -1.20m . Bởi vì trong nhịp trước có đặt phôi thép, móng cột đã bị nghiêng với những mức độ khác nhau

- Nguyên nhân sự cố: nhà máy này ở vào vùng đất yếu, do mặt đất chất tải, làm cho độ lún của hai điểm trong và ngoài nhà theo hướng chiều dài của mặt đáy móng cột khác nhau, do đó dẫn đến móng cột bị nghiêng.

- Xử lý sự cố: hiện trường này đất yếu, quyết định dùng khoan lỗ lấy đất chữa nghiêng.

+ Biện pháp thi công

- Do hiện trường này đã sử dụng ba năm, đất nền đã nén chặt ở mức độ tương đối lớn. Để tăng áp lực phụ thêm cho móng cột, có lợi cho sau khi khoan lỗ đất được ép ra từ hướng bên, do đó trước khi khoan lỗ hai tháng tăng tải trọng đều đặn theo từng cấp 50kPa bằng thép trên móng cột, khiến cho áp lực phụ thêm của đáy móng đạt tới 76kPa, gần bằng tỉ lệ cực hạn của đất.

- Do dưới đáy móng có một lớp đất sét bột màu vàng sẫm đã nén chặt, để xác định hiệu quả của độ sâu lỗ khoan khác nhau đối với điều chỉnh nghiêng lệch, ba độ sâu lỗ khoan của móng cột dưới đáy móng lần lượt là 1,40m (1/2B- nửa chiều rộng móng); 1,0m (khoảng 1/3B); 0,70m (1/4B).

- Lỗ khoan bố trí ở bốn xung quanh phía ngoài móng, cách mép móng 3cm. Để ngăn ngừa sau khi khoan liên tục có thể sinh ra ép sập và thuận lợi cho thao tác khoan lỗ, phía trên mặt đáy của móng bố trí ống lồng đường kính trong là 76mm, dài khoảng 1m. Công cụ khoan lỗ dùng khoan xoay ốc quay tay có đường kính bên ngoài lần lượt là 40mm và 70mm. Hướng khoan lỗ vẫn từ phía đối diện móng ra hai bên cạnh. Sau đó từ lỗ đã khoan xong tiến hành đào đất.

- Để nắm vững tình hình lún và nghiêng của móng, xung quanh móng chôn điểm đo lún, đồng thời dùng máy thủy chuẩn chính xác tiến hành quan trắc. Ngoài ra, còn dùng máy kinh vĩ để kiểm tra độ nghiêng của cột bằng phương pháp đường chuẩn và phương pháp chiếu trực tiếp.

Một móng cột khác, ở phía ngoài tăng từng cấp tải trọng lệch tâm, làm cho áp lực bổ sung đáy móng phía ngoài móng từ 76kPa tăng lên 106kPa, để tăng nhanh quá trình điều chỉnh nghiêng.

+ Hiệu quả gia cố: kết quả thí nghiệm cho thấy, sau khi khoan lỗ và bên cạnh vách lỗ có ứng suất tập trung, do đó gây nên ép ra theo hướng bên của một phần khối đất. Đồng thời với nó, trong khối đất dưới phạm vi toàn bộ móng, do điều kiện biên đã thay đổi, sinh ra sự phân phối lại của ứng suất, khiến cho toàn bộ móng đều có lún phụ thêm, mà phía ngoài lún lớn hơn phía trong, đã thu được hiệu quả điều chỉnh lún.

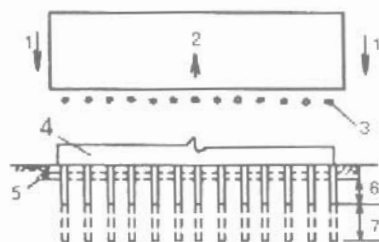
Do tốc độ lún của lỗ khoan rất thấp (phía ngoài là 0,123mm/ngày, phía trong là 0,04mm/ngày), nên quá trình điều chỉnh nghiêng là rất chậm, ngoài ra, hướng bên ép ra là có hạn, do đó tính ổn định của nền không bị mất đi. Nếu chiếu sau lỗ khoan xuyên qua lớp đất cứng màu vàng sẫm đến lớp đất bùn tương đối yếu thì hiệu quả chữa nghiêng tương đối tốt. Sau khi dùng gia tải lệch tâm ở phía ngoài và tăng chiều sâu lỗ khoan, đối với hiệu quả điều chỉnh nghiêng càng rõ rệt, hiệu quả đạt tới 2,22~3,75‰. Sau khi ngừng công việc khoan lỗ lấy đất, biến dạng ổn định rất nhanh.

Sau khi dỡ bỏ tải trọng đều 50kPa trên móng cột, theo đó sinh ra hiện tượng hồi phục trở lại của móng cột, trị số hồi phục trở lại ở hai phía trong ngoài gần như bằng nhau.

III. Phương pháp loại bỏ ứng suất nền chữa nghiêng

1. Nguyên lý cơ bản

Chữa nghiêng bằng loại bỏ ứng suất nền là ở phía lún tương đối nhỏ của công trình nghiêng bố trí hàng lỗ khoan đường kính lớn đáy đặc (hình 3.103), sau đó chia từng thời kì, từng đợt đào lượng đất yếu thích hợp ở chỗ độ sâu hợp lí của lỗ khoan một cách có kế hoạch, có trình tự, đồng thời phối hợp với các biện pháp thúc đẩy lún, để ứng suất nền trong phạm vi cục bộ được loại bỏ, thúc đẩy đất yếu chuyển dịch đến phía này, làm tăng độ lún nền của phía đó. Đồng thời ở phía vốn có độ lún tương đối lớn đảm bảo một cách nghiêm ngặt đất nền không bị chấn động, tránh trong quá trình chữa nghiêng sinh ra lún phụ thêm, cuối cùng đạt được mục đích mong muốn chữa nghiêng, đồng thời có hiệu quả hạn chế lún.



Hình 3.103. Sơ đồ bố trí lỗ loại bỏ ứng suất

1. Nghiêng phía nam; 2. Nghiêng phía bắc; 3. Lỗ loại bỏ ứng suất; 4. Công trình; 5. Tấm đáy; 6. Đoạn ống lồng; 7. Đoạn đào đất.

Nguyên lí làm việc chủ yếu của phương pháp này là:

- ① Loại bỏ ứng suất hướng tâm của đất xung quanh lỗ, lỗ là hình tròn bị nén ép thành hình bầu dục hoặc hình trứng không có quy cách, cho đến khi nén ép bẹp;
- ② Loại bỏ tổng lực cản chống cắt hướng đứng dọc theo thân lỗ, có lợi cho việc tạo ra xê dịch theo hướng đứng hai phía của tuyến trục dầy cọc, đồng thời làm cho ứng suất khối đất ngoài dây lỗ được loại bỏ một cách rõ rệt;
- ③ Nếu có lớp kẹp bùn yếu, loại bỏ trọng điểm là ứng suất hướng bên về phía lún tương đối nhỏ trong lớp đất yếu ở dưới sâu, để thuận lợi ép bùn và lấy đất;
- ④ Loại bỏ cục bộ áp lực đáy móng về phía lún vốn tương đối lớn, khiến cho đất nền ở đáy ở vào trạng thái hồi phục mất tải;
- ⑤ Loại bỏ ứng suất của đất ở hai phía trong lớp đất yếu, tiếp đó xuất hiện “hiệu ứng tâm vênh lên”, làm cho ứng suất hướng đứng của đất yếu ở vị trí giữa tạm thời tăng lên, đồng thời dọc theo phương ngang, thang độ ứng suất hướng đứng từ trung tâm hướng ra xung quanh cũng tăng cao. Như vậy có thể khiến cho biến dạng và chuyển vị của đất yếu sinh ra một cách chậm chạp, có lợi cho an toàn móng và kết cấu xây dựng.

“Hai làm đều” là:

① Làm đều mô đun biến dạng của đất nền, làm cho đất cứng phía vốn lún tương đối nhỏ sinh ra biến dạng cắt nhất định (mà mô đun biến dạng cắt tuyến giảm đi), tiếp cận với mô đun biến dạng ban đầu của hố đất yếu chưa bị xáo động, từ đó mô đun biến dạng của hai phía đất nền dưới toàn bộ công trình có xu hướng đồng đều;

② Trong quá trình chữa nghiêng áp lực đáy móng có xu hướng đồng đều, vì thế cần gia tải ở phía cứng, dỡ tải ở phía mềm.

2. Tình hình thi công

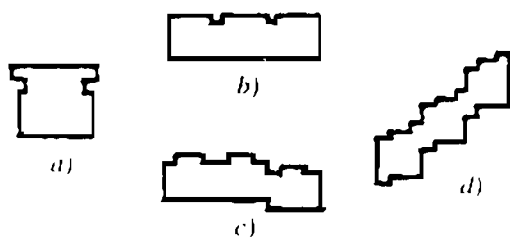
Thi công có thể chia thành mấy giai đoạn như: định vị lỗ, khoan lỗ, hạ ống lồng, đào đất, thoát nước trong lỗ và cuối cùng là nhỏ ống lấp đất. Vị trí lỗ (khoảng cách lỗ) quyết

định ở hình thức mặt bằng ngôi nhà, hướng nghiêng, độ nghiêng và đặc điểm kết cấu ngôi nhà cùng với điều kiện chôn lấp của chat đất. Khoan lỗ dùng công cụ đặc biệt để đào. Kích thước đường kính lỗ thường là $\varnothing 400\text{mm}$. Chiều sâu lỗ và chiều dài ống lồng quyết định ở vị trí đào đất. Đào đất dùng khoan lớn hoặc búa lớn. Số lần, số lượng đào đất và thời gian gián đoạn của các lần đào đất dựa vào tài liệu độ lún đo thực tế và độ nghiêng, kết hợp với phương án thi công của công trình cụ thể để quyết định. Thoát nước trong lỗ dùng bơm nước ngầm để giảm áp lực nước và ép bùn có tính tạm thời. Nhổ ống cũng cần nhổ xen kẽ, đồng thời nhanh chóng lấp lại bằng loại đất thích hợp. Tóm lại, trong toàn bộ quá trình chữa nghiêng, cố gắng làm cho nền biến dạng đều trong phạm vi bố trí lỗ, độ lớn biến dạng cũng cần khống chế một cách chặt chẽ. Ngoài ra còn cần chuẩn bị hàng loạt biện pháp thúc đẩy lún (như xáo động bằng nước có áp, thêm lỗ, cắt rãnh) hoặc gián đoạn, để sử dụng khi cần thiết.

Trong trường hợp thông thường, cứ mỗi lần đào đất, chuyển dịch chữa nghiêng của nhà đều rất nhạy cảm. Lượng đào đất và lượng chữa nghiêng về cơ bản giữ bằng nhau. Cần quan trắc khống chế độ lún, độ nghiêng trong toàn bộ quá trình chữa nghiêng từ đầu đến cuối trong thi công, nghĩa là dùng “phương pháp thi công thông tin hoá”, kịp thời đưa trở lại kết quả quan trắc cho người quyết định để tham khảo nhằm điều chỉnh kế hoạch thi công, đảm bảo an toàn tuyệt đối cho công trình.

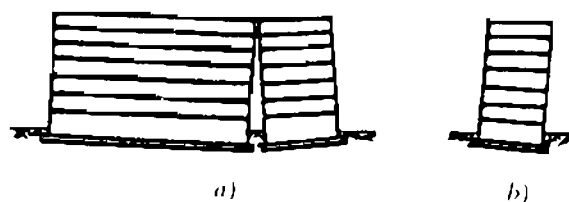
3. Công trình thực tiễn

Số tầng của nhà được chữa nghiêng của thành phố Vũ Hán nói chung là 5~9 tầng, chiều cao là 15~27m, móng phần lớn là móng bè, hình dạng mặt bằng có kiểu điểm, dài, lệch, răng cưa (hình 3.104). Độ nghiêng là $7\text{‰} \sim 20\text{‰}$, hướng nghiêng phức tạp, có hướng ngang, hướng dọc, hướng xiên, còn kèm theo hiện tượng vặn, uốn cong, vồng lên của tấm dáy, có khi mái của hai ngôi nhà gần nhau đan dần sát vào nhau, thậm chí sát hẳn vào nhau, như hình 3.105a. Hình dạng bên ngoài của ngôi nhà nghiêng giống như hình quả chuối, như hình 3.105b. Độ nghiêng của tấm sàn các tầng không giống nhau, bên dưới lớn, bên trên nhỏ, mà dần dần thu nhỏ có quy luật lên phía trên.



Hình 3.104. Hình dạng mặt bằng ngôi nhà

a. Kiểu điểm; b. Kiểu dài;
c. Kiểu so le; d. Kiểu răng cưa.



Hình 3.105. Tình trạng nghiêng của ngôi nhà

Bảng 3.24 là kết quả chữa nghiêng trên 10 công trình của thành phố này. Thực tiễn cho thấy, dùng phương pháp loại bỏ ứng suất nền để chữa nghiêng công trình thu được kết quả

rất tốt, hiệu quả cao, ổn định. Thông thường thời gian thi công chữa nghiêng của một ngôi nhà chỉ khoảng một tháng, ngắn nhất chỉ cần 6 ngày, mà hề dùng đào đất, việc loại bỏ ứng suất trong đất cũng tự động giảm chậm lại một cách tương ứng, lún phụ thêm của toàn bộ nền cũng tắt rất nhanh. Đất nền về phía lún tương đối nhỏ tuy được loại bỏ ứng suất sinh ra biến dạng cắt tương đối lớn, mô đun biến dạng của nó tuy có phần giảm đi, nhưng tốc độ lún tương đối lớn (thường khống chế trong khoảng 12~14mm/ngày) chỉ duy trì trong một tuần. Sau hai tuần thường giảm đến dưới 0,3mm/ngày. Ngoài ra, lượng chữa nghiêng tự nhiên giai đoạn sau cũng không lớn lắm, chưa từng có hiện tượng “quá đà”.

Bảng 3.24. Số liệu thực tế hiệu quả chữa nghiêng công trình

Tên nhà ở		Tầng	Kích thước tấm đáy móng (m × m)	Độ nghiêng lớn nhất (‰)		Tốc độ lún (mm/ngày)	
				Trước khi sửa chữa	Sau khi sửa chữa	Trước khi sửa chữa	Sau khi sửa chữa
A	36*	7	20 × 24	$W \rightarrow E$ 18,7	$W \rightarrow E$ (5,0)	0,36	0,08
	30*	7	20 × 24	$N \rightarrow S$ 9,00	$W \rightarrow E$ 3,23	0,31	0,12
	20*	6	40 × 14	$W \rightarrow E$ 5,78	$W \rightarrow E$ 2,47	0,15	0,11
	34*	6	40 × 15	$N \rightarrow S$ 7,81	$N \rightarrow S$ 4,30	0,14	0,12
	29*	6	17 × 40	$W \rightarrow E$ 14,62	$W \rightarrow E$ 3,49	0,40	0,14
	28*	6	17 × 40	$N \rightarrow S$ 8,60	$W \rightarrow E$ 5,75	0,09	0,18
	1*	5	29 × 15	$S \rightarrow N$ 11,87	$N \rightarrow S$ 2,67	-	0,12
	39*	7	20 × 24	$E \rightarrow W$ 16,19	$S \rightarrow N$ 3,33	-	0,15
	41*	6	3(10 × 10)	$E \rightarrow N$ 12,37	$N \rightarrow S$ 2,90	0,32	0,19
B	Lầu chính	8	18 × 56	$S \rightarrow N$ 13,10	$S \rightarrow N$ 6,34	0,25	0,13
	Lầu phụ	8	14 × 10	$S \rightarrow N$ 19,18	$S \rightarrow N$ 7,05	0,22	0,12
Đường Tinh Vũ		9	17 × 56	$N \rightarrow S$ 16,4	$W \rightarrow E$ 3,60	0,30	0,11

Ghi chú: A - Công trình đợt II của tiểu khu đường Tân Hoa Hạ;

B - Nhà lấy nước.

1. Có dấu () là lấy giá trị bình quân, xét đến sai số trong thi công;
2. Sau khi chữa nghiêng, độ nghiêng lớn nhất không nhất định là hướng cũ;
3. Lầu phụ của nhà lấy nước ngừng chữa nghiêng quá sớm, sau khi chữa nghiêng vừa đạt yêu cầu, lại chịu ảnh hưởng của việc đào bể phân;
4. Tốc độ lún sau khi chữa nghiêng xong, nói chung là số đo thực tế sau 4 tháng có tải;
5. 29*, 39*, 41* của đường Tân Hoa Hạ là đơn vị khác dùng phương pháp khác chữa nghiêng chưa xong, sau đó mới dùng phương pháp này.

Phân tích thực tiễn thi công chữa nghiêng hơn 10 nhà có từ 5 đến 9 tầng trong hơn một năm và kết quả quan trắc khống chế độ lún, sử dụng phương pháp này chữa nghiêng đã có tác dụng hạn chế lún. Có thể thu được một số kết luận sau:

- Xử lý chữa nghiêng bằng phương pháp này có thể giảm một cách đáng kể lún phụ thêm trong thi công của phía lún tương đối lớn đã có, thậm chí mép mặt đáy móng phía yếu của một số nhà còn có hiện tượng tạm thời bị nâng lên thời gian ngắn.

- Đào đất phía cứng, đất sẽ hơi bị mềm đi, phải tăng lún của phía này, nhưng độ lún và tốc độ lún của đất nền phía yếu được ngăn cản một cách rõ rệt. Kết quả đo và quan trắc tiếp tục lún sau khi chữa nghiêng xong của 10 ngôi nhà cho thấy: ① Sự tắt dần tốc độ lún giai đoạn sau của công trình nhanh hơn rất nhiều so với trước khi chữa nghiêng; ② Độ lún ổn định S tìm ra bằng các công thức kinh nghiệm và bán kính nghiệm nhỏ hơn rất nhiều so với độ lún suy ra từ các tư liệu đo thực tế trước khi chữa nghiêng, nghĩa là tổng độ lún giảm đi rõ rệt. Độ chênh lệch lún ổn định ΔS suy ra của công trình cũng như vậy. Nguyên nhân của nó không ngoài mấy điểm sau: ① Sau khi chữa nghiêng có thể thay đổi sự phân bố áp lực đáy móng một cách có hiệu quả, từ đó loại bỏ những nhân tố lưu biến cắt của đất nền không ngừng bị ép ra ngoài, đồng thời giảm lún mà do biến dạng hướng bên của bộ phận này gây nên; ② Sau khi chữa nghiêng có thể cải thiện phân bố ứng suất của đất nền, đồng thời cũng làm cho mô đun biến dạng của đất nền được đồng đều và cải thiện, loại bỏ hiện tượng đất yếu phía yếu gánh chịu ngày càng tăng; ③ Phương pháp này có thể bảo vệ đất nền phía yếu ở mức độ lớn nhất, đó là điểm mấu chốt hạn chế lún.

4. Đặc điểm chữa nghiêng của phương pháp loại bỏ ứng suất nền

Đặc điểm của phương pháp chữa nghiêng loại bỏ ứng suất nền là:

- Đặc điểm của phương pháp này là đào sâu không đào nông; đào mềm không đào cứng, đào phía ngoài đáy móng, không đào phía trong đáy móng;
- Đào đất có thể phân tán trên mặt bằng làm việc ở mức cao nhất, mà không tập trung tương đối như đào đất trực tiếp hoặc xối nước đào đất ở lớp sâu;
- Có thể bảo vệ chặt chẽ lớp đỡ có chiều sâu nhất định mặt dưới đáy móng, như lớp đệm cát hoặc lớp đất tốt, khiến nó trở thành lớp bảo vệ điều tiết áp lực đáy móng;
- Nói chung không cần gia cố đất yếu dưới vị trí lún nghiêng nhiều, bởi vì loại bỏ ứng suất ngăn cản bộ phận lún nhiều của đất yếu tiếp tục bị ép ra ngoài;
- Do tác dụng cách li của hàng lỗ khoan, cường bức lún bộ phận lún ít, không làm xáo động nền của công trình bên cạnh quá nhiều.

IV. Phương pháp chữa nghiêng xối nước thải đất ở lớp sâu bằng giếng chìm

1. Nguyên lý chữa nghiêng

Chữa nghiêng xối nước thải đất ở lớp sâu bằng giếng chìm, là phương pháp chữa nghiêng cưỡng bức lún, thông qua những lỗ ở vách giếng chìm, dùng súng phun nước cao áp đưa vào phần nền lún ít của móng tiến hành xối nước thải đất lớp sâu chữa nghiêng cưỡng bức. Nói chung bố trí một hàng giếng chìm phía ngoài khu vực lún ít của móng, độ sâu khoảng 5m. Nơi cao hơn phần đáy 0,50m trên vách giếng chìm để 4~6 lỗ xối nước. Toàn bộ quá trình xối nước thải đất là quá trình chữa nghiêng của ngôi nhà.

2. Ví dụ thực tế công trình

Xối nước thải đất ở lớp sâu bằng giếng chìm của một ngôi nhà ở thuộc tỉnh Triết Giang để chữa nghiêng.

- Khái quát công trình và sự cố: ngôi nhà ở này là kết cấu gạch-bê tông 4 tầng, diện tích tầng dưới là 212m²; dùng móng bè. Khi thi công không bố trí điểm quan trắc lún. Sau khi hoàn công công trình, tháng 5 năm 1986 lấy cốt cao độ $\pm 0,00$ thiết kế lúc đó làm điểm

chuẩn tiến hành quan trắc lún, phát hiện công trình có xu thế nghiêng về phía bắc, và đang phát triển, kết quả quan trắc trước và sau chữa lún như bảng 3.25.

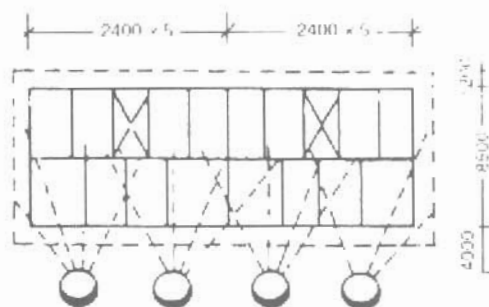
Bảng 3.25. So sánh độ lún, độ lệch lún, độ nghiêng của hai bức tường hồi trước và sau khi chữa nghiêng

Số nhà	Chữa lệch	Độ lún cộng dồn (cm)				Chênh lệch lún tường đầu hồi Bắc Nam (cm)		Độ nghiêng ($'$, $''$)	
		Đông Bắc	Đông Nam	Tây Bắc	Tây Nam	Đông	Tây	Đông	Tây
30*	Trước	39,6	11,6	38,5	15,5	28,0	23,0	32,9	27,1
	Sau	44,2	41,6	36,9	35,1	2,6	1,8	3,1	2,1

- Nguyên nhân sự cố: tiểu khu nhà ở này bắt đầu xây dựng vào năm 1984. Vì là cánh đồng bồi tích, mặt đất trống trọt dày 1,5m, dưới là lớp bùn dẻo chảy dày 5~7m, độ ẩm trên 50%, sức chịu tải cho phép của nền là 60kPa, tính nền lún lớn, đến độ sâu dưới 8m mới xuất hiện lớp đất sét mà có sức chịu tải cho phép của nền là 120kPa. Ở nơi này nguyên là dấu vết cũ của tường thành cổ, còn lại móng cọc gỗ thông nằm trong lớp bùn chôn sâu từ phía tây sang phía đông. Phía nam tấm móng của ngôi nhà này đi qua dấu vết cũ của tường thành, do đó làm cho ngôi nhà nghiêng theo hướng bắc.

- Xử lý sự cố: trước đã dùng phương pháp “chìm giếng tập trung bùn và nền cùng đồng thời” tiến hành thử nghiệm chữa nghiêng cho một ngôi nhà khác ở tiểu khu này, kết quả không được tốt lắm. Nguyên nhân chủ yếu là lượng tập trung bùn quá ít. Trên cơ sở tổng kết kinh nghiệm và nghiên cứu của các bên, quyết định dùng phương pháp chữa nghiêng xói nước thải đất ở lớp sâu bằng giếng chìm.

+ Thiết kế: về phía lún ít của ngôi nhà cách tuyến trục tường ngoài 4m, bố trí 4 giếng chìm có đường kính 2m (hình 3.106). Vách giếng dùng gạch mác 75 và vữa xi măng mác 50 xây tường dày một hàng gạch. Phần đáy là chân giếng chìm bê tông cốt thép mác 300# cao 0,5m, dày 24cm, chiều sâu của giếng khoảng 4,5m. Chỗ cao hơn phần đáy 0,5m bố trí 4~5 lỗ xói nước. Ngoài hai điểm quan trắc của tường đầu hồi đã có, bố trí thêm 7 điểm quan trắc ở mặt tường ngoài của nơi giao nhau của tường dọc và ngang phía trước. Tường sau và trên công trình gần đó cũng bố trí một số điểm quan trắc, để ngăn ngừa do hạ mực nước ngầm dẫn đến lún không nền cổ.



Hình 3.106. Sơ đồ bố trí giếng chìm và mặt bằng xói nước

+ Thi công chữa nghiêng:

• Công cụ và vật liệu thi công: bơm nước cao áp loại nhỏ để xói nước, đường ống dẫn nước, ống xói, máy kinh vĩ và thủy chuẩn để quan trắc và bơm nước ngầm để thải nước. Vật liệu có xi măng, gạch xây, cốt thép.

- Thi công hạ giếng: đầu tiên làm phẳng mặt bằng, sau đó tiến hành định vị phông tuyến giếng chìm, dựng ván khuôn, đổ bê tông cốt thép chân giếng, bảo dưỡng, tháo ván khuôn. Tiếp đó xây vách giếng bên trên, đào hạ giếng đến cao độ thiết kế dự kiến. Thi công hạ giếng phải theo yêu cầu của thiết kế một cách nghiêm ngặt, chú ý an toàn. Trong mỗi một giếng chìm, ở chỗ cách phần đáy 0,5m để sẵn 4~5 lỗ xối nước.

- Thi công xối nước và quan trắc lún: sau khi kết thúc thi công hạ giếng, tiến hành một lần quan trắc lún, đồng thời ghi chép độ lún của các điểm, tính toán độ chênh lệch trước và sau khi lún của công trình, để thuận lợi xếp đặt sơ bộ tiến độ thi công xối nước. Hàng ngày phải có người chuyên trách quan sát, độ lún của mỗi ngày phải khống chế nghiêm ngặt trong phạm vi 5mm/ngày, để tránh công trình bị hư hỏng. Hàng ngày sau khi đạt được chỉ tiêu lún dự định, phải ngừng xối nước ngay. Đặc biệt là ngày mưa, do ảnh hưởng dòng nước của giếng chìm mà làm tăng thêm lún, cần đặc biệt tăng cường quan trắc, khống chế tốc độ lún (có thể dùng số lượng lỗ xối và độ sâu xối nước để khống chế). Ngày 15-1-1988 chính thức bắt đầu xối nước cao áp vào khối đất ở dưới mặt đáy móng bằng các lỗ phun nằm ngang trong giếng chìm. Trình tự của nó là: trước tiên ở hai đầu, sau đó là ở giữa, đồng thời có người chuyên trách ghi chép độ lún một cách chính xác hàng ngày, để xác định lỗ xối, số lượng, độ sâu và phương hướng xối nước cho ngày hôm sau. Trong một tuần lễ khi bắt đầu thi công, khống chế chiều sâu theo phương ngang của lỗ xối cách trục trước 6,5m, sau đó dần dần rút ngắn lại dựa theo độ lún đo được theo thực tế (khi cần thiết xối lại thêm một ngày ở đoạn giữa mà có độ sâu 6,5m). Thông thường mỗi ngày khoảng 4 lỗ xối cho mỗi giếng chìm. Lặp đi lặp lại như vậy, cho đến khi độ chênh lệch lún trước và sau nằm trong phạm vi khống chế, để độ nghiêng của công trình được khống chế trong phạm vi quy định.

- Xử lý bùn nước bẩn: để đảm bảo đường thoát nước được thông thoáng, gần giếng chìm, bố trí một bể lắng bùn, hút bùn từ giếng chìm vào bể này, nước trong sau khi lắng đọng được thoát ra bằng đường thoát nước.

+ Hiệu quả chữa nghiêng: Qua 40 ngày thi công xối nước ở lớp sâu, công trình đã trở về trong phạm vi độ nghiêng cho phép, như bảng 3.25. Các công trình bên cạnh cũng không chịu ảnh hưởng, chữa nghiêng đã thắng lợi.

V. Phương pháp chữa nghiêng bằng cách đào đất, hút nước theo hướng ngược lại

Phương pháp này là ở hướng ngược lại của nhà bị nghiêng, đào lỗ nghiêng theo một góc độ nhất định, sâu xuống dưới mũi cọc, đào đất trong lỗ ở chỗ 1/3~1/2 chiều rộng của móng, để hình thành một lỗ rỗng nhất định, đồng thời nhờ vào tác dụng hút nước (cát), đồng thời hút nước và bùn ở trong nền ra, để tăng tốc độ lún, đạt được mục đích chữa nghiêng. Nó giải quyết được vấn đề chữa nghiêng nhà trên móng cọc sâu.

1. Công nghệ thi công

Phương pháp này chia làm hai giai đoạn chữa nghiêng, giai đoạn thứ nhất là khoan lỗ đào đất; giai đoạn thứ hai là hút nước. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng, sau khi khoan lỗ đào đất, do vùng gần vách lỗ sinh ra ứng suất tập trung, do đó tạo ra sự nén ép ngang của khối đất xung quanh lỗ. Cùng với việc đó, trong toàn bộ khối đất dưới phạm vi móng cọc,

do đã thay đổi điều kiện biên, ứng suất được phân bố lại, khiến cho toàn bộ móng cùng với khối đất ở dưới móng đều lún đồng bộ. Nói chung độ lún phía ngoài lớn hơn độ lún phía trong. Ngoài ra, sau khi đào đất đã làm giảm diện tích đỡ của móng cọc, dưới tác động của tải trọng bản thân công trình, móng cọc và khối đất, sinh ra lún đều, cũng vậy phía ngoài lớn hơn phía trong, mà đồng bộ. Ứng suất phụ thêm giảm dần theo độ tăng của chiều sâu, do đó tốc độ lún và ảnh hưởng tương đối chậm, vì vậy lún của nền không có ảnh hưởng gì đến tính tổng thể của công trình.

Công tác hút nước là một biện pháp tăng tốc độ lún, đồng thời lại có công năng khống chế lún, chỉnh nghiêng. Khi hút nước dùng máy nén không khí đưa khí nén vào trong lỗ, tạo ra dòng khí tốc độ cao, tạo thành hỗn hợp nước-không khí, còn đồng thời thải bùn và nước trong lỗ ra ngoài, hình thành lỗ rỗng nhất định, dưới tác động của trọng lượng bản thân công trình và khối đất, lún đồng đều và chậm chạp. Do hút nước, mức nước ngầm hạ xuống làm cho ứng suất hữu hiệu của khối đất tăng lên, vì thế sinh ra lún. Cho nên tốc độ lún quyết định ở cường độ hút nước, cường độ hút nước lớn, tốc độ lún nhanh, ngược lại thì chậm. Từ hình 3.107 có thể thấy, khi hút nước, đường cong hạ xuống rất nhanh, sau khi ngừng hút nước, đường cong tương đối bằng phẳng, tiến dần tới ổn định. Từ đó có thể thấy, tác dụng của hút nước đối với khống chế chữa nghiêng tương đối rõ rệt.

Thực tiễn cho thấy, giữa độ chênh lệch lún tương đối và trị số độ nghiêng còn có quan hệ tuyến tính, công thức của nó là:

$$\Delta I = I - K\Delta S \quad (3.11)$$

Trong đó: ΔI - Trị số nghiêng dư (mm);

I - Tổng trị số nghiêng (mm);

K - Hệ số nắn chỉnh độ nghiêng, $K = \text{Chiều cao nhà/chiều rộng nhà}$ (có liên quan đến vị trí điểm quan trắc);

ΔS - Độ chênh lệch lún tương đối (mm).

Từ đó có thể thấy, độ lớn của trị số độ nghiêng dư, chủ yếu do độ chênh lệch lún tương đối quyết định, trị số này càng lớn, hiệu quả chữa nghiêng càng rõ rệt, trị số độ nghiêng dư càng nhỏ.

Sau khi khoan lỗ đào đất, trong địa tầng xuất hiện hố rỗng nhất định, do sự ép ngang của khối đất, sự phân bố lại của ứng suất, độ chênh lệch lún tương đối có thể tính theo công thức sau:

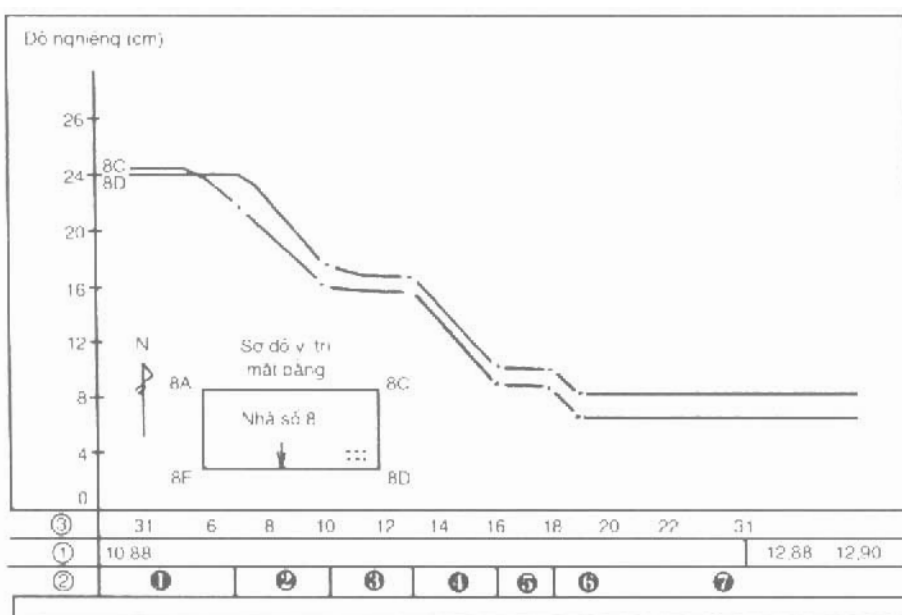
$$\Delta S = \frac{\pi}{4} ND^2 / L \quad (3.12)$$

Trong đó: ΔS - Độ chênh lệch lún tương đối (m);

D - Đường kính lỗ khoan (m);

L - Khoảng cách lỗ khoan (m);

N - Hệ số hiệu chỉnh lớp đất, có liên quan đến tính năng cơ học vật lý của đất, nói chung lấy bằng 1,0~1,2.



Hình 3.107. Biểu đồ đường cong quan hệ độ nghiêng và thời gian của ngôi nhà số 8

- ① Ngày thi công; ② Năm tháng thi công; ③ Giai đoạn thi công
 ① Giai đoạn thi công khoan lỗ; ② Hút nước; ③ Ngừng hút;
 ④ Hút nước; ⑤ Ngừng hút; ⑥ Hút nước; ⑦ Giai đoạn quan trắc.

Công thức 3.12 phản ánh độ chênh lệch lún tương đối sau khi đào đất tỉ lệ thuận với bình phương đường kính lỗ khoan, tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa các lỗ khoan, do đó chỉ cần biết trị số độ nghiêng của ngôi nhà và trị số nghiêng dư mà thiết kế chữa nghiêng đạt được thì có thể từ công thức trên dự tính đường kính, khoảng cách của lỗ khoan và độ chênh lệch lún tương đối.

Công tác chữa nghiêng, ghi nhớ phải nắn thẳng quá mức, luôn kịp thời quan trắc lún, đồng thời tôn trọng nguyên tắc từ nông đến sâu, từ nhỏ đến lớn, từ thưa đến mau. Nói chung phải theo quá trình công việc lập đi lập lại: lún - ổn định - lại lún - lại ổn định, mới có thể đạt được mục đích.

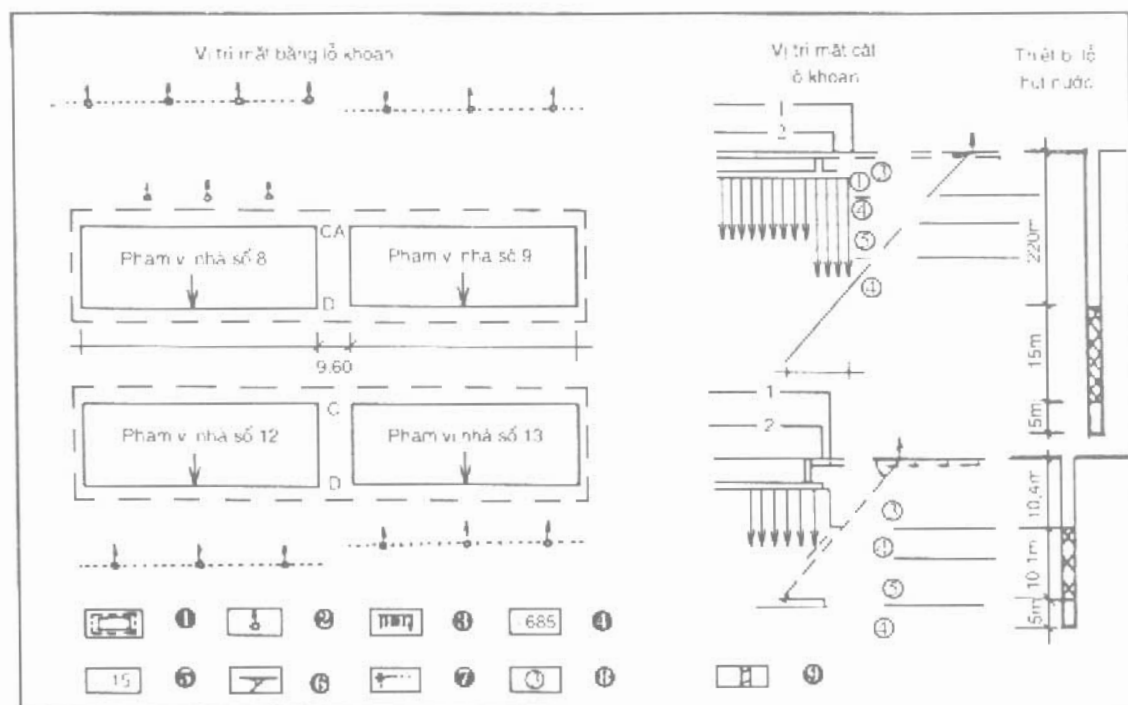
Thực tiễn công trình cho thấy, phương pháp này không chỉ dùng sửa chữa nhà nghiêng của móng cọc vùng đất yếu tương đối dầy, giống như vậy cũng dùng cho sửa chữa nhà nghiêng các loại móng khác, có khả năng ứng dụng tương đối rộng rãi. Nhưng về mặt lý thuyết, công nghệ còn cần được hoàn thiện và bổ sung hơn nữa.

2. Ví dụ thực tế công trình

Nhà ở của một tiểu khu ở Nam Kinh dùng phương pháp đào lỗ hút nước theo hướng ngược lại để chữa nghiêng.

- Khái quát công trình và sự cố: tiểu khu này nằm ở khu bãi bồi của Trường Giang, nguyên là đất canh tác, địa thế tương đối bằng phẳng. Năm 1985 khai thác làm tiểu khu nhà ở, đến nay đã xây được mấy chục ngôi nhà ở, trong đó nhà số 8, 9 là nhà ở ba đơn

nguyên 6 tầng; nhà số 12, 13 là nhà ở ba đơn nguyên 5 tầng, diện tích tầng một của công trình đều là $31,44 \times 9,64\text{m}$, đều dùng cọc nhồi để xử lý nền. Nhà số 8, 9 đều có 623 cọc, cọc của 5 hàng cọc phía bắc đều dài 15m, xếp thành dạng so le, cọc phía nam dài 9m, xếp thành dạng lưới vuông. Đầu cọc là lớp đệm bê tông dày 0,6m, trên đó là móng nguyên tấm bê tông cốt thép. Dưới cốt cao độ +0,00 là tầng khung rỗng cao 2,70m, bên trên là kết cấu gạch-bê tông, độ cứng và tính toán khối đều tốt. Sau khi xây xong nhà số 8, 9, 12, 13 vào năm 1986, phát hiện nhà bị nghiêng, hai nhà 8, 9 nghiêng về phía nam, hai nhà 12, 13 nghiêng về phía bắc, như hình 3.108 độ nghiêng lớn nhất của các nhà số 8, 9, 12, 13 lần lượt là 276mm, 289mm, 214mm và 209mm.



Hình 3.108. Thi công chữa nghiêng nhà

1. Phạm vi móng cọc; 2. Phạm vi móng nhà; ③, ⑤ Đất sét lẫn bùn; ④ Đất á sét nhẹ lẫn bùn.
 ① Phạm vi xây dựng; ② Lỗ hút nước; ③ Móng cọc; ④ Đường biên lớp đất; ⑤ Lỗ khoan và số lỗ khoan; ⑥ Góc nghiêng; ⑦ Mực nước ngầm; ⑧ Số hiệu địa tầng; ⑨ Ống lọc nước.

+ Nguyên nhân sự cố: Do những nguyên nhân như nền đào diện tích lớn chất tải và thiết kế móng cọc không tối gây nên nghiêng toàn bộ ngôi nhà.

+ Xử lý sự cố: dựa vào những nhân tố như tính tổng thể và độ cứng của kết cấu bên trên tương đối tốt và tính chất đất của nền, quyết định dùng phương pháp đào đất hút nước theo hướng ngược lại để chữa nghiêng. Yêu cầu trị số nghiêng còn lại sau khi nắn chỉnh nhà nhỏ hơn 8cm.

+ Thiết kế thi công: Chữa nghiêng cho bốn ngôi nhà, đều dùng phương pháp đào đất hút nước theo hướng ngược. Ở phía ngược lại của hướng nghiêng của mỗi ngôi nhà bố trí một hàng lỗ nghiêng, trong đó lỗ hút nước 3~7 không bằng nhau, góc nghiêng $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$, khoảng

cách lỗ là 1m, dùng mũi khoan $\varnothing 300\text{mm}$ khoan lỗ. Đường kính lỗ thực tế có thể đạt tới 350~400mm. Lỗ khoan sâu đến dưới mũi cọc, chỗ 1/3~1/2 chiều rộng móng, như hình 3.108. Sau khi đào đất xong, tiến hành bơm hút nước ngay.

Để nắm vững được tình hình lún và chỉnh nghiêng của công trình, trên bốn góc của mỗi ngôi nhà bố trí điểm quan trắc lún. Điểm thủy chuẩn bố trí thành vòng khép kín, dùng độ thủy chuẩn chính xác cấp III để đo độ chênh lệch chiều cao. Đồng thời trên công trình bên cạnh bố trí điểm đo để tiến hành quan sát đo. Đo nghiêng chủ yếu dùng phương pháp quả rọi, để thường xuyên nắm được tình hình chữa nghiêng, đồng thời dùng kính vĩ để hiệu chỉnh. Qua những công việc trên thu được 1.330 số liệu đo đạc, 302 số liệu nghiêng.

Vết nứt của công trình, dùng kính lúp có độ phóng đại mười lần để đo.

+ Ảnh hưởng của lún phụ thêm trong quá trình chữa nghiêng đối với công trình bên cạnh: trong quá trình sửa chữa nhà ở đô thị, vì mật độ công trình tương đối lớn, khoảng cách tương đối nhỏ, nên không tránh khỏi có ảnh hưởng đối với lún công trình bên cạnh. Mức độ ảnh hưởng của nó, chủ yếu quyết định ở phương án chữa nghiêng và quá trình thực thi có hợp lý hay không. Lún bổ sung có liên quan với chiều sâu dưới móng mà lỗ khoan xuyên qua. Trong trường hợp bình thường, khi lỗ khoan sâu xuống dưới mũi cọc, khoảng 1/2 chiều rộng móng, thì tỉ lệ giữa lún phụ thêm và tổng độ lún là 1:2; nếu bằng 1/3 chiều rộng móng, tỉ lệ là 1:3. Từ đó có thể thấy rằng, chiều rộng móng nhà mà lỗ khoan xuyên qua càng lớn, lún phụ thêm cũng càng lớn, ngược lại nhỏ. Nhưng độ xuyên sâu không nên nhỏ quá, nếu không sẽ không đạt được mục đích chữa nghiêng. Thực tiễn cho thấy, trong phạm vi 1/3 chiều rộng móng là hợp lý.

Phân tích đường đồng mức lún cho thấy, đường đồng mức lún của mỗi ngôi nhà, về cơ bản là lấy đường biên của một phía nhà làm trục dài, mở rộng ra phía ngoài, mặt bằng gần giống như một hình bầu dục. Lún giảm dần từ trong ra ngoài, nghĩa là ảnh hưởng không lớn đối với công trình bên cạnh. Như trong quá trình chữa nghiêng nhà số 9, chịu ảnh hưởng lớn nhất là phía bên phải nhà số 10, chênh lệch lún theo hướng ngang là 25mm, theo hướng dọc là 6mm. Từ đó có thể thấy rằng, phương pháp này trong quá trình chữa nghiêng nhà, ảnh hưởng rất nhỏ đối với công trình bên cạnh.

+ Hiệu quả chữa nghiêng: công trình chữa nghiêng này khởi công từ ngày 05 tháng 10 năm 1988, đến ngày 06 tháng 5 năm 1989 hoàn công. Khối lượng công việc hoàn thành như bảng 3.26. Từ đó có thể thấy, dùng phương pháp này chữa nghiêng cho mỗi ngôi nhà chỉ cần 1,5~2,0 tháng.

Bảng 3.27 là trị số nghiêng trước và sau khi chữa nghiêng. Qua bảng này có thể thấy, độ nghiêng cuối cùng của mỗi ngôi nhà đều thỏa mãn yêu cầu thiết kế, đạt được hiệu quả mong muốn. Qua kiểm tra mặt ngoài và biến dạng của công trình, chưa phát hiện thấy có hiện tượng không tốt nào.

+ Đánh giá tính ổn định của nhà chữa nghiêng: qua thực tiễn công trình, từ tư liệu quan trắc trong thời gian dài của hình 3.107 có thể thấy, trên đường cong độ nghiêng-thời gian, theo với sự kết thúc của công việc hút nước, đường cong có đoạn bằng phẳng, tiến dần đến ổn định rất nhanh. Như sau khi kết thúc ngôi nhà số 8 vào ngày 20 tháng 11 năm 1988, độ

nghiêng của hai điểm A, C lần lượt là 83mm và 64mm, đến ngày 05 tháng 5 năm 1989, quan trắc sau nửa năm, độ nghiêng lần lượt là 84mm và 60mm, cơ bản không thay đổi. Ngoài ra, quan trắc trong ba tháng đối với ngôi nhà số 12, 13, thay đổi chỉ từ 1 đến 3mm. Có thể thấy sau khi được chữa nghiêng nhà tương đối ổn định.

Bảng 3.26. Bảng tổng hợp khối lượng

Hạng mục	Số hiệu nhà				
	8*	9*	12*	13*	Σ
	Khối lượng công việc				
Khoan lỗ đào đất (lỗ)	35	32	32	31	130
Lỗ hút nước (lỗ)	7	3	3	4	17
Khoan sâu (m)	1597,04	1312,50	892,50	910,00	4712,04
Góc nghiêng lỗ khoan ($^{\circ}$)	50 ^o	60 ⁿ	49 ^o	60 ^o	
Độ sâu không chế (m)	41	37,5	25,5	26	
Thời gian thi công (ngày)	32	28	12	22	94
Thời gian hút nước (h)	60	88	150	80	378
Chiều rộng không chế	(1/2) <i>b</i>	(1/3) <i>b</i>	(1/3) <i>b</i>	(1/3) <i>b</i>	

Ghi chú: *b* là chiều rộng của móng (m).

Bảng 3.27. Độ nghiêng trước và sau khi chữa nghiêng

Điểm đo	Số hiệu nhà							
	8*		9*		12*		13*	
	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau
A	241	84	285	70	164	56	209	77
C	243	60	289	58	214	98	193	75
D	276	127	267	68	185	72	176	58
E	239	81	282	87	165	54	185	62

Ghi chú: Vì chiều rộng trên và dưới của nhà không bằng nhau, cá biệt giá trị nghiêng có sai số lớn

Ngoài ra, xét thấy thời gian ổn định lún của công trình trên vùng đất yếu tương đối dài (như hình 3.109). Để ngăn ngừa chình quá mức, nên để lại giá trị lún dư khoảng 0,4%H (H là chiều cao của công trình).

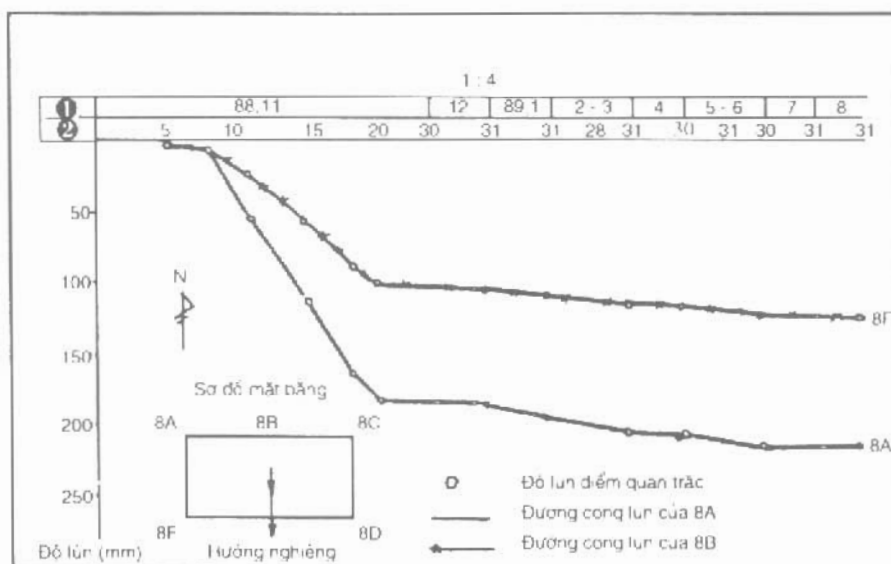
VI. Phương pháp chữa nghiêng kích cọc đào đất

- Nguyên lí làm việc

Phương pháp chữa nghiêng kích cọc đào đất là sự kết hợp hữu cơ của kĩ thuật nén tĩnh bằng cọc thanh neo và kĩ thuật đào đất. Nguyên lí làm việc của nó là đầu tiên nén cọc ở phía lún tương đối nhiều của công trình, đồng thời neo cố định ngay cọc với móng cũ làm

một, có tác dụng ngăn cản công trình lún một cách nhanh chóng, khiến cho nó ở vào trạng thái ổn định lún. Sau đó tiến hành đào đất ở phía lún tương đối ít của công trình, hình thành khe rỗng, tăng ứng suất trong đất của phía đào đất, làm cho đất nền sinh ra biến dạng dẻo, khiến cho công trình nghiêng trở lại một cách chậm chạp và đều đặn. Đồng thời, ở phía đào đất bố trí một số ít cọc bảo vệ, để nâng cao tính ổn định vĩnh cửu của công trình sau khi nghiêng trở lại. Cuối cùng đạt được mục đích khống chế chữa nghiêng.

Khi chữa nghiêng kích cọc đào đất, trạng thái ứng suất của đáy móng như hình 3.110, 3.111, 3.112, 3.113.



Hình 3.109. Đường cong lún của nhà số 8

① Năm - tháng; ② Ngày;

- Tính toán lượng chữa nghiêng công trình: sơ đồ tính toán lượng chữa nghiêng công trình như hình 3.114. Lượng chữa nghiêng công trình theo chiều đứng là:

$$S_{II} = \Delta S \cdot \frac{H}{L} \quad (3.13)$$

Trong đó: H - Chiều cao của công trình (cm);

L - Chiều rộng của công trình theo hướng chữa nghiêng (cm);

ΔS - Lượng chữa nghiêng thiết kế (cm).

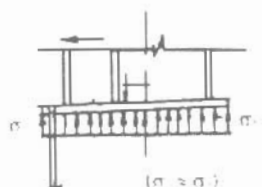
- Phương pháp chữa nghiêng: hiện nay phương pháp chữa nghiêng có rất nhiều loại, phải tiến hành xem xét cẩn thận dựa vào hình dạng của kết cấu bên trên, tình trạng chất đất, tình trạng sử dụng của cư dân, điều kiện thi công xung quanh để chọn lựa. Dưới đây là một số phương pháp do viện nghiên cứu xây dựng Bộ Luyện kim nghiên cứu thành công:

+ Phương pháp chữa nghiêng kích cọc đào cát: nếu dưới mặt đáy của móng có lớp đệm cát, mà độ cứng tổng thể của công trình lại tương đối tốt, dùng phương pháp kích cọc đào cát có thể thu được hiệu quả tương đối tốt. Như một nhà ở 6 tầng ở Phúc Châu, sau chữa

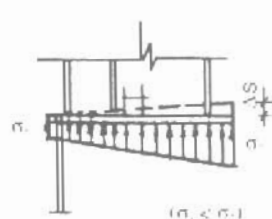
nghiêng, độ nghiêng trước là $22,3''/100$, chỉ còn là $3''/100$, hoàn toàn đáp ứng yêu cầu sử dụng, mà trong quá trình chữa nghiêng kết cấu bên trên không phát hiện vết nứt phát triển, hiệu quả chữa nghiêng tương đối lý tưởng. Khi công trình chữa nghiêng vừa kết thúc (8.1996) đã từng chịu khảo nghiệm của một trận động đất cấp 6,2 dọc bờ biển Phúc Châu, qua kiểm tra toàn diện đối với công trình, tất cả đều tốt.



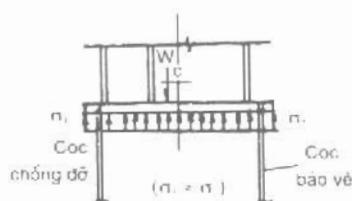
Hình 3.110. Trạng thái ứng suất đáy móng trước khi chữa nghiêng kích cọc đào đất



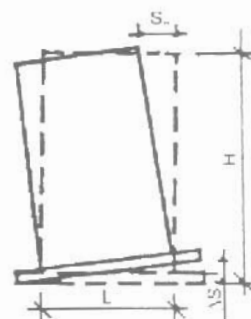
Hình 3.111. Trạng thái ứng suất đáy móng sau khi chữa nghiêng kích cọc phía lún nhiều



Hình 3.112. Trạng thái ứng suất đáy móng trong quá trình chữa nghiêng đào đất



Hình 3.113. Trạng thái ứng suất đáy móng sau khi kết thúc gia cố chữa nghiêng



Hình 3.114. Sơ đồ tính toán lượng chữa nghiêng

+ Phương pháp chữa nghiêng kích cọc đào đất ngang: nếu dưới mặt đáy móng có chất đất tương đối tốt, có thể dùng phương pháp này. Thực tiễn công trình cho thấy, nếu lượng đào đất lớn hơn 2~3 lần lượng đào đất mà lún đòi hỏi, móng mới bắt đầu lún. Khi công trình nghiêng trở lại, phải dùng thiết bị đo đạc có độ chính xác cao để quan trắc, để khống chế lượng lấy đất đều đặn. Khi sử dụng phương pháp này, kết cấu bên trên phải có độ cứng tương đối tốt, mà diện tích thao tác thì công tương đối lớn. Một nhà ở 5 tầng ở Nam Xương đã dùng phương pháp này để chữa nghiêng. Sau khi chữa nghiêng, độ nghiêng từ $13 \sim 22''/100$ trở lại còn $4''/100$, đáp ứng yêu cầu sử dụng.

+ Phương pháp chữa nghiêng kích cọc khoan lỗ lấy đất: nếu dưới mặt đáy móng có lớp đất sét yếu tương đối dày, lợi dụng đặc điểm của biến dạng hướng bên của đất yếu, có thể dùng phương pháp này để chữa nghiêng. Một nhà ở kiểu điểm 6 tầng ở Nam Kinh, dùng phương pháp này sửa chữa, độ nghiêng từ $18,8''/100$ trở lại còn $1''/100$; một ống khói xây gạch của một nhà máy ở Thượng Hải dùng phương pháp này để chữa nghiêng, độ nghiêng từ $23,4''/100$ trở lại còn $6,2''/100$, hiệu quả rất tốt.

+ Phương pháp chữa nghiêng kích cọc xối nước: đây là một phương pháp có hiệu quả thường dùng hiện nay, thiết bị đơn giản, thi công thuận lợi, an toàn, độ nghiêng trở lại đều đặn. Nếu dưới mặt đáy móng có lớp đệm yếu, có thể dùng nguyên lý nước cao áp cắt khối đất, xối đất tạo thành bùn, hình thành hố rỗng, sau đó lại lợi dụng đặc tính đất yếu sau khi chịu lực sinh ra biến dạng dẻo, khiến cho công trình không ngừng lún và hồi phục nghiêng trở lại. Nhà số 9, 10 ở một tiểu khu ở Nam Kinh và nhà số 16 một xóm mới ở Thượng Hải, hai ngôi nhà ở 5 tầng tại huyện Ngô Giang tỉnh Giang Tô đều dùng phương pháp này chữa nghiêng, thu được hiệu quả kỹ thuật tốt đẹp.

+ Phương pháp chữa nghiêng kích cọc và nâng: lợi dụng trọng lượng bản thân của công trình, ép toàn bộ cọc gia cố và cọc dùng để kích nâng vào trong lỗ vị trí cọc của móng, sau khi dùng hai tuần, lợi dụng tác dụng phản lực của cọc, lắp đặt thiết bị kích, nâng móng đến yêu cầu thiết kế, đáp ứng yêu cầu độ nghiêng cho phép. Sau đó, nhanh chóng neo cọc và móng với nhau làm một. Sáu móng cọc cầu dẫn lộ thiên của một phân xưởng ở Thượng Hải đã dùng phương pháp này tiến hành chữa nghiêng toàn bộ. Tại hai phía nam bắc của móng cọc, mỗi phía ép 24 cây cọc, cọc dài 24m, phía nam lắp cọc, sau đó phía bắc kích cọc, nâng móng phía bắc đạt được mục đích chữa nghiêng cột cầu dẫn, qua kích nâng chữa nghiêng, độ nghiêng từ 20‰ trở lại còn 2‰ , đáp ứng yêu cầu sử dụng bình thường của dầm cầu chạy, đất nền cơ bản ổn định.

Kết quả thực tiễn của rất nhiều công trình cho thấy, kỹ thuật mới chữa nghiêng kích cọc đào đất có thể khống chế là vừa tiến tiến vừa an toàn tin cậy, lại gia cố được đất nền, ngăn chặn lún không đều của công trình, đồng thời chữa nghiêng được cho công trình, thực hiện mục đích khống chế hồi phục trở lại nhanh chóng. Vì thế, sự nghiên cứu thành công của kỹ thuật này, là phương pháp khoa học mới hữu hiệu được nghiên cứu để gia cố chữa nghiêng nhà đã xây dựng ở đô thị.

VII. Phương pháp chữa nghiêng bằng tải trọng

Dựa theo nguyên lý cơ bản của cơ học đất, biến dạng nền không chỉ quyết định ở điều kiện chất đất, mà còn quyết định ở điều kiện nền và tải trọng. Phương pháp này dùng điều kiện thay đổi tải trọng bằng con người, cưỡng bức đất nền sinh ra biến dạng không đều, điều chỉnh lún không đều của móng, từ đó biến biến dạng có hại thành biến dạng không có hại, quá trình gia tải là quá trình phân phối lại ứng suất nền và biến dạng nền, cũng là quá trình chữa nghiêng móng.

Phương thức gia tải có hai loại. Một loại là trực tiếp nén tải trọng tạm thời xung quanh móng của bộ phận lún ít, gọi là phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng; một loại khác là lợi dụng hệ thống neo tác động lực nén lên móng, gọi là phương pháp chữa nghiêng cọc neo gia tải.

1. Phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng

Phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng là đơn giản nhất, nhưng hiệu quả thường không lớn, đặc biệt là trên nền đất sét có tính thấm nước thấp, cổ kết lún của chúng chậm, thời gian nén tải trọng rất dài, thường không thuận lợi cho sử dụng. Nhưng trên nền đất sét yếu có dùng phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng hay không, còn phải dựa vào điều kiện tại chỗ, điều kiện công trình, không được sử dụng hoặc phủ định một cách mù quáng.

Phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng còn có thể dùng để chữa nghiêng các công trình tháp cao trên nền hoàng thổ lún ướt. Nếu độ ẩm của nền hoàng thổ tương đối cao ($\omega > 23\%$), hoặc tính lún ướt tương đối yếu, hoặc ở vào trạng thái bão hoà, dùng phương pháp này chính cho công trình tháp cao, đều thu được những hiệu quả tương đối tốt.

Dùng phương pháp chữa nghiêng nén tải trọng, trước đó cần tìm hiểu rõ độ lớn của áp lực đáy móng và tính chất nén lún của đất trong phạm vi lớp nén lún. Tiếp đó dựa vào độ lớn chữa nghiêng dự tính trị số nén lún mà nền cần, sau đó kết hợp tính nén lún của đất nền, tìm được tải trọng cần gia tăng.

Thông thường dùng các thỏi gang hoặc thanh thép làm tải trọng, trực tiếp nén trên móng phía lún tương đối nhỏ. Trước khi gia tải, phải tính toán kiểm tra cường độ của móng kết cấu hoặc móng cột. Nếu cường độ không đủ, nên trước tiên gia cố móng sau đó mới gia tải. Tải trọng có thể phân chia thành 20~30 cấp gia tải. Thời kì đầu mỗi ngày có thể gia 1~2 cấp tải, sau đó 1~2 ngày mới gia một cấp tải, cuối cùng 3~5 ngày mới gia một cấp tải. Tốc độ gia tải có thể tiến hành điều chỉnh dựa vào tốc độ chữa nghiêng.

Trong quá trình chữa nghiêng, phải thường xuyên quan sát và đo tình hình thay đổi độ nghiêng, nói chung có thể dùng một số phương pháp quan trắc sau:

- Phương pháp treo quả rơi: nghĩa là ở tìm bộ phận trên đỉnh công trình tháp cao treo một quả rơi, ở phía dưới quả rơi đặt một tờ giấy kẻ li có toạ độ, trên giấy vẽ điểm khởi đầu và điểm cuối cùng của quả rơi và những biến đổi của đường quỹ tích.

- Máy kinh vĩ: dùng kinh vĩ để tìm điểm giữa của đầu trên và đầu dưới của công trình tháp cao với chiều thẳng đứng của hướng nghiêng, tiến hành quan sát dựa vào sự thay đổi của trị số nghiêng đường nối hai điểm đó (đường tím).

- Máy thủy chuẩn: xung quanh công trình chữa nghiêng bố trí 4~8 điểm quan trắc, trong quá trình gia tải dùng máy thủy chuẩn tiến hành quan trắc lún.

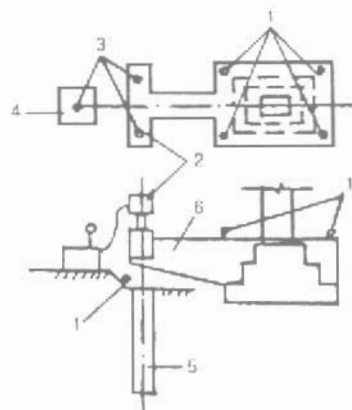
- Máy đo nghiêng: máy đo nghiêng tương tự như la bàn. Nó có hai đường ống thủy tinh đầy nước thẳng góc với nhau, đặt ở vị trí tim của móng, một ống song song với hướng nghiêng, còn một ống thì thẳng góc, dựa vào sự thay đổi vị trí của bọt nước trong ống có thể quan trắc được tình hình phát triển chữa nghiêng.

Trong quá trình chữa nghiêng còn cần dùng những biện pháp an toàn nhất định, trừ thông qua những phương pháp quan trắc nói trên khống chế chặt chẽ tốc độ chữa nghiêng không được quá nhanh, còn cần bố trí 3~6 sợi cáp để tránh chữa nghiêng vượt quá giới hạn. Cáp có thể bố trí ở mái hoặc ở chỗ 2/3 chiều cao, tạo với mặt đất một góc $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$, dùng tăng đơ liên kết, dựa theo tình hình chữa nghiêng có thể thường xuyên điều chỉnh kéo căng hoặc nới lỏng.

2. Phương pháp chữa nghiêng cọc neo gia tải

Phương pháp này lợi dụng hệ thống neo và công cụ gia tải, dựa theo yêu cầu của công trình có thể gia tải một lần hoặc nhiều lần, cho đến khi đạt được mục đích dự định. Thiết bị của nó có thể để lại lâu dài, có thể chuẩn bị sẵn sàng gia tải. Phương pháp này đặc biệt thích hợp trên nền đất yếu do chất tải với diện tích lớn khiến cho cọc nghiêng vào phía trong và các sự cố đường ray cầu trục, đồng thời thu được hiệu quả tốt.

Hình 3.115 là sơ đồ công nghệ chữa nghiêng cọc neo gia tải. Sau khi lắp đặt ổn định thiết bị chữa nghiêng, đầu tiên khởi động máy bơm dầu, dùng đồng hồ áp lực khống chế độ lớn của áp lực dầu, tiếp đó đến công cụ gia tải, dựa theo yêu cầu tính toán đặt cấp tải trọng thứ nhất, đồng thời dùng đồng hồ bách phân đo trị số biến dạng của các bộ phận. Đổi cho biến dạng ổn định, lại đặt tải cấp tiếp theo, khi lún không đều đã điều chỉnh đạt được mục đích dự kiến, chữa nghiêng mới kết thúc. Phương pháp này có thể tiến hành xử lý sửa chữa một cách đơn giản có hiệu quả đối với móng cọc đã có công trình. Đối với công trình lún không đều rất nhạy cảm, lại đòi hỏi khống chế nghiêng một cách nghiêm ngặt, có thể bố trí trạng bị chữa nghiêng trong thiết kế và thi công, sau này điều chỉnh tùy ý dựa theo tình hình thực tế. Đây là phương pháp xử lý và chữa trị tận gốc ngăn ngừa công trình nghiêng lún. So với các phương pháp xử lý nền và gia cố móng, có thể giảm sự hư hỏng của kết cấu khối đất móng sẵn có.

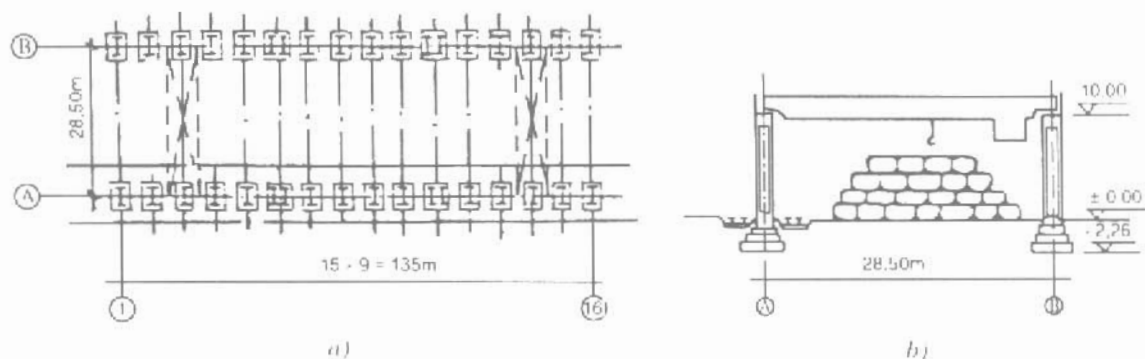


Hình 3.115. Sơ đồ công nghệ chữa nghiêng phương pháp cọc neo gia tải

1. Đồng hồ bách phân; 2. Dụng cụ gia tải; 3. Đồng hồ áp lực; 4. Bơm dầu; 5. Hệ thống neo gia cố; 6. Cấu kiện truyền lực.

3. Ví dụ thực tế công trình (I)

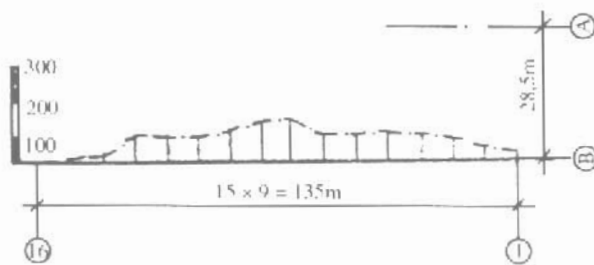
Chữa nghiêng bằng cọc neo gia tải cho móng cọc nhà kho khuôn thổi thép của một nhà máy thép.



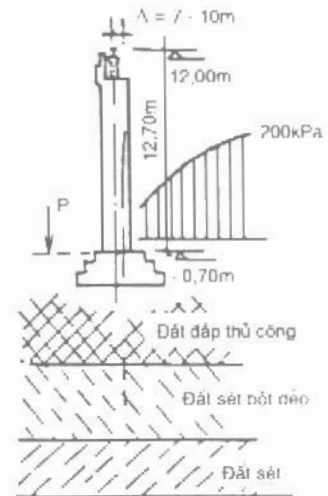
Hình 3.116. Mặt bằng và mặt cắt kho khuôn thổi thép

- Khái quát công trình và sự cố: toàn bộ chiều dài kho này là 135m, khoảng cách cột là 9m, khẩu độ là 28,5m, cao độ của đường ray cầu trục là 10m. Cầu dẫn lộ thiên gồm cột bê tông cốt thép, dầm cầu trục và móng đặt cấp, dọc theo chiều dọc bố trí hai khe co giãn, bên trong bố trí hai cầu trục tải trọng là 50/10t và 30/5t, mặt đất có đường sắt đi qua, trên mặt đất xếp các vật liệu để sản xuất như khuôn thổi thép, ống bê tông, khuôn dây (hình 3.116).

Tải trọng thiết kế của nền là 200kPa. Năm 1973 sau khi đưa vào sản xuất, trong quá trình sử dụng, đầu cột dẫy (B) dần dần nghiêng vào bên trong, như hình 1.117, chuyển lệch ngang lớn nhất của đầu cột là 127mm, làm cầu trục kẹt đường ray, ảnh hưởng đến sử dụng.



Hình 3.117. Đường cong nghiêng vào phía trong của dẫy cột (B)



Hình 3.118. Mặt cắt xưởng thép vụn

- Nguyên nhân sự cố: vì kho này xây dựng trên đất đắp tương đối yếu, chiều dày lớp đất đắp dưới đáy móng thay đổi từ 6,21m đến 9,40m, tính đồng đều kém, sức chịu tải thấp; thêm nữa trên nền xếp các khuôn thổi thép với thời gian dài và vượt tải, thực tế tải trọng của nền đã cao tới 300~400kPa, vượt rất xa so với trị số thiết kế cho phép của tải trọng nền, do đó làm cho móng cột nghiêng về phía trong.

- Xử lý sự cố: Trước đây nhà máy đã nhiều lần điều chỉnh đối với đường ray cầu trục, nhưng chẳng bao lâu lại kẹt ray, vẫn không thể giải quyết vấn đề một cách triệt để, mà chuyển dịch đường ray đã có những ảnh hưởng bất lợi đối với kết cấu dầm cầu trục. Dựa vào tình hình chuyển dịch của cầu dẫn và điều kiện cụ thể, cuối cùng quyết định dùng phương pháp cọc neo gia tải, tiến hành chữa nghiêng cho 5 cây cột. Thi công chia làm hai lần gia tải, lần đầu gia tải 450kN, chữa nghiêng 25~35mm, lần gia tải thứ hai là 375kN, chữa nghiêng 13mm, đạt được yêu cầu sử dụng bình thường, sau khi neo đã sử dụng trên mười năm, sử dụng sản xuất bình thường.

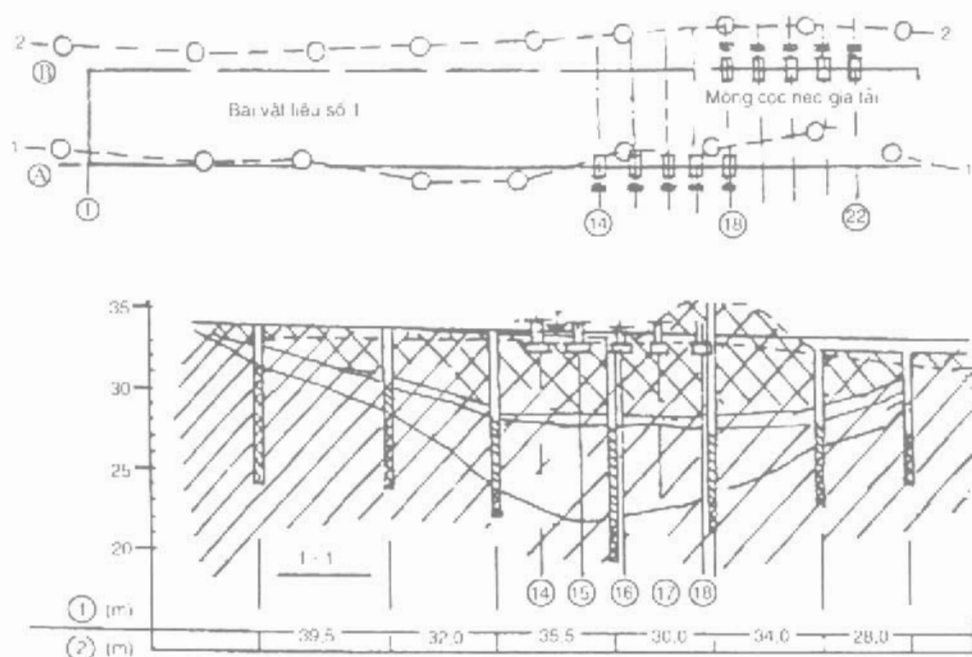
4. Ví dụ thực tế công trình (II)

Tiến hành thay thế chữa nghiêng quá mức cho móng một công trình xây mới, để ngăn ngừa xuất hiện nghiêng quá lớn khi đưa vào sản xuất, loại bỏ trở ngại sau này cho sử dụng sản xuất.

- Khái quát công trình: cầu dẫn lộ thiên bãi chứa vật liệu này (hình 3.118) dùng để chứa các phế thải sắt thép. Khẩu độ cầu dẫn là 31,50m, khoảng cách các cột là 12m, cốt cao độ đỉnh đường ray là 12m, tải trọng của cầu trục $Q = 30/5t$.

- Tình hình địa chất: bố trí mặt bằng và mặt cắt địa chất của cầu dẫn nhà máy này như hình 3.119. Trong phạm vi nhà máy có lớp đất đắp thủ công chiều dày không bằng nhau

thay đổi từ 0,5m đến 11,60m. Đất đã lấp trên 10 năm, nhưng không được đầm nén, nền đất không đều và không được đầm chặt, sức chịu tải thấp, khoảng 100kPa. Phía nửa sau của nhà xưởng này có một rãnh tương đối lớn, chạy chéo qua nhà xưởng. Như trục 21 của dãy (B), dưới móng là lớp đất đắp thủ công dày 4m, lớp đất sét dẻo dày 6m, sức chịu tải là 180kPa. Sau khi xây dựng xong mặt đất đã chịu tải tới 200kPa (hình 3.118).



Hình 3.119. Bố trí mặt bằng và mặt cắt dọc của cầu dẫn
Trục ①. Chiều sâu lỗ khoan khảo sát; Trục ②. Khoảng cách khảo sát

- Tình hình thiết kế và thi công: qua tính toán, lún của hai phía trong và ngoài của móng cột tuyến trục 21 dãy (B) lần lượt là 7cm và 4,82cm, chuyển đổi thành chuyển dịch đầu cột là 8,1cm, đã vượt quá xa với yêu cầu của quy phạm (chuyển dịch đầu cột không được vượt quá 1cm). Vì thế, đã tiến hành thiết kế chữa nghiêng bằng cọc neo gia tải đối với 10 móng cột trên tuyến trục của trục (14)~(18) dãy (A) và trục (18)~(22) dãy (B), như hình 3.120.

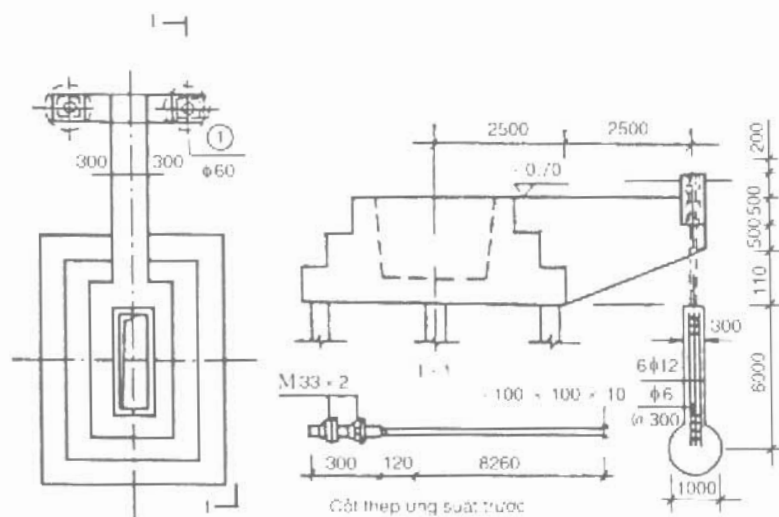
Móng và cọc neo đều đổ bê tông tại hiện trường, để tránh đất đắp sụt xuống lỗ. Thân cọc dùng ống bê tông đúc sẵn $\varnothing 300\text{mm}$, sau khi dùng búa đầm nén 600kg đầm, dùng nổ mìn ở mũi cọc để mở rộng đáy, sau đó đặt cốt thép ứng suất trước có vỏ chống gỉ.

Theo yêu cầu của công trình, phía ngoài móng cọc tác động lực nén theo từng cấp, để đầu cọc sinh ra chuyển dịch chữa nghiêng quá mức 1cm, từ đó bắt đầu không chế trong quy định của quy phạm. Công trình đưa vào sản xuất sử dụng bình thường, hiệu quả tốt.

VIII. Phương pháp chữa nghiêng hạ mực nước

Phương pháp này là phương pháp chữa nghiêng ở phía ngoài móng của phần lún ít của công trình bố trí 1, 2 dãy giếng kim hoặc một dãy giếng chìm, hút nước ngầm từ từ có

không chế từ trong giếng ra, để thúc đẩy nền lún. Sau khi mực nước ngấm trong nền hạ xuống, ứng suất hữu hiệu của trọng lượng bản thân trong đất được tăng lên vì mất lực đẩy nổi, theo đó nền cố kết lún. Để ngăn ngừa ảnh hưởng hạ mực nước trong giếng kim đối với công trình bên cạnh, nên bố trí các giếng kim bơm trở lại. Phương pháp chôn các giếng kim hút nước giống như các giếng kim loại nhẹ khác.



Hình 3.120. Bản vẽ chi tiết thi công chữa nghiêng bằng cọc neo gia tải
①. Lỗ chứa sẵn.

1. Những điều chú ý trong thi công

Thi công chữa nghiêng bằng giếng chìm hạ mực nước phải chú ý những điểm dưới đây:

- Để hạ mực nước ngấm dưới mặt đáy móng, xung quanh và trên dưới của vách giếng chìm đều phải bố trí lỗ nước vào. Nhưng trong quá trình hạ giếng chìm, để giảm lượng nước vào trong giếng, cải thiện điều kiện đào đất, tạm thời dùng vữa vôi 1: 2 lấp nó lại, khi giếng chìm hạ tới độ sâu thiết kế mới mở ra;

- Để cải thiện điều kiện thi công, nói chung trước tiên nên đào 1m sâu, tiếp đó mới đổ bê tông cốt thép cho chân giếng;

- Trong quá trình hạ giếng chìm, cần chú ý lượng nước hút ra từ trong giếng và cao độ đất yếu trào lên, để ngăn chặn chìm đột ngột hoặc vách giếng bị nghiêng;

- Giếng chìm chữa nghiêng của nền đất yếu, chân của nó thông thường làm mặt đáy phẳng là được, để ngăn ngừa chìm đột ngột;

- Phải kịp thời ghi chép cường độ lún, đồng thời quan sát và khống chế mặt đất ở xung quanh và công trình có hiện tượng bị nứt hay không, để ngăn ngừa xảy ra những sự cố không lường trước được.

- Chữa nghiêng trên nền đất yếu, cần phải rất coi trọng vấn đề tốc độ lún, nếu xem nhẹ, có thể đem lại những hậu quả không thể cứu vớt được cho công trình. Dựa vào kinh nghiệm thực tiễn, lượng lún cường độ mỗi ngày không nên vượt quá 5mm.

- Độ sâu của đáy giếng chìm phải dưới lớp đất yếu khoảng 1m, chân giếng chìm phải ở trong góc mở rộng của áp lực đáy móng;

- Trong chữa nghiêng phải kịp thời loại bỏ đất yếu trào lên phía trên, nếu không lượng lún cưỡng bức sẽ giảm đi rất nhiều.

2. Ví dụ công trình thực tế

Phương pháp chữa nghiêng bằng cách hạ mực nước nói ở trên đã được dùng chữa nghiêng nhà ở tại Thượng Hải, đồng thời thu được kết quả tương đối tốt. Như một nhà ở 6 tầng ở Thượng Hải chữa nghiêng bằng cách dùng giếng kim hút nước, đồng thời phối hợp đào bỏ bùn gạch vỡ mà không nên lấp chặn ở dưới đáy đầm. Sau khi kết thúc chữa nghiêng, độ nghiêng của công trình lớn nhất từ $17,9\text{‰}$ giảm xuống còn 4‰ , kết quả tốt đẹp.

IX. Phương pháp chữa nghiêng bằng bơm nước

Phương pháp chữa nghiêng bằng bơm nước là phương pháp chữa nghiêng lợi dụng đặc điểm hoàng thổ gặp nước sinh ra lún ướt, chuyển bất lợi thành có lợi, bơm nước vào nền phía ngược lại với chiều nghiêng để cưỡng bức lún ướt. Phương pháp này dùng để xử lý các công trình xây trên nền hoàng thổ có độ ẩm tương đối thấp ($W < 16\%$) mà tính lún ướt tương đối mạnh ($\delta > 0,05$). Thông thường dùng lỗ bơm nước để làm ngập nước, đường kính lỗ 10~30cm, có thể dùng máy đào nhỏ để đào. Độ sâu lỗ bơm nước dựa vào kích thước đáy móng, thông thường có thể sâu 1~3m dưới đáy móng. Sau đó dùng đá đầm hoặc cát thô lấp tới cốt cao độ đáy móng hoặc dưới đó 0,5m, rồi cắm ống bơm nước như ống nhựa hoặc ống thép $\varnothing 30\sim 100\text{mm}$, xung quanh ống dùng đất sét đầm chặt, trong ống để một phao khống chế mực nước. Khi bơm nước dùng đồng hồ nước để tính lượng nước bơm. Đáy của các lỗ bơm nước có thể bố trí trên cùng một cao độ, cũng có thể ở những cao độ khác nhau. Ống bơm nước dựa vào kích thước của đáy móng bố trí 1~3 hàng.

Khi thiết kế chữa nghiêng, phải dựa vào hệ số lún ướt và độ bão hoà của đất trong phạm vi tầng chịu lực chủ yếu, dự tính tổng số lượng nước cần bơm và trị số chữa nghiêng, sau đó bơm nước theo từng đợt. Lượng nước bơm lúc bắt đầu nên nhỏ, sau đó dựa vào tốc độ chữa nghiêng để tăng dần lên. Tốc độ chữa nghiêng không nên vượt quá 2~4cm/ngày, tối nhất là 0,5~1,0cm/ngày. Trị số này là độ lún của móng ở phía ngược với chiều lún hoặc trị số chuyển dịch của đầu cuối quả rọi của phần giữa móng. Nếu quỹ tích chữa nghiêng thực tế lệch ra khỏi đường quỹ đạo chữa nghiêng thiết kế, có thể điều tiết bằng cách tăng hoặc giảm lượng nước của các lỗ bơm, làm cho đáy móng hồi phục một cách đồng đều đến vị trí ngang bằng.

Khi bơm nước, cần ngăn ngừa dòng nước chảy vào nền phía bị nghiêng, để tránh làm tăng độ nghiêng, khiến sự cố càng xấu thêm.

Trong quá trình thi công chữa nghiêng, phải dùng các biện pháp và các điều chú ý phù hợp với phương pháp chữa nghiêng nền tải.

3.8.2. Thay thế chữa nghiêng kích năng

Phương pháp thay thế chữa nghiêng kích năng là phương pháp chữa nghiêng mà phía móng lún tương đối nhiều của công trình nghiêng dùng biện pháp kích năng để chữa

nghiêng. Nếu điều kiện hiện trường của công trình nghiêng không cho phép chữa nghiêng bằng cưỡng bức lún ở bộ phận lún ít, dùng kỹ thuật kích nâng không những có công năng chữa nghiêng tốt, mà còn kích nâng toàn khối hồi phục hoặc nâng cốt cao độ thiết kế cũ, từ đó tránh được những tác dụng phụ như những khó khăn thoát nước bản do lún cưỡng bức chữa nghiêng mà hạ thấp cốt cao độ của công trình gây ra hoặc giảm diện tích sử dụng. Kích nâng chữa nghiêng thích hợp cho các nhà nhiều tầng đã sử dụng lâu năm mà độ lún đã dần dần ổn định. Nếu độ nghiêng không vượt quá giới hạn nguy hiểm, có thể không gia cố nền, do đó có thể lợi dụng nền móng cũ làm gối tựa phản lực của kích nâng.

Phương pháp chữa nghiêng kích nâng có phương pháp chữa nghiêng kích nâng dầm khung (giằng), phương pháp chữa nghiêng kích nâng dầm đỡ, phương pháp chữa nghiêng kích nâng cọc nén tĩnh, phương pháp chữa nghiêng kích nâng phun vữa (nén vữa) cọc vôi.

I. Phương pháp chữa nghiêng kích nâng dầm khung

Chữa nghiêng kích nâng dầm khung là chữa nghiêng mà thông qua kỹ thuật thay thế kết cấu, đặt dầm khung phẳng (hoặc giằng) có tính toàn khối tốt dọc theo những vị trí đã định nào đó của tường cột tầng dưới để tách rời mặt bằng mặt cắt, sau đó chọn một số điểm đỡ đặt kích, làm chuyển động ngang và kích lên toàn bộ công trình. Trong quá trình thay thế kích nâng dầm khung, phải chú ý an toàn của tường chịu lực, nhằm tránh khối tường bị biến dạng nứt. Ngoài ra, liên kết giữa các đoạn dầm cần chắc chắn để đảm bảo tính toàn khối của dầm khung.

Trước khi kích nâng, dỡ bỏ toàn bộ tường chèn thêm trong phạm vi vị trí kích, đồng thời đào bỏ toàn bộ đất đắp trên các bậc của móng, để giảm tải trọng tác động lên nền móng khi kích nâng. Trước khi kích nâng, phải tiến hành quan sát lún đối với công trình. Nếu lún chưa ổn định, có thể lợi dụng tài liệu quan trắc dự tính độ lún cuối cùng và độ lún dư để đưa vào điều chỉnh lượng kích nâng. Do đó, lượng kích nâng của các điểm chống đỡ phải là tổng của ba trị số: lượng kích nâng đã điều chỉnh lún không đều h_1 , lượng kích nâng tổng thể cần nâng cao dựa vào công năng sử dụng h_2 và lượng kích nâng điều chỉnh suy ra từ biến dạng không đều dư của đất nền h_3 .

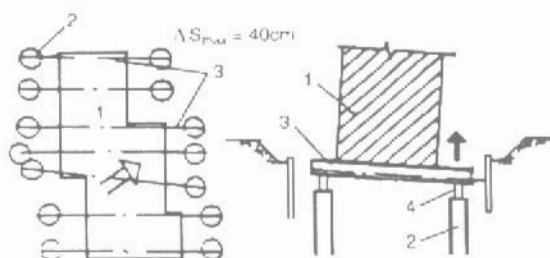
Trước khi chính thức kích nâng cần tiến hành một lần kích thử, để kiểm tra toàn bộ các nội dung công việc đã sẵn sàng chưa, khối phụ thuộc của đường ống điện nước đã tách rời thoả đáng khối khối kích nâng hay chưa, cường độ và tính tổng thể của dầm khung có đạt yêu cầu hay chưa. Cần bố trí tốt thước tiêu cao độ kích nâng của các điểm kích nâng, để khống chế nghiêm ngặt lượng kích nâng của các điểm.

Cần thống nhất chỉ huy khi kích nâng, tiến hành từng bước theo trình tự ghi trên thước tiêu, để các điểm phối hợp đồng bộ. Nếu hành trình của kích không đủ, phải thu kích có trình tự không nhầm lẫn, tránh cùng đồng thời thu kích làm cho dầm khung chịu lực quá tập trung mà xảy ra nguy hiểm. Sau khi kích đến vị trí dự định, phải đệm chắc chắn bộ phận chịu lực chủ yếu của khối tường, đồng thời tiến hành liên kết khối tường. Đôi khi liên kết tường có thể truyền lực, mới cho phép dỡ kích.

II. Phương pháp chữa nghiêng kích nâng dầm đỡ

Kích nâng chữa nghiêng dầm đỡ là ở hai phía của công trình bị nghiêng đóng hai hàng cọc móng đối xứng nhau vào trong đất hoặc đóng cọc cứng vào nền phức hợp, sau đó đào

hốc ngang dưới móng, làm dầm đỡ bằng bê tông cốt thép. Tiếp theo dùng kích không chế lực nén giữa cọc và dầm đỡ, để công trình từ từ hồi phục nghiêng trở lại. Như một ngôi nhà bị nghiêng, trên hai phía đối xứng theo chiều dọc đào lỗ cọc nhồi có đường kính là 1,3m, sau đó đào lỗ ngang ở dưới móng tường ngang, làm dầm đỡ bê tông cốt thép ứng suất trước dài 22,5m. Cuối cùng về phía lún nhiều dùng kích để từ từ kích lên, chữa nghiêng đã có kết quả tốt, như hình 3.121.



Hình 3.121. Sơ đồ chữa nghiêng kích nâng dầm đỡ

1. Công trình bị nghiêng; 2. Cọc nhồi khoan lỗ;
3. Dầm đỡ; 4. Kích.

III. Phương pháp chữa nghiêng kích nâng cọc nén tĩnh

Phương pháp này là dưới móng của phần lún nhiều của công trình bố trí cọc nén tĩnh dạng hố hoặc cọc nén tĩnh bằng thanh neo. Dùng trọng lượng bản thân của công trình làm đối trọng để ép, dùng kích nén từng đoạn cọc đúc sẵn vào trong đất, cho đến khi lực ép cọc vượt quá trọng lượng nén mà móng truyền xuống. Lúc này dùng cọc kích lên phía trên đối với phản lực của móng để chữa nghiêng.

IV. Phương pháp chữa nghiêng bằng nhồi vữa nén, kích nâng cọc vôi

Chữa nghiêng bằng nhồi (bơm) vữa nén kích nâng là dưới móng của bộ phận lún nhiều của công trình bị nghiêng, thông qua những lỗ khoan xuyên qua móng dùng nhồi vữa nén đặc chặc lớp nông, nhờ lực đẩy lên của vữa có tác dụng kích nâng chữa nghiêng (xem ví dụ công trình thực tế của mục 3.7.2). Chữa nghiêng kích nâng cọc vôi là dưới móng của bộ phận lún nhiều của công trình nghiêng, thông qua cọc vôi chèn chặt bố trí xuyên qua móng, nhờ lực trương nở hướng lên phía trên của cọc vôi hút nước, có tác dụng chữa nghiêng kích nâng.

3.9. PHƯƠNG PHÁP SỬA CHỮA TỔNG HỢP THOÁT NƯỚC, CHẴN ĐỖ, GIẢM TẢI TRỌNG VÀ BẢO VỆ MÁI DỐC

Phương pháp này dùng để chữa trượt mái dốc ở vùng núi. Sau khi phát hiện trượt mái dốc, đầu tiên cần tìm hiểu rõ tình hình trượt mái dốc, đồng thời làm tốt biện pháp thoát nước tạm thời, ngăn ngừa sự cố xấu đi. Tình hình trượt mái dốc bao gồm nguyên nhân chủ yếu trượt mái dốc, độ lớn, hình dạng, phạm vi, vị trí và hình dáng mặt trượt của khối đất trượt mái, quá trình phát sinh, phát triển và thay đổi của mái trượt, cùng với tính chất mái dốc trượt. Dựa theo những tài liệu điều tra nói ở trên (cần đặc biệt coi trọng các nguyên nhân làm xảy ra trượt mái dốc), dựa theo điều kiện thực tế, phân tích cái chính cái phụ, xử lý tổng hợp. Biện pháp chữa trượt mái dốc thường hay sử dụng là thoát nước, chặn đở, giảm tải trọng và xây đá bảo vệ mái dốc. Đối với mái trượt kiểu đẩy do trượt ép bên dưới, chủ yếu là hạ tải giảm trọng lượng, chỉnh trị bằng các biện pháp khác như đối với trượt kiểu kéo theo mà do bên dưới biến dạng trước, bên trên mãi đi sự chặn đở gây nên, dùng biện pháp lấy ngăn đở làm chính để sửa chữa.

I. Biện pháp thoát nước

Biện pháp thoát nước bao gồm thoát nước mặt và nước ngầm. Nước mặt ở ngoài khối dốc trượt, lấy ngăn dòng và dẫn dòng sang chỗ khác làm nguyên tắc; nước mặt bên trong khối trượt, nguyên tắc là chống thấm và dẫn ra ngoài. Đối với đoạn trượt mái dốc mà nước ngầm tương đối mạnh, nước mặt thấm tương đối nghiêm trọng, phải bố trí các trang bị thoát nước ngầm như rãnh ngầm; nếu bên dưới có lớp thấm nước mạnh, có thể bố trí nhiều lỗ đứng để thoát nước.

II. Biện pháp chắn đỡ

Đó là biện pháp xây dựng kết cấu chống trượt, làm cho khối đất trở lại thăng bằng. Kết cấu ngăn chặn thường dùng có hai loại: tường chắn chống trượt và cọc chống trượt. Trong công trình ở vùng núi, dùng tường chắn đất kiểu trọng lực tương đối nhiều, có ưu điểm là vật liệu lấy ở địa phương, kỹ thuật thi công đơn giản. Cọc chống trượt phần lớn là cọc đập bê tông cốt thép kiểu đào (khoan) lỗ, kiểu giếng chìm.

Trong rất nhiều trường hợp, lực đẩy của mái trượt mà tường chắn đất chống trượt phải đảm nhiệm, lớn hơn rất nhiều so với áp lực đất thiết kế của tường chắn đất của mái dốc thông thường. Do đó, mặt cắt của nó tương đối lớn, hình thức cấu tạo như hình 3.122. Sự khác nhau về thiết kế và cấu tạo giữa tường chắn đất chống trượt và tường chắn đất một mái dốc như ở bảng 3.28.

III. Biện pháp giảm tải trọng

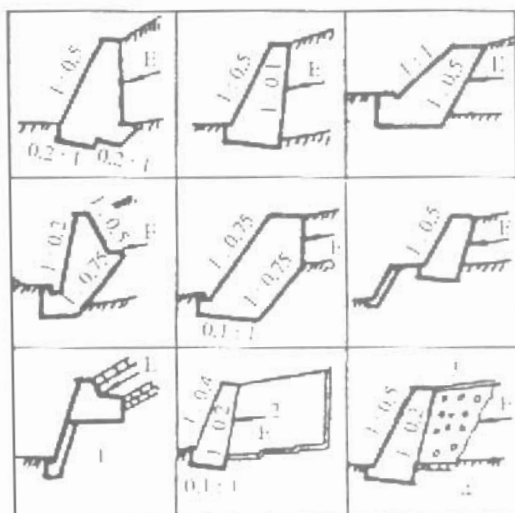
Đào đất ở đoạn trượt chính của mái trượt, để giảm trọng lượng đất phần trên khối trượt, giảm lực trượt xuống, khiến cho khối đất được thăng bằng. Phương pháp này phần lớn là phối hợp cùng sử dụng với các biện pháp khác. Chỉ khi đoạn mái trượt mà phía trên đứng vững phía dưới thoải, vách phía sau mái trượt và khối đất ở hai bên tương đối ổn định mới có thể sử dụng phương pháp này, nếu không có thể làm cho phạm vi trượt mở rộng, làm cho sự cổ trượt vách sau và khối đất ở hai bên thêm xấu hơn.

IV. Biện pháp bảo vệ mái dốc

Đối với các vết nứt và dải tối xốp trên bề mặt khối trượt, phải tiến hành đập vết nứt và đầm chặt. Trên mặt mái dốc trồng cây, trồng cỏ, xây đá phiến, bảo vệ mặt bằng đất tam hợp đều có tác dụng bảo vệ mái dốc. Tại đây còn cần dùng các biện pháp bảo vệ mái, kiểm tra định kỳ và thường xuyên sửa chữa bảo dưỡng.

V. Ví dụ thực tế công trình

Sự cổ trượt mái ở tỉnh Sơn Tây, tổng hợp dùng biện pháp thoát nước, giảm tải, chắn đỡ để xử lý.



Hình 3.122. Sơ đồ cấu tạo tường chắn đất chống trượt

1. Dải góc tốt;
2. Dỡ rãnh ngầm;
3. Đập đất sét đầm chặt;
4. Lớp cách nước.

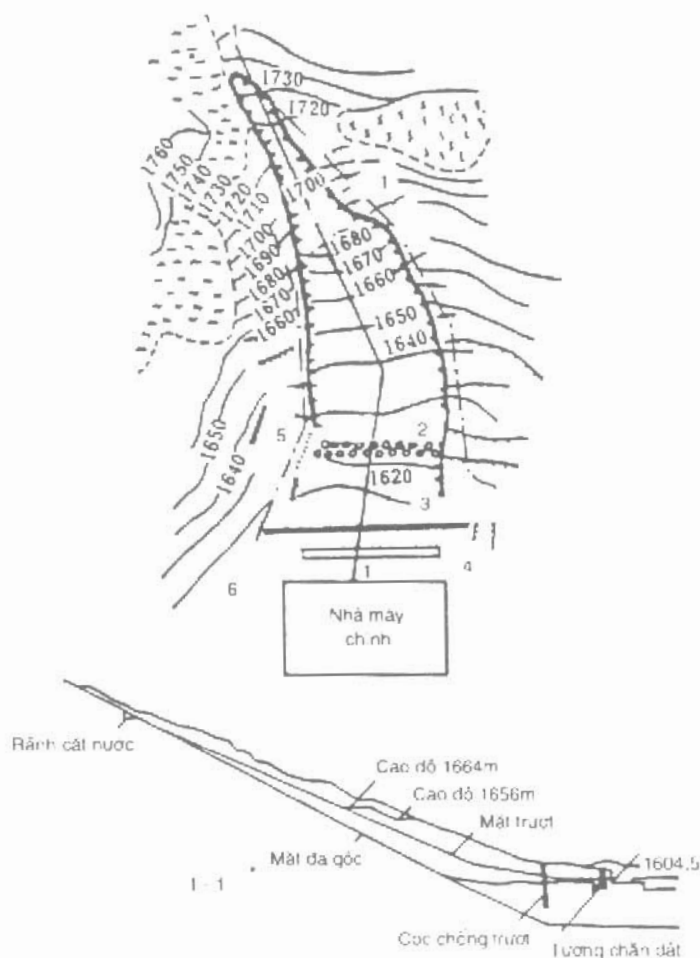
Bảng 3.28. So sánh tường chắn đất chống trượt và tường chắn đất thông thường

Hạng mục		Tường chắn đất chống trượt	Tường chắn đất thông thường
1	Xác định độ lớn của áp lực đất sau tường	Chủ yếu do lực đẩy trượt để tính toán xác định, cũng có khi dùng công thức áp lực đất Culông để tính toán, lấy trị số lớn nhất giữa chúng	Dùng phương pháp tính thử khối nêm hoặc tính toán theo công thức Culông để xác định
2	Hướng lực đẩy của đất ở lưng tường	Song song với mặt trượt nào đó ở sau tường	Có liên quan với độ dốc và mức độ nhám của lưng tường, với đường pháp tuyến của lưng tường tạo thành góc δ (δ là góc ma sát giữa lưng tường và khối đất đắp)
3	Điểm tác động của lực đẩy của đất ở lưng tường	<ol style="list-style-type: none"> Đối với mái trượt lớp vừa, lớp sâu có dải trượt rõ rệt, điểm tác động của lực đẩy ở vào khoảng $1/2 \sim 1/2,5$ giữa mặt trượt đến đỉnh tường Đối với mái trượt dẻo lớp nông của đất sét bão hoà nước, điểm tác động của lực đẩy ở vào khoảng $1/3 \sim 1/2$ giữa mặt trượt đến đỉnh tường 	Điểm tác động của áp lực đất lưng tường là chỗ $1/3$ từ đáy móng tường đến đỉnh tường
4	Dạng tường	Do lực đẩy của dốc trượt tương đối lớn, điểm tác động cao, mặt cắt của tường chắn đất chống trượt có đặc điểm là eo to dốc giữa phẳng, dốc giữa thường là từ $1:0,3$ đến $1:0,5$	Áp lực đất phía lưng tường nhỏ, điểm tác động thấp, do đó, mặt cắt của tường chắn đất nói chung nhỏ.
5	Hình thức móng tường và độ sâu chôn	Móng tường thông thường dốc ngược hoặc đất cấp; đối với nền đất, dốc ngược tốt nhất là $1:0,1 \sim 1:0,5$; đối với nền đá, khiến hợp lực tác động lên móng tường gần như thẳng góc với mặt lớp đá gốc, đồng thời móng làm thành $1 \sim 2$ cấp. Chiều sâu chôn móng phải nằm dưới mặt trượt, ngàm vào đá gốc không được nhỏ hơn $0,5m$, ngàm vào lớp đất không được nhỏ hơn $2m$	Móng tường cũng có thể làm thành dạng dốc ngược, độ dốc thường là $1:0,2$, rất ít khi làm đất cấp

1. Khái quát sự cố

Sự cố trượt mái ở tỉnh Sơn Tây xảy ra trong lớp đất kỉ thứ IV tương đối dày, lớp trên của nó có nhiều đá dăm, đá tảng, độ rỗng tương đối lớn, trong mùa mưa phần lớn nước mưa

theo các vết nứt thấm vào lớp bùn bên dưới; do bên dưới có lớp đất sét tương đối chặt và lớp thổ nhưỡng cổ không thấm nước, vì vậy hình thành dải chuyển động của nước ngầm. Thêm nữa, thi công nhà xưởng ở dưới dốc, đào chân mái dốc, làm cho khối đất trên dốc trượt theo mặt không thấm nước.



Hình 3.123. Tình hình sửa chữa mái dốc

1. Rãnh cắt nước; 2. Có 19 cây cọc chống trượt; 3. Tường chắn đất chống trượt dài 125m, cao 8m, giáp với đường hầm số 2; 4. Kho; 5. Tường chắn xây phẳng; 6. Nối với rãnh thoát nước khu nhà máy.

2. Xử lý sự cố

Mái trượt này thuộc loại trượt kéo theo, sửa chữa tổng hợp là lấy chặn đỡ làm chính kết hợp giảm tải và thoát nước, như hình 3.123.

- Đỡ đất giảm tải trọng: tại cốt cao độ 1.664m và 1.656m bố trí các cơ mái, ở hai cơ này hạ mái dốc xuống 28° , tổng số bỏ đi 30.000m^3 đất, để giảm tải trọng, qua tính toán còn 2 921kN lực đẩy, dùng cọc chống trượt và tường chắn đất chống trượt để chặn đỡ theo từng cấp.

- Rãnh cắt nước và rãnh thoát nước: Phía ngoài khối trượt xây rãnh cắt nước hình khuyên tròn, ngăn nước mặt của dốc núi xung quanh, đồng thời ở đỉnh dốc của cơ tại cốt cao độ 1.664m xây rãnh cắt nước bằng đá xây phiến, thông với rãnh cắt nước ở phía ngoài khối trượt, để thoát nước mặt bên trong khối trượt.

- Bố trí cọc chống trượt và tường chắn đất chống trượt: tại cốt cao độ 1.624m bố trí cọc chống trượt. Dùng cọc đào lỗ bê tông cốt thép có tiết diện là $1,7 \times 1,9\text{m}$, cọc dài 18~25m. Cọc đều ngàm vào lớp đất ổn định phía dưới mặt trượt. Toàn bộ bố trí 19 cây cọc, lực đẩy của khối trượt bên trên cao độ này mà nó phải gánh chịu là 2.356kN.

Ở chân mái dốc tại cốt cao độ 1.663m bố trí tường chân đất chống trượt, dài 125m, cao 8m, gánh chịu lực đẩy mái trượt là 565,5kN.

Cuối cùng cần tiến hành tu chỉnh, đắp các vết nứt đầm chặt, lấp các lỗ khoan đối với khối trượt.

4. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH MÓNG

Công trình móng nói ở chương này bao gồm các công trình như móng nhà thông thường và móng công trình ngầm, móng cọc, móng thiết bị. Sự cố công trình móng ngoài những loại thường gặp như sai lệch vị trí, biến dạng, nứt, bê tông bị rỗ, còn có những sự cố móng cọc như: đứt cọc, thân cọc thu nhỏ, chiều sâu cọc không đủ; sự cố thiết bị như móng dao động quá lớn và chân bu lông có sai sót; các sự cố như ngừng hạ, lún đột ngột, mất lún, vượt lún, nghiêng lệch của giếng chìm. Trong chương này chia nội dung thành bảy mục để trình bày. Do phân tích và xử lý sự cố có liên quan đến móng tương tự như sự cố cùng loại của kết cấu bên trên, ở chương này sẽ không giới thiệu chi tiết, xem kĩ ở chương 5 và chương 6 ở cuốn sổ tay này.

4.1. XỬ LÝ SỰ CỐ SAI VỊ TRÍ MÓNG

4.1.1. Phân loại và đặc điểm của sự cố sai vị trí móng

Sự cố sai vị trí móng chủ yếu có mấy loại dưới đây:

1. Phương hướng công trình sai: loại sự cố này là chỉ vị trí của công trình phù hợp với yêu cầu của bản vẽ chung, nhưng sai phương hướng, thường gặp là nhầm theo hướng Bắc Nam.
2. Vị trí mặt bằng móng sai: vị trí mặt bằng móng sai bao gồm hai loại sai theo một hướng và sai theo hai hướng.
3. Cốt cao độ của móng sai: cốt cao độ móng sai bao gồm sai cốt cao độ đáy móng, cốt cao độ các cấp của móng và cốt cao độ mặt trên của móng.
4. Cốt cao độ, vị trí của các lỗ chừa sẵn và chi tiết chôn sẵn sai.

4.1.2. Nguyên nhân thường gặp của sự cố sai vị trí móng

Nguyên nhân thường gặp của sự cố sai vị trí móng là:

1. Sai sót trong khảo sát: thường gặp có trượt mái tạo nên sai vị trí móng, lún hoặc biến dạng quá lớn do khảo sát nền và lớp đệm không cẩn thận.
2. Sai sót trong thiết kế:
 - Bản vẽ hoặc bản can sai, khi thẩm định lại không phát hiện để sửa chữa.
 - Biện pháp thiết kế không thoả đáng. Như không xử lý thích đáng đối với nền yếu, đối với công trình trên nền lún ướt, không có biện pháp chống thấm tin cậy, lại không có biện pháp kết cấu tương ứng; đối với công trình trên nền cứng và mềm không đều, không có phương án kết cấu xây dựng thích đáng.

Bản vẽ thi công dân dụng không phù hợp với bản vẽ điện, nước hoặc thiết bị. Có khi gây ra do phối hợp thiết kế các loại công việc không tốt; có khi gây ra do sau khi bản vẽ thi công gửi đi rồi, thay đổi chủng loại thiết bị hoặc lúc đó các tư liệu cung cấp cho xây dựng không chính xác, lại không kịp thời sửa đổi.

3. Vấn đề thi công

a. Phóng tuyến trắc đạc sai:

- Xem sai bản vẽ: sự cố sai vị trí phần lớn do xem sai bản vẽ, thường gặp là xem nhầm đường tim của móng thành đường trục. Trong bản vẽ thi công kiến trúc và kết cấu, không phải tất cả các đường trục đều trùng với đường tim. Điều đó đối với những người không thạo xem bản vẽ thiết kế, qua quýt trong thi công, rất dễ xảy ra loại sự cố này. Như nhà xưởng một tầng, vị trí đường trục của cột bên ở phía ngoài cột, mà không ở đường tim của cột, tuyến trục của phần đầu cũng không phải là tim của cột. Tiếp đó là các sự cố gây nên do làm sai vị trí tương đối của gian xưởng với các công trình lân cận (như cầu dẫn, hành lang), xem một đường trục nào đó của phần xưởng như là đường tim của công trình. Một loại khác là làm sai kích thước giữa các đường trục.

- Sai sót trong trắc đạc: thường gặp nhất là đọc thước sai, trị số sai lệch này thường tương đối lớn, càng cần phải chú ý trong thi công.

- Mốc đo của trắc đạc bị chuyển dịch: như cọc không chế chôn nông, không chắc chắn hoặc vị trí chọn không thoả đáng, do xe chạy hoặc va đập làm cọc không chế chuyển vị gây nên sai sót trong phóng tuyến trắc đạc. Như trong thi công móng, đặt điểm không chế trên ván khuôn hoặc trên giàn giáo, làm sai lệch trong thi công.

- Sai số phóng tuyến trắc đạc quá lớn hoặc sai số cộng dồn: sai số này có thể làm cho sai số chuyển vị hoặc cốt cao độ của móng quá lớn.

b. Công nghệ thi công không tốt:

- Độ bằng phẳng của bãi đất và độ chặt đầm nén của vùng đất đắp kém: như dùng máy ủi ủi phẳng bãi đất, đồng thời tiến hành đầm nén mà chiều dày lớp đắp tương đối lớn, thường xảy ra vấn đề chất lượng này. Móng xây dựng trên loại nền này thường sinh ra lún hoặc biến dạng nghiêng lệch quá lớn.

- Lấp đất theo một phía: tiến hành lấp đất sau khi hoàn thành công trình móng, nếu không lấp đều hai phía, thường làm cho móng nghiêng hoặc chuyển vị, thậm chí có khi làm cho móng bị nứt.

- Độ cứng của ván khuôn không đủ hoặc chống đỡ không tốt: dưới tác động của lực đầm bê tông và các lực khác trong thi công, làm cho móng sai vị trí hoặc ván khuôn biến dạng quá lớn, miệng cốt trong móng nếu dùng phương pháp treo ván khuôn, ván khuôn trượt, cũng có thể làm cho miệng cốt sai lệch tương đối lớn.

- Vị trí chi tiết chôn sẵn sai: thường gặp chi tiết chôn sẵn như bu lông chôn sẵn, lỗ (hoặc rãnh) chôn sẵn không chắc chắn dẫn đến sự cố như chuyển vị ngang, sai lệch cốt cao độ hoặc lệch quá lớn.

- Công nghệ đổ bê tông và phương pháp đầm bê tông không phù hợp

4. Các nguyên nhân khác

- Ảnh hưởng của công trình bên cạnh: như xây dựng nhà mới ở gần nhà đã có làm cho móng của ngôi nhà đã có biến dạng chuyển vị.

- Xếp tải trên mặt đất quá lớn: một nhà kho của Liên Xô (cũ) vì tải trọng của vật liệu xếp quá lớn, làm cho chuyển vị móng của khung vòm tới 4,66m.

4.1.3. Phương pháp xử lý sự cố sai lệch vị trí móng và lựa chọn

Phương pháp xử lý sự cố sai lệch vị trí móng có thể chọn mấy loại dưới đây:

1. Phương pháp cầu chuyển dịch: sau khi tách rời móng lệch khỏi nền, dùng cầu cầu móng rời khỏi vị trí. Sau đó, một mặt xử lý tốt nền ở vị trí móng chính xác, mặt khác dọn sạch đáy móng. Sau khi hai loại công việc này đều hoàn thành, cầu lắp móng vào vị trí chính xác. Để đảm bảo móng và nền tiếp xúc tốt, có thể đặt lớp vữa lót. Khi cần thiết, còn có thể nhồi vữa áp lực. Phương pháp này thường dùng cho: ① Kết cấu bên trên chưa thi công; ② Hiện trường có thiết bị cầu; ③ Móng có đủ cường độ và khả năng chống nứt.

2. Phương pháp kích đẩy: dùng kích đẩy móng sai vị trí đến vị trí chính xác. Sau đó dưới đáy móng nhồi vữa xi măng có áp lực, đảm bảo móng và nền tiếp xúc tốt. Phương pháp này thường dùng cho: ① Kết cấu bên trên chưa thi công; ② Có thiết bị kích đẩy phù hợp; ③ Trường hợp sau khi kích đẩy, biện pháp chống đỡ mà lực từ cần tương đối đơn giản.

3. Phương pháp kích đẩy kéo: nếu móng và kết cấu bên trên cùng bị lệch vị trí, thường dùng kích đẩy móng đến vị trí chính xác, đồng thời, ở vị trí thích đáng của kết cấu bên trên buộc dây thép dùng tăng đỡ hoặc tời tay để kéo, khiến cho kết cấu bên trên và móng cùng đồng thời trở về vị trí chính xác.

4. Phương pháp mở rộng: sau khi dỡ bỏ cục bộ móng sai vị trí, mở rộng móng theo vị trí chính xác. Phương pháp này thường dùng cho: ① Móng sai vị trí không ảnh hưởng các công trình ngầm khác; ② Móng cho phép bố trí khe thi công.

5. Phương pháp thay thế: nếu kết cấu bên trên đã xong, mà thấy móng sai lệch vị trí nghiêm trọng, có thể dùng hệ thống chống đỡ tạm thời chống đỡ kết cấu bên trên, sau đó tách rời liên kết giữa móng và cột, sửa chữa lệch vị trí móng. Cuối cùng, lại liên kết cột với móng đã ở vị trí chính xác. Thời gian thi công của phương pháp này tương đối dài, tương đối tốn kém, đồng thời lại ảnh hưởng đến sản xuất.

6. Các phương pháp khác:

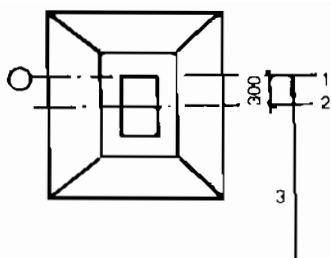
- Dỡ bỏ làm lại: với sự cố móng nghiêm trọng, chỉ có thể dỡ bỏ làm lại.
- Tính toán lại kết cấu: sự cố móng sai lệch vị trí đã không ảnh hưởng đến an toàn kết cấu và yêu cầu sử dụng, lại không cản trở thi công, thông qua tính toán lại kết cấu, đồng thời được đơn vị thiết kế đồng ý, có thể không cần tiến hành xử lý.
- Sửa chữa thiết kế: Sau khi móng sai lệch vị trí, thay đổi thiết kế kết cấu bên trên để đảm bảo yêu cầu sử dụng và an toàn kết cấu.

4.1.4. Các ví dụ xử lý sự cố sai lệch vị trí móng

1. Xử lý sự cố sai lệch vị trí móng cột nhà xưởng một tầng kiểu lắp ghép

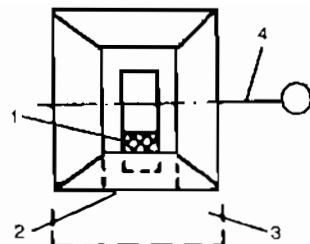
1. Khái quát công trình

Công trình mở rộng phân xưởng gia công máy của nhà máy đóng tàu Tứ Xuyên, kích thước mặt cắt cột bên là $400 \times 600\text{mm}$. Khi thi công móng, hố móng của cột đào từng đợt, sau khi đào xong 5 hố móng đã đổ lớp đệm, buộc cốt thép, dựng ván khuôn, đổ bê tông. Sau khi xong móng, kiểm tra phát hiện 5 móng đều sai lệch vị trí 300mm (hình 4.1.).



Hình 4.1. Sơ đồ sai lệch vị trí móng cột

1. Vị trí đường trục chính xác;
2. Đường tâm của mặt cắt cột;
3. Kích thước khẩu độ của gian xường.



Hình 4.2. Sơ đồ xử lý móng lệch vị trí

1. Đục bỏ một phần miệng cốc; 2. Đục bỏ một phía của móng, để lộ cốt thép đáy móng;
3. Phân mở rộng móng; 4. Đường trục cột bên gian máy.

2. Nguyên nhân sự cố

Khi phóng tuyến thi công, đã nhầm đường tâm của mặt cắt cột là đường trục của dầm cột bên của gian xường, vì vậy sai lệch vị trí 300mm, có nghĩa là khẩu độ gian xường mở rộng thêm 300mm.

3. Xử lý sự cố

Cán bộ thi công hiện trường cho rằng, để tránh tốn kém thi công lại, đề nghị lấy vị trí 5 móng đã thi công làm chuẩn, hoàn thành công việc thi công của toàn bộ phân xường. Nghĩa là toàn bộ chiều rộng (khẩu độ) của phân xường tăng thêm 300mm. Thấy rằng phương án này có một số phiền phức dưới đây, do đó không dùng:

- Kết cấu bên trên xuất hiện các cấu kiện phi tiêu chuẩn, phải thiết kế lại, đồng thời thi công và lắp đặt cũng tăng thêm nhiều phiền phức;
- Cấu trúc trong phân xường cũng là sản phẩm phi tiêu chuẩn, không thể đặt mua được;
- Ảnh hưởng tới bố trí toàn bộ mặt bằng phân xường.

Dựa vào điều kiện thiết bị lúc đó ở hiện trường, chưa dùng phương pháp cầu chuyển dịch và phương pháp kích đẩy, mà sau khi dỡ bỏ một phần, dùng phương pháp mở rộng móng để tiến hành xử lý, những điểm chính xử lý là:

- Đục bỏ bê tông cạnh gần của miệng cốc của móng (hình 4.2);
- Đục bỏ một phần bê tông móng, để lộ ra cốt thép tấm đáy;
- Đục xom toàn bộ mặt liên kết giữa móng và phân mở rộng;
- Mở rộng lớp đệm bê tông móng, nối dài cốt thép tấm đáy;
- Sau khi rửa và làm no nước của mặt liên kết của móng cũ, đổ bê tông phân mở rộng.

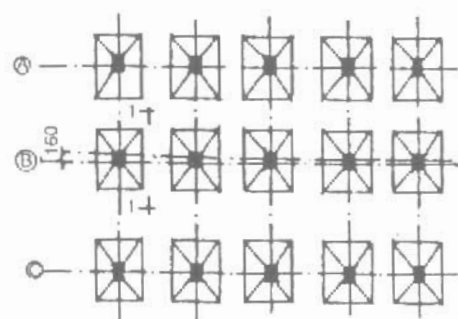
4. Hiệu quả xử lý

Phương án xử lý đã dùng, có ưu điểm là thi công thuận lợi, chi phí thấp, không cần dùng thiết bị chuyên dụng, kết cấu an toàn tin cậy.

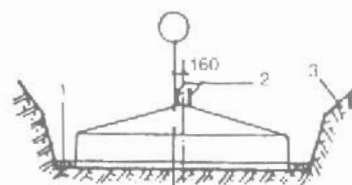
II. Xử lý sự cố sai lệch móng cột độc lập

1. Khái quát công trình

Một công trình dùng móng cột độc lập bê tông cốt thép. Kích thước mặt bằng móng lớn nhất là $3,0 \times 3,4\text{m}$, $6,2\text{m}^3$ bê tông, nặng 15,5t. Phóng tuyến thi công khiến cho móng cột trục B hình thành một hình nêm sai lệch như hình 4.3. Sai lệch lớn nhất tới 160mm, vượt quá giá trị sai lệch cho phép của quy phạm nghiệm thu thi công (10mm), đã tạo ra sự cố.



Mặt bằng



1-1

Hình 4.3. Sơ đồ sai lệch vị trí móng

1. Đục bỏ lớp đệm; 2. Thép chờ của cột;
3. Vách rãnh móng.

2. Xử lý sự cố

Công trình này sau khi so sánh nhiều phương án, chọn dùng phương pháp kích đẩy chuyển dịch trở lại vị trí, các điểm chính thi công là:

- Công tác chuẩn bị: dọn sạch đất và cỏ rác xung quanh móng; đục bỏ lớp đệm bê tông phía ngoài móng, đo cốt cao độ bốn xung quanh móng.

- Chọn và bố trí kích: dựa vào độ lớn của thể tích móng và lực ma sát giữa bê tông và đất để chọn kích. Công trình này dùng hai kích 15t bố trí đối xứng song song giữa vách hố móng và móng. Điểm tác động của kích đặt ở phía dưới móng, phía trên lớp đệm bê tông (hình 4.4.).

- Đẩy trở về vị trí cũ: Không chèn hai kích cùng tác động và chuyển dịch đồng bộ, đưa móng chuyển dịch dần dần đến vị trí thiết kế dọc theo lớp đệm và nền.

- Kiểm tra tình trạng trở lại vị trí cũ: ngoài việc kiểm tra sai lệch kích thước mặt bằng và chỉnh kích thước, còn cần kiểm tra cốt cao độ móng có thay đổi hay không. Số liệu đo được của công trình này là: cốt cao độ móng nói chung tăng khoảng 5mm, nhiều nhất khoảng 10mm.

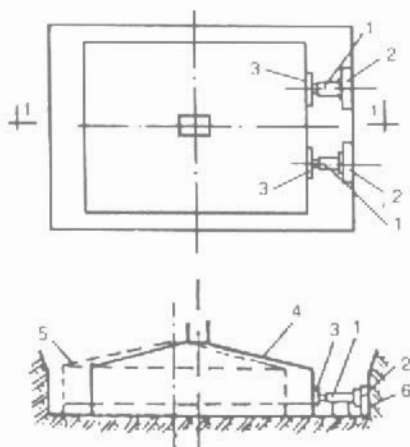
- Nhồi vữa áp lực: sau khi chuyển dịch móng, đáy móng có thể có lỗ rỗng, từ đó có thể dẫn đến lún. Vì vậy, cần phải nhồi vữa xi măng áp lực. Trước khi nhồi vữa, dùng bê tông C8 bịt kín xung quanh móng, đồng thời ở vị trí thích đáng để lỗ phụt vữa và lỗ thoát khí. Trong vữa xi măng nên cho thêm phụ gia trương nở như bột nhôm, để đảm bảo đáy móng đặc chắc.

III. Xử lý sự cố dịch chuyển và nghiêng móng cột nhà vòng một tầng

1. Khái quát công trình

Một nhà máy cán thép có chiều sâu chôn móng của móng cột và móng thiết bị của nhà xưởng cũ là -3,40m và -6,60m. Chiều sâu chôn móng của móng cột nhà xưởng mới rộng, móng máy cán và móng gian điện chính lần lượt là -6,50m, -11,60m và -8,20m. Trong quá

trình thi công móng mới, làm cho móng xuống cũ lún và chuyển dịch, khiến cho nhà xuống bị nghiêng.



Hình 4.4. Sơ đồ bố trí kích

1. Kích; 2. Gỗ; 3. Tấm đệm; 4. Móng sai lệch vị trí; 5. Móng sau khi trở về vị trí; 6. Vách rãnh móng.

2. Nguyên nhân sự cố

Đất ở mép móng cột cũ và mới rất gần nhau (khoảng 1,5m), mà cốt cao độ đáy móng chênh lệch tương đối lớn (khoảng 3,1m). Trước khi thi công móng cột mới, tuy đã đóng một hàng tấm bản cọc chân đất ở giữa, móng muốn bảo vệ an toàn và ổn định cho móng cũ. Nhưng do thời gian thi công đào đất móng mới dài, thời gian hạ mức nước bang thủ công gần một năm, nước khe rỗng trong đất dưới đáy móng cột nhà xuống cũ bị đẩy ra rất nhiều. Đồng thời dưới tác động của tải trọng sản xuất, đất dưới móng cột dần dần bị ép chặt lún xuống, móng cột cũ bắt đầu lún rồi chuyển dịch, trong đó móng cột số 19 dẫy B dịch về hướng tây 182mm, góc nghiêng là $49^{\circ}38''$, làm nguy hiểm cho ổn định và sử dụng an toàn của kết cấu nhà xuống cũ.

3. Phương pháp xử lý

Nói chung có thể chọn ba phương án xử lý:

- Phương pháp đỡ cột đổi móng: đầu tiên đục rời cột bê tông đúc sẵn với miệng cốc của móng, sau khi bỏ móng cũ, dịch chuyển thân cột về vị trí cũ hướng Đông, đổ bê tông móng mới. Cách làm này khó khăn rất lớn.

- Phương pháp đỡ dầm thay cột thay móng: đầu tiên đỡ dầm của khung nhà xuống cũ thay cột và móng, tiếp theo tháo dỡ hai thanh dầm cấu trúc bên cạnh. Đặt lại dầm móng mới: cột mới xong, tiếp đó lắp đặt dầm cấu trúc. Điều đó vì xét thấy cột đúc sẵn nghiêng, chuyển vị, chịu vận theo hướng bên, khi khôi phục lại vị trí có thể hỏng do kéo nứt, hoặc do thân cọc sử dụng nhiều năm, mặt ngoài bị bong dột mà cần thay thế.

Thông qua luận chứng, hai phương án trên đều có khả năng thực hiện, cũng có thể sử dụng ở những công trình khác, nhưng thời gian thi công dài, chi phí tốn kém, đồng thời ảnh hưởng tới sản xuất hàng ngày.

- Phương pháp kích chống: thông qua điều tra thực tế hiện trường, móng mở rộng mới đã lắp lại xong, tấm bản cọc đóng vào trong lớp đất chưa nhô lên, đồng thời cách mép ngoài móng cột bị nghiêng chuyển vị cũ khoảng 2m, lại có thể làm điểm chống. Do đó quyết định dùng phương pháp kích ngang đồng thời chỉnh cột và móng trở về vị trí.

Đầu tiên đào đất xung quanh móng cột chuyển vị nghiêng, để giảm lực ma sát kích đẩy khi chỉnh móng. Phía tây của móng dọc theo bản cọc đào tới độ sâu yêu cầu. Bước đầu xác định dùng tường chắn đất bản cọc cũ làm mặt tì. Nếu lấy đất đắp mặt sau tường bản cọc làm áp lực đất bị động, thì khi tổng áp lực đất bị động này với lực chống đẩy ngang mà độ sâu ngàm của bản thân bản cọc gây nên lớn hơn tải trọng ngang làm cho móng cột cũ chuyển dịch (lực ma sát tác động giữa đất và mặt đáy móng hoặc tải trọng bên trên) thì có khả năng hoàn thành công việc hiệu chỉnh.

Tiếp đó, tiến hành tính toán đối với tải trọng móng cột, các tham số có liên quan cùng với phân lực hiệu chỉnh chuyển vị. Máy nhân tố cần xem xét khi tính toán lực đẩy móng cột là: đặc trưng hình học và tải trọng sử dụng của móng cột cũ; áp lực đất bị động khi lớp đệm móng cột bị phá hoại; lực ma sát giữa hai bên móng với vách hố móng, cùng với lực ma sát giữa đáy móng với đất. Kết hợp với điều kiện của công trình, sơ lược dự kiến tổng lực đẩy kích chống ngang kích cho móng cột là 1.655kN, do đó chọn dùng hai kích thủy lực 100t kiểu nằm để hiệu chỉnh.

Cuối cùng tiến hành thi công kích chỉnh móng cột về vị trí cũ. Vì sau khi đào đất xung quanh móng cọc số 19 dây B bị chuyển vị nghiêng, phía dưới đáy móng còn có lớp đệm bê tông dày 400mm và móng cột cũ đổ thành một khối, vì vậy khi hiệu chỉnh phải dịch đẩy toàn bộ.

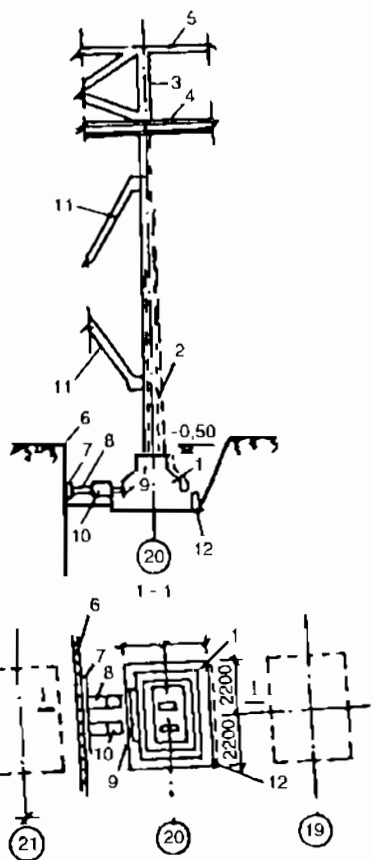
+ Xác định vị trí: mặt vách nghiêng và chân đặt một cặp tạo nên móng cọc cũ, vị trí ngang của điểm hợp lực trọng tâm móng (bao gồm cả lớp đệm) ở phía trên chân bậc đặt cặp một chút. Cũng như vậy dựa vào áp lực đất bị động bổ sung của lớp đệm (phá hoại nén cắt), lập điểm chống kích ở khoảng giữa chiều đứng của cặp thứ nhất. Trên cùng một mặt ngang bố trí hai điểm, ở vị trí 1m dọc theo chiều ngang từ trung tâm về hai phía bắc nam, khiến cho khi dịch đẩy ngang về vị trí cũ theo hướng Đông để dành cho việc hiệu chỉnh toàn bộ, để tránh khi dịch chuyển ngang bị nghiêng. Bố trí chung kích hiệu chỉnh móng cột chuyển vị nghiêng như hình 4.5.

+ Bố trí kết cấu kích chống ngang móng cột: trong hố móng đã đào xong, để làm cho bản cọc chắn đất chịu phản lực kích chống tương đối đều, ở khu vực tương ứng với cốt cao độ và vị trí của điểm kích chống ngang giữa tám bản cọc với chân mở rộng móng cột, bố trí một dầm tổ hợp hai thép chữ I dài 4m. Nơi tiếp xúc không chặt giữa dầm ngang và bản cọc hướng đứng dùng thép tấm hàn bổ sung bịt kẽ hở, làm cho bản cọc trở thành liên khối. Mặt khác trên hai điểm kích chống mà bố trí ở mặt đứng bậc mở rộng chân móng cột, để tránh điểm tác động lực quá tập trung phá hoại bề mặt bê tông, lắp đặt dầm ngang tổ hợp hai thép chữ I dài 3,2m, để tải trọng tập trung phân bố đều trên mặt bên của móng. Ở khe hở giữa mặt bên và dầm tổ hợp đỡ dầm và dầm kê bang cát hoặc cát mịn.

Bộ kích thủy lực kiểu nằm bố trí hai cây cột chống ngang tổ hợp hai thép hình có chiều dài 1,25m. Trước khi chuyển dịch kích ngang, cắt rời nút của hai khung chống gió ở phía dưới dầm cầu trục, để tránh do chịu kéo ở gần sát cột số 20 mà sinh ra chuyển vị hoặc bị kéo đứt.

+ Quan trắc kích chống làm chuyển vị: đối với móng cột chuyển vị nghiêng dùng máy kinh vĩ xác định đường thẳng đứng khống chế của đường biên thân cột, tìm giá trị chênh

lệch chuyển vị ngang. Kích chống chuyển dịch theo ba giai đoạn, đồng thời dùng máy thủy chuẩn quan trắc độ lún của móng cột khi hiệu chỉnh về vị trí cũ. Giai đoạn thứ nhất chuyển vị ngang 60mm, ngừng 10ph, trở về 20mm. Giai đoạn thứ hai chuyển vị ngang 90mm, ngừng 15ph, trở về 30mm. Giai đoạn thứ ba chuyển vị ngang 100mm, ngừng 30ph, trở về 20mm. Mục đích chủ yếu việc chia giai đoạn phân từng đợt kích dịch chuyển hoặc hạ tải trở về là để giảm hoặc loại bỏ ứng suất sinh ra ở bên trong trong khi kích dịch chuyển. Nếu phát hiện trong quá trình dịch chuyển bộ phận liên quan xuất hiện hiện tượng khác thường (bê tông có vết nứt), phải nhanh chóng sửa chữa hoặc dùng biện pháp kỹ thuật cần thiết.



Hình 4.5. Bố trí hiện chỉnh kích móng cột

1. Móng cọc; 2. Cột bê tông đúc sẵn; 3. Cột thép ngăn ở phía trên dầm cầu trục; 4. Dầm cầu trục; 5. Hệ thống thanh cánh dưới vì kèo; 6. Tường chắn đất bản cọc; 7. Dầm tổ hợp hai thép chữ I; 8. Cột chống ngăn; 9. Gối đỡ dầm nhỏ ngang; 10. Kích thủy lực kiểu nằm 100t; 11. Khung chống gió; 12. Tuyến vị trí móng sau khi sửa chữa.

Bản cọc chắn đất tì lưng để chống đỡ phản lực, cùng với việc kích thủy lực gia tải kích đẩy móng cọc trở về vị trí, cũng sẽ xảy ra chuyển vị tương đối, nghĩa là móng cột nghiêng dần trở về vị trí phía đông, còn dưới tác động của phản lực bản cọc tì lưng cũng chuyển vị về phía tây. Chuyển vị của bản cọc tì lưng đạt tới 98mm thì ổn định, móng cột nghiêng tiếp tục chuyển vị về phía đông, kết quả trắc đạc này về cơ bản phù hợp với dự kiến ban đầu.

Kết quả đo kiểm tra cuối cùng là: dịch chuyển kích chống làm cho cột và móng nghiêng trở về vị trí phía trước tổng cộng đạt 181mm, đường thẳng đứng không chế cũ trùng hợp với bản cọc tì lưng chuyển vị về phía tây chỉ có 113mm. Móng cột sau khi trở về vị trí cũ, độ lún đo được bằng máy thủy chuẩn là 2,15mm.

IV. Lệch móng của toà nhà trung tâm thí nghiệm cực tiêu chuẩn đo lường thành phố

1. Khái quát công trình

Đơn nguyên số 1 của toà nhà trung tâm thí nghiệm cực tiêu chuẩn đo lường thành phố là kết cấu khung 5 tầng, có 12 móng cột bê tông cốt thép, trên móng bê tông là dầm móng đơn giản. Trên dầm móng xây tường ngoài của nhà khung. Tường ngoài hành lang phía tây là móng băng xây gạch đệm cát. Trong nhà có bể chứa phân ngầm, khi lắp đặt ván khuôn thép của dầm khung và sàn tầng hai, phát hiện tuyến trục của công trình bị lệch. Kiểm tra đo đạc lại, móng bê tông đều lệch vị trí, lệch lớn nhất là 690mm, tuyến trục của nhà đã trở thành hình chữ nhật lệch.

Cấu tạo của móng và cột như hình 4.6, nền là đất sét, sức chịu tải $[R] = 180\text{kPa}$.

2. Phân tích nguyên nhân

Sự cố này hoàn toàn do sai sót trong phóng tuyến thi công, không cân gia cố nền, chỉ cân chỉnh móng lệch là được.

3. Xử lý sự cố

Sau khi so sánh nhiều phương án, chọn biện pháp dùng kích để kích ngang chữa lệch. Các điểm chính là:

- Xác định lực đẩy cần thiết:

- + Từ bản vẽ cấu tạo móng và cột cho thấy, trọng lượng là 39,8t, trọng tâm ở trên đường tim cách mặt đáy 609mm.

- + Dựa vào bản vẽ thiết kế gốc cho thấy, dưới móng bê tông có lớp đệm đá dăm khoảng 10cm, do đó lấy hệ số ma sát là $\mu = 0,81$, vì vậy sức đẩy của kích là $P = \mu \times G = 324\text{kN}$.

Công trình này dùng một kích thủy lực 200t, hai kích ren, kích 200t là máy đẩy chính, hành trình trở về dùng hai kích ren để giữ, để đề phòng móng đàn hồi trở lại. Ngoài ra, khi điều chỉnh một chút nào đó đối với phương vị của móng, cũng dùng kích ren để hỗ trợ.

- Thiết kế điểm đẩy và mặt đỡ của kích:

- + Điểm kích đẩy nằm ở dưới trọng tâm của móng, ở vị trí cao độ 1/2 mặt đứng vách bên của bản đáy.

Lực đẩy P lấy 324kN, mô men lật khi kích đẩy là: $P \times h = 97,2\text{kN.m}$;

Trọng lực bản thân $G = 399\text{kN}$, mô men ổn định khi kích đẩy là: $G \times h_2 = 877,8\text{kN.m}$;

Rõ ràng, mô men ổn định lớn hơn nhiều lần mô men lật, khi kích đẩy, móng chỉ có thể dịch chuyển ngang về phía trước.

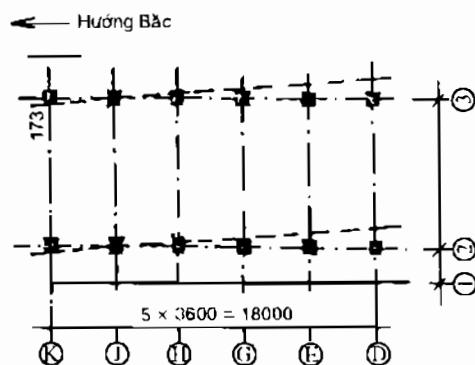
- + Diện tích lực từ phía sau $P/[R] = 1,8\text{m}^2$, mà thực tế đệm gỗ tới $4,8\text{m}^2$, khối đất từ phía sau không bị phá hoại. Kích và đầu kích phải ở trên tấm gỗ nằm ngang, nếu vách bên của tấm đáy móng không có mặt phẳng đứng thì phải gia công lại.

- Các bước hiệu chỉnh:

- + Đo lại trục móng một cách chính xác: để làm việc đó phải đóng cọc không chế, đồng thời trên hai mặt liên kế của cột treo dây rọi thẳng đứng đánh dấu tuyến dọc và tuyến ngang, kiểm tra độ thẳng đứng cũ của cọc. Vì móng của trục ② và trục ① giao nhau tại J_2 và cách vách tường của bể chứa phân chỉ có 9cm, không thể lắp đặt kích, được sự đồng ý của thiết kế, không kích đẩy hai móng của trục J_1 chỉ kích đẩy 10 móng còn lại.

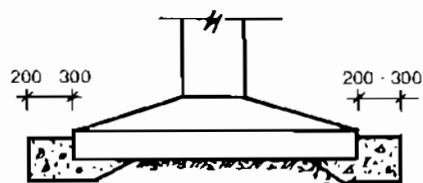
- + Xác định trình tự kích đẩy: đầu tiên kích đẩy tuyến trục ②, sau đó kích đẩy tuyến trục ③. Đào đất, kích đẩy chữa lệch đều theo trình tự này, đảm bảo đều có khối đất từ vững chắc.

- + Không chế chữa lệch: dựa vào cọc không chế kéo tuyến trục, dùng nó để kiểm tra tình hình kích đẩy, đo cột sau khi kích đẩy đã đạt đến vị trí chính xác hay chưa, đồng thời ghi

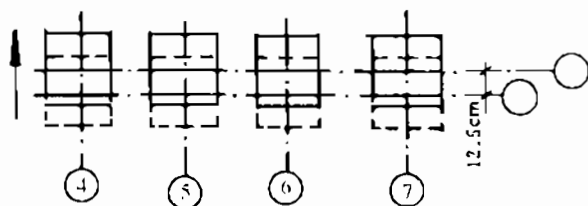


Hình 4.6. Tuyến trục thiết kế và vị trí lệch móng

chép. 5 móng trên tuyến trục ② kích đẩy đến vị trí dự định, sau khi thống nhất kiểm tra nghiệm thu, bắt tay vào xử lý các bộ phận rỗng dưới đáy móng. Đất tại bị xáo động dưới đáy móng phải đào bỏ đi hết, nhồi bê tông C20 có độ sụt 8~10cm, đồng thời dùng phương pháp đầm lại để bê tông đặc chắc, như hình 4.7. Sau đó tiến hành đào đất 5 móng của trục ③, kích đẩy và nhồi bê tông dưới móng.



Hình 4.7. Xử lý đáy móng sau khi kích đẩy



Hình 4.8. Sơ đồ lệch vị trí móng cột của sàn lên xe lửa

4. Đánh giá hiệu quả

Sau khi sửa, móng làm việc bình thường cho đến nay. Phương pháp này tiết kiệm trực tiếp phí tới 18 ngàn nhân dân tệ so với phương án dỡ bỏ xây dựng lại.

Phương pháp kích đẩy chủ yếu dùng kích, dụng cụ đơn giản, nguyên lý rõ ràng, phương pháp đơn giản, có thể đồng thời gia cố nền, có hiệu quả kinh tế nhất định.

Chữa nghiêng theo phương pháp kích đẩy, trong thực thi phải biết tương đối chắc chắn ba yếu tố là lực tác động (như lực kích đẩy, trọng lực nén, trọng lực bản thân), cánh tay đòn, điểm mô men. Đối với công trình nghiêng, lệch vị trí, phải dùng các kỹ thuật chữa nghiêng, đều có những tiền đề nhất định, nghĩa là công trình đó phải có đủ cường độ, độ cứng. Tính toán khối nếu không đủ, phải gia cố trước, đảm bảo trong quá trình chữa nghiêng công trình không bị tổn thất, đảm bảo chữa nghiêng thành công.

Thiết kế và thi công chữa nghiêng công trình phải bao gồm thiết kế và thi công gia cố móng. Chính bởi vì móng có vấn đề mới dẫn đến sai lệch vị trí công trình, vì vậy chữa nghiêng và gia cố móng phải kết hợp chặt chẽ. Chỉ có sai lệch vị trí do nhân tố con người tạo thành (như sai sót trong phóng tuyến, cột làm nghiêng) mới chỉ cần chữa nghiêng mà không cần gia cố móng.

V. Xử lý một móng cột của cầu dẫn lên xe lửa

1. Khái quát công trình và sự cố

Một kho lớn có đường xe lửa chuyên dụng và cầu dẫn lên xe lửa. Khoảng cách đường tim của sàn lên xe lửa cách tuyến trục của cột phân xưởng liền kề là 125mm. Khi phóng tuyến trắc đạc, đã nhầm lấy tuyến trục của cột phân xưởng làm thành đường tim của cột sàn, do đó đã làm cho móng cột của sàn sai lệch vị trí 125mm (hình 4.8).

2. Phân tích và xử lý sự cố

Khi phát hiện móng công trình này sai lệch, phần trên cột chưa thi công. Để đơn giản hoá xử lý sự cố, đầu tiên dựa vào tình hình thực tế không sửa chữa sai lệch, tính toán lại

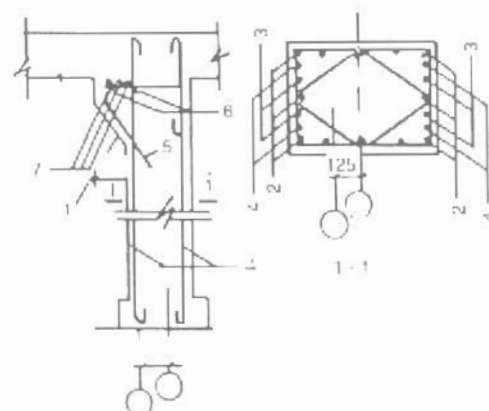
thiết kế ban đầu. Kết quả tính toán lại cho thấy, nền và móng vẫn phù hợp yêu cầu của thiết kế ban đầu, các giá trị ứng suất đều trong phạm vi cho phép, do đó không xử lý móng.

Tiếp đó, xem xét thi công phần trên trên cơ sở móng sai lệch vị trí, nghĩa là sự ảnh hưởng sau khi cột sai lệch 125mm. Phân tích sơ bộ điều đó phụ thuộc vào ba điều kiện: yêu cầu của công nghệ sản xuất, khả năng chịu tải của cột, cấu tạo của nút và tình trạng chịu lực của kết cấu bên trên. Dựa vào tình hình thực tế công trình, sau khi phân tích cho kết quả là:

- Không xử lý sai lệch của móng và cột, đồng thời không ảnh hưởng tới thi công hạng mục khác, mà cũng không cố trở ngại về mặt công nghệ sản xuất;

- Tính toán kiểm tra mặt cắt cột theo trường hợp sau khi sai lệch, tăng 4 thanh cốt thép $\varnothing 20$ trong cột có thể đáp ứng yêu cầu thiết kế;

- Phân tích về mặt cấu tạo, trục dầm của thiết kế cũ chính là đường tim của cột. Sau khi bị lệch, chúng có khoảng cách sai lệch là 125mm, khiến cho một bên của dầm trên cột không đủ mặt dờ. Để giải quyết vấn đề này, trên đỉnh cột làm một vai bõ, để đảm bảo yêu cầu mặt dờ. Vì dầm này là dầm liên tục, đỉnh cột (gối của dầm) tăng thêm vai bõ làm cho khẩu độ một phía của dầm nhỏ đi, phía kia không thay đổi. Qua phân tích thấy sửa đổi này ảnh hưởng không lớn đến nội lực của dầm, không ảnh hưởng tới an toàn kết cấu.



Hình 4.9. Sơ đồ xử lý lệch

1: Vai bõ tăng thêm; 2, 3: Cốt thép cũ; 4, 5, 6, 7: Cốt thép tăng thêm; 4: $4\varnothing 20$; 5: $6\varnothing 16$; 6: thép cấu tạo $\varnothing 6$; 7: thép đai $3\varnothing 8$.

Dựa vào phân tích trên, cuối cùng lấy phương án xử lý như hình 4.9. Thực tế cho thấy, phương án xử lý này chịu lực tốt, thi công đơn giản, lượng công việc tăng tương đối nhỏ, hiệu quả tốt.

VI. Xử lý sự cố sai lệch vị trí móng cột của một công trình

1. Khái quát công trình và sự cố

Móng cột của công trình này là móng vuông độc lập đặt ba cấp, kích thước móng là $4,5 \times 4,5\text{m}$, mỗi bậc cao 0,5m. Trong thi công vì độc sai số khi phóng tuyến, khiến cho vị trí 2 móng lệch tới 7cm.

2. Phân tích xử lý sự cố

Khi phát hiện công trình này bị lệch, chưa thi công cột đổ bê tông tại chỗ. Do đó đầu tiên giả thiết đổ bê tông cột theo vị trí thiết kế cũ trên móng cột đã bị lệch. Sau đó tính toán lại móng và nền. Dựa theo kết quả tính toán lại để quyết định phương pháp xử lý.

- Tính toán lại ứng suất nền dựa theo tài liệu thiết kế cung cấp, đồng thời xem xét ảnh hưởng của độ lệch 7cm, tính toán ứng suất nền thực tế (hình 4.10).

Lực dọc trục của thiết kế $N = 5.910 \text{ kN}$;

Mô men uốn $M_x = 377,6 \text{ kN.m}$;

Mô men lệch tâm

$$l_0 = \frac{M_x}{N} = 0,064 \text{ m};$$

Độ lệch thực tế $0,07 \text{ m}$;

Tổng mô men lệch tâm là:

$$l = 0,064 + 0,07 = 0,134 \text{ m};$$

Mô men uốn sau khi xét đến sai lệch:

$$M = 792 \text{ kN.m};$$

Dựa vào công thức: $\sigma = \frac{N}{ba} \left(1 + \frac{bf}{a} \right)$;

ta có: $\sigma_{\max} = 0,345 \text{ MPa}$;

$$\sigma_{\min} = 0,239 \text{ MPa}.$$

Mà sức chịu tải cho phép thiết kế của móng là $0,353 \text{ MPa}$. Do đó ứng suất phụ thêm dù xét tới sai lệch gây lên, ứng suất nền vẫn nhỏ hơn giá trị cho phép.

- Tính toán lại cường độ tác động của cột đối với móng: trị số lệch 7 cm không làm thay đổi chiều cao tác động, lực dọc trục N cũng tương tự, nghĩa là cường độ tác động giống như thiết kế cũ.

- Tính toán lại bố trí cốt thép móng: Dựa vào tải trọng thiết kế và tải trọng phụ thêm do thi công sai lệch sinh ra để tính toán lại bố trí cốt thép theo hai hướng. Kết quả tính toán lại cho thấy, lượng cốt thép cần bố trí nhỏ hơn lượng cốt thép thiết kế.

Những kết quả tính toán lại ở trên cho thấy, sai lệch của móng không cần sửa chữa, đổ bê tông cốt thép cột dựa theo vị trí thiết kế cũ. Do móng bị sai lệch vị trí, thép chờ và thép liên kết của cột cũng sai lệch. Công trình này đã dùng phương pháp xử lý hàn thêm tâm thép liên kết giữa cốt thép cột và thép chờ của móng. Cách làm cụ thể như hình 4.11.

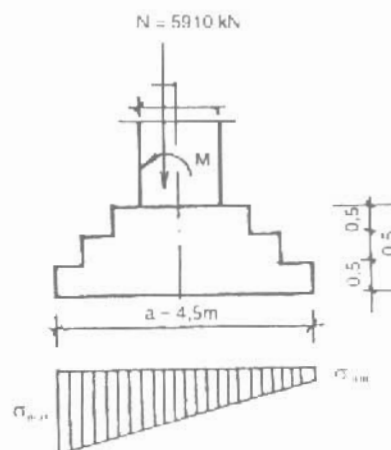
Chiều dày thép tấm tính toán xác định dựa theo nguyên tắc bằng cường độ của cốt thép liên kết. Chiều cao của tấm thép xác định theo quy định có liên quan đến chiều dài hàn nối cốt thép trong quy phạm nghiệm thu thi công. Khi thi công, hàn cốt thép cột, tấm thép liên kết và thép chờ của móng thành một khối theo yêu cầu của quy phạm.

Thực tiễn cho thấy, phương pháp xử lý này đơn giản tin cậy, thi công thuận lợi, lại không ảnh hưởng tới kết cấu bên trên, đưa công trình vào sản xuất hoàn toàn phù hợp yêu cầu thiết kế.

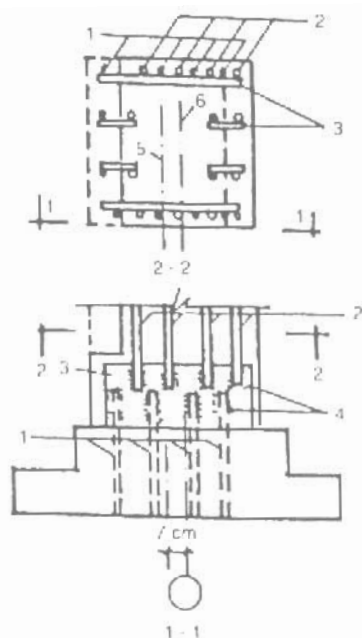
VII. Xử lý sự cố sai lệch vị trí móng của một trạm trung chuyển

1. Khái quát công trình và sự cố

Trạm này là móng cột độc lập, khung bê tông cốt thép, sau khi đổ xong bê tông hai móng, phát hiện móng về hai phía đều có độ lệch tương đối lớn (hình 4.12).

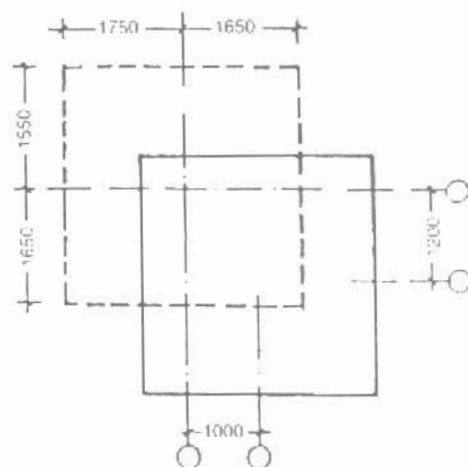


Hình 4.10. Kiểm tra lại ứng suất nền



Hình 4.11. Sơ đồ xử lý lệch móng

1. Thép chờ của móng cột sai; 2. Vị trí chính xác của cốt thép cột; 3. Tâm thép liên kết; 4. Khe hàn liên kết; 5. Đường tâm cột móng bị lệch; 6. Đường tâm cột móng chính xác.



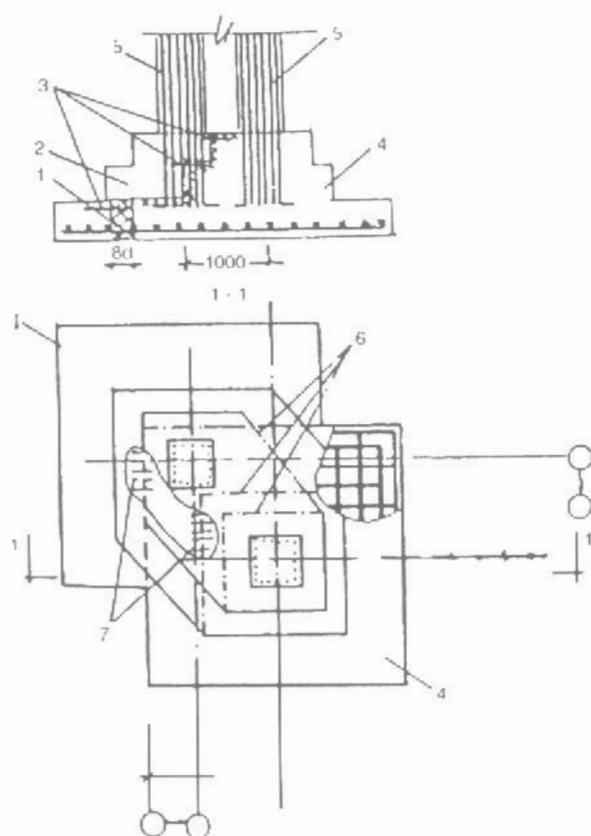
Hình 4.12. Sơ đồ sai lệch vị trí móng

— — — Vị trí chính xác;
————— Vị trí sai lệch.

2. Phân tích và xử lý sự cố

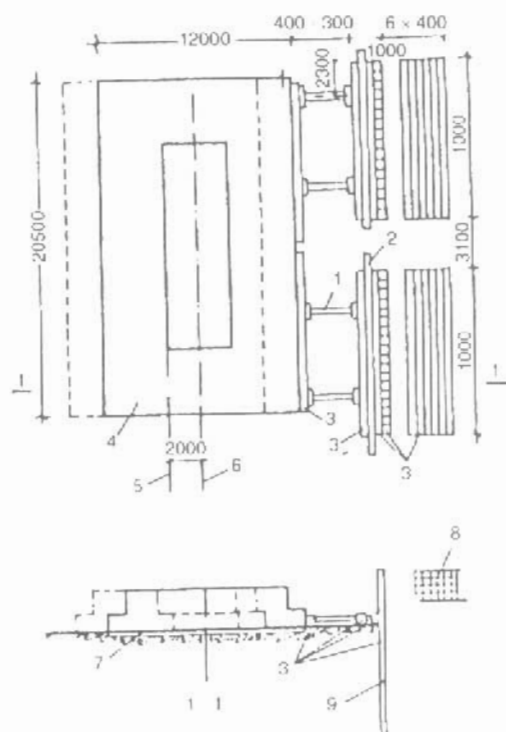
Đầu tiên, xem xét khi không chứa lệch, tính toán lại đối với thiết kế ban đầu. Thông qua tính toán lại, tải trọng phụ thêm do sai lệch gây nên, làm cho sức chịu tải của nền và kết cấu móng đều không đạt được yêu cầu của quy phạm thiết kế. Vì vậy sự cố này cần phải được xử lý. Tiếp đó, xem xét sửa chữa đưa về vị trí cũ hoặc tháo dỡ làm lại. Như ví dụ trên, cũng không được hoặc không kinh tế. Sau đó, xem xét trường hợp thay đổi kết cấu bên trên trên cơ sở móng sai lệch. Qua nghiên cứu phân tích, cách làm này không chỉ thay đổi lượng công tác lớn, liên quan đến nhiều vấn đề, mà còn ảnh hưởng tới công nghệ sản xuất. Cuối cùng, phương án sử dụng là giữ lại móng sai lệch vị trí (với điều kiện không ảnh hưởng các công trình ngầm khác) đồng thời dựa theo vị trí và yêu cầu thiết kế cũ, mở rộng móng sai lệch vị trí. Dùng cốt thép gia cường giữa móng cũ và móng mới, đục xôm bề mặt bê tông, để chúng tạo thành một khối. Cách làm xem hình 4.13.

Để đảm bảo liên kết tin cậy của cốt thép phần đáy móng cũ và mới, phần đáy của móng cũ phải đục một rãnh sâu khoảng 10cm, để lộ ra cốt thép của móng cũ, đồng thời dựa theo yêu cầu của quy phạm thi công, hàn với cốt thép của móng mới. Để tăng cường sự liên kết của mặt tiếp xúc móng mới và cũ, trên mỗi mặt cấp bố trí cốt thép gia cố $\Phi 6 \pm 150$. Đồng thời, hai cấp phía dưới mỗi cấp nâng cao thêm một chiều cao cấp, để móng có đủ mặt cắt chịu tải trọng của kết cấu bên trên truyền xuống.



Hình 4.13. Sơ đồ xử lý móng

1. Phần bê tông đúc bỏ; 2. Móng cố vị trí chính xác; 3. Cốt thép gia cố $\varnothing 8 @ 150$; 4. Móng sai lệch vị trí; 5. Cột chưa thi công; 6. Đục xôm mặt tiếp xúc; 7. Cốt thép gia cố.



Hình 4.14. Hình dạng bên ngoài của móng và hiện tượng sai lệch vị trí

1. Kích (2000); 2. Dầm thép; 3. Cột bê tông vuông 400×400 , $l = 10.000$; 4. Móng; 5. Vị trí đường tìm thiết kế; 6. Đường tìm thực tế; 7. Lớp đệm; 8. Mù cọc (24 cây); 9. 24 cây cọc khoảng cách 700.

Sự cố này sau khi dùng phương pháp trên xử lý, qua quan sát một năm sử dụng sản xuất cho thấy, hiệu quả rất tốt.

VIII. Xử lý sự cố lệch móng thiết bị bãi vật liệu của một nhà máy

1. Khái quát công trình và sự cố

Do phóng tuyến trắc đạc sai sót, hai móng thiết bị *J-1*, *J-2* của bãi vật liệu của một nhà máy bị lệch lần lượt là 2m và 1,4m. Trọng lượng hai móng bê tông cốt thép này lần lượt là 759t và 345t. Kích thước bên ngoài và lệch vị trí của móng tương đối lớn *J-1* như hình 4.14.

2. Xử lý sự cố

Xử lý sự cố lệch vị trí đối với hai móng thiết bị lớn, đã so sánh kinh tế nhiều phương án, bao gồm thay đổi công nghệ sản xuất, mở rộng móng hiện có, bỏ làm lại, dịch chuyển toàn

hộ đưa về vị trí. Cuối cùng dùng phương án đẩy dịch về vị trí, tổn thất kinh tế của chúng nhỏ.

- Thiết kế thi công đẩy dịch về vị trí của móng J-1:

Dự kiến lực cản kích đẩy: Lực cản của móng bị đẩy dịch trượt P_1 có thể tính bằng công thức sau:

$$P_1 = f \cdot N \quad (4.1)$$

Trong đó: f - Hệ số ma sát khi móng trượt;

N - Lực nén, trọng lượng móng.

Hệ số ma sát trong công thức trên bao gồm hai phần, một là lực ma sát giữa đáy móng và đất nền, hai là lực dính kết giữa đất móng. Vì công trình này không có số liệu thí nghiệm, do vậy dùng số liệu của "Thiết kế và thi công đường ngầm thành phố", trị số kinh nghiệm về tính toán lực đẩy của kích mà cuốn sách này đưa ra là $f = 0,7-0,8$, công trình này lấy 0,8, lực đẩy của kích đẩy dịch móng là:

$$P_1 = f \cdot N = 0,8 \times 759 \times 9,8 = 5.950 \text{ kN}$$

Vì mặt đất bên cạnh móng cao hơn 0,20-0,30m so với mặt đáy móng (bao gồm cả lớp đệm), đồng thời còn xem xét một số thép góc và cọc gỗ đóng vào trong đất khi dựng ván khuôn móng, chiều sâu khoảng 0,8m. Vì vậy khi đẩy móng, còn phải khắc phục áp lực đất bị động do hai nhân tố trên gây nên, giá trị này có thể tính toán theo công thức dưới đây:

$$E_p = \frac{1}{2} K_1 \cdot K_2 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \lg^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) l \quad (4.2)$$

Trong đó:

K_1, K_2 - Hệ số giảm do mức độ ảnh hưởng của thép góc, cọc gỗ, vì hệ số gia tăng mật độ do ép đất và trọng lượng móng tương đương với hệ số gia tăng mật độ của khối lãg trụ tính toán áp lực đất bị động, ở công trình này lấy $K_1 = 0,6$ và $K_2 = 1,5$;

γ - Mật độ đất nền, lấy $1,86 \text{ t/m}^3$;

ϕ - Góc ma sát trong của đất nền, lấy $16,5^\circ$;

H - Chiều cao chấn đất, lấy 1,1m;

l - Chiều dài chấn đất, lấy 20m.

$$E_p = \frac{1}{2} \times 0,6 \times 1,5 \times 1,86 \times 1,1^2 \lg^2 \left(45^\circ + \frac{16,5^\circ}{2} \right) \times 20 \times 9,8 = 356 \text{ kN}$$

Lực cản kích đẩy $P = P_1 + E_p = 6.306 \text{ kN}$.

Dựa vào giá trị lực cản kích đẩy dự kiến, quyết định dùng 4 kích 200t làm công cụ kích đẩy, lực kích đẩy là: $4 \times 1.960 = 7.840 \text{ kN}$.

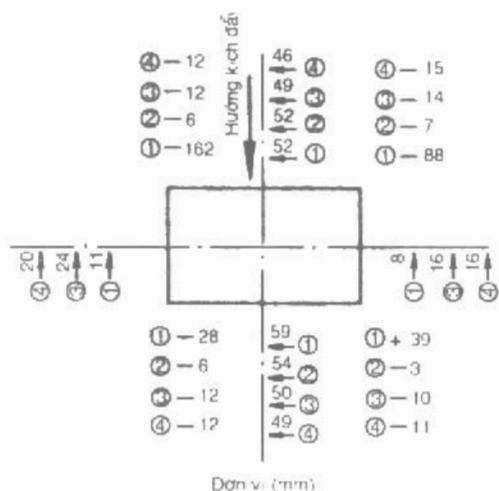
- Tình hình thi công đẩy về vị trí của móng J-1: Sơ đồ bố trí kích đẩy móng như hình 4-14, dùng 4 kích 200t (1.960kN), bố trí theo hai nhóm. Lực đẩy về phía sau khi kích đẩy móng chủ yếu truyền đến dầm cọc vuông bê tông cốt thép $40 \times 40 \text{ cm}$. Chiều sâu ngàm vào trong đất của cọc là 8m, vị trí trung tâm của kích dưới mặt đất 1,1m. Tải trọng của kích thông qua dầm tổ hợp thép chữ I-30 truyền đến các cọc. Để tăng độ cứng của dầm thép, hai bên dầm thép đều tăng thêm một cây cọc vuông bê tông cốt thép. Qua tính toán dùng

28 cây cọc vuông, khoảng cách cọc là 0,7m, để tăng sức chịu tải ngang của đất, ở phía ngoài cọc 1m dùng $4 \times 6 = 24$ cây cọc vuông chắt tải.

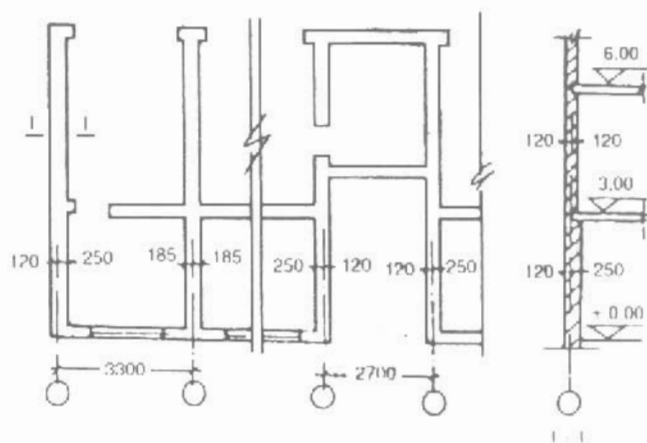
Thi công đẩy dịch tiến hành sau khi đổ bê tông móng 51 ngày. Hành trình của kích là 1m. Để ngăn ngừa trong khi đẩy xảy ra lệch hoặc dịch chuyển vượt, quy định bốn lần đầu mỗi hành trình là 0,4-0,5m. Lần cuối cùng là 0,2m. Tốc độ đẩy là 5-6cm/ph. Lực đẩy ban đầu lớn nhất khi đất nền bắt đầu nứt (dựa theo đồng hồ áp lực dầu của kích) là 6.831kN. Cùng với thuận lợi trong khi đẩy kích, lực đẩy dần dần giảm, cuối cùng đạt giá trị thấp nhất là 3.126kN, như bảng 4.1. Thi công đẩy móng từ lúc khởi động bơm dầu đến lúc ngừng bơm dầu khoảng 200ph, đã đưa về vị trí thiết kế một cách thẳng lợi. Vị trí và cao độ cuối cùng của móng như hình 4.15. Từ hình 4.15 có thể thấy sau 10 ngày đưa về vị trí cũ, vị trí móng đã ổn định, độ lệch và sai số đều rất nhỏ.

Bảng 4.1. Lực đẩy và hành trình của kích

Hành trình (mm)		Lực đẩy P (kN)
Mặt Đông	Mặt Tây	
10-200	10-200	6.831
220	315	5.860
433	397	5.272
575	555	4.880
1.025	1.030	3.990
1.425	1.440	3.518
1.775	1.710	3.126



Hình 4.15. Mặt bằng sau khi đẩy về vị trí cũ
 ① Giá trị đo thực tế ngay sau khi đẩy về vị trí cũ;
 ② Giá trị đo thực tế sau khi đẩy về vị trí 4 ngày, đã lấp đất;
 ③ Giá trị đo sau khi đẩy về vị trí 7 ngày;
 ④ Giá trị đo sau khi đẩy về vị trí 10 ngày.



Hình 4.16. Mặt bằng, mặt cắt cục bộ đáy

IX. Xử lý lệch vị trí khối móng và khối tường kết cấu bê tông-gạch xây

1. Khái quát công trình

Một công trình kết cấu hỗn hợp 6 tầng giáp đường ở Tứ Xuyên, tầng dưới là cửa hàng, trên là nhà ở, tường ngang chịu lực, thiết kế yêu cầu tầng dưới tường dày một viên rưỡi gạch, tầng 2 đến tầng 6 tường dày 1 viên gạch, mặt bằng thi công cục bộ tầng dưới và mặt cắt như hình 4.16.

Xét tới sự thống nhất của cấu kiện và ngoại hình kiến trúc, tuyến trục tường ngang thiết kế có khi là đường tim của chiều dày tường, có khi lệch về bên phải hoặc lệch về bên trái, nhưng khi thi công, đều lấy đường tim chiều dày tường làm tuyến trục để phóng tuyến. Trước khi xây gạch tầng hai, lúc phóng tuyến mới phát hiện sai sót này.

2. Xử lý sự cố

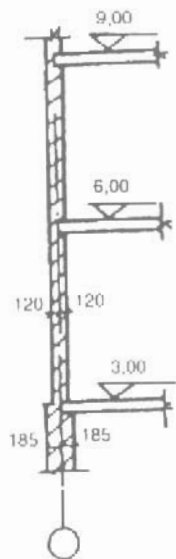
Công trình này đã đề xuất ba phương án xử lý:

- Để mặt tường đầu hồi và tường gian cầu thang dựa vào một phía mặt tường của cầu thang, khi chiều dày tường thay đổi vẫn là một mặt phẳng, phải tăng khẩu độ sàn, giá trị tăng là $185 - 120 = 65\text{mm}$. Mua và chế tạo loại cấu kiện phi tiêu chuẩn này tương đối phiền phức.

- Thay đổi tường đầu hồi từ tầng 1 đến tầng 6 và gian cầu thang đều là tường một viên gạch. Cách làm này không chỉ dùng nhiều vật liệu mà còn làm giảm diện tích sử dụng, đồng thời tăng tải trọng cho móng.

- Xem xét kích thước thực tế của sàn và tường xây tầng dưới, sửa đổi tường đầu hồi như hình 4.17. Cách làm này tuy giải quyết được vấn đề sàn và không tăng tải trọng móng, nhưng đưa đến một vấn đề mới, đó là mặt đứng của tường đầu hồi và mặt của tường ngoài gian cầu thang lệch nhau, ảnh hưởng đến cảnh quan.

Cuối cùng dựa vào tình hình thực tế hiện trường, sau khi cân nhắc quyết định dùng phương án thứ ba để xử lý, đồng thời trang trí một cách thích đáng đối với tường ngoài, che những khuyết tật do lệch vị trí gây nên.



Hình 4.17. Sơ đồ mặt cắt tường đầu hồi sau khi sửa chữa

4.2. XỬ LÝ SỰ CỐ BIẾN DẠNG MÓNG

Sự cố biến dạng móng phần lớn có liên quan đến nhân tố nền, nội dung tương tự đã trình bày trong chương ba của cuốn sách này. Bởi vì biến dạng cũng là một trong những loại sự cố móng thường gặp, đồng thời nguyên nhân gây nên loại sự cố này cũng không hạn hẹp ở sự cố nền, vì vậy cần phải giới thiệu xử lý loại sự cố này.

4.2.1. Đặc trưng sự cố biến dạng móng bê tông cốt thép

Sự cố biến dạng móng bê tông cốt thép có mấy loại dưới đây:

1. Biến dạng lún: loại biến dạng này chia thành biến dạng lún đều tương đối lớn và biến dạng lún không đều.

2. Biến dạng nghiêng: độ lệch thẳng đứng của móng hoặc công trình quá lớn, vượt quá quy định của quy phạm. Loại biến dạng này thường có liên quan đến biến dạng lún.

3. Biến dạng nứt: biến dạng do móng bị nứt tương đối rộng gây nên. Loại biến dạng này là do vết nứt gây nên, nội dung có liên quan đến xử lý sự cố vết nứt xem mục 5.1 và 6.1 của cuốn sách này.

4.2.2. Nguyên nhân sự cố biến dạng móng

Nguyên nhân sự cố biến dạng móng thường có tính tổng hợp, do vậy phân tích và xử lý tương đối phức tạp, phải phân tích tổng hợp từ các mặt khảo sát, xử lý nền, thiết kế, thi công và sử dụng, để tìm được biện pháp xử lý thích đáng, mới có thể tìm được hiệu quả tương đối lý tưởng. Nguyên nhân thường gặp gây nên sự cố biến dạng móng có mấy loại sau:

I. Vấn đề khảo sát địa chất

Vấn đề khảo sát địa chất chủ yếu gồm:

- Chưa tiến hành khảo sát đã thiết kế thi công;
- Tư liệu khảo sát không đầy đủ, không chính xác hoặc chưa sâu, tư liệu khảo sát sai;
- Sức chịu tải của nền mà khảo sát cung cấp quá cao, khiến cho nền phá hoại cắt gây nền nghiêng lệch;
- Mái dốc không ổn định gây nên phá hoại nền, làm cho nền bị nghiêng.

II. Điều kiện nước ngầm thay đổi

Điều kiện nước ngầm có thể gây ra mấy loại thay đổi sau:

- Trong thi công hạ nước ngầm bằng thủ công, làm cho nền lún không đều;
- Nền bị ngập nước, bao gồm nước mặt sau khi thấm vào nền làm lún phụ thêm, sau khi hố móng ngập nước lâu ngày lún không đều do sức chịu tải giảm hình thành nghiêng lún;
- Sau khi sử dụng công trình, hút nước ngầm nhiều, làm cho công trình lún.

III. Vấn đề thiết kế

Vấn đề tồn tại về mặt thiết kế bao gồm:

- Xây dựng trên nền đất yếu hoặc hoàng thổ ướt, thiết kế chưa dùng các biện pháp cần thiết, làm cho móng lún quá lớn;
- Tính chất của đất nền không đều, tính cơ học vật lý của chúng chênh lệch nhau tương đối lớn, hoặc chiều dày các lớp đất nền không như nhau, chênh lệch biến dạng nền lớn;
- Tải trọng của kết cấu bên trên công trình chênh lệch nhau rất lớn, hình dạng kiến trúc phức tạp, làm cho lún không đều;
- Mô men lệch tâm của trọng tâm tải trọng của kết cấu bên trên công trình và trục của tấm đáy móng quá lớn, làm tăng ảnh hưởng của tải trọng lệch tâm, tăng lún không đều;
- Độ cứng toàn khối của công trình kém, nhạy cảm đối với lún không đều của nền;

- Công trình có móng bè liền khối, khi độ chênh cốt cao độ mặt đất cũ rất lớn, độ chênh chiều dày lớp đất lấp hai phía ngoài móng lớn, sẽ làm tăng tải trọng lệch tâm của bản đáy;
- Cọc dày đặc mà chiều dài cọc chênh lệch tương đối lớn, khiến cho hiệu quả gia cố nền dưới công trình rất không đều nhau.

IV. Vấn đề thi công

Vấn đề thi công chủ yếu gồm:

- Trình tự và phương pháp thi công không hợp lí, như trình tự thi công trước sau của các bộ phận công trình sai sót; gần nơi đã có công trình hoặc gần hố móng tím đáy móng, chất đất bị thay thế hoặc vật liệu xây dựng, làm cho công trình lún hoặc nghiêng;
- Ảnh hưởng của việc hạ thấp mực nước ngầm bằng thủ công;
- Khi thi công làm xáo trộn hoặc phá hoại kết cấu đất của lớp nền đỡ móng, làm giảm cường độ chống cắt;
- Các nguyên nhân như trình tự đóng cọc sai, thời gian ngừng thi công giữa cọc liền kề cách nhau quá ngắn, không chế chất lượng đóng cọc không chặt chẽ làm cho móng cọc nghiêng hoặc sinh ra lún quá lớn;
- Các ngoại lực trong thi công, đặc biệt là tác động của lực ngang, làm cho móng bị nghiêng;
- Chất tải lớn không đều trong nền nhà, làm cho móng nghiêng.

4.2.3. Tuyển chọn và phương pháp xử lý sự cố biến dạng móng

1. Phương pháp xử lý thường dùng

Thông thường có thể dùng mấy loại phương pháp xử lý dưới đây:

- Thông qua xử lý nền, chỉnh lại biến dạng móng: thường dùng các phương pháp như: phương pháp giếng chìm, phương pháp ngập nước, phương pháp hạ mực nước, phương pháp đào đất, phương pháp no nước chấn động cục bộ, phương pháp dùng phụ gia để làm đất nền trương nở, phương pháp loại bỏ ứng suất nền, phương pháp ken đẩy cọc nén ngang.
- Phương pháp chữa nghiêng bằng kích nâng: bao gồm chữa nghiêng bằng đặt kích dưới móng kích lên; chữa nghiêng bằng cắt rời tường, cột trên mặt đất, dùng kích để kích nâng.
- Phương pháp chữa nghiêng lường trước: bao gồm phương pháp hút cát, phương pháp để sẵn kích nâng.
- Phương pháp kích đẩy hoặc cầu chuyển: bao gồm dùng kích hoặc các thiết bị máy móc khác dịch chuyển móng biến dạng đến vị trí chính xác, cùng với chuyển móng sai vị trí bằng thiết bị cầu chuyển để sửa chữa biến dạng.
- Phương pháp dỡ tải: thông qua dỡ tải cục bộ điều chỉnh nền lún không đều, đạt mục đích sửa chữa biến dạng.
- Phương pháp nén ngược: Thực hiện chữa nghiêng bằng cách thông qua gia tải cục bộ điều chỉnh nền lún không đều.
- Phương pháp gia cố móng: bao gồm phương pháp nâng dầm tường, giếng chìm, phương pháp hạ thùng, phương pháp neo cọc nén tĩnh cọc, phương pháp nén cọc.

II. Những điều chú ý khi chọn phương pháp sửa chữa biến dạng móng

Khi chọn phương pháp sửa chữa biến dạng móng phải chú ý những điều dưới đây:

- Tìm nguyên nhân biến dạng móng một cách chính xác: ngoài việc cần đọc các tư liệu có liên quan như bản vẽ thiết kế, báo cáo địa chất và nhật ký thi công một cách cẩn thận, còn cần tìm hiểu kỹ tình hình thực tế thi công. Khi cần thiết phải khảo sát bổ sung, tìm hiểu kỹ tình hình đất nền và móng, tìm ra nguyên nhân biến dạng móng một cách chính xác, đưa ra những căn cứ tin cậy để chọn phương án xử lý chính xác.

- Chọn phương án xử lý tối ưu: thông qua so sánh kinh tế kỹ thuật, chọn phương án hợp lý, kinh tế.

- Làm tốt công tác chuẩn bị trước lúc hiệu chỉnh biến dạng: trước khi thi công sửa chữa, cần dựa vào phương án làm thí nghiệm hiện trường, dùng để kiểm tra tính khả thi của phương án tuyển chọn và xác định các tham số thi công.

4.2.4. Ví dụ công trình thực tế

1. Dùng phương pháp kích đẩy sửa chữa sự cố biến dạng một móng cột cầu dẫn lộ thiên

1. Khái quát sự cố công trình

Kho thời thép của một xưởng thép hình là cầu dẫn lộ thiên, khẩu độ 25,5m, khoảng cách cột 9m, cầu trục dạng cầu 10t, xây dựng trên nền hoàng thổ ướt. Vì một phần mặt bằng ngập nước, phát hiện một cây cọc của cầu dẫn nghiêng ra phía ngoài, đường tìm của đường ray cầu trục lệch trên 95mm, cầu trục có thể rời bất chợt khỏi đường ray rơi xuống, không thể sử dụng bình thường. Vì vậy, cần phải sửa chữa đối với biến dạng cột và móng. Sau khi tháo dỡ đường ray và cầu trục bê tông cốt thép, kiểm tra phát hiện độ nghiêng tăng rõ rệt.

Tình hình địa chất của công trình là: đất là hoàng thổ lún ướt không trọng lượng cấp I, sức chịu tải của nền là 200kPa, sâu dưới cốt cao độ mặt đất 8m là đất không lún ướt. Qua đo độ ẩm của đất ở cốt cao độ đáy móng (dưới mặt đất 4m), phía đông là 27%, phía tây là 16%, do vậy gây nên độ lún ướt của hoàng thổ không đều, móng sinh ra lún không đều làm cho cột nghiêng ra phía ngoài. Hướng khác của cột (hướng bắc, nam), không có biến dạng rõ rệt.

2. Phương án xử lý

Chủ yếu gồm có ba phần chính:

- Gia cố nền: vì độ ẩm của đất nền tương đối cao, mô đun nén và sức chịu tải của nền giảm xuống, nếu không gia cố nền trước, sau khi chữa móng lệch sẽ xảy ra lún không đều.

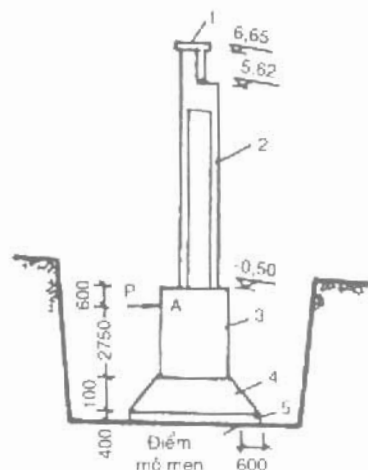
- Phương pháp kích đẩy chữa nghiêng: dùng kích để kích đẩy móng nghiêng, làm cho móng trở về trạng thái thẳng đứng.

- Làm tốt biện pháp thoát nước hiện trường, tránh bị ngập nước trở lại.

3. Thiết kế và thi công chữa nghiêng

- Chỗ dựa của kỹ thuật chữa nghiêng của phương pháp kích đẩy: móng cốt bê tông và cột của công trình này đã liền thành một khối, tổng trọng lượng 59,9t. Có hai phương pháp có thể chọn dùng: một là phương pháp cầu; hai là phương pháp chữa nghiêng để móng xoay quanh một trục nào đó.

Vì tổng trọng lượng của cột và móng tương đối lớn, dùng phương pháp thứ nhất khó thực hiện. Phương pháp thứ hai là đặt kích ở vị trí nào đó ở phía móng lún tương đối lớn, kích đẩy móng biến dạng, đồng thời đào đất móng ở mép đáy móng phía bên kia, để trong phạm vi nhất định móng rời khỏi nền. Khi kích tác động, lực kích đẩy và lực ma sát đáy móng hình thành mô men kích đẩy, làm cho móng xoay ngược chiều với một trục nào đó trên mặt đất, từ đó đạt được mục đích chữa nghiêng. Khi dùng phương pháp này, phải chú ý mô men kích đẩy vừa lớn hơn mô men ổn định của trọng lực, làm cho móng chuyển động chữa nghiêng, vừa phải đảm bảo lực kích đẩy không lớn hơn lực ma sát tĩnh lớn nhất, làm cho móng không bị trượt.



Hình 4.18. Sơ đồ cột, móng cầu sàn bị nghiêng

1. Dầm cầu trục bê tông cốt thép;
2. Cột hình chữ I nặng 6,5t;
3. Miệng cọc nặng 18,6t;
4. Khối chóp nặng 20,6t;
5. Tấm đáy nặng 14,2t.

- Tính toán thiết kế biện pháp kích đẩy của kích: lực kích đẩy P tác động tại điểm A dưới miệng cọc 60cm, (xem hình 4.18.). Cánh tay đòn là 355cm, điểm mô men (là trục khi chuyển động chữa nghiêng) B cách mép đáy móng kia là 60cm, trọng lượng của cột là 6,5t, khoảng cách từ trọng tâm đến điểm B là 120cm. Hệ số ma sát giữa nền và móng, vì không có số liệu thực tế, dựa theo tài liệu lấy góc ma sát trong Φ là $22^{\circ}18'$, hệ số ma sát $M = \operatorname{tg}\Phi = 0,41$, do hệ số ma sát tĩnh M_0 lớn hơn M một chút, lấy $M_0 = 0,47$. Do vậy lực ma sát tĩnh lớn nhất $F_0 \approx 599 \times 0,47 \approx 282\text{kN}$.

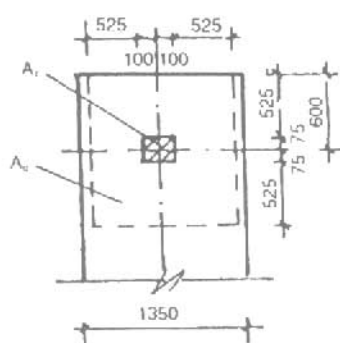
Dùng điều kiện cân bằng mô men kích đẩy và mô men trọng lượng riêng (mô men ổn định) tìm được lực kích đẩy P , ta được $P = 232,6\text{kN}$.

Do vậy, lực kích đẩy thực tế phải không chế khoảng 232,6~282,0kN, khiến cho móng có thể xoay chữa lệch mà không xảy ra trượt. Giá trị lực kích đẩy phù hợp có thể thông qua sự thay đổi những vị trí khác nhau của hai điểm A và B để điều chỉnh.

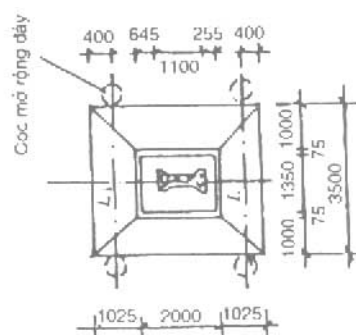
Lực đẩy của kích tác động lên cầu kiện phải chữa lệch, dùng tấm đệm thép có kích thước 200mm × 150mm × 50mm, để mở rộng diện tích chịu nén cục bộ (hình 4.19).

Kích thước tấm đệm thêm vào là kích thước xác định bằng cách tính toán lại, dựa vào quy phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép, do đó móng không bị phá hoại trong thi công kích đẩy.

- Thiết kế gia cố nền: Phương án gia cố nền hoàng thổ ướt xem hình 4.20. Dùng 2 thanh dầm đòn gánh bê tông cốt thép truyền tải trọng của móng cho bốn cây cọc mở rộng đáy, đường kính cọc là 350mm, cọc dài 6m, đường kính mở rộng đáy là 1.400mm, cốt cao độ đáy cọc nằm ở dưới mặt đất 10,5m, ở đây hoàng thổ không bị ngập nước, là lớp đất không lún ướt.



Hình 4.19. Sơ đồ tính toán cường độ chịu nén cục bộ khi kích dấy



Hình 4.20. Sơ đồ mặt bằng gia cố móng cọc sàn

Sức chịu tải của cọc đơn mở rộng đáy, là dựa theo kết quả thí nghiệm lực ma sát thân cọc cọc đơn (không mở rộng đáy) và kết quả thí nghiệm tải trọng cọc đơn mở rộng đáy, lấy 300kPa làm sức chịu tải nền của diện tích hình chiếu ngang của đầu mở rộng. Thông qua phân tích thí nghiệm và tham khảo các tài liệu có liên quan, giá trị này là thiên về an toàn. Đồng thời lại phân tích tài liệu thí nghiệm nền hoàng thổ lún ướt cho ngập nước xử lý trước của một nhà máy lớn khác, trong điều kiện bổ sung ngập nước liên tục, khoảng 3 ngày đêm không thấm sâu được dưới mặt đất 10,5m, nếu chẳng may thấm ướt, vì lớp đất đỡ mũi cọc mở rộng đáy là đất không lún ướt, chỉ vì mô đun nền lún giảm đi sau khi thấm nước, mà có lượng lún nhỏ, không gây nguy hiểm cho công trình cầu dẫn. Xác định chiều dài cọc mở rộng đáy là 6m, xét tới khi nổ mìn mở rộng đáy, không có ảnh hưởng xấu tới lớp đất dưới đáy móng.

Móng công trình dưới tổ hợp tải trọng bất lợi nhất, tải trọng dọc trục lớn nhất là 1,8MN, tăng 4 cây cọc mở rộng đáy có thể chịu được tải trọng 1,85MN, đã lớn hơn 1,8MN. Do đó, sau khi gia cố móng, không thể có biến dạng quá lớn. Đồng thời xem xét lớp đất dưới móng, sức chịu tải có thể được nâng cao cùng với việc mất đi lượng nước ướt, đối với biến dạng nền sau khi xử lý, cũng có hiệu quả tương đối có lợi.

Ngoài ra, đều tính toán lại cường độ chịu cắt của dầm đòn gánh bê tông cốt thép L_1 và khối chóp móng, kết quả của nó đều phù hợp với yêu cầu quy phạm.

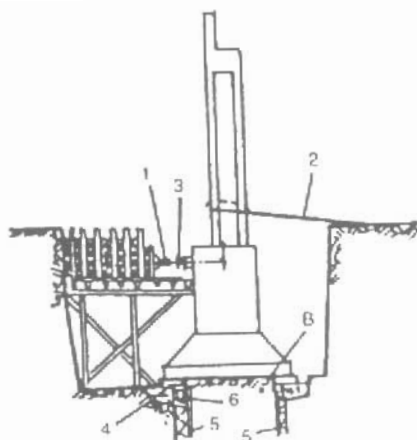
- Thi công kích dấy chữa nghiêng:

Các bước thi công sửa chữa biến dạng nghiêng của công trình này là:

+ Đào đất hố móng tới cốt cao độ đáy móng, đồng thời đào các lỗ để tiến hành nổ mìn mở rộng đáy của bốn cọc;

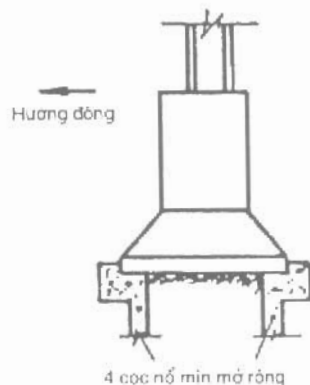
+ Nổ mìn mở rộng đáy cọc, sau đó đặt cốt thép, đổ bê tông thân cọc tới chỗ cách đầu cọc 80cm, phần 80cm của thân cọc cũng đổ bê tông với dầm L_1 . Trước lúc nổ, dùng gỗ đệm và dây chằng giữ cho cột và móng (hình 4.21).

+ Đào đất lần thứ hai đồng thời đổ bê tông cốt thép dầm L_1 , chú ý để khe hở 10cm giữa bê tông đỉnh dầm và đáy móng, đồng thời đổ bê tông mặt nền hố công tác (hình 4.22).



Hình 4.21. Sơ đồ chữa cột nghiêng bằng phương pháp kích đẩy

1. Hai kích; 2. Dây chằng kéo 50kN; 3. Tấm đệm; 4. Thép hình nêm; 5. Cọc nổ mìn mở rộng đáy; 6. Dầm đòn gánh L_1 .



Hình 4.22. Vùng trống giữa đáy móng và đất dùng bê tông nhồi đặc chắc

+ Kích đẩy chữa cột nghiêng:

- Dùng hai kích ren 200kN (nếu dùng kích thủy lực, vì đặt nằm sử dụng làm giảm lực kích đẩy, nên phải dùng kích lớn). Hợp lực của thiết bị phải trùng với tuyến dây cột cầu dẫn (hoặc song song).

- Dùng gỗ xếp đan chéo mặt lưng sau của kích, cường độ chịu nén của đất là 200kPa, diện tích mặt lưng sau của kích khoảng $2m^2$.

- Trên dầm cầu trục của dây cột này, đặt máy kinh vĩ quan trắc, dưới mặt đất dùng rọi đo, để không chế quá trình kích đẩy.

- Thao tác kích sửa cho cột dần dần đến vị trí thẳng đứng, tiếp đó đặt nêm thép (dùng thép góc hàn kín miệng) để đệm dưới đáy móng, đặt đều ở bốn chỗ trong chiều dài 3,5m dùng búa đóng chặt. Khi thả lỏng kích, cột dần hồi trở về 5mm. Lại kích tiếp vượt quá 15mm, đóng chặt nêm thép, thả lỏng kích, không thấy đàn hồi trở về (ở phía kia cũng đặt hai nêm thép).

- Đổ bê tông ở khu vực rỗng hai phía đông và tây của móng (hình 4.22). Sau lần đầm thứ nhất, cách một khoảng thời gian, lại đầm lại lần thứ hai và đổ thêm bê tông, để khe rỗng được lấp đầy toàn bộ.

Khi kiểm tra lại cốt cao độ vị trí gác dầm cầu trục, thấy thấp hơn 100mm, dùng thép tấm 50mm để đệm.

+ Mặt đất cầu dẫn phải có biện pháp thoát nước cần thiết, đặc biệt là ở trong khu vực hoàng thổ ướt lún, biện pháp này phải làm thật tốt. Công trình này sau khi chữa nghiêng đã xây dựng hệ thống thoát nước toàn mặt đất cầu dẫn, cho đến nay chưa thấy xuất hiện sự cố ngập nền.

4. Hiệu quả xử lý

Thi công chữa nghiêng cho công trình này đến nay đã được hơn 10 năm, cột móng đều rất ổn định, cấu trúc vận hành sản xuất bình thường. Trong quá trình chữa nghiêng, kích sang phía tây quá 15mm, quan trắc cấu trúc vận hành sau 13 ngày, 15mm này đã dần hồi trở lại.

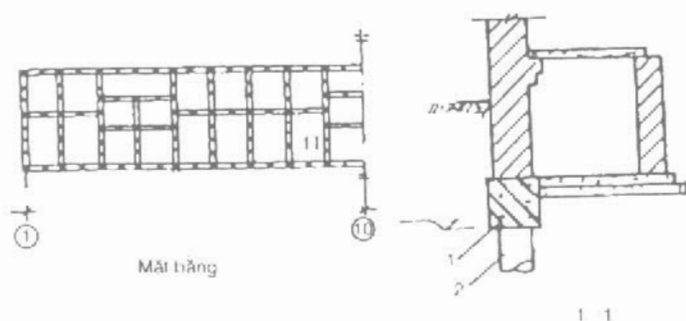
Đây có thể là nguyên nhân như ảnh hưởng của việc đầm bê tông đối với nêm thép và đất móng tương đối ướt khiến cho lún chút ít. Thông qua một số cột lún tương đối ít, có thể điều chỉnh đầm và đường ray để đảm bảo cấu trúc làm việc bình thường. Nếu nghiêng lún vượt quá giới hạn an toàn và sử dụng, phải chữa nghiêng cho cột. Phương pháp kích đẩy là phương pháp tương đối thực thi.

II. Dùng phương pháp bơm nước sửa chữa sự cố nghiêng nhà ở kết cấu bê tông-xây gạch

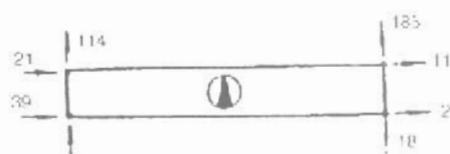
1. Khái quát sự cố công trình

Một ngôi nhà ở bê tông-xây gạch cao 18m (6 tầng), sơ đồ mặt bằng và bố trí móng cọc như hình 4.23. Diện tích xây dựng của ngôi nhà này là 3.247m^2 , thiết kế chống động đất cấp 8, sàn là panel ứng suất trước, tường dọc và ngang mỗi tầng đều có giằng bê tông cốt thép. Cứ hai gian ở nơi tiếp giáp tường dọc và tường ngang đều có cột cấu tạo. Móng là cọc nhồi bê tông, nền là hoàng thổ lún ướt, các lớp đất bằng phẳng. Toà nhà hoàn công vào tháng 11 năm 1987, tháng 01 năm 1988 đưa vào sử dụng. Thời gian dùng chưa lâu, phát hiện nghiêng về hướng bắc, như hình 4.24, trị số nghiêng lớn nhất trên mái là 186mm, vượt quá mục 2.5.1.4 “Tiêu chuẩn kiểm định nhà nguy hiểm” của Bộ Xây dựng (GJ13-86), về trị số giới hạn nghiêng lớn nhất của công trình xây dựng không được vượt quá trị số giới hạn 0,7%, đã thuộc vào diện nhà nguy hiểm, cần phải tiến hành xử lý.

Vì nhà nghiêng không đều, nhiều nơi xuất hiện vết nứt như tường ngang tầng mái, tường dọc và ngang phía bắc tầng một và tầng thứ hai, (độ rộng vết nứt lớn nhất không vượt quá 3mm). Nhưng tính toán khối của công trình vẫn rất tốt, giằng tường chưa có vết nứt, kết cấu chủ thể chưa bị phá hoại, điều đó cho thấy biện pháp phòng chống động đất dùng trong thiết kế kết cấu, khi nhà lún không đều, đã có tác dụng tốt trong việc đảm bảo tính toàn khối của công trình.



Hình 4.23. Sơ đồ mặt bằng công trình và móng cọc
1. Đám đầu (cọc); 2. Cọc nhồi Ø325.



Hình 4.24. Tình trạng nghiêng của toà nhà

2. Nguyên nhân sự cố

Nguyên nhân chủ yếu làm cho công trình nghiêng là do quản lý thi công kém. Khi thi công, đường thoát nước giữa đơn nguyên phía đông và đơn nguyên giữa chưa thông nhau. Sau khi sử dụng ngôi nhà, đường ống thoát nước thấm ra ngoài nền, gây nên ẩm ướt. Ngoài ra, thiết kế cũng có thiếu sót, như nền của ngôi nhà này là hoàng thổ lún ướt cấp II, chiều dày là 12m, thiết kế tuy đã dùng móng cọc, nhưng chiều dài cọc chỉ là 7m, chưa xuyên qua toàn bộ lớp hoàng thổ ẩm ướt, do đó không thể ngăn ngừa ẩm ướt công trình sau khi nền ngập nước.

3. Thiết kế phương án xử lý sự cố

Để xác định phương án chữa nghiêng của toà nhà móng cọc, đầu tiên phải tìm hiểu tình hình thay đổi của độ ẩm và hệ số lún ướt tương đối của nền công trình sau khi thấm nước. Dựa vào tài liệu khảo sát, độ ẩm của hoàng thổ là 8,3~23%, hệ số lún ướt tương đối là 0,0004~0,0898, vùng chịu ảnh hưởng của thấm nước tương đối lớn, hệ số tương đối nhỏ, vì vậy, có khả năng chữa nghiêng bằng phương pháp bơm nước.

Tiếp đó, tổng kết kinh nghiệm thiết kế và thi công chữa nghiêng thắng lợi bằng phương pháp bơm nước thủ công cho nhà có móng bè và móng băng trên nền hoàng thổ lún ướt ở khu vực này trước kia, tiến hành so sánh phương pháp bơm nước và các phương pháp chữa nghiêng khác có khả năng sử dụng. Kết quả cho thấy phương pháp bơm nước thủ công vẫn là phương pháp tốt nhất chữa nghiêng nhà móng cọc trên nền hoàng thổ lún ướt, vì nó không cần thiết bị thi công chuyên dụng phức tạp và đội ngũ kỹ thuật chuyên nghiệp, chi phí để sửa chữa công trình thấp nhất, thi công tương đối thuận lợi. Nhưng xét thấy ở Trung Quốc chưa có thông báo những kinh nghiệm thành công chữa nghiêng nhà móng cọc bằng phương pháp bơm nước thủ công, cùng với khi dùng phương pháp này để chữa nghiêng, phải đảm bảo một phía của các cọc được bơm nước bằng thủ công sau khi bơm nước có thể chìm xuống theo yêu cầu của thiết kế một cách tương đối đều đặn, mới có thể đạt được mục tiêu chữa nghiêng mong muốn. Vì vậy, cần thận trọng đối với phương pháp này.

Khống chế tốc độ lún của các cọc như thế nào là một vấn đề rất khó khăn. Thi công khó hơn so với nhà móng bè và móng băng. Do đó dùng phương pháp bơm nước chữa nghiêng công trình móng cọc có tính rủi ro và tính thăm dò nhất định.

Sau khi trao đổi, đã đưa ra phương án thiết kế chữa nghiêng. Phương án này yêu cầu bơm nước từ từ xung quanh móng cọc, đảm bảo giảm từ từ lực ma sát giữa cọc và đất, khiến công trình có thể lún đều ở phía nam, từ đó đạt được mục đích chữa nghiêng cho công trình.

Các bước thực thi cụ thể như sau:

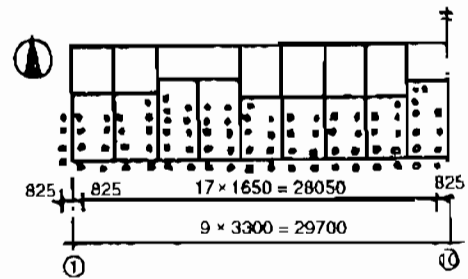
- Đục chỗ tiếp giáp giữa nền bê tông và tường trong tầng một phía nam, khi móng cọc lún, lực cản mà nền bê tông có thể sinh ra khi loại bỏ lún của móng cọc. Đào bỏ đất dày khoảng 100mm dọc đáy dầm đài móng cọc ở phía nam, tạo nên khe hở ở giữa dầm đài cọc và đất, thuận lợi cho biến dạng lún của móng cọc.

- Đào hố bơm nước hình chữ nhật ở mặt đất hai phía tường ngoài và tường trong phía nam. Đáy hố ở độ sâu 100mm dưới đáy lớp đệm bê tông của dầm đài móng cọc. Mỗi cạnh

hố bơm nước dài 500~600mm. Để giảm khối lượng khôi phục rãnh hơi nóng, có thể đào đáy rãnh để bơm nước.

- Mỗi gian, hàng ngày theo trình tự nhất định lần lượt bơm nước. Để an toàn, mỗi hố bơm nước ở hai phía tường dọc ngoài mỗi lần bơm 50kg; hố bơm nước của hai phía tường ngang trong, mỗi lần bơm 20~30kg. Sau ba ngày bơm nước tạm dừng, quan sát hai, ba ngày, đồng thời điều tiết lượng bơm nước dựa vào lượng nghiêng trở lại của công trình và tình trạng thay đổi vết nứt của khối tường, bố trí hố bơm nước như hình 4.25.

- Sau khi bơm nước để công trình nghiêng trở lại, nếu độ nghiêng còn lại nhỏ hơn hoặc gần bằng 70% tổng chiều cao của công trình, phải dừng bơm nước. Quan sát tiếp 10~15 ngày, nếu lượng nghiêng trở lại thay đổi không lớn, có thể lấp hố bơm nước bằng vôi-đất có tỉ lệ 2:8 chia lớp đầm chặt, đồng thời đầm chặt đất đáy đầm dài phía nam, sửa lại nền trong nhà, rãnh hơi nóng và thoát nước ngoài nhà.



Hình 4.25. Sơ đồ bố trí hố bơm nước

- Nếu chữa nghiêng theo cách trên hiệu quả không tốt, có thể trong hố bơm nước dùng máy đào đào hố bơm nước có đường kính 100mm sâu 2~3m, để giảm lực ma sát của đất phân dưới thân cọc, tăng giá trị lượng chữa nghiêng của nhà. Ngoài ra, còn cần dựa vào tình hình thực tế dùng các biện pháp khác chữa nghiêng (như phương pháp gia tải ở phía ngoài tường dọc phía nam).

- Dựa vào tình trạng nứt của khối tường công trình sau khi chữa nghiêng, tiến hành gia cố đối với khối xây nứt nghiêm trọng. Có thể dùng phương pháp gia cố như tường kẹp tấm bê tông cốt thép hoặc bơm vữa bê tông vào khe nứt.

4. Thi công bơm nước chữa nghiêng và những điều cần chú ý

- Thành lập cơ cấu tổ chức chữa nghiêng, xử lý những vấn đề lớn trong quá trình chữa nghiêng. Hình thành tổ thi công hiện trường, phụ trách công việc bơm nước chữa nghiêng.

- Định phương án thi công, tiến hành bàn giao kỹ thuật.

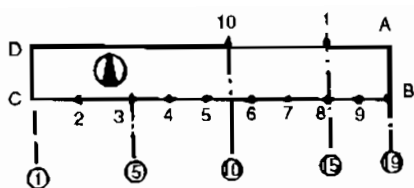
- Làm tốt công tác chuẩn bị thi công, như cắt nguồn nước cấp trong nhà, chọn điểm tiếp nước chuẩn bị công cụ đào, công cụ bơm nước và ống cao su, thùng bơm nước, máy đào, tấm che mưa hố bơm nước phía ngoài nhà và các dụng cụ đo đạc, đồng thời ghi chép các điểm quan trắc.

- Xác định khu vực nứt của khối tường cần quan sát, làm tốt công tác ghi chép.

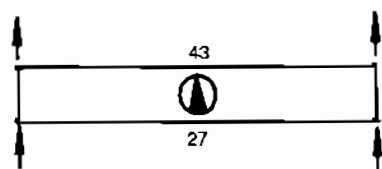
- Kiểm tra toàn bộ tình hình thiết bị cấp thoát nước trong nhà và đường ống rãnh dưới đất, xem có đáp ứng yêu cầu thi công hay không. Kiểm tra tình trạng đầu cọc phía nam, làm rõ cốt thép có bị nhỏ không và ghi chép đầy đủ.

- Đặt điểm quan trắc cố định (hình 4.26), bố trí người chuyên trách quan trắc, quan trắc sự thay đổi độ lún và độ nghiêng của công trình, ghi chép đầy đủ.

- Đào hố bơm nước, xác định lượng bơm nước mỗi ngày của các hố.



Hình 4.26. Vị trí mặt bằng điểm quan trắc



Hình 4.27. Độ nghiêng sau khi bơm nước (mm)

- Bơm nước nghiêm túc theo yêu cầu của người chỉ huy và trình tự quy định. Việc bơm nước bắt đầu từ 27-6-1990, bơm nước theo ca từ đông sang tây, cùng tiến hành trong và ngoài nhà. Chỉ định người chuyên ghi chép chi tiết lượng nước bơm trong thời gian bơm và thời gian thấm của mỗi hố, đồng thời mỗi ngày đúng giờ quy định quan sát lún một lần. Đến 30-6 đã bơm được 21,3t nước, tạm dừng bơm, sau một ngày quan sát không có hiện tượng khác thường, tiếp tục bơm nước. Đến 4-7 khi bơm được 49,7t, phía nam lún bắt đầu có sự thay đổi tương đối rõ ràng, nhưng độ lún của các điểm quan trắc rất không có quy luật. Điều đó có khả năng do sau khi bơm nước các cọc đã có sự điều chỉnh nội lực. Để cẩn thận, lại quan sát sau một ngày dừng bơm, đồng thời dựa vào sự thay đổi của độ lún tiến hành điều chỉnh thích đáng lượng nước bơm, để khống chế chặt chẽ giá trị chữa nghiêng mỗi ngày không lớn hơn 2mm.

- Sau khi tiếp tục bơm nước, công trình bắt đầu lún đều đặn có quy luật, đồng thời hồi phục theo yêu cầu chữa nghiêng. Đến cuối tháng 7, do độ lún các điểm quan trắc phía nam tương đối nhanh, quyết định tạm dừng bơm nước đồng thời quan trắc thêm, sau 10 ngày lại tiếp tục bơm nước đến ngày 19 tháng 8, giá trị chữa nghiêng đạt tới khoảng 60mm. Độ nghiêng lớn nhất của công trình là 123mm, đã tiếp cận với giá trị độ nghiêng cho phép lớn nhất của quy phạm (CJ 13-85), tạm dừng bơm nước.

- Sau khi ngừng bơm nước, quan trắc tốc độ biến dạng một phía của nền khi bơm nước, tốc độ biến dạng thời kỳ đầu sau khi ngừng bơm nước tương đối chậm, sau 20 ngày đã tương đối ổn định. Độ lún và trị số chữa nghiêng cộng dồn của các giai đoạn như bảng 4.2, đến 9.9, giá trị nghiêng lớn nhất của công trình là 109mm, đáp ứng yêu cầu quy phạm, quyết định không tiếp tục bơm nước nữa (hình 4.27).

5. Hiệu quả và đánh giá

Trong quá trình chữa nghiêng phần lớn chiều rộng vết nứt vốn có ở khối xây có xu hướng thu nhỏ, không xuất hiện vết nứt mới. Qua 54 ngày thi công bơm nước chữa nghiêng, toàn bộ quá trình thi công cho thấy bơm nước chữa nghiêng đã đạt được mục đích mong muốn. Đối với bơm nước chữa nghiêng có thể có những đánh giá dưới đây:

- Nhà móng cọc dùng bơm nước thủ công chữa nghiêng phải khống chế tốc độ chữa nghiêng, cố gắng để biến dạng chậm và đều, để mỗi ngày chữa nghiêng không nên lớn hơn 2mm, đồng thời phải dựa vào tình hình cụ thể của biến dạng luôn luôn điều chỉnh lượng nước bơm mới có thể đạt được mục đích dự kiến chữa nghiêng, giá trị chữa nghiêng bình quân hàng ngày của công trình này là 1,25mm, thấp hơn giá trị chữa nghiêng bình quân hàng ngày của nhà móng băng 2,91mm.

Bảng 4.2. Giá trị lún và chữa nghiêng cộng dồn của các giai đoạn bơm nước

Ngày tháng	Nước bơm cộng dồn (t)	Quan trắc lún cộng dồn				Quan trắc chữa nghiêng cộng dồn			
		A	B	C	D	A	B	C	D
27-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-7	49,7	-2	1	-2	-4	4	6	0	2
5-7	54,8	-2	1	-2	-4	4	6	1	1
8-7	82,2	-3	2	-4	-7	4	7	0	1
20-7	147,7	-2	-1	-6	2	6	8	6	4
31-7	189,2	-6	-7	-24	-12	20	22	27	29
Tạm dừng									
9-8	189,2	-6	-27	-37	-17	43	48	49	47
19-8	210,0	-18	-29	-49	17	62	63	60	59
Dừng									
9-9	210,0	-24	-60	-57	-17	76	79	74	71

- Lượng nước bơm cộng dồn chữa nghiêng của công trình này là 210t, ít hơn lượng nước bơm nhà móng băng 533,4t, nguyên nhân là phạm vi ảnh hưởng bơm nước của nhà móng cọc chủ yếu là đất xung quanh thân cọc về một phía bơm nước, mà phạm vi ảnh hưởng lượng bơm nước nhà móng băng tương đối lớn (toàn bộ đất phía dưới phần đáy móng phía bơm nước) do đó lượng nước tiêu hao lớn.

- Sau khi ngừng bơm nước, biến dạng của móng nhà móng cọc có thể ổn định rất nhanh. Đó là vì đặc tính chịu lực của nhà móng cọc khác với nhà móng băng. Biến dạng móng loại trên chủ yếu là do lực cản ma sát giữa cọc và đất gây nên, biến dạng loại sau là do biến dạng nền của đất. Quá trình biến dạng này tương đối chậm, thời gian tương đối dài, do đó xác định thời gian ngừng nước trong quá trình chữa nghiêng nhà móng cọc phải xem xét vấn đề này.

- Thi công chữa nghiêng bằng phương pháp bơm nước thủ công thuận lợi, chi phí công trình thấp, đáng được sử dụng rộng rãi sau này.

III. Dùng phương pháp giảm tải suất móng sửa chữa sự cố nghiêng một ngôi nhà

1. Khái quát sự cố công trình

Một toà nhà 8 tầng, kích thước sàn là 36m × 16m, một kí túc xá 8 tầng khác có kích thước sàn là 31m × 22m, hai toà nhà sát cạnh nhau, như hình 4.28.

Dựa vào tài liệu khảo sát địa chất, ở đây dưới mặt đất 2~3m có lớp bùn, dày khoảng 2~5m, dạng chảy, thuộc đất mềm có tính nén cao. Đó là nguyên nhân chủ yếu gây nên lún không đều rất lớn của hai toà nhà. Dưới lớp bùn là lớp đất sét dày 5m, xuống tiếp phía dưới là lớp á sét bùn và lớp á sét bùn nhẹ dày 5,5~16m. Thiết kế dùng móng bè. Đất thực vật dày 2m ở trên mặt xử lí bằng trộn đá dăm chia lớp đầm chặt. Khi thi công tầng thứ năm, đã đo được ngôi nhà phía tây nghiêng rõ rệt, tốc độ lún bình quân là 2,66mm/ngày. Tháng 10 năm đó khi thi công tầng thứ bảy, độ nghiêng tăng lên đến 1%, xây đến tầng thứ tám, độ nghiêng đã phát triển tới 2%. Các thiết bị phụ ở phía trên hai nhà đã sát nhau.

Một đơn vị thi công nhận thầu nhiệm vụ gia cố chữa nghiêng ngôi nhà này, đã lần lượt bơm vữa hoá chất, hố cọc đào thủ công, cọc neo nền tĩnh và bơm vữa hoá chất ở phần dưới sâu tiến hành gia cố sửa chữa ba lần. Tuy làm cho đất trong độ sâu 7~8m dưới bản đáy cứng, ổn định lún, nhưng so sánh độ nghiêng của ngôi nhà với trước lúc gia cố chữa nghiêng, không giảm chút nào. Độ nghiêng của hai toà nhà vẫn vượt quá rất nhiều so với tiêu chuẩn nhà nguy hiểm.

2. Phân tích nguyên nhân

Chủ yếu đối với móng chưa xử lý, cũng có thể nói thiết kế xem xét chưa cẩn thận dẫn đến nghiêng lún.

3. Phương pháp xử lý sự cố

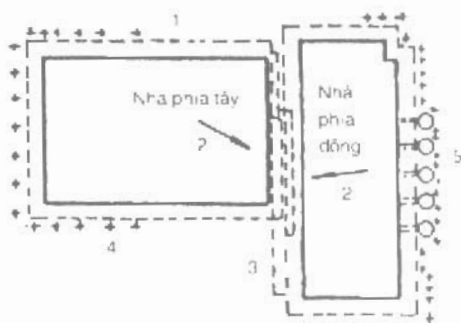
Công trình này cuối cùng dùng phương pháp giảm ứng suất nền chữa nghiêng cho hai toà nhà. Toàn bộ công trình chia làm bốn giai đoạn.

- Đầu tiên chữa nghiêng sơ bộ đối với toà nhà nghiêng lớn nhất. Để khiến cho 5 cọc neo đào thủ công $\varnothing 1,2m \times 12,45m$ ở phần giữa của nhà phía đông cùng chìm xuống (Hình 4.28), mỗi cây cọc bố trí 2 lỗ giảm ứng suất đào sâu thêm. Do phần tiếp giáp móng của hai toà nhà phun vữa hình thành một lớp đệm xi măng dày khoảng vài mét, khiến cho khi chữa nghiêng toà nhà phía đông làm cho toà nhà phía tây cũng nghiêng về phía đông, phải dùng thủ công đục tách rời xi măng ở phần liên kết giữa hai ngôi nhà. Chiều sâu rãnh đào khoảng 1,5~2m, sau đó khi tiếp tục đào đất toà nhà phía đông, phát hiện lớp đất xi măng ở trong rãnh bị kéo nứt, cho thấy đáy móng của hai toà nhà đã tách rời, rãnh đào đã mang lại hiệu quả.

- Xử lý mọi đầu cọc. Trước đó liên kết nam cây cọc lớn làm khi gia cố chữa nghiêng với đoạn vươn ra của dầm móng, mục đích của nó là neo làm cho lún. Nhưng trên thực tế không những chưa đạt được mục đích, ngược lại làm cho toà nhà phía đông không lún xuống được, mang lại khó khăn thêm khi dùng phương pháp này chữa nghiêng. Vì vậy, bỏ đi lớp cát lấp giữa mặt đáy của dầm dài và cọc, khiến cho cọc không ảnh hưởng tới chữa nghiêng, thu được hiệu quả nhất định.

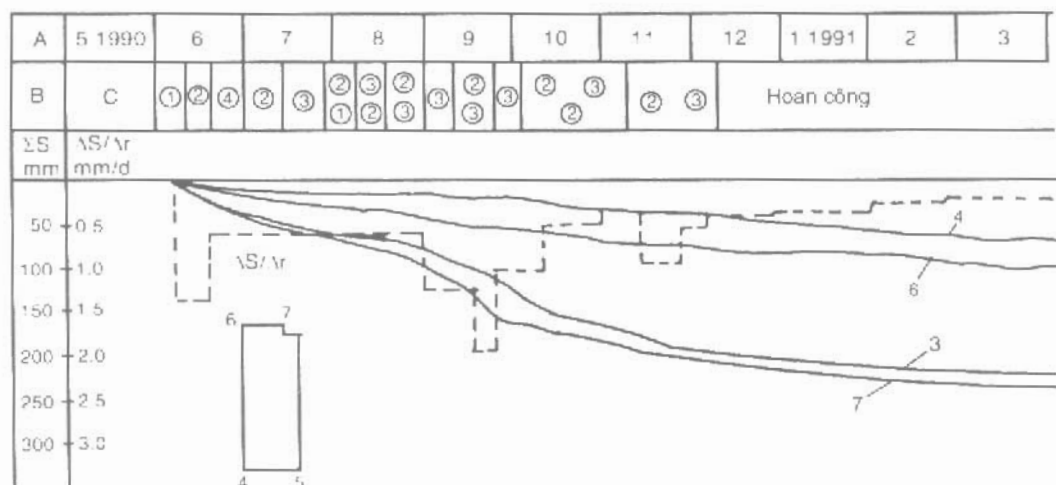
- Mọi đất toà nhà phía tây. Khi tiến độ sửa chữa toà nhà phía đông chậm lại, toà nhà phía tây bố trí lỗ đào đất.

- Hai toà nhà cùng đồng thời chữa nghiêng theo hai hướng ngược nhau. Sau khi thực thi giai đoạn thứ ba, tiếp đó cùng đồng thời đào đất và đào xen kẽ hai phía đông tây. Lúc này, mực nước ngầm phía tây đã nâng lên, tăng hiệu quả chữa nghiêng, xem đường cong lún của hình 4.29. Xi măng đất trong rãnh giữa hai toà nhà xuất hiện một số vết nứt, khoảng cách bị kéo rời tới 120mm.



Hình 4.28. Sơ đồ bố trí một hàng lỗ giảm ứng suất

1. Viên tâm đáy; 2. Hướng nghiêng; 3. Mép đào rãnh; 4. Lỗ giảm ứng suất; 5. Cọc đào lỗ.
a. Nhà phía tây; b. Nhà phía đông.



Hình 4.29. Đường cong quan trắc điểm đo và tốc độ lún bình quân

A. Ngày tháng; B. Nội dung thi công; C. Chuẩn bị.

① Hạ ống; ② đào đất; ③ Rút nước; ④ Đào rãnh; 1, 2, 3, ... 7, điểm đo

4. Hiệu quả và đánh giá

- **Đo lún:** bố trí toàn bộ 14 điểm đo. Quan hệ giữa độ lún của điểm đo bốn góc của toà nhà nghiêng nghiêm trọng ($\sum S$) với thời gian và tốc độ lún bình quân của toà nhà này ($\Delta S/\Delta t$) như hình 4.29. Tốc độ lún trong quá trình sửa chữa thường dưới 3mm/ngày, trị số lớn nhất của điểm đo 7 là 405mm/ngày.

- **Đo chuyển vị và nghiêng:** bốn góc tường ngoài của hai toà nhà đặt 8 điểm quan trắc nghiêng. Bố trí 4 điểm quan trắc chuyển vị tương đối từ tầng 6 đến mái ở hai toà nhà. Khi chữa nghiêng xong, chuyển vị tương đối giữa mái đã tới 47,5mm. Các số liệu thực đo của các điểm quan trắc ở bảng 4.3.

- **Phương pháp giảm ứng suất nền** là một loại phương pháp xử lý chữa nghiêng hiệu quả, đầu tư ít, đảm bảo an toàn cho công trình vừa có cơ sở lý luận, vừa được thực tiễn chứng minh.

- **Phương pháp giảm ứng suất nền** khác với “phương pháp đào đất” nói chung. Nguyên tắc đào đất của nó là “đào dưới không đào trên, đào mềm không đào cứng, đào ngoài không đào trong”, do đó không những chỉ có thể chữa nghiêng có khống chế, đảm bảo an toàn kết cấu bên trên và móng, mà còn có thể tiến hành thi công trong tình trạng không di chuyển mà vẫn đảm bảo không ảnh hưởng tới sinh hoạt bình thường của mọi người. Đối với ô nhiễm và tổn hại môi trường xung quanh cũng ít hơn.

- **Do kết cấu công trình và hình thức móng** không phù hợp, chất đất của nền lại thay đổi nhiều, do đó giảm ứng suất nền phải tiến hành dựa theo “phương pháp thi công thông tin hoá”. Điều đó có nghĩa là công việc giám sát đo đạc được đưa lên hàng đầu.

- **Bộ máy móc thi công và trình tự công nghệ thi công** mà phương pháp giảm ứng suất nền nghiên cứu đề xuất có thể hoàn thành chữa nghiêng công trình một cách tốt đẹp.

- Do công trình này đã từng dùng phương pháp phụ vữa và cọc neo để chữa nghiêng, điều đó đưa đến khó khăn rất lớn cho thi công chữa nghiêng bằng phương pháp này, tăng thêm lượng công việc phụ, kéo dài thời gian thi công 4-5 tháng. Tuy vậy vẫn thể hiện tính năng động, độ tin cậy tốt của phương pháp này (hình 4.29, khi lượng đào đất lớn, tăng độ lún, ngừng đào đất, độ lún theo đó giảm đi), thu được kết quả tốt đẹp, giải quyết vấn đề khó khăn cho công trình chữa nghiêng.

Bảng 4.3. Độ nghiêng của các điểm quan trắc

Tên toà nhà	Điểm đo	Hướng nghiêng chủ yếu	Độ nghiêng trước lúc chữa nghiêng (‰)	Độ nghiêng sau khi hoàn công (‰)	Độ nghiêng sau 4 ngày hoàn công (‰)
Toà nhà phía đông	Góc đông bắc	$E \rightarrow W$	21,47	5,48	4,42
	Góc đông nam	$E \rightarrow W$	-	-	6,05
	Góc tây bắc	$E \rightarrow W$	20,47	4,98	4,97
	Góc tây nam	$E \rightarrow W$	20,51	6,43	6,05
Toà nhà phía tây	Góc đông bắc	$W \rightarrow E$	8,35	5,12	4,87
	Góc đông nam	$W \rightarrow E$	8,08	4,73	4,12
	Góc tây bắc	$W \rightarrow E$	6,57	4,17	3,85
	Góc tây nam	$W \rightarrow E$	8,74	5,98	5,82

Ghi chú: do toà nhà trong quá trình thi công đã bắt đầu nghiêng, rồi tường ngoài liền chỉnh từng bước, do đó mặt tường có hình cong. Trong đó góc đông nam của toà nhà phía đông nghiêng trọng nhất. Để tranh phần đáy của tấm tường sau khi sửa chữa, làm cho phần trên nghiêng theo hướng ngược lại, về tới bên A rất gấp muốn đưa toà nhà vào sử dụng, do đó độ nghiêng còn lại vẫn tương đối lớn, nhưng sau khi các cơ quan hữu quan và chuyên gia đánh giá cho phép, đồng thời cho rằng độ nghiêng còn lại không phải là mức vị thi công không thể sửa chữa được.

IV. Dùng phương pháp đào cát sửa chữa sự cố nghiêng một ngôi nhà bê tông - gạch

1. Khái quát sự cố công trình

Một thị trấn huyện có hai ngôi nhà kí túc xá 4 tầng kết cấu bê tông-gạch, mặt bằng hình chữ nhật, hướng bắc nam. Trong đó diện tích xây dựng của một ngôi nhà là 1.000m², cao 14m, dùng móng băng bê tông cốt thép ngang dọc khép kín. Độ rộng lớn nhất của móng băng là 3,2m, nhỏ nhất là 1,5m, tường ngang và tường dọc liên kết thành một khối. Ở góc chuyển và gian cầu thang cột cấu tạo bê tông cốt thép, sơ đồ mặt bằng như hình 4.30. Thiết kế móng đòi hỏi đào xuống dưới mặt đất cũ 2,6m, thay đổi đất trong phạm vi 2m cách mặt tường ngoài đầm chặt phủ một lớp cát thô dày 1,2m. Diện tích ngôi nhà kia là 1.100m², tình trạng nổi chung giống nhau. Trong quá trình thi công và sau khi xây dựng xong hai ngôi nhà này toàn bộ móng lún xuống và xuất hiện lún không đều. Công trình nghiêng về phía bắc, độ nghiêng lớn nhất lên tới 1,85%, độ chênh lún lớn nhất của móng là 15,2cm (hướng bắc nam), đã làm cho phía dưới cửa sổ đầu phía đông và phía tây của tầng ba, tầng bốn và một phần tường xây xuất hiện các vết nứt nghiêng, cá biệt sàn có vết nứt 45°, ảnh hưởng nghiêm trọng tới an toàn cho người ở.

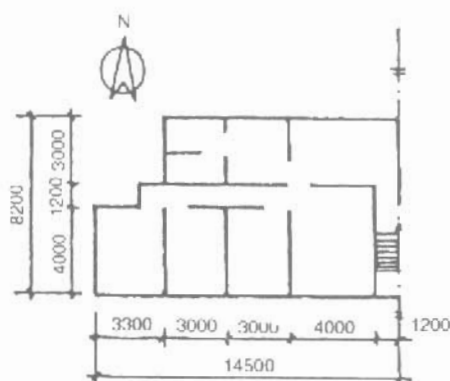
2. Phân tích nguyên nhân sự cố và chọn phương án xử lý

Dựa vào điều tra và khảo sát, nguyên nhân chủ yếu gây nên sự cố công trình là :

- Chiều dày dãi đất không đủ là nguyên nhân trực tiếp dẫn đến lún toàn bộ. Thi công lớp đệm cát thô không phù hợp yêu cầu của thiết kế, chiều dày chỉ có 0,8~1,0m (thiết kế yêu cầu 1,20m). Độ chặt đập cát cũng không đều, làm tăng biến dạng tương đối của nền.

- Tầm của hình dạng công trình không trùng hợp với trọng tâm. Trọng tâm lệch về phía bắc, sinh ra mô men lệch tâm tương đối lớn (khoảng 5.000kN.m), khiến cho sinh ra độ chênh lớn nhất của lực nén đáy móng tới 30kN/m^2 , gây nên lún không đều rất rõ rệt.

- Hệ thống thoát nước không tốt, mực nước ngầm quá cao, điều đó đều là những nhân tố không lợi đối với móng trong lúc thi công và sau khi thi công.



Hình 4.30. Sơ đồ mặt bằng

Vì độ cứng toàn khối của công trình tương đối tốt, đó là tiền đề cơ bản thực thi an toàn kỹ thuật chữa nghiêng. Đáy móng dùng phương án xử lý dãi đất, đó là điều kiện tất yếu của việc xử lý đào đất.

Chính vì vậy, quyết định dùng “phương pháp đào cát chữa nghiêng”, là phương pháp đào lớp đệm cát dưới đáy móng, lợi dụng trọng lượng bản thân ngôi nhà đưa về vị trí cũ.

3. Chuẩn bị và thực thi chữa nghiêng

- Quan trắc: trước lúc thi công và trong lúc thi công, dùng các phương pháp dưới đây tiến hành quan trắc đối với ngôi nhà, để kiểm tra thuận lợi, điều chỉnh khống chế lượng đào cát cụ thể ở mỗi một bước.

+ Treo quả rọi ở tại bốn góc lớn của công trình và ở giữa tường ngoài hướng bắc nam, quan trắc độ nghiêng.

+ Dùng thủy chuẩn lập một đường ngang trên tường ngoài của công trình, làm đường chuẩn trước khi đào cát, đồng thời dùng khống chế thay đổi thăng bằng khi chữa nghiêng.

+ Ở phía trong tường ngoài tầng dưới hoặc ở góc lớn phía ngoài đặt ống thông nhau đo thăng bằng bổ sung, để luôn quan trắc được độ lún bằng máy thủy chuẩn.

+ Dùng thước đo ngang đo góc nghiêng của sàn.

Hàng ngày đứng giờ hai lần trước khi bắt đầu và sau khi hết ca, dùng thủy chuẩn quan trắc toàn diện lượng lún của tất cả tường cột và độ nghiêng quả rọi của các góc lớn, mức nước của các ống thông nhau, đồng thời ghi chép lại.

- Đào: đào chủ yếu thực hiện ở phía nam (phía lún cũ ít). Vạch mỗi đoạn có khoảng cách khoảng 1m trên móng băng theo hướng đường trục (hình 4.31), lấy móng băng hồi phục thang bằng làm nguyên tắc, đồng thời tính tổng khối lượng đào cát dưới mỗi đoạn. Mỗi đoạn đào theo trình tự cách đoạn từ cao đến thấp. Chiều sâu đào cát mỗi lần không được quá lớn, khoảng mười chu kỳ đào xong. Mỗi chu kỳ tuần hoàn khống chế khoảng 2~3 ngày. Khi đào, cần đào từ hai phía bản đáy móng băng đào vào trong, dùng rãnh cát hoặc ống thép (thanh thép) cắm vào. Mỗi lần cần đều đặn, phải chú ý mặt đáy của tấm dầm

móng không được rỗng hoàn toàn hoặc đào thành một hố, để tránh móng vì tập trung ứng suất mà lún đột ngột dẫn đến phá hoại. Đồng thời nên chú ý đảm bảo các trục móng lún đều đặn theo tỉ lệ tuyến tính, cố gắng tránh toàn bộ kết cấu do phản lực móng không đều mà sinh ra mô men uốn hoặc mô men xoắn quá lớn.

Qua chữa nghiêng như trên, khi độ nghiêng của công trình phù hợp giá trị cho phép của quy phạm thiết kế nền ($0,25\% \sim 0,30\%$), thì ngừng đào. Lỗ rỗng dưới móng sau khi đào phải lấp bằng đá nhỏ, đồng thời lợi dụng trọng lượng nhà nền nền, tiếp tục hồi phục về vị trí.

4. Hiệu quả và đánh giá

Phân tích từ số liệu quan trắc đào

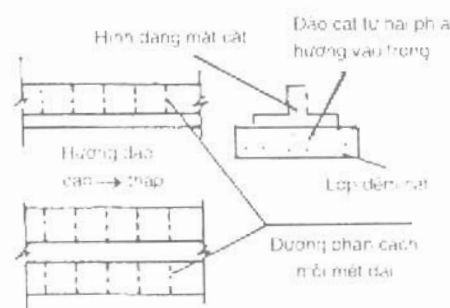
chữa nghiêng xong, độ nghiêng của công trình từ 1,85% sửa nhỏ hơn 0,3% (phù hợp độ nghiêng quy định của quy phạm), hiệu quả rất rõ rệt. Quan sát vết nứt dán bằng giấy nháp, phát hiện ngôi nhà sau khi điều chỉnh, vết nứt không những không phát triển, mà một số còn khép lại. Từ sau khi bắt đầu công việc chữa nghiêng, cho đến nay không thấy hai ngôi nhà này tiếp tục nghiêng. Điều đó nói lên rằng phương pháp thi công này đã thành công. Thời gian thi công của phương pháp “đào cắt chữa nghiêng” chia thành 12 và 7 ngày. Tổng chi phí chữa nghiêng và sửa chữa 65 ngàn nhân dân tệ, chiếm 16,3% tổng chi phí của hai ngôi nhà.

V. Dùng cọc đào lỗ xử lý sự cố lún không đều của móng một gian máy

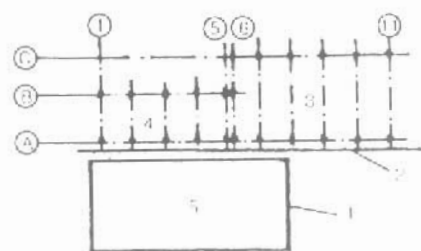
1. Khái quát sự cố công trình

Một công trình phân xưởng sunphat amin của một nhà máy gồm ba bộ phận: sản xuất, kho thành phẩm và mặt bằng thiết bị trộn. Bộ phận sản xuất sunphat amin là kết cấu khung bê tông cốt thép bốn tầng, từ mặt đất đến mái là 18,5m, kho thành phẩm là gian xưởng bê tông cốt thép một tầng cao 9,65m, trong đó đặt một cầu trục 3t kiểu dầm đơn. Thiết bị trộn đặt ở mặt bằng ngoài trời (hình 4.32).

Lớp mặt khu gian xưởng là lớp đất hữu cơ dày 0,50m. Lớp thứ hai thuộc kĩ thuật sét hồng tích, màu đỏ sẫm, nói chung ở trạng thái cứng dẻo, cá biệt ở trạng thái dẻo hoặc cứng, phía trên hơi ướt, độ ẩm tăng theo chiều sâu, có ít sỏi cuội, thuộc sét nền ép trung bình. Lớp đất dày 18-25m, phía trên vết nứt phát triển. Nền đá là đá vôi phong hoá vừa và phong hoá ít thuộc kĩ thuật hai, cá biệt phong hoá mạnh, có hang động, đường kính thường là 0,20m. Dựa vào điều kiện địa chất trên, công đoạn sản xuất sunphat amin



Hình 4.31. Sơ đồ phân đoạn chu trình thi công



Hình 4.32. Bố trí mặt bằng gian xưởng sunphat amin

1. Rãnh nước bên; 2. Rãnh thoát nước; 3. Kho thành phẩm; 4. Công đoạn sunphat amin; 5. Bãi trộn.

thiết kế thành móng độc lập bê tông cốt thép, diện tích đáy móng là có kích thước $3,2 \times 3,6\text{m}$, chôn sâu $1,5\text{m}$. Kho thành phẩm cũng là móng độc lập bê tông cốt thép, kích thước đáy móng là $2,5 \times 2,7\text{m}$, chôn sâu $1,4\text{m}$.

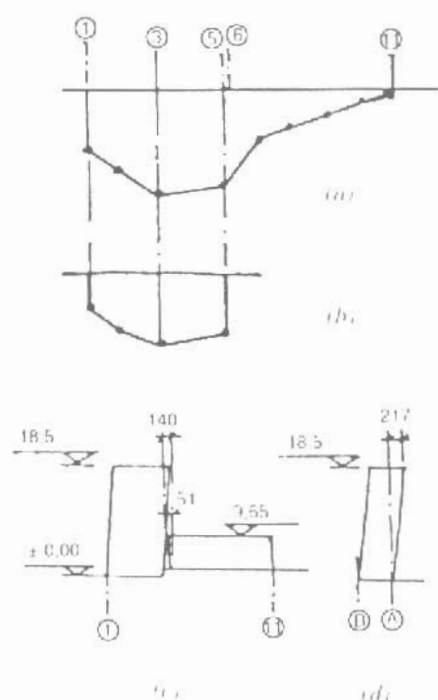
Sau khi xây dựng xong đưa vào sản xuất, phát hiện lún không đều khiến cho đường ray của cầu trục biến dạng nghiêm trọng, cầu trục không vận hành được, máy quạt gió chuyên sunphat amin của tầng trệt bị nghiêng, móng giáp một phía cột trục A thấp 10mm , công trình khung bốn tầng của bộ phận sunphat amin nghiêng theo phía cột trục A (phía thiết bị trộn). Hướng nước chảy của sàn các tầng theo thiết kế chảy từ A sang B, nhưng do trục A lún nhiều, trục B lún ít, đã làm thay đổi hướng nước chảy trên mặt các sàn, trở thành chảy từ trục B sang trục A, thiết bị cũng bị lún với các mức độ khác nhau. Theo quan trắc, độ lún lớn nhất của móng cột lần lượt là $151,8\text{mm}$ và $98,8\text{mm}$. Do nền lún không đều, khiến cho độ nghiêng lớn nhất hướng dọc và ngang của khung bốn tầng sunphat amin lần lượt là 140mm và 217mm , độ chênh lún đã vượt quá giá trị cho phép (hình 4.33).

2. Phân tích nguyên nhân

- Nền đất chôn bồn và rãnh nước bồn ngoài nhà của trục A làm trên lớp đất lấp hồ móng cột. Do chất lượng đất đập kém, trong quá trình lấp đất lại bị cấu bành hơn 5 tấn nên hông vách rãnh và một phần nền đất, sau sự việc đó không sửa chữa đã đưa vào sản xuất. Đồng thời rãnh thoát nước bị lấp kín, nước đọng trong rãnh, làm cho đại bộ phận nước thải sản xuất và nước mưa thấm xuống khiến cho vết nứt không ngừng phát triển, hiện tượng thấm cũng ngày càng tăng lên.

- Do rãnh thoát nước và đường ống thoát nước bồn thường xuyên bị tắc, làm cho nước rửa sàn trong nhà, nước mưa trên mái và mặt đất, nước thải của sản xuất... chảy vào mặt bằng này tràn ra ngoài rãnh, chảy vào mặt đất chưa được lấp mà thấm xuống nền. Qua nhiều ngày, đất nền ngập trong nước bán axit sulphuric làm đất sét mềm hoá và xani thực, từ đó dẫn đến móng cột tuyến A không ngừng lún xuống. Đồng thời móng cột trục ③-⑤ nằm ở giữa bãi đất có máy trộn, nước bán axit sulphuric thấm vào nhiều nhất, do đó độ lún cũng lớn nhất.

Khảo sát địa chất và nghiên cứu phân tích trong phòng ảnh hưởng của nước bán axit sulphuric trực tiếp đối với đất nền cho thấy: do tác động xâm thực của nước bán axit đối



Hình 4.33. Sơ đồ móng cột lún và khung

- Độ lún của móng cột tuyến A (mm);
- Độ lún của móng cột tuyến B (mm);
- Sơ đồ nghiêng của tuyến dọc;
- Sơ đồ nghiêng của tuyến ngang.

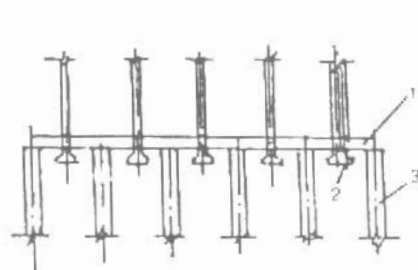
với đất sét đỏ, trong khu vực không có xâm thực của axit, độ pH của nước đọng phía trên đất sét hồng là 6,8, gần với trung tính. Hàm lượng ion dương axit sulphuric ở khu vực có nước bắn chảy vào tăng rất nhanh, độ pH ở vùng axit xâm thực nghiêm trọng giảm rất nhanh xuống 1,95. Thí nghiệm hoá học cho thấy, hàm lượng muối hoà tan trong đất sét đỏ ở khu vực không có xâm thực axit chỉ có 0,013%, mà ở vùng có xâm thực axit là 0,81%, tăng hơn mấy chục lần. Tác động xâm thực hoá học của dung dịch axit làm hoà tan các chất ôxy hoá tự do như Fe_2O_3 , Al_2O_3 trong đất sét hồng, mật độ đất sét hồng giảm đi, độ rỗng tăng lên, tác dụng đóng keo của các chất ôxy hoá giảm xuống. Thí nghiệm cho thấy, nước và dung dịch axit thấm càng lớn, thời gian càng dài, mức độ lún càng lớn.

3. Biện pháp xử lý

Đối với vấn đề nước mặt và nước bắn axit sulphuric thấm vào đất nền, làm chúng bị mềm hoá và xâm thực, sức chịu tải và độ bền nén lún giảm xuống với mức độ lớn, hậu quả từ đó là công trình lún không đều, cột dầm của khung bốn tầng xuất hiện vết nứt, khối tường nứt, đã dùng các biện pháp sau đây:

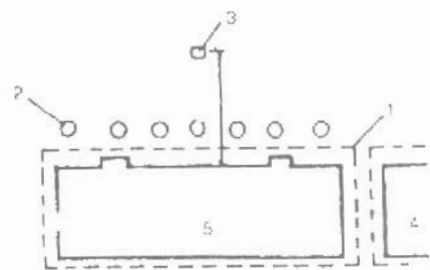
- Kết cấu khung bốn tầng của bộ phận sunphat amin ở vào giữa sân bãi thiết bị trộn, do nước bắn axit khối đất bị mềm hoá và xâm thực nghiêm trọng nhất, lún và lún không đều cũng lớn nhất. Vì vậy, để ngăn chặn nhà xưởng tiếp tục lún, dùng phương án xử lý cọc nhồi đào thủ công và thêm dầm đỡ để đỡ móng cột cũ (hình 4.34). Cọc nhồi đào thủ công đặt trên nền đá và ngàm sâu vào nền đá 500mm. Để đảm bảo dầm đỡ gắn chặt vào cột cũ và móng cột, sau khi đục xôm và rửa sạch mặt kết hợp của cột cũ và móng cột, rải lớp vữa cát xi măng mác cao. Ngoài ra, chôn cốt thép neo trong móng cột cũ để tăng lực kết hợp với dầm đỡ. Dầm đỡ và cọc nhồi dùng bê tông chịu axit, cốt liệu là đá granit, bề mặt dầm đua và bộ phận không có lớp bảo vệ trên đầu cọc quét một lớp bi tum.

- Sau khi thi công xong cọc nhồi và dầm đỡ, chia từng lớp dầm chặt đất lấp xung quanh móng dầm bảo yêu cầu chất lượng, sau đó thi công mặt bằng trong phòng, đồng thời tiến hành xử lý chống xâm thực.



Hình 4.34. Sơ đồ phương án gia cố

1. Dầm đua; 2. Móng cột cũ;
3. Cọc nhồi đào thủ công.



Hình 4.35. Bố trí mặt bằng giếng - hầm chứa nguồn nhà

1. Móng bể; 2. Giếng chum $\varnothing 2,25\text{m}$ (7 giếng);
3. Bể quan trắc xây gạch; 4. Nhà ở số 1;
5. Nhà ở số 2.

- Tăng cường quản lý sản xuất, khống chế axit sulphuric bốc hơi rò rỉ và tràn ra, ngăn ngừa nền ngoài nhà có nước bắn chảy khắp nơi. Ngăn ngừa bít tắc rãnh thoát nước và rãnh nước thải, đảm bảo không tắc suốt ngày đêm.

4. Hiệu quả và đánh giá

Tài liệu quan trắc lún cho thấy, toàn bộ công trình phân xưởng sau khi xử lý đã đi vào ổn định, chứng minh biện pháp xử lý trên là thắng lợi.

VI. Dùng phương pháp giếng chìm chừa nghiêng sửa chữa sự cố nhà ở bị nghiêng

1. Khái quát công trình và sự cố

Một nhà ở nghiêng về hướng nam 19,02cm (hình 4.35). Đã từng chừa nghiêng bằng phương pháp chất 115t tải ở phía bắc, tốc độ chừa nghiêng là 0,65~0,66mm/ngày, tốc độ quá chậm, không lí tưởng, sau đó chuyển dùng phương pháp giếng chìm chừa nghiêng để xử lý.

2. Nguyên lý của phương pháp giếng chìm chừa nghiêng

Nhà xây trên nền mềm đều sẽ bị lún. Do đất nền phân bố không tuyệt đối đều, dựa vào khoan thăm dò cũng chỉ có thể từ mấy điểm nhận biết tình trạng đất của nền, không thể tránh được việc không lường trước. Kết cấu bên trên cũng có các tình trạng thay đổi. Công trình xây trước và công trình xây sau cũng ảnh hưởng lẫn nhau. Những cái đó làm cho một phần công trình sau khi xây dựng xong sinh ra lún quá lớn hoặc lún không đều. Dùng giếng chìm chừa nghiêng có thể lợi dụng đầy đủ thấm của đất sét mềm bão hoà, đồng thời còn có thể làm bộ phận dưới của móng chảy dẻo.

Phương pháp cụ thể là bố trí một dãy giếng chìm nhỏ xây gạch (cũng có thể bằng vật liệu khác) sâu vào lớp đất sét mềm bão hoà dọc cạnh móng, tạo ra điều kiện thông thoáng có thể ép đất sang bên cạnh. Nhưng loại thông thoáng này có giới hạn, nó cho tuyến đường mà hạt đất chảy sang bên cạnh tương đối quanh co. Như vậy có thể khiến cho quá trình lún cưỡng bức phát triển một cách chậm chạp, dễ khống chế, đồng thời có thể đảm bảo chắc chắn nền không rơi vào giai đoạn phá hoại. Đồng thời cũng có thể rút nước bằng giếng chìm, làm cho dưới tác động của áp lực phụ thêm, móng sinh ra hai tác động:

+ Biến dạng bên: đất sét ngập nước của đáy móng khi gặp dòng chảy bên sẽ chảy vào trong giếng;

+ Biến dạng đứng: nước khe rỗng hở gặp nước bị hút đi, lực nổi của đất giảm, làm tăng nén lún của đất nền.

3. Đặc điểm cấu tạo và phương pháp thi công bằng giếng chìm chừa nghiêng

- Là vách giếng của giếng chìm bảo vệ kết cấu khi chìm, toàn bộ nội lực gánh chịu có liên quan đến việc chìm, vì vậy, giếng chìm hình tròn là hợp lí nhất.

- Chân giếng mà trọng lượng của giếng chìm truyền vào đất còn có thể bảo vệ kết cấu bên trên giếng chìm, để trong quá trình chìm không bị phá hoại do các vật cản trở, nó là bộ phận cốt rừi của giếng chìm đối với đất, khi đào đất, thúc đẩy chìm xuống của giếng chìm (hình 4.36).

- Chừa nghiêng bốn xung quanh vách giếng chìm, phía trên và phía dưới đều bố trí lỗ dẫn nước, để hạ mực nước ngầm dưới đáy móng.

- Giếng chìm không làm kín đáy, trong quá trình rút nước làm cho nền dưới móng nhà dưới tác động của áp lực phụ thêm, sinh ra lưu biến phía bên, làm cho đất mềm chảy tràn vào trong giếng, lại tiếp tục đào.

- Kích thước của giếng chìm đảm bảo một người có thể thao tác trong giếng là được, đường kính nội chung khoảng 1,50m.

- Vật liệu giếng chìm do điều kiện cung cấp vật tư và điều kiện thi công quyết định, nói chung vách giếng xây bằng gạch đất sét MU10, vữa xi măng-cát 1 : 2, trát bằng vữa xi măng-cát 1 : 2. Trong khối xây có bố trí đai thép ngang, chân giếng dùng kết cấu bê tông cốt thép C28, dùng thép đứng liên kết với vách giếng thành một khối.

- Chiều cao vách giếng xác định theo điều kiện thi công. Chiều cao mỗi đoạn nói chung không quá 5m. Sau khi cường độ giếng chìm đạt 70%, vừa rút nước vừa đào đất, làm cho giếng chìm chìm đều xuống.

- Sau khi chữa nghiêng đến mức độ yêu cầu, có thể dùng đất đệm chặt giếng chìm.

4. Những điều cần chú ý khi thi công giếng chìm chữa nghiêng

- Trong quá trình hạ giếng chìm, để giảm lượng nước vào trong giếng, cải thiện điều kiện đào đất, đường dẫn nước của vách giếng phải tạm thời dùng vữa vôi cát 1 : 2 bịt kín, khi giếng chìm hạ tới độ sâu thiết kế mới mở ra.

- Để cải thiện điều kiện thi công, nói chung đầu tiên đào sâu khoảng 1m mới đổ bê tông cốt thép chân giếng chìm.

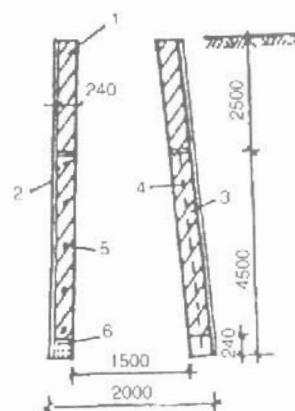
- Trong quá trình hạ giếng chìm cần chú ý lượng nước thải và chiều cao đất yếu dâng lên trong giếng, để tránh chìm đột ngột hoặc vách giếng bị nghiêng.

- Để ngăn ngừa giếng chìm chìm xuống đột ngột, giếng chìm dùng trong nền đất yếu, chân giếng thường làm đáy bằng là tương đối tốt.

- Cần kịp thời làm tốt công tác ghi chép và phân tích hạ giếng, dùng phương pháp chính xác để chỉ đạo chữa nghiêng, đồng thời quan sát tình hình mặt đất xung quanh và tình trạng nứt của công trình, để tránh xảy ra sự cố không lường trước.

- Chữa nghiêng trong nền đất yếu, phải rất cẩn thận vấn đề tốc độ hạ chìm. Nếu hơi xem nhẹ, sẽ đem lại cho công trình những hậu quả không lường trước, theo kinh nghiệm thực tiễn, độ lún mỗi ngày không nên lớn hơn 5mm.

- Chiều sâu đáy giếng chìm phải dưới lớp đất yếu khoảng 1m. Chân giếng chìm phải nằm trong phạm vi góc mở rộng độ cứng đáy móng công trình. Khoảng cách giữa hai giếng cũng cần không chệch, nếu khoảng cách giếng lớn, thì giếng phải tăng chiều sâu.



Hình 4.36. Cấu tạo giếng chìm

1. Gạch 100#, vữa xi măng-cát 1:2; 2. Trát vữa xi măng cát 1:2; 3. Bố trí lỗ dẫn nước 60 × 60 phía trên và phía dưới xung quanh (8 lỗ ngang, chiều đứng 6 hàng gạch); 4. Thép treo 4Ø12; 5. Cốt thép ngang Ø6 @1.000; 6. Phía trên và phía dưới 3Ø12, ở giữa 2Ø6, đai thép Ø6 @150.

- Trong quá trình chữa nghiêng phải kịp thời loại bỏ đất yếu tràn vào trong giếng, nếu không, độ lún sẽ làm giảm rất nhiều. Phải chú ý tình trạng nứt và hướng nứt trên mặt đất, để tránh làm giếng nghiêng và chìm đột ngột.

5. Thực thi phương pháp chữa nghiêng bằng giếng chìm

Về phía bắc ngôi nhà bố trí 7 giếng chìm để chữa nghiêng (hình 4.35). Cách mặt đất 1,8m ở tường phía bắc bố trí 3 mia đo, để khống chế lượng lún chìm của các giai đoạn chữa nghiêng. Cách tường ngoài phía bắc của ngôi nhà khoảng 18m, bố trí một trạm quan trắc, dùng máy thủy chuẩn quan sát lún chìm theo ba mia đo. Mỗi ngày theo đúng thời gian quy định quan trắc hai lần, đồng thời dự kiến tốc độ chìm lún lớn nhất không chế không vượt quá phạm vi 5mm mỗi ngày. Trong thực tế đo, chỉ có một chỗ một ngày đêm lún chìm 7,5mm, nhưng đến ngày thứ hai độ chìm lún đã giảm khoảng 2,5mm trong một ngày đêm. Thực tế cho thấy tính co hẹp lại của lún rất rõ rệt.

Phải khống chế nghiêm ngặt phương pháp và trình tự đào giếng, nói chung bố trí hai giếng một tổ, tất cả bốn tổ. Tổ một đồng thời đào giếng 1 và giếng 7, tổ hai đồng thời đào giếng 2 và giếng 6, tổ ba đồng thời đào giếng 3 và giếng 5, cuối cùng đào giếng 4, mỗi giếng chia đào 3 lần.

Đầu tiên ở mỗi vị trí giếng chìm, bắt đầu đào từ phía mặt ngoài đến đáy móng băng, đồng thời đổ bê tông cốt thép chân giếng, vừa bảo dưỡng, vừa xây vách giếng. Khoảng thời gian hai tuần, xây xong vách giếng. Cùng ngày tiến hành thi công hạ giếng. Lúc này chân giếng chìm ở vào cốt cao độ -2,6m. Sau đó trong giếng chìm cũng với trình tự như vậy bắt đầu đào xuống lần thứ nhất.

Trong quá trình thi công hạ giếng chìm, tình trạng các giếng khác nhau, có giếng vừa đào đất bên trong giếng vừa hạ chìm, có giếng phải đào sau 10~20h, giếng chìm mới từ từ hạ xuống. Do địa hình khác nhau, phản ứng cũng khác nhau, như giếng số 7 ở phía tây nhà có một sông nhỏ, trong quá trình đào đất hạ giếng, lượng bơm nước trong giếng tương đối nhiều, khi chìm xuống -4,9m, phát hiện lún chìm cường bức của nhà tới 7,5mm/ngày. Đào đất trước sau tất cả 20 ngày. Khi giếng chìm đào tới -3,8~-4,2m, chân giếng chìm đã ngập vào lớp đất yếu khoảng 1m. Trong 6 ngày tốc độ chữa nghiêng bình quân là 2,07~1,77mm/ngày, tác dụng chữa nghiêng bằng giếng chìm đã rõ ràng.

Sau khi đào tới -4,6~-5,1m, trong 11 ngày tốc độ chữa nghiêng bình quân là 2,72~2,84mm/ngày, gấp bốn lần chữa nghiêng bằng gia tải đơn thuần, tốc độ chữa nghiêng bình quân ngày lớn nhất là 3,85mm/ngày.

VII. Dùng các phương pháp khác chữa sự cố nhà nghiêng do lún móng

1. Khái quát sự cố công trình

Một khu nhà ở thuộc Nam Kinh có tổng diện tích là 580.000 mét vuông, trong đó có 279 nhà nhiều tầng, diện tích xây dựng là 510.000 mét vuông, tổng đầu tư 0,17 tỉ nhân dân tệ. Phần lớn trình tự xử lý nền móng là: đào mở rộng → lớp đệm cát sỏi (0,6~1,0m) → móng bè toàn khối → gác tấm sàn rỗng. Cũng có dùng cọc nhồi hạ ống bằng chấn động, phương pháp trộn xi măng ở dưới sâu và cọc nén chặt như cọc vôi, cọc đá dăm → móng bè → gác tấm sàn rỗng. Sau khi thi công sử dụng được nửa năm, liên tục xuất hiện nhà lún và lún không đều, khiến cho khối tường có hiện tượng nứt và nghiêng, vận toàn bộ ngôi nhà.

Qua điều tra, kiểm tra cho thấy, có 75 ngôi nhà nghiêng, chiếm 26,88%.

2. Phân tích nguyên nhân

Đất nền chủ yếu ở khu vực này là đất á sét có bùn mới trầm tích, phân bố tương đối đồng đều, chiều sâu khoảng 40m, chỉ tiêu tính năng vật lý như bảng 4.4.

Loại đất này thuộc lớp đất yếu, có những đặc tính dưới đây: độ ẩm ($W > W_L$), độ rỗng lớn ($e \geq 1$), tính nén lún cao ($Q_{1-2} \geq 5\text{MPa}^{-1}$), khả năng chịu tải thấp ($f_k < 80\text{kN/m}^2$), tính thấm nhỏ ($K = 10^{-8} \sim 10^{-7}\text{cm/s}$). Do đất yếu có mô đun nén lún nhỏ ($E_s \leq 4\text{MPa}$), tính thấm nhỏ, áp lực nước khe rỗng trong đất tiêu tán chậm, thời gian cố kết lún dài, khiến cho công trình không chỉ lún nhiều thời kỳ đầu, mà thời kỳ cuối cũng lún nhiều, độ lún tăng theo sự gia tải dần dần, thời gian cần thiết để ổn định thường là 3 năm trở lên.

Bảng 4.4. Chỉ tiêu cơ học vật lý của đất nền hiện trường (lớp đơ móng)

Chỉ tiêu	Giá trị bình quân	Phạm vi giá trị	Số mẫu	Chênh lệch mẫu
W (%)	39,6	34~38	108	3,1
γ (g/cm^3)	1,80	1,75~1,87	108	0,035
e	1,10	1,33~0,96	108	0,084
I_p	15	11~18	108	1,3
I_L	1,25	0,98~1,70	108	0,20
E_s (MPa)	3,2	2,6~5,5	93	6,6
C (MPa)	8×10^{-3}	$2,4 \times 10^{-2} \sim 3 \times 10^{-3}$	56	0,05
φ	220	$15^\circ \sim 28^\circ$	50	50

Thông qua quan trắc thí nghiệm cho thấy, nguyên nhân chủ yếu khiến công trình và móng nghiêng là:

- Đất của nền á sét lẫn bùn kém. Tính năng cơ học vật lý của cùng một lớp đất chênh lệch nhau rất nhiều. Kết quả xuyên tĩnh cho thấy, giá trị P_s không ổn định, chênh lệch nhau lớn nhất gấp hai lần. Nhận thức không đầy đủ của người thiết kế đối với đặc tính này của đất yếu là một trong những nguyên nhân chủ yếu gây nên nghiêng nhà.

- Trọng tâm tải trọng kết cấu bên trên của ngôi nhà lệch quá xa với tâm tấm bản đáy móng. Cố kết cấu, phía tải trọng tương đối lớn mà chiều dài cánh tay đòn vươn ra ngoài móng bề ngược lại lại nhỏ, làm tăng thêm tải trọng lệch tâm của tấm đáy móng, làm tăng chênh lệch lún không đều.

- Sau khi xác định chiều sâu chôn móng, chênh lệch cốt cao độ của mặt đất cũ rất lớn, khiến cho chiều sâu đất lấp móng hai bên ngoài nhà của toàn bộ tấm bản móng chênh lệch nhau càng lớn, có chỗ thậm chí trên 2m, làm tăng thêm tải trọng lệch tâm phụ thêm của tấm bản đáy.

- Mặt đứng và mặt bằng của công trình đều cao thấp lệch nhau cả hai hướng dài và ngắn, làm cho tải trọng kết cấu bên trên phân bố không đều, làm cho công trình càng lún không đều.

- Mặt bằng ngôi nhà bố cục không hợp lí. Như nhà quá dài, ở giữa bố trí khe lún giữa hai tường, làm tăng sự trùng lặp của ứng suất phụ thêm dưới tấm dầm tầng lên, làm lún quá lớn ở chỗ khe lún, nhà nghiêng dọc theo khe lún, làm cho đỉnh khối tường va chạm nhau nứt ra.

- Chiều dài cọc dày đặc ở dưới cùng một công trình không bằng nhau, làm tăng thêm độ chênh lệch của các đặc tính cường độ, biến dạng của đất yếu sau khi ép, nén, rung.

- Trình tự và phương pháp thi công không thoả đáng. Các tầng của nhà không thi công đồng bộ, hoặc đất yếu phải đổi và vật liệu xây dựng xếp gần bên cạnh hố móng tấm dầm, gây nên tải trọng lệch tâm nhân tạo.

- Lớp đệm cát đá quá dày (lớn hơn 2m), không đầm chặt theo từng lớp, độ chặt không đồng đều.

Trong quá trình thi công, một phần đất nguyên thổ bị xáo động, làm giảm cường độ chống cắt. Bơm rút nước cục bộ thời gian dài, do mực nước xuống thấp gây nên lún không đều cho nhà.

Chất lượng thao tác thi công của các loại cọc ép khác nhau quá lớn, chất lượng vật liệu thấp, hiện tượng đứt cọc, đường kính thu ngót nghiêm trọng, khoảng cách cọc quá dày, thời gian ngừng thi công giữa các cọc gần nhau quá ngắn gây nên ép ngang của cọc làm trước đối với cọc làm sau.

- Trong mùa mưa hố móng ngập nước lâu ngày, làm cho đất yếu dưới tấm dầm bị xốp cục bộ, mềm hoá, làm cho cường độ nền không đều.

3. Phương pháp gia cố chữa nghiêng

- Phương pháp chất tải hạ mức nước: trên tấm sàn rồng của phía tầng trệt nhà số 8 lún tương đối ít, dùng các khối gạch chất tải trên 300t, ước khoảng 1/15 toàn bộ tải trọng của ngôi nhà. Hiệu quả chữa nghiêng tuy không rõ rệt, nhưng có thể giảm và khống chế tốc độ phát triển độ nghiêng của ngôi nhà. Đào giếng đứng hút nước đối với công trình mà độ lún tương đối nhỏ, giảm mực nước ngầm. Vì hệ số thấm của đất nhỏ, lượng hút nước và lượng nước tràn vào nhỏ, hình thành đường cong dòng thấm hạ xuống chậm, bán kính ảnh hưởng nhỏ, hiệu quả không rõ rệt.

- Phương pháp nén tĩnh cọc: độ nghiêng lớn nhất của ngôi nhà số 1 là 29cm. Hai đoạn trước sau của mặt bằng công trình này lệch nhau 2m, ở giữa bố trí khe lún giữa hai tường, đường cong lún của toàn bộ ngôi nhà là đường uốn cong lồi. Đầu tường hai phía khe lún rộng 12cm và vào nhau. Về phía độ lún lớn ép 21 cây cọc, mỗi cây dài 20m (là cọc nhiều đoạn, tiết diện 250×250 mm, mỗi đoạn cọc dài 2m, liên kết bằng thép neo matit lưu hoàng), lực ép là 300kN. Do tốc độ ép quá nhanh, bố trí cọc tập trung ở một đầu, làm đất yếu bị xáo động, làm phát triển lún của nhà và nứt tấm tường. Sau nửa năm ép cọc, lún của nhà mới dần dần ổn định.

- Phương pháp chữa nghiêng bằng thanh neo ép cọc và đào đất: nhà số 9 và số 10 đều là nhà 6 tầng. Trước khi chữa nghiêng, mức nghiêng lớn nhất của nhà số 9 là 36,9cm, nhà số 10 là 32,1cm, độ nghiêng đã đạt tới 22°_{00} mà vẫn đang phát triển. Phương pháp dùng để chữa nghiêng là đầu tiên đào lỗ qua tấm dầm móng phía lún nhiều, ép 41 cây cọc (cọc neo ép tĩnh nhiều đoạn), mỗi đoạn 2,5m, bê tông C30. Dùng matit lưu hoàng nối cọc, lực ép là

300~500kN, làm cho phía lún của nhà trở về trạng thái ổn định. Phía lún ít của nhà, trước khi ép cọc cũng như trên là đào lỗ qua tấm đáy móng, ép cọc làm cọc bảo vệ (số lượng ít hơn phía lún nhiều). Lợi dụng lỗ đứng của vị trí cọc bảo vệ, tiến hành xối nước đào đất đối với lớp đất sâu trong lỗ, hình thành lỗ hổng. Nhiều lần xối nước thải bùn, làm chúng lún xuống, ngôi nhà dần dần hồi phục đến độ nghiêng nhỏ hơn $3^{\circ}/_{00}$, sau đó nhồi cát vào lỗ, ép vào 34 cây cọc bảo vệ, khoá đầu cọc trong tấm sàn. Thời gian chữa nghiêng hai ngôi nhà này là 7 tháng, khôi phục được công năng sử dụng bình thường. Phương pháp chữa nghiêng này an toàn tin cậy, nhưng chi phí lớn, thời gian dài, chi phí tương đương với $23^{\circ}/_{00}$ giá thành cũ.

- Phương pháp đào giữa hút nước theo chiều ngược: Nhà số 8 là ngôi nhà ở 6 tầng, trước khi chữa nghiêng mức nghiêng lớn nhất là 27,6cm, độ nghiêng là $16,4^{\circ}/_{00}$. Khi chữa nghiêng, phía lún ít của ngôi nhà, nơi cách tường dọc 18m trên cùng một đường thẳng đào 37 lỗ giếng nghiêng. Đường kính là 0,3m, khoảng cách là 1m, chiều dài nghiêng của lỗ là 41m, góc kẹp với mặt ngang là 50° . Lỗ sâu vào trong phạm vi 1/2 chiều rộng dưới mũi cọc ép chặt, trong đó có 4 lỗ giếng đặt ống thép sẵn dưới mũi cọc. Đồng thời ở chỗ sát tường 4m đào đất cho 3 giếng đứng, đường kính 0,3m, sâu 31m. Đầu tiên dùng máy nén khí $9m^3$ thổi khí nén vào lỗ, gây ra dòng không khí tốc độ cao, tạo nên hỗn hợp khí, nước và bùn. Sau đó hút nước và bùn trong lỗ ra. Hiệu quả thời gian ngắn của giếng đứng không rõ rệt. Do bùn trong lỗ nghiêng dưới mũi cọc được hút ra nhiều khiến nhà bị lún, tốc độ phụ thuộc vào cường độ hút nước. Cường độ hút nước lớn, lún nhanh, phạm vi ảnh hưởng cũng lớn; ngược lại nhỏ. Sau khi ngừng hút nước, đường cong lún bằng phẳng. Bao gồm cả đào giếng, tất cả 13 ngày (mỗi giờ hồi phục lớn nhất khoảng 0,3cm) khiến cho ngôi nhà trở lại vị trí.

- Phương pháp đào giữa hút nước ngược chiều cải tiến: Huỷ bỏ lỗ đứng của một phía nhà, phía lún tương đối ít đào một dãy lỗ nghiêng có khoảng cách 1,5m đường kính 30cm. Góc nghiêng của lỗ là $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ (quyết định ở địa hình của hiện trường), ngập vào 1/2 chiều rộng của ngôi nhà. Để sẵn 4 lỗ nghiêng (ống thép) hút nước bằng không khí cao áp, làm cho ngôi nhà dần dần hồi phục trở lại vị trí. Hai phương pháp trên đều lợi dụng đặc trưng của đất yếu để chữa nghiêng, hiện nay đã sửa chữa được 6 ngôi nhà, thời gian 1~2 tháng, qua 2 năm quan sát đã dần dần ổn định, phương pháp này chi phí ít, mỗi ngôi nhà chỉ cần khoảng sáu mươi ngàn nhân dân tệ.

4. Hiệu quả và đánh giá

- Khi chất tải nén, nếu tải trọng quá nhỏ, thì áp lực phụ thêm dưới tấm đáy tầng không lớn, hiệu quả không rõ rệt trong thời gian ngắn, mà chi phí chuyển tải để chất tương đối cao, chiếm đất nhiều, ngoài ra những hộ ở dưới tầng trệt phải di chuyển, gây bất tiện và cảm giác nguy hiểm cho người ở. Nếu tải trọng quá lớn, lún nhanh, dùng biện pháp ổn định ứng cứu tương đối khó khăn.

- Khi dùng phương pháp hạ mức nước ngầm, vì hệ số thấm của đất mềm tương đối nhỏ, trong thời gian ngắn hút nước hạ mức nước ngầm tương đối chậm, hiệu quả không rõ rệt.

- Dùng phương pháp hút nước kéo theo bùn ra, vì đất sét yếu bão hoà có độ nhạy cảm cao, biến dạng tăng nhanh theo thời gian khi tải trọng không đổi, sau khi đào lỗ, (đặc biệt

là lỗ giếng xếp dày) đã xáo động nghiêm trọng đất sét yếu, làm giảm rất nhiều cường độ chống cắt, đồng thời hình thành những lỗ rỗng trong lớp chịu lực, làm tăng tốc độ lún. Phương pháp giếng đứng hút nước kéo theo bùn, chỉ lợi dụng đặc tính biến dạng theo thời gian của hướng bên, do đó hiệu quả không bằng lỗ nghiêng.

Khi xác định lượng chữa nghiêng, phải để lại một mức độ nghiêng nhất định, tránh chỉnh quá thẳng, đồng thời phải có một biện pháp ổn định tin cậy đồng bộ, như nhồi cát hoặc bê tông vào trong lỗ. Trong quá trình chữa nghiêng, lượng chữa nghiêng mỗi ngày không được vượt quá 2cm. Tốc độ nghiêng trở lại không được quá nhanh, vì vậy cần tăng cường đo kiểm tra, hàng ngày phải vẽ cẩn thận đường cong nghiêng trở lại, lún, độ mở rộng và khép kín của vết nứt, làm chỗ dựa đưa ra các biện pháp trong quá trình chữa nghiêng.

Về lý thuyết tính toán chữa nghiêng, còn cần được nghiên cứu thêm một bước. Thực tiễn chứng minh, đào các lỗ nghiêng trong lớp chịu lực hiệu quả tương đối tốt, độ lún của nhà khoảng $1/3$ đường kính của lỗ. Nguyên nhân sinh ra sự chênh lệch của độ lún rất phức tạp. Đối với đất yếu, chủ yếu có liên quan mật thiết với tính biến dạng theo thời gian khi bị xáo động, phương thức gia tải và kết cấu của ngôi nhà.

4.3. XỬ LÝ SỰ CỐ LỖ RỖNG MÓNG

4.3.1. Đặc trưng của sự cố lỗ rỗng móng.

Bề mặt của công trình móng bê tông cốt thép xuất hiện rỗ, hở cốt thép, lỗ rỗng, thường gọi chung là sự cố lỗ rỗng, trong đó rỗ là các khuyết tật bề mặt của bê tông không có vữa xi măng, chiều sâu đá lộ ra lớn hơn 5mm, nhưng nhỏ hơn chiều dày lớp bảo vệ bê tông; Lỗ rỗng là chỉ các khuyết tật chiều sâu lớn hơn chiều dày lớp bảo vệ, nhưng không vượt quá $1/3$ kích thước mặt cắt; hở cốt thép là khuyết tật cốt thép chủ không được bê tông bao kín lại mà hở ra ngoài.

4.3.2. Nguyên nhân sự cố lỗ rỗng móng

Nguyên nhân gây nên sự cố lỗ rỗng móng có mấy loại sau:

- Công nghệ thi công sai sót, như chiều cao rơi tự do của bê tông quá cao, phương pháp vận chuyển và đổ bê tông không thoả đáng làm cho bê tông bị phân li, đá xếp thành đống;
- Không theo trình tự thi công và công nghệ thi công quy định để thao tác một cách cẩn thận, đầm sót;
- Ở những nơi cốt thép dày đặc hoặc ở những nơi chừa lỗ và có chi tiết chôn sẵn, đổ bê tông không thuận lợi, không thể lấp đầy ván khuôn mà hình thành các lỗ hổng;
- Ván khuôn không kín chặt vữa, sinh ra rỗ và lỗ hổng đặc biệt lớn;
- Đá cho bê tông quá lớn, bị ngăn lại ở nơi cốt thép dày đặc;
- Trong bê tông có lẫn các cục bùn hoặc các tạp vật khác không được loại bỏ, hoặc đặt các vật lớn, mẫu gỗ trong bê tông;
- Không rót vật liệu theo quy định (để gầu vật liệu trực tiếp đổ bê tông vào ván khuôn), hoặc mỗi lần rót vật liệu quá nhiều, bán kính tác động chấn động của máy đầm không đến được phía dưới, hình thành trạng thái rời rạc, dẫn đến xuất hiện rỗ đặc biệt lớn và lỗ rỗng;

- Cấp phối bê tông không chuẩn xác, hoặc sai sót trong tính toán lượng vật liệu cát, đá, xi măng, cũng sẽ tạo ra rỗ và lỗ rỗng;

- Chưa bịt kín các khe hở của ván khuôn, hoặc ghép chống đỡ không chắc chắn, khi đầm bê tông làm chuyển vị ván khuôn, cũng hình thành rỗ và lỗ rỗng.

4.3.3. Phương pháp xử lý sự cố lỗ rỗng móng và lựa chọn

Sau khi xác định là sự cố lỗ rỗng bê tông, thông thường phải thông qua các đơn vị có liên quan cùng nghiên cứu, lập ra phương án gia cường, sau khi được phê duyệt mới có thể xử lý. Thông thường phương pháp xử lý có bốn loại sau:

1. Sửa chữa cục bộ: chất lượng bên trong móng không có vấn đề, chỉ xuất hiện các lỗ rỗng ở bề mặt, có thể đục xôm bê tông ở xung quanh lỗ rỗng, sau khi làm sạch, dùng bê tông có mác cao hơn một cấp nhồi chặt để sửa chữa.

2. Nhồi vữa: Nếu bên trong móng có lỗ rỗng, thường xử lý bằng phương pháp nhồi vữa áp lực. Vật liệu nhồi vữa thường dùng là vữa xi măng hoặc vữa xi măng cát. Phương pháp nhồi vữa có phương pháp nhồi một lần và phương pháp nhồi hai lần.

3. Mở rộng móng: Nếu móng đã thi công không đảm bảo chất lượng, thông thường xử lý bằng phương pháp mở rộng hoặc tăng chiều cao móng. Lúc này, ngoài việc lấy tính toán lại độ tin cậy của kết cấu làm chỗ dựa, còn phải có đủ không gian. Phải chú ý ảnh hưởng đối với sử dụng sau khi mở rộng móng, cùng với việc có bị trở ngại với móng khác hoặc thiết bị không.

4. Phá dỡ làm lại: lỗ rỗng nghiêm trọng, nếu không có cách nào sửa chữa để đạt được yêu cầu thiết kế, phải dùng phương pháp này.

4.3.4. Ví dụ công trình thực tế

1. Xử lý sự cố lỗ rỗng bê tông tầng ngầm của một nhà ở cao tầng

1. Khái quát công trình

Một ngôi nhà ở cao tầng, 1 tầng ngầm, 32 tầng trên mặt đất. Dùng móng có đài cọc. Móng tầng ngầm là móng hộp. Đáy đài ở cao độ -6,4m, dày 110cm. Chiều dày tấm tường: tường ngoài 300mm, tường trong có ba loại: 200, 250, 300mm. Tấm tường cao 4,3m, tấm mái dày 250mm, hai toà nhà cao tầng có móng liền khối. Ở giữa bố trí dải đỡ bê tông thi công sau, thiết kế móng là bê tông đặc chắc chống thấm C30.

Bê tông tấm tường và tấm mái công trình dân phòng của hai toà nhà cao tầng này là $695,8\text{m}^3$, dùng bê tông thương phẩm đổ một lần, tốc độ đổ bê tông mỗi giờ là 29m^3 . Tổng cộng dùng 2 xe bơm, 13 xe trộn, 2 băng tải, 52 người thao tác liên tục làm xong trong 24h. Sau khi tháo dỡ toàn bộ ván khuôn, phát hiện bê tông công trình này có rất nhiều vấn đề chất lượng như lỗ rỗng, rỗ, lộ cốt thép, tường ngoài có 124 chỗ, tường trong có 64 chỗ, chiếm khoảng 0,7% tổng diện tích tấm tường công trình này, vị trí và kích thước chi tiết xem hình 1.37.

2. Nguyên nhân sự cố

Chủ yếu là buông lỏng quản lý chất lượng, trách nhiệm của người thao tác hiện trường kém, thêm nữa không đủ biện pháp đảm bảo chất lượng đổ bê tông. Như đổ vật liệu quá nhanh, bố trí không đủ đầm, làm cho có chỗ không đầm tới.

3. Xử lý sự cố

Sau khi xảy ra sự cố, đơn vị thi công cùng chủ công trình, đơn vị thiết kế, trung tâm kiểm tra chất lượng công trình của thành phố đã phân tích kỹ đối với sự cố, đồng thời xác định phương án đo kiểm tra và xử lý.

- Khoan lõi lấy mẫu và đo kiểm tra bằng sóng siêu âm: lần lượt lấy mẫu trên 21 tấm tường. Khoan lấy lõi 7 nhóm 21 mẫu. Nơi lấy mẫu đều ở khu vực mà khuyết tật bề mặt nghiêm trọng. Đo kiểm tra sóng siêu âm chủ yếu tập trung ở trong phạm vi 1,5m của chân tường, chiếm 45% tổng diện tích mặt tường. Kết quả cường độ toàn bộ bê tông đạt 36,5MPa, đáp ứng cấp cường độ C30.

Thiết bị sử dụng là:

Phương pháp khoan lấy mẫu: Máy khoan kim cương GZ 1120;

Mũi khoan đường kính $\varnothing 100\text{mm}$.

Phương pháp siêu âm: thiết bị kiểm tra sóng siêu âm phi kim loại CTS-25, tần số của đầu dò là 50KC.

Cường độ chịu nén đo được như bảng 4.5. Hệ số đồng chất của cường độ bê tông C_k là 11,6%, sai số bình quân gia quyền của cường độ bê tông là 5,25MPa.

Kết quả đo kiểm tra bằng phương pháp siêu âm cho thấy, độ đặc chắc và tính đồng đều của tấm tường bê tông rất tốt nên tiếp nhận hình sóng tốt.

Phân tích kết quả đo kiểm tra toàn bộ, cường độ bê tông có thể đáp ứng yêu cầu thiết kế, trừ những khuyết tật đã đục ra, chất lượng bên trong của bê tông tấm tường của bộ phận đo kiểm tra được rất tốt, đặc chắc, do đó quyết định xử lý sửa chữa phục hồi.

- Phương pháp xử lý:

+ Phương pháp vá chữa rò rỉ, tổ ong:

- Đầu tiên đục bỏ chỗ rò, tổ ong, đá bong và có lỗ rỗng nhỏ, làm sạch rác, thổi bụi, rửa bề mặt, đồng thời giữ ướt bề mặt;

- Bôi chất kết dính HF-1000 (tỉ lệ cấp phối: nước: chất kết dính là 2:1;

- Sau khi bôi chất kết dính dùng vữa xi măng cát 1:2 trát nhẵn. Dùng xi măng thông thường 525 và cát thô để trộn vữa;

- Sau khi trát xong, phun một lớp dưỡng hộ lên bề mặt, giữ cho vữa không bị mất nước;

- Sau một thời gian nhất định, tưới nước bảo dưỡng vữa.

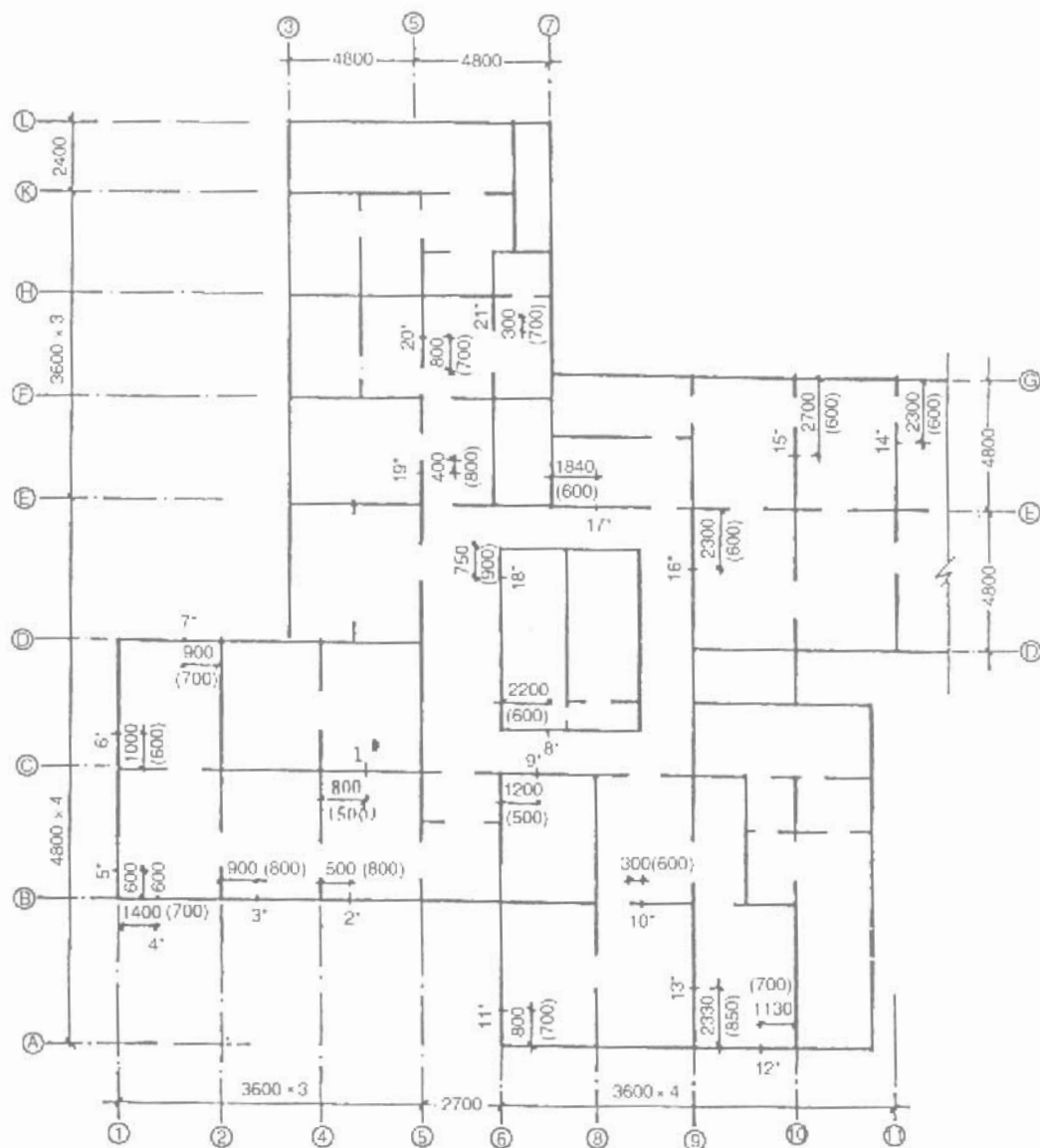
+ Phương pháp sửa chữa lộ cốt thép, lỗ rỗng:

- Đầu tiên đục bỏ nơi mà có bê tông không chắc, đục sửa các lỗ rỗng về cơ bản thẳng góc với mặt tường;

- Đục sửa bê tông đến phần bê tông đặc chắc, làm sạch rác bụi, rửa bề mặt, trước khi đổ bê tông giữ độ ẩm cho bê tông ở bề mặt;

- Chế tạo ván khuôn gỗ theo kích thước bên ngoài của lỗ rỗng. Dùng tu lông $\varnothing 10$ móc chặt với cốt thép kết cấu để cố định ván khuôn. Ván khuôn miệng trên của một phía mặt đổ bê tông làm thành dạng phễu nghiêng, miệng phễu nghiêng cách mặt tường không được nhỏ hơn 50mm, mặt bằng phía trên của miệng phễu cao hơn miệng lỗ hỏng 80~100mm;

- Dùng bê tông C38 để sửa, đường kính hạt của đá là 5~15mm, cát vàng loại thô vừa, xi măng mác 525 thông thường, độ sụt của bê tông là 6~8mm;
- Khối lượng vật liệu dùng cho một mét khối bê tông: xi măng (loại mác 525 thông thường) là 450kg, đá (5~15mm) là 1023kg, cát vàng (thô vừa) là 736kg, phụ gia bằng 1,125% lượng xi măng, nước 180kg, bột nhôm bằng 0,02% lượng xi măng;
- Trước khi sửa chữa, đầm hòm trước tưới nước, giữ độ ẩm cho bê tông cũ;



Hình 4.37. Vị trí có vấn đề chất lượng bê tông và đánh số lấy mẫu

1. “x” là số hiệu lấy mẫu.
2. Số trong dấu ngoặc là chiều cao cách mặt đất của điểm lấy mẫu (mm).

Bảng 4.5. Kết quả đo thử nghiệm cường độ bê tông

Số hiệu lấy mẫu	Cường độ (MPa)	Số hiệu lấy mẫu	Cường độ (MPa)	Số hiệu lấy mẫu	Cường độ (MPa)	Số hiệu lấy mẫu	Cường độ (MPa)
1	45,5	7	34,5	13	48,6	19	40,7
2	49,4	8	52,1	14	45,2	20	44,2
3	55,0	9	46,7	15	43,2	21	42,3
4	47,5	10	35,8	16	45,2		
5	47,5	11	44,1	17	36,8		
6	49,4	12	43,2	18	51,1		

- Trước khi đổ bê tông, dỡ bỏ ván khuôn lắp đặt thử, bôi một lượt chất kết dính EB-101L, sau khi bôi xong chất dính kết, trong vòng 4h tiến hành công tác sửa chữa;
- Dùng đầm $\varnothing 30$ tiến hành đầm bê tông;
- Ván khuôn của các lỗ rỗng cá biệt khó đổ bê tông lắp đặt theo từng miếng;
- Sau khi đổ bê tông xong, dùng gạch ướt che kín bê tông hở ra ngoài ở miệng trên, sau 24h tháo dỡ ván khuôn, sau một tuần đục bỏ phần bê tông đổ tràn ra;
- Sau khi đổ bê tông 8h, tiến hành tưới nước bảo dưỡng, để ván khuôn giữ được độ ẩm nhất định, sau khi tháo dỡ ván khuôn 24h tưới nước bảo dưỡng;
- + Xử lý chống thấm tường ngoài:
 - Tất cả mặt tường ngoài sau khi vệ sinh dùng vữa xi măng cát 1:1 gắn kín, gắn chắc những lỗ hổng nhỏ nhìn không thấy;
 - Xoa một lượt bi tum lót;
 - Xoa hai lượt bi tum nóng;

4. Đánh giá hiệu quả

Sau khi tiến hành sửa chữa như trên, cường độ và tính chống thấm của bê tông hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu thiết kế, đồng thời thông qua nghiệm thu đạt yêu cầu cho phép tiến hành thi công kết cấu bên trên.

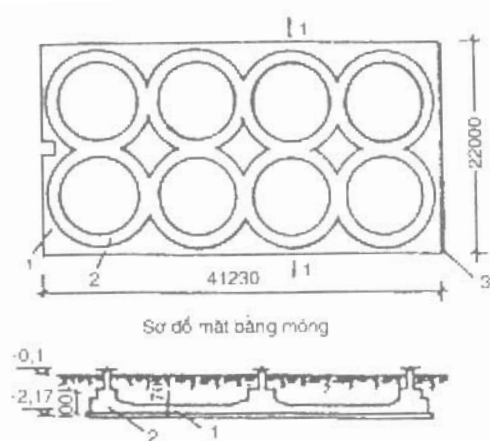
II. Xử lý sự cố lỗ rỗng một móng thiết bị loại lớn

1. Khái quát công trình

Móng thiết bị loại lớn của một nhà máy tỉnh Hồ Bắc dài 41.23m, rộng 22m, chiều dày bản đáy 0,7m. Trong móng có 8 dầm vòng, dầm cao 1,35m, mức bê tông là C18. Thể tích móng là 940m³. Trên móng này lắp đặt 8 hố đặt thiết bị có đường kính 10m (hình 4.38).

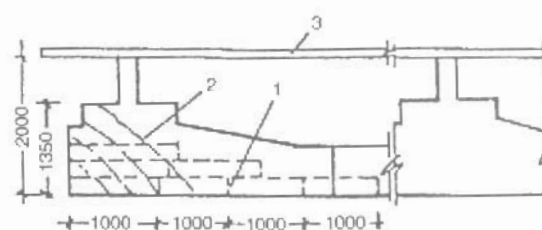
Tải trọng mà móng này gánh chịu rất lớn, tải trọng dọc trục của mỗi dầm vòng tới 17.000~19.000kN, mô men uốn 2.477~4.557kN.m, lực đẩy ngang 176~235kN. Nền của móng là sét pha cát màu vàng sẫm, sức chịu tải cho phép của nền là 0,216MPa.

Sau khi đào hố móng, rải 10cm đá dăm, dùng lu đầm chặt, trên lớp đệm đá dăm láng một lớp vữa xi măng cát làm lớp đệm móng. Phạm vi 1m cao xung quanh móng dùng gạch đất của hố móng làm ván khuôn, đổ bê tông vào rãnh cũ, Bê tông đổ trong 3 ngày.



Hình 4.38. Mặt bằng và mặt cắt móng

1. Tấm đáy móng; 2. Dầm vòng; 3. Khe lún.



Hình 4.39. Đồ bê tông móng

1. Đồi hồi đổ bê tông theo từng lớp ngang.
2. Thực tế phân thành từng lớp nghiêng;
3. Sàn thao tác

2. Khái quát sự cố

Khi bảo dưỡng bê tông, phát hiện nước bảo dưỡng mất đi rất nhanh. Sau 10 ngày tháo ván khuôn bảo dưỡng, có thể thấy hai phía dầm vòng của hố có 89 chỗ có tổ ong, lỗ rỗng. Mỗi hố có 12 chỗ. Sau đó khi đào móng thiết bị của phía bên phải khe lún, lại phát hiện có 10 chỗ tổ ong lỗ rỗng, do đó quyết định đào ba mặt kia của hố móng để kiểm tra, cũng phát hiện vấn đề tương tự. Lỗ rỗng lớn nhất là $30 \times 50\text{cm}$, sâu 20cm. Bê tông giữa hai lớp lưới cốt thép bản đáy cũng không đặc chắc, dùng dây thép số 16 có thể cắm sâu vào 50cm.

3. Nguyên nhân sự cố

Đơn vị thi công không có kinh nghiệm, trong các phương diện chuẩn bị thi công, biện pháp kỹ thuật, biện pháp tổ chức, bàn giao kỹ thuật đều tồn tại một số vấn đề.

- Vấn đề trong chế tạo bê tông:

+ Đường kính đá quá lớn. Trong móng có nơi có ba bốn lớp cốt thép hoặc lưới cốt thép đan nhau và chồng lên nhau, khoảng cách mép cốt thép $< 4\text{cm}$, đường kính đá dùng để đổ bê tông là 4~6cm, do đó đường kính đá quá lớn là nguyên nhân chủ yếu làm bê tông dưới cốt thép không đặc chắc;

+ Không chế tỉ lệ cấp phối không chặt chẽ. Đầu tiên là không chế tỉ lệ nước-xi măng kém làm cho đại bộ phận bê tông có độ sụt quá lớn, tiếp đó là sai số lượng sử dụng cốt liệu lớn, thậm chí hai lần phát hiện bê tông không có cát, đủ để nói rằng trong quản lý thi công còn chưa chặt chẽ;

+ Số lượng máy trộn bê tông không đủ. Trong phương án thi công yêu cầu mỗi giờ trộn 20 mẻ trộn, thực tế chỉ có 12~15 mẻ trộn, do trộn bê tông không đều, hiện tượng phân li khi đổ bê tông nghiêm trọng, đầm bê tông khó khăn.

- Vấn đề đổ bê tông: dùng phương pháp bậc thang để đổ bê tông, mỗi lớp dày 25cm, chiều dài độ lệch của mỗi lớp là 1m. Thực tế tình hình đổ bê tông là phân lớp nghiêng, như

hình 4.39, do đó bê tông bị phân li nghiêm trọng, khó đầm chặt, đồng thời có hiện tượng đầm sót và đầm không đủ. Chưa xem xét cẩn thận phương án đổ bê tông mặt phía trên của đầm vòng, làm cho đầm vòng xuất hiện nhiều tổ ong.

- Máy đầm bê tông không đủ: Theo phương án thi công, đầm móng này cần 20 máy đầm, nhưng khi thi công thực tế không đủ 20 cái, mà nhiều loại đầm, đầm chưa lâu đã hỏng trên một nửa. Lúc ít nhất chỉ có vài cái đầm làm việc bình thường. Trong trường hợp không đủ đầm, khoảng cách các điểm đầm và thời gian đầm đều không đạt yêu cầu, có lúc đành phải dùng thanh thép để đầm thủ công.

- Vấn đề thao tác: Phân lớp đổ bê tông quá dày, không ít lớp đổ bê tông dày đến 50cm. Do tấm đáy móng dày 70cm, khoảng cách giữa hai lớp lưới cốt thép là 60cm, mắt lưới cốt thép là 11×11 cm. Do đó khi đổ bê tông, không thể rải lớp bê tông, làm mỏng chiều dày các lớp, đồng thời thiết bị đầm cũng không thể dàn mỏng lớp bê tông, cuối cùng làm cho độ chặt của bê tông kém, gây nên sự cố tổ ong và lỗ rỗng.

- Vấn đề tổ chức thi công: về mặt này tương đối nhiều vấn đề, ngoài những vấn đề nêu ở trên, còn có những vấn đề sau:

- + Công trình ở vào vùng nhiệt độ tương đối cao, thời gian thi công lại là mùa hạ. Nhưng tổ chức thi công lại chia thành hai ca, mỗi ca làm 12h, công nhân quá mệt mỏi thao tác thi công làm ẩu;

- + Không tiến hành bàn giao kỹ thuật hợp lý, công nhân không rõ;

- + Không phân công rõ ràng, không thể đổ vật liệu và đầm theo từng lớp quy định.

4. Xử lý sự cố

Do tải trọng gánh chịu của móng này rất lớn, sự cố cũng tương đối nghiêm trọng, do đó có hai ý kiến xử lý sự cố này.

Ý kiến thứ nhất là: vì phân nhìn thấy của móng đã có trên 100 chỗ có tổ ong, lỗ rỗng, kích thước lớn nhất tới $30 \times 50 \times 20$ cm, mà sự cố chất lượng nằm bên trong có khả năng càng lớn, nếu dùng phương pháp gia cường, không thể làm cho móng này thành một kết cấu liên khối gánh chịu tải trọng rất lớn, do đó đề xuất phương án nổ mìn để phá đi làm lại;

Ý kiến thứ hai là: dùng nhồi vữa xi măng áp lực cao để gia cường. Sau khi phân tích so sánh theo điều kiện lúc đó, quyết định trước tiên dùng vữa áp lực nhồi để gia cường, sau đó tiến hành kiểm tra đối với móng, xác định xem móng có dùng được không.

Khi xử lý, đầu tiên đập nơi có tổ ong, rỗ mặt. Đối với những khuyết tật bề mặt của bê tông đặc chắc xung quanh tổ ong, trát xử lý bằng vữa xi măng cát 1:2, không chôn ống nhồi vữa. Đối với tổ ong lỗ rỗng còn lại đều chôn ống nhồi vữa, tiến hành nhồi vữa áp lực xi măng. Mỗi lần nhồi vữa, đều ghi chép lượng tiêu hao xi măng và áp lực cuối cùng. Bảng 4.6 là tình hình bơm vữa có tính đại diện trong đó

Sau khi nhồi vữa phải tiến hành bảo dưỡng. Kết thúc bảo dưỡng, tiến hành kiểm tra một cách toàn diện đối với móng. Có ba phương pháp kiểm tra: một là dùng búa tiến hành gõ kiểm tra tất cả, âm thanh nghe được đều rất rõ ràng; hai là thí nghiệm nhồi vữa; ba là đục lỗ kiểm tra ba vị trí chất lượng kém nhất trên đầm vòng. Lỗ đục sâu 50cm, sau khi bơm đầy nước không có hiện tượng thấm rò rỉ nữa. Những cách kiểm tra trên cho thấy chất lượng

bơm vừa tốt, có thể đưa vào sản xuất. Quan sát qua thời gian sử dụng 4 năm, không phát hiện bất kỳ hiện tượng không tốt nào, tất cả đều đáp ứng yêu cầu sử dụng sản xuất.

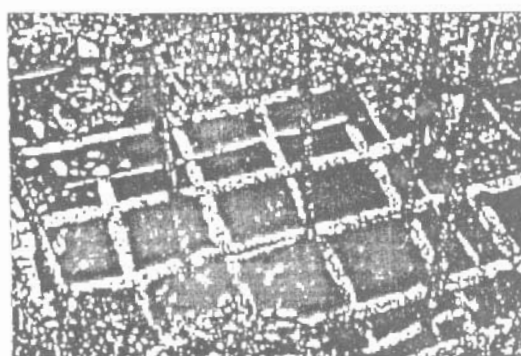
Bảng 4.6. Ghi chép bơm vừa

Số tt	Lượng tiêu hao xi măng (kg)	Áp lực cuối cùng (MPa)	Thời gian bơm vừa (phút)	Ghi chú
1	3.000	0,45	150	Áp lực tăng lên theo đường thẳng Áp lực tăng lên theo đường thẳng Khi nhồi vừa đến 500kg, trào bọt nước, tiếp tục nhồi vừa tới 0,35MPa, áp lực tăng theo đường thẳng
2	5.600	0,9	280	
3	75	0,8	8	
4	25	0,8	2	
5	2.250	0,35	140	
6	75	0,8	2	Bơm vào lỗ 12h, lỗ này trào vừa Mặt trào vừa lớn trên mặt đầm Mặt trào vừa lớn trên mặt đầm
7		0,8		
8	350	0,3	40	
9	1.450	0,3	90	
10	1.200	1,0	150	
11	50	0,8	4	Áp lực tăng lên theo đường thẳng
12	50	0,8	4	

III. Sự cố lỗ rỗng một móng lớn của nhà máy thép

1. Khái quát công trình

Khi nghiệm thu kiểm tra bê tông tấm đáy móng lò thép của một nhà máy thép tỉnh Liêu Ninh thấy rằng bê mặt nhẵn, nhưng nghi ngờ chất lượng bê tông có vấn đề. Sau khi đục một phần bê tông thấy bên trong lỗ rỗng nghiêm trọng (hình 4.40). Quyết định đục 55 lỗ kiểm tra ở bê mặt móng theo một khoảng cách nhất định và ở những bộ phận quan trọng, kích thước lỗ là $200 \times 200\text{mm}$, sâu 400mm, đồng thời bơm nước vào những lỗ đó, trong đó có 30 lỗ nước thấm rất nhanh, hướng nước chảy không có quy luật. Giữa tấm đáy và lớp đệm cũng có hiện tượng rò rỉ nước.



Hình 4.40. Tình trạng lỗ rỗng trên đáy móng

bơm nước vào những lỗ đó, trong đó có 30 lỗ nước thấm rất nhanh, hướng nước chảy không có quy luật. Giữa tấm đáy và lớp đệm cũng có hiện tượng rò rỉ nước.

2. Nguyên nhân sự cố

Những nhân tố như thiếu kinh nghiệm đổ bê tông khối lớn. Công tác chuẩn bị thi công kém. Trình tự đổ và đầm bê tông hỗn loạn. Quản lý chất lượng kém, công nhân thao tác thiếu trách nhiệm đều là nguyên nhân gây nên sự cố.

3. Xử lý sự cố

- Dùng máy khoan khoan 64 lỗ nhồi vừa ở trên tấm đáy. Đường kính lỗ 50mm, sâu 1,7m, sau khi thổi sạch lỗ bằng khí nén, dùng vải vụn lấp kín;

- Làm thí nghiệm ép nước, tìm 38 lỗ có lượng nước thấm lớn nhất làm lỗ nhồi vữa, đồng thời tiến hành bịt kín chỗ nước thấm ở bề mặt móng;

- Vì giữa tấm đáy và lớp đệm rò rỉ nước nghiêm trọng, do vậy bốn xung quanh móng làm một dải vòng bê tông cốt thép có diện tích mặt cắt là $150 \times 150\text{mm}$, để phòng chảy vữa.

- Dùng bơm vữa C-263 nhồi vữa. Áp lực nhồi vữa lớn nhất là 0,5MPa. Vữa là vữa thuần xi măng, dùng xi măng mác C400 thông thường, tỉ lệ nước-xi măng là 1,2:1~0,8:1 (tỉ lệ theo trọng lượng);

Vữa nhồi bắt đầu từ lỗ 32, nơi rò rỉ nước nghiêm trọng nhất của tấm đáy thấm ra. Tỉ lệ nước-xi măng từ nhỏ đến lớn, nghĩa là đầu tiên nhồi vữa xi măng loãng, sau đó nhồi vữa xi măng đặc dần. Sau khi áp lực đến 0,4~0,5MPa hoặc nước xi măng trào ra các lỗ xung quanh thì ngừng nhồi vữa. Ghi chép nhồi vữa của các lỗ như bảng 4.7. Toàn bộ móng nhồi 44m^3 vữa, dùng 37t nước, từ đó có thể suy ra thể tích lỗ rỗng của móng là 17m^3 .

Bảng 4.7. Nhật kí nhồi vữa xi măng

Số hiệu lỗ	Tỉ lệ nước - xi măng	Lượng vữa xi măng (m^3)	Lượng xi măng sử dụng (kg)	Thời gian nén vữa (phút)	Áp lực lớn nhất (kPa)
32	1,2:1,16	1,71	1276	25	0
	1:1,16	5,27	4524	118	0
	0,8:1,16	1,27	1276	107	392
		8,25	7676	250	392
51	1,2:1,16	2,96	2204	48	
	1:1,16	4,49	3248	94	0
	0,8:1,16	4,6	5104	122	0
		12,05	10556	264	0
8	1,2:1	1,50	1.000	72	98
	1:1	2,48	1.900	122	0
	0,8:1	0,55	500	36	784
		4,53	3.400	230	784
19	1,2:1	1,50	1.000	37	0
	1:1	1,43	1.100	43	392
	0,8:1	6,73	6.100	172	196
		9,66	8.200	252	
61	1,2:1	1,50	1.100	29	0
	1:1	1,20	900	25	147
		2,70	2.000	54	
28	1,2:1	0,90	700	13	0
	1:1	1,70	1.300	32	0
	0,8:1	2,31	2.100	43	98
		4,92	4.100	88	
63	1:1	1,57	1.200	28	0
55	1:1	0,07	50	3	98

IV. Xử lý sự cố lỗ rỗng, lộ cốt thép cục bộ của móng máy phát điện

1. Khái quát công trình

Một móng máy phát điện chạy bằng hơi của một nhà máy vùng đông bắc là kết cấu bê tông cốt thép, gồm 6 cây cột khung, tấm trên, tấm đáy và đường thông gió lạnh bê tông vỏ móng (hình 4.41). Tấm trên dày 1,1m, tấm đáy dày 2,5m, kích thước mặt cắt cột khung là 900×900 , 800×800 , 700×700 mm. Cột khung cao 4,9m. Chiều dày tường bê tông của đường thông gió lạnh là 150mm, sau khi đổ bê tông tấm trên của móng, phát hiện trong phạm vi khoảng 200mm ở đầu cột số 1 của khung III (mặt cắt 1-1 trong hình 4.41) không có bê tông. Toàn bộ cốt thép trong cột ($8\text{Ø}22 + 8\text{Ø}25$) và thép góc gia cố $L75 \times 8$ chôn sẵn trong đoạn này đều lộ ra ngoài.

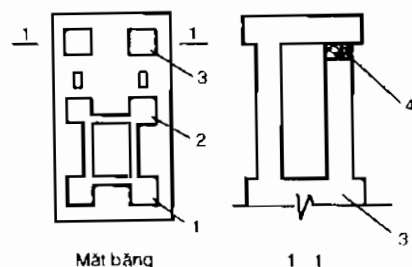
2. Nguyên nhân sự cố

Theo quy định giữa đỉnh cột và tấm mái có để khe thi công. Khi thi công, khe thi công của 1 cây cột lại để ở chỗ dưới tấm mái 200mm. Khi ca thi công sau đổ tấm mái, lại chưa phát hiện vấn đề này, vẫn bình thường đổ xong bê tông tấm mái. Vì vậy, tạo ra lỗ rỗng ở đầu cột có thể tích khoảng $0,1\text{m}^3$ ($0,7 \times 0,7 \times 0,2$).

3. Xử lý sự cố

Phương pháp thông thường xử lý sự cố loại này là sau khi đục lỗ trên tấm mái, đổ bê tông, lấp toàn bộ lỗ rỗng, đầm chặt. Nhưng chiều dày tấm mái của công trình này dày 1,1m, do đó lượng công việc rất lớn nếu đục thông hết tấm mái. Qua nghiên cứu xác định đầu tiên dùng bê tông có độ lưu động thấp lấp thủ công, sau đó nhồi vữa áp lực, bổ sung nhồi bê tông vào khe rỗng bằng thủ công, cách làm cụ thể là:

- Dùng thủ công đục bỏ toàn bộ vữa ở nơi có sự cố, dùng bàn chải sắt vệ sinh cốt thép và thép góc lộ ra ngoài;
- Nơi tiếp xúc giữa mặt dưới tấm mái với ván khuôn của cột khung trát bằng vữa xi măng-cát 1:2,5 láng phẳng;
- Đặt 2 bản thép $10 \times 300 \times 700$ mm, bên trong bọc tấm cao su dày 4mm. Phải làm cho tấm cao su và ván khuôn thép dán khít vào phía trên 4 thép góc gia cố ($L75 \times 8$) như hình 4.42;
- Nhồi chặt bằng thủ công từ hai phía, đổ bằng bê tông đá nhỏ C18, độ sụt không được lớn hơn 3cm;
- Để sẵn lỗ nhồi vữa $\text{Ø}3/4$ tắc Anh và lỗ thoát khí $\text{Ø}1/2$ tắc Anh (lỗ thoát khí để ở phía trên). Làm chặt đối xứng hai phía ván khuôn thép và tấm cao su kia, sau đó dùng ống $\text{Ø}1/2$ tắc Anh (có ren) và đầu ống $\text{Ø}3/4$ tắc Anh lần lượt hàn trên lỗ để sẵn (hình 4.43);

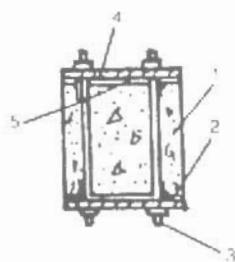


Hình 4.41. Sơ đồ mặt bằng và mặt cắt móng
1. Khung I; 2. Khung II; 3. Khung III; 4. Khu vực cốt thép chất lượng.

- Như hình 4.43, lắp van kín. Lỗ nhồi vữa lấp đặt van 3/4 tắc Anh, đồng thời nối thông với bơm vữa áp lực. Lỗ thoát khí lấp đặt van 3/4 tắc Anh, đợi cho thoát hết khí, lập tức đóng lại. Sau khi dự kiến nhồi vữa xong, lập tức đóng van lỗ nhồi vữa;

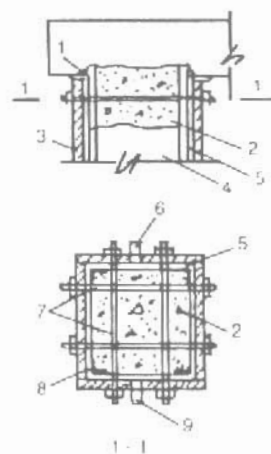
- Sau khi nối với bơm bơm vữa, trước khi bơm vữa xi măng, đầu tiên bơm nước để rửa sạch, đồng thời tưới ẩm bê tông, sau đó lại nhồi vữa xi măng. Áp lực nhồi vữa là 8 át mỗi phe (784,5kPa), tỉ lệ nước xi măng của vữa xi măng là 0,3-0,4 (như dạng thuốc đánh răng). Đợi sau khi trào vữa xi măng ra xung quanh ván khuôn thép, đóng tất cả các van, chuyển bơm vữa đi, tiến hành bảo dưỡng bê tông;

- Khi tháo ván khuôn, đầu tiên dùng hàn hơi cắt ống thoát khí, ống bơm vữa trên ván khuôn. Sau đó lần lượt cắt bu lông, tháo ván khuôn. Cắt đầu bu lông lồi ra ở trên mặt, đồng thời dùng vữa cát xi măng 1:1 lấp phẳng.



Hình 4.42. Sơ đồ cấu tạo ván khuôn (I)

1. Lỗ nhồi bê tông bằng thủ công; 2. Thép góc A75×8 chôn sẵn (4 thanh); 3. Bu lông giằng 4Ø16, $L = 800$; 4. Ván khuôn thép; 5. Tấm cao su, $\delta = 4$.



Hình 4.43. Sơ đồ cấu tạo ván khuôn (II)

1. Vữa xi măng cát 1:2,5 lấp phẳng; 2. Bê tông đá nhỏ C18; 3. Ván khuôn thép; 4. Cột khung; 5. Tấm cao su bịt kín; 6. Lỗ thoát khí (có ren) dài 60; 7. Bu lông giằng ván khuôn 4Ø18, $L = 360$; 8. Thép góc gia cố A75 × 8; 9. Lỗ bơm vữa (có ren) dài 150.

4. Kiểm nghiệm hiệu quả xử lý sự cố

Lúc đó nhiệt độ môi trường nơi có móng là khoảng 15°C, bảo dưỡng cẩn thận 7 ngày sau tháo ván khuôn. Qua kiểm tra, bề mặt bê tông nhẵn, bên trong đặc chắc, chất lượng tốt. Sau khi xử lý sự cố, quan sát qua một năm sử dụng, không phát hiện nứt ở nơi tiếp xúc giữa bê tông mới và bê tông cũ và các vết nứt khác.

4.4. XỬ LÝ SỰ CỐ MÓNG THIẾT BỊ

4.4.1. Đặc trưng sự cố móng thiết bị

Sự cố móng thiết bị có một số đặc trưng sau:

- Sự cố hỏng thiết bị do móng thiết bị chân động quá lớn gây nên. Một số móng thiết bị trong xây dựng công nghiệp, vì thiết bị chân động quá lớn khi chuyển động, có khi phá

hoại điều kiện cân bằng động cơ bản nhất của máy móc thiết bị, có khi gây nên hậu quả nghiêm trọng do máy móc chấn động quá mạnh dẫn đến làm hỏng máy móc;

- Sự cố bu lông chân móng thiết bị sai lệch vị trí, nghiêng, đứt;
- Sự cố do móng thiết bị chấn động quá lớn ảnh hưởng đến công trình bên cạnh

Khi móng của các thiết bị xung kích (búa máy, búa rơi, máy tạo hình, máy xung ép) chấn động, chấn động truyền qua đất mà ảnh hưởng tới công trình bên cạnh. Nếu chấn động quá lớn, sẽ làm cho tường ngoài công trình bên cạnh nứt thậm chí phá hoại. Điều đó không phải là bản thân kết cấu chấn động gây nên, mà là do chấn động làm cho đất nền dưới móng nhà xuống lún gây nên. Móng ở vào vị trí cách nguồn chấn động khác nhau, sẽ lún với tốc độ khác nhau, làm cho móng lún không đều, dẫn đến làm hỏng công trình.

4.4.2. Nguyên nhân sự cố móng thiết bị

1. Nguyên nhân sự cố chấn động quá lớn

- Do thiết kế không tốt hoặc tư liệu ban đầu không chuẩn xác. Như lực nhiều tính toán không phù hợp với lực nhiều thực tế của máy, hoặc điều kiện địa chất rất phức tạp, tham số đất nền mà đơn vị khảo sát cung cấp không phù hợp với đất nền thực có dưới móng. cùng với tác động của động đất khiến cho khi máy làm việc, móng hoặc kết cấu nhà sinh ra những chấn động mạnh, làm ảnh hưởng đến sản xuất bình thường của xí nghiệp.

- Vì móng của thiết bị thường là dạng móng khối lớn, có sáu bậc tự do, do đó cũng là móng kiểu đỡ, nhưng vì sự khác nhau của bộ phận gác lò xo mà có hiệu quả khác nhau.

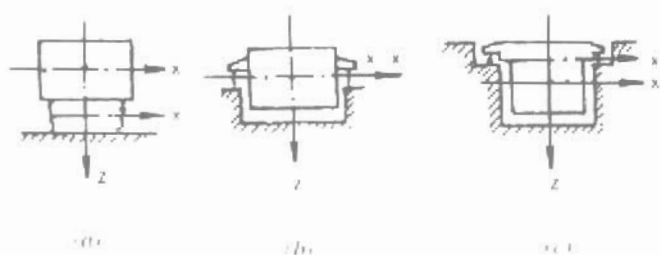
Khi móng chịu tác động của lực nhiều lệch tâm hoặc lực ngang, bố trí như hình 4.44a, c với hàm nghĩa của tần số ngẫu hợp ngang - quay vòng của móng là không như nhau, với hình a có $\omega_1 < \omega_2$, mà $\omega_1 < \omega_x < \omega_2$ (ω_x là tần số riêng theo chiều đứng không có lực cản, ω_1, ω_2 là tần số riêng ngẫu hợp của dạng dao động I và II); đối với dạng c có $\omega_2 < \omega_x < \omega_1$.

Nếu tim của độ cứng và trọng tâm của móng cùng nằm trên một mặt phẳng, chấn động quay và chấn động ngang của móng không sinh ra ngẫu hợp. Điều đó có nghĩa là tim quay của chấn động ngang ở nơi xa vô tận, mà tim quay của dạng chấn động quay lại nằm ở trọng tâm. Cũng có hình thức bố trí lò xo như hình 4.45. Nghĩa là tim của độ cứng lò xo không những nằm trên cùng mặt phẳng với trọng tâm của móng, mà khoảng cách ngang của lò xo cách trọng tâm bằng bán kính quay của móng tương ứng. Lúc này tần số riêng ngẫu hợp của dạng dao động I, II bằng nhau, đồng thời tỉ lệ với tần số riêng theo chiều đứng. Nghĩa là:

$\omega_1 = \omega_2 = \sqrt{N} \omega$. Chỉ cần một trong hai mặt phẳng chính x-z hoặc y-z thỏa mãn điều kiện trên, có thể khiến cho mặt phẳng chính này phù hợp quan hệ của công thức, nếu bố trí lò xo của mặt phẳng x-z đáp ứng yêu cầu, thì:

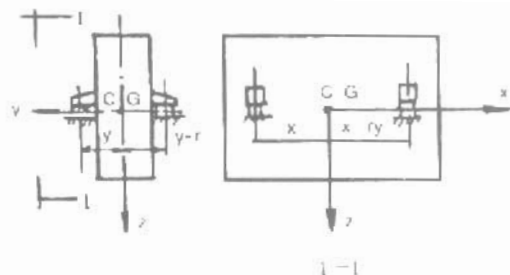
$$\omega_{1x} = \omega_{2x} = \sqrt{N} \omega_x \quad (4.3)$$

Trong đó: N - Tỷ lệ độ cứng ngang và độ cứng thẳng đứng của lò xo, $N = \frac{K_x}{K_z}$, đối với thiết bị cách chấn được tổ hợp bằng lò xo bu lông hình trụ tròn và cực cao su, N khoảng giữa 1/3~1.



Hình 4.44. Vị trí của trọng tâm móng đối với tâm độ cứng

- Trọng tâm độ cứng nằm dưới trọng tâm móng;
- Trọng tâm độ cứng và trọng tâm móng cùng nằm trên một mặt phẳng;
- Trọng tâm độ cứng nằm trên trọng tâm móng;



Hình 4.45. Sơ đồ bố trí lò xo để tần số riêng ngắn hơn của móng bằng nhau
 r_x, r_y là bán kính quay tròn của khối móng theo trục x và y .

Đối với thiết bị cách chấn cao su đơn thuần chịu nén N khoảng $1/8 \sim 1/4$. Nếu $N = 1$, thì bố trí như trên, $\omega_{1,2} = \omega_z$, nghĩa là tần số quay ngang bằng tần số riêng thẳng đứng. Lúc này, nếu móng chịu lực ngang hoặc lực lệch tâm, thì hiệu quả cách chấn của các dạng dao động là như nhau.

Nếu đặt thiết bị cách chấn tạo một góc nghiêng với mặt đất (nhưng bố trí thiết bị cách chấn đối xứng với trục giữa của mặt phẳng chính). Lúc này điểm giao nhau của trục đứng của thiết bị cách chấn nghiêng là tâm của độ cứng. Nhưng nếu nó cùng vị trí với trọng tâm móng, thì sẽ làm cho móng có đặc tính giống như các trường hợp trong hình 4.44.

- Xử lý nền không tốt, làm cho móng lún, chuyển vị phá hoại điều kiện cân bằng cơ bản nhất của máy móc, cũng sẽ làm cho máy móc chấn động mạnh.

- Lắp đặt máy có sai sót, lệch tâm, không thang bằng cũng gây nên chấn động quá lớn.

II. Nguyên nhân sai lệch của bu lông chấn máy

- Lắp đặt không chính xác và phương pháp chôn không tốt, gây nên nghiêng lệch, đứt;

- Phương pháp đổ bê tông không tốt, hoặc đầm bê tông va chạm vào bu lông;

- Móng lún không đều và các loại biến dạng;

- Thiết kế không tốt hoặc tài liệu ban đầu của thiết bị không chính xác;

- Khung mà bu lông cố định trong thi công biến dạng, uốn cong, gãy gập, nghiêng.

4.4.3. Xử lý sự cố móng thiết bị

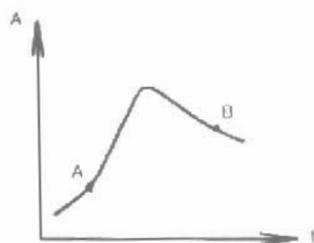
1. Phương pháp xử lý sự cố chấn động quá lớn

1. Nguyên tắc xử lý

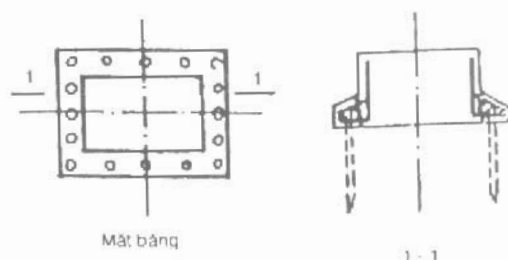
- Trường hợp cộng hưởng: nếu thuộc chấn động quá lớn mà do móng cộng hưởng sinh ra, để tránh cộng hưởng có thể thay đổi tần số dao động riêng của móng. Như tăng khối lượng móng, làm cho tần số dao động riêng $f_n \leq 0,755f$ (f là tần số nhiễu của máy); hoặc tăng độ cứng của nền. Làm cho $f_n > 1,25f$; phương pháp gia tăng cụ thể xác định dựa vào tình trạng khác nhau của lực nhiễu.

- Trường hợp không cộng hưởng:

+ Đối với máy có tần số thấp, như điểm A của hình 4.46, có thể đồng thời tăng khối lượng móng và độ cứng của nền, nhưng tăng độ cứng của nền tốt nhất là lớn hơn sự gia tăng của khối lượng móng, để tần số riêng của móng sau khi gia cố không nền nhỏ hơn tần số riêng trước khi gia cố.



Hình 4.46. Đường cong A - f



Hình 4.47. Sơ đồ dùng cọc gia cố móng

+ Đối với máy có tần số cao, như điểm B của hình 4.46, sự gia tăng khối lượng móng tốt nhất là lớn hơn sự gia tăng độ cứng của nền, khiến cho tần số riêng của móng không được lớn hơn tần số riêng trước khi gia cố. Nghĩa là tần số riêng của móng sau khi gia cố không được gần điểm B.

2. Phương pháp xử lý

- Đối với móng máy lấy lực nhiều thẳng đứng $P_z(t)$ hoặc mô men lực $M(t)$ làm chính, nếu dùng phương pháp đóng cọc gia cố, có thể làm cho độ cứng chống nén, chống uốn và khối lượng tham gia chấn động tăng lên rất nhiều, từ đó có thể giảm biên độ dao động, hiệu quả rất tốt.

+ Móng máy mà lực nhiều $P_z(t)$ là chính, thông thường đóng 1~2 hàng cọc toàn bộ xung quanh móng, đồng thời dùng dầm vòng bê tông cốt thép liên kết móng và cọc (hình 4.47). Để phần mới thêm và móng cũ có thể liên kết thành một khối, phải đục xôm ở chỗ liên kết của móng cũ, đồng thời hàn chắc cốt thép lộ ra với cốt thép mới tăng thêm.

+ Móng máy mà mô men lực $M(t)$ là chính, có thể đục theo hai đầu mà mô men lực tác động đóng một hàng cọc hoặc tăng một dầm vòng bê tông cốt thép xung quanh móng, liên kết thành một khối với móng cũ.

- Đối với móng máy chịu lực nhiều ngang $P_x(t)$, dùng liên kết tấm đua với móng có thể giảm chấn động ngang, hiệu quả sử dụng tốt. Kích thước của tấm chọn theo tính toán, đồng thời sau khi lắp đặt tấm xong có thể tùy cơ tăng kích thước tấm, để tăng hiệu quả thu hút năng lượng chấn động. Tấm đua có thể tăng độ cứng chống cắt và giảm dần chấn động. Để ngăn ngừa lún không đều xảy ra giữa móng và tấm, có thể liên kết bằng khớp cứng (hình 4.48).

Nếu muốn giảm n lần biên độ dao động ngang của máy tần số thấp vận động có quy luật, thì diện tích đáy của tấm giảm chấn phải không nhỏ hơn giá trị tính toán theo công thức sau:

$$F_1 = \frac{C_y^{(0)}}{C_y^u} \cdot \frac{(n-1)F}{1+A-B} \quad (4.4)$$

Trong đó: $A = \frac{C_y^{(0)} F h^2}{C_\phi^{(0)} I}$

$$B = n \frac{\frac{H}{h}}{\frac{H}{h} + \frac{C_\phi^{(0)} I}{C_y^{(0)} F h^2}}$$

$C_\phi^{(0)}, C_y^{(0)}$ - Hệ số độ cứng chống uốn

và chống cắt của đất dưới móng (kN/m^2);

C_y^u - Hệ số độ cứng chống cắt của đất dưới tấm giảm chấn (kN/m^2);

n - Bội số giảm biên độ dao động;

I - Mô men quán tính chống uốn của mặt đáy móng thông qua trục tìm của hình đó (m^4).

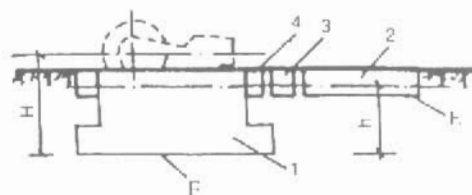
Các kí hiệu khác xem hình 4.48.

Dựa vào công suất của máy và kích thước móng, chiều dày của tấm nền lấy 0,4~0,8m.

Trong công trình thực tế, thông thường không thể đóng được cọc hoặc không cho phép dùng phương pháp mở rộng bốn xung quanh móng. Nếu móng có đường ống công nghệ, rãnh cấp điện ở hai đầu dọc theo tác động của lực nhiều, móng thiết bị bố trí tương đối dày đặc trong xưởng máy, không có đủ chỗ có thể tiến hành gia cố; hoặc có móng máy không thể ngừng sản xuất trong thời gian tương đối dài để tiến hành gia cố. Trong các trường hợp đó, phải dựa vào tình hình cụ thể, xem xét phương án gia cố. Nếu dưới móng là nền cát, có thể dùng phương pháp gia cố hoá học hoặc xi măng kết dính đất. Ưu điểm của phương pháp này là: máy không cần ngừng thời gian sản xuất dài, chỉ ngừng sản xuất trong thời gian trực tiếp nhồi vữa xi măng vào nền và 2~3 ngày sau khi nhồi vữa xong. Trong rất nhiều trường hợp, không cần thiết gia cố toàn bộ nền dưới tấm đáy, chỉ cần gia cố một dải xung quanh tấm đáy của móng. Dựa vào kích thước của móng, chiều rộng của dải này là 2~4m. Chiều sâu của khu vực gia cố xác định theo tính toán, nhưng không nhỏ hơn 1m. Nếu trong phân xưởng có một số móng thiết bị bố trí thành hàng, có thể liên kết 2~3 móng làm một móng liên hợp. Làm như vậy không chỉ giảm chấn hiệu quả, mà thi công thuận lợi, ít ảnh hưởng tới sản xuất. Nếu là ba móng nối với nhau, có thể luôn đảm bảo có một máy làm việc. Nghĩa là đầu tiên nối hai máy, còn máy kia vẫn sản xuất. Đợi khi móng nối xong có thể đưa vào sản xuất, lúc đó mới nối móng ở giữa với móng kia, máy kia lại có thể đưa vào sản xuất.

II. Phương pháp xử lý sự cố bu lông chân móng

Sự cố sai lệch của bu lông chân móng thiết bị thường có ba loại: một là điều chỉnh cao độ; hai là sửa sai lệch vị trí mặt bang; ba là chèn bổ sung hoặc chèn lại. Phương pháp xử lý cụ thể có mấy loại:



Hình 4.48. Sơ đồ cấu tạo tấm giảm chấn làm theo phương pháp H. A - H_{AB}A₀B và A₀D. Các

1. Móng; 2. Tấm giảm chấn; 3. Vòng trung gian; 4. Dám liên kết.

1. Phương pháp thêm thép đệm: chủ yếu dùng cho sự cố độ vênh của cao độ bu lông không lớn lắm. Như trong giai đoạn đầu đưa công trình vào sản xuất, vì thiết bị không ngừng vận hành, lún móng luôn luôn xảy ra, cho đến khi nền ổn định. Ở giai đoạn này thông thường thêm miếng đệm dưới đáy móng, tiến hành điều chỉnh quá độ.

Nếu móng thiết bị lún đều, có thể điều chỉnh bằng cách thêm đệm ngang (hình 4.49).

Nếu móng thiết bị lún nghiêng, điều chỉnh bằng cách thêm đệm hình nêm (hình 4.50).

Phương pháp điều chỉnh này đặc biệt hay dùng cho việc sửa chữa ngay. Diện liên quan của nó nhỏ, thao tác đơn giản, tiết kiệm thời gian, đệm tùy theo mức độ lún, không ảnh hưởng sản xuất. Nhưng thực tiễn chứng minh, phương pháp điều chỉnh này không nên sử dụng lâu dài, bởi vì nói chung tấm đế kim loại của thiết bị máy móc, đều chịu nén chung toàn bộ mặt cắt trên bề mặt của móng. Dùng đệm thép để điều chỉnh khe hở lún, sẽ làm giảm diện tích chịu tải của đế, khó đảm bảo thiết bị vận hành lâu dài. Nhưng trước khi ổn định lún cuối cùng, trong mức độ lún nhất định, dùng thép đệm nhiều lần điều chỉnh, vẫn là một trong những phương pháp hữu hiệu.



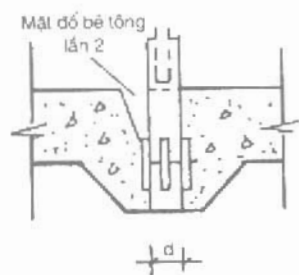
Hình 4.49. Điều chỉnh bằng đệm phẳng



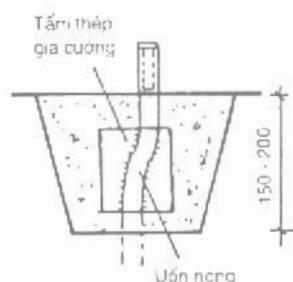
Hình 4.50. Điều chỉnh bằng đệm hình nêm

2. Phương pháp thép đệm để nối dài bu lông: nếu cốt cao độ bu lông chênh lệch tương đối lớn, dùng thép đệm điều chỉnh lún của móng thiết bị, sẽ tạo ra số lớp thép đệm rất nhiều, rất dày, không những liên kết giữa thân máy và móng khó khăn, mà thường gây nên hậu quả nghiêm trọng như thân máy rung động, bu lông chân móng bị đứt đột ngột. Nếu chiều dày của thép đệm lớn hơn hai lần đường kính bu lông chân móng, cần thêm lớp đệm bê tông đá nhỏ lấp kín kẽ hở lún, đồng thời nối dài bu lông chân móng (hình 4.51).

Nếu biến dạng móng thiết bị không đều, xảy ra “lún lệch”, thì phần lộ ra của bu lông chân máy sẽ có biến dạng gãy hoặc biến dạng uốn. Nếu có tình trạng đó, cho dù độ nghiêng không lớn lắm, cũng có thể làm sức chịu đựng của bu lông lớn hơn rất nhiều so với bình thường, có khi vượt quá khả năng làm việc. Lúc này, phải theo phương pháp của hình 4.52, phải xử lý nắn lại bu lông chân móng. Cách làm cụ thể là: dựa vào kích thước đường kính của bu lông, đục rãnh lõm sâu khoảng 150-200mm ở phần chân. Dùng hơi hàn đốt nóng uốn cong thành hình chữ S, đồng thời hàn một tấm thép gia cường ở một phía của nó. Chiều dài tấm thép không nên nhỏ hơn khoảng cách giữa hai điểm cắt trên dưới của hình chữ S. Chiều rộng tấm bằng mô men lệch tâm của bu lông sau khi nắn cộng với hai lần đường kính bu lông. Kết thúc nung nóng và hàn, dùng bê tông đá nhỏ lấp đầy rãnh lõm, sau khi bảo dưỡng có thể sử dụng bình thường.



Hình 4.51. Phương pháp tăng lớp đệm kéo dài bu lông



Hình 4.52. Xử lý uốn bu lông chân móng



Hình 4.53. Chôn lại bu lông chân móng

3. Phương pháp dùng vữa keo công nghiệp chôn bu lông chân móng: nếu vị trí chôn bu lông chân móng sai hoặc móng thiết bị nghiêng lún với mức độ lớn, những biện pháp xử lý trên đều khó đạt được hiệu quả mong muốn. Qua tính toán lại, bản thân móng không cần uốn chỉnh nghiêng tổng thể, phải xem xét vị trí của lỗ bu lông sau khi sai lệch của đế máy, chôn lại bu lông, cách làm và yêu cầu như hình 4.53.

Đầu tiên trên điểm dự định, dùng máy khoan đá hoặc các loại máy khoan khác khoan lỗ. Đường kính lỗ là $d + 2\delta$, chiều sâu lỗ là $10d + 20 \sim 50\text{mm}$. Sau khi thổi bụi và mặt, tạm thời che kín lại. Điều chế vữa keo công nghiệp, mở miệng lỗ và đổ vào. Tiếp đó lấy bu lông đã tiện xong từ từ cắm vào trong lỗ. Vữa keo công nghiệp có ưu điểm là đông cứng nhanh, cường độ cao, lực dính kết mạnh. Phương pháp này đã được dùng rộng rãi để xử lý sự cố bu lông chân móng.

4. Dùng chi tiết liên kết để chữa sai lệch vị trí bu lông: nếu sai lệch tương đối lớn, cũng có thể hàn chi tiết liên kết thép hình trên bu lông cũ, sau đó trên chi tiết liên kết hàn cố định bu lông mới đúng vị trí.

4.4.4. Ví dụ công trình thực tế

1. Xử lý sự cố một móng máy đập chân động quá lớn

1. Khái quát sự cố

Móng máy đập 2.500, 2.000, 4.000, 3.150t của dây MP của một nhà máy, trong quá trình thử nghiệm phát hiện móng chấn động quá lớn. Biên độ dao động ngang khi vận hành không tải tới 0,62~0,72mm. Có móng còn lún không đều. Do đó, phải tiến hành xử lý gia cố đối với móng.

2. Nguyên nhân sự cố

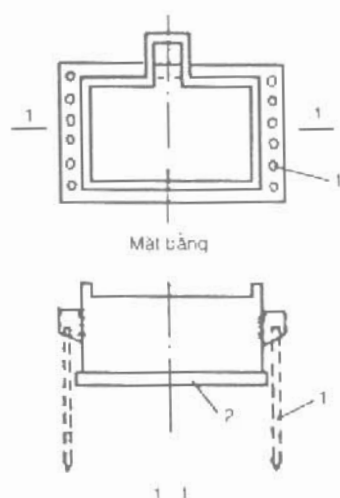
Qua điều tra phân tích thấy rằng, diện tích móng quá nhỏ, gây ra chịu lực không đều và móng chấn động quá lớn. Đó là nguyên nhân chủ yếu của sự cố.

3. Phương pháp xử lý và hiệu quả

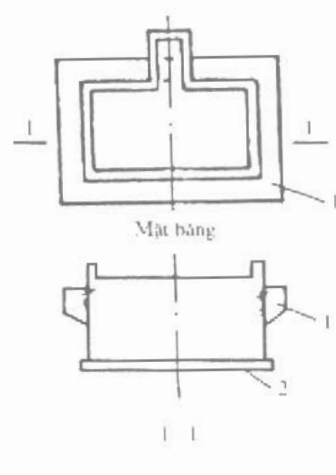
Xung quanh phía trên của móng, đục xôm bề mặt bê tông, đồng thời cứ cách một khoảng nhất định đục một vòng lớp bảo vệ, để hàn cốt thép mới bổ sung với cốt thép của

móng. Sau đó xung quanh phía trên của móng đổ một dầm vòng bê tông cốt thép, neo cọc vào trong dầm vòng (hình 4.54). Điều đó làm tăng K_{φ} , K_x rất nhiều, sự suy giảm cũng tăng lên. Biên độ dao động ngang sau khi gia cố bằng 1/9 trước khi gia cố, mà trọng lượng móng sau khi gia cố chỉ tăng hơn trước khi gia cố 56%.

Móng gia cố như hình 4.55, chỉ tăng thêm một dầm vòng bê tông cốt thép ở phần trên của móng. Trên dầm vòng để thép chờ, để thuận lợi tạo thành một khối với mặt đất, giảm biên độ dao động ngang của móng. Do khi thi công móng này phải đào rộng, đất lấp xung quanh không chặt, do đó hai phía theo chiều dài của móng dùng bê tông đá nhỏ đệm đến đáy móng. K_{φ} , K_x sau khi gia cố của móng 3.150t lần lượt tăng 5,1 và 2,13 lần so với trước khi gia cố. Biên độ dao động ngang sau khi gia cố bằng 1/5 trước khi gia cố, mà trọng lượng móng sau khi gia cố chỉ tăng 59% so với trước khi gia cố. Đối chiếu các tham số nền và biên độ dao động trước và sau khi gia cố của các móng máy đập xem bảng 4.8, và 4.9.



Hình 4.54. Sơ đồ gia cố móng
búa máy 2.500, 2.000t.
1. Cọc bê tông cốt thép; 2. Lớp đệm



Hình 4.55. Sơ đồ gia cố móng
búa máy 4.000, 3.150t.
1. Dầm bê tông cốt thép; 2. Lớp đệm

Bảng 4.8. Bảng đối chiếu biên độ dao động trước và sau khi gia cố của móng máy đập

Số tấn của trọng lượng búa	Biên độ dao động đứng khi vận hành không tải (mm)			Biên độ dao động ngang khi vận hành không tải (mm)			Ghi chú
	Trước gia cố	Sau gia cố, trước đổ nền	Sau gia cố, sau đổ nền	Trước gia cố	Sau gia cố, trước đổ nền	Sau gia cố, sau đổ nền	
Dầm trước 2.000t	0,28		0,05	0,69		0,08	Mặt đầu dây 200mm, neo với cốt thép của giằng bê tông cốt thép gia cố
Dầm trước 2.500t	0,28		0,10	0,72		0,08	
Búa nặng 3.150t	0,34	0,20	0,21	0,62	0,28	0,12	
Búa nặng 4.000t	0,33	0,14	0,17	0,68	0,15	0,13	

Bảng 4.9. Bảng so sánh đổi chiều các tham số nền trước và sau khi gia cố móng búa máy

Trọng lượng búa (t)	Trọng lượng móng (t)		K_z (kN/m)		K_x (kN/m)		K_ϕ (kN/m)	
	Trước gia cố	Sau gia cố	Trước gia cố	Sau gia cố	Trước gia cố	Sau gia cố	Trước gia cố	Sau gia cố
Đầm trước 2.000t	214	333	1.230.000	3.970.000	860.000	1.390.000	4.650.000	34.500.000
Đầm trước 2.500t	217	338	1.460.000	4.240.000	1.020.000	1.630.000	6.530.000	41.000.000
Búa nặng 3.150t	239	380	840.000	1.790.000	590.000	1.250.000	5.370.000	27.500.000
Búa nặng 4.000t	295	448	1.060.000	1.860.000	740.000	1.300.000	7.640.000	26.800.000

I. Xử lý sự cố chấn động của máy nén khí amôniac

1. Khái quát công trình và sự cố

Khi vận hành thử hai máy nén khí amôniac (92C601 và 92C602) của một nhà máy ở Tú Xuyên, lắc nghiêm trọng theo hướng phải trái và dao động ngang, không thể vận hành bình thường được, biên độ dao động cụ thể xem hình 4.56 và bảng 4.10.

Bảng 4.10. Giá trị biên độ dao động đo thực tế

Vị trí	Trị số biên độ dao động (mm)		Vị trí	Trị số biên độ dao động (mm)	
	92C601	92C602		92C601	92C602
1	0,13	0,25	6	0,02	0,03
2	0,06	0,14	7	0,02	0,07
3	0,11	0,20	8	0,02	0,07
4	0,04	0,12	9	0,29	0,37
5	0,02	0,03			

2. Phân tích nguyên nhân sự cố

Qua tính toán, trị số tính toán biên độ dao động của hai móng thiết bị này đều lớn hơn trị số cho phép. Vì công trình này là công trình nước ngoài, thiết kế gốc không tiến hành tính toán biên độ dao động, móng thiết kế hơi nhỏ, gây nên sự cố chất lượng lắp đặt móng thiết bị.

3. Xử lý sự cố

Vì sự cố ảnh hưởng đến sử dụng của thiết bị, cần phải tiến hành xử lý. Phương pháp xử lý như sau:

- Tăng độ lớn móng thiết bị: cấp cường độ bê tông giống như móng cũ, bố trí cốt thép theo yêu cầu. Để bê tông cũ và mới liên kết được tốt, xung quanh móng cũ bố trí hai hàng thép neo $\varnothing 16$ trên dưới, đục xôm bề mặt bê tông móng cũ, đồng thời rửa sạch, cách làm cụ thể xem hình 4.57.

- Chôn cốt thép neo: công nghệ thi công xem hình 4.58.

+ Khoan lỗ xung quanh móng thiết bị cũ, chôn cốt thép neo, các bước của công nghệ là: trộn vữa xi măng dẻo 1:1 → bơm vữa xi măng vào ống nhiều lỗ → buộc chặt hai ống nhiều lỗ làm một → cho ống đã buộc chặt vào lỗ khoan của móng thiết bị → dùng búa chấn động cắm cốt thép neo (hình 4.58). Vì chấn động làm vữa xi măng chảy ra, do đó vữa dễ dàng bị ép ra ngoài bằng những lỗ nhỏ của ống nhiều lỗ, kết hợp chặt chẽ với móng thiết bị cũ.

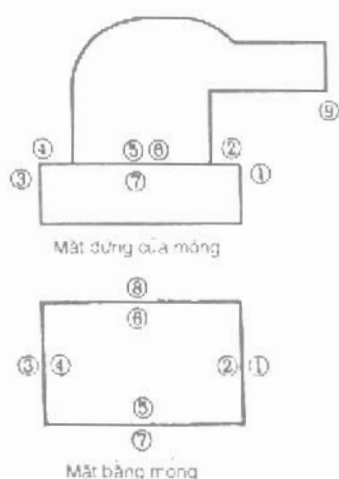
+ Khi chọn cốt thép neo, trên nguyên tắc yêu cầu vữa bị ép ra nhiều hơn 10% so với khe hở giữa lỗ khoan của móng với ống nhiều lỗ. Nói chung tính toán theo công thức sau:

$$c^2 \geq (t^2 - d)^2 \quad (4.5)$$

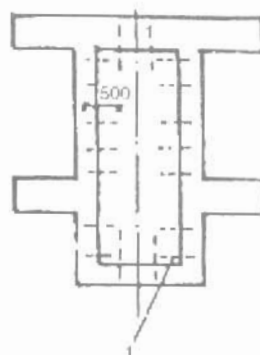
Trong đó: c - Đường kính cốt thép neo gia cố (mm);

t - Đường kính lỗ khoan vách móng (mm);

d - Đường kính ống nhiều lỗ (mm).



Hình 4.56. Sơ đồ đo biến độ dao động thực tế của máy nén



Hình 4.57. Mặt bằng gia cố móng thi công
1. Hai lớp cốt thép Ø16 neo trên và dưới.

Dựa vào công thức trên có thể chỉnh lý quan hệ r, t, d thành bảng 4.11. Ống nhiều lỗ là sản phẩm định hình của nước ngoài, cung cấp dạng hàng hoá mỗi đoạn ống dài 2,5m, có thể cắt thành đoạn ngắn theo yêu cầu. Đường kính bên trong có bốn loại quy cách: 27, 31, 36 và 40mm. Ống nhiều lỗ dùng lần này là chế tạo gia công tại hiện trường.

Sau khi xử lý gia cố theo phương án trên, máy nén khí amôniac vận hành bình thường, đáp ứng yêu cầu sản xuất.

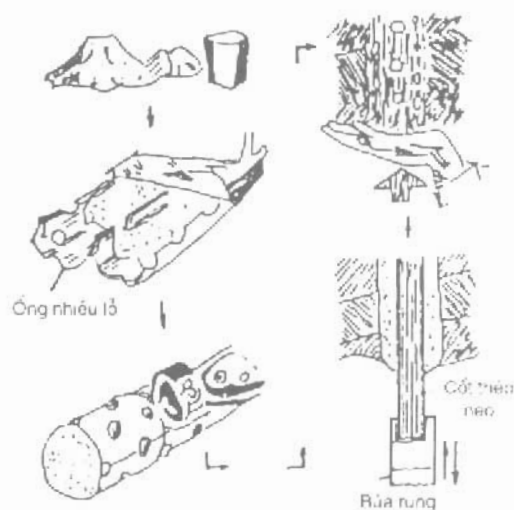
III. Dùng phương pháp đặt thêm máy giảm chấn xử lý sự cố chấn động quá lớn của móng máy đập

1. Phương pháp xử lý

Do móng máy đập chấn động xung kích lớn, nói chung rất khó dùng biện pháp gia cố trên móng, đặc biệt là sau khi đưa vào sản xuất, do ảnh hưởng bố trí công nghệ của phân xưởng, rất khó dùng biện pháp gia cố dưới móng búa. Dưới đây giới thiệu dùng biện pháp cách ly chấn động dưới hệ gạch, phương pháp bố trí máy giảm chấn động.

2. Hiệu quả xử lý

Một máy đập 4,5t bổ đệm gỗ dư ý hệ gạch của móng cũ, đổi dùng máy giảm chấn tất dần bằng lò xo, hiệu quả tương đối tốt, đối chiếu số liệu chấn động thực tế trước và sau khi thay đổi như bảng 4.12.



Hình 4.58. Sơ đồ công nghệ thu công chôn cốt thép neo

Bảng 4.11. Bảng quan hệ giữa c , t và d

c	t											
	31	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
16	27											
18	27	27										
20		27		31		36		40				
22		27	27	32		36		40				
25					31		36		40			
28					31	31	36	36	40	40		
30								36	36	40		
32								36	36	40	40	
35											40	40

Bảng 4.12. Bảng đối chiếu số lượng đo thực tế chấn động móng trước và sau thay đổi

Biên độ dao động (mm)		Tần số (Hz)		Gia tốc dao động		Ghi chú
Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau	
0,79	0,185	16,4	2,8	0,85g	0,0058g	Trước thay đổi đo năm 1983, sau thay đổi đo năm 1984

So sánh kết quả chấn động trước và sau khi thay đổi của móng, tỉ số giảm biên độ dao động $\mu = 1 - \frac{0,185}{0,79} = 0,766$, nghĩa là giảm 76,6%. Về vấn đề tổn thất năng lượng xung

kích, dự tính theo lí thuyết: $\xi = \frac{1}{1 + \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{110}{4,5}} = 0,0393$, nghĩa là tổn thất năng lượng

3,93% (α là tỉ lệ tổng trọng lượng khung máy và hệ gạch với trọng lượng đầu búa), mà năng lượng xung kích sau khi thay đổi bằng 97,2% trước khi thay đổi, nghĩa là tổn thất 2,8%. Sau khi thay đổi, chấn động của hệ gạch ổn định, không có hiện tượng lắc; khi đóng búa, người đứng bên cạnh móng, cũng không có cảm giác chấn động. Không chỉ cải thiện điều kiện lao động, mà cũng giảm ảnh hưởng đối với công trình, thiết bị chính xác và đồng hồ đo ở bên cạnh, có hiệu quả rõ rệt.

IV. Xử lí sự cố móng máy chịu tác động chu kì của lực

1. Khái quát sự cố và nguyên nhân

Phân xưởng máy nén của một nhà máy dệt hàng ngang có ba móng máy nén 3Br, khoảng cách giữa các móng máy là 2,8m. Sau khi đưa vào sản xuất từ những năm 50, việc sản xuất luôn luôn bình thường. Năm 1976 do ảnh hưởng của trận động đất Đường Sơn, trong nhà máy nhiều nơi dùn cát và nước (vì dưới 20m là cát mịn, mực nước ngầm cao), Ngoài kết cấu nhà xưởng bị phá hoại, hệ thống động lực cũng bị hỏng với mức độ khác nhau. Móng máy nén sau động đất chấn động rất lớn, không thể sản xuất. Qua đo đạc: Biên

độ dao động lớn nhất của móng máy số 2 ($N = 200\text{r/phút}$) là $410\mu\text{m}$, lớn hơn hai lần trị số cho phép của quy phạm GBJ 40-79; Biên độ dao động lớn nhất của móng máy số 1, 3 ($N = 167\text{r/phút}$) là $242\mu\text{m}$, $272\mu\text{m}$, đều lớn hơn rất nhiều trị số cho phép của quy phạm quy định. Bố trí điểm đo như hình 4.59. Giá trị đo thực tế như bảng 4.13.

Bảng 4.13. Giá trị đo thực tế trước khi gia cố móng máy nén

Số hiệu móng máy nén	Số hiệu điểm đo	Biên độ ngang (μm)	Biên độ đứng (μm)
1	1	242	104
	2		83
	3	190	
2	1	410	185
	2		180
	3	400	
3	1	272	104
	2		104
	3	254	

2. Phương pháp xử lí

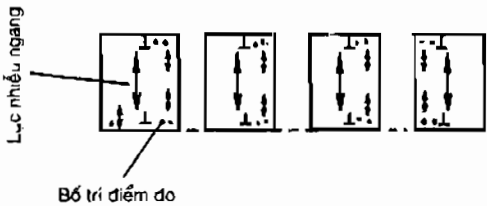
Để biên độ dao động giảm đi nhiều, đồng thời đảm bảo có một máy không ngừng sản xuất, dùng phương án gia cố liên kết ba móng máy thành một móng máy, cải tạo nền thành nền cứng.

Dùng phương pháp này, chỉ cần đào đất giữa hai móng đến đáy, dùng bê tông cốt thép nối liền móng. Nơi có đường ống và rãnh cáp điện ở hai đầu dọc theo hướng pít tông của móng đều không cần đào đất, thi công thuận lợi, ảnh hưởng tới sản xuất ít nhất.

3. Hiệu quả xử lí

Sau khi móng liên kết thành một khối, diện tích đáy móng, độ cứng nền và khối lượng tham gia chấn động khi một máy sản xuất đều vượt quá trên ba móng đơn; khi ba máy cùng đồng thời sản xuất, vì góc phương vị không như nhau, biên độ dao động của chúng không thể đều cộng theo giá trị tuyệt đối lớn nhất, mà là cộng theo véc tơ. Số đo thực tế hơn hai năm làm việc của máy sau khi gia cố cho thấy, hiệu quả giảm chấn rất tốt. Nếu ba máy cùng đồng thời làm việc, biên độ dao động của móng máy số 2 trước khi gia cố là $410\mu\text{m}$ giảm xuống còn $105\mu\text{m}$, chỉ bằng 1/4 biên độ dao động trước khi gia cố. Sau khi gia cố, lần lượt khởi động ba trường hợp: một máy, đồng thời hai máy và đồng thời ba máy, đo biên độ dao động thực tế của móng mỗi máy, kết quả đo như bảng 4.14, bố trí điểm đo như hình 4.59.

Sau khi liên kết ba móng, tổng chiều dài là $24,2\text{m}$, chiều dày tấm đáy nơi liên kết là $1,7\text{m}$, bằng 1/14 tổng chiều dài (hình 4.60). Khi chịu tác động của tải trọng ngang, chấn động ngang và chấn động xoay của móng liên hợp đều có tính chấn động



Hình 4.59. Sơ đồ bố trí điểm đo

Trong hình: \leftrightarrow là bộ cảm biến đo chấn động ngang;
 \updownarrow là bộ cảm biến đo chấn động theo chiều đứng.

tổng thể. Vì vậy, có thể dựa theo móng khối lớn lần lượt tính biên độ dao động của một điểm nào đó (điểm cần tính dao động lớn nhất) trên móng liên hợp (dao động toàn khối) dưới tác động của lực nhiễu của mỗi tổ máy. Sau đó tính tổng biên độ dao động (theo tổng của véc tơ) của móng tại điểm đó khi máy máy cùng đồng thời hoạt động, đối chiếu biên độ dao động tính toán với số đo thực tế xem bảng 4.15.

Bảng 4.14. Giá trị biên độ đo thực tế sau khi gia cố móng máy nén

Số hiệu máy nén	Số hiệu điểm đo	Máy số 2 mở		Máy số 2, 3 mở		Ba máy đều mở	
		Biên độ ngang (μm)	Biên độ đứng (μm)	Biên độ ngang (μm)	Biên độ đứng (μm)	Biên độ ngang (μm)	Biên độ đứng (μm)
1	1			93,6	41,8	136,5	63,8
	2			89,3	38,8	136,5	58,5
2	3	69	33,8	98,0	48,1	105	51,2
	4	70	35,0	95,0	40,0	101,5	42,0
3	5					69	42,0
	6					65	42,0

Bảng 4.15. Bảng so sánh giá trị tính toán và giá trị đo thực tế của biên độ

Số hiệu điểm đo	Máy số 2 mở				Máy số 2, 3 mở				Ba máy đều mở			
	$A_{x,\varphi}$ (μm)		$A_{z,\varphi}$ (μm)		$A_{x,\varphi}$ (μm)		$A_{z,\varphi}$ (μm)		$A_{x,\varphi}$ (μm)		$A_{z,\varphi}$ (μm)	
	Tính toán	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán	Thực đo
2	77,1	70	43,5	38,8	97,4	93	58,4	41,8	133,2	136,5	67,4	63,8
4	82,4	-		-	98,7	98	58,4	48,1	119	105	67,4	51,2

V. Sự cố bốn bu lông chân máy của móng thiết bị lệch 125mm (hình 4.61)

1. Nguyên nhân sự cố

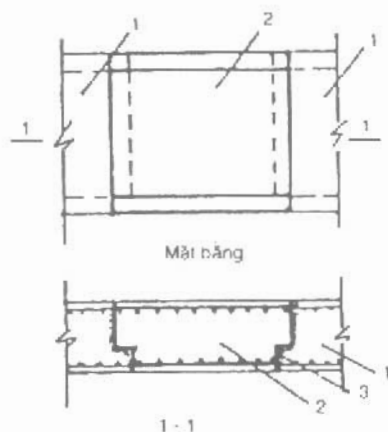
Sự cố lệch vị trí do sai sót của bản vẽ thiết bị, dẫn đến sai sót bản vẽ thi công xây dựng, trước khi thi công không phát hiện kịp thời.

2. Phương pháp xử lý

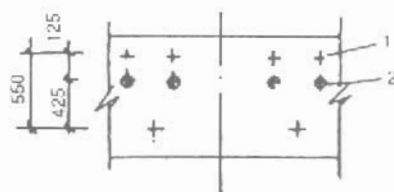
Đối với những sai lệch không quá 1/5 lần đường kính bu lông, dùng phương pháp uốn bu lông, điều chỉnh vị trí sai lệch. Yêu cầu cụ thể như sau:

- Sau khi uốn cong bu lông, khi lắp đặt thiết bị, vẫn có thể vận được hai ê cu.

- Dùng hơi hàn nung nóng uốn bu lông, nhưng nhiệt độ nung không được vượt quá 800°C. Lỗ phụt hơi hàn không được gần bu lông quá, không được tập trung nung nóng thời gian quá dài. Khi nung nóng dùng biện pháp cách li, để ngọn lửa không cháy đến cốt thép hoặc bê tông, đồng thời cầm giội nước lạnh vào bu lông sau khi nung nóng.



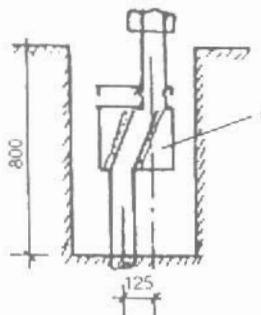
Hình 4.60. Sơ đồ gia cố móng
1. Móng cũ; 2. Bộ phận liên kết mới thêm;
3. Đục xòe.



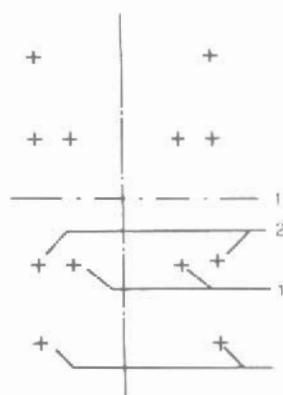
Hình 4.61. Sơ đồ sai lệch bu lông chân máy
1. Vị trí chính xác; 2. Vị trí sai lệch.



Hình 4.62. Sơ đồ kích thước uốn bu lông



Hình 4.63. Sơ đồ xử lý uốn cong bu lông
1. Bản thép $200 \times 300 \times 30$.



Hình 4.64. Sơ đồ sai lệch vị trí của một số bu lông chân móng
1. Vị trí chính xác;
2. Vị trí sai lệch.

VI. Xử lý sự cố nửa số bu lông lệch vị trí của một móng thiết bị

1. Khái quát sự cố công trình

Một móng thiết kế có 8 bu lông, sau khi đổ bê tông móng xong phát hiện có 4 bu lông sai lệch vị trí (hình 4.64). Qua kiểm tra, sự cố này hoàn toàn do bản vẽ thiết kế móng vẽ sai.

2. Xử lý sự cố

Vì sai lệch vị trí tương đối lớn, không dùng được phương pháp nắn chỉnh lại, chỉ có thể chôn lại 4 bu lông khác. Cách làm cụ thể là đục bỏ một phần bê tông, cắt bỏ nửa bên trên của bu lông sai vị trí, dùng nửa bên dưới làm chân neo, hàn nối thép U, đồng thời bên trên thép U hàn bu lông mới theo đúng vị trí, sau đó theo thiết kế đặt một lớp lưới cốt thép trên mặt đỉnh móng, đổ bê tông tiếp, đồng thời đầm kỹ (hình 4.65).

Khi xác định loại thép U, phải xem xét các nhân tố như sức chịu kéo, sức chịu cắt đứt, cường độ mối hàn của bu lông, thép U và bê tông cùng chịu uốn. Công trình này dùng phương pháp gần đúng đơn giản để xác định loại thép U. Dựa theo cấp cường độ bu lông đối thành chiều dài mối hàn, từ đó xác định loại thép U. Nhưng cần nói rằng, phương pháp xác định loại thép U này là không hoàn thiện, chỉ đáp ứng sự liên kết giữa bu lông và thép U, mà bỏ qua yêu cầu cường độ và độ cứng của bản thân thép hình.

VII. Xử lý sự cố lệch vị trí bu lông chân móng của một móng

1. Khái quát sự cố công trình

Một móng có 6 bu lông chân móng $\varnothing 64\text{mm}$ dài 1900mm , toàn bộ đều sai lệch vị trí 300mm (hình 4.66).

2. Nguyên nhân sự cố

Khi thiết kế chưa chú ý đến giữa trục móng thiết bị và đường tim của thiết bị có khoảng cách 300mm , do đó gây nên toàn bộ bu lông sai lệch vị trí 300mm .

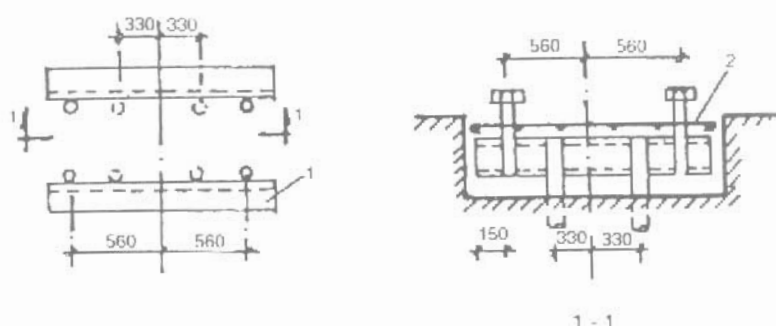
3. Xử lý sự cố

Do sai lệch tương đối lớn, do đó phải chôn lại toàn bộ bu lông. Để tránh phải đục nhiều bê tông, rút ngắn chiều dài bu lông sẽ chôn là 640mm . Để đảm bảo bu lông mới chôn có đủ sức chống nhổ, ở phía dưới bu lông hàn nối tấm thép neo gia cố $300 \times 300 \times 30\text{mm}$, đồng thời dùng hai thanh thép U, hàn nối bu lông cũ và mới với nhau (hình 4.67).

VIII. Xử lý sự cố một móng có hàng trăm bu lông chôn sẵn sai lệch vị trí

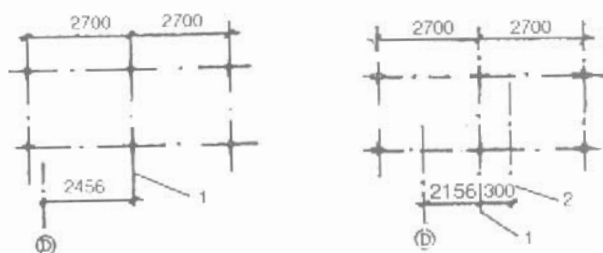
1. Khái quát sự cố

Móng của thiết bị này có hơn 400 bu lông $\varnothing 36$. Sau khi thi công kiểm tra phát hiện đều có sai lệch với các mức độ khác nhau, sai lệch lớn nhất tới 70mm , sai số trong phạm vi $30\sim 70\text{mm}$ có trên 180 cái, sai số dưới 30mm có trên 240 cái.



Hình 4.65. Phương pháp xử lý bu lông sai vị trí

1. Thép U14; Lưới cốt thép lắp đặt mới.

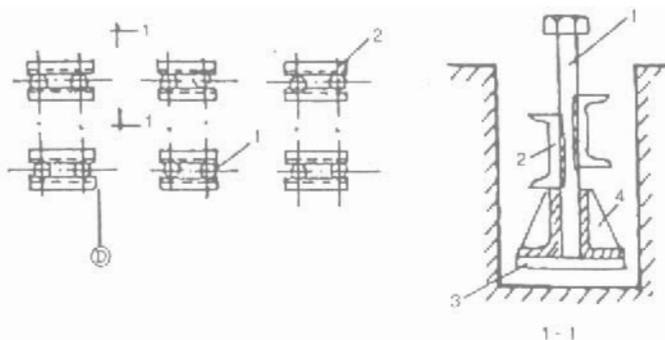


Vị trí sai

Vị trí đúng

Hình 4.66. Sơ đồ vị trí bu lông móng

1. Đường tim bê máy; 2. Trục móng.



Hình 4.67. Phương pháp xử lý bu lông sai lệch vị trí

1. Bu lông $\varnothing 64$; 2. Thép U24; 3. Thép tấm $300 \times 300 \times 30\text{mm}$; 4. Thép tấm 10mm.

2. Nguyên nhân sự cố

Do thi công không cẩn thận, lại thiếu kiểm tra cần thiết, do đó không điều chỉnh sai số kịp thời. Trong đó có hai nguyên nhân chủ yếu: một là khi phóng tuyến trắc đạc, đặt đường tim trên ván khuôn, do ván khuôn dao động mà ảnh hưởng tới vị trí bu lông; hai là chỉ cố định bu lông tại một điểm trên ván khuôn, phía dưới không giữ chắc. Khi đổ bê tông, do va đập, rung động, ván khuôn lắc lư đã ảnh hưởng tới vị trí chính xác của bu lông, hoặc bu lông xoay theo lỗ của ván khuôn, làm cho bu lông nghiêng mà gây nên sai lệch.

3. Xử lý sự cố

Qua nghiên cứu quyết định, sai lệch không vượt quá 30mm, dùng phương pháp uốn cong bu lông điều chỉnh đến vị trí chính xác; sai lệch vượt quá 30mm, đào lỗ trên bê tông theo vị trí chính xác, chiều sâu bằng chiều sâu thiết kế ban đầu, sau đó chôn bu lông có cùng đường kính.

IX. Xử lý sự cố sai cốt cao độ bu lông chân móng

1. Khái quát sự cố công trình

Một móng thiết bị có trên 200 bu lông chân móng. Sau khi thi công móng kiểm tra phát hiện, cốt cao độ bu lông có sai lệch tương đối lớn. Tất cả có 107 bu lông có cốt cao độ vượt quá trên 40mm, lớn nhất là 154mm; có 136 bu lông cốt cao độ hơi thấp, thấp nhất là thấp hơn cao độ thiết kế 220mm.

2. Nguyên nhân sự cố

Giống như ở ví dụ 8.

3. Xử lý sự cố

Phân biệt xử lý theo độ lớn của sai lệch. Trị số sai lệch của cốt cao độ trong phạm vi -10mm đến +30mm, mà khi lắp đặt thiết bị, có chiều dài ren đảm bảo bằng hai lần chiều dày của cốt thép không cần xử lý. Trị số sai lệch của cốt cao độ vượt quá -10mm hoặc +30mm, nguyên tác là đảm bảo chính xác cốt cao độ của ren bu lông, với bu lông vượt chiều cao, có thể cắt đoạn đầu của bu lông, hoặc dùng bu lông có cùng đường kính, cùng vật liệu nối dài

ra. Với bu lông thấp, dùng phương pháp hàn nối, số lượng thanh hàn nối phụ thuộc vào đường kính bu lông; nếu đường kính bu lông $\leq 36\text{mm}$, dùng hai thanh cốt thép; nếu đường kính bu lông $> 36\text{mm}$, hàn ba thanh cốt thép (như hình 4.68).

X. Xử lý sự cố móng dạng khung máy khuấy của một nhà máy

1. Khái quát sự cố công trình

Dựa theo cách làm thông thường, xung quanh tấm trên của móng phải để khe để tách rời sàn nhà xưởng. Như vậy chấn động tấm trên của móng sẽ không truyền trực tiếp cho sàn nhà xưởng, mà trước tiên truyền cho tấm đáy của móng, sau đó thông qua sự tắt dần của đất nền truyền đến móng cột và kết cấu nhà xưởng, từ đó giảm ảnh hưởng của chấn động móng thiết bị đến kết cấu nhà xưởng. Nhưng khi thi công giữa tấm trên của móng và tấm sàn dùng tấm đáy nối chúng thành một khối, khiến cho chiều ngang hình thành chấn động tổng thể, biên độ dao động ngang của các điểm trên tấm trên của móng và các điểm tương ứng của tấm sàn cạnh nó về cơ bản là như nhau, phương vị hoàn toàn như nhau, vì đó là một chấn động tổng thể, ảnh hưởng đối với kết cấu nhà xưởng tương đối lớn. Biên độ dao động ngang của cửa sổ tường gạch là $38\mu\text{m}$, biên độ dao động theo chiều đứng là $26\mu\text{m}$.

2. Phương pháp xử lý

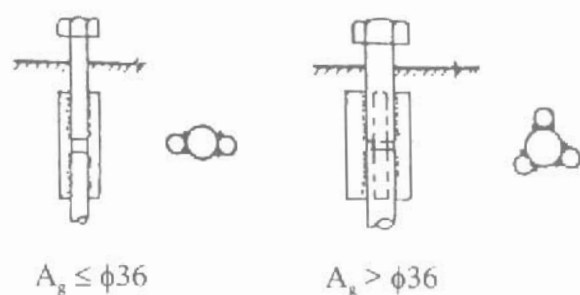
Tách tấm trên của móng với sàn, dỡ bỏ tấm đáy, giảm độ cứng ngang của tấm trên móng, tăng biên độ dao động bản thân tấm trên. Qua đo đạc, biên độ dao động ngang của một số điểm đo này từ $23,5\mu\text{m}$ tăng lên $46,8\mu\text{m}$ (biên độ dao động cho phép của quy phạm là $15\mu\text{m}$), nhưng vẫn trong trị số cho phép, như vậy ảnh hưởng của chấn động đối với kết cấu nhà xưởng đã nhỏ đi rất nhiều. Biên độ dao động ngang ở cửa sổ trên tường từ $38\mu\text{m}$ giảm xuống $12,6\mu\text{m}$, biên độ dao động theo chiều đứng từ $26\mu\text{m}$ giảm xuống $12,6\mu\text{m}$.

4.5. XỬ LÝ SỰ CỐ GIẾNG CHÌM

Giếng chìm trong thi công móng sâu có ưu điểm đặc biệt. Giếng chìm chiếm diện tích đất nhỏ, không cần làm bờ vây, tương đối ổn định và tin cậy về mặt kỹ thuật, thao tác đơn giản, không cần các thiết bị chuyên ngành đặc biệt. Nhưng nếu thi công không tốt, có thể xảy ra sự cố chất lượng khi hạ giếng, ảnh hưởng đến sử dụng. Do đó khi thi công phải dùng các biện pháp kỹ thuật, trong quá trình hạ giếng phải tích cực vừa ngăn ngừa vừa chữa lệch, chú ý thao tác, làm tốt công tác hạ giếng bị đáy.

4.5.1. Đặc trưng, nguyên nhân và phương pháp xử lý sự cố giếng chìm

Nói chung đặc điểm sự cố giếng chìm biểu hiện ở chìm giếng nghiêng lệch, chìm đột ngột, chìm vượt, không chìm và chìm không đều, nổi lên, nơi liên kết bị rò rỉ nước.



Hình 4.68. Xử lý nối dài bu lông

1. Chìm giếng nghiêng lệch

1. Đặc trưng sự cố

Ống giếng chìm xảy ra nghiêng lệch, làm cho diện tích hữu hiệu trong ống giếng thu nhỏ, khiến cho tim của ống không thẳng với tim của chân ống, đồng thời giữa các điểm chuẩn phía bên trên ống có độ cao chênh lệch.

2. Nguyên nhân thường gặp

- Đất ở hiện trường làm giếng chìm không tốt, chưa xử lý nền.
- Chất lượng thi công chân ống và vách giếng không tốt, chân ống không phẳng, không thẳng đứng, đường tim không thẳng, làm cho chân ống mất đi tác dụng dẫn hướng.
- Mặt đào không đều, cục bộ có chỗ đào quá sâu, làm cho lực cản mặt chính của giếng chìm không đều, không đối xứng.
- Biện pháp giảm lực cản phía sau vách giếng chìm mất hiệu lực cục bộ, lực ma sát bên không đối xứng.
- Không thoát nước khi giếng chìm đang hạ xuống, giữa chừng thoát nước bức chìm một cách mù quáng, hoặc không kịp thời bổ sung nước trong giếng chìm.
- Đệm gỗ rút bỏ không đối xứng, không đều. Sau khi rút lại không kịp thời lấp đất đầm chặt, làm cho giếng chìm trong khi chế tạo, bắt đầu chìm đã có hiện tượng nghiêng lệch.
- Trong quá trình chìm giếng chưa kịp thời dùng các biện pháp phòng nghiêng lệch.

3. Phương pháp xử lý

Trong giai đoạn đầu thấy chìm nghiêng, nói chung có thể dùng cách đào đất nhiều ở phía cao, đào đất ít ở phía thấp để sửa chữa; Trong giai đoạn cuối, nói chung có thể phun nước hoặc phun khí vào phía ngoài giếng để phá phía đất cao chữa nghiêng, cũng có thể đệm nêm gỗ phía thấp ở dưới chân, phía cao đào đất, hoặc nén ép ở phía trên để chữa nghiêng, làm cho trước khi lấp đáy sửa chữa đạt yêu cầu.

II. Giếng chìm ngừng chìm

1. Đặc trưng sự cố

Biểu hiện chủ yếu là khó hạ chìm đến mức không thể hạ chìm được.

2. Nguyên nhân thường gặp

- Chiều sâu mặt đào không đủ, lực cản mặt chính quá lớn.
- Gặp lớp đất rắn chắc, phá đất khó khăn.
- Giếng chìm nghiêng lệch, làm cho dưới chân ống cục bộ khối đất không thể đào được, hình thành lực cản chính diện.
- Không có biện pháp giảm lực cản phía sau vách, hoặc biện pháp bị phá hoại, do đó lực ma sát mặt bên tăng lên.
- Thời gian ngừng hạ giếng giữa chừng quá lâu vì sự cố, áp lực bên hồi phục tăng lên.

3. Phương pháp xử lý

- Tăng hợp lý phạm vi và độ sâu đào đất, nối cao vách giếng hoặc gia tải để dễ chìm giếng.

- Dùng súng phun nước nghiêng hoặc mũi khoan mở rộng lỗ để loại bỏ đất cục bộ dưới chân ống.

- Khôi phục biện pháp giảm lực cản mặt sau vách đã bị phá hoại. Nếu trước chưa có biện pháp giảm lực cản, có thể dùng súng phun nước giúp việc chìm giếng.

III. Giếng chìm đột ngột

1. Đặc trưng sự cố

Giếng chìm trong nháy mắt chìm xuống tương đối lớn, mà trước đó hay xảy ra hiện tượng ngừng chìm. Khi nghiêng trọng thường kèm theo nghiêng lệch ống giếng, mặt đất bị lở.

2. Phân tích nguyên nhân

- Giếng chìm trong nền đất yếu, hễ áp lực đất trong ngoài ống giếng không thăng bằng, dễ sinh ra chảy dẻo. Nếu đào đất tương đối sâu trong ống giếng hoặc khối đất dưới chân bị đào mà mất đi chỗ đỡ, thường sinh ra chìm lớn.

- Giếng chìm đào sâu vượt quá chân ống quá nhiều, mà xung quanh giếng chìm có thiết bị dẫn hướng ngăn lại, nhưng hễ thiết bị dẫn hướng nới ra, giếng chìm sẽ chìm đột ngột.

- Những nguyên nhân gây nên mất ổn định như trong đất sét, đào đất quá sâu vượt quá chân, hình thành đáy nổi tương đối sâu, hoặc chỉ xuyên qua một phần trong lớp đất sét, nhưng lớp cát còn lại bên dưới bị máy thủy lực hút bùn hút rỗng, cùng với khi đất sét dưới chân bị nước làm bão hòa, đều sẽ làm cho giếng chìm chìm đột ngột.

3. Phương pháp xử lý

Phát hiện giếng chìm có hiện tượng nguy hiểm như rò rỉ cát hoặc chảy dẻo nghiêng trọng, để tránh bất ngờ, chuyển chìm giếng thành thi công hạ giếng không thả nước.

IV. Giếng chìm chìm vượt hoặc ít chìm

1. Đặc trưng sự cố

Giếng chìm hạ xong, cốt cao độ bình quân của chân giếng vượt quá giá trị sai lệch cho phép, lúc đó cốt cao độ vị trí các chi tiết chôn sẵn, các lỗ chừa sẵn trên vách giếng cũng vượt quá phạm vi sai số cho phép.

2. Phân tích nguyên nhân thường gặp

- Khi bịt đáy, giếng chìm hạ chìm xuống chưa ổn định.

- Sai sót trong đo đạc.

3. Phương pháp xử lý

Gặp trường hợp này chỉ có thể cùng đơn vị thiết kế tiến hành nghiên cứu xử lý.

V. Sự cố bịt đáy giếng chìm

1. Đặc trưng sự cố

Biểu hiện thông thường là hạ giếng chìm không đều, giếng chìm nổi lên hoặc khe nổi rò rỉ nước.

2. Phân tích nguyên nhân

- Trước khi bịt đáy, nước và bùn trong đáy giếng chưa dọn sạch, hoặc bê tông lấp đáy không thi công theo trình tự hợp lý.

- Trong lớp đất có nước, đáy giếng chưa làm tầng lọc ngược, chưa hút nước ra từ giếng tập trung nước, khi ngừng hút chưa có các biện pháp tương ứng.

- Chưa xử lý tốt bề mặt tiếp xúc bê tông cũ và mới.

3. Phương pháp xử lý

- Trong lớp đất có nước, nếu trong giếng có lượng nước lớn không thể hút cạn được hoặc đáy giếng nước tràn vào nghiêm trọng, đùn cát, giếng chìm không ngừng tự chìm hoặc nghiêng lệch, đều phải bơm nước vào giếng, dùng biện pháp bịt đáy không hút nước ra.

- Gặp trường hợp khe nối rò rỉ nước, có thể dùng phương pháp bơm vữa để xử lý.

4.5.2. Ví dụ công trình thực tế

1. Xử lý sự cố giếng chìm chìm đột ngột

1. Khái quát sự cố công trình

Một nhà máy dùng giếng chìm hình bầu dục làm móng cho lò tăng nhiệt, máng dầu, máng nước cho phân xưởng xử lý nhiệt. Giếng chìm dài 28,1m, rộng 8,6m, vách ngoài dày 0,8m, chia thành 4 khoang, chiều dày tường ngăn 0,5m, hạ chìm tới -9,7m, tổng trọng lượng là 2.000t.

Phương án thi công ban đầu là dùng giếng kim hạ nước, đào đất thủ công. Khi thi công để tiết kiệm thiết bị giếng kim, nhân lực và điện lực, đổi dùng xúc đất trong nước, bịt đáy trong nước, dung tích gầu xúc là 0,8m³. Kết cấu giếng chìm đổ bê tông hai lần, một lần hạ chìm giếng. Chiều cao vách giếng đoạn dưới là 7,87m, khi hạ tới cốt cao độ thiết kế, đổ bê tông tấm đáy, sau đó lại đổ bê tông đoạn trên vách giếng cao 1,86m.

Tốc độ đào đất trong nước hạ giếng tương đối chậm, bình quân mỗi ngày hạ chìm được 10~20cm. Để tăng tốc độ hạ chìm giếng và chỉnh nghiêng lệch trong khi hạ giếng, đã dùng súng phun nước cao áp xối khối đất dưới chân phía bắc. Để giảm lực ma sát giữa vách giếng và đất, lại dùng súng phun nước xối phía ngoài giếng chìm, nhưng hiệu quả không lớn, một tháng chỉ hạ chìm được khoảng 5m. Sau ít ngày, trời mưa to, giếng chìm đột ngột nghiêng theo hướng chiều dài, phía đông cao, phía tây thấp, chênh nhau 75cm.

2. Phân tích nguyên nhân

Qua nghiên cứu thấy rằng, nguyên nhân chủ yếu hạ đột ngột là phần dưới giếng chìm đất đào quá sâu. Do gầu xúc đào đất chỉ có thể đào được ở phần giữa, mà khối đất trong phạm vi khoảng 80cm cạnh chân ống không đào đến được, do đó phần đáy của giếng chìm hình thành một hố trũng rất sâu, đáy hố dưới cốt cao độ chân ống 3m, độ dốc hố trũng khoảng 2:1. Khi áp lực đất bên trong và bên ngoài giếng chìm chênh lệch nhau quá lớn, làm cho khối đất ngoài giếng trượt và tràn vào trong giếng, dòng nước mưa lại giúp cho xu thế này.

Sau đó do tốc độ hạ chìm của giếng chìm chậm lại, lại thiếu thiết bị đổ bê tông trong nước, chuyển dùng hút nước hạ chìm giếng, đồng thời dùng thủ công đào khối đất cạnh chân ống, kết hợp cùng với gầu xúc đào đất. Kết quả sau trận mưa lớn sau sáu ngày hút nước, giếng chìm đột ngột chìm xuống, hướng bắc nam nghiêng 63cm, hướng đông tây nghiêng 31cm. Lúc này trước tiên ném đá lớn ở mặt bắc nơi chìm tương đối nhiều để chúng

ổn định, tiếp đó đào đất chân ống phía nam và đáy tường ngăn phía trong, giếng chìm nghiêng lệch dần dần được cứu chữa. Nhưng lúc này cốt cao độ của chân ống giếng chìm đã tới -10,9~-11,0m, vượt quá cốt cao độ thiết kế -9,73m. Lúc này chuẩn bị lấp đáy miệng rãnh cũ giếng chìm, nhưng sau nửa tháng lại có mưa to, phía ngoài giếng chìm lở đất nghiêm trọng, cốt cao độ miệng giếng chìm đoạn dưới đã là -3,13m.

3. Phương pháp xử lý

Để ngăn ngừa đất lở vào trong giếng, bên ngoài giếng đóng hàng cọc gỗ có tấm chắn đồng thời đánh mái dốc trên 1: 2. Một số ngày sau, dọn đá lớn ở cốt cao độ miệng rãnh cũ, giếng chìm chìm rất nhanh, hướng đông tây nghiêng 116cm, rất khó cứu chữa, đành ném khối lượng lớn đá vào trong giếng, ổn định giếng chìm. Do không thể lấp đáy ở miệng rãnh cũ, quyết định ở cốt cao độ tấm đáy thiết kế cũ đục một lỗ rãnh khác để lấp đáy, sau đó nối cao vách giếng đến cốt cao độ thiết kế. Khi kết thúc thi công giếng chìm phía tây đã chìm quá 2,9m, phía đông chìm quá 1,6m, phạm vi lún và phát triển vết nứt mặt đất xung quanh giếng chìm tới 5m.

4. Đánh giá

Từ thí dụ này có thể thấy, chỉ dựa vào gầu xúc đào đất, không thể đào được khối đất cạnh chân ống, không thể đáp ứng yêu cầu đối xứng, thăng bằng, từng bước đào đất hạ chìm. Không như phương pháp dùng nhiều gầu nhỏ đào đất, kết hợp dùng thủ công dọn đất chân ống. Đối với giếng chìm tương đối lớn, dùng giếng kim hạ mực nước là an toàn. Nhất là khi gặp lớp cát chảy, giếng kim hạ mực nước là biện pháp hữu hiệu ổn định khối đất. Những kinh nghiệm này đã được những công trình sau chứng minh, như xây dựng đoạn cạnh bờ của đường hầm vượt sông, dùng mấy chục giếng chìm lần lượt hạ chìm liên kết thành, ngăn ngừa chìm đột ngột, đồng thời hạ chìm đến cốt cao độ thiết kế một cách thẳng lợi, sai số cốt cao độ chỉ có $\pm 5\text{cm}$.

II. Xử lý sự cố nứt giếng chìm

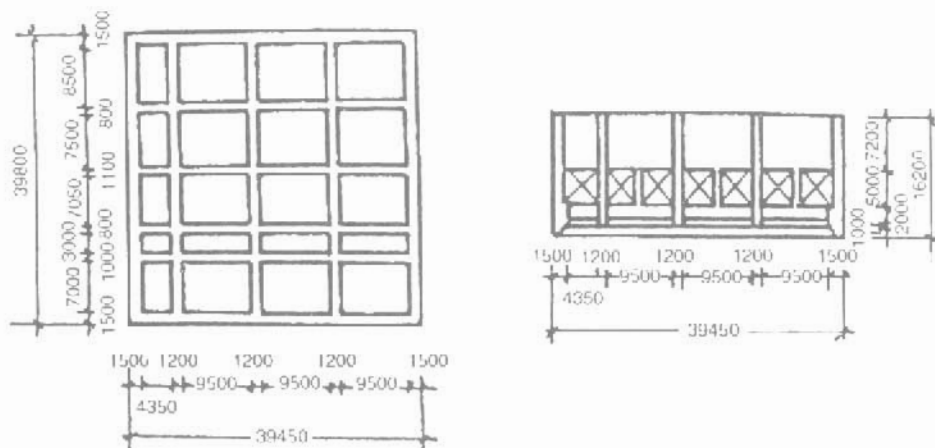
1. Khái quát sự cố công trình

Một trạm bơm tuần hoàn của nhà máy điện ở cửa Trường Giang đổ ra biển. Phần ngầm dưới đất dùng phương pháp giếng chìm thi công. Giếng chìm dài 39,8m, rộng 39,45m, sâu 16,2m, bên trong có 7 vách ngăn, tổng trọng lượng khoảng 17.500 tấn. Cấu tạo giếng chìm như hình 4.69. Phần đáy giếng chìm đóng 69 cây cọc ống thép, đường kính 914mm, chiều dày vách ống 11mm, chiều sâu đóng 65m. Giếng chìm này sau khi bỏ đệm gỗ đỡ chân ống, đã phát hiện 39 vết nứt (trong đó có 27 vết nứt xuyên qua, 12 vết nứt không xuyên qua), độ rộng vết nứt khoảng 0,2~0,4mm, lớn nhất tới 1mm. Từ nơi có vết nứt có thể thấy, toàn bộ đều ở trên 7 vách ngăn, đặc biệt tập trung ở hai bên lỗ cửa sổ, hầu như tất cả các lỗ cửa sổ đều có vết nứt, nhưng ở tường vây ngoài vây không có vết nứt.

2. Phân tích nguyên nhân

Đơn vị thiết kế phân tích, cho rằng vết nứt chủ yếu do cốt thép không đủ gây nên, mà thực tế bê tông của vách giếng và vách ngăn của giếng chìm (không kể đáy) là khoảng 7.000m^3 , cốt thép dùng gần 1.000t, hàm lượng cốt thép của bê tông khoảng 140kg/m^3 , so với thiết kế giếng chìm thông thường tăng 40%. Do đó lí do hàm lượng cốt thép không đủ là không chuẩn xác, mà nên chú ý một số vấn đề dưới đây:

- Bố trí mặt bằng giếng chìm không hợp lý: đây là giếng chìm lớn 1.600m², thiết kế mặt bằng là hình vuông. Trung Quốc đã làm một số giếng chìm hình vuông, nhưng kích thước nói chung nhỏ, mà bố trí theo hình chữ nhật hoặc hình tròn tương đối nhiều, như một trạm bơm nước, vì lượng nước bơm lớn, dùng hai giếng chìm hình tròn đường kính ngoài là 37,4m, vách giếng dày 1,2m, dài 40m. Do chiều dài lớn, mô men uốn trên mặt đứng của vách ngoài cũng lớn. Thêm nữa vách giếng tính theo khung ngang, 7 vách trong coi như điểm tựa. Khi giếng chìm rút bỏ đệm gỗ đỡ, vách ngoài của giếng lún tương đối lớn, còn vách ngăn do chưa dỡ bỏ đất bên dưới hoặc chưa bỏ chống đỡ, do đó lún tương đối nhỏ. Vì vách ngoài và vách trong không lún như nhau, do đó sinh ra mô men uốn và ứng suất cắt phụ thêm, trong đó mặt cắt ở chỗ lỗ chứa sán của vách trong yếu, cường độ thấp nhất. Do vậy, hai bên của lỗ chứa sán có rất nhiều vết nứt. Nếu đổi giếng chìm thành hình tròn, do áp lực ngang mà vách ngoài gánh chịu đổi thành áp lực vòm, không những vách giếng có thể móng, mà 7 vách ngăn cũng có thể giảm đi hoặc đổi bị đáy xong mới thi công. Như vậy có thể tránh gây nên vết nứt do lún không đều của vách trong và vách ngoài.



Hình 4.69. Giếng chìm trạm bơm tuần hoàn của nhà máy điện

Phân tích cường độ chiều đứng của vách giếng chìm hình vuông, như hình 4.70, giếng chìm có thể xem như dầm đơn đỡ trên tám đệm đỡ cố định để tính toán lại, đó là:

$$M_s \approx \frac{1}{8} \times q \times 28^2 \times \left[1 - 4 \times \left(\frac{6}{28} \right)^2 \right] - 30q \quad (4.6a)$$

$$M_d \approx -\frac{q \times 6^2}{2} = -18q \quad (4.6b)$$

Trong đó: M_s , M_d - Lần lượt là mô men uốn ở giữa nhịp và gối (kN.m);

q - Trọng lượng của vách giếng (kN/m).

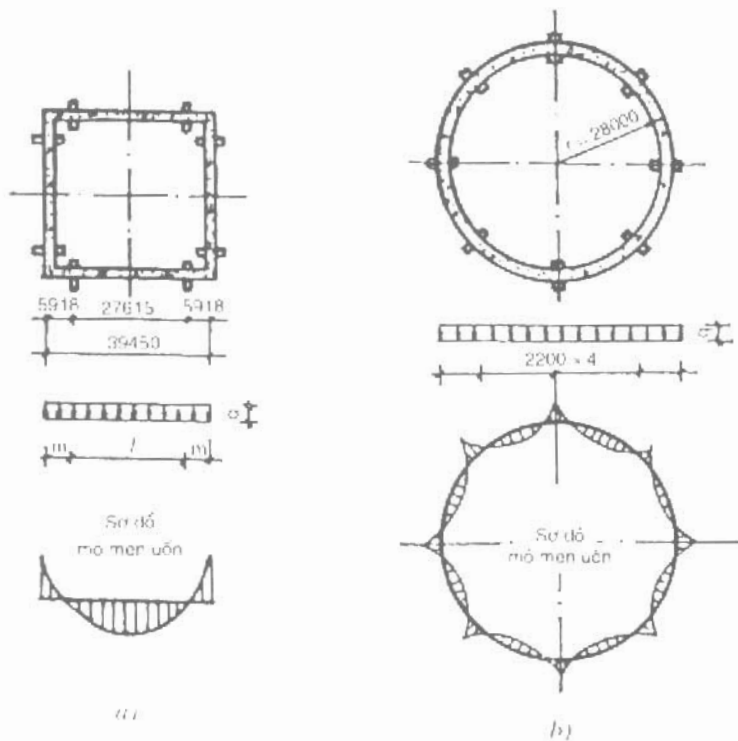
Giả thiết, chuyển giếng chìm thành giếng mặt cắt hình tròn có đường kính 56m, cường độ vách đứng của vách giếng như hình 4.70, Giếng chìm tính toán lại theo dầm hình cung tròn liên tục đỡ trên 8 đệm đỡ cố định.

$$M_g = 0,00833 \times \pi \times q \times 28^3 = 20q$$

$$M_d = -0,01653 \times \pi \times q \times 28^3 = -40q$$

Phân tích tư liệu tính toán như trên, tuy diện tích của giếng chìm tăng lên, nhưng tình hình chịu lực của vách giếng đã được cải thiện rất nhiều. Do vậy giếng chìm lớn có đường kính 68m, cũng không vì loại bỏ đệm gỗ đỡ mà tăng cốt thép.

Công trình này nếu chuyển thành giếng chìm hình tròn, xem xét theo đường kính 56m của hình tròn bao ngoài hình vuông có cạnh 40m, so với hình vuông thì nhiều hơn bốn lỗ rỗng hình trang lưới liêm, về mặt sản xuất hoặc đời sống đều có thể lợi dụng.



Hình 4.70. Sơ đồ mô men uốn cường độ tương đương của vách giếng

- a. Giếng chìm hình vuông;
- b. Giếng chìm hình tròn

- Phương án giếng chìm thêm móng cọc không hợp lý, trong giếng chìm công trình này còn đóng 69 cây cọc ống thép $\varnothing 914\text{mm}$, tổng giá thành (bao gồm vật liệu thép và công đóng cọc) khoảng một triệu nhân dân tệ. Thêm vào những nhân tố như chiều dày vách giếng tương đối lớn, hàm lượng thép trong bê tông tương đối lớn, lại tăng thêm giá thành. Do đó, công trình này không những giá thành lớn, đồng thời lại đưa thêm không ít khó khăn hạ chìm giếng chìm và công việc bịt đáy. Như trong quá trình hạ giếng chìm, do cọc ống thép dần dần lộ ra ngoài mặt đất, đưa lại khó khăn cho việc súc bùn bằng máy thủy lực. Đồng thời cọc gắn vách giếng ngoài còn bị nghiêng nghiêm trọng, lớn nhất đến 15° , hướng nghiêng lại cũng phương hướng lực đẩy ngang của mặt nghiêng chân ống. Ngoài ra, trong quá trình bịt đáy giếng chìm, do giếng chìm vẫn tiếp tục lún không ngừng khoảng 63mm, mà cọc ống thép là vật cứng không sinh ra lún, do đó lại tạo ra nứt bê tông 8 khoảng giếng bịt trước, chiều rộng vết nứt 1-2mm. Vết nứt từ vị trí cọc phát triển ra bốn góc (khoảng giếng do vách ngăn và dầm khung tạo thành). May mắn đã đúng biện

pháp tẩm đáy bê tông cốt thép không cùng đổ với lớp đệm bê tông, mới không gây nên những hậu quả nghiêm trọng.

Tóm lại, nếu xem xét bổ sung móng, tiến hành bịt đáy khi giếng chìm hạ đến cốt cao độ thiết kế, đã đào 24.000m³ đất, nặng khoảng 26.400t (tính theo dung trọng nổi của đất là 1,1t/m³), lực đẩy nổi của nước khoảng 19.200t (tính theo mặt đáy của tấm đáy tới mực nước ngầm), lực ma sát giữa tường ngoài của giếng với đất khoảng 4.300t (tính theo 2t/m²). Do đó, ba loại này có thể đạt trên 50.000t, đất đáy của giếng chìm tuy kém, nhưng chỉ cần xử lý thích đáng, sức chịu tải của đất còn có thể nâng cao. Trọng lượng của giếng chìm khoảng 25.000t (bao gồm tấm đáy bê tông cốt thép), cộng thêm tải trọng thiết bị, trọng lượng nhà xưởng bên trên và kết cấu bên trong cùng với nước trữ, dự tính cũng không vượt quá 40.000t, do đó giếng chìm không đóng cọc, độ lún cũng có thể rất nhỏ.

3. Hiệu quả xử lý

Tường giếng bê tông đoạn thứ ba của giếng chìm cao 6m, nặng khoảng 7.500t. Vì đoạn thứ nhất và đoạn thứ hai bị nứt, làm cho việc đổ bê tông ở đoạn thứ ba khó khăn. Để vết nứt không tiếp tục phát triển, đơn vị thiết kế đề nghị: tường giếng bê tông đoạn thứ ba tốt nhất đổ làm hai lần (mỗi lần 3m). Nhưng đơn vị thi công cho rằng, ván khuôn, cốt thép đều đã huộc và dựng xong, nếu chia làm hai lần đổ bê tông, khi đổ lần thứ hai, khối lượng công việc dọn bê tông bám vào ván khuôn và cốt thép sẽ lớn, đồng thời phương án đổ hai lần vẫn không cải thiện tổng trọng lượng, do đó, sau khi đổ xong đợt bê tông thứ ba, vết nứt vẫn có thể tiếp tục phát triển, vì vết nứt chủ yếu là mô men âm và ứng suất cắt gây nên. Đơn vị thi công cho rằng, nên đào bỏ phần lớn đất dưới tường ngăn, để một phần trọng lượng của tường ngăn truyền ra tường ngoài, mô men âm và ứng suất cắt của tường ngăn có thể vì thế mà giảm đi. Đồng thời, trong, ngoài chân ống xung quanh giếng chìm làm thêm đê cát vững (dùng bao tải cát đắp), tăng thêm sức chịu tải của nền dưới chân ống.

Sau khi dùng biện pháp trên, hiệu quả rất tốt. 6m cao của đoạn bê tông thứ ba đổ một lần, mà giếng chìm chỉ xuống 10cm, vết nứt không những không phát triển mới, mà các vết nứt cũ cũng khép lại.

4.6. XỬ LÝ SỰ CỐ MÓNG HỘP

Ở vùng đất yếu, cường độ nền nói chung tương đối thấp, khi tải trọng tương đối lớn, dùng móng băng hoặc móng bè không thể đáp ứng được yêu cầu thiết kế, nếu điều kiện không cho phép dùng móng cọc, dùng móng hộp thường thích hợp.

4.6.1. Đặc trưng sự cố móng hộp

Móng hộp trong thực tế thi công thường có sự cố do lực đẩy nổi của nước ngầm và biến dạng của nền làm móng nổi lên, hoặc có uốn dọc ở móng và nghiêng theo chiều ngang.

4.6.2. Nguyên nhân sự cố móng hộp

1. Lực đẩy nổi của nước ngầm

1. Quy định của quy phạm

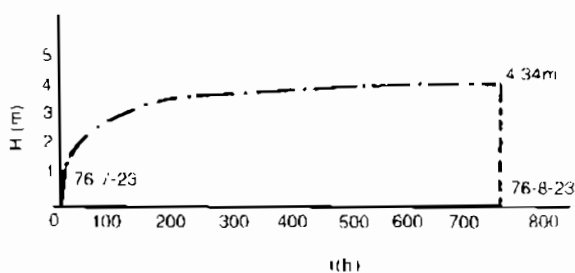
Về áp lực P mặt đáy nền trong điều 5.5.5 của “Quy phạm thiết kế nền móng công trình” (GBJ 7-89), chưa xác định rõ ràng có cần phải xem xét vấn đề lực đẩy nổi của nước ngầm

và xử lý như thế nào. Trong “Quy trình thiết kế và thi công móng hộp nhà cao tầng” mới đưa ra những điều xem xét. Nhưng vấn đề này luôn luôn tranh luận. Đối với móng hộp chôn sâu 5~6m, khi thi công vùng đất yếu mà mực nước ngầm tương đối cao, có cần tính thêm lực đẩy nổi $40\text{--}50\text{kN/m}^2$ hay không, được thể hiện tương đối đặc biệt trong tính toán nền. Kết quả đo thực tế mấy công trình ở Thượng Hải cho thấy, lực đẩy nổi của nước ngầm là tồn tại khách quan. Độ lớn lực đẩy nổi của đáy móng hoàn toàn quyết định ở độ cao của mực nước ngầm, không có liên quan đến độ lớn của áp lực đáy móng.

2. Kinh nghiệm thực tiễn

Trong công trình toà nhà Khang Lạc bố trí hai hồ quan sát mực nước, để quan trắc vấn đề mực nước ngầm dâng cao trở lại, sau khi giếng kim ngừng hạ mực nước. Mặt đáy móng của ba công trình là toà nhà Hoa Thịnh, toà nhà Hung Khoa và toà nhà Tứ Bình, còn chôn kế áp lực thấm quan trắc độ lớn của lực đẩy nổi của nước ngầm và vấn đề áp lực đáy móng có ảnh hưởng hay không đối với lực đẩy nổi, kết quả thí nghiệm như sau:

- Công trình toà nhà Hoa Thịnh: dưới mặt đất 2,5m là lớp á sét nhẹ dày 12m, sau khi giếng kim ngừng hạ mực nước vào ngày 23.7, tiến hành quan trắc mực nước bằng hồ quan sát mực nước, kết quả đo thực tế như hình 4.71. Từ hình vẽ có thể thấy, tốc độ mực nước ngầm dâng trở lại là tương đối nhanh. Như mực nước đo thực tế ngày 23.8 là mực nước ổn định, tổng chiều cao dâng trở lại lúc này là 4,34m, sau khi ngừng hạ mực nước 24h, độ cao dâng nước trở lại bằng khoảng 45% tổng chiều cao, sau 72h là 60%, sau 120h là 75%. (ở công trình toà nhà Khang Lạc, điều kiện nền tương tự như ở toà nhà Hoa Thịnh, dưới mặt đất 3m là lớp á sét nhẹ dày 14m, sau khi giếng kim ngừng hạ mực nước 10h, độ cao dâng nước trở lại đạt tới 80% tổng chiều cao dâng nước)

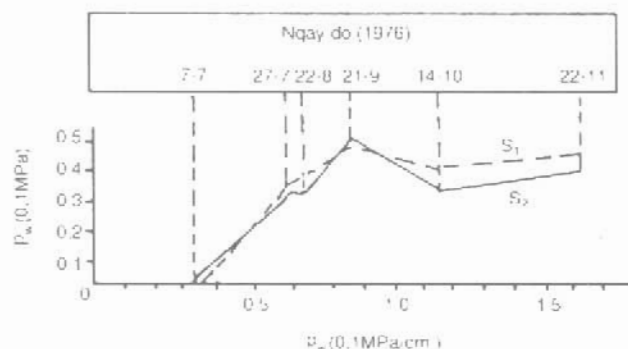


Hình 4.71. Sơ đồ quan hệ giữa mực nước dâng cao trở lại H với thời gian sau khi ngừng hạ mực nước các điểm giếng của toà nhà Hoa Thịnh

Cùng với việc này, dưới đáy móng chôn hai kế áp lực thấm, đo áp lực đẩy nổi đáy móng. Kết quả đo thực tế như hình 4.72. Từ 27-9 đến 22-11, lực nền hình quần đáy móng P từ 0,068MPa dần dần tăng lên đến 0,16MPa, mà lực đẩy nổi của nước ở đáy móng đo được thực tế của hai kế áp lực thấm duy trì trong phạm vi 0,036~0,05MPa. Lực đẩy nổi này không tăng theo sự gia tăng của áp lực đáy móng, mà tương đối tiếp cận với độ cao dâng trở lại của mực nước ngầm 4,34m sau khi giếng kim ngừng hạ mực nước một tháng (tương đương với lực đẩy 0,043MPa) (hình 4.72).

- Công trình toà nhà Hung Khoa: điều kiện nền hoàn toàn khác với toà nhà Hoa Thịnh. Nó nằm ở lớp đất yếu điển hình của Thượng Hải, 2~3m đất mặt là lớp đất cứng, bên dưới là lớp đất sét có bùn sâu, tính thấm kém. Lực đẩy nổi thực đo bằng ba kế áp lực thấm ở đáy móng và sự thay đổi mực nước ở hồ quan sát mực nước như hình 4.73. Từ hình vẽ có thể thấy, hai cái đồ cũng tương đối gần nhau. Điều đó cho thấy chất đất nền (cát và đất sét) chỉ

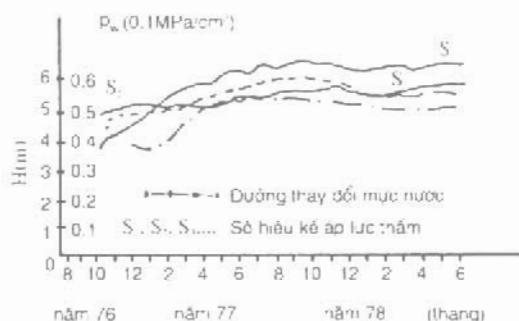
ảnh hưởng tốc độ thấm trong đất. Do đó trong thời gian thi công, nếu cần thiết, có thể đưa vào tình hình chất đất, thông qua số liệu thí nghiệm quan sát mực nước ở hiện trường xác định lực đẩy nổi; mà trong thời gian sử dụng, có thể dựa vào mực nước ngầm bình thường, tiến hành thiết kế theo toàn bộ lực đẩy nổi.



Hình 4.72. Biểu đồ quan hệ lực đẩy nổi đáy móng p_u với áp lực đáy móng P của toà nhà Hoa Thịnh

Ghi chú: Ngày 23-7 ngừng hạ mực nước;

Ngày 23-8 mực nước ngầm dâng cao trở lại 4,34m
 m, S_1, S_2 là số hiệu kế áp lực thấm



Hình 4.73. Biểu đồ quan hệ nước-mực ngầm H và lực đẩy nổi đáy móng p_u với thời gian t

Nghĩa là tính toán nền đối với móng hộp chôn sâu phải phù hợp với yêu cầu sau:

$$P - P_u = P_c \leq f \quad (4.7)$$

Trong đó: P - Áp lực bình quân ở mặt đáy móng (MPa);

P_u - Lực đẩy nổi ở mặt đáy móng (MPa);

P_c - Áp lực hữu hiệu ở mặt đáy móng (MPa);

f - Giá trị thiết kế sức chịu tải của móng (MPa).

- Các công trình khác: ngoài ba toà nhà lớn ở trên, mấy công trình khác ở Thượng Hải cũng đều tiến hành tính toán theo công thức trên (4.7), xem xét toàn bộ lực đẩy nổi, từ đó khai thác tiềm lực của nền thêm một bước (bảng 4.16). Như công trình toà nhà Hung Khoa thiết kế theo quy phạm thiết kế cũ (TJ7-74), sức chịu tải cho phép của nền là $R = 101,5 \text{ kPa}$, áp lực bình quân đáy móng $P = 155 \text{ kPa}$, mà lực thiết kế nếu xem xét toàn bộ lực đẩy nổi đáy móng, thì áp lực hữu hiệu của đáy móng $P_c = 107 \text{ kPa}$, tuy so với sức chịu tải cho phép của nền lớn hơn một chút, nhưng có thể đáp ứng yêu cầu thiết kế. Nếu tính toán lại theo áp lực bình quân đáy móng P , thì P lớn hơn R 53%, phải sửa đổi thiết kế móng.

II. Biến dạng nền

Móng chôn sâu khác nhau, không chỉ trực tiếp ảnh hưởng đến cường độ nền, mà còn có ảnh hưởng rất lớn đến biến dạng nền.

Bảng 4.16. Khái quát tình hình nền móng hộp tám tòa nhà lớn ở Thượng Hải

Tên công trình	Kết cấu bên trên	Chiều cao công trình H (m)	Chiều cao móng h (m)	$\frac{D}{H}$	$\frac{L}{H}$	$\frac{B}{100H}$ (‰)
		Mặt bằng đáy móng $L \times B$	Chiều sâu móng D (m)			
1	2	3	4	5	6	7
Toà nhà Khang Lạc	Khung vách cứng, 12 tầng	38,80 $69,61 \times 14,10$	5,80 5,50	1 7,1	1,8	3,6
Toà nhà Tứ Bình	Vách cứng, 12 tầng	35,80 $50,10 \times 9,8$	3,68 5,20	1 6,9	1,4	2,7
Toà nhà Hoa Thịnh	Khung đúc sẵn, 12 tầng	37,80 $57,6 \times 11,3$	3,65 5,65	1 6,7	1,5	3,8
Toà nhà Hung Khoa	Khung đúc sẵn, 10 tầng	38,98 $45,99 \times 18,44$	5,00 5,50	1 6,6	1,2	4,6
Một toà nhà khách sạn	Khung, 14 tầng	91,30 $46,50 \times 46,50$	7,27 0,50	1 18,3	0,5	5,1
Viện bảo vệ bà mẹ và trẻ em	Khung, 7 tầng	29,80 $50,65 \times 13,75$	3,15 2,40	1 12,4	1,7	4,6
Khách sạn ga phía Bắc	Khung, 8 tầng	30,10 $42,10 \times 19,50$	3,25 3,15	1 9,6	1,4	5,0
Toà nhà ở khu Lục Gia	Khung, 12 tầng	40,40 $36,50 \times 17,18$	4,70 3,50	1 11,5	0,9	4,3

- Ghi chú:** 1. Chiều cao công trình H là chiều cao từ mặt đất bên ngoài nhà đến mái công trình;
 2. Áp lực hữu hiệu đáy móng $p_e = \text{Tổng áp lực đáy móng } P - \text{Áp lực đẩy nổi của nước đáy móng } p_w$;
 3. Tính toán hệ số lún s xác định theo công thức hyperbol cộng với phán đoán;
 4. R và R_s xác định theo quy phạm TJ7-74, một toà nhà khách sạn ở Thượng Hải xác định theo thí nghiệm tải trọng.

Tổng áp lực đáy móng P (kPa)	Sức chịu tải của nền R hoặc R_s (kPa)	Mô đun nén lún lớp đất đỡ E_s (MPa)	Thời gian quan trắc lún	Lún dự kiến S (cm)	Độ nghiêng tổng thể thực đo chiều ngang ($^{\circ}/_{\infty}$)	Độ cong thực do chiều dọc ($^{\circ}/_{\infty}$)
Áp lực bổ sung đáy móng p_0 (kPa)	Áp lực hữu hiệu đáy móng p_e (kPa)	Mô đun bình quán lớp nền lún E_p (MPa)	Số ngày quan trắc lún	Lún tính toán S (cm)		
8	9	10	11	12	13	14
185 85	300 140	7,45 6,1	19.7.74~13.3.79 1698	16,0 21,0	2,2	-0,33
188 94	26,7 146	7,0 5,3	28.10.76~5.6.79 959	12,0 21,0	0,5	0,14
156 50	300 110	7,17 3,67	14.6.76~22.1.79 940	24,0 19,2	1,7	-0,18
155 57	101,5 107	2,3 2,8	4.6.76~24.5.79 1135	<35,0 35,0	2,1	0,10
129 120	140 129	4,0 2,58	5.6.54~4.12.72 6.800	166,6 140,0	4,2	0,21
96,1 50,5	142,9 77,1	3,8 2,2	9.6.66~30.10.75 3.430	41,0 34,1	7,5	0,35
101,8 44	206,5 75,3	7,12 5,61	17.12.72~24.8.7 1690	10,5 11,6	0,7	
132,5 68	311,3 107,5	9,43 4,31	1.8.76~25.4.79 998	8,0 25,40	0,7	

Lấy toà nhà Khang Lạc, Tứ Bình, Hoa Thịnh, Hung Khoa làm ví dụ, chiều sâu chôn móng của bốn toà nhà này là 5,2–5,65m, kết quả đo thực tế biến dạng nền như bảng 4.17.

Đường cong quan hệ biến dạng nền và thời gian t như hình 4.74.

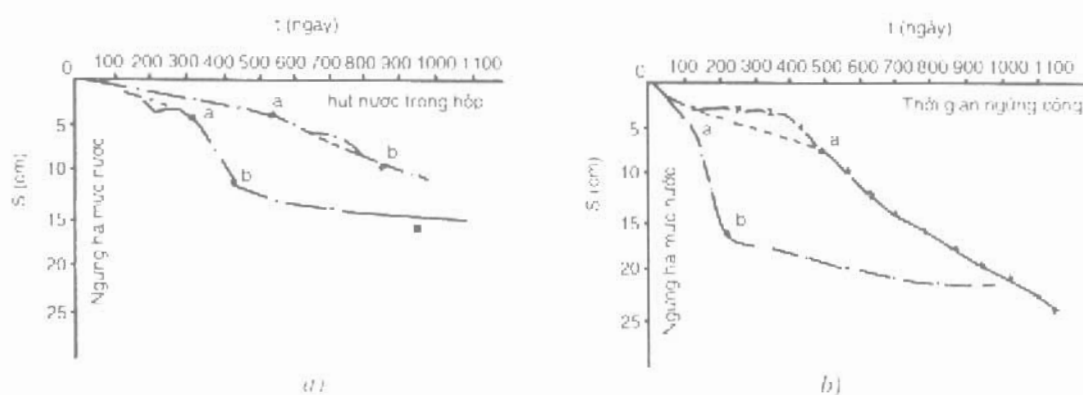
Từ bảng 4.17 có thể thấy, hạ mực nước và ngừng hạ mực nước gây ra biến dạng nền nhỏ, có thể bỏ qua. Từ đường cong quan hệ $s-t$ của hình 4.74 có thể thấy, đặc tính biến dạng nền của móng hộp chôn sâu là tương đối rõ ràng. Có thể đơn giản thành ba giai đoạn chịu lực (ứng suất trọng lượng bản thân, ứng suất bổ sung, ứng suất không đổi) để nghiên cứu đặc tính biến dạng nền của móng hộp chôn sâu và phương pháp tính toán.

Biến dạng nền của giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân (gia tải công trình bằng trọng lượng đất đào móng).

Đầu tiên cần phải khảo sát vấn đề biến dạng đàn hồi của đất do đào hố móng gây nên, bởi vì biến dạng nền lại và biến dạng đàn hồi có quan hệ mật thiết.

Bảng 4.17. Biến dạng nền của bốn toà nhà lớn trong năm giai đoạn chịu lực (cm)

Tên công trình	Nén trước khi hạ mức nước	Đào hố móng	Thi công móng	Ngừng hạ mức nước	Thi công và sử dụng kết cấu bên trên
Toà nhà Khang Lạc	-	< -2,0	1,83	-0,55	< 14,0
Toà nhà Tứ Bình	> 0,3	-3,4	1,85	-	< 10,0
Toà nhà Hoa Thịnh	1,2	-4,5	< 1,89	-0,29	< 20,0
Toà nhà Hung Khoa	-	-	3,10	-0,21	< 30,0



Hình 4.74. Biểu đồ quan hệ biến dạng nền s và thời gian t của bốn toà nhà
a. Toà nhà Khang Lạc và Tứ Bình; b. Toà nhà Hoa Thịnh và Hung Khoa

+ Biến dạng đàn hồi: thi công móng, đầu tiên cần đào hố móng. Lúc này, nền không có tải, áp lực trong đất giảm xuống, hiệu ứng đàn hồi của đất sẽ làm cho mặt đáy hố móng sinh ra biến dạng đàn hồi nhất định. Độ lớn của nó có liên quan đến các nhân tố như điều kiện nền, độ lớn dỡ tải, diện tích hố móng, thời gian chưa lấp hố móng, trình tự đào đất và công cụ sử dụng. Nói chung, móng chôn nông, biến dạng đàn hồi do đào móng sinh ra rất nhỏ, thông thường có thể bỏ qua không tính. Với móng sâu, như móng hộp của bốn toà nhà lớn ở Thượng Hải, chôn sâu 5,20~5,65m, đều dùng giếng kim hạ mực nước. Trọng lượng đất khi đào hố móng khoảng $10t/m^2$, tương đương với 55~65% tổng áp lực thiết kế đáy móng. Lượng biến dạng đàn hồi bình quân đo được bằng máy đo đàn hồi như bảng 4.18. Từ lượng đàn hồi đo được thực tế trong bảng có thể thấy, lượng đàn hồi của móng hộp chôn sâu khoảng 20~30% lượng biến dạng nền dự tính cuối cùng (độ lún), là tương đối lớn không thể bỏ qua.

Bảng 4.18. Biến dạng đàn hồi và biến dạng nén lún lại của bốn toà nhà lớn

Tên công trình	Độ sâu hố móng (m)	Diện tích hố móng (m^2)	Thời gian đào (ngày)	Biến dạng đàn hồi (cm)	Biến dạng nén lún lại (cm)	Độ lún tính toán cuối cùng (cm)
Toà nhà Khang Lạc	5,50	$71,0 \times 15,5$	40	$> 2,0$	4,1	16,0
Toà nhà Tứ Bình	5,20	$51,0 \times 11,0$	40	3,4	3,5	12,0
Toà nhà Hoa Thịnh	5,65	$58,5 \times 15,5$	14	4,5	4,5	24,0
Toà nhà Hung Khoa	5,50	$47,0 \times 20,0$	50	-	7,5	$> 35,0$

Bởi vì nhân tố ảnh hưởng đến biến dạng đàn hồi tương đối phức tạp, do đó còn khó tính toán chính xác. Nếu hố móng không có nước, thời gian chưa lấp hố móng ngắn, có thể cho rằng biến dạng đàn hồi sinh ra trong điều kiện thể tích của đất không thay đổi, tương đương với biến dạng đàn hồi tức thời. Có thể lấy trọng lượng đất móng đào bỏ đi làm tải trọng âm để tiến hành tính toán. Công trình Hoa Thịnh dùng thí nghiệm chất dỡ tải của máy cố kết trong phòng để đo mô đun biến dạng, đồng thời dùng phương pháp tổng cộng theo từng lớp tính toán biến dạng đàn hồi, tìm được biến dạng đàn hồi là 3.7cm, tương đối gần với biến dạng đàn hồi đo thực tế là 4.5cm.

Đối với đất sét, nếu hố móng có nước, cho dù thời gian chưa lấp hố móng ngắn, cũng sẽ vì đất sét hút nước làm cho thể tích của đất tăng lên, điều đó không những làm tăng biến dạng đàn hồi, mà cường độ chống cắt của đất cũng sẽ giảm xuống. Như toà nhà Hung Khoa vì hiệu quả hạ mực nước không tốt, làm đất hố móng bị phá hoại, ảnh hưởng cường độ của đất. Vì vậy, trong quá trình đào và sau khi đào móng, đều cần dùng các biện pháp cần thiết, đảm bảo giếng kim liên tục hạ mực nước và không phá hoại đất nền. Sau khi đào hố móng, phải đổ bê tông lớp đệm và tẩm đáy ngay, tăng nhanh tốc độ thi công móng. Điều đó đối với việc đảm bảo chất lượng công trình vô cùng quan trọng.

+ Đối với biến dạng nén lún: sau khi đào hố móng, tiếp theo thi công móng, cho đến khi gia tải công trình bằng trọng lượng khối đất đào hố móng thì ngừng. Biến dạng chiều đứng của nền sinh ra trong quá trình này gọi là lại biến dạng nén lún.

Từ bảng 4.18 có thể thấy, nó không giống như móng nông có thể giả định bằng không, mà ước khoảng 20~30% biến dạng nền cuối cùng tính được. Biến dạng nén ép lại do thực tế của toà nhà Hoa Thịnh và Tứ Bình, gần như bằng lượng đàn hồi do thực tế. Trong giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân của đất, căn cứ vào số đo thực tế của bốn toà nhà lớn, quan hệ của S (độ lún) - P (tải trọng) - t (thời gian) về cơ bản là quan hệ tuyến tính. Có thể lợi dụng độ lún đo thực tế, tính ngược trở lại mô đun nén lún trong phạm vi của lớp nén lún. Nhưng kết quả tìm được lớn hơn khoảng 6 lần so với mô đun nén lún bình quân (E_{1-2}) trong phạm vi của lớp nén lún mà báo cáo địa chất cung cấp. Vì vậy, giai đoạn này có thể xem như giai đoạn biến dạng đàn hồi. Mô đun nén lún sử dụng (hoặc mô đun đàn hồi) có thể tìm được từ đường cong nén ép lại, đồng thời dùng phương pháp tổng cộng theo từng lớp tính toán biến dạng nén ép lại.

- Biến dạng nền trong giai đoạn ứng suất phụ thêm (gia tải công trình từ vượt quá ứng suất trọng lượng bản thân đến tổng ứng suất của tải trọng thiết kế).

Khi tải trọng bước vào giai đoạn này (điểm quặt a trong hình 4.74), đặc tính biến dạng nền lập tức có thay đổi rõ rệt. Tốc độ biến dạng tăng nhanh, biến dạng nền tăng rất nhanh. Như tải trọng kết cấu khi hoàn công của toà nhà Hoa Thịnh là 156kN/m^2 , lớn hơn khoảng 50% tải trọng của ứng suất tải trọng bản thân. Tốc độ biến dạng của giai đoạn này $\Delta s/\Delta t = 1,18\text{mm/ngày}$, bằng 2,8 lần giai đoạn trước. Lượng tăng biến dạng nền $\Delta s = 12,04\text{cm}$, cũng bằng 2,7 lần giai đoạn trước. Như toà nhà Khang Lạc, tải trọng kết cấu khi hoàn công là 179kN/m^2 , lớn hơn khoảng 80% tải trọng của ứng suất trọng lượng bản thân, tốc độ biến dạng lúc này $\Delta s/\Delta t \approx 0,59\text{mm/ngày}$, lớn hơn 4,7 lần giai đoạn trước. Biến dạng nền tăng 6,7cm, bằng 1,6 lần trước. Số lượng nói trên của hai toà nhà này trong hai giai đoạn thay đổi khác nhau, là do tốc độ thi công và sự khác nhau của nền gây nên. Nếu lại cộng thêm biến dạng của giai đoạn trước, thì chiếm khoảng 65~70% độ lún cuối cùng tính được. Điều đó hoàn toàn khác với đặc tính biến dạng trong thời gian thi công của công trình trên nền yếu bằng 10~30% độ lún cuối cùng. Có thể nói, quy luật biến dạng nền này là đặc tính rõ nét của móng hộp chôn sâu.

Kết quả biến dạng thực đo của giai đoạn ứng suất phụ thêm, về cơ bản gần với quan hệ tuyến tính. Đương nhiên, một phần của nền đã đi vào giai đoạn biến dạng dẻo. Có thể nói, biến dạng ở giai đoạn này có tính chất hỗn hợp đàn hồi dẻo, đàn hồi là chính. Để thuận lợi cho việc nghiên cứu phân tích, có thể xem đoạn a, b trong hình 4.74 như một đường thẳng, kiến nghị tính toán biến dạng nền bằng phương pháp cộng dồn theo từng lớp dựa theo mô đun biến dạng tìm được bằng thí nghiệm nén nhanh trong phòng thí nghiệm.

- Biến dạng nền của giai đoạn ứng suất không đổi (tải trọng của công trình sau khi hoàn công là tải trọng không đổi).

Dưới tác động của tải trọng không đổi, biến dạng nền thay đổi theo thời gian, có tính chất lưu biến. Từ bảng 4.19 có thể thấy, biến dạng ở giai đoạn này chiếm 30~50% độ lún

tính toán của nền, cũng khác với biến dạng nền của công trình trên nền đất yếu nói chung. Nhưng từ đường cong $s-t$ của hình 4.74 có thể thấy, đường cong $s-t$ này sau khi hoàn công lại tương tự với biến dạng của công trình trên nền đất yếu nói chung, có thể dùng đường cong hyperbol hoặc đường cong số mũ để biểu thị đặc tính của nó. Hiển nhiên, muốn tính toán biến dạng nền của giai đoạn này, cần phải tiến hành thí nghiệm lưu biến để tìm các chỉ tiêu tương ứng, hoặc tính toán xác định bằng phương pháp thống kê.

Bảng 4.19. Biến dạng nền của bốn toà nhà lớn trong ba giai đoạn ứng suất

Tên công trình	Dự tính độ lún cuối cùng s (cm)	Các Giai đoạn ứng suất					
		Ứng suất tự trọng		Ứng suất phụ thêm		Ứng suất không thay đổi	
		s_{tt}	$s_{tt}/s(\%)$	s_{bs}	$s_{bs}/s(\%)$	$s_{kđoi}$	$s_{kđoi}/s(\%)$
Toà nhà Khang Lạc	16,0	4,08	25,5	6,70	41,9	5,22	32,6
Toà nhà Tứ Bình	12,0	3,50	29,3	4,20	35,0	4,30	35,7
Toà nhà Hoa Thịnh	24,0	4,50	19,0	12,04	50,0	7,46	31,0
Toà nhà Hưng Khoa	> 35,0	7,80	22,3	17,53	50,1	9,67	27,6

III. Biến dạng cho phép của nền (lún)

Gọi là giá trị biến dạng cho phép của nền (lún), là chỉ biến dạng nền mà đảm bảo công trình (bao gồm cả công trình bên cạnh) có thể sử dụng bình thường.

Một số tư liệu của nước ngoài cho thấy, biến dạng cho phép của nền đối với móng hộp hoặc móng bè cứng là 15~20cm. Trị số này hiển nhiên còn thích hợp với trường hợp nền yếu của Trung Quốc, để tiện phân tích, chuyển bảng 4.16 thành bảng 4.20.

Trong bảng, một toà nhà ở Thượng Hải là một toà nhà kết cấu khung đổ tại chỗ 14 tầng, mặt bằng móng hộp của nó là 46,5 × 46,5m, chiều cao 7,27m, chôn sâu 0,5m, ứng suất phụ thêm đáy móng là 120kN/m², mô đun nén lún bình quân trong phạm vi lớp nền lún là 2,6MPa. Toà nhà này xây dựng đến nay đã trên 30 năm, độ lún bình quân đo thực tế là 160,26cm, trị số lớn nhất là 174,7cm. Biến dạng móng lớn như vậy cũng không có gì nguy hiểm đối với bản thân kết cấu toà nhà, nhưng có ảnh hưởng tương đối lớn đối với các ngôi nhà ở hai bên. Kết cấu bên trên của viện bảo vệ bà mẹ trẻ em ở trong bảng là kết cấu khung đúc sẵn 7 tầng, diện tích móng hộp là 50,65 × 13,75m, chiều cao là 3,15m, chôn sâu 2,4m, ứng suất phụ thêm đáy móng là 50,5kN/m², mô đun nén lún bình quân trong phạm vi lớp nền lún là 2,2MPa. Toà nhà này đã xây xong trên 20 năm, độ lún bình quân đo thực tế là 36,2cm, lớn nhất là 46,7cm, tình trạng sử dụng toà nhà rất tốt, nhưng có một số ảnh hưởng tới nhà một tầng ở bên cạnh. Độ lún của 6 toà nhà còn lại đều tương đối nhỏ, tình hình sử dụng cũng bình thường. Từ đó có thể thấy, độ cứng của móng hộp lớn, có khả năng chống lại lún không đều mạnh hơn, cho phép lún tương đối lớn.

Bảng 4.20. Biến dạng nền của móng hộp tám toà nhà lớn của Thượng Hải

Tên công trình	Độ sâu chôn móng D (m)	Áp lực bổ sung đáy móng p_0 (kPa)	Mô đun nén lún bình quân trong phạm vi tầng nén lún E_s (MPa)	Độ lún tính được s (cm)	Độ lún tính toán s (cm)	Hệ số kinh nghiệm tính toán lún m_s
Toà nhà Khang Lạc	5,50	85	6,1	16	21	0,76
Toà nhà Tứ Bình	5,20	94	5,3	12	21	0,57
Toà nhà ở khu Lục Gia	3,50	69,5	4,3	8	25	0,32
Khách sạn ga phía Bắc	3,15	44	5,6	9	12	0,75
Toà nhà Hoa Thịnh	5,65	50	3,7	24	19	1,26
Toà nhà Hung Khoa	5,50	57	2,8	> 35	35	> 1
Một toà nhà khách sạn	0,50	120	2,6	167	140	1,19
Viện bảo vệ bà mẹ và trẻ em	2,40	50,5	2,2	41	34	1,20

Từ bảng 4.20 có thể thấy, đối với bốn toà nhà mà mô đun nén lún bình quân là 2,2~3,7MPa (toà nhà Hoa Thịnh, toà nhà Hung Khoa, một toà nhà ở Thượng Hải, viện bảo vệ sức khoẻ bà mẹ trẻ em), lực nén bổ sung là 50~120kN/m², hệ số kinh nghiệm nén lún tính toán là 1,20~1,30. Đối với bốn toà nhà kia mà mô đun nén lún bình quân là 4,3~6,1MPa (toà nhà Khang Lạc, toà nhà Tứ Bình, nhà ở Lục Gia và khách sạn ga phía Bắc), lực nén bổ sung là 44~94kN/m², hệ số kinh nghiệm nén lún tính toán là 0,60~0,80. Từ đó có thể rút ra kết luận sơ bộ là, hiện nay móng hộp mà ứng suất phụ thêm là 44~120kN/m² đang dùng ở Thượng Hải, hệ số kinh nghiệm lún tính toán chủ yếu phụ thuộc vào mô đun nén lún bình quân, mà quan hệ với áp lực phụ thêm không rõ rệt. đương nhiên, đối với đất nền rất chặt và nền đã nén trước, khi tính toán biến dạng (lún) của nền, chọn hệ số kinh nghiệm lún, phải được nghiên cứu, có thể hạ thấp một cách thích hợp.

IV. Uốn dọc (độ võng tương đối) của móng hình hộp

Cán bộ kĩ thuật công trình luôn rất coi trọng hình dạng và độ lớn của uốn dọc (độ võng tương đối) của móng công trình, dùng để dự tính mức độ hư hỏng có thể xuất hiện ở công trình, cùng với nghiên cứu sự cùng làm việc của nền và kết cấu bên trên. Giá trị uốn dọc của công trình móng hộp mà Thượng Hải dùng thường là 0,1~0,35‰ (bảng 4.16).

Lấy kết quả uốn dọc đo thực tế của toà nhà Khang Lạc, toà nhà Hoa Thịnh, toà nhà Tứ Bình và toà nhà Hung Khoa (hình 4.75, 4.76) để nói rõ tính quan trọng của việc nghiên cứu uốn dọc. Móng hộp (bao gồm tầng nửa ngầm) của Khang Lạc, Tứ Bình, Hung Khoa sau khi hoàn thành, đổ bê tông hoặc cấu lắp kết cấu bên trên. Thông qua quan trắc lún, có thể biết được mức độ uốn và độ cứng của móng hộp.

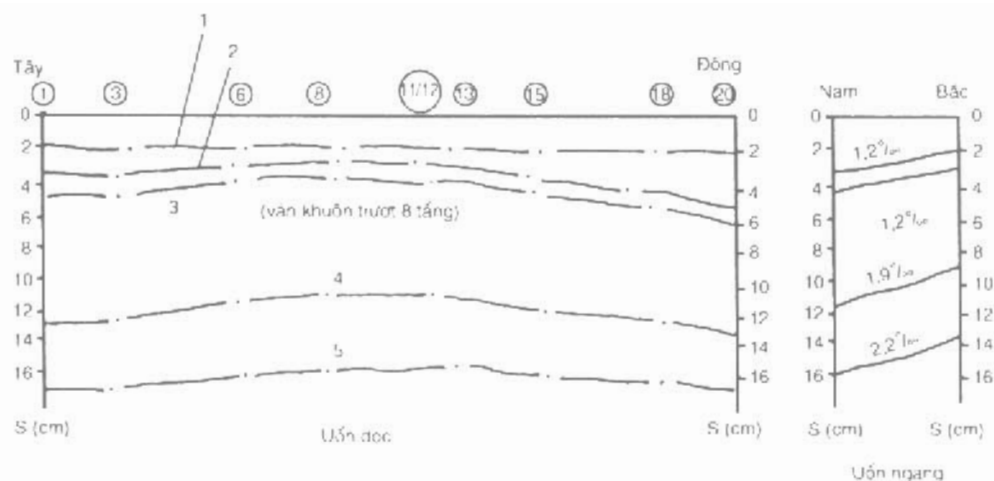
Toà nhà Khang Lạc là kết cấu tấm tường. Thi công móng dùng bản cọc dài khoảng 12m. Do neo không kịp thời, làm cho đất nền xung quanh phần đáy phía nam của hố móng bị xáo động. Khi bê tông của móng hộp chưa đông cứng hẳn, thì bắt đầu nhổ bản cọc, đồng thời kéo theo một phần đất và ngừng hạ mực nước, kết quả sinh ra biến dạng uốn lồi lên tương đối lớn. Khi móng đông cứng hoàn toàn, trị số uốn lồi lên đo được là $0,30\%$, với kết quả đo được khi móng vừa mới hoàn thành hầu như không có trình trạng uốn cong, tạo nên sự đối chọi rõ rệt như hình 4.75a. Kết cấu bên trên dùng phương pháp thi công ván khuôn trượt. Bắt đầu thi công từ kết cấu bên trên cho đến khi hoàn công, về cơ bản giữ hình dạng lồi lên của móng hộp và trị số uốn cong, hình 4.75a.

Toà nhà Hoa Thịnh là kết cấu khung, hố móng cũng dùng bản cọc dài 12m thi công, cũng có hiện tượng lồi lên một chút như trên, như hình 4.76a, nhưng do nguyên nhân tiến độ thi công tương đối nhanh, số liệu đo được không được lí tưởng.

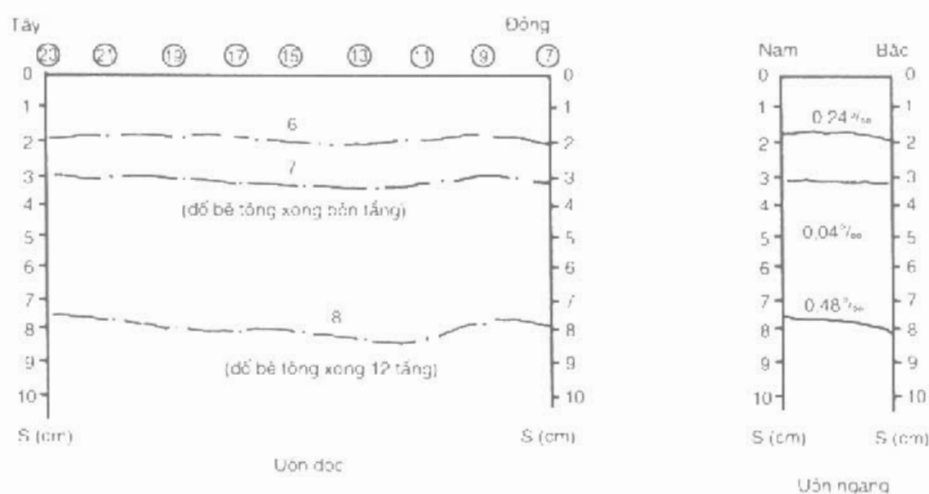
Tình hình toà nhà Tứ Bình và Hung Khoa khác với hai toà nhà nói ở trên, có hiện tượng ngược lại. Như toà nhà Tứ Bình là kết cấu tấm tường, hố móng dùng bản cọc thi công nhưng sinh ra biến dạng cong lõm xuống phía dưới. Đó là do tiến độ thi công chậm, sau khi bê tông tấm đáy đông cứng hoàn toàn, mới đổ bê tông tường trong và tường ngoài. Sau khi tường trong tường ngoài đã hoàn toàn đông cứng mới đổ bê tông mái. Như vậy, độ cứng của mỗi cấu kiện đều có thể được phát huy. Đồng thời hai đầu chiều dọc của đơn nguyên III (đơn nguyên phân tích) của công trình, mỗi đầu đều có hai đơn nguyên bên cạnh thẳng góc với nó (hình 4.77), làm cho hai đầu không chịu ảnh hưởng của bản cọc. Do đó, nếu bê tông móng đã đông cứng hoàn toàn, giá trị uốn lõm xuống đo thực tế chỉ là $0,10\%$. Kết cấu bên trên dùng phương pháp thi công bê tông đổ tại chỗ bằng ván khuôn bản lớn. Do tốc độ thi công chậm, mỗi lớp bê tông đông cứng hoàn toàn mới đổ bê tông lớp thứ hai. Như vậy giá trị uốn lõm xuống đo thực tế khi toà nhà cơ bản xây dựng xong chỉ là $0,14\%$.

Toà nhà Hung Khoa là hệ kết cấu khung, hố móng không đóng bản cọc như ba toà nhà nói ở trên, mà dùng phương pháp thi công đào mở rộng. Mặt bằng cơ bản của công trình này là $45,99 \times 18,44\text{m}$, tỉ số dài/rộng nhỏ, sinh ra biến dạng uốn cong xuống phía dưới rất nhỏ, giá trị uốn cong đo thực tế là $0,10\%$, như hình 4.76b.

Kết quả đo thực tế của bốn toà nhà này cho thấy, uốn dọc lồi lên hay lõm, quyết định ở điều kiện thi công. Trị số uốn đo thực tế là $0,10\sim 0,33\%$. Phần lớn trị số uốn cong là hoàn thành khi móng hộp hoặc tầng nửa ngầm thi công xong, khi nhổ bản cọc hoặc trước khi thi công phần kết cấu bên trên. Cùng với sự triển khai thi công kết cấu bên trên, sự tham gia và tác động của kết cấu bên trên, độ cứng toàn khối không ngừng được tăng lên, cho đến khi hoàn công, trị số uốn dọc về cơ bản đảm bảo không thay đổi hoặc thay đổi rất ít. Điều đó nói lên rằng, độ cứng thực tế (không phải tính toán) của móng hộp là tương đối lớn. Nếu lại xem xét độ cứng của kết cấu bên trên thì nó lại càng lớn, do vậy ứng suất uốn toàn khối rất nhỏ; đồng thời còn cho thấy trước khi độ cứng của móng cọc còn chưa hình thành, tức là trong thời gian một tháng sau khi đổ xong bê tông móng hộp, nếu tiến độ thi công kết cấu bên trên tương đối nhanh, thì chính là giai đoạn lớn nhất của biến dạng uốn.



a)



b)

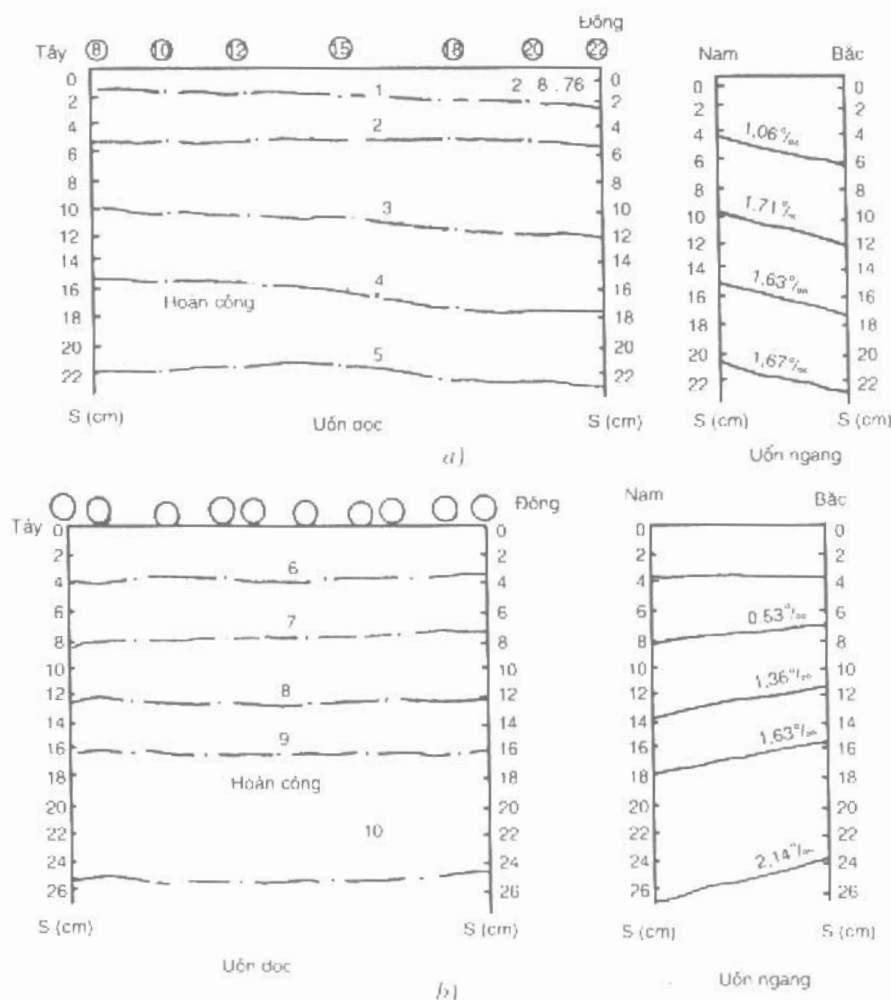
Hình 4.75. Uốn theo hướng dọc và độ nghiêng theo hướng ngang của móng hộp (1)

a. Toà nhà Khang Lạc; b. Toà nhà Tứ Bình.

1. Tầng trên của móng hộp (3-1-75; $0,053 \text{ MPa/cm}^2$); 2. Khung tầng dưới (12-4-75; $0,066$; $0,3\%$); 3. Giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân (7-6-75); 4. Giai đoạn ứng suất phụ thêm (29-9-75; $0,179 \text{ MPa/cm}^2$; $0,33\%$); 5. Giai đoạn ứng suất không đổi (13-3-79; $0,28\%$); 6. Phòng nửa ngầm (29-8-77; $0,065 \text{ MPa/cm}^2$; $0,1\%$); 7. Giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân (20-4-78; $0,104 \text{ MPa/cm}^2$; $0,12\%$); 8. Giai đoạn ứng suất phụ thêm (4-1-79; $0,165 \text{ MPa/cm}^2$; $0,14\%$).

V. Độ nghiêng toàn khối (hướng ngang) của móng hộp

Do độ cứng toàn khối của móng hộp lớn, năng lực chống lại lún không đều cao, cho phép sinh ra lún tương đối lớn, uốn của hướng dọc và hướng ngang rất nhỏ. Vì thế, khi móng sinh ra biến dạng, đáy móng có thể xem gần như một mặt phẳng, sinh ra lún đều hoặc nghiêng tổng thể. Nghiêng tổng thể của móng hộp, chủ yếu là nghiêng tổng thể theo hướng ngang, độ lớn của nó trực tiếp ảnh hưởng đến sự phân bố ứng suất của kết cấu bên trên.



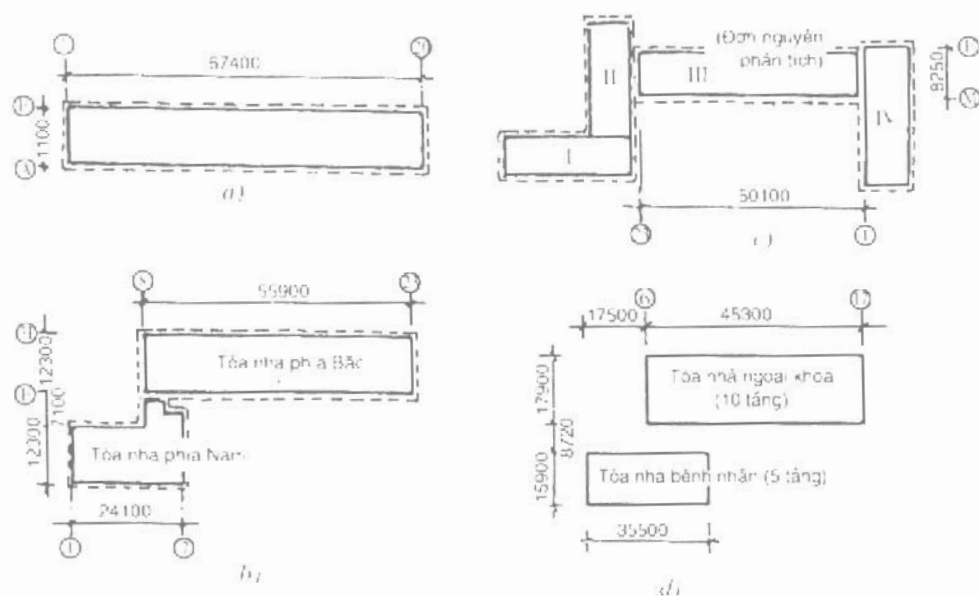
Hình 4.76. Uốn theo hướng dọc và độ nghiêng theo hướng ngang của móng hộp (II)

a. Toà nhà Hoa Thịnh; b. Toà nhà Hung Khoa.

1. Phòng nửa ngầm (2-8-76; $0,061\text{MPa/cm}^2$); 2. Giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân (13-10-76; $0,113\text{MPa/cm}^2$; ứng suất trọng lượng bản thân $0,103\text{MPa/cm}^2$); 3. Tầng nửa ngầm chứa hút nước, tải trọng tương đương giai đoạn ứng suất phụ thêm vào (22-11-76; $0,161\text{MPa/cm}^2$; $0,12\%$); 4. Giai đoạn ứng suất phụ thêm vào (13-1-77; $0,156\text{MPa/cm}^2$; $0,18\%$); 5. Giai đoạn ứng suất không đổi (27-7-78); 6. Phòng nửa ngầm (20-4-77; $0,058\text{MPa/cm}^2$); 7. Giai đoạn ứng suất trọng lượng bản thân (24-8-77; $0,095\text{MPa/cm}^2$; $0,06\%$); 8. Khối tường của khung (16-12-77; $0,126\text{MPa/cm}^2$; $0,1\%$); 9. Giai đoạn ứng suất phụ thêm, (2-6-78; $0,132\text{MPa/cm}^2$; $0,1\%$); 10. Giai đoạn ứng suất không thay đổi (24-5-79; $0,1\%$).

Nhiều nhân tố ảnh hưởng đến độ nghiêng tổng thể, như điều kiện nền, cấp động đất, độ lệch tâm của tải trọng; áp lực đáy nền, ảnh hưởng lẫn nhau giữa các công trình, chiều cao và độ rộng của công trình, điều kiện thi công,... Những nhân tố này thường ảnh hưởng đan xen, không chế và dự tính giá trị nghiêng tổng thể như thế nào là một vấn đề quan trọng.

Hiện nay nhà cao tầng dùng móng hộp, cao độ của nó thường trong phạm vi 50m, nền tương đối đều, thêm vào khi tính toán nghiêng tổng thể, chủ yếu xem xét tải trọng tĩnh, lúc này, nghiêng tổng thể thường quyết định ở độ lệch tâm của tải trọng, ảnh hưởng của những công trình bên cạnh và nhân tố thi công. Hai nhân tố trước có thể điều chỉnh khi thiết kế, mà ảnh hưởng của nhân tố thi công khó dự tính.



Hình 4.77. Sơ đồ mặt bằng bốn tòa nhà

a) Toà nhà Khang Lạc (kết cấu tâm tường 12 tầng); b) Toà nhà Hoa Thịnh (kết cấu khung 12 tầng); c) Toà nhà Tư Bình (kết cấu tâm tường 12 tầng); d) Toà nhà Hưng Khoa (kết cấu khung 12 tầng)

Như toà nhà Khang Lạc, nền đồng đều, độ dốc các lớp đất bằng phẳng, độ lệch tâm của tổ hợp tải trọng $I \approx 0$. Dựa theo tính toán, độ nghiêng tổng thể gần bằng không. Nhưng do trong quá trình đào móng, bản cọc thép ở phía nam chưa neo kịp thời, do đó trôi vào hố móng khoảng 25cm ở gần đáy móng, làm cho kết cấu đất nền bị ảnh hưởng. Sau khi đổ xong bê tông tâm đáy móng, phía nam tuyến trục tìm chiều dọc lại lập đặt hai cấu thép tổng trọng lượng là 82t. Kết quả là khi hoàn công toà nhà này do được độ nghiêng tổng thể về hướng nam là $2,1''/m$. Lại như toà nhà Hưng Khoa, vì hiệu quả hạ mực nước ngầm xuống dưới đáy móng thiết kế 50cm. Đào đất lại dùng gầu xích, làm cho đất yếu ở dưới đáy hố móng bị phá hoại tương đối nghiêm trọng. Trong quá trình thi công, vách hố móng nhiều lần bị sập, thêm nữa phía

nam hố móng bị trượt mái, làm cho lớp đệm bê tông vừa mới đổ xong bị chồi lên. Đồng thời, độ lệch tâm của tải trọng thiết kế $l_x \approx 0$, $l_y = -16,4\text{cm}$ (phía nam), ngoài ra, khi thi công toà nhà bệnh nhân nam tầng ở bên cạnh cũng có ảnh hưởng (hình 4.77). Vì vậy khi hoàn công độ nghiêng tổng thể về phía nam thực tế đo được là $2,2\text{‰}$. Từ đó có thể thấy, tôn trọng nghiêm túc quy trình thi công, dùng các biện pháp cần thiết, ngăn ngừa sự xáo động của kết cấu đất nền là một mẫu chốt quan trọng không thể nghiêng tổng thể.

Toà nhà Tử Bình và Hoa Thịnh đều có ảnh hưởng của công trình bên cạnh mà có độ lệch tải trọng nhất định. Ở trên đã nói, vị trí lệch tâm của tải trọng toà nhà Hưng khoa và công trình bên cạnh (nhà bệnh nhân) ở phía nam tuyến trục dọc đều bị nghiêng. Tình hình của toà nhà Tử Bình lại khác. Độ lệch tâm $l_y = 2,3\text{cm}$ của tải trọng đơn nguyên phân tích ở phía bắc tuyến trục dọc, trọng tâm tải trọng của đơn nguyên bên cạnh ở phía nam tuyến trục dọc. Do đó, chiều của mô men mà chúng sinh ra khác nhau, có thể triệt tiêu một phần mô men do độ lệch tâm của bản thân đơn nguyên phân tích tạo ra. Do đó khi hoàn công, độ nghiêng tổng thể theo hướng bắc thực đo chỉ có $0,48\text{‰}$. So sánh kết quả cho thấy, đối với một công trình không chịu ảnh hưởng của công trình bên cạnh, trong điều kiện nền đồng đều, cổ gang làm cho trọng tâm kết cấu trùng hợp với tim của đáy móng; nếu có ảnh hưởng của công trình bên cạnh, phải xem xét một cách tổng hợp vị trí trọng tâm và tim của hình, để giảm độ nghiêng tổng thể.

Toà nhà Hoa Thịnh là một ví dụ rất tốt. Toà nhà này gồm hai đơn nguyên là toà nhà 13 tầng phía nam có áp lực bình quân đáy móng là 183kPa và toà nhà 12 tầng phía bắc có áp lực bình quân đáy móng là 156kPa . Liên kết hai toà nhà này dùng kết cấu công xon có thể lún tự do. Nền của toà nhà này đồng đều. Độ lệch tâm tải trọng của toà nhà phía bắc là $l_x = 4\text{cm}$, $l_y = 0,3\text{cm}$. Khoảng cách thông thủy giữa hai toà nhà bắc và nam là $4,5\text{m}$, rõ ràng, do ảnh hưởng lẫn nhau của hai toà nhà, toà nhà phía nam nền nghiêng về phía bắc, toà nhà phía bắc nền nghiêng về phía nam. Nhưng khi hoàn công, toà nhà phía nam và toà nhà phía bắc đều nghiêng về phía bắc, toà nhà phía bắc còn nghiêng dọc theo hướng từ tây sang đông. Đó là do khi hố móng đào đất về cơ bản đã xong, đường ống chính hạ mực nước của giếng kim ở phía bắc toà nhà phía bắc bị hỏng rò rỉ nước, bùn từ khe hở của bản cọc thép tràn vào hố móng, xảy ra độ lún đệm bê tông trong tình trạng có nước. Sau một năm rưỡi hoàn công, tình hình có những thay đổi rõ rệt, trong thời gian này, toàn bộ phần tang biên dạng nền của bộ phận *F8-F10-H10-H8* của toà nhà phía bắc và toà nhà phía nam (hình 4.77) là $6,4\text{cm}$, toà nhà phía bắc không tiếp tục nghiêng từ tây sang đông, mà ngược lại nghiêng từ đông sang tây, độ nghiêng tổng cộng đạt tới $0,9\text{‰}$, điều đó nói lên rằng ảnh hưởng của biến dạng nền của toà nhà phía nam đối với nhà phía bắc là rất rõ rệt.

Phải chỉ ra rằng, độ nghiêng tổng thể có thể tăng theo thời gian. Bởi vì cùng với độ nghiêng tổng thể, sẽ sinh ra một lượng tăng mới của độ lệch tâm, từ đó sinh ra một lượng tăng mới của mô men lực, ngược lại làm tăng độ nghiêng tổng thể. Tình hình này có thể dịch chuyển theo thời gian, ảnh hưởng tuần hoàn, cho đến khi biến dạng nền ổn định hoặc dẫn đến mất ổn định. Như viên bao vệ sức khoẻ bà mẹ trẻ em là toà nhà kết cấu khung đúc sẵn 7 tầng cao $29,8\text{m}$ (tương đương với nhà dân dụng 9 tầng thông thường), quan hệ giữa tỉ số nghiêng tổng thể của móng hộp (bảng 4.16) với thời gian tương đối rõ rệt (hình 4.78). Do đó, nhà cao tầng nên chú ý trường hợp này.

Trị số nghiêng tổng thể có thể dùng phương thức dưới đây dự tính. Trước tiên xem móng như móng mềm, phân chia đáy móng làm một số khối lưới ô vuông (hình 4.79). Tính toán độ lún S_i của từng khối (bao gồm độ lún sinh ra do tải trọng các khối và tải trọng kết cấu liền kề đối với trục của khối đó), sau đó, xem móng như móng cứng, dùng công thức dưới đây tính toán độ lún bình quân của toàn móng.

$$SP = \frac{\sum S_i F_i}{\sum F_i} \quad (4.8)$$

Đối với mặt bằng móng hộp vuông vắn, lấy trục hình của mặt bằng làm gốc của tọa độ, móng nghiêng (chuyển động) theo trục $x-x$ và $y-y$. Cuối cùng lần lượt lấy mô men lực sinh ra do độ lún của các khối đối với trục $x-x$ và $y-y$, dựa vào nguyên lý mô men lực mà độ lún các khối của móng mềm sinh ra bằng mô men của móng cứng, ta có:

$$A = \frac{\sum F_i S_i x_i}{\sum F_i x_i^2} \quad (4.9)$$

$$B = \frac{\sum F_i S_i y_i}{\sum F_i y_i^2} \quad (4.10)$$

Độ lún điểm bất kỳ của mặt đáy móng cứng là:

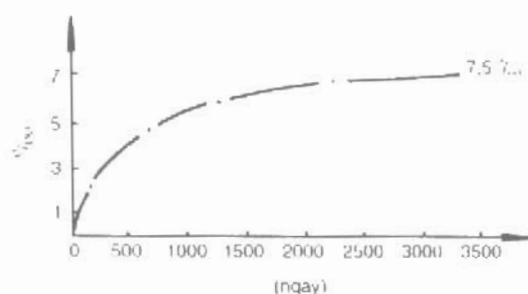
$$S_i = S_p + Ax_i + By_i \quad (4.11)$$

Trong đó: F_i - Diện tích của khối lưới thứ i (cm^2);

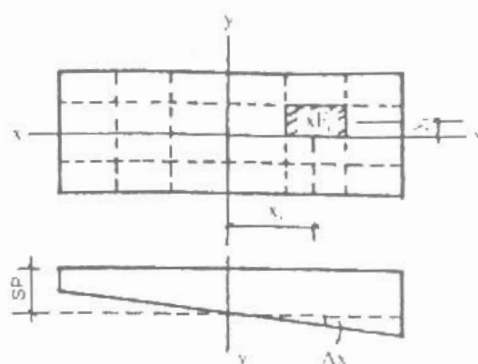
x_i, y_i - Tọa độ điểm giữa của mặt lưới thứ i (cm);

S_i - Độ lún của trung điểm mỗi khối (cm);

A, B - Lần lượt là độ nghiêng theo trục x và trục y .



Hình 4.78. Quan hệ giữa độ nghiêng tổng thể với thời gian



Hình 4.79. Dụng thức tính toán độ nghiêng tổng thể

4.6.3. Phương pháp xử lý sự cố móng hộp

Dựa vào tình hình thực tế công trình, đầu tiên phân tích nguyên nhân, cùng đơn vị thiết kế nghiên cứu phương án xử lý. Nếu là nguyên nhân thiết kế, thì tiến hành điều chỉnh từ

phương diện thiết kế; nếu là nguyên nhân thi công, thì dùng các phương pháp tương ứng tiến hành sửa chữa.

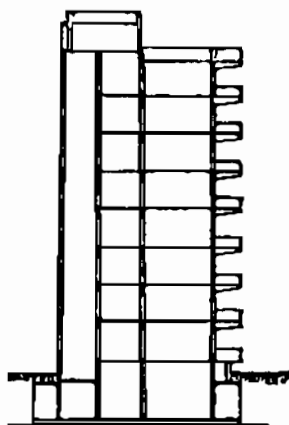
4.6.4. Ví dụ công trình thực tế

I. Khái quát sự cố công trình

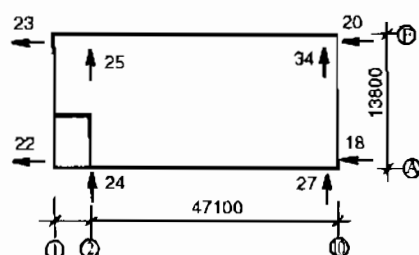
Móng của toà nhà bệnh nhân 8 tầng của một bệnh viện, dài 51,65m, rộng 18,75m, cao 5,20m, chôn sâu 4m. Chiều dày đáy móng hộp là 300mm, tường ngoài dày 250mm, tường trong dày 200mm, mái là panel ứng suất trước dày 180mm, bê tông C30, độ chống thấm S6. Móng hộp chôn trong lớp á sét có bùn.

Kết cấu bên trên của toà nhà bệnh nhân là kết cấu khung, cột đổ tại chỗ, dầm đúc sẵn, panel ứng suất trước, khoảng cách cột là 5,7m. Kích thước mặt bằng xây dựng là 47,1 × 13,8m. Chiều cao công trình là 28,00m tính từ cốt cao độ ±0,00 (hình 4.80, 4.81).

Trong thi công móng hộp công trình này, giáp giới phía đông dùng cọc bê tông cốt thép bảo vệ, ba mặt kia đào thành mái dốc, dùng tấm xi măng lưới thép bảo vệ. Do mực nước ngầm tương đối cao (dưới mặt đất 0,68m), dùng giếng kim hạ mực nước. Thải nước mưa bằng rãnh nổi. Thiết kế tổ chức thi công đã tiến hành tính chống nổi, đề xuất phương án ép nước, nhưng thực thi không kịp, kết quả là xảy ra sự cố nổi móng.



Hình 4.80. Mặt cắt nhà bệnh nhân



Hình 4.81. Mặt bằng nhà bệnh nhân

II. Phân tích nguyên nhân

Do liên tục trong 40h, thành phố Thượng Hải không ngừng mưa lớn. Bốn khu ở phía tây nam và phía tây, tổng lượng mưa trong hai ngày vượt quá 200mm, làm cho 235 đường phố ngập nước, nơi ngập nước sâu nhất tới 700~800mm. Dựa vào tài liệu của điểm đo gần đó, công trường toà nhà bệnh nhân nằm ở khu tây nam, lượng mưa chỉ trong một ngày mừng một tháng chín đã vượt quá 160mm, làm tích nước trên diện tích lớn của khu vực. Trạm bơm nước thải của thành phố đã không đủ năng lực thải lượng nước tích lớn như vậy. Nước bắn từ giếng trào lên, nước ngập va nước bắn chảy vào công trường thi công là nơi thấp hơn đường thành phố, cả công trường như một biển nước, mực nước không ngừng dâng lên. Lúc

này giống bơm loại nhẹ dùng trong thi công đã không thải được nước ngập. Bơm dự trữ cũng không đủ khả năng, nước ngập không có nơi nào có thể thoát được. Do mực nước ngầm dâng cao, lượng nước ngập trên mặt tăng lên, làm cho móng hộp của toà nhà bệnh nhân vừa mới hoàn thành, dưới tác động không ngừng tăng lên của lực đẩy nổi, đã nổi nghiêng. Toàn bộ móng hộp quay một lượng nhất định ngược chiều kim đồng hồ.

Nguyên nhân nổi lên của móng hộp này rất rõ ràng, do mưa to liên tục trong 40h, khắp nơi ngập nước, nước bắn chảy ngược lại. Khi sự cố xảy ra, trọng lượng bản thân của móng hộp là 2.150t, dùng mực nước lớn nhất tính toán lực đẩy nổi là 34.960kN, lực đẩy nổi lớn hơn trọng lượng bản thân móng, làm cho móng hộp nổi lên.

Dựa vào tài liệu quan trắc có thể biết mức nổi lớn nhất là 590mm, bình quân là 261,67mm, tương ứng giảm lực đẩy nổi 2.461kN. Nhưng nó khác rất xa với $3.496 - 2.150 = 1.346t$ (13.460kN). Nhưng vì sao trọng lượng bản thân và lực đẩy nổi chưa cân bằng đã ngừng nổi (nếu đạt tới cân bằng thì trị số nổi tới 1.427mm)? Đó là do khi xảy ra sự cố, đất lấp móng xung quanh móng hộp đã xong, có 414,12m² mặt ma sát, và sự dính kết giữa đất nền và đáy móng hộp. Do tác động của các loại lực cản đó, móng hộp mới không thể tiếp tục nổi lên được. Tim và trọng tâm của móng hộp không trùng hợp trên mặt phẳng, do giếng thang điện nghiêng về phía tây bắc, làm cho trọng tâm nghiêng về phía tây bắc. Nước ngập trong thành phố và nước bắn chảy ngược, lại chảy vào hiện trường từ góc đông nam, làm cho móng hộp ở góc đông nam khi gặp nạn, có một lực đẩy về phía tây bắc, do đó móng hộp nghiêng về phía tây bắc.

III. Phương pháp xử lý

Sau khi sự cố xảy ra, phân tích khả năng đưa móng hộp chìm về vị trí cũ.

1. Đo giá trị thực tế nổi lên của móng hộp, vẽ cơ bản hình thành trạng thái nghiêng. Từ hình 4.81 có thể thấy trục *A*, trục *F* về cơ bản là đường thẳng, song song với tuyến trục, móng hộp tuy bị nổi lên nhưng không gây nên biến dạng lớn cho kết cấu, kết cấu vẫn tốt.

2. Nước ngập trong hiện trường rút rất nhanh, thời gian ngâm nước không lâu, dự tính phá hoại kết cấu của đất tương đối nhỏ. Sau khi móng hộp nổi lên, phần dưới của nó chủ yếu là nước ngập, dự tính có lớp bùn không dày.

3. Giếng kim xung quanh móng, qua kiểm tra nói chung tốt, vẫn có thể phát huy tác dụng. Có thể dưới tác động hút nước của giếng kim, xung quanh hố móng tạo ra một môi trường hạ thấp mực nước ngầm, mà lớp đất sét dưới đáy hố móng ngăn mực nước ngầm dâng trở lại.

Dựa vào những phân tích trên, cho rằng chỉ cần hạ rất nhanh mức nước ngầm, móng hộp này có thể hạ về vị trí cũ. Nhưng cần khống chế tốc độ hạ trở về vị trí cũ của móng hộp, quá nhanh sẽ gây ra sự trở về vị trí cũ không đều, khiến cho kết cấu biến dạng. Để khống chế tốc độ hạ trở về vị trí cũ dùng các biện pháp dưới đây:

1. Trước tiên chia từng lớp đào bỏ lớp đất đắp ở hai phía bắc nam của móng hộp, vừa đào vừa tát nước ngập, cho đến đáy móng. Sau đó chia từng lớp đào bỏ lớp đất đắp ở hai phía đông tây của móng hộp, vừa đào vừa tát nước ngập, cho đến đáy móng. Lợi dụng hố thu nước của thiết bị cũ, tiến hành hút nước một cách có khống chế.

2. Kiểm tra thiết bị các giếng kim kiểu nhẹ. Thiết bị giếng kim kiểu nhẹ hạ mực nước từ 18 tháng 1 đến 4 tháng 9, đã vận hành bình thường trong 8 tháng. 31 trong số 51 ống giếng của giếng kim số 1 của hai phía nam bắc hoạt động tốt, chiếm 60%, 40 trong số 52 ống giếng của giếng kim số 2 của hai phía đông tây hoạt động tốt, chiếm 77%. Độ chân không 500–600, áp lực nước đầu ra lần lượt là 0,25–0,30MPa, cho thấy có thể tiếp tục hạ mực nước. Để khống chế hạ mực nước, hai phía tây, bắc hút nước gián đoạn theo yêu cầu hạ mực nước.

3. Tăng cường quan trắc các điểm đo của móng hộp, tìm hiểu tốc độ hạ mực nước. So sánh trị số nổi lên thực tế của trục A và trục F, phân tích hai trục này có là đường thẳng và thẳng bằng hay không, để làm cơ sở chỉ đạo hút nước.

4. Hút hết nước ngập trong móng hộp, sau khi dọn sạch, tiến hành kiểm tra kết cấu móng hộp. Cũng cần kiểm tra thường xuyên móng hộp trong quá trình hạ mực nước về vị trí cũ.

Sau khi dùng các biện pháp trên, tình hình hạ mực nước về vị trí cũ của móng hộp tốt, dần dần trở về ổn định. Giá trị hạ mực nước của móng hộp tương đối lớn, có điểm hạ tới 511mm. Rõ ràng giá trị hạ mực nước dựa vào trọng lượng bản thân của móng hộp sẽ không lớn, nếu không kịp thời dùng các biện pháp tương ứng, lại gặp một trận mưa lớn, thì hậu quả sẽ không lường ra được. Biện pháp tương đối tin cậy là, gia tải đều đặn ngay, để tải trọng bản thân của móng hộp và gia tải lớn hơn lực đẩy nổi. Mục đích của gia tải, một mặt là ngăn ngừa trường hợp xảy ra không lường trước được, nhưng chủ yếu là ở chỗ khiến cho đất nền bị xáo động do móng hộp nổi lên có thể được cố kết nén chặt. Tiếp theo lại dùng các biện pháp sau:

1. Lấp ngay đất xung quanh móng hộp, vẫn giữ lại tiếp tục sử dụng giếng thu nước.

2. Tiến hành ép nước trong móng hộp. Ép nước tiến hành làm ba lần, mỗi lần gia tải là 10kN/m^2 , tổng cộng gia tải 30kN/m^2 . Khi tốc độ hạ mực nước trở lại sau mỗi lần gia tải nhỏ hơn $0,5\text{mm/ngày}$ tiến hành gia tải lần sau, các số liệu đo được sau khi gia tải như bảng 4.21.

Bảng 4.21. Bảng gia tải

Ngày tháng	Tình trạng gia tải	Điểm đo		Độ nghiêng (%)	
		5	10	Trục A	Trục F
17 tháng 12	Trước khi gia tải	59	-12	1,17	0,83
30 tháng 12	Gia tải lần I (10kN/m^2)	51	-16	1,05	0,75
16 tháng 1	Gia tải lần II (20kN/m^2)	32	-21	0,91	0,59
18 tháng 2	Gia tải lần III (30kN/m^2)	18	-24	0,59	0,48

3. Tổ chức thi công kết cấu phần trên, lấy tốc độ hạ mực nước trở lại là $0,3\text{mm/ngày}$ để khống chế tiến độ thi công. Trên kết cấu bên trên dùng gạch để gia tải. Sau khi hoàn thành

kết cấu tầng hai, hút nước từ trong móng hộp 10kN/m^2 , sau khi hoàn thành kết cấu tầng 6, hút hết toàn bộ nước trong móng hộp.

Cần tiến hành thi công kết cấu bên trên, phải quan tâm tình hình sau khi hạ mực nước trở lại, vì lúc đó độ chênh cao độ của hai trục A và F là 20mm; chênh lệch cao độ của hai trục ① và ② là 40mm. Sau khi lại tiếp tục dùng biện pháp, tình trạng hạ mực nước trở lại khó có thể lường được, do đó khi thi công kết cấu phần trên, cột vẫn cần thẳng đứng, sàn từ tầng hai trở lên vẫn phải làm phẳng, nền tầng dưới cũng phải lấp phẳng.

4. Giếng kim tiếp tục hạ mực nước; tiếp tục hút mạnh ở hai phía đông, nam, hai phía tây, bắc hút gián đoạn, cho đến khi hoàn thành toàn bộ kết cấu, giếng kim hạ mực nước mới ngừng.

IV. Hiệu quả và đánh giá

Móng hộp sau khi dùng các biện pháp tổng hợp trên, cơ bản đã trở về vị trí cũ. Móng hộp xoay theo chiều ngược chiều kim đồng hồ, về cơ bản song song với tuyến trục cũ, nhưng móng hộp chưa hạ trở về toàn diện, 10 tháng sau khi hoàn công kiểm tra, vẫn nghiêng về hướng tây bắc, chênh lệch theo hướng đông tây là 14~34mm, theo hướng bắc nam là 18~49mm, còn độ lún của toàn bộ ngôi nhà đã dần dần ổn định. Kết quả xử lý sự cố này cho thấy, móng hộp bị nổi lên do mưa lớn kéo dài làm ngập khu vực, trong những điều kiện dưới đây có thể hạ mực nước trở lại:

1. Kết cấu của móng hộp hoàn hảo;
2. Nước ngập rút rất nhanh, không làm hỏng đất nền;
3. Có hệ thống và thiết bị thoát nước hoàn hảo;
4. Kết cấu móng hộp cho phép gia tải phù hợp để thúc đẩy hồi phục trở lại.

Trong việc hồi phục trở lại phải nắm chắc tốc độ. Tốc độ hồi phục trở lại phải khống chế trong toàn bộ móng hộp có thể hồi phục trở lại theo tỉ lệ tuyến tính, nghĩa là vị trí nổi nhiều tốc độ hồi phục trở lại phải nhanh hơn, nơi nổi ít tốc độ hồi phục trở lại phải chậm một chút. Do đó phải tăng cường quan sát, đồng thời kịp thời phân tích các số liệu đo được, để chỉ đạo xác định vị trí và tốc độ hút nước và gia tải. Hoàn toàn có thể ngăn ngừa loại sự cố này, vì vậy cần phải:

- Làm lệch thời gian thi công, không thi công trong mùa mưa bão, ở Thượng Hải chỉ cần lệch tháng 7 đến tháng 9 thì có thể tránh xuất hiện tình hình tương tự.

- Khi thiết kế xem xét bố trí cọc neo để chống nổi. Tăng cọc neo chống nổi sẽ tăng chi phí, nhưng thuận lợi thi công, có thể nâng cao khả năng chống sự cố phá hoại đột ngột, có thể tăng nhanh tiến độ thi công.

- Kịp thời ép nước sau khi hoàn thành kết cấu móng hộp, nhưng điều đó liên quan đến cường độ bê tông, thiết kế ván khuôn, sự gia tăng những hư hỏng do ván khuôn ngâm lâu trong nước và tăng chi phí thuê.

Gặp những loại sự cố này, cán bộ thi công có kinh nghiệm phải kịp thời bơm nước vào móng hộp, có thể giảm được mức độ nguy hiểm. Về mặt thiết kế nên bố trí hai lớp đệm (một lớp đá, một lớp bê tông) phía dưới móng hộp, đồng thời bố trí rãnh ngầm ngang dọc cắt nhau. Ngoài ra, lấp đất móng cho móng hộp kịp thời, cũng là biện pháp thông minh giảm khả năng xảy ra sự cố.

4.7. XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH MÓNG CỌC

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của kỹ thuật công trình móng cọc trong những năm gần đây, lượng cọc hàng năm của Trung Quốc đã đạt tới khoảng một triệu cây. Về mặt công nghệ tạo cọc, ngoài cọc đúc sẵn và cọc nhồi, còn phát triển cọc đúc sẵn như cọc xối nước, cọc rỗng ứng suất trước kéo nguội, hàn cọc hình chữ H và cọc nhồi như cọc ống chìm, cọc nhồi khoan (xối, xúc), cọc nhồi đào lỗ thủ công, cọc rẽ cây, cọc mở rộng đáy, phun vữa đáy cọc cùng với cọc tổ hợp đúc sẵn, cọc tổ hợp nhồi. Về các mặt chọn móng cọc, công cụ thi công cùng với công nghệ tạo cọc một cách hợp lý, các kỹ sư tuy đã có nhiều thí nghiệm nghiên cứu, thu được kinh nghiệm thực tiễn phong phú, nhưng sự cố chất lượng công trình móng cọc cũng không ít. Do giá thành móng cọc cao, thời gian thi công dài, xử lý tương đối khó khăn, khiến mọi người coi trọng, trước mắt đem những xử lý sự cố công trình móng cọc thường gặp giới thiệu theo các loại cọc khác nhau.

4.7.1. Xử lý sự cố chất lượng cọc nhồi ống chìm

I. Giới thiệu chung

Cọc nhồi ống chìm theo công nghệ chìm ống tạo lỗ chia thành các dạng công nghệ như chấn động chìm ống, đóng búa chìm ống, nén tĩnh chìm ống, chìm ống đóng bèn trong và chấn động tăng áp chìm ống. Đường kính ngoài của ống cọc thường dùng có các quy cách như $\varnothing 325\text{mm}$, $\varnothing 377\text{mm}$, $\varnothing 426\text{mm}$, $\varnothing 480\text{mm}$. Mũi cọc thông thường dùng mũi cọc bê tông đúc sẵn, những năm 70 cũng dùng mũi cọc có lưỡi thép đóng mở, hiện nay dần dần đã loại bỏ. Thi công móng cọc phải dựa vào điều kiện địa chất công trình, yêu cầu thiết kế và thiết bị máy móc, môi trường xung quanh để dùng công nghệ thi công tương ứng. Do cọc nhồi chìm ống có ưu điểm là phạm vi sử dụng rộng, tính sử dụng mạnh, tính linh hoạt lớn, có thể điều chỉnh chiều dài cọc, thiết bị đơn giản, thi công thuận lợi, tốc độ nhanh, hiệu quả cao, giá thành tương đối thấp, ít ô nhiễm (đặc biệt là ống chìm nén tĩnh không có tiếng ồn, không chấn động), cho nên, tốc độ phát triển rất nhanh. Nó phù hợp với công trình nhà nhiều tầng, nhà cao tầng, xây dựng công nghiệp nói chung. Trên nền đất yếu, công nghệ làm chìm và nhổ bằng chấn động, làm chìm và nhổ bằng nén tĩnh được dùng rất rộng rãi. Nhưng do người thiết kế, thi công hiểu biết chưa đủ đối với cơ lý của nó, kiến thức còn yếu, sự cố cũng tương đối nhiều.

II. Nguyên nhân thường gặp và phương pháp xử lý sự cố chất lượng thi công cọc nhồi ống chìm

1. Đặc trưng sự cố và nguyên nhân

- Nứt và gãy cọc: Nứt thường ở dưới mặt đất 1~5m, vết nứt thường có dạng vòng ngang, nguyên nhân của nó là:

+ Sự vận hành của thiết bị cọc nhồi ống chìm làm cho bị nén ép chấn động, lực ngang hình thành sinh ra ứng suất cắt đối với cọc bên cạnh, làm cho cọc sinh ra gãy nghiêng hoặc đứt ngang. Đặc biệt là lực cắt sinh ra ở mặt tiếp xúc lớp đất mềm và cứng, dễ làm gãy cọc có cường độ bê tông không cao.

+ Bê tông bên trong ống của phần trên ống cọc không nhiều, áp lực trọng lượng bản thân thấp, tốc độ nhổ cọc quá nhanh, bê tông bị rơi do chịu lực dính kết của thành ống, làm cho cọc gãy.

+ Đóng cọc đầu đặc trên nền đất yếu bão hoà, sinh ra áp lực nước khe rỗng lớn trong khối đất. Sau khi nhổ ống, lực do bùn tràn vào làm đứt thân cọc.

+ Trình tự thi công sai sót, khoảng cách giữa các cọc quá nhỏ, lại không đóng nhảy cách đoạn, cọc đóng sau ép ngang đối với cọc đóng trước chưa đóng kết, làm cho chúng bị gãy.

+ Vì gầu xúc của máy đào đất đập vào đầu cọc, đầu cọc chịu lực xung kích tập trung, làm cho thân cọc bị nứt gãy. Như, toà nhà chợ nông sản có diện tích 3.000m², có một tầng dưới mặt đất, bảy tầng trên mặt đất, cốt cao độ đầu cọc là 6,5m, khoảng cách giữa các cọc là 4d (d là đường kính cọc) là 2,2m. Dùng công nghệ đóng lại (đường kính cọc Ø377mm), dùng máy xúc đào đất giữa các cọc, làm cho thân cọc của trên 80% tổng số cọc bị nứt gãy. Chiều sâu gãy thường là dưới đầu cọc 5,7m, gây nên sự cố chất lượng nghiêm trọng.

+ Do cọc nhồi ống chìm là cọc ép đất, phần lớn bê tông thân cọc ngàm vào trong khối đất, dẫn đến ép khối đất theo phương ngang. Khi thể tích thân cọc nén ép vào trong đất chiếm trên 5% tổng thể tích khối đất của hiện trường, khối đất hiện trường nói chung bị vồng lên nghiêm trọng. Ví dụ nền hiện trường của một công trình vồng lên đến 1,07m, làm cho thân cọc mới thi công sinh ra ứng suất kéo hướng lên trên. Khi ứng suất kéo này lớn hơn cường độ chịu kéo của bê tông, thân cọc sẽ sinh ra nứt vồng, nghiêm trọng có thể gãy.

- Thân cọc thu nhỏ, kẹp bùn cát và hình thành cọc lơ lửng: nguyên nhân thường gặp của sự cố này là:

+ Cấp phối bê tông không tốt, tính lưu động không tốt, đường kính cốt liệu quá lớn và tốc độ nhổ ống quá nhanh. Đặc biệt ở vùng đất yếu bão hoà có tính nén ép cao, tốc độ rút ống nền không chế trong phạm vi 0,3~0,5m/phút. Đất bùn xung quanh thân cọc, vì chịu nén ép chìm ống trong các lớp đất mà năng lượng tích tụ và sự gia tăng của áp lực nước khe rỗng, cũng sẽ nén ép thân cọc trạng thái dẻo, làm cho chúng sinh ra thu nhỏ.

+ Thời gian đổ bê tông quá nhanh, một phần bê tông trong ống dính kết với vỏ ống, làm cho sau khi nhổ cọc, thân cọc bê tông biến thành nhỏ, sinh ra thu nhỏ hoặc kẹp bùn thân cọc.

+ Mũi cọc không đặc chắc hoặc sau khi chìm ống thời gian ngừng lại quá lâu, khiến cho nước, bùn chảy vào trong ống, làm cho đầu cọc kẹp bùn.

+ Khi mũi cọc dùng lưỡi thép đóng mở, vì trong thời gian nhổ cọc, các lưỡi van không mở ra hoặc chưa mở hoàn toàn, bê tông không thể chảy ra ngoài ống, khiến cho bê tông đầu cọc bị hẫng, không thể dựa một cách chắc chắn trên lớp đất nền chống đỡ, hình thành cọc lơ lửng.

- Thân cọc có tổ ong, rỗng: hình dạng các tổ ong và lỗ rỗng không có quy luật, chiều sâu ảnh hưởng cũng khác nhau, có lúc chiều sâu tới 10cm, hoặc tất cả thân cọc đều sinh ra tổ ong. Nguy hại của tổ ong, lỗ rỗng là làm giảm sức chịu tải của bê tông, nghiêm trọng có thể không có cách sửa chữa, đành phải phá bỏ.

Nguyên nhân chủ yếu của thân cọc có tổ ong là bê tông quá khô, sau khi nhổ ống lại không đầm. Nguyên nhân sinh ra lỗ rỗng là lớp kẹp đất sét trong phạm vi thân cọc có một lớp hoặc nhiều lớp cát tương đối mỏng; cấp phối cát-đá của bê tông không tốt, đường kính

cốt liệu thô quá lớn, độ dẻo kém, đổ bê tông vô cùng khó khăn; hoặc dưới tác động áp lực thấm của áp lực thủy động ngầm, làm trôi vữa xi măng trong bê tông, hình thành thân cọc có đoạn chỉ có cốt liệu cát đá. Ở vị trí có lồng cốt thép do đầm không kỹ cũng dễ tạo thành các lỗ rỗng trong bê tông. Ở đoạn trên của thân cọc vì bê tông trong ống không có áp lực, khả năng lan toả kém, nếu đất bùn bị xáo động ép lẫn vào bê tông sẽ tạo ra sự cố.

- Sự cố chất lượng khác: cọc nhồi ống chìm chấn động, còn có thể do tay nghề nhân viên thao tác kém, làm cho ống cọc chưa đóng đến được lớp đất chống đỡ, khiến cho chiều dài cọc không đủ. Cường độ bê tông cọc nhồi không đủ cũng thường gây ra sự cố. Sự cố thường gặp khác còn có: biện pháp cố định lồng cốt thép không thoả đáng, làm cho lồng cốt thép biến dạng, nổi lên, chìm xuống; thân cọc cong, đầu uốn, nghiêng, độ lệch tuyến trục theo chiều ngang và dọc của vị trí cọc vượt quá yêu cầu của quy phạm.

2. Phương pháp xử lý

Theo nguyên nhân xảy ra sự cố, có thể dùng các biện pháp thiết thực có hiệu quả sau:

- Trước khi chính thức đóng cọc, phải thử hai lỗ cọc thử lên, để kiểm tra tài liệu địa chất công trình mà báo cáo khảo sát cung cấp, kiểm tra thiết bị đóng cọc, công nghệ hình thành cọc và các biện pháp kỹ thuật đảm bảo chất lượng có phù hợp không.

- Trước đó phải chọn cấp phối bê tông, đường kính cốt liệu không nên lớn hơn 40mm, nếu có lồng cốt thép đường kính cốt liệu thô không nên lớn hơn 30mm, đồng thời không được lớn hơn 1/3 khoảng cách nhỏ nhất giữa các cốt thép. Độ sụt của bê tông nên khống chế từ 6 đến 8cm, nếu dùng bơm để bơm bê tông, độ sụt nên trong phạm vi 14~18cm. Thiết kế cấp phối bê tông phải xem xét phụ gia giảm nước, phụ gia đông cứng chậm (đặc biệt là mùa hạ), phụ gia đông cứng nhanh, hoặc tro than để tăng tính trượt của bê tông trong ống.

- Công nghệ tạo lỗ cọc và công nghệ nhổ ống cần chính xác. Đầu tiên nên khởi động hộp chấn động, sau đó nhổ ống. Tất cả thiết bị chìm ống đều có trang bị tiêu nổi đo bê tông trong ống rơi xuống, từ bên ngoài ống luôn có thể kiểm tra số lượng bê tông rơi xuống, kiểm tra hệ số đầy có đạt được yêu cầu không. Hệ số đầy đổ bê tông của cọc nhồi là tỉ lệ giữa thể tích bê tông nhồi thực tế và thể tích tính toán theo đường kính thân cọc. Hệ số đầy thường là 1,1~1,2, trên nền đất yếu là 1,2~1,3. Nếu hệ số đầy của bê tông mỗi đoạn rơi xuống không đạt được các hệ số trên, thân cọc ở đoạn này có thể có sự cố co ngót, lỗ rỗng, đứt cọc. Lúc này phải dùng biện pháp cầm ngược hoặc đóng lại.

- Dựa vào tình hình các lớp đất của lỗ quan sát khống chế tốc độ nhổ ống. Đối với lớp đất sét bùn bão hoà hoặc lớp bùn, phải lác nhiều nhưng nhổ chậm, (tốc độ nhổ ống mỗi phút không được vượt quá 0,5m), hoặc rung nhiều không nhổ tăng áp lực bê tông trong ống. Bê tông trong khuôn ống phải đảm bảo chiều cao trên 2m. Khi tiếp cận với mặt đất, nên tăng nén tăng rung, làm cho bê tông có tính khuếch tán lớn.

- Dựa vào bản vẽ vị trí thiết kế của cọc, xác định trình tự đóng cọc hợp lý. Khi đóng cọc trong lớp đất yếu bão hoà, để giảm áp lực khe rỗng và nén ép theo phương ngang và vòng lên của khối đất, có thể dùng các biện pháp như: giếng cát thoát nước, tấm bản nhựa thoát nước, giếng bao cát, lỗ khoan trước, giếng kim hạ mực nước, rãnh ngầm thoát nước, cùng

với khống chế tốc độ đóng cọc, để giảm nhẹ ảnh hưởng biến dạng ngang đối với thân cọc. Đối với khoảng cách cọc tương đối nhỏ nên dùng biện pháp tạo cọc cách quãng. Khi cường độ bê tông cọc bên cạnh đạt 70% mới có thể tiến hành hạ ống cọc mới:

- Thời gian hoàn thành cọc đơn từ đóng ống chìm đổ bê tông đến đóng lại ống chìm đổ bê tông, phải khống chế nghiêm ngặt trong khoảng dưới 2h, không cho phép vượt quá thời gian sơ ninh của bê tông.

3. Ví dụ thực tế công trình

Một nhà ở bảy tầng kết cấu gạch-bê tông ở Từ Châu, móng dùng cọc nhồi ống chìm đóng búa. Đường kính cọc 0,40m, cọc dài 11,5m, toàn bộ hơn 400 cây cọc. Dùng cọc nhồi ống chìm đóng búa, đường kính bên ngoài ống là 377mm.

Điều kiện địa chất công trình như sau:

- Mặt trên là lớp đất lấp tap, đất lấp dày 1~4m;
- Phía dưới là lớp đất mịn bão hoà dày 2,7m;
- Lớp dưới cùng là đất sét bột dẻo yếu.

Mực nước ngầm phong phú, mực nước cách bề mặt đất khoảng 1,5m. Sau khi thi công xong 180 cây cọc, đào đất kiểm tra, phát hiện nhiều cọc trong phạm vi dưới mặt đất 1~3m bị thu nhỏ nghiêm trọng, thậm chí có tình trạng đứt cọc. Đó là do trong quá trình đóng búa chấn động chìm ống, lớp đất mịn có hàm lượng nước cao sinh ra áp lực nước khe rỗng lớn, đất bột bị nhão. Khi tốc độ nhổ ống quá nhanh, dưới đáy ống sinh ra áp lực chân không, làm cho lực ép mà khối đất nhão hoá tạo ra vượt quá áp lực trọng lượng bản thân của bê tông trong ống. Khi nhổ ống, nhổ cách mặt đất 3m, bê tông trong ống thiếu trầm trọng, áp lực của trọng lượng bản thân giảm đi, bê tông trong ống rất khó chảy ra ngoài, sinh ra thu nhỏ và đứt cọc. Tiếp đó trình tự thi công không thoả đáng, dùng công nghệ tạo cọc liên tục không nhảy cách, số lượng thành cọc mỗi ngày tương đối nhiều (trên 10 cây). Thi công cọc bên cạnh, chấn động và nén ép cũng là một trong những nguyên nhân sinh ra thu nhỏ và đứt cọc.

Dùng các biện pháp dưới đây, có thể ngăn ngừa sự tái phát sinh của sự cố:

- Tiến hành cải tiến kỹ thuật đối với máy đóng mũi cọc bê tông đúc sẵn để đóng cọc nhồi chìm ống. Ở phía ngoài ống khuôn tăng thêm một ống lồng thép. Phía trên và phía dưới dùng đai ống liên kết với ống khuôn. Trong quá trình nhổ ống tạm thời không nhổ ống lồng thép, đợi cho bê tông chảy ra ngoài ống khuôn, mới dần dần dùng kẹp rút ống lồng thép.

- Cải thiện trình tự công nghệ thi công. Dùng cách đóng nhảy cách đoạn, các biện pháp như nhổ chậm, cấm ngược (dùng ống khuôn cấm ngược đối với bê tông trong ống lồng thép), chấn động ít.

- Cải thiện cấp phối bê tông, đổi dùng cốt liệu đường kính nhỏ (không lớn hơn 3cm), giảm lượng nước trong bê tông, dùng phụ gia giảm nước hiệu quả cao, tăng độ lưu động và độ sụt của bê tông.

- Khống chế tốc độ hạ cọc, số cọc cho mỗi máy mỗi ngày không vượt quá 6 cây, mà phải dùng phương pháp đóng-ngừng-đóng-ngừng.

- Đối với cọc thu nhỏ hoặc nứt gãy, tiến hành đào lên xử lý gia cố.

III. Phân tích và xử lý sự cố thiết kế cọc nhồi chìm ống

1. Phân tích nguyên nhân sự cố

- Lấy trị số thiết kế sức chịu tải của cọc đơn quá cao

+ Một móng tường cơ khí ở Thường Châu dùng cọc nhồi ống chìm chấn động, đường kính cọc 377mm, cọc dài 9,7m. Sức chịu tải dọc trục theo thiết kế của cọc đơn là 160kN, qua thí nghiệm tĩnh tải, sức chịu tải dọc trục của cọc đơn chỉ là 80kN. Xét tới quan hệ hiệu quả thời gian về sau, lực ma sát tăng một chút theo thời gian, nhưng sức chịu tải nền tĩnh chỉ bằng một nửa sức chịu tải thiết kế.

+ Cọc nhồi chấn động của một nhà kho có đường kính cọc là 377mm, cọc dài 15,8m, sức chịu tải dọc trục theo thiết kế của cọc đơn là 300kN, sức chịu tải dọc trục cho phép của cọc đơn đo thực tế chỉ là 129~244kN (kết quả nén thí nghiệm tĩnh tải). Sức chịu tải cho phép theo thiết kế của cọc nhồi ống chìm thường dự tính theo phương pháp kinh nghiệm, đồng thời thông qua cọc thí nghiệm chất tải nền tĩnh để kiểm tra độ tin cậy sức chịu tải của cọc đơn thiết kế, đồng thời điều chỉnh số lượng quy cách cọc thiết kế. Do thời gian thí nghiệm chất tải nền tĩnh của cọc và thời gian bảo dưỡng bê tông, thời gian ngừng thi công tương đối dài, do đó phần lớn công trình chưa tiến hành xong thí nghiệm chất tải nền tĩnh đã tiến hành thi công đại trà cọc công trình, 2~3 cọc thí nghiệm tĩnh tải chỉ là kiểm tra sức chịu tải của cọc. Nếu thí nghiệm sức chịu tải của cọc không đạt được yêu cầu sức chịu tải thiết kế, phần lớn cọc công trình đã hoàn thành gây nên sự cố chất lượng, phải xử lý ngay.

+ Một toà nhà học có diện tích 3.000m², thành hình chữ L, là kết cấu khung 6 tầng (cọc bộ là 7 tầng). Dựa vào “Quy trình thiết kế và thi công móng cọc nhồi công trình công nghiệp và dân dụng” (JGJ4-80) tính sức chịu tải cho phép của cọc đơn:

$$[P_u] = \pi l_1 \sum f_i + AR_j \quad (4.12)$$

Trong đó: f_i - Lực ma sát cho phép của lớp i xung quanh thân cọc (kPa);

d_i - Đường kính cọc (m);

L_i - Chiều dài cọc ở mỗi lớp đất (m);

R_j - Lực cản cho phép ở mũi cọc (kPa);

A - Diện tích mặt cắt mũi cọc (m²).

f_i, R_j do đơn vị khảo sát của địa phương dựa vào kinh nghiệm địa phương cung cấp, đều nhỏ hơn giới hạn dưới mà JGJ4-80 cung cấp. Điều kiện địa chất của công trình này là:

Lớp mặt là lớp đất lấp tap, đất lấp thực vật, dày 1~4m; $f_1 = 10\text{kPa}$;

Lớp thứ hai là lớp đất bột, dày 2~3m; $f_2 = 20\text{kPa}$;

Lớp thứ ba là lớp sét có bùn, dày 25~30m; $f_3 = 8\text{kPa}$.

$R_j = 100\text{kPa}$, cọc dài 20m, đường kính cọc 550mm dùng công nghệ đóng lại.

Tính toán theo phương pháp kinh nghiệm, sức chịu tải cho phép của cọc đơn:

$$\begin{aligned} [P_u] &= \pi l_1 \sum f_i + AR_j = \\ &= 3,1416 \times 0,55 \times (4 \times 10 + 2,5 \times 20 + 13,5 \times 8) + \frac{\pi}{4} \times 0,55^2 \times 100 = 365\text{kN}. \end{aligned}$$

Thiết kế lấy sức chịu tải cho phép của cọc đơn là 350kN.

Sau một tháng dừng, tiến hành chất tải nén tĩnh cọc thí nghiệm. Sức chịu tải cho phép của kết quả thí nghiệm chỉ có 250kN, so với giá trị tính toán, chỉ chiếm $250/350 = 0,71$ sức chịu tải thiết kế. Dừng biến dạng nhỏ do động tính hoàn chỉnh của cọc, số cọc kiểm tra chiếm 15% số cọc đã làm xong, gồm 20 cây, tính hoàn chỉnh của thân cọc đều phù hợp yêu cầu, không phát hiện thấy các khuyết tật như thu nhỏ, kẹp bùn, rỗng, đứt cọc. Chỉ cá biệt cọc có hiện tượng thu nhỏ nhẹ. Tính hoàn chỉnh của ba cọc thí nghiệm nén tĩnh là tốt, tư liệu ban đầu của thi công đầy đủ, cường độ mẫu bê tông đạt yêu cầu C20. Hệ số đầy của bê tông thân cọc, khi đóng lại trên 1,6, đều phù hợp yêu cầu.

Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy rằng, đất sét có bùn bão hoà, đất có tính nén lún cao, vì độ ẩm vượt quá giới hạn chảy, độ nhảy S_l lớn hơn 4, có đặc trưng xức biến. Sau khi đất nguyên dạng chịu lực kích chấn của cọc nhồi ống chìm chấn động, sẽ phá huỷ liên kết kết cấu của đất nguyên dạng, làm giảm cường độ kháng cắt của đất, khiến cho khối đất rất nhanh biến thành trạng thái nhão, từ đó làm giảm rất lớn tính năng cơ học vật lý của đất nguyên dạng (f_c, R_j). Lực kích chấn ngang sinh ra biến dạng cắt và trượt, tính lưu biến dưới tác động của ứng suất cắt, từ đó làm cho sức chịu tải của cọc đơn thí nghiệm tĩnh tải khác nhiều so với sức chịu tải cọc đơn dự tính bằng phương pháp kinh nghiệm. Sau khi khối đất thoát nước cố kết, cường độ chống cắt được nâng cao, sức chịu tải của cọc cũng theo đó tăng lên. Công trình này dùng phương pháp gia cố phun xi măng khô vào đất giữa các cọc nhồi hình thành cọc xi măng đất (cũng có thể dùng cọc vôi), đồng thời xem xét lại sức chịu tải của đất nền và sức chịu tải của móng cọc, tiến hành thi công kết cấu bên trên. Hiện nay đã hoàn công, độ lún chỉ 5~6cm, lún không đều phù hợp yêu cầu của quy phạm, thu được hiệu quả tương đối tốt, nhưng tắng chi phí gia cố khoảng bốn trăm ngàn nhân dân tệ, kéo dài thời gian thi công gần hai tháng.

+ Một toà nhà tổng hợp của một công ti dài 62,9m, rộng 21,6m, mặt bằng là hình thang, kết cấu bên trên là kết cấu khung, số tầng là 4~7 tầng, tổng diện tích xây dựng khoảng 5.000m², móng dùng móng bè, chiều dày 500mm, đồng thời dưới móng dùng cọc nhồi chấn động chìm ống, đường kính ngoài của ống khuôn là 377mm, cọc dài 20m~25m, cọc dùng công nghệ “đóng lại”, đường kính cọc 0,55m, sức chịu tải thiết kế của cọc đơn $[P_d] = 380\text{kN}$.

Công trình này thiết kế toàn bộ 282 cây cọc, thí nghiệm nén tĩnh đồng thời tiến hành cùng với thi công cọc công trình. (Điều kiện địa chất công trình như bảng 4.22).

Đơn vị thiết kế dùng phương pháp kinh nghiệm dự tính: sức chịu tải dọc trục cho phép của cọc đơn: $[P_d] = \pi l_1 \Sigma L_j f_j + AR_j$ ($R_j = 100\text{kPa}$).

$$\begin{aligned}[P_d] &= 3,1416 \times 0,50 \times (1,1 \times 8 + 6,7 \times 10 + 9,8 \times 9 + 1,3 \times 12) + \frac{\pi \times 0,5^2}{4} \times 100 \\ &= 282 + 19,6 = 301\text{kN}.\end{aligned}$$

Khi kết thúc thí nghiệm nén tĩnh, đã xong 189 cây cọc, chỉ còn 93 cây cọc chưa thi công, dùng biến dạng nhỏ do động tính hoàn chỉnh của thân cọc, đại bộ phận đều hoàn hảo.

chỉ có một số cọc có tổn thương nhẹ (như thu nhỏ hoặc phình ra). Hệ số đầy ghi trong nhật kí thi công vẫn phù hợp với yêu cầu của quy phạm nghiệm thu, tư liệu các mẫu thí nghiệm cường độ bê tông đều đạt yêu cầu.

Tài liệu thí nghiệm nén tĩnh như bảng 4.23.

Bảng 4.22. Điều kiện địa chất công trình

Lớp đất	Loại đất	Chiều dày (m)	f_k (kPa)	E_s (MPa)	f_l (kPa)
①-1	Lớp mặt bê tông cũ, lớp đắp đá dăm	0,5 ~ 1,7	-	-	-
①-2	Lớp đất hữu cơ	0,4 ~ 1,8	-	-	8
②-1	Đất sét nhỏ có bùn	4,4 ~ 8,9	70	3,81	10
②-2	Đất sét nhỏ có bùn, đất sét	6,3 ~ 13,3	70	2,81	9
②-3	Đất sét nhỏ có bùn kẹp cát mịn	10,8 ~ 12,2	70	2,75	12
②-4	Đất bột, mềm, dẻo	-	90	3,58	15

Bảng 4.23

Số hiệu cọc thí nghiệm	Chiều dài cọc (m)	Tải trọng nén thí nghiệm (kN)	Độ lún (mm)	Tải trọng giới hạn của cọc đơn (kN)	Sức chịu tải cho phép của cọc (kN)	Ghi chú
217*	20	240 320	3,59 17,96	240	120	Độ lún gấp năm lần loại trước
240*	25	240 320	6,03 33,39	240	120	Độ lún gấp năm lần loại trước
44*	25	200 240	3,79 35,25	200	100	Độ lún gấp năm lần loại trước
143*	20	520 560	34,57 55,67	520	360	Có điểm quạt rõ rệt

Kết quả thí nghiệm cho thấy, sức chịu tải thiết kế của cọc đơn chênh lệch rất lớn so với sức chịu tải cho phép của thí nghiệm nén tĩnh, cần phải tiến hành xử lí. Phương án xử lí cụ thể như sau:

- Đối dùng nền phức hợp của cọc nhồi ống chìm và cọc ép chặt. Ngoài ra, dưới móng bê tông thêm lớp đệm cát đá dày 50cm, nhồi ống chìm không trực tiếp ngàm vào móng bê. Xét thấy cọc và đất cùng làm việc, đồng thời lấy sức chịu tải của cọc đơn $[P_u] = 140\text{kN}$ để kiểm tra cường độ của nền, cùng với xem xét hiệu ứng thời gian hiệu quả sau của cọc.

- Dùng cọc bổ sung ở vòng ngoài, nhằm tăng cường ngàm cứng ở xung quanh, tránh dịch chuyển.

- Lợi dụng nền phức hợp tính toán lại độ lún và chênh lệch của lún không đều, bổ sung cọc thích đáng ở khu vực lún nhiều.

- Tăng thêm độ cứng của móng bê và kết cấu bên trên cùng các biện pháp cấu tạo, tăng thêm cốt thép ở chỗ yếu.

- Trong quá trình thi công tăng cường quan trắc lún khi tăng tầng, để không chế lún không đều. Ở chỗ lún lớn, giảm tốc độ thi công.

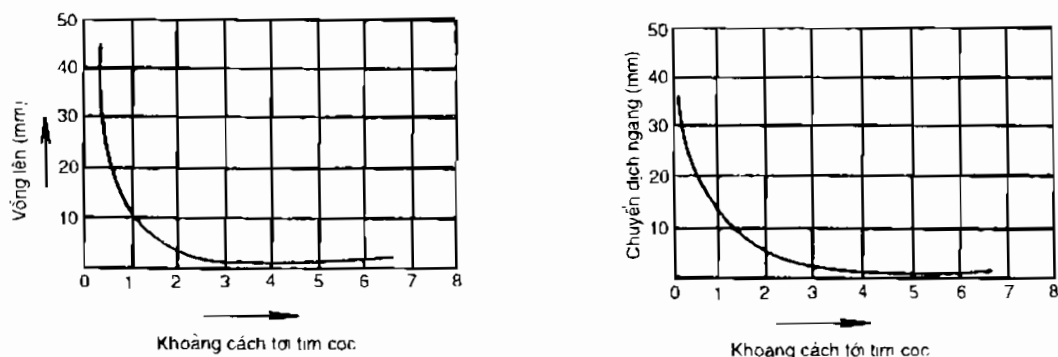
Hiện nay công trình này đã xong kết cấu bèn trên, hiệu quả tương đối tốt.

- Khoảng cách giữa các tim cọc quá nhỏ và bố trí cọc quá dày.

Dựa theo kết quả đo thực tế của các đơn vị có liên quan ở tỉnh Trieste Giang, ảnh hưởng của khoảng cách cọc đối với biến dạng của khối đất như hình 4.82.

Từ hình 4.82 có thể thấy rõ ràng, nếu khoảng cách cọc đạt được 2m, sự võng lên và chuyển dịch ngang của khối đất do chèn ống gây ra giảm đi; nếu khoảng cách cọc giảm đi, biến dạng đứng (võng lên) và chuyển dịch ngang của khối đất tăng lên rất nhanh theo sự giảm đi của khoảng cách cọc. Khi xuyên qua lớp đất yếu bão hoà, võng lên và chuyển dịch ngang càng mạnh theo sự thay đổi của khoảng cách cọc.

Đặc biệt khi bố trí dày cọc, số lượng cọc tương đối nhiều, tuy đáp ứng yêu cầu khoảng cách cọc là 2m, nhưng sự võng lên và chuyển dịch ngang của khối đất vẫn tương đối lớn. Dựa vào số liệu của Đại học Đồng Tế đo thực tế và điều tra nghiên cứu ở thành phố Ninh Ba, sự hình thành cọc đơn khác với nhóm cọc. Khi thi công cọc đơn, sự võng lên của mặt đất giảm đi theo sự gia tăng khoảng cách các cọc, còn nhóm cọc vì tập trung dày đặc, tuy khoảng cách cọc đáp ứng yêu cầu 2m, theo sự gia tăng của số cọc đóng vào đất và sự tăng nhanh của tốc độ hạ cọc, đất võng lên ngày càng lớn. Cọc đường kính nhỏ, đường cong quan hệ giữa mặt đất võng lên với khoảng cách cọc có dạng lõm, còn cọc đường kính lớn, đường cong quan hệ giữa mặt đất võng lên với khoảng cách cọc có dạng lồi.



Hình 4.82. Quan hệ giữa khoảng cách cọc với biến dạng của khối đất

Mặt đất võng lên tăng theo sự gia tăng của chiều sâu hạ cọc, nếu cọc chìm đến độ sâu giới hạn, độ võng lên lớn nhất, sau đó sự võng lên của mặt đất tương đối ổn định, chậm chạp.

Khối đất võng lên, sẽ nâng thân cọc đã chôn vào trong đất. Việc nâng lên và võng lên của cọc bên cạnh và cọc mới hạ không hoàn toàn trùng nhau. Mặt đất võng lên có giá trị lớn nhất khi cọc thi công đạt tới độ sâu giới hạn. Sau đó giữ ổn định hoặc hơi chìm xuống. Mà việc bị đẩy lên của cọc bên cạnh tăng lên theo sự gia tăng của chiều sâu chìm cọc, hiện tượng đẩy lên xuyên suốt toàn bộ quá trình thi công. Kết thúc hạ cọc, sự đẩy lên của cọc bên cạnh là lớn nhất.

Sự võng lên của mặt đất nhóm cọc và sự đẩy lên của đầu cọc là kết quả tổng hợp ảnh hưởng của việc thi công các cọc đơn. Thành phố Ninh Ba đã điều tra 4 ngôi nhà, lượng đẩy lên do thực tế là 129~301mm.

Mặt đất võng lên nói chung có dạng hình bán bao. Một công trình ở giữa võng lên lớn nhất đến 420mm. Xung quanh võng lên nhỏ nhất là 17mm.

Một công trình ở Thượng Hải, trị số lượng đẩy lên lớn nhất đo thực tế ở hiện trường là 32~34,7mm, ngày có lượng đẩy lên lớn nhất khoảng 4,6~5,4mm. Chuyển dịch ngang lớn nhất là 48,8mm, ngày có lượng chuyển dịch ngang lớn nhất khoảng 4,3~5,3mm. Hiện trường một công trình ở Nam Kinh là đất yếu, dùng cọc nhồi chìm ống, mặt bằng ở giữa võng lên lớn nhất tới 470mm, mà lượng võng lên lớn nhất mỗi ngày đạt 20mm. Dùng biến dạng nhỏ đo động tính hoàn chỉnh của thân cọc, ở phần giữa hiện trường có một số cọc gãy. Sau này khi dùng các loại biện pháp mới giải quyết được sự cố chất lượng lớn lần này.

Trong lớp đất sét yếu bão hoà, võng lên và chuyển dịch ngang không chỉ có liên quan đến khoảng cách cọc, đường kính cọc, chiều dài cọc, mà còn có liên quan đến mật độ bố trí cọc. Mật độ bố trí cọc có thể dùng mật độ mặt hạ cọc hoặc mật độ khối để biểu thị.

Dựa theo thống kê công trình thi công, nếu tổng diện tích mặt cắt cọc chìm vào đất chiếm trong khoảng 5% diện tích hiện trường bao quanh khu vực ngoài cọc, mức độ nguy hiểm tương đối nhỏ, ta có:

$$W_s = \frac{\sum f}{F} < 5\% \quad (4.13)$$

Trong đó: f - Diện tích mặt cắt cọc đơn (m^2), $\sum f$ là tổng các diện tích mặt cắt cọc đơn;

F - Diện tích hiện trường không bao gồm diện tích cọc (m^2);

W_s - Mật độ diện tích chìm cọc.

Nếu dùng mật độ khối chìm cọc (W_v) để biểu thị, thì phải đáp ứng $W_v < 0,6$, ta có:

$$W_v = \frac{\sum V_i}{F} < 0,6 \quad (4.14)$$

Trong đó: V_i - Thể tích cọc đơn của cọc chìm trong đất;

$\sum V_i$ - Tổng thể tích của các cọc đơn chìm trong đất;

F - Như trên.

Nếu thiết kế mật độ bố trí cọc có $W_s > 5\%$, $V_v > 0,6$, tỉ lệ cọc gãy tương đối nhiều. Do người thiết kế tìm hiểu những đặc trưng của cọc nhồi ống chìm là cọc ép đất và cọc ép đất trong đất yếu không đầy đủ, do vậy gây nên sự cố chất lượng, điều đó thường xảy ra ở vùng duyên hải, bờ sông.

- Sự cố thiết kế khác của cọc nhồi chìm ống

+ Bố trí cọc không hợp lí, độ lệch của trọng tâm nhóm cọc và trọng tâm kết cấu bên trên quá lớn, làm cho công trình lún không đều.

+ Bố trí thiết kế lồng cốt thép không hợp lí, chiều dài của lồng cốt thép quá ngắn, đặc biệt là cọc nhồi ống chìm trong nền đất yếu, do chuyển dịch bên của lớp đất nông của nền

thường là tương đối lớn, chuyển vị tương đối mặt giáp giới giữa các lớp đất khác nhau cũng tương đối lớn, nếu phần thân cọc này không bố trí lồng cốt thép cũng dễ làm cho cọc nứt gãy hoặc thu nhỏ. Ngoài ra, nếu đoạn cuối lồng cốt thép có móc câu, bê tông đổ không dễ dàng đi qua, cũng dễ có hiện tượng cọc treo, tổ ong, hoặc không đặc chắc.

+ Thiết kế chiều dài cọc không đủ (chiều dài thân cọc đổ bê tông), chưa xem xét bê tông đầu cọc thường nổi nhiều vữa, cường độ thấp, mà phải đục đi cũng dễ gây ra sự cố.

2. Phương pháp xử lý

Khi thiết kế cọc nhồi ống chìm, phải điều tra rõ điều kiện địa chất công trình ở hiện trường, chọn công nghệ tạo cọc và lớp đỡ cọc một cách chính xác. Yêu cầu cấu tạo của cọc, phải tiến hành thiết kế dựa vào tải trọng kết cấu bên trên và điều kiện địa chất. Với sức chịu tải của cọc đơn không thể dựa vào kinh nghiệm hoặc tài liệu thí nghiệm cọc của công trình bên cạnh để xác định, phải tiến hành thí nghiệm tải trọng tĩnh (thí nghiệm ép cọc) dựa theo yêu cầu quy phạm thiết kế, số lượng cọc thí nghiệm phải chiếm 3% tổng số cọc, nhưng không được ít hơn 3 cây. Dựa vào tài liệu thí nghiệm cọc, tiến hành thiết kế móng cọc. Đối với nền đất yếu, phải xem xét ảnh hưởng của hiệu ứng ép đất, sự võng lên và chuyển vị ngang của mặt đất. Cọc nhồi ống chìm là công trình khuấy dưới đất, gánh chịu toàn bộ trọng lượng của kết cấu bên trên và tác động ngang của dòng đất, tải trọng gió. Nếu móng cọc không đáp ứng được yêu cầu thiết kế, đặc biệt ở trong vùng đất yếu, dễ gây lún lún không đều cho công trình, nhẹ sẽ làm nứt kết cấu bên trên, nặng sẽ gây ra sự cố nghiêng, đổ. Kỹ thuật gia cố tương đối phức tạp, thời gian tương đối dài, giá thành tương đối lớn. Như một bệnh viện ở Nam Kinh, toàn bộ dùng cọc nhồi ống chìm chấn động, lớp đỡ mũi cọc là lớp sét bột cố bùn, do vậy đã tạo thành cọc treo, lại không tính độ lún của móng cọc. Hiện nay độ lún tới khoảng 20cm, độ chênh lệch lún 4~5cm, xử lý vô cùng khó khăn.

Lầu tổng hợp của một chi nhánh công ti ở Vô Tích là kết cấu gạch-bê tông, nhà 5 tầng, có chỗ 6 tầng, diện tích 1.500m². Sâu dưới mặt đất 6m của toà nhà này là đất yếu lẫn bùn, sức chịu tải của nền chỉ là 50kPa, bên dưới là đất sét bột, sức chịu tải của nền là 180kPa, thiết kế là cọc đóng búa mở rộng đáy, đường kính cọc là 350mm, cọc dài 6,5m, đầu mở rộng D là 500mm, toàn bộ có 165 cây cọc, sức chịu tải cọc đơn yêu cầu là 250kN/cây cọc.

Sau khi thi công xong, dùng biến dạng nhỏ đo động 45 cây cọc (chiếm 17% tổng số cọc) để kiểm tra tính hoàn chỉnh của cọc, kết quả thấy rằng:

- Cọc số 102 ở nơi cắt nhau của trục c và trục 9 là cọc gãy;
- Ba cây cọc lệch vị trí quá lớn, tới 0,20m;
- Hai cây cọc có chiều dài cọc không đủ.

Nguyên nhân xảy ra sự cố trên là:

- Khoảng cách giữa cọc 102 và cọc 103 bên cạnh là $0,9m < 3d = 1,05m$, cọc 102 thi công trước, cọc 103 thi công sau đã ép đứt cọc 102 có cường độ bê tông thấp đổ trước;
- Ba cây cọc lệch vị trí là do cọc định vị dịch chuyển gây nên;
- Chiều dài cọc không đủ là do lượng nhồi của bê tông quá ít gây nên.

Qua nghiên cứu dùng biện pháp xử lý sau:

- Bên cạnh cọc 102 khoảng 1,5m bổ sung một cây cọc đào thủ công, đường kính cọc là 800mm, cọc dài 4m, qua kiểm tra động thấy rõ vị trí đứt gãy cách đầu cọc khoảng 2m, đào bỏ 2m phần trên của cọc đứt gãy, dùng bê tông C28 đổ nối cọc đến đáy móng.

- Hai bên của cọc nghiêng bổ sung 2 cây cọc gỗ.

- Cọc có chiều dài không đủ dùng mặt móng mở rộng, giải quyết bằng cách lợi dụng cọc và đất cùng gánh chịu tải trọng bên trên.

4.7.2. Xử lý sự cố chất lượng công trình cọc đúc sẵn

Ở phần này chủ yếu giới thiệu xử lý sự cố chất lượng của cọc đúc sẵn.

I. Sự cố phá vỡ đầu cọc

1. Phân tích nguyên nhân

- Cường độ bê tông không đủ hoặc cường độ thiết kế hơi thấp. Nói chung cường độ bê tông cọc đóng búa không được thấp hơn C30. Khi thi công, vì cấp phối không tốt, tỉ lệ nước-xi măng quá lớn, đầm không đặc chắc, bảo dưỡng không tốt làm cho cường độ bê tông không đạt được yêu cầu. Có lúc tuy đạt cường độ chịu nén của bê tông, nhưng chưa qua thời gian bảo dưỡng tự nhiên nhất định, khả năng chống xung kích kém, cũng sẽ vì đóng cọc mà làm vỡ đầu cọc.

- Cấu tạo cốt thép đầu cọc không thoả đáng. Cấu tạo lưới cốt thép $\varnothing 8$ hoặc $\varnothing 6$, @ = 50mm theo hai hướng không phù hợp yêu cầu, hoặc lớp bê tông bảo vệ đầu cọc sau khi cốt thép chính ngàm vào lưới cốt thép quá dày hoặc quá mỏng.

- Mặt đầu cọc không bằng phẳng. Mặt đầu cọc không thẳng góc với tuyến trục cọc, mặt tiếp xúc giữa đầu cọc và mũ cọc không bằng phẳng, làm cho đầu cọc chịu ứng suất tập trung cục bộ quá lớn mà bị phá hoại.

- Chọn trọng lượng búa không thoả đáng. Nếu áp lực đóng búa quá lớn, ứng suất nén trong bê tông vượt quá cường độ chịu nén của nó thì sẽ bị phá hoại. Trọng lượng búa quá nhỏ, tốc độ chìm cọc chậm, số lần đóng lớn hơn 2.000 lần, đầu cọc sẽ bị phá hỏng do cường độ mỏi không đủ.

- Lớp đệm đầu cọc không tốt hoặc không kịp thời đổi lớp đệm đã hỏng. Đầu cọc bị phá hoại do trực tiếp chịu tải trọng xung kích.

2. Phương pháp xử lý

Với những nguyên nhân nêu ở trên có thể dùng rất nhiều biện pháp. Nếu đầu cọc bị phá hoại, phải đục bỏ lớp vỡ làm lại. Đầu cọc đổ bằng bê tông cường độ cao. Sau khi bảo dưỡng lại đóng hạ cọc.

II. Sự cố cọc đóng bị dịch chuyển, nghiêng và gãy cọc

1. Phân tích nguyên nhân

Cọc đóng dễ sinh ra hiệu ứng ép đất, làm cho thân cọc chuyển dịch, nghiêng, thậm chí nứt gãy cọc. Đặc biệt cọc đúc sẵn đóng trong nền đất yếu sẽ làm cho khối đất xung quanh bị nén ép, làm cho kết cấu khối đất xung quanh thân cọc bị phá hoại. Cọc đóng trong lớp đất yếu bão hoà, do sinh ra áp lực nước khe rỗng rất lớn, làm cho cường độ kháng cắt của đất yếu đã bị xáo động giảm đi, khối đất sinh ra từ biến. Khi cọc chìm vào trong đất, nếu

thể tích khối đất bị ép ra mà tương ứng với thể tích cọc, chiếm trên 5% thể tích khối đất trong phạm vi hạ cọc, thì sẽ sinh ra hiệu ứng ép đất rõ rệt, khiến cho khối đất trên mặt vồng lên hoặc chuyển dịch, đồng thời làm cho cọc bên cạnh đã xong bị đẩy lên hoặc chuyển dịch, uốn cong, nếu nghiêm trọng sẽ làm cho cọc bị nứt gãy, đầu nối cọc bị lỏng ra.

2. Ví dụ thực tế công trình

- Khái quát và biện pháp xử lý sự cố khách sạn Kim Lăng Nam Kinh:

Toà nhà chính của khách sạn Kim Lăng cao 37 tầng, chiều cao 108,4m, bên trên là kết cấu dạng ống-khung, kích thước mặt bằng móng là $34,5 \times 34,5\text{m}$, là móng tấm lớn, dày 2,5m. Dùng cọc ống đường kính ngoài là 550mm, chiều dày vách ống là 80mm, chiều dài cọc khoảng 20m, số cọc là 314 cây, khoảng cách giữa các cọc là 3~3,5d. Để giảm ảnh hưởng đóng cọc đối với bản thân móng cọc, dùng dây chuyền công nghệ đóng cọc từ trong mở rộng toả ra phía ngoài. Nhưng sau khi đóng xong cọc ở khu nhà chính, phát hiện mặt đất vồng lên 44cm (ở giữa), mặt đất xung quanh vồng lên 5~7cm, cọc đẩy lên thông thường khoảng 2cm, lớn nhất là 7,3cm. Chuyển dịch ngang của mặt đầu cọc lớn nhất là 26,5cm. Sau qua thí nghiệm, độ lún của cọc bị chối lên nhiều, lớn hơn rất nhiều so với độ lún của cọc bị chối lên ít. Nhưng sức chịu tải vẫn đáp ứng yêu cầu.

Sau khi nghiên cứu quyết định dùng các biện pháp xử lý sau:

- + Đối với lớp cọc xung quanh tấm đáy mà chịu lực tương đối lớn, dùng công nghệ đóng lại, để giảm độ lún. Ở giữa nhóm cọc, nhô lên mặt đất đến mấy mét, không chuyển được khung búa đóng, không đóng lại;

- + Bổ sung 44 cây cọc ở xung quanh ;

- + Xét tới năng lực của sức chịu tải cọc điều chỉnh của đài cọc liên khối cũ và sự chênh lệch lún không đều.

Qua hơn 10 năm sử dụng, độ lún của toàn bộ toà nhà trong phạm vi 10mm, độ chênh lệch lún nhỏ đi, toà nhà sử dụng bình thường, chưa thấy một hiện tượng nứt nào.

- Sự cố đóng cọc và biện pháp xử lý của một toà nhà ở cao tầng tỉnh Phúc Kiến:

Toà nhà ở cao tầng này, dùng cọc đúc sẵn đóng, mặt đất hiện trường vồng lên đến 1,13m, chuyển dịch ngang của cọc tới 0,45m, cọc có chuyển vị chiếm khoảng 40% tổng số cọc.

Công trình này đã dùng các biện pháp xử lý sau:

- + Cải tiến công nghệ đóng cọc, dùng phương pháp khoan trước hạ cọc sau. Chiều dài lỗ khoan bằng 1/3 chiều dài cọc, lỗ khoan phải thẳng góc, sai số độ thẳng góc không vượt quá 1/1.000; mặt cắt lỗ khoan nhỏ hơn mặt cắt cọc 15cm;

- + Giữa các cọc bố trí tấm bản nhựa thoát nước, giếng bao cát hoặc giếng cát thông thường, chiều sâu khoảng 1/3 chiều dài cọc, dùng để làm đường thoát nước, giảm áp lực nước khe rỗng;

- + Đào rãnh phòng chống ép ở bốn xung quanh hiện trường (sâu khoảng 2m, rộng 1~1,5m) để giải quyết hiệu ứng nén đất ở bề mặt;

- + Xếp sắp trình tự đóng cọc hợp lý. Dùng trình tự bảo vệ đối tượng phía sau để đóng cọc;

+ Không chế tốc độ hạ cọc. Dựa vào tình trạng biến dạng của mặt đất xác định số lượng hạ cọc mỗi ngày, cũng có thể dùng phương thức đóng đóng nghỉ nghỉ, cách ngày hạ cọc.

Phương pháp xử lý trên nên sử dụng tổng hợp, đồng thời nên dùng phương pháp đóng lại, bổ sung cọc, mở rộng dải cọc đối với các nguy hiểm xảy ra, để đảm bảo chất lượng móng cọc.

- Sự cố đóng cọc và biện pháp xử lý toà nhà Trường Giang ở Nam Kinh:

Toà nhà Trường Giang Nam Kinh, 23 tầng nổi, 1 tầng ngầm, tổng diện tích 32.000m². Kết cấu bên trên là kết cấu khung và ống trong. Móng ống trong là một bán liên khối dầy (dầy 2m), dưới cột khung là đài đỡ độc lập, chiều dầy 1,5~1,8m, bên dưới là cọc vuông đúc sẵn. Mặt cắt cọc là 450 × 450mm, cọc dài khoảng 38m, khoảng cách giữa các cọc là 1,8~2,25m, tổng số cọc là 372 cây. Sức chịu tải cọc đơn là 1.800kN~2.000kN. Dùng nén tĩnh cọc 300t đưa đoạn cọc khoảng 5m, lớp đỡ mũi cọc là lớp sỏi, chiều sâu đào hố móng khoảng 6,8m, đài đỡ ở trung tâm cho sâu thêm khoảng 1,5m. Xét tới tình trạng khi đào hố móng, biến dạng dịch chuyển của kết cấu bảo vệ tương đối lớn và nhà ở xung quanh bị nứt, sau dùng phương pháp: trước tiên thi công đài của ống trung tâm, sau đó ở trên đài bổ sung ống thép chống giữ kết cấu chống đỡ xung quanh. Đợi sau khi thi công xong ống ở giữa, khi thi công các đài độc lập ở xung quanh, phát hiện thân cọc xung quanh chuyển dịch, nghiêng rất lớn, chuyển dịch ngang lớn nhất tới 101cm, dùng đo động biến dạng nhỏ kiểm tra phát hiện 13 cây cọc đứt gãy, sức chịu tải cho phép theo chiều đứng chỉ khoảng 1.300kN, không đáp ứng yêu cầu thiết kế.

Công trình này dùng biện pháp xử lý sau:

+ Dựa vào tình hình cọc gãy và chuyển dịch ngang của thân cọc của từng đài độc lập, thi công cọc nhồi xối. Đường kính thân cọc là 700mm, chiều sâu ngàm vào đá là 2~3m, sức chịu tải cho phép của cọc đơn $[P_d] = 2.000\text{kN}$. Số lượng cọc bổ sung cho mỗi đài cọc là 2~4 cây, tất cả bổ sung 17 cây;

+ Tăng cường liên kết giữa các đài độc lập, ghép các đài độc lập, để tăng cường tính liên khối của móng;

+ Sửa chữa phương án tường ngoài của tầng ngầm và lấp đất vào kết cấu chống đỡ. Dùng toàn bê tông để lấp, nhằm tăng cường lực chống ngang của móng;

+ Tăng cường quan sát lún, tiến hành theo từng tầng. Đo bằng bằng cấp II và quan trắc độ lún của công trình và độ chênh lệch lún.

III. Sự cố nứt gãy thân cọc

1. Phân tích nguyên nhân

Nguyên nhân nứt gãy thân cọc thường gặp:

- Cọc chế tạo có khuyết tật, như cọc cong quá mức quy định, mũi cọc lệch quá lớn với tuyến trục cọc;

- Khi hạ cọc, thân cọc bị nghiêng và uốn cong;

- Độ mảnh của mỗi đoạn cọc quá lớn, khi hạ cọc, gặp những chướng ngại khối lớn cứng hoặc khi hạ cọc gặp mặt đá có độ nghiêng quá lớn, làm chuyển dịch mũi cọc về một phía, thân cọc bị nứt gãy;

- Nổi đầu cọc lệch vị trí, chiều dài, chiều rộng, độ no của các đường hàn nổi không đủ; tấm đệm không bằng phẳng, hoặc mặt nổi cọc không bằng phẳng, có khe rỗng cục bộ; vật liệu nổi đầu bằng mastit sulphuric không phù hợp yêu cầu, cấp phối không thoả đáng, khống chế nhiệt độ không tốt, đổ không phù hợp quy định, làm cho cường độ mastit sulphuric liên kết thấp; lỗ neo quá lớn, cốt thép neo bị cong, không chịu được đóng búa, làm cho nứt gãy ở chỗ nổi cọc.

2. Ví dụ thực tế công trình

Phân xưởng chính nhà máy nhiệt điện số 2 ở Nam Kinh sau khi đào đất phát hiện 27 cây cọc bị nứt gãy chỗ nổi cọc, một cây cọc đã biến thành hai cây cọc, chiếm khoảng 6% tổng số cọc. Nguyên nhân chủ yếu gây nên nứt gãy cọc là:

- Khi tháo khuôn, lật, vận chuyển, xếp chồng, cấu lên không tốt làm thân cọc đã có vết nứt, trong quá trình đóng cọc, làm cho thân cọc nứt gãy;

- Trong quá trình hạ cọc, dùng phương pháp chuyển giá cọc (hoặc dùng phương pháp buộc dây cáp để dẫn) hiệu chỉnh độ nghiêng của cọc một cách cường bức, khiến cho cọc uốn cong mà nứt gãy.

Qua nghiên cứu quyết định, phân biệt giải quyết đối với từng nguyên nhân nứt gãy .

IV. Thân cọc bị phá hỏng do ứng suất đóng búa và ứng suất môi gây nên

1. Khái quát sự cố

Cọc đúc sẵn trong quá trình đóng búa hạ cọc, cọc chịu các loại tác động như nén, kéo, uốn, cắt, ứng suất và biến dạng rất phức tạp, thông thường ứng suất nén phân bố thành hình parabol dọc theo thân cọc, trên to dưới nhỏ, nghĩa là ứng suất nén giảm theo chiều sâu cọc ngáp vào trong đất. Qua đo thí nghiệm ứng suất nén đóng búa lớn nhất khoảng $20\sim 30\text{N/mm}^2$. Ứng suất kéo đóng búa phân bố theo hình quả trám, ở giữa thân cọc lớn nhất, ở nơi cách đầu mũi cọc (0,5~0,7) chiều dài cọc, ứng suất kéo khoảng $3\sim 10\text{N/mm}^2$. Búa đóng lệch còn làm cho thân cọc sinh ra tải trọng tập trung lệch tâm, tăng ứng suất phụ thêm, làm cho hiện tượng tập trung ứng suất cục bộ nghiêm trọng.

Nếu số lần đóng búa vượt quá số lượng nhất định, sẽ làm cho cường độ giảm xuống do thân cọc mỏi, lực dính kết giữa cốt thép và bê tông bị phá hoại, làm cho thân cọc nứt gãy, đặc biệt là cọc đúc sẵn hình ống khi đóng vào lớp đá cứng, sẽ làm cho thân ống bị phá hoại, lồng cốt thép biến thành dạng đèn lồng.

2. Ý kiến xử lý

Dựa vào sức chịu tải cọc đơn, tính chất lớp đá để chọn trọng lượng búa và công cụ đóng cọc. Nên dùng búa nặng đóng thấp, đóng ổn định chính giữa, số lần đóng búa nên không chế trong khoảng 1.500 lần.

V. Hồ móng đào không tốt làm cho thân cọc nghiêng, uốn cong, nứt gãy

1. Khái quát sự cố

Có một nhóm cọc đóng sâu nhất định, đất đào hồ móng không dùng phương pháp đào theo từng lớp, mà dùng gầu xúc ngược đào đất đến tận móng, làm cho hai phía của thân cọc xuất hiện độ chênh áp lực đất quá lớn, làm cho thân cọc bị nghiêng, nghiêm trọng có cọc bị nứt gãy.

Công nghệ đào đất có sai sót, gầu đào đất trực tiếp đập vào đầu cọc, làm cho đầu cọc chịu một lực xung kích ngang, thân cọc uốn cong, nứt gãy vì uốn nghiêng.

2. Ví dụ công trình thực tế

Cọc đúc sẵn đóng ở một công trình bị gầu của máy đào đất đập vào, thân cọc bị hư hỏng nghiêm trọng, dùng phương pháp động biến dạng nhỏ kiểm tra tính hoàn chỉnh của thân cọc, có 50% cọc gãy, mặt đứt gãy ở phía trên của lớp đất cứng.

Dựa vào tình hình thực tế công trình kịp thời phân tích nguyên nhân gãy cọc, dùng biện pháp gia cố bổ sung cọc tại thực địa, bơm vữa nén chặt.

VI. Sự cố do chọn lớp đỡ mũ cọc không hợp lý, cọc chìm không đến lớp đỡ mũ cọc theo thiết kế, sức chịu tải của cọc đơn không đủ

Khi đóng búa hạ cọc, đối với chiều sâu chôn cọc tương đối lớn (trên 15m), mà gặp lớp đất sét cứng (dày trên 6m) hoặc lớp cát chặt vừa (dày trên 3m), xuyên qua chúng có những khó khăn nhất định, sẽ làm cho mũ cọc không đến được lớp đất đỡ mũ cọc, tạo ra sự cố sức chịu tải của cọc đơn không đủ. Ví dụ, một công trình ở thành phố Nam Kinh (19 tầng), toà nhà chính đầu tiên dùng cọc vuông đúc sẵn dài khoảng 25m (mặt cắt $45 \times 45\text{cm}$), dùng búa diênzen (4,5t) để đóng, cọc gãy nghiêm trọng, sau không thể xuyên qua được lớp cát mịn có chiều dày khoảng 6m, đành phải thay bằng cọc 13m, lớp đỡ mũ cọc trở thành lớp đất cát. Hoặc như: một toà nhà của viện nghiên cứu tỉnh Giang Tô (18 tầng), cọc thí nghiệm là cọc vuông đúc sẵn, cọc công trình đổi thành cọc ống đúc sẵn (đường kính 550mm, vách dày 90mm), cọc dài khoảng 30m, hạ cọc dùng phương pháp khoan lỗ trước, sau đóng búa, gây nên tổn thất kinh tế tương đối lớn, đồng thời kéo dài thời gian thi công. Lại như một công trình nhà ở kết cấu gạch-bê tông khẩu độ nhỏ chịu tải trọng ngang, móng dùng móng tấm liền khối, bên dưới là cọc vuông đúc sẵn. Do hiện trường này có một mương đi qua, trong mương có lớp đất sét pha bùn, công trình này dùng hai loại cọc 15 và 19m, mặt cắt là $40 \times 40\text{cm}$, lớp đỡ mũ cọc ở bên dưới lớp đất sét pha bùn. Tường bị nứt sau khi xây xong nhà, lún lệch phát triển tương đối nhanh, mỗi ngày khoảng 2mm, sau khi khảo sát lại, loại cọc dài 15m là cọc treo do không xuyên qua lớp đất sét pha bùn, sau dùng cọc neo nền tĩnh gia cố để xử lý mới sử dụng được.

4.7.3. Xử lý sự cố chất lượng cọc nhồi khoan (xối, đào) lỗ

Cọc nhồi khoan (xối, đào) lỗ, thường chia làm hai loại: thi công tốt và thi công khó, ở đây chủ yếu giới thiệu xử lý sự cố chất lượng cọc nhồi thi công tốt.

1. Sạt lở vách lỗ, lớp mùn quá dày, sức chịu tải không đủ

1. Nguyên nhân sự cố

Thông thường nguyên nhân gây ra sạt lở vách lỗ là: không dựa vào điều kiện chất đất để dùng công nghệ tạo lỗ thích hợp và chất lượng bentonit tương ứng. Đặc biệt trong lớp đất cát cứng vừa cần phải dùng bentonit giữ vách chất lượng tốt, nếu mật độ quá nhỏ hoặc ống giữ vách chôn quá nông, đất lấp ống giữ ống và khe nối không cẩn thận, rò rỉ nước, rò rỉ vữa, làm cho cao độ mặt vữa trong lỗ không đủ hoặc trong ống xuất hiện lớp nước chịu nén, giảm áp lực thuỷ tĩnh đối với vách lỗ đều là những nguyên nhân gây nên sạt lở. Ngoài ra, sau khi rửa lỗ mật độ độ dính của bentonit giảm xuống, cũng sẽ làm giảm áp lực thuỷ tĩnh đối với vách lỗ, làm cho vách lỗ không ổn định. Khi rửa lỗ thao tác không đúng, đường

ống cấp nước trực tiếp xối vào vách lỗ, hoặc cần khoan không thẳng, lúc lắc đập vào vách lỗ cũng đều làm cho vách sạt lở. Khoan nhanh trong lớp cát rời rạc, hoặc thời gian khoan không tải dừng ở một chỗ quá lâu, tốc độ quay quá nhanh, búa xung kích, gấu xúc hoặc ống đào cận lạng bị nghiêng đập vào vách lỗ cũng làm cho sạt lở. Hạ lồng thép và ống dẫn bị nghiêng đập vào vách lỗ cũng làm cho sạt lở, thời gian ngừng sau khi hình thành lỗ quá lâu, không kịp thời đổ bê tông, làm cho lớp cận lạng quá dày, hoặc dùng phương pháp nổ mìn xử lý đá mồ côi, vật cản trong lỗ, lượng thuốc nổ quá lớn làm chấn động vách lỗ.

2. Phương pháp xử lý

Đối với từng nguyên nhân sạt vách lỗ, dùng phương pháp tương ứng. Đầu tiên cần làm rõ vị trí lỗ sạt, sau đó dùng đất sét và cát lấp cao 1~2m phía trên lỗ sạt. Nếu sạt lở nghiêm trọng, phải lấp lại toàn bộ, đợi khi đất lấp lắng chìm đặc chắc thì khoan lại lỗ mới. Nếu cận lạng quá dày, phải rửa lại lỗ lần nữa, cho đến khi lớp cận lạng phù hợp yêu cầu mới dừng.

3. Ví dụ thực tế công trình

Tổng diện tích của một toà nhà là 36.500m^2 , trong đó diện tích khu A là 32.500m^2 , toà nhà chính 28 tầng trên mặt đất, 2 tầng ngầm, tổng chiều cao là 97,9m, kết cấu bên trên dùng kết cấu khung và ống trung tâm, khu B có 35.000m^2 , 2 tầng trên mặt đất (tục bộ có 9 tầng), 1 tầng ngầm, tổng chiều cao là 22m, kết cấu khung. Giữa toà nhà chính khu A và khu thấp tầng không bố trí khe lún, có dải đổ bê tông sau. Giữa hai khu A và B có khe lún.

Toà nhà chính của khu A dùng cọc nhồi ngàm vào đá $\varnothing 800\text{mm}$, dài 34~39m. Lớp đỡ mũi cọc là lớp cát mịn. Ống trung tâm là móng bản liền khối dầy, khối nhà thấp tầng dùng cọc ngàm vào đá $\varnothing 800\text{mm}$, dài độc lập có giằng chôn sâu 10m. Sức chịu tải dọc trục cho phép của cọc đơn lấy 3.010kN .

Tại công trình thí nghiệm gia tải nén tĩnh 4 cây, trong đó 3* và 4* là cọc công trình, kết quả thí nghiệm như bảng 4.24.

Phân tích đối với kết quả thí nghiệm trên có hai loại ý kiến:

- Cơ quan thiết kế đề xuất, theo điều 6 phụ lục 14 của “Quy phạm thiết kế nền móng xây dựng” (GBJ7-89) quy định: cọc thí nghiệm tham gia thống kê, khi sai số của các cọc không vượt quá 30%, có thể lấy giá trị bình quân làm sức chịu tải tối hạn dọc trục của cọc đơn. Sức chịu tải bình quân cho phép của 7 cây cọc thí nghiệm trên là $3.035,7\text{kN}$, sai số giữa các cọc không vượt quá 30%, do đó cho rằng sức chịu tải của cọc đơn đáp ứng yêu cầu thiết kế.

- Một số cán bộ thiết kế đề xuất, thí nghiệm nén tĩnh chia làm hai đợt, mỗi đợt chỉ có hai cọc, nên lấy giá trị nhỏ nhất là 2.600kN làm sức chịu tải cho phép của cọc đơn, 3 cây cọc thí nghiệm động cũng nên lấy giá trị nhỏ nhất là 2.600kN . Do đó cho rằng sức chịu tải của cọc đơn không đạt được yêu cầu thiết kế (3.010kN).

Tổ chuyên gia kết cấu nhà cao tầng của thành phố Nam Kinh thảo luận và đề xuất ý kiến xử lý sau:

+ Từ đường cong $P-S$ thí nghiệm tĩnh tải của hai cọc công trình cho thấy, nếu lực dọc trục là 3.010kN , độ lún lần lượt là 4,6mm và 9,8mm, đều nhỏ hơn 10mm, biến dạng lún của nó về cơ bản đáp ứng yêu cầu thiết kế.

Bảng 4.24

Số hiệu cọc	Sức chịu tải tối hạn dọc trục của cọc đơn (kN)	Sức chịu tải cho phép (kN)
1	6.600kN	3.300kN
2	5.200kN	2.600kN
3	7.600kN	3.800kN
4	5.600kN	2.800kN

Các giá trị $P/D/A$ của ba cây cọc của công trình

Số hiệu cọc	Sức chịu tải tối hạn dọc trục của cọc đơn (kN)	Sức chịu tải cho phép (kN)
5*	5.200kN	2.600kN
6*	5.500kN	2.750kN
7*	6.800kN	3.400kN

+ Xem xét móng hàn dẫy (dẫy 2m) liên khối của ống trung tâm có tác động điều chỉnh lực dọc trục cọc đơn, mà xung quanh có dải độc lập. Do đó, sức chịu tải của cọc biên đều nhỏ hơn 3.010kN, có độ an toàn nhất định. Đồng thời, cường độ cọc nhồi tăng theo thời gian dừng, lực ma sát vách cọc cũng tăng, có thể làm cho khối đất dưới tấm đáy dài cùng làm việc.

+ Dựa vào trị số bình quân thí nghiệm nén tĩnh của 4 cây cọc là 3.125kN lớn hơn 3.010kN và những nhân tố trên, có thể cho rằng cọc công trình này cơ bản phù hợp yêu cầu, không cần bổ sung cọc, đồng ý nghiệm thu. Nhưng cần phải dùng những biện pháp sau:

- Phải chôn hộp áp lực đất ở dưới tấm đáy dài lớn và dài độc lập, để đo tình trạng phân bố lực dưới tấm đáy và tải trọng.

- Tăng cường đo lún của công trình này. Đồng thời hoàn thành đo thăng bằng chính xác cấp II do đơn vị chuyên ngành của viện đo đạc thành phố thực hiện sau mỗi lần hoàn thành thi công từng tầng, kết quả đo đạc cung cấp cho đơn vị thiết kế và đơn vị kiểm tra chất lượng.

II. Sự cố chất lượng bê tông thân cọc thấp, có tổ ong, lỗ rỗng gây cọc

1. Phân tích nguyên nhân

Nguyên nhân thường gặp có nguyên vật liệu cho bê tông không phù hợp quy định, cấp phối không tốt, như xi măng đã đóng vón, cường độ thấp, không không chắt chẻ lượng nước và phụ gia, hàm lượng bùn trong cốt liệu quá lớn. Do chất lượng nguyên vật liệu cung cấp không tốt làm cho độ dẻo, độ sụt của bê tông không phù hợp yêu cầu, công nghệ thao tác nhồi bê tông (đặc biệt là đổ bê tông dưới nước) không tốt. Trong quá trình nhồi bê tông, xảy ra sự cố tắc ống, bê tông lấp ống dẫn không rơi xuống được, hoặc ống dẫn bị bê tông hoặc lồng cốt thép làm tắc nghẽn không rút lên được, có khi van cách nước kẹt trong ống dẫn, hoặc độ sụt của bê tông nhỏ, độ lưu động kém, đường kính cốt liệu lớn, bê tông trộn không đều, bị phân li nghiêm trọng trong quá trình vận chuyển, hoặc ống dẫn rò rỉ nước, bê tông ít nước, cốt liệu làm tắc trong ống dẫn hoặc bê tông ngừng trong ống dẫn thời gian quá dài mà đông cứng lại, hoặc có lúc ống dẫn nâng quá cao mà làm cho thân cọc kẹp bùn gây

cọc, trong lớp đất sét pha bùn bão hoà, sau khi tạo lỗ do lực của bùn và áp lực nước khe rỗng của đất sét nén ép vào vách lỗ và bê tông còn dẻo tạo ra hiện tượng thu nhỏ hoặc do trương nở của đất dẻo mà làm cho lỗ nhỏ lại, hoặc do bentonit quá đặc, thiết bị chuyên hướng không nhảy, lực cản lớn, búa xung kích không thể chuyển động tự do hoặc hành trình xung kích quá nhỏ, búa xung kích vừa nâng lên đã rơi xuống, không đủ thời gian chuyển động, không thay đổi được vị trí xung kích mà làm thành lỗ không tròn, khiến cho thân cọc yếu. Khi sử dụng bê tông thương phẩm, nếu cung cấp vật liệu không kịp thời, làm gián đoạn đổ bê tông, khi đổ bê tông trở lại, chỗ nối trở thành lớp xốp. Nâng ống dẫn đập vào lồng cốt thép, làm cho đất vách lỗ lún vào bê tông, hoặc ống dẫn không thẳng đứng, kẹp nối đầu móc vào lồng cốt thép. Bê tông mới đổ dưới tác động của dòng chảy của nước có áp (hoặc gần đó hút nước ngầm lớn), làm cho vữa xi măng của bê tông đổ trong lỗ bị nước cuốn trôi, bê tông không thể đông cứng mà thành lớp xốp, phụ gia của bê tông quá nhiều hoặc trong nước ngầm có chất xâm thực làm cho bê tông không thể đông cứng tạo thành lớp xốp và trạng thái lỏng.

2. Phương pháp xử lý

Dùng các biện pháp tương ứng dựa vào nguyên nhân sinh ra, như có thể dùng phương án khoan lỗ trong bê tông thân cọc, phun vữa áp lực gia cố; đổi lõi cọc hoặc bổ sung cọc để xử lý.

3. Ví dụ thực tế công trình

- Khái quát sự cố công trình

Hai tháp đứng kết cấu bê tông cốt thép của đường dẫn điện qua sông ở Nam Kinh, tháp cao 257m, móng dùng móng bê tông tròn liền khối, dưới có cọc khoan nhồi $\varnothing 1500\text{mm}$, dài 53~55m. Dưới mỗi móng có 77~78 cây cọc, bố trí đầy cọc.

Sau khi hoàn thành móng cọc bờ bắc, dùng phương pháp động biến dạng lớn *PDA* kiểm tra trên 20% tổng số cọc, để kiểm tra tính hoàn chỉnh của cọc và sức chịu tải của cọc đơn. Kết quả đo kiểm tra, ở nơi cách đầu cọc 29,1m của cọc 18*, hệ số hoàn chỉnh của mặt cắt $\beta = 0,55$ thuộc cọc bị hỏng nghiêm trọng. Cọc 71* có hai chỗ khuyết tật: cách đầu cọc 15,6m, hệ số hoàn chỉnh $\beta = 0,25$ thuộc loại cọc gãy, cách đầu cọc 32,4m, hệ số hoàn chỉnh mặt cắt $\beta = 0,58$, thuộc loại mặt cắt bị hỏng nghiêm trọng. Đơn vị thiết kế cho rằng phải bổ sung hai cọc tương ứng. Cách đầu cọc 22,8m cọc 40*, hệ số hoàn chỉnh của mặt cắt $\beta = 0,52$, thuộc loại cọc hỏng nghiêm trọng. Cách đầu cọc khoảng 31,1m của cọc 1*, hệ số hoàn chỉnh mặt cắt $\beta = 0,62$, thuộc loại cọc bị hỏng, đơn vị thiết kế cho rằng phải bổ sung một cây cọc.

- Biện pháp xử lý:

+ Đối với cọc gãy, cọc bị hỏng nghiêm trọng, cọc bị hỏng đều cần khoan lỗ vào thân cọc. Tất cả khoan 4 lỗ đường kính khoảng 75mm, phun vữa cao áp (áp lực không thấp hơn 3,5MPa).

+ Xét thấy độ cứng móng bán đáy tương đối lớn, đối với bố trí đầy cọc có tác dụng điều chỉnh khả năng chịu tải của cọc đơn.

+ Thiết kế ban đầu của móng có dự trữ an toàn nhất định, do yêu cầu của tiến độ thi công công trình này, đồng thời hồ móng đã được đào, thiết bị bổ sung cọc không vào được

hiện trường, cần phải lắp đặt lại. Được cơ quan chủ quản cấp trên phê duyệt, dùng phương án gia cố: sau khi khoan lỗ, ép vữa áp lực cao.

Cọc sau khi gia cố phải tiến hành kiểm tra đo động một lần nữa, để xác nhận hiệu quả gia cố.

III. Sự cố thân cọc bị nghiêng

1. Phân tích nguyên nhân

Nguyên nhân sự cố thân cọc bị nghiêng có:

Lỗ khoan gập vật chướng ngại hoặc đã mói cốt, nối tiếp giáp giữa lớp đất cứng và mềm hoặc nối vữa đá nghiêng, đầu mũi khoan gập trở ngại không đều nên bị chuyển dịch làm cho lỗ bị nghiêng.

- Cẩn khoan cong hoặc nối tiếp không tốt, làm cho tim của mũi khoan và cần khoan không nằm trên một trục khiến cho lỗ khoan bị nghiêng.

- Nền không bằng phẳng hoặc không điều chỉnh sau khi lắp đặt giá khoan, hoặc do mặt đất không lún đều làm cho máy khoan, mâm quay, đế máy không bằng phẳng bị nghiêng

- Tim của viên bánh đà của cần, tim lỗ khoan của cần khoan cố định và tim lõi không cùng nằm trên một trục, lại không thường xuyên kiểm tra và hiệu chỉnh, làm cho lỗ khoan bị nghiêng

- Lỗ cọc hơi lớn, lồng cốt thép lệch về một phía, làm thân cọc bị nghiêng.

2. Phương pháp xử lý

Đường kính cọc của thân cọc bị nghiêng kiểm tra bằng phương pháp động biến dạng lớn PDA cho thấy, sức chịu tải của cọc nối chung đều thấp, phải kịp thời loại bỏ nguyên nhân lỗ khoan bị nghiêng. Nếu bị nghiêng sau khi thành cọc, phải dựa vào tình trạng chịu tải tiến hành gia cố xử lý.

IV. Sự cố lồng cốt thép không phù hợp yêu cầu

1. Phân tích nguyên nhân

Nguyên nhân thường gặp có:

- Trong quá trình gia công, xếp dỡ, vận chuyển làm cho lồng cốt thép biến dạng, vênh cong;

- Cấu lắp lồng cốt thép vào trong lỗ cọc, không từ từ lắp thẳng đứng mà lắp nghiêng;

- Lồng cốt thép gia công quá dài hoặc quá ngắn;

- Nếu chiều sâu lỗ tương đối dài, lồng cốt thép phải chia thành từng đoạn để hàn, chiều dài mỗi hàn không phù hợp yêu cầu;

- Lồng cốt thép làm xong, cách 2-2,5m chưa bố trí thép đai và thép đỡ đỡ gia cường;

- Cản lạng dưới đáy lỗ quá dày làm cho lồng cốt thép không xuống được tận đáy.

2. Phương pháp xử lý

Ngoài việc có những biện pháp cụ thể đối với những nguyên nhân trên, nếu cần tăng cường cục bộ cốt thép phần trên của cọc nhồi, phải có trang bị để cố định, tránh lồng cốt thép nổi lên hoặc chìm xuống.

4.7.4. Xử lý sự cố chất lượng cọc đào lỗ

I. Khái quát chung

Cọc đào lỗ là cọc do bê tông đường kính lớn (khoảng 0,8~2,5m) đào bằng thủ công hoặc đào bằng máy. Dưới đây thường mở rộng để nâng cao sức chịu tải của mũi cọc. Loại cọc này có những đặc điểm là: thiết bị đơn giản, thao tác thuận lợi, làm trong điều kiện khô ráo, cùng thi công một số lỗ mà không bị mặt bằng hạn chế, khi đào lỗ có thể trực tiếp kiểm tra tính chất đất đá vách lỗ và đáy lỗ, dọn đáy lỗ tương đối sạch, không còn cặn lắng, chất lượng bê tông dễ được đảm bảo. Do đó mà sức chịu tải của cọc đơn cao, có thể dùng phương án mỗi cột một cọc, tránh được tình phức tạp chồng chéo và ảnh hưởng lẫn nhau của ứng suất đất giữa các cọc do nhóm cọc dẫn đến, tiết kiệm được chi phí dài cọc lớn, tốc độ thi công nhanh, giá thành hạ, khi thi công không có tiếng ồn, không ô nhiễm, cũng không có hiện tượng ép đất, tính thích ứng mạnh. Nhưng khi thi công trong lớp cát dưới mực nước ngầm và lớp đất sét pha bùn bão hoà (đặc biệt là vùng có nước có áp), dễ sinh ra hiện tượng chảy ngầm, cát chảy, sạt lở vách lỗ. Do đường kính lớn (trên 1,5m), khi đào đất giảm tải tương đối lớn, thường làm cho đất vách lỗ xáo động và rời rạc, giảm cường độ đất xung quanh thân cọc (lực ma sát xung quanh thân cọc). Bảo vệ vách thường dùng bê tông hoặc gạch. Nếu thiết kế bảo vệ vách không tốt hoặc chất lượng thi công kém, dễ sinh ra rò rỉ, thấm nước. Nếu mực nước ngầm tương đối cao, độ sâu cọc đào đất lại trên 20m, thì vách bảo vệ dưới tác động của áp lực đất có nước, thường làm vách lỗ sạt lở đột ngột, lúc này nếu nhân công đang làm việc bên dưới, thường dẫn đến sự cố an toàn lao động nghiêm trọng. Cọc đào lỗ có hai loại đặc và rỗng, đối với tải trọng nhỏ, thường dùng cọc đào lỗ rỗng, phần rỗng của thân cọc có lúc được lấp đầy chặt bằng đất sét hoặc lớp đá cát.

Ở những khu vực nước ngầm tương đối phong phú, phải bơm hút nước để đảm bảo làm việc khô ráo. Lúc này dễ làm cho mực nước ngầm xung quanh khu vực giám di và mặt đất bị lún xuống, khiến cho nhà, đường ống và các thiết bị ở xung quanh bị tổn thất, có khi dẫn đến những sự cố rất lớn. Như một toà nhà ở Nam Kinh (30 tầng) dùng cọc đào lỗ thi công sâu 30~35m (đường kính cọc 1,5~2,3m), do hút hạ mực nước trên diện tích rộng của lỗ nhóm cọc, làm cho máy in nhập khẩu của một toà bảo gần đó lún không đều mà bị nghiêng, nguy hiểm hơn là máy in không thể in bình thường được, gây nên sự cố báo không thể xuất bản được bình thường. Tổn thất kinh tế trên một triệu nhân dân tệ. Công trình bị kéo dài hơn nửa năm.

II. Xử lý sự cố chất lượng cọc đào lỗ

1. Phân loại sự cố

- Vách lỗ sạt lở: do mực nước ngầm cao, nếu trong đất có lớp đất pha cát như đất bột, cát mịn có hệ số thấm tương đối lớn hoặc lớp đất sét pha bùn bão hoà đầy, lại thiếu vách bảo vệ có độ cứng và cường độ hữu ích để làm cho vách lỗ sạt lở. Như vách bảo vệ bằng bê tông cường độ thấp, chiều dày của nó không thể chịu tác động áp lực hông của đất và nước gây ra sự cố sạt lở. Khi sử dụng gạch xây bảo vệ vách, mà không dùng biện pháp hạ mực nước ngoài hồ, nhẹ thì bị rò rỉ thấm nước dẫn đến tràn nước, cát chảy, chảy bùn, nặng thì vách bảo vệ bị đổ, gây nên sự cố an toàn lao động. Một công trình bảo vệ vách bằng gạch xây con kiến, chiều sâu hồ cọc khoảng 25m, một lần vách bảo vệ đột nhiên sạt lở, để chôn hai người ở trong lỗ.

- Nền của đáy hố không phù hợp yêu cầu: không dọn sạch triệt để đáy hố cọc. Khi đất bên cạnh hố cọc không vận chuyển kịp thời, bị nước mưa cuốn chảy vào hố cọc, nước bùn rất dễ từ chỗ nối tiếp của vách bảo vệ, chảy vào phần đáy của hố cọc, làm cho lớp cặn lắng càng dày thêm. Nếu đáy hố cọc gặp lớp đá cứng chưa làm bằng phẳng, khi gặp lớp đá yếu (như lớp đá cát lẫn bùn) không kịp thời che đậy bê tông, cũng sẽ làm giảm sức chịu tải của mũi cọc do nước làm mềm hoá. Lớp đỡ mũi cọc là dải đá vụn nát hoặc trong lớp đá có kẹp lớp yếu cũng sẽ làm giảm sức chịu tải của mũi cọc.

- Chuyển dịch vị trí cọc: do sai sót trong việc định vị cọc mà làm cho cọc bị nghiêng. Khi tạo hồ không khống chế độ thẳng đứng, lúc phát hiện bị nghiêng cũng không kịp thời chỉnh lại. Sau khi tạo hồ không đổ bê tông ngay, vách bảo vệ biến dạng vì chịu áp lực hông, khiến cho cọc bị nghiêng, thu nhỏ, ảnh hưởng tới tính toàn khối của thân cọc.

- Chất lượng bê tông của cọc thấp: vách bảo vệ bị rò rỉ nước nghiêm trọng, trong hố cọc tích nhiều nước, lại không dùng công nghệ thi công ống dẫn đổ bê tông trong nước mà chỉ dùng công nghệ vồi voi nói chung, bê tông bị phân tầng, lại thêm đầm không tốt ở trong hố cọc, làm cho cường độ bê tông thân cọc thấp, đầu cọc có lớp vữa tương đối dày. Ngoài ra, bê tông mới đổ dưới tác động của dòng nước ngầm, vữa xi măng dễ bị cuốn đi, hình thành lớp bê tông loãng, lớp kẹp cát đá có thể làm gãy cọc.

Những sự cố khác: như đổ từ trên cao, sự cố máy chạm điện, vật khác đập phải, trong hố cọc thiếu ôxy, sự cố ngạt thở cho công nhân vì trong hố cọc có khí độc.

2. Phương án xử lý

Cọc đào hố phải có thiết kế tổ chức thi công chi tiết, bao gồm phương án hạ mực nước, gập lớp cát chảy dùng ống lồng thép, hoặc phun vữa cao áp vào trong khối đất ở xung quanh cọc đào lỗ, biện pháp trộn dưới sâu, phun quay cọc hình thành lớp màng ngăn nước.

- Phải quán triệt chấp hành biện pháp an toàn đảm bảo an toàn cho con người.

- Do hố nhóm cọc bơm hạ mực nước, giống như bơm hạ mực nước của nhiều giếng sẽ làm cho mặt đất xung quanh lún xuống, ảnh hưởng tới sử dụng bình thường của nhà cửa, đường xá, thiết bị máy móc. Do đó, phải căn cứ vào điều kiện địa chất thuỷ văn công trình của địa phương, dùng các biện pháp hữu hiệu.

Nếu hoài nghi chất lượng bê tông thân cọc và tính hoàn chỉnh của thân cọc, phải kịp thời kiểm tra phân tích, đồng thời dùng các biện pháp tương ứng.

III. Ví dụ thực tế công trình

1. Sự cố chất lượng móng cọc một nhà cao tầng ở Quảng Châu và cách xử lý

- Khái quát sự cố công trình:

Tổng diện tích xây dựng của công trình này là 27.000m^2 . Một tầng rưỡi là tầng ngầm, bên trên là 18 tầng, tổng chiều cao là 103,2m. Lớp đá chôn dưới móng công trình tương đối nông là lớp đá yếu, các lớp lệch nhau, độ dày mỏng khác nhau. Kết cấu bên trên là kết cấu ống-khung vách cứng. Dưới cột và vách cứng đều thiết kế có cọc đào hố thủ công mở rộng đáy, đường kính cọc 1,6~2,0 và 2,4m, tỉ lệ đường kính đầu mở rộng và đường kính thân cọc là 2. Độ dốc quá độ từ thân cọc đến đầu mở rộng là 1:3, bình quân cọc dài là 10m, dài nhất là 20m. Lớp đỡ đáy cọc là lớp đá lẫn bùn. Lấy 1/2~1/3 cường độ chịu nén tới hạn dọc trục

bão hoà làm sức chịu tải cho phép của móng cọc, thông thường lấy 2.000kN/m^2 , các cọc đều thiết kế theo cọc chống. Khi thi công mỗi cây cọc đều dựa theo chất lượng đá đào ra ở hiện trường để điều chỉnh cao độ, đồng thời kiểm tra cường độ lớp đá yếu ở dưới.

Việc dọn sạch đáy móng mỗi cọc đều do cán bộ thiết kế, địa chất, thi công, nhân viên kỹ thuật kiểm tra chất lượng cùng kiểm tra tại hiện trường. Do đó, mẫu chốt của móng cọc là chất lượng bê tông thân cọc. Để đảm bảo chất lượng, đầu tiên dùng phương pháp siêu âm và phương pháp đo động tức thời kiểm tra rộng. Sau đó tiến hành kiểm tra khoan lấy lõi đối với cọc có nghi vấn. Kết quả kiểm tra cho thấy, cường độ chất lượng bê tông thân cọc của một số cọc thấp, hiện tượng phân tầng nghiêm trọng, có lớp xốp, không đạt được yêu cầu thiết kế.

- Xử lý sự cố: dùng một số biện pháp gia cường dưới đây

- + Gia cường bằng phun vữa áp lực: trên thân cọc khoan 3~4 lỗ, phun vữa xi măng cao áp, làm đặc chắc những lỗ rỗng của bê tông xốp trong thân cọc. Qua sơ bộ kiểm tra lại, phát hiện khả năng chịu tải được nâng lên rất cao, hiệu quả rất rõ rệt.

- + Phương pháp giảm tải mở rộng đài cọc: kiểm tra lõi của hai cây cọc, cường độ bê tông không đủ. Nhưng mặt đáy của đài cọc ở hiện trường cách rất gần mặt đá phong hoá có sức chịu tải cho phép là 1.000kN/m^2 , do đó quyết định tăng chiều dày của đài cọc ở hiện trường, làm chèn đầy đài cọc ở trên lớp đá phong hoá, để đạt được mục đích giảm tải cho đài cọc, giảm tải trọng đứng mà thân cọc gánh chịu.

- + Phương pháp đào lõi thay đổi bê tông khác: có ba cây cọc cường độ bê tông thấp, trong đó có lớp vữa cường độ rất thấp, lại có lớp cát đá không có vữa xi măng. Dùng các phương pháp gia cường khác đều không lý tưởng. Do đó quyết định khoan lỗ $\varnothing 1.000\text{mm}$ trong thân cọc, sau đó đổ bê tông cường độ cao trong nước và đầm kỹ.

- + Phương pháp phun vữa hoá chất cao phân tử áp lực cao: trong công trình có một cây cọc đã biết chất lượng bê tông không tốt, nhưng do tiến độ thi công khẩn trương, kết cấu bên trên đã thi công. Do đó chỉ có thể phun vữa hoá chất cao phân tử có giá thành cao. Loại vữa này có sức thâm thấu đối cao, có thể thâm nhập vào được lớp vữa và bê tông có cường độ thấp, đồng thời nâng cao cường độ chịu nén của nó. Để làm cho vữa hoá chất không chảy ra ngoài cọc, đầu tiên phun vữa áp lực thông thường xung quanh thân cọc hình thành màn chắn, sau đó tiến hành phun vữa cao phân tử có áp để gia cường.

2. Xử lý sự cố chất lượng thân cọc của cọc đào hố thủ công của một toà nhà

- Khái quát sự cố công trình: Một toà nhà ở Nam Kinh diện tích 41.384m^2 , toà nhà chính có 30 tầng trên mặt đất, 2 tầng ngầm, kết cấu bên trên là hệ vách cứng. Tổng trọng lượng phía trên tấm đáy là 86.300 tấn ($863.831,5\text{kN}$), dùng 64 cây cọc đào thủ công, đường kính cọc có nam loại: 1,4; 1,8; 2,0; 2,3; 2,5m, đường kính mở rộng đầu cọc lớn hơn thân cọc 0,8m.

Bên A có hoài nghi đối với bê tông thân cọc của nhóm cọc đào đầu tiên (5 cây), do đó khoan lấy lõi để kiểm tra, phát hiện 3 cây cọc ở vị trí dưới đầu cọc 16m bê tông chưa đông cứng hình thành lớp xốp. Cường độ bê tông thân cọc chỉ khoảng $9,8\text{MPa}\sim 23\text{MPa}$, cường độ

rất không đều. Nguyên nhân chủ yếu là công nghệ thi công không thoả đáng, trực tiếp dùng vôi vôi đổ bê tông thân cọc, mà nước ở trong hố cọc không được bơm ra ngoài.

- Biện pháp xử lý: dùng vữa cao áp để gia cường, khi thực hiện chỉ khoan một lỗ ($\varnothing 75\text{mm}$), dùng áp lực thấp $0,2\sim 0,6\text{MPa}$ phun vữa. Sau đó khoan lấy lõi kiểm tra lại, phát hiện vẫn còn tồn tại lớp vữa, cho thấy gia cường không có hiệu quả.

Hội đồng chuyên gia kết cấu nhà cao tầng thành phố Nam Kinh triệu tập đơn vị thiết kế, thi công, bên A và các chuyên gia kết cấu, chuyên gia công trình đất đá của thành phố và tỉnh hợp phân tích, nhận thấy công nghệ phun vữa sai nên thất bại. Xét thấy bổ sung cọc đào hố thủ công có thể lại nghiêng lại. Dùng các loại cọc khác, như cọc nhồi, do sức chịu tải của cọc đơn quá thấp, số cọc quá nhiều, không thể bố trí được. Dùng phương pháp xử lý đổi lõi. Do hố móng đã đào, thiết bị không thể đưa vào được hiện trường, các chuyên gia cuối cùng cho rằng, có thể phun vữa áp lực cao, đồng thời phun lại vữa áp lực cao theo các bước dưới đây để gia cố.

+ Trên cùng một cây cọc cách một khoảng cách nhất định, khoan trước 4 lỗ, xuyên qua lớp sự cố khoảng 1m . Lợi dụng lỗ khoan cọc thí nghiệm, ép nước áp lực cao, rửa lớp vỏ sự cố, làm cho bùn tạp chất, vữa rời của lớp sự cố qua các lỗ bên cạnh chảy ra, cho đến khi nước trong thì ngừng.

+ Lợi dụng lỗ cọc kiểm tra làm đường dẫn vữa áp lực cao, đồng thời trước đó cố định ống vào lỗ, lắp đặt thiết bị van khoá áp lực miệng lỗ, ngăn ngừa khi phun vữa, vữa bắn ra từ miệng lỗ.

+ Chế tạo vữa phun, tỉ lệ xi măng (xi măng poóc lăng thông thường 525[#]): nước: nước thuỷ tinh: phụ gia kỵ nước là 100: 50: 1: 0,6. Dùng bơm cao áp phun vữa vào lỗ khoan, áp lực không được thấp hơn 5MPa . Áp lực lớn nhất của vữa phun đo thực tế là $6,5\sim 7\text{MPa}$, đồng thời chú ý quan sát tình hình nước ra của lỗ khoan bên cạnh. Nếu chảy ra dung dịch vữa xi măng đặc, có nghĩa là dung dịch nước xi măng đã lấp đầy lớp sự cố. Dung dịch vữa dẫn tiên làm các mẫu $7,07 \times 7,07 \times 7,07\text{cm}$, cường độ đo được không thấp hơn C20 (tuổi 7 ngày, cường độ thực đo là 19; 23,7; 33,0MPa).

+ Thi công mũ cọc bê tông C40, tiến hành đo thí nghiệm biến dạng lớn *PDA* kiểm tra tính toàn khối và sức chịu tải của cọc đơn. Mũ cọc sau khi bảo dưỡng 7 ngày, khi mẫu thí nghiệm ($15 \times 15 \times 15\text{cm}$) đạt được $31,1\text{MPa}$, đo động hai cây cọc, còn một cây đo cảnh tay đòn của cầu (150t) không đủ không thể tiến hành quan trắc, kết quả như bảng 4.25.

Bảng 4.25. So sánh kết quả đo động với sức chịu tải thiết kế của cọc đơn

Số hiệu cọc	Sức chịu tải tối hạn (kN)	Trong đó, lực cân mũi cọc (kN)	Lực cân thành cọc (kN)	Sức chịu tải cho phép của cọc đơn (kN)
55 [#]	28.376,1	22.464,4	5.911,7	14.188,5
62 [#]	29.733,5	23.590,4	6.143,0	14.866,7

Kết quả kiểm tra cho thấy, tình hoàn chỉnh của thân cọc tốt.

Sức chịu tải theo thiết kế của cọc 55[#] là 15.580kN

Sức chịu tải theo thiết kế của cọc 62[#] là 16.420kN.

Sức chịu tải cọc đơn đo thực tế của cọc 55* còn kém sức chịu tải cho phép là 1.391,5kN; Sức chịu tải cọc đơn đo thực tế của cọc 62* còn kém sức chịu tải cho phép là 1.553,3kN. Do đó quyết định:

- Vách ngăn kết cấu bên trên dùng vách ngăn cục bộ nhẹ, để giảm trọng lượng bản thân của kết cấu;

- Tẩm đáy tầng hầm đáy 1m, chưa xét tới sự cùng làm việc của phản lực tẩm đáy giữa các cọc;

- Khi thiết kế sức chịu tải, độ lún chỉ trong khoảng 3,5mm.

Cho rằng móng cọc cơ bản phù hợp yêu cầu thiết kế, không cần xử lý bằng phương pháp bổ sung cọc.

3. Xử lý sự cố chất lượng cọc khoan nhồi của toà nhà chi nhánh ngân hàng trung ương

- Khái quát sự cố công trình: diện tích xây dựng của công trình này là 11.000m², phía trên có 11 tầng, có 1 tầng ngầm, cao 45,3m, kết cấu bên trên là kết cấu khung-vách cứng. Dọc phía dưới vách cứng bố trí một hàng cọc, có hai loại đường kính cọc là 800mm, 1.200mm, cọc dài 20,7m, lớp đỡ mũi cọc là lớp đất cát mịn, sức chịu tải thiết kế của cọc đơn Ø800 là 1.470kN, Ø1.200 là 2.500kN, độ lún đo được bằng thí nghiệm nền tĩnh dưới tác động của tải trọng thiết kế với cọc Ø800 là 1,8mm; với cọc Ø1.200 là 12,2mm, phù hợp yêu cầu thiết kế.

Sau khi đào hố móng, phát hiện một số lồng cốt thép của cọc lệch vị trí, 3 cây cọc có hiện tượng thu nhỏ. Dùng phương pháp động biến dạng nhỏ kiểm tra tính hoàn chỉnh của cọc, toàn bộ đo 20% tổng số cọc, phát hiện có 3 cây cọc có hiện tượng thu nhỏ và phân tầng, cường độ bê tông cục bộ không đủ. Nhưng lúc đó đã đào hố móng, đưa thiết bị vào hiện trường, bổ sung cọc có khó khăn, và lại yêu cầu tiến độ rất khẩn trương. Qua nghiên cứu, đơn vị thiết kế cho rằng công trình này có tầng ngầm rất lớn, dưới tác động của tải trọng bên trên, cọc, đài cọc, tầng ngầm cùng chịu lực, phần đáy sẽ chia nhau đảm nhận một phần tải trọng bên trên (khoảng 10%~20%), cho rằng có một số cọc có hiện tượng thu nhỏ, tuy có làm cho sức chịu tải của cọc đơn giảm đi, nhưng ảnh hưởng không lớn đối với nhóm cọc.

- Phương pháp xử lý: tẩm đáy dây 400mm đổi thành dây 600mm, tẩm đáy có cốt thép được điều chỉnh thích đáng, ngoài ra vẫn thi công theo bản vẽ cũ.

Công trình này đã hoàn công đưa vào sử dụng trên hai năm, độ lún rất nhỏ, khoảng 8mm, về cơ bản không có lún không đều.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1

CHUYỂN ĐỔI CẤP CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG RA MÁC BÊ TÔNG
(Theo TJ 10-74 “Quy phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép”)

Mác bê tông	100	150	200	250	300	400	500	600
Cấp cường độ bê tông	C8	C13	C18	C23	C28	C38	C48	C58

Phụ lục 2

BẢNG PHÂN LOẠI ĐẤT HIỆN TRƯỞNG XÂY DỰNG
(Theo GBJ 11-89 “Quy phạm thiết kế chống động đất xây dựng”)

Loại hiện trường	Chiều dày lớp đất phủ d (m)				
	0	$2 < d \leq 3$	$3 < d \leq 9$	$9 < d \leq 80$	$d > 80$
Cứng	I				
Cứng vừa		I		II	
Mềm vừa		I	II		III
Mềm yếu		I	II	III	IV

Phụ lục 3

PHÂN LOẠI CƯỜNG ĐỘ VẬT LIỆU
(Theo GBJ 3-88 “Quy phạm thiết kế kết cấu khối xây”)

Cấp cường độ khối xây và vữa, dùng theo quy định dưới đây:

Cấp cường độ gạch nung thông thường, gạch xi măng không nung, gạch đất sét thông tâm chịu tải trọng	MU30 (300); MU25 (250); MU20 (200); MU15 (150); MU10 (100) và MU7,5 (75).
Cấp cường độ khối xây	MU15; MU10; MU7,5; MU5; MU3,5.
Cấp cường độ đá	MU100; MU80; MU60; MU50; MU40; MU30; MU20; MU15; MU10.
Cấp cường độ vữa	M15; M10; M7,5; M5; M2,5; M1; M0,4.

Ghi chú: Số trong dấu ngoặc là mức quy định tiêu chuẩn cũ của vật liệu xây dựng.

BẢNG ĐỐI CHIẾU THUẬT NGỮ HOÁ CHẤT

胺基甲酸乙脂	Êthyl formate amine	圭酸钙	Silicat axit calcium
丙烯酸树脂	Acrylic resin	圭氧烷聚合物	Siloxane polymerization
丙凝化学液	Propyl dạng nước	圭酮	Silicon copper
丙烯铕胺	Acrylamide	铬钾矾	Chrome arcanite
丙酮	Asêton	红丹油	Dầu diên đan
丙烯酸	Axit acrylic	红丹酚醛	Phenolic aldehyde diên đan
	C_2H_3COH		
丙烯晴单体	Propylene thể đơn	红丹醇酸	Axit alcohol diên đan
	$CH_2CH=CH_2$		
丙凝	Propyl	红矾	Alumen đỏ
苯酚	Bột phenol	环氧氯丙烷	Êpôxy chloropropane
半酮亚胺	Semiketore imide	环氧乙烷	Ôxit ethylene
醇	Cồn	环氧丙烷	Êpôxy chloro alkalon
醇酸漆	Sơn axit alcohol	环氧乙烷丙共聚醚	Ôxirane propyl compolymer poly-ether
醋酸	Axit axêtic	环氧磁漆	Sơn êpôxy
重铬酸钾	Double potassium chromate	环氧硝基磁漆	Sơn êpôxy gốc nitrat
对甲苯亚磺酸	Benzen-Esulfilic	滑石酚	Bột tale
丁苯橡胶	Cao su butadienestylene	间苯二胺	M-phenylenediamine
丁基橡胶	Cao su butyl	聚氨脂	Pôlyurethane
多元醇	Pôlyhydric alcohol	聚硫化物	Pôly sulfide
二甲基苯胺	Mêthylaline hai	聚硫	Pôly sulfide
二甲基双丙烯酸胺	Dimethyl double acrylicamide	聚酸胺	Pôly axit amine
二甲胺基丙脂	Mỡ dimethylamine propyl	聚乙烯	Pôlyethylene
二甲苯	Xylene $C_6H_4(CH_3)_2$	聚硫化物	Pôly sulfur
发泡灵丙酮液	Asêton sủi bọt nhanh	聚氯乙烯胶	Keo PVC
酚醛磁漆	Sơn phenolic aldehyde	甲基丙烯酸甲脂	Methyl methacrylate
富锌	Giàu kẽm	甲基丙烯酸丁脂	Mỡ butyl methacrylate
过苯三酚	Pyrogallol no	甲基丙烯酸	Methacrylic acid
过氧化二苯甲铕	Benzen-Terioxide 2	甲基二异氰酸脂	Mỡ toluene isocyanate axit
过氧化苯甲铕	Benzoyl peroxide	甲亚基双丙烯铕胺	Methylenediacetamide
过硫酸胺	Peroxosulfuric axit amine	甲凝液	Methyl methacrylate

甲苯	Methylbenzene	硼钡酚醛	Phenolic aldehyde boron
碱酸钙	Alkali axit calcium	羟基的聚醚	Hydroxy polyether
碱酸钠	Alkali axit sodium	氢化	Hydrôgenation
开环共聚的聚醚	Ring-opening copolymer polymeric ether	氢氧化钠	NaOH
邻苯二甲酸二丁脂	Phthalic dibutylolaton	松焦油	Pine tar
连苯三酚	Pyrogallol	松节油	Dầu thông
氯磺化聚乙烯	Chlorosulfonation polyethylene	三乙胺二丁脂液	Mỡ triethylamine dibutyl
氯乙烯	Vinyl chloride	三乙醇胺	Triethanolamine
氯磺化聚乙烯	Chlorosulfonation polyethylene	桐油	Dầu chầu
氯模化聚乙烯	Chlorination polyethylene	吐温丙酮液	Dung dịch asêton
氯化丁基橡胶	Cao su clorua hoá	铁红过氯乙烯	Iron oxide rel overchloroethylene
氯光粉	Bột chlorine	铁红过氧乙烯	Ironoxit red nhiều vinyl chlorite
磷酸氢二钠	Sodium hydrogen phosphate	铁红环氧	Êpôxy iron ôxit red
磷化底漆	Sơn lót photpho hoá	铁红油	Dầu iron-ôxidered
硫氰酸钾	Potassium thiocyanate	铁红酚醛	Phenolic aldehyde sắt
硫酸亚铁	Sulfate ferrous	铁红醇酸	Axit alcohol sắt
蓝矾	Vitriol xanh	铁氰化钾	Potassium ferriocyanide
硝基磁漆	Sơn nitroenamell	铁红醇酸底漆	Sơn lót axit alcohol sắt
异氰酸脂	Mỡ axit isocyanic	桐油	Dầu trầu
预聚体	Prepolymer	糖醛	$C_2H_4O \cdot CHO$
云母氧化铁	Ôxit sắt mica	铈	Axin
乙基己脂	Êthyl C_2H_5	硝酸	Axit nitric
硫酸	Axit sulfuric	乙烯磁漆	Sơn ethylene
硫酸钙	Silicat canxi	乙二胺	Ethylenediamine
煤焦油	Coal tar	盐酸	Axit hydrocloric

SỔ TAY XỬ LÝ SỰ CỐ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Tập II

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập :

NGUYỄN MINH KHÔI

Chế bản điện tử :

NGUYỄN ĐĂNG SƠN

Sửa bản in :

NGUYỄN LAN HƯỜNG

Bìa :

NGUYỄN HỮU TÙNG

In 300 cuốn khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 50-2009/CXB/289-92/XD ngày 13-1-2009. Quyết định xuất bản số 228/QĐ-XBXD ngày 8-9-2009. In xong nộp lưu chiểu tháng 9-2009.

$\frac{6X-(414)}{XD - 2009}$	50 - 2009
------------------------------	-----------

Giá : 96.000đ