

Phần thứ hai

THI CÔNG CỌC TẠI CHỖ

Khác với thi công cọc tiền chế, thi công cọc tại chỗ được thực hiện ngay tại hiện trường. Thi công cọc tại chỗ được trình bày cho hai trường hợp khác nhau:

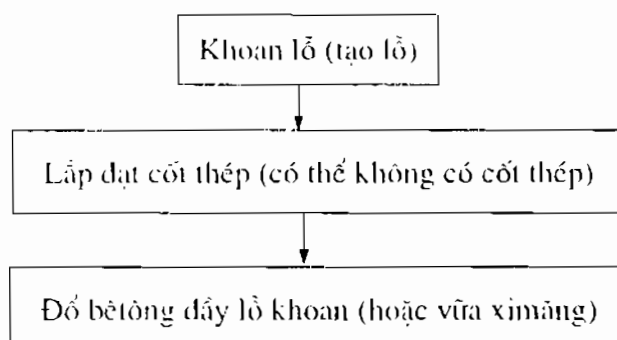
Thi công cọc nhồi.

Thi công tường trong đất (cọc barét).

Trình tự từng phần thi công của cọc tại chỗ như sau:

§1. THI CÔNG CỌC NHỒI

Khi mà đường kính cọc tính toán $\geq 60\text{cm}$, người ta khó mà thi công cọc theo phương pháp tiền chế (cọc đặc ruột), bởi vì việc nâng chuyển cọc có đường kính trên 60cm rất khó khăn. Từ giải pháp cọc tiền chế, người ta chuyển sang phương pháp thi công cọc tại chỗ - mà chúng ta thường gọi là cọc nhồi. Thi công cọc tại chỗ bao gồm các công đoạn sau:



Trong các công việc trên thì công việc khoan lỗ (hay tạo lỗ) là khó khăn hơn cả. Phương pháp khoan lỗ hay tạo lỗ khoan sẽ quyết định biện pháp thi công cọc nhồi.

Tuỳ điều kiện địa chất công trình, điều kiện thủy văn, các loại đường kính cọc và chiều sâu chôn cọc và khả năng thiết bị hiện có mà có nhiều biện pháp tạo lỗ khoan cọc nhồi và thi công cọc nhồi khác nhau.

1. Phạm vi ứng dụng các biện pháp thi công cọc nhồi

- Khoan lỗ cho cọc nhồi có hai trường hợp:

Lỗ khoan không có ống vách (suốt chiều sâu cọc).

Lỗ khoan có ống vách suốt chiều sâu khoan lỗ.

- Lỗ khoan không có ống vách suốt chiều sâu khoan lỗ cũng có hai trường hợp:
Lỗ khoan có dung dịch bentonite.
và lỗ khoan không có dung dịch bentonite giữ vách lỗ khoan (hình 73, 74, 75).
- Phân loại theo cách đào lỗ tạo lỗ, người ta phân ra làm các trường hợp tạo lỗ sau:
Tạo lỗ bằng khoan xoay.
 Khoan cần có gắn gầu xoay (hình 67).
 Khoan có lưỡi xoay (hình 74)
 Khoan xoắn ruột gà (hình 69)
Tạo lỗ bằng đầu búa xung kích.
Tạo lỗ bằng thủ công.
Tạo lỗ bằng quả trùy.
Tạo lỗ bằng ép (đóng) ống xuống nền.
 Ống mở miệng sau đó dùng gầu đào đất (hình 94)
 Ống bịt miệng nén đất (hình 90, 91).
- Phân loại cọc nhồi theo hình dáng:
 Cọc nhồi không mở rộng đáy.
 Cọc nhồi có mở rộng đáy.
 Cọc nhồi có mở rộng thân cọc.
- Phân loại theo biện pháp đổ bê tông cho cọc:
 Cọc nhồi đổ bê tông bình thường.
 Cọc nhồi đổ bê tông theo phương pháp nén vữa.
 Cọc nhồi đổ bê tông theo từng phần vật liệu.

2. Tạo lỗ khoan cọc nhồi bằng phương pháp khoan tạo lỗ xung kích

Người ta dùng cần khoan có gắn đầu búa (hoặc hệ thống tời treo để treo quả búa) nâng lên hạ xuống nhiều lần làm vỡ lớp đất đá cứng và tạo thành lỗ khoan. Phần lớn các mảnh vụn đất cứng và đá cứng ép vào thành lỗ khoan. Phần lớn còn lại nát vụn nằm ở đáy lỗ đang khoan và được lấy ra bằng các gầu hình ống (hình 62, 63).

Sau khi công việc tạo lỗ hoàn thành, người ta tiếp tục làm sạch lỗ khoan và đổ bê tông (có cả cốt thép) cho cọc.

Thi công cọc theo phương pháp dùng đầu búa xung kích được sử dụng phổ biến vì thiết bị đơn giản, thao tác đơn giản, vách lỗ ổn định chắc và ít sụt lờ, không bị ảnh hưởng bởi giới hạn địa hình và tiếng ồn - chấn động được giới hạn có mức độ (so với đóng cọc). Tuy nhiên việc tạo lỗ có tốc độ chậm vì việc thi công không liên tục: Sau khi tạo xung kích làm vỡ đất đá thì phải dừng lại để gắp và lấy đất đá vụn ra công việc gắp lấy đất đá vụn tốn rất nhiều nhân công và thời gian. Tuy nhiên các đất đá vụn không thể nào vét sạch được và chính lớp đất đá vụn này làm giảm lực xung kích của đợt kế tiếp: Hơn nữa, các đất đá vụn moi ra cũng làm ô nhiễm (bùn đất) hiện trường thi công.

Phương pháp tạo lỗ xung kích thường được áp dụng khi tạo lỗ khoan cho vùng đất hoàng thổ, đất sét, đất sét bột, đất đắp... đặc biệt tại các vùng có đá mồ côi, các tầng nham thạch tầng phong hoá. Trong tầng có lưu sa người ta cũng có thể khắc phục và thực hiện được phương pháp xung kích. Tuy nhiên tại vùng bùn lầy cần phải thận trọng, phải xem xét và thử nghiệm trước khi thực hiện. Tại các tầng đất có mực nước ngầm lớn và mạnh thì không nên dùng phương pháp này vì nó có thể làm giảm thấp hệ số ma sát quanh thân cọc nhồi hoặc làm giảm khả năng chịu lực của lớp đất tại đầu mũi cọc.

a) Các thiết bị thi công

Để nâng hạ thiết bị xung kích (các quả búa khoan - các đầu đập), người ta sử dụng các thiết bị nâng hạ phụ trợ như hình 60.

Bảng 15, giới thiệu các tính năng và đặc trưng kỹ thuật của một số máy khoan đập xung kích của Trung Quốc.

Hình 60b là thiết bị khoan xung kích rất đơn giản bao gồm các bộ phận:

Giá búa

Quả búa.

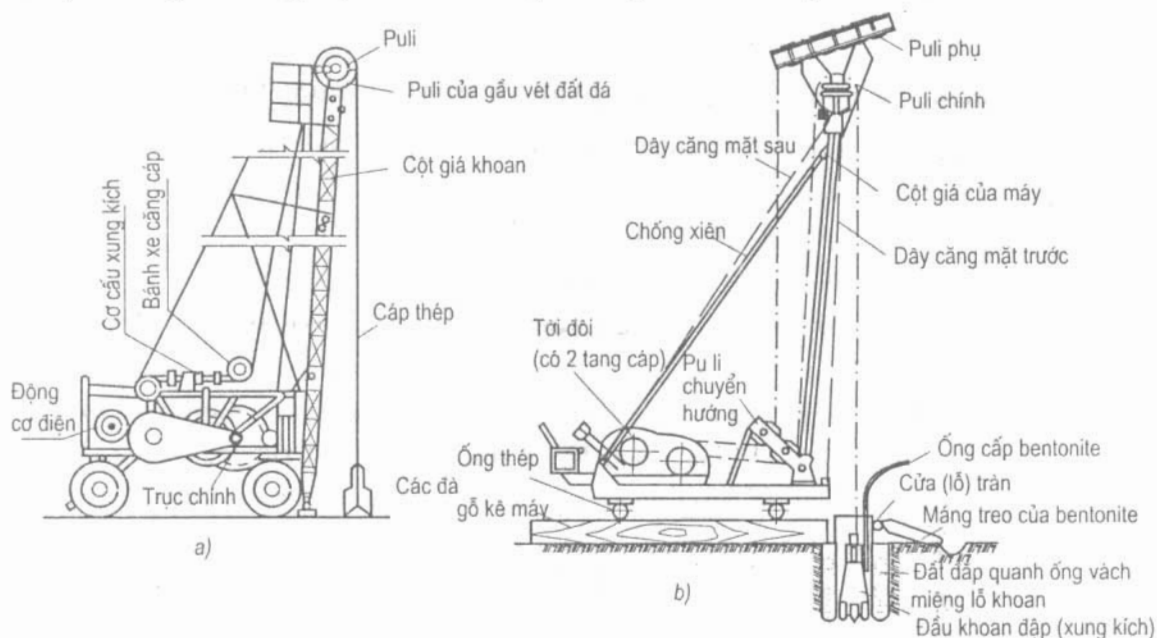
Thiết bị xoay chuyển hướng.

Ống giữ vách ở phần trên lỗ khoan.

Ống hút cạn (hình 62).

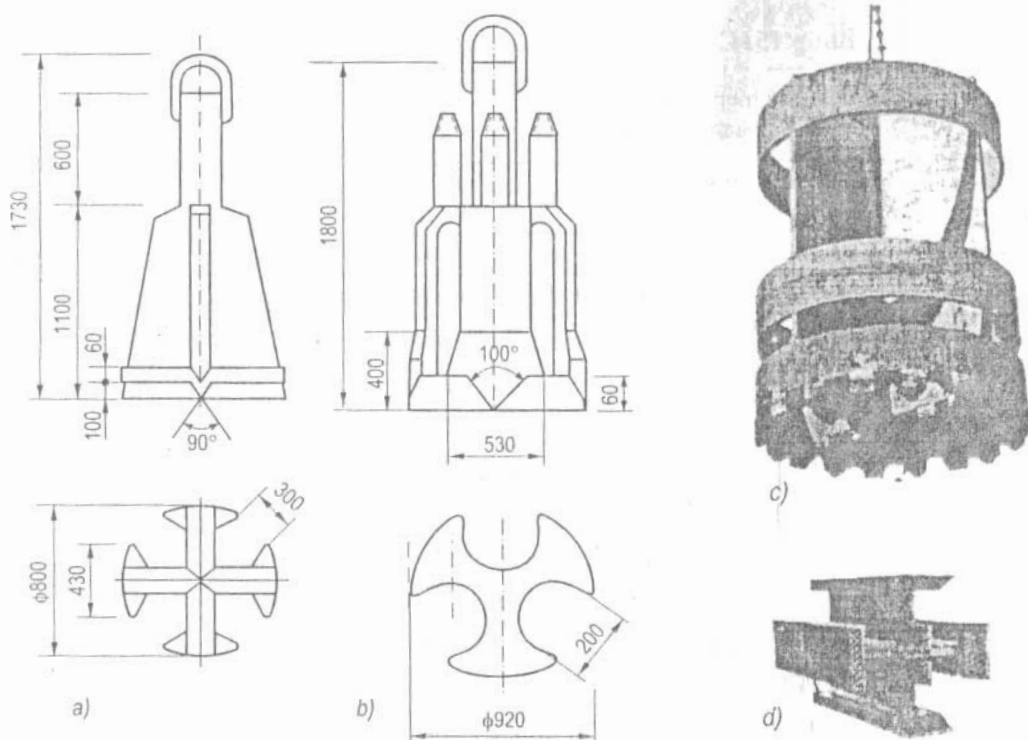
Tời nâng 3-5 tấn (có hai tang cáp) có kèm bộ phận ly hợp.

Với loại giá khoan 60b, mũi khoan thường dùng nhất là loại mũi 61a - 61b. Mũi 61a chủ yếu dùng cho tầng đá; mũi 61b chủ yếu dùng cho các tầng đất.



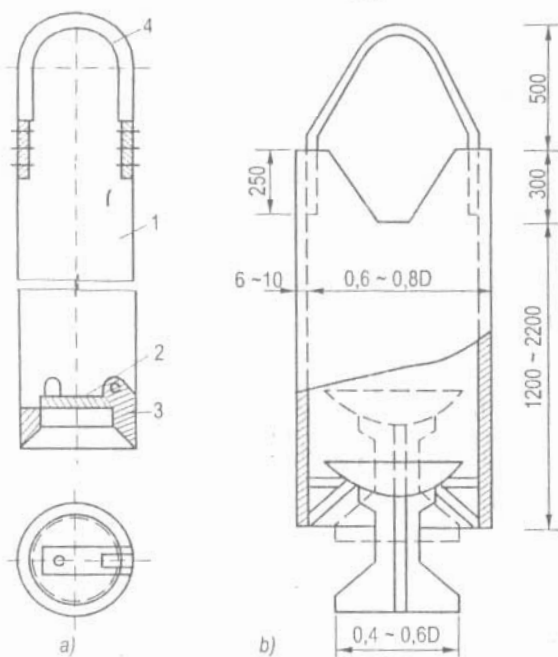
Hình 60: Cấu tạo thiết bị (máy khoan) tạo lỗ theo phương pháp xung kích.

a) Máy khoan lỗ xung kích C_{2.22}; b) Máy khoan lỗ xung kích đơn giản



Hình 61: Các đầu mũi khoan đập (xung kích)

a) Đầu khoan chữ thập; b) Đầu khoan 3 mố đập;
c) Đầu khoan đập có vành răng; d) Đầu khoan 5 mố đập.



Hình 62: Thiết bị ống hút cần dây lỗ

a) Ống có dầu van bằng; b) Ống có dầu van hình bát
1. Hình ống; 2. Van bằng; 3. Vành bọc; 4. Quai tay cầm



Hình 63: Gầu ngoạm đá vụn ở đáy lỗ khoan

Bảng 15. Các loại máy khoan xung kích của Trung Quốc

Mã hiệu	SPC 300H	GJC - 40H	GJD- 1500	YKC- 31	CZ- 22	CZ -30	KCL -100
Cách tính năng							
Đường kính max mũi khoan (mm)	700	700	2000 (đất) 1500 (đá)	1500	800	1200	1000
Chiều sâu khoan tối đa (m)	80	80	50	120	150	180	150
Xung trình (mm)	500/650	500/650	100/1000	600/1000	350/1000	500/1000	350/1000
Tần suất xung kích (lần/phút)	25/50/72	20→72	0→30	29/30/31	40/45/50	40/45/50	40/45/50
Trọng lượng phần xung kích (kg)	-	-	2940	-	1500	2500	1500
Lực nâng của tời (kN)	30	30	39,2	55	20	30	20
Công suất dẫn động kW	118	118	63	60	22	40	30
Trọng lượng máy khoan (kg)	15.000	15.000	20.500	-	6850	13670	6100
Nơi sản xuất	Thiên Tân		Trương Gia Khẩu	Lạc Dương		Thái Nguyên	

Mũi khoan đập được nâng lên thả xuống nhờ hệ cáp tời. Đầu khoan 61a × 61b nặng khoảng 1000 đến 1600kg.

Sau khi đập xung kích cho đá và đất cứng vỡ vụn thì dùng gầu chuyên dùng để gắp đá vụn đất vụn lên (hình 63) và dùng các thiết bị ống hút cần để làm sạch cần đáy lỗ (hình 62).

b) Nội dung công việc và trình tự công nghệ thực hiện

- Nội dung công việc và trình tự thực hiện bao gồm:

Chuẩn bị mặt bằng thi công.

Đánh dấu các vị trí cọc nhồi (các vị trí khoan lỗ)

Đào hố chứa bentonite

Rãnh dẫn bentonite.

Đặt ống vách ở miệng lỗ khoan.

Đưa máy khoan vào vị trí

Hiệu chỉnh, cân máy, kê lót chống lún.

Cho búa xung kích làm việc.

Tuần hoàn bentonite - bỏ các bentonite đã hư sang một bên, làm sạch bùn lỗ khoan, làm sạch lỗ khoan và cho vữa bentonite mới vào nghiệm thu hoàn thành công tác tạo lỗ khoan.

Hạ cốt thép và hạ ống dẫn bê tông.

Tiến hành đổ bê tông.

Sau khi đổ xong cọc thì tiến hành dưỡng hộ.

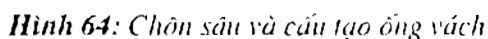
- Đặt ống vách giữ miệng lỗ khoan:

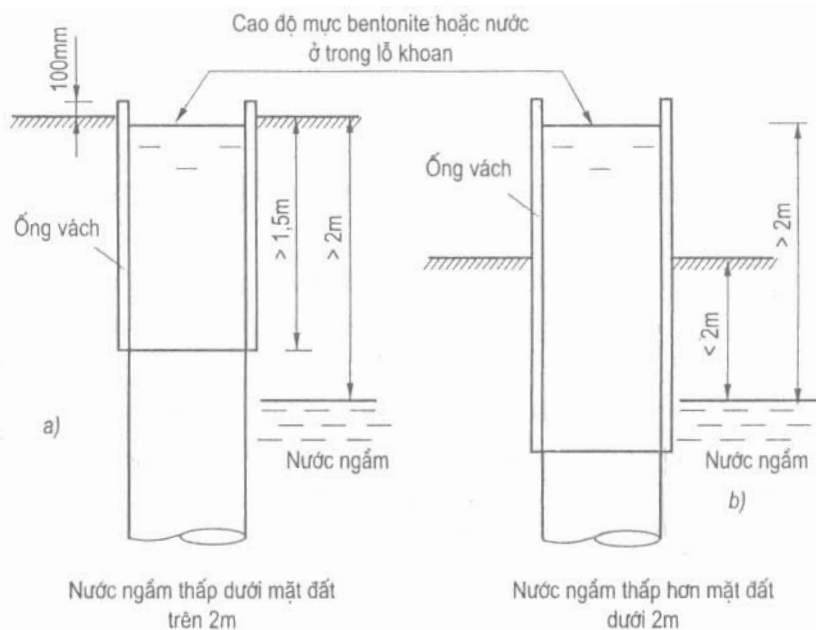
Ống thép giữ vách miệng lỗ khoan có chiều dày 4 - 8mm. Ống thép có nhiệm vụ giữ cho miệng lỗ khoan không bị sụt lở, đồng thời cũng giữ bentonite trong lỗ khoan không

Đường kính trong của ống vách phải lớn hơn đường kính ngoài (phủ bì) của mũi khoan khoảng 200mm, chôn sâu tối thiểu 1,5 → 2m. Việc định vị đặt ống vách ảnh hưởng đến việc định vị chính xác mũi khoan sau này. Do vậy yêu cầu khi đặt ống vách, yêu cầu sai số vị trí tâm $< 20\text{mm}$.

Sau khi đào hố để đặt ống vách (hình 64), trước khi đặt ống vách, cần đắp một lớp đất chống thấm (đất sét đầm chặt) có chiều dày 40 - 50cm. Tiếp đến, đặt ống vách. Chân của ống vách phải thấp hơn đất nền tối thiểu 1m (nếu là nền đất sét) và với nền đất cát thì chân ống vách phải thấp hơn mặt đất nền tối thiểu là 1,5m.

Đường kính hố đặt ống vách cần phải rộng hơn đường kính ngoài của ống vách từ 0,8m đến 1,0m trở lên. Khi đã đặt ống vách vào vị trí trên lớp đất sét đầm chặt thì tiếp tục đắp đất sét xung quanh thành ống vách. Lớp đất quanh thành ống ngoài nhiệm vụ chống thấm nước, giữ cho bentonite khỏi hao hụt, còn có tác dụng cố định vị trí của ống vách (như hình 64). Sai số vị trí giữa tâm ống vách và tâm cọc nhồi yếu cấu phải nhỏ hơn 50mm.





Hình 65: Áp lực thủy tĩnh trong ống vách

Trường hợp nước ngầm trong nền mạnh, ở gần mặt đất, cách mặt đất dưới 2m (như hình 65b) thì nên cho miệng trên của ống vách cao lên. Nhờ ống vách cao hơn mặt đất tự nhiên nên chiều cao của bentonite so với mặt đất tự nhiên cũng cao hơn. Nhờ vậy, áp lực bentonite lên thành lỗ khoan sẽ lớn và khả năng chống sụt lở và chống thấm của nước ngầm trong đất sẽ tốt hơn:

Hình 65a là trường hợp đặt ống vách khi nước ngầm ở mức thấp.

Hình 65b là trường hợp đặt ống vách khi nước ngầm ở mức cao (gần sát mặt đất tự nhiên).

Sau khi đặt ống vách (yêu cầu ống vách có mép trên cao hơn mặt đất từ 20 - 30cm, trong trường hợp áp lực nước ngầm lớn, mép trên ống vách có thể cao hơn nhiều) và đã đầm chặt đất quanh thành ống, ta đưa máy khoan vào vị trí và tiến hành khoan đập tạo lỗ. Thoạt đầu, chiều cao xung trình của quả đập nên hạn chế ở chiều cao rơi từ 0,4 đến 0,6m. Trong quá trình quả đập làm việc, người ta cho đá dẹt và vữa đất sét bentonite vào trong ống vách (mật độ vữa sét bentonite sử dụng được trình bày trong bảng 16). Nhờ có đá dẹt và vữa bentonite, quả búa đập và ép chặt vào thành lỗ khoan dưới chân ống vách, làm cho thành lỗ chắc và ổn định, giữ cho đoạn thành lỗ



Hình 66: Các đoạn ống vách lắp ghép

(sát mặt đất, dưới chân ống vách) không bị sụt lở trong quá trình khoan đập sau này. Chiều sâu gia cố thành lỗ dưới chân ống vách khoảng 3 đến 4m. Khi đã qua khỏi độ sâu này thì mới tăng xung trình khoan đập từ 1,5m đến 2m và tăng dần lên. Quá trình tạo lỗ cần phải thường xuyên vét cặn lỗ khoan để tránh trường hợp quả đập bị vướng bùn cặn làm giảm xung trình và giảm năng lượng xung kích.

Bảng 16. Sử dụng xung trình và bentonite cho các tầng đất

Thứ tự	Tại các tầng đất	Xung trình (m)	Bentonite (tấn/m ³)	Ghi chú
1	Trong ống vách và dưới ống vách trong vòng 3m trở lại	Nhỏ hơn 0,9 - 1,1	1,1 - 1,3	Tầng đất tốt thì khối lượng riêng của bentonite là 1,1, tầng đất xấu thì 1,3. Gặp tầng đất xấu thì cho thêm đá dẹt và sét vào để gia cố chặt thành lỗ dưới ống vách
2	Đất sét	1 - 2	Nước sạch	Nước sạch hoặc bentonite loãng, phải thường xuyên làm sạch bùn trên đầu mũi khoan đập
3	Đất cát	1 - 2	1,3 - 1,5	Cho các tầng đất sét vào lỗ khoan, vừa khoan đập vừa thường xuyên vét sạch cặn lỗ khoan, để phòng sụt lở thành lỗ khoan
4	Sỏi sạn	2 - 3	1,3 - 1,5	Tăng năng lượng xung kích, vét cặn thường xuyên
5	Gặp lớp đá phong hoá			Nếu lớp mặt không bằng phẳng, nên cho vào lỗ khoan 20 - 30cm đá (chiều dày), sau đó mới tiến hành khoan đập trên mặt đá đã làm phẳng. Cần tăng năng lượng xung kích và vét cặn đều.
6	Gặp lớp đất đắp trước đó	1	1,3 - 1,5	Xung kích nhiều Cho thêm các tầng sét và đá dẹt vào

- Trọng lượng đầu mũi khoan đập tạo lỗ

Trọng lượng đầu mũi khoan đập đã, được giới thiệu trong bảng 15. Theo kinh nghiệm, với chiều rộng đường kính của lỗ khoan càng lớn thì trọng lượng đầu khoan đập càng tăng, thường thì khi đường kính lỗ tăng lên 10cm thì trọng lượng quả đập cũng được nâng lên theo từ 100kg đến 140kg.

- Không chế trọng lượng riêng của bentonite và vét cặn:

Cần phải luôn luôn theo dõi và không chế chất lượng của bentonite và dọn cặn đáy lỗ. Ví dụ, nếu gặp tầng đất sét tốt, bản thân thành lỗ sẽ ổn định, người ta có thể cho nước sạch vào trong lỗ và tiếp tục xung kích. Qua nhiều lần xung kích, thành đất sét bị dồn

nén chắc và trở nên ổn định. Cứ sâu được 1 đến 2 mét thì nên vét cạn một lần và cũng theo dõi để bổ sung lượng bentonite kịp thời (bảo đảm cao độ bentonite trong lỗ khoan).

Việc tháo cạn và các mảnh đất đá vỡ vụn do xung kích tạo ra được tháo khỏi lỗ khoan theo hai cách:

Tháo ra nhờ sự luân chuyển tuần hoàn của bentonite và dùng ống thu - gầu gắp lấy ra (hình 62 và 63).

Tháo cạn và các mảnh vụn của quá trình khoan đập bằng luân chuyển tuần hoàn bentonite được thực hiện như sau: Người ta cắm ống chuyển bentonite tận đáy lỗ khoan, ống hút bentonite lên mang theo cả cặn và các mảnh vụn. Cách làm này cho hiệu quả cao và việc xử lý bentonite cũng dễ dàng. Tuy nhiên, đối với các lỗ khoan sâu, việc hút bentonite với chiều sâu như vậy rất khó khăn, không thể thực hiện được, do vậy giải pháp này chỉ thực hiện với các lỗ khoan nông.

Việc dùng ống thu cặn (hình 62) - nhờ có một van lá ở đáy tự động đóng mở. Van mở ra khi thả xuống đáy và đóng lại sau đó khi nâng lên. Khoảng 2m dao động với quá trình nâng lên hạ xuống nhiều lần, các cặn nhỏ và mảnh vụn sẽ vào đáy ống thu sau đó kéo lên và xả ra ngoài. Gầu gắp 63 dùng để gắp các mảnh vụn lớn hơn. Sau khi thu cặn và dọn các mảnh vụn đáy lỗ khoan, cần kịp thời bổ sung lượng bentonite để giữ thành lỗ khoan. Lượng bentonite thiếu hụt có khả năng làm sụt lở thành lỗ khoan.

- Kiểm tra chiều thẳng đứng của lỗ khoan:

Cứ chiều sâu tạo lỗ 2m nên có một lần kiểm tra chiều thẳng đứng của lỗ khoan. Nếu phát hiện có sai lệch nên ngưng khoan đập để hiệu chỉnh lại. Tại những tầng đất có nhiều biến đổi phức tạp về cấu tạo địa chất hoặc các tầng đất dễ phát sinh nghiêng lệch... nên tạo xung lực nhỏ bằng cách bót xung trình (chiều cao rơi của quả đập), việc khoan đập tiến hành nhẹ nhàng và chậm lại, nguy cơ lệch vị trí tâm lỗ sẽ ít đi.

- Cao độ mức bentonite trong ống vách.

Phải luôn luôn giữ cho mức bentonite trong ống vách tối thiểu cao hơn chân ống là 50cm. Nếu không nước ngầm chảy ra từ thành lỗ khoan có thể xói lở đất thành lỗ ngay phía dưới chân ống vách. Ngoài ra, mức của bentonite cũng phải cao hơn mức nước ngầm tối thiểu là 1m.

- Khi khoan đến cao độ đáy lỗ theo thiết kế, nên dùng dây thừng buộc vật nặng (cục sắt khoảng 0,5kg) thả xuống đáy lỗ để đo lại chiều sâu của lỗ khoan. Nếu chiều sâu lỗ khoan đạt đến cao độ thiết kế thì ta mới tiến hành làm sạch đáy lỗ khoan. Tiếp tục dùng ống thu (hình 62) nâng lên hạ xuống nhiều lần để thu sạch cặn. Nếu trọng lượng riêng của bentonite quá lớn, nên dùng bơm bơm nước sạch vào để làm giảm bớt mật độ của bentonite. Mật độ của bentonite nằm trong giới hạn 1,15 đến 1,25 là đạt yêu cầu.

- Sau khi làm sạch lỗ, nên cho lồng cốt thép vào ngay và cố định phần trên của cột thép vào mép trên của ống vách để bảo đảm rằng cốt thép không bị chìm xuống và cũng

không bị trôi lên khi đổ bê tông cho cọc nhồi. Sau khi đặt xong cốt thép thì tiến hành nghiệm thu và đổ bê tông... Kể từ khi vét sạch lỗ khoan đến khi đổ bê tông, gián cách thời gian không nên quá 4 giờ. Bởi vì nếu thời gian gián đoạn quá lâu, bentonite sẽ bị trầm lắng và việc sụt lở thành lỗ khoan có nguy cơ xảy ra. Đổ bê tông cho cọc nhồi phải có ống dẫn đứng (hình 73, 75). Đổ bê tông thực hiện theo phương pháp đổ bê tông trong nước (bê tông dưới ống dẫn xả ra và dâng lên xung quanh ống, chiếm chỗ của bentonite và đẩy bentonite lên, trào ra khỏi ống vách).

c) Những sự cố thường gặp và cách xử lý

- Lỗ cọc không tròn, có hình hoa mai: Bộ phận chuyển hướng mũi khoan không nhạy cho nên lúc xung kích mũi khoan không chuyển động. Độ dính của bentonite quá cao (độ sệt) cho nên quá trình xung kích của mũi khoan đập bị cản quá lớn và đầu khoan chuyển động rất khó khăn. Xung trình quá nhỏ cho nên không đủ lực xung kích hoặc mũi khoan chuyển động khó khăn.

Để khắc phục các nhược điểm trên cần phải thường xuyên kiểm tra bộ phận chuyển hướng, bảo đảm hoạt động nhanh nhạy. Phải thường xuyên kiểm tra độ sệt và mật độ của bentonite trong lỗ khoan. Phải thay đổi xung trình, tăng dần xung trình sau mỗi đoạn khoan sâu và phải sửa kịp thời khi lỗ khoan bị biến dạng.

- Lỗ khoan bị nghiêng lệch: Có thể trong quá trình khoan đập đã gặp đá mở cỏi hoặc các cục đá to nhỏ không đều nhau vì vậy lực xung kích tác dụng xuống lỗ khoan cũng không đều nhau. Tầng nham thạch không phẳng mà bị nghiêng về một phía. Cũng có thể máy khoan đứng tư thế nghiêng hoặc quá trình khoan đập khiến máy khoan bị nghiêng lún một bên... hoặc do địa tầng cứng mềm không đều, lỗ khoan lớn mà đầu khoan lại nhỏ nên khi xung kích, mũi khoan bị chệch về một phía.

Với trường hợp gặp đá mở cỏi, ta cho thêm đá vào lỗ khoan để tạo nên sự cân bằng lực xung kích của mũi khoan khiến cho việc khoan lỗ sẽ trở lại bình thường. Cũng có thể chuyển mũi khoan về phía có cục đá mở cỏi (do khoan đập bị lệch vì vậy cũng dễ biết cục đá mở cỏi nằm ở bên nào của thành lỗ khoan) và tăng cao xung trình làm cho đá mở cỏi vỡ vụn. Chỉ sau khi xử lý xong đá mở cỏi mới tiếp tục việc khoan đập bình thường trước đó.

Khi đầu mũi khoan gặp tầng nham thạch, nên chọn xung trình thấp. Chỉ sau khi lỗ khoan đã ăn sâu vào tầng nham thạch thì ta mới dần dần tăng xung trình.

Gặp trường hợp lỗ khoan bắt đầu có hiện tượng bị nghiêng thì ta nên lấp lỗ khoan và khoan lại. Nói chung nên phát hiện và hiệu chỉnh kịp thời.

Gặp lớp đất cứng mềm không đều, nên dùng xung trình thấp song tần suất (số lần trong một phút) xung kích lớn để khoan đập. Nhờ vậy lỗ khoan xuống sâu đều đặn... Sau khi xuyên thủng tầng đất này ta mới thay đầu khoan khác để tiếp tục khoan đập với xung trình và năng lượng xung kích như trước đó.

- Đầu mũi khoan đập bị kẹt:

Đầu mũi khoan đập bị kẹt có thể do lỗ khoan không được tròn nên đầu khoan bị kẹt tại vùng hẹp... hoặc có thể đầu khoan bị kẹt giữa cục đá nhỏ còi và thành lỗ khoan. Trường hợp bị kẹt tại vùng hẹp do lỗ khoan không tròn thường được gọi là kẹt dưới, còn bị kẹt giữa đá và thành lỗ khoan gọi là kẹt trên. Một nguyên nhân khác là đầu khoan bị mòn, chưa kịp thời hàn đắp bổ sung do đó lỗ khoan sâu có đường kính ngày càng nhỏ lại và khi mũi khoan thả xuống sẽ bị kẹt. Phần trên của thành lỗ khoan bị sụt lún rơi xuống làm kẹt đầu khoan. Một trường hợp khác là khi khoan đập vào tầng đất sét, độ sệt của bentonite quá lớn mà xung trình quá cao khiến quả búa khi rơi xuống bị hút chặt trong lớp đất sét. Đầu khoan được treo bằng cáp song nếu thả cáp quá dài khiến cáp bị chùng và đầu trên của mũi khoan nghiêng cắm vào thành lỗ khiến đầu khoan bị kẹt. Nguyên nhân cuối cùng có thể là do phần dưới chân của ống vách bị méo hoặc mép chân ống bị cong vênh lên khiến cho việc kéo mũi khoan lên bị kẹt.

Trường hợp lỗ khoan không tròn, ta nên thả mũi khoan hướng xuống chỗ còn sót (chưa khoan hết) khiến cho lỗ khoan dần dần lớn ra rồi nâng mũi khoan lên.

Cần phải sửa chữa mũi khoan kịp thời, gặp trường hợp do mũi khoan nhỏ bị kẹt nên nâng lên hạ xuống nhiều lần để làm rộng lỗ khoan. Trong một số trường hợp người ta dùng móc câu hoặc ống thả xuống (cắt đất thành lỗ khoan) để kéo mũi khoan lên. Người ta cũng có thể dùng bơm bơm bentonite mới vào để làm sạch các vật sụt lún và thay loại bentonite có độ sệt ít hơn để giảm nguy cơ kẹt của đầu khoan.

Nếu mép dưới của ống vách bị cuốn mép làm thu hẹp đường kính trong của ống vách khiến mũi khoan lồi lên bị kẹt... người ta sẽ dùng các thiết bị chuyên dùng lôi ống vách lên, cắt các gờ bị cuốn mép, cho 1 đai $\phi 12$ cuốn quanh ngoài mép chân ống và hàn dính chắc vào, sau đó thả lắp ống vách lại như cũ và tiếp tục khoan sâu như trước.

- Thành lỗ khoan bị sụt lún

Thành lỗ khoan bị sụt lún chủ yếu do đầu khoan và ống hút cặn - gầu vét... va chạm vào thành lỗ khoan. Mật độ (độ sệt) của bentonite thấp cũng là nguyên nhân gây sụt lún thành lỗ khoan hoặc do cao độ mực bentonite trong ống vách thấp hơn mực nước ngầm xung quanh ống khiến cho khả năng giữ vách của bentonite mất tác dụng. Hiện tượng sụt lún có thể xảy ra khi mũi khoan gặp phải tầng cát, tầng đá dăm, tầng bùn lỏng và gặp vùng có lưu sa. Cũng có thể gặp địa tầng biến đổi quá nhanh, phức tạp mà việc hiệu chỉnh mật độ của bentonite lại không kịp thời. Quá trình làm sạch lỗ, lọc bentonite... lại quên bổ sung lượng bentonite thiếu hụt khiến áp lực giữ vách của bentonite bị thấp và xảy ra hiện tượng sụt lún vách. Như phần trước đã cho biết sau khi khoan lỗ và làm sạch lỗ xong, để gián cách thời gian chờ đợi đặt cốt thép và đổ bê tông quá lâu nên vữa bentonite trầm lắng và mật độ (độ sệt) của bentonite giảm thấp khiến áp lực chống giữ vách giảm gây ra nguy cơ sụt lún vách. Nguyên nhân là do khi hạ cốt thép, việc treo buộc và lắp đặt không cẩn thận khiến cốt thép va chạm vào thành lỗ làm cho lỗ bị sụt lún nhiều.

Để khắc phục hiện tượng sụt lở thành hố khoan người ta dùng hỗn hợp cát và đất sét (hoặc đá dăm với đất hoàng thổ) lấp lại lỗ khoan và lấp cao hơn chỗ sụt lở 1 - 2m và làm chặt chúng, sau đó khoan lại như cũ.

Bentonite sử dụng phải thích hợp với tầng đất, đồng thời lưu ý cao độ mặt trên của bentonite trong ống vách luôn luôn ở mức cao.

Với trường hợp sụt lở nặng thì người ta dùng hỗn hợp đất sét và bột thạch cao để lấp lại lỗ khoan, đợi một lúc lâu cho khối đất (sét thạch cao) lấp lại đã ổn định thì bắt đầu tiến hành khoan đập (với xung trình thấp).

Khi đã khoan xong và làm sạch lỗ xong, phải khẩn trương lắp đặt cốt thép và khẩn trương đổ bê tông để tránh sự trầm lắng của bentonite - một trong những nguyên nhân gây ra sụt lở thành hố khoan.

- Xảy ra hiện tượng lưu sa.

Hiện tượng lưu sa xảy ra khi áp lực nước xung quanh thành hố khoan cao hơn nhiều so với áp lực của bentonite tạo ra, vì vậy nước đã chảy vào và kéo cát trôi vào trong đáy lỗ khoan. Một lý do khác là do khi tháo cặn ở đáy lỗ ra, không kịp bổ sung nước vào trong bentonite khiến mức bentonite trong lỗ khoan thấp xuống không đủ tạo áp lực chống đỡ lại áp lực nước ngầm xung quanh thành lỗ.

Nói chung, khi gặp trường hợp lưu sa, người ta quăng gạch vụn, đá dăm vào lỗ khoan và dùng quả đập nện xuống khiến cốt kết gạch đá và bentonite lấn vào thành lỗ tạo nên một lớp thành dày chắc chắn ổn định. Người ta cũng có thể quăng các tảng sét vào rồi dùng quả đập đập mạnh khiến sét vỡ vụn và bám chắc vào thành lỗ và làm cho thành lỗ ổn định. Sau khi xử lý xong, việc khoan sâu lại tiếp tục như trước.

- Mũi khoan không thể khoan sâu:

Lý do có thể là mũi khoan bị cùn hoặc mối hàn bị hư nên các đầu búa va đập bị văng rơi khỏi đầu khoan. Một lý do khác có thể ở đáy lỗ còn nhiều cặn và mảnh vụn vét chưa hết.

Do vậy, trước khi khoan, cần kiểm tra kỹ mũi khoan, hàn đắp bổ sung hoặc hàn liền kết lại các chi tiết để bảo đảm mũi khoan làm việc tốt. Thường xuyên vét cặn đáy lỗ và bảo đảm nồng độ (độ sét - dính) của bentonite trong lỗ khoan.

- Đường kính lỗ khoan nhỏ:

Đường kính lỗ khoan nhỏ là do dùng mũi khoan nhỏ hơn yêu cầu hoặc dùng mũi khoan đã bị mài mòn quá nhiều nhưng chưa hàn đắp bổ sung trước khi dùng. Nên dùng mũi khoan thích hợp (đường kính mũi khoan nhỏ hơn đường kính lỗ khoan khoảng 20mm là vừa).

Kiểm tra đầu khoan thường xuyên và kịp thời sửa chữa bổ sung trước khi dùng.

- Đầu mũi khoan bị rơi ra:

Mũi khoan bị rơi tại vì đứt cáp treo mũi khoan hoặc mối buộc thiếu chắc chắn. Cũng có thể chỗ liên kết giữa đầu khoan và bộ phận chuyển hướng bị lỏng rời.

Dùng thiết bị chuyên dùng (ống có lưới gấp hoặc móc câu) để mò vớt đầu khoan lên, cũng có thể dùng thiết bị gầu ngoạm nhỏ để gấp đầu khoan lên.

Tránh mất thì giờ vì xử lý sự cố rơi rớt đầu mũi khoan, cần kiểm tra kỹ đầu khoan trước khi tiến hành khoan lỗ.

- Mũi cọc bị treo:

Bentonite sau khi làm sạch lỗ không đủ nồng độ (loãng) nên xảy ra sụt lở thành lỗ và xảy ra lưu sa. Hiện tượng trên xảy ra cũng có thể do qua trình tiếp theo (sau khi công tác khoan tạo lỗ và làm sạch lỗ) thực hiện quá chậm. Kéo dài trên 4 giờ.

Lớp đất vụn đá vụn, lớp cặn quá dày cho nên việc dọn vét không sạch.

Cặn có dưới đáy lỗ có thể do quá trình lấp đặt thép và đổ bê tông đã làm cho đất đổ rơi xuống đáy lỗ.

Những lí do nói trên khiến mũi cọc (chân cọc) không đến được cao độ thiết kế và gọi đó là treo cọc.

Như vậy, việc cần làm là phải dọn sạch kịp thời, bảo đảm khả năng giữ vách của bentonite (nồng độ), cao trình dâng của bentonite và có giải pháp an toàn thận trọng khi hạ cốt thép và đổ bê tông cho cọc.

3. Tạo lỗ khoan bằng khoan xoay

Tạo lỗ bằng khoan xoay còn được gọi là tạo lỗ bằng khoan tuần hoàn thuận nghịch. Khoan được sử dụng là khoan thăm dò địa chất thông thường. Công tác khoan xoay được thực hiện trong lỗ khoan có bentonite giữ vách. Khoan với tốc độ chậm, quá trình trao đổi bentonite sẽ tháo cặn vụn ra ngoài. Hiện nay phương pháp này được ứng dụng tương đối phổ biến. Ưu điểm của phương pháp này là có thể tận dụng các máy khoan thăm dò khảo sát để tiến hành tạo lỗ cọc nhồi với các loại đường kính khác nhau (300 ÷ 2000mm) và với các chiều sâu cọc khác nhau (40 ÷ 100m). Hiệu quả giữ ổn định vách hố đào tương đối cao, chất lượng tạo lỗ đạt yêu cầu thiết kế, thi công không gây ồn và không tạo chấn động, không gây hiện tượng chèn đất và trôi đất, thiết bị đơn giản, vận hành dễ và chi phí thi công thấp.

Tuy nhiên, phương pháp này cũng có những nhược điểm nhất định: Tốc độ khoan sâu chậm, lượng nước sử dụng khá nhiều, khối lượng bùn đất xả ra nhiều làm ô nhiễm hiện trường thi công. Đồng thời việc mở rộng cọc (chân cọc, thân cọc) thực hiện tương đối khó khăn (khó khống chế).

Phương pháp khoan xoay hay được áp dụng để tạo lỗ cho móng các công trình nhà cao tầng, cho các nền có mức nước ngầm tương đối cao như các tầng đất: bùn nhão, đất sét, đất cát và nham thạch mềm (đã bị phong hóa...).

a) Thiết bị sử dụng

Các thiết bị chủ yếu gồm: Máy khoan xoay và thường dùng nhất là loại mâm xoay. Mã hiệu máy được dùng nhiều là các loại máy khoan được trình bày trong bảng 17 và các máy của Ý - Đức và Pháp.

Hình 67 là khoan xoay gắn gầu xoay.

Hình 68 là khoan xoay gắn mũi khoan xoắn

Hình 69 là khoan xoay có cần khoan xoắn.

Gầu xoay có hai loại: nắp đáy (bottom) xoay được và không xoay được. Gầu xoay sử dụng có đường kính từ 500mm đến 2000mm và có chiều cao thùng gầu từ 1100mm đến 950mm (đường kính lớn thì chiều cao gầu nhỏ lại).

Bảng 17. Máy khoan tuần hoàn dạng mâm xoay của Trung Quốc

Mã hiệu	GPS -15	SPJT -300	SPC -500	QJ 250	ZJ150 -1	G -4	BRM -1	BRM -4	GJD -1500	Sao đỏ -400 XF-3	GJC -400IIF
Tính năng											
Đường kính lỗ khoan (mm)	800- 150	500	500- 350	2500	1500	1000	1250	3000	1500- 2000	1500	1000- 1500
Chiều sâu lỗ khoan (m)	50	300	600	100	70-100	50	40-60	40-100	50	50	40
Moment quay (kN.m)	17,7	17,7	-	68,6	3,5 - 19,5	20	3,3 - 12,1	15 - 80	39,2	40	14
Số vòng xoay (vòng/phút)	13-42	40-128	42 - 203	12 - 40	22 - 120	10 - 80	9 - 52	6 - 35	6,3 - 30,6	12	20-47
Cách khoan lỗ	Bơm hút tuần hoàn nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch, xung kích	Tuần hoàn thuận nghịch	Tuần hoàn thuận nghịch
Cách tăng lực khi khoan sâu	-	-	-	Trọng lượng bản thân	Trọng lượng bản thân	-	Đối trọng	Đối trọng	-	Trọng lượng bản thân	-
Công suất dẫn động (kW)	30	40	75	95	55	20	22	75	63	40	116
Trọng lượng (tấn)	15	11	25	13	10	-	9,2	32	20,5	7	15

Bảng 18 là các thông số kích thước của các máy khoan xoay (dùng cho gầu xoay và mũi xoay) của hãng CASAGRANDE.

Thiết bị của khoan xoay bao gồm:

Máy gắn giá khoan (máy bánh xích).

Giá khoan (cột giá và các thanh xiên).

Cần khoan.

Bộ phận dẫn động làm quay cần khoan.

Mũi khoan (mũi xoắn, gầu xoay)

Hình 71: Cấu tạo các loại gầu xoay.

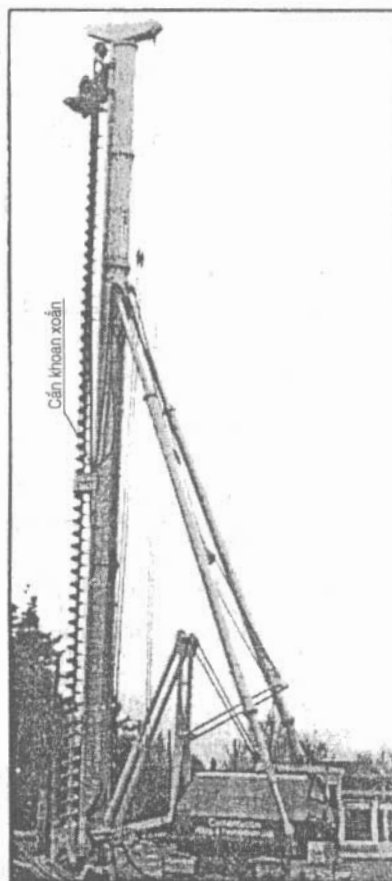
Hình 72: Cấu tạo các loại mũi khoan xoắn.

Các gầu xoay và mũi khoan xoắn được gắn dưới cần khoan hình vuông. Cần khoan xuyên qua lỗ vuông của mâm xoay. Mâm xoay được dẫn động xoay làm cho cần xoay, từ đó gầu xoay theo. Riêng cần xoắn, bộ phận dẫn động được gắn ở đầu cần. Loại khoan xoay cần xoắn của DELMAG có các loại RH.10E có thể khoan sâu 13,5m. Các loại khoan cần xoắn của SOILMEC của Ý như EC70 có thể khoan sâu đến 36m ($D = 1200$).

Hình 67: Khoan xoay có đầu khoan gầu xoay.



Hình 68: Khoan xoay có đầu khoan mũi xoắn



Hình 69: Khoan xoay có cần xoắn

b) Trình tự thực hiện khoan xoay

- Đưa máy khoan vào vị trí: Trước đó phải làm phẳng bề mặt, dọn sạch các vật chướng ngại, thoát nước tốt và có biện pháp kê lót, chống lún nghiêng cho máy. Đặt ống vách bằng thép có đường kính trong lớn hơn lỗ khoan thiết kế từ 100mm đến 200mm. ống thép dày 4mm → 8mm và chôn sâu trên 1,5m. Chuẩn bị sẵn các hố chứa nước, hố chứa bùn đất hố khoan, hố chứa bentonite.

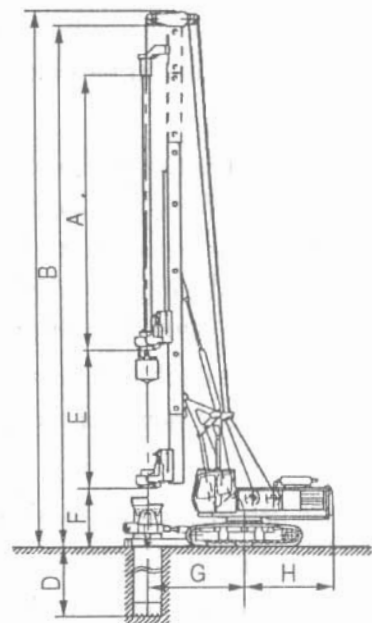
Bảng 18. Máy khoan xoay CASAGRANDE (Ý)
(Dùng cho gầu xoay và mũi xoắn)

Mã hiệu Các thông số	C30	C50	C60	C90
A (mm)	8180 → 10180	8180 → 15180	8180 → 15180	8180 → 15180
B (mm)	18900 → 20900	19700 → 26700	20000 → 27000	19800 → 26800
C (mm)	19600 → 21600	2040 → 2740	21000 → 28000	20900 → 27900
D (mm)	26200 → 43600	25600 → 67200	25200 → 66800	25000 → 67200
E (mm)	6020	6020	6020	6020
F (mm)	2210	2850	3300	2900
G (mm)	4000	4850	4750	6400
H (mm)	3930	4050	4100	5060

- Thông thường khoan lỗ theo công nghệ khoan tuần hoàn thuận. Riêng với các lỗ khoan sâu trên 30m thì người ta áp dụng công nghệ khoan tuần hoàn nghịch. Trường hợp khoan gặp lớp đất tốt, hãy bơm nước sạch vào, nước sạch và đất sẽ tạo thành một dung dịch giữ vách. Nếu trường hợp gặp các lớp đất xấu dễ sụt lở thì cho thêm đất sét nở vào để tạo bentonite giữ ổn định cho thành lỗ khoan.

Mật độ bentonite có thể đạt đến 1300kg/m³.

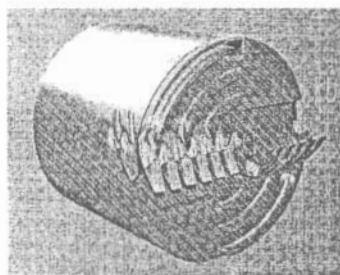
- Lúc khoan cần căn cứ vào tình hình địa chất của từng lớp đất mà tăng áp lực lên đầu mũi khoan. Thoạt đầu nên khoan chậm với áp lực nhẹ rồi dần dần tăng lên, tuy nhiên cũng không nên vượt quá 10kN. Gặp tầng nham thạch lực ép đầu mũi khoan cũng chỉ 15 - 25 kN. Đối với mũi khoan hợp kim nên khống chế tốc độ quay khoảng 180 vòng/phút trở lại. Với các mũi khoan



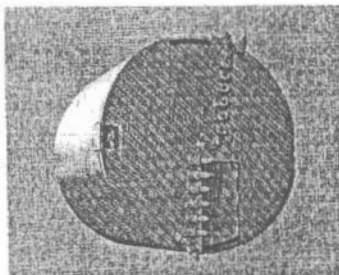
Hình 70: Giá khoan để gầu, gầu xoay và mũi xoắn

thép cứng chỉ nên quay dưới 100 vòng/phút. Khi khoan vào lớp đất xấu, cần lưu ý bổ sung bentonite kịp thời vào lỗ khoan, Khi khoan vào các lớp đất cứng nếu tốc độ khoan đều đều, máy khoan không bị nhảy lực cục thì coi như công việc khoan sâu bình thường.

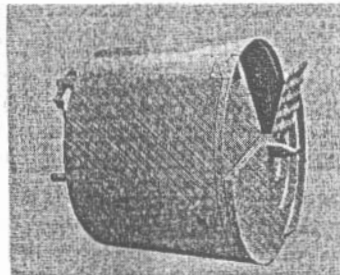
- Cần có trình tự khoan hợp lý cho các lỗ khoan trên mặt bằng. Lưu ý khoảng cách giữa hai lỗ khoan kế tiếp nhằm đảm bảo di chuyển khoan hợp lý và bảo đảm an toàn cho các cọc đã đổ bê tông trước đó.



a) Gầu xoay đáy phẳng
(không xoay được)
khi khoan đất cứng



b) Gầu xoay đáy phẳng
(không xoay được)
khi khoan đất mềm



c) Gầu khoan loại nắp đáy xoay được
- Đường kính gầu xoay:
470 - 1970mm
- Đường kính tạo lỗ khoan:
500 - 2000mm

Hình 71: Các loại gầu xoay

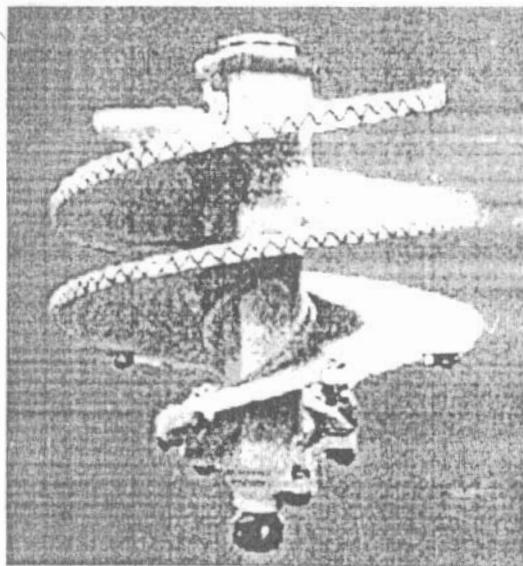
- Khi khoan xong nên dùng máy nén khí để làm sạch lỗ, với cách này có thể đưa lên khỏi miệng lỗ khoan những cục đá nhỏ dưới 30mm và có thể thổi gần hết cặn đất. Chiều dày lớp đất cặn còn lại sẽ dưới 100mm. Sau khi làm sạch lỗ bằng khí nén, bentonite (mật độ $< 1,2 \text{ tấn/m}^3$) lại tiếp tục được hoán đổi luân chuyển để làm sạch phần còn lại của lỗ khoan.

- Trước khi đặt cốt thép vào lỗ khoan, cần kiểm tra lại đường kính của lỗ khoan, tiến hành nghiệm thu, lắp đặt cốt thép và nghiệm thu việc lắp đặt cốt thép sau đó đặt ống dẫn bê tông và đổ bê tông cho cọc (đổ bê tông theo phương pháp đổ bê tông trong nước). Tỷ lệ cát của cấp phối khoảng 40 - 45%, cát thô hoặc cát có cỡ hạt trung bình. Đá dăm của cấp phối có đường kính dưới 40mm và hàm lượng xi măng trong cấp phối nên lớn hơn 360 kg/m^3 , độ sụt thích hợp $A = 18 \sim 22 \text{ cm}$. Nói chung, thành phần và các chỉ số của cấp phối bê tông cọc nên thông qua thử nghiệm và phải được sự chấp thuận của đơn vị thiết kế.

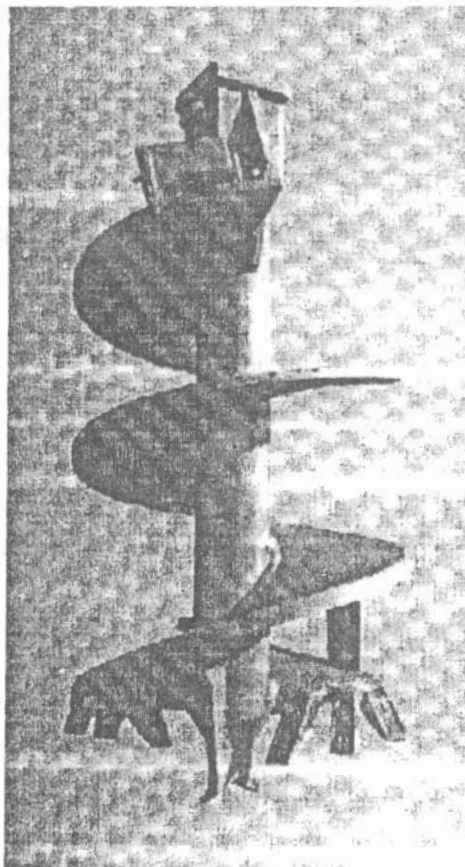
- Ống dẫn bê tông nên dùng loại ống có đường kính trong từ 20cm đến 25cm với chiều dày thành ống trên 3mm, mỗi đoạn ống nối thích hợp từ 2m đến 2,5m. Ống dẫn bê tông bảo đảm cách cốt thép cọc trên 10cm. ống đã được thử áp lực nước trước đó (0,6 - 1MPa).

- Lấn đổ mở bê tông đầu tiên, miệng ống phải cách đáy lỗ tối thiểu từ 30cm đến 50cm và cho bê tông dâng lên chôn ống ít nhất 80cm. Sau đó vừa đổ bê tông vừa nâng ống lên. Chiều sâu chôn ống thích hợp nhất thường từ 2 - 6m.

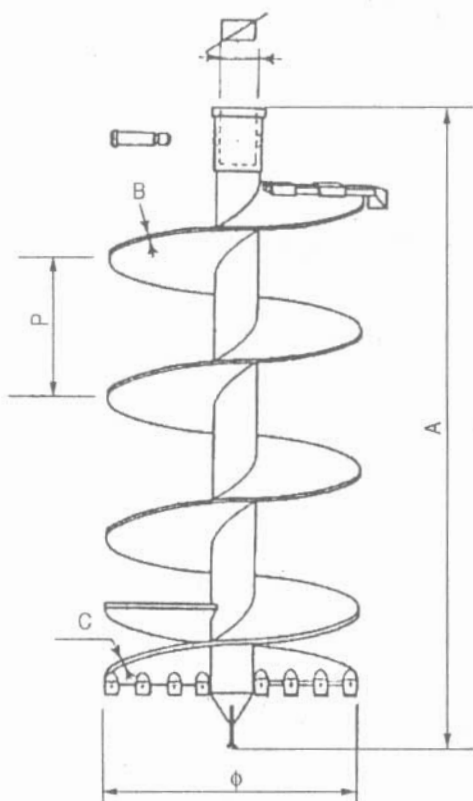
- Lưu ý không để đầu cọc bị lệch và thấp so với thiết kế, bảo đảm sau khi đục bỏ lớp vữa xốp ở đầu cọc, phần bê tông dưới đó đạt được cường độ thiết kế yêu cầu.



a) Loại đầu xoắn có răng ở vành xoắn



b) Loại đầu xoắn có răng ở mũi xoắn



c) Các kích thước của đầu khoan xoắn có răng ở mũi xoắn

$\phi = 500 - 2000 \text{ mm}$
 $A = 2000 - 1650 \text{ mm}$
 $P = 300 - 600 \text{ mm}$
 $B = 20 - 30 \text{ mm}$
 $C = 30 - 35 \text{ mm}$

Hình 72: Cấu tạo các đầu khoan xoắn

c) Những vấn đề thường gặp trong quá trình thực hiện

Các hình 73, 74, 75 là các sơ đồ thực hiện thi công cọc nhồi theo phương pháp khoan xoay.

Hình 73 là tạo lỗ bằng gầu xoay.

Hình 74 và hình 75 là tạo lỗ bằng khoan xoắn.

Giống như phương pháp tạo lỗ xung kích, tạo lỗ theo phương pháp xoay hay xảy ra những sự cố nhất định. Những sự cố thường xảy ra đó là:

Sụt lở.

Bị sai lệch vị trí.

Cát chảy (lưu sa).

Không khoan sâu được.

Bị rò rỉ bentonite.

Cốt thép bị chuyển vị.

Mũi cọc bị treo.

Lỗ khoan bị co eo và đầu khoan bị kết đất dính.

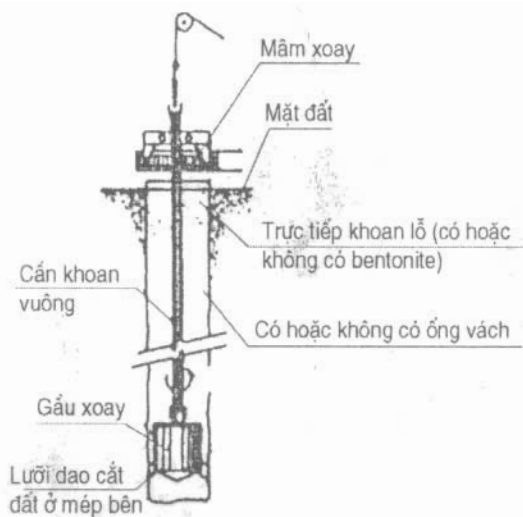
Lỗ khoan bị nghiêng.

Cọc bị đứt đoạn

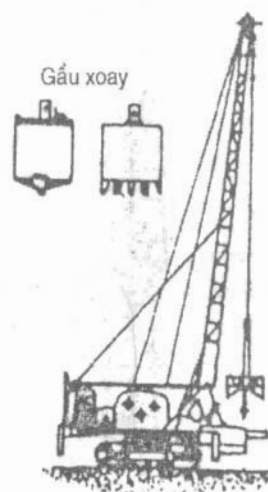
- Thành lỗ bị sụt lở:

Có thể do ống vách chôn quá nông hoặc quanh ống vách không đầm chặt đất. Cũng có thể do không bổ sung lượng bentonite thiếu hụt trong lỗ khoan khiến áp lực giữ vách của bentonite bị thấp hơn áp lực nước thấm quanh thành lỗ. Mật độ bentonite thấp (loãng) cũng có thể gây ra sụt lở trong lỗ khoan. Quá trình khoan gặp phải lớp bùn lỏng, lớp cát chảy gặp lớp đá cát sỏi mà khoan lại quá nhanh hoặc ngưng quá lâu tại một chỗ (khoan không tải) hoặc tăng tốc quá đột ngột v.v... đều có thể sinh ra sụt lở thành lỗ khoan.

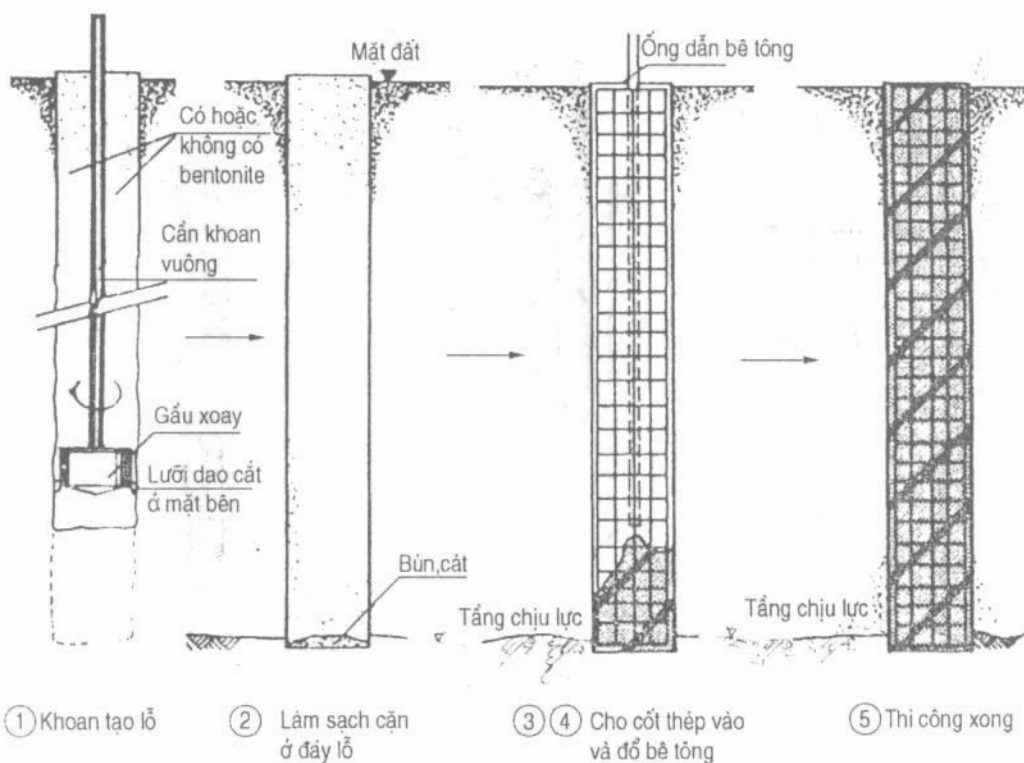
Để khắc phục các sự cố nói trên, cần chôn ống vách đủ chiều sâu và phải đầm chặt đất quanh ống vách (như hình 64) đồng thời phải kịp thời bổ sung lượng bentonite thiếu hụt trong lỗ khoan bảo đảm mức bentonite luôn luôn ở mức cao, đủ khả năng tạo áp lực chống thấm và chống sụt lở cho vách lỗ. Trong trường hợp mũi khoan gặp tầng lưu sa hoặc lớp đất rời, nên tăng mật độ bentonite mà không nên khoan sâu quá nhanh và cũng không nên cho khoan quay không tải tại một vị trí quá lâu. Trường hợp sụt lở quá lớn thì cho đất sét vào, chờ một lúc cho ổn định sau đó bắt đầu khoan lại với tốc độ chậm.



a) Khoan cọc bằng gầu xoay

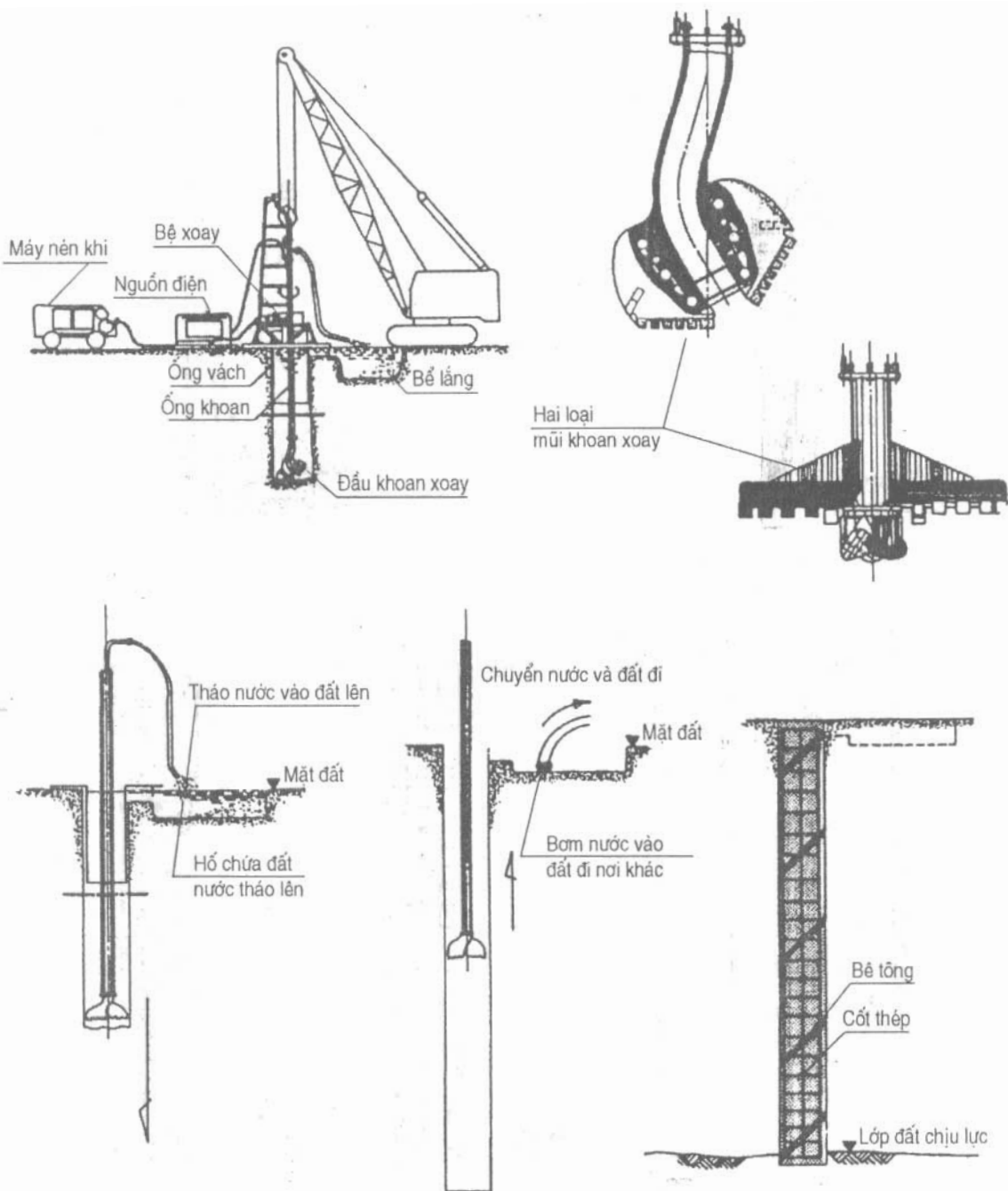


b) Máy khoan tạo lỗ cỡ lớn



c) Các bước thực hiện

Hình 73: Tạo lỗ khoan cọc nhồi bằng gầu khoan xoay



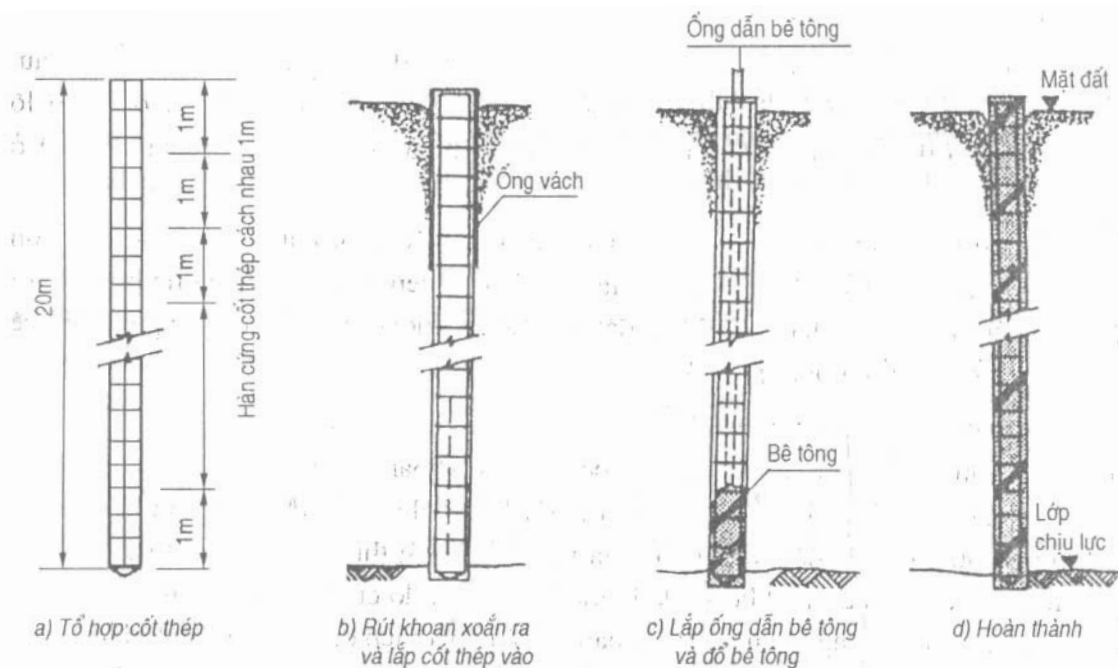
a) Khoan lỗ và bơm nước vào, lợi dụng quá trình khoan xoay để tháo nước và đất lên

b) Sau khi tháo nước và đất lên thì rút khoan xoay lên

c) Đặt cốt thép vào và đổ bê tông

Hình 74: Phương pháp khoan tuần hoàn Berth.

Nội dung phương pháp: Lợi dụng phương pháp khoan xoay để tháo nước và đất lên khỏi hố khoan, sau đó rút mũi khoan lên rồi đặt cốt thép - đổ bê tông.



Hình 75: Thi công cọc nhồi theo phương pháp CIP

Nội dung: Dùng khoan xoắn để tạo lỗ, có thể dùng ống vách, nếu đất yếu dễ sụt lở, rút khoan xoắn ra sau khi khoan xong, cho cốt thép vào, lắp ống dẫn bê tông và đổ bê tông.

- Sai lệch vị trí

Sai lệch vị trí tâm cọc thường do giá cọc không ổn định, đầu khoan bị mài mòn hoặc chi tiết liên kết đầu khoan không chắc chắn hoặc đầu khoan và cần khoan không thẳng trục. Cũng có thể do đầu khoan phải xuyên qua các lớp đất mềm cứng không đồng đều hoặc gặp phải các tầng đá mờ cỏi, hoặc gặp phải tầng nham thạch nằm nghiêng khiến mũi khoan chệch hướng khi khoan. Khi mũi khoan gặp phải lớp cát sỏi lẫn lộn, bị lực cản quá lớn nên lực mũi khoan không đều khiến vị trí tâm lỗ khoan bị chuyển vị.

Để tránh các sự cố nói trên, khi đưa máy khoan vào vị trí nên hiệu chỉnh kê kích giá máy cho cẩn thận, kiểm tra lại độ thẳng của cần khoan cũng như sự đồng tâm giữa mũi khoan và cần khoan. Hàn đắp kịp thời các chỗ bị mài mòn và kiểm tra mối nối giữa cần khoan và đầu khoan, bảo đảm đầu khoan được gắn chắc vào cần khoan. Gặp các tầng đất biến đổi đột ngột nên khoan chậm.

Gặp tầng đá nghiêng nên đổ thêm một lớp đá làm phẳng đáy lỗ khoan rồi tiếp tục khoan với tốc độ chậm. Gặp tầng đất rời hoặc đất yếu nên đổ xuống lỗ khoan một ít sét hoặc tăng mật độ bentonite trong lỗ khoan trước khi tiến hành khoan sâu tiếp tục. Khi thành lỗ bị lệch có thể cho khoan quay tốc độ chậm rồi nâng lên hạ xuống nhiều lần để cào gọt thành lỗ khoan lẫn chỗ nhằm phục hồi tâm lỗ về vị trí của thiết kế. Cũng có lúc gặp lớp đá quá cứng, buộc lòng phải thay đầu khoan xoay bằng đầu khoan xung kích để phá thủng lớp đá nói trên.

- Hiện tượng cát chảy (lưu sa).

Hiện tượng lưu sa xảy ra trong lỗ khoan chủ yếu do nhiều nguyên nhân khác nhau. Có thể áp lực của bentonite lên thành lỗ thấp hơn áp lực của nước thấm ở thành lỗ khoan. Cũng có thể bentonite không đủ mật độ và chưa tạo được lớp màng bảo vệ ở thành lỗ khoan.

Để tránh trường hợp đáng tiếc trên, cần phải giữ mức bentonite luôn luôn cao hơn mức nước ngầm tối thiểu 0,5m và phải tăng mật độ của bentonite. Nếu trường hợp lưu sa xảy ra nghiêm trọng thì phải cho đá và đất sét vào lỗ khoan để tạo lớp màng da bảo vệ thành lỗ khoan, sau đó mới tiếp tục khoan.

- Mũi khoan không tiến sâu được:

Do quá trình vét cận đáy lỗ không triệt để nên đầu khoan bị kết đất dính hoặc cũng có thể do lưỡi cắt đất ở đầu khoan lắp không đúng nên tác dụng cắt đất kém, mặt khác mật độ bentonite quá lớn mà đầu khoan lại quá nhẹ. Cần phải thường xuyên vét sạch cận và hiệu chỉnh lưỡi cắt ở đầu mũi khoan, đồng thời giảm mật độ của bentonite tăng phối trọng vào đầu mũi khoan để tăng thêm áp lực khoan và nếu phát hiện đầu khoan bị kết đất thì nên rút mũi khoan lên và làm sạch đầu khoan.

- Bị rò rỉ bentonite:

Khoan xuống tầng đất thấm nước mạnh hoặc gặp phải dòng nước ngầm thủy động thì thường hay gặp phải trường hợp rò rỉ tổn thất bentonite. Một lý do khác có thể là do ống vách chôn quá nông, đất quanh ống vách đầm không chặt. Mức bentonite trong ống vách quá lớn cũng khiến cho bentonite thấm qua thành vách khiến lượng bentonite bị hao hụt.

Người ta khắc phục tình trạng này bằng cách làm tăng độ đậm đặc (mật độ) của bentonite. Khi lấp đất trở lại vào lỗ khoan có thể cho thêm đá phiến, đá cục và dùng búa xung kích đầm nhiều lần làm cho vách lỗ chắc cứng lại. Cần phải kiểm tra và đầm chặt lại đất xung quanh ống vách cũng như chỗ tiếp xúc giữa chân ống vách và đất nền. Cao độ mức nước trong ống (bentonite) trong ống cũng cao vừa phải, nếu cao quá sẽ tạo ra áp lực thấm bentonite qua vách lỗ.

- Cốt thép bị chuyển vị:

Cốt thép quá dài mà không có biện pháp hàn gia cường nên khi đặt xuống lỗ khoan, thép bị méo mó biến dạng. Phần trên lồng cốt thép không hàn các chi tiết tạo lớp bảo vệ. Quá trình lắp đặt hạ cốt thép không điều chỉnh đúng chiều dầy dọi, đặt lồng thép trong tư thế nghiêng. Nạo vét đáy lỗ không triệt để khiến cho cốt thép đặt không đến cao độ của thiết kế cũng là một nguyên nhân gây ra cốt thép bị lệch vị trí. Cốt thép bị lệch cũng có thể do thành lỗ bị nghiêng. Nguyên nhân cuối cùng có thể do ống dẫn bê tông thiếu chiều sâu, bê tông xuống va vào cốt thép làm cốt thép bị dịch chuyển vị trí.

Trong trường hợp cốt thép quá dài, người ta không hàn nối ngang trên mặt đất mà phải chia làm 2 đến 3 đoạn và sẽ hàn nối khi cẩu hạ vào lỗ khoan. Đối với từng đoạn cũng có những thanh làm cứng đai để bảo đảm khi cẩu lắp cốt thép không bị biến dạng

(xem hình 102.105). Cần phải hàn các đoạn quai dọc lên thép chịu lực đứng theo một khoảng cách nhất định để giữ lớp bảo vệ cho cốt thép. Trước khi đặt cốt thép cần nạo sạch cặn đáy lỗ và cắt sửa lại các thành nghiêng lẫn chỗ bảo đảm đặt cốt thép không bị cấn và không bị vướng. Cốt thép lắp đặt xong phải treo và cố định phần trên vào ống vách, ống dẫn bê tông phải sâu (chân của ống bê tông phải sâu thấp hơn chân của cốt thép) để bảo đảm quá trình đổ bê tông sau đó không làm chân cốt thép chuyển vị hoặc làm cho cốt thép bị trôi lên.

- Mũi cọc bị treo

Mật độ bentonite thấp nên sau khi làm sạch lỗ, hiện tượng sụt lở vách lỗ tiếp tục... cũng có thể quá trình tiếp tục sau đó (lắp đặt cốt thép và đổ bê tông), tiến hành quá chậm khiến bentonite trầm lắng, mật độ bentonite giảm và xảy ra nguy cơ lở vách hố khoan. Lớp cặn đáy quá dày mà dọn không sạch hoặc giả khi lắp đặt cốt thép và lắp ống dẫn bê tông thiếu cân trọng nên đã ra chạm vào vách hố khoan khiến sụt lở đất rơi xuống đáy hố khoan khiến cho bê tông lỗ khoan không chạm đáy lỗ và tạo ra hiện tượng chân cọc bị treo.

Muốn tránh hiện tượng treo chân cọc thì khi làm sạch lỗ xong nên tiến hành lắp đặt cốt thép và đổ bê tông kịp thời... đồng thời bảo đảm mức dâng của nước trong ống vách phải cao hơn mức nước ngầm quanh cọc hơn 0,5m; bảo đảm mật độ của bentonite, phải thận trọng khi lắp đặt cốt thép và ống dẫn bê tông nhằm tránh những sụt lở đáng tiếc có thể xảy ra.

- Lỗ khoan bị eo và đầu khoan bị kết đất.

Khoan lỗ gặp phải tầng sét có độ kết dính quá lớn, nên khi gặp nước, sét bị trương nở khiến cho lỗ khoan tại vị trí tầng sét do bị eo nhỏ lại đồng thời có thể dính bết vào quanh đầu mũi khoan làm đầu mũi khoan "trơn trượt" mất khả năng cắt đất và xuyên thủng tầng đất.

Ngoài việc tăng mật độ của bentonite, cũng nên cho thêm cát và đá nhỏ vào lỗ khoan để phòng ngừa sự kết dính bao bọc mũi khoan. Nên dùng loại mũi có cấu tạo những bản gân để tránh dính kết, đồng thời khi đi qua tầng đất sét này nên nâng lên hạ xuống mũi khoan nhiều lần để tránh hiện tượng lỗ khoan bị co eo kẹt chặt mũi khoan.

- Lỗ khoan bị nghiêng:

Khi khoan gặp phải các tầng đá mô côi, mũi khoan dễ lệch hướng. Mũi khoan khoan qua đất mềm gặp ngay lớp đất cứng, lực cản đầu mũi thay đổi đột ngột không đều nên cần khoan thiếu ổn định và sinh ra hiện tượng lệch hướng. Cần khoan không thẳng đứng, mũi khoan lắp không ngay thẳng trục với cần khoan, vị trí dưới chân máy không chắc, bị lún... đều là những nguyên nhân khiến lỗ khoan bị nghiêng về một phía.

Cần sử dụng bentonite thích hợp với từng địa tầng. Khi gặp phải hiện tượng lún (gặp đá mô côi, hướng khoan nghiêng) thì phải ngưng khoan để xử lý - lắp vào hố khoan các tầng sét và đá phiến sau đó dùng đầu khoan nhọn giống xuống làm cho sét và đá ăn sâu vào vách lỗ. Kế tiếp dùng đầu khoan đập (xung kích) đập vỡ đá mô côi. Trường hợp đầu

xung kích không đập vỡ đá mở cỏi thì giải pháp cuối cùng là khoan lỗ vào tầng đá sau đó nạp thuốc mìn và cho nổ để phá vỡ đá mở cỏi nói trên.

- Cọc bị đứt đoạn

Khi khởi đầu đổ bê tông cọc có trục trặc phải làm đi làm lại nhiều lần khiến bê tông đổ xuống tạo thành lớp (phần tầng) không gắn liền nhau làm cho cọc bị đứt đoạn. Sự sụt thành lỗ khoan làm kẹt cứng ống dẫn bê tông và do đó trong quá trình rút mạnh ống dẫn lên đã làm cho bentonite trộn lẫn vào bê tông và cũng có thể các mối nối liên kết ống dẫn không kín khiến cho bentonite chảy vào trộn lẫn vào bê tông làm bê tông bị đứt đoạn. Nếu đang thi công gặp mưa xuống, nước mưa chảy vào cọc, hoặc trước khi đổ bê tông việc hút nước đáy lỗ chưa sạch mà mức nước ngầm lại mạnh lên làm cho lượng nước tồn đọng lẫn vào giữa các lớp bê tông. Quá trình đổ bê tông tạo ra chấn động quá nhiều làm cho bentonite trôi lên sau đó lẫn vào trong bê tông. Giữa các đoạn cọc xen kẽ lớp nước và lớp đất hoặc xen kẽ các lớp bentonite khiến bê tông cọc không dính kết liền từ trên xuống... gọi là cọc bị đứt đoạn.

Vì vậy, cần phải chuẩn bị chu đáo để khi bắt đầu đổ bê tông không bị gián đoạn. Nên chọn bentonite có độ sệt lớn và tốc độ khoan hợp lý để giữ thành lỗ ổn định. Mối nối ống nên dùng loại ren vuông và có vòng đệm cao su tại mối liên kết nối để các chỗ nối được kín. Miệng dưới ống dẫn bê tông không nên đặt quá cao (quá nông). Gặp trời mưa nên che chắn và đổ liên tục cho xong, không nên ngưng giữa chừng.

4. Tạo lỗ bằng khoan điện chìm trong nước

Tạo lỗ bằng khoan điện chìm trong nước có nghĩa là sử dụng động cơ điện kín có bộ phận biến tốc được gắn đầu khoan xoay và được chìm trong bentonite để khoan đất, kèm theo đó người ta sử dụng bơm áp lực cao bơm nước sạch cho xuống tuôn ra từ đầu mũi khoan, cùng với đất đá vụn đã khoan biến thành một hỗn hợp dâng trào lên khỏi miệng lỗ khoan (theo phương thức tuần hoàn thuận). Hoặc có thể dùng bơm hút đá cát chuyên dụng và dùng máy hút bùn để hút các vật cản ra (theo phương thức tuần hoàn nghịch).

Cách khoan này có những ưu điểm nhất định:

Thiết bị định hình (hình 77 và hình 78).

Máy gọn nhẹ ít chiếm chỗ, cơ động, ít hư hỏng.

Có thể khoan lỗ sâu, chính xác, hiệu suất cao.

Có thể mở rộng đáy lỗ, khoan nhanh.

Không gập ón và không gây chấn động.

Thao tác dễ, tốn ít nhân công.

Mặt hạn chế của phương pháp này là:

Thiết bị tương đối phức tạp.

Phí dụng (giá thành) cao.

Thiết bị này thường dùng để khoan các tầng đất có mức nước ngầm cao như bùn, đất sét, đất bột, cát sỏi, cát có lẫn sỏi cuội... tuy nhiên người ta không dùng cho những nơi có đá mỡ còi rải rác trong nền đất.

a) Thiết bị sử dụng

Thiết bị cấu tạo khoan điện chìm trong nước bao gồm:

Động cơ điện chìm trong môi trường nước.

Cơ cấu giảm tốc bánh răng.

Đầu mũi khoan.

Cần khoan.

Đường cáp dẫn điện được bọc kín không thấm nước.

Ngoài ra phần bên trên mặt đất bao gồm:

Giá máy.

Tời nâng hạ động cơ và đầu khoan.

Các thiết bị điều chế phân phối bentonite.

Các máy bơm bơm cát, bơm bentonite.

Máy có thể khoan lỗ có đường kính từ 450mm đến 1500 (hình 77 và hình 78). Với loại máy GZQ-1500 có cải tiến đôi chút có thể khoan đến đường kính 2000 - 2500mm (với tốc độ chậm). Chiều sâu lỗ khoan đạt độ sâu từ 20 đến 30m, đặc biệt có trường hợp có thể sâu đến 50m. Các loại máy khoan thường dùng có nhãn hiệu KQ và GZQ được trình bày trong bảng 19 dưới đây.

Bảng 19. Tính năng một số máy khoan điện chìm trong nước

Các đặc trưng		Mã hiệu						
		KQ-800	GZQ-800	KQ-1250A	GZQ-1250A	KQ-1500	GZQ-1500	KQ-2000
Chiều sâu khoan (m)		80	50	80	50	80	50	80
Đường kính lỗ khoan (mm)		450 - 800	800	450-1250	1250	800-1500	1500	800-2000
Vòng quay trục chủ (v/p)		200	200	45	45	38,5	38,5	21,3
Moment quay (kNm)		1,9	1,07	4,6	4,76	6,87	5,57	13,72
Công suất động cơ (kW)		22	22	22	22	37	22	44
Vòng quay động cơ điện (v/p)		960	960	960	960	960	960	960
Tốc độ khoan sâu (m/p)		Từ 0,3 đến 1,0	Từ 0,3 đến 1,0	Từ 0,3 đến 1,0	Từ 0,16 đến 0,20	Từ 0,06 đến 0,16	0,02	Từ 0,03 đến 0,10
Kích thước	Dài (mm)	4306	4300	5600	5350	6850	5300	7500
	Rộng (mm)	3260	2230	3100	2220	3200	3000	4000
	Cao (mm)	7020	6450	8742	8742	10500	8350	1100
Trọng lượng máy chủ (tấn)		0,35	0,55	0,70	0,70	1,00	1,00	1,90
Trọng lượng toàn bộ (tấn)		7,28	4,60	10,46	7,50	15,43	15,40	20,18

b) Trình tự thực hiện

- Tóm tắt sơ đồ quá trình thực hiện được trình bày trong hình 76.

Cũng giống như mọi trường hợp phổ biến khác: khoan tạo lỗ → lắp đặt cốt thép và ống dẫn bê tông → Đổ bê tông.

- Quá trình khoan lỗ nên dùng bentonite để giữ vách - bentonite có mật độ từ 1,1 đến 1,3 tấn/m³. Khi khoan các tầng sét hoặc tầng đất sét bột, người ta có thể châm thêm nước sạch vào lỗ khoan - nước sạch sẽ hoà quyện với sét đào lỗ khoan tạo thành lượng bentonite mới. Lúc tháo cặn nên khống chế mật độ bentonite ở mức 1,1 ÷ 1,2 tấn/m³. Đất sét dùng để chế tạo bentonite nên chọn loại có chỉ số dẻo $I_p \geq 17$.

Chỉ số chất lượng của sét: 18 - 22s.

Lượng ngậm cát trong sét: $\leq 4 - 8\%$.

Tỉ suất dẻo: $> 90\%$.

Trong suốt quá trình khoan nên trắc định lại mật độ bentonite (độ dính, lượng ngậm cát và tỷ số dẻo của sét).

Trước khi khoan cũng cần phải lắp đặt ống vách ở miệng lỗ khoan. Cách lắp đặt và cấu tạo ống vách giống như đã trình bày ở hình 64. Đường kính trong của ống vách phải lớn hơn đường kính lỗ khoan khoảng 200mm. Chiều sâu chôn của ống phải lớn hơn 1,5m - nếu đất nền là cát hoặc phải lớn hơn 1m nếu nền là đất dính. Ống vách phải cao hơn đất nền 30cm ÷ 40cm và mép trên ống vách phải cao hơn mực nước ngầm tối thiểu 1,5m để bảo đảm cao độ mức dâng của bentonite luôn cao hơn nước ngầm từ 1m trở lên.

- Treo máy khoan vào trong ống vách của lỗ khoan, cố định chặt giá đỡ của máy. Tiếp đến khởi động máy bơm cát đá (hình 78) để máy khoan quay không tải. Sau khi bơm bentonite vào trong ống vách xong thì bắt đầu tiến hành khoan lỗ. Nên tùy điều kiện mà điều chỉnh tốc độ khoan sâu đồng thời kèm theo nên thả chùng cáp điện và ống mềm dẫn bentonite, bảo đảm cần khoan - cáp điện và ống dẫn bentonite cùng hạ xuống một cách đồng bộ.

- Việc hạ đầu khoan, thả cáp điện và ống bentonite nên giao cho người chuyên trách. Dòng điện cung cấp cho máy không được vượt quá dòng điện quy định - để bảo đảm được điều này nên bố trí thiết bị khống chế dòng điện và ngắt điện nếu dòng điện quá giới hạn cho phép - nhất là khi đầu khoan gặp trở lực quá lớn.

- Tốc độ khoan sâu phụ thuộc vào các yếu tố:

Tình hình địa chất của các tầng đất.

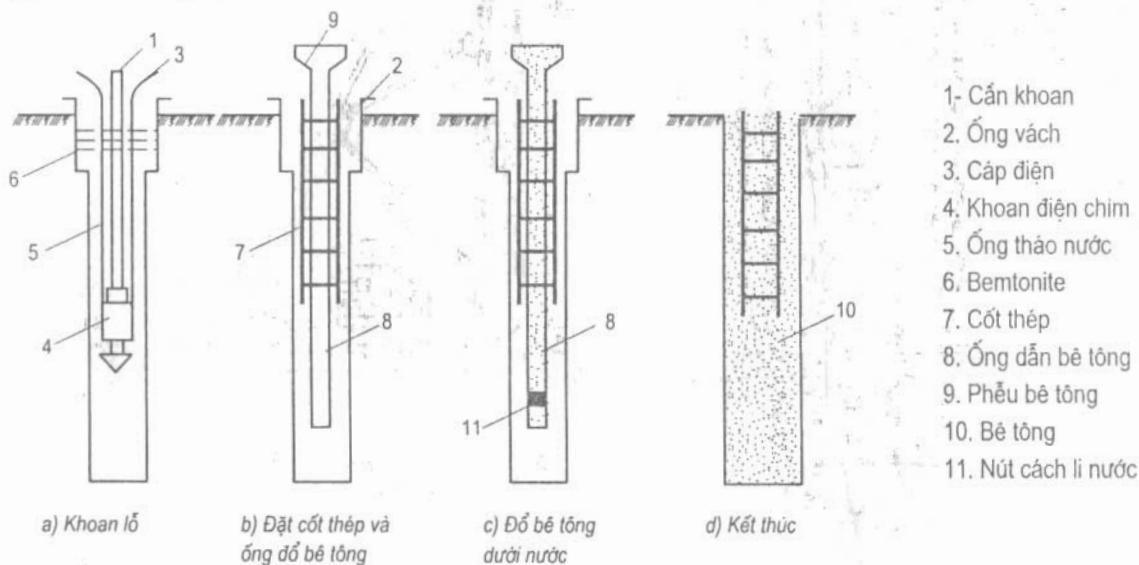
Đường kính lỗ khoan, chiều sâu lỗ khoan.

Tình hình và tốc độ cấp nước, cấp bentonite.

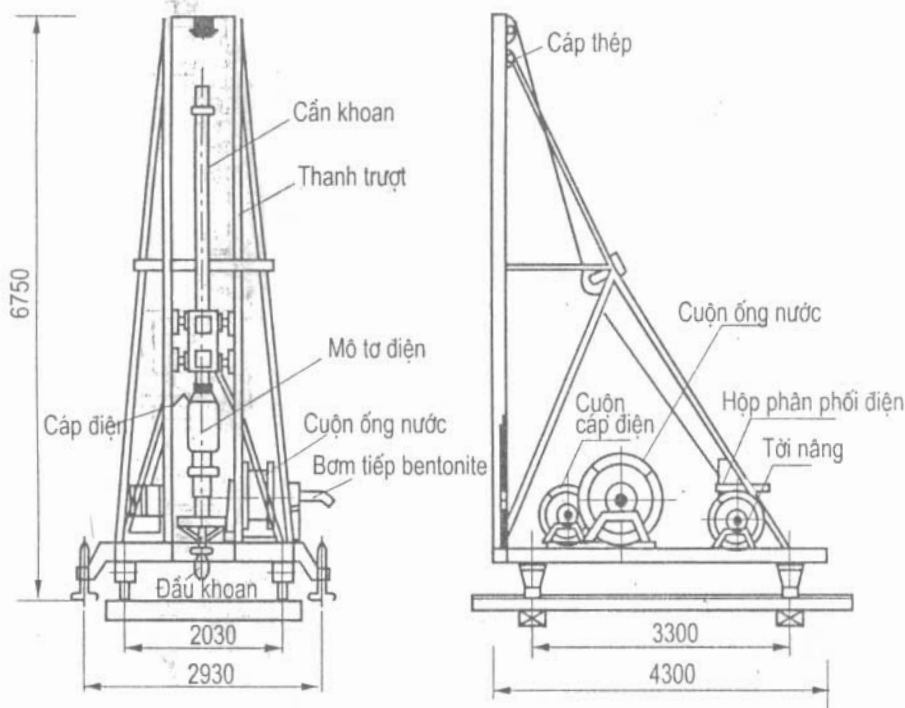
Khi khoan qua tầng đất mềm và đất sét cũng không nên vượt quá tốc độ 1m/phút. Khi khoan qua tầng đất cứng không nên để dòng điện tăng vượt quá mức quy định.

- Khi đã khoan đến đáy thiết kế, nên tiến hành vét đáy, đặt cốt thép và ống dẫn bê tông để đổ bê tông kịp thời. Làm sạch lỗ có thể sử dụng phương pháp hoán vữa tuần

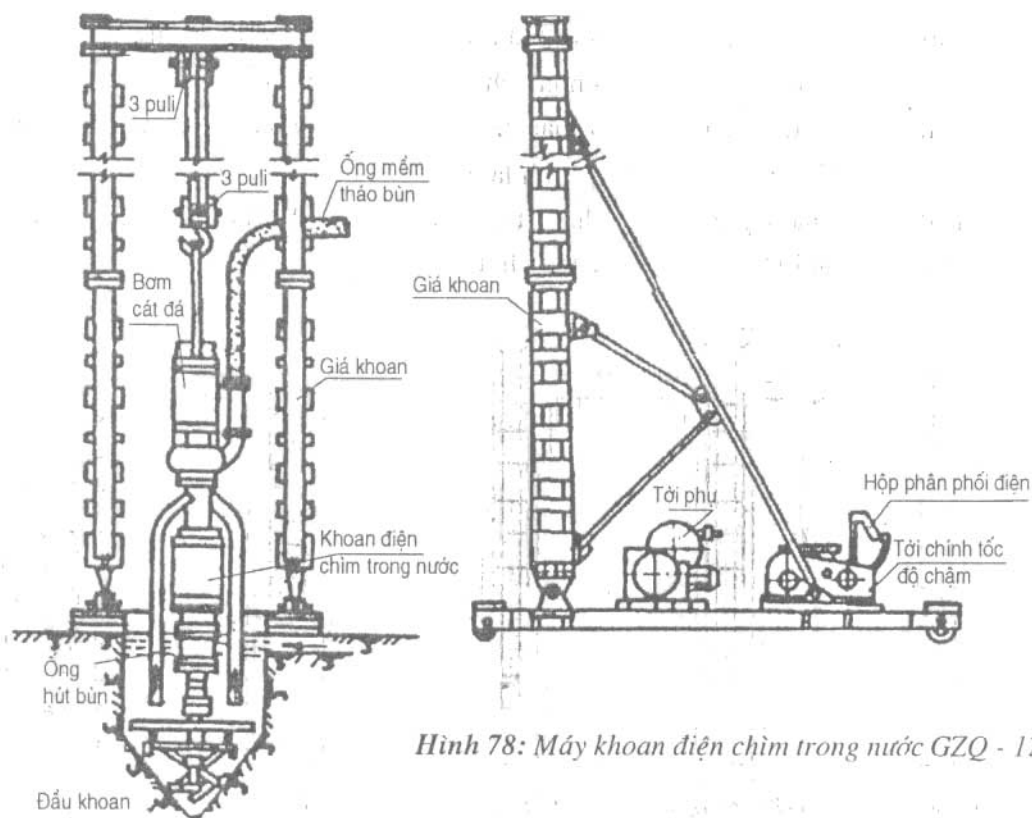
hoàn để tháo cạn đáy lỗ. Nên để nguyên đầu khoan tại chỗ rồi quay đồng thời cho nước sạch vào để hoá đổi bentonite và nên khống chế mật độ khoảng $1,1 \text{ tấn/m}^3$. Nếu đất thành lỗ quá yếu thì nên dùng phương pháp tuần hoàn vừa để làm sạch lỗ (mật độ bentonite khoảng $1,15$ đến $1,25 \text{ tấn/m}^3$). Suốt quá trình làm sạch lỗ phải luôn luôn bổ sung bentonite kịp thời bảo đảm khả năng giữ vách ổn định. Trong trường hợp đất thành lỗ khoan chắc chắn không có khả năng sụt lở thì có thể dùng máy hút bùn để làm sạch lỗ.



Hình 76: Sơ đồ công nghệ thi công cọc nhồi bằng đầu khoan điện chìm trong nước

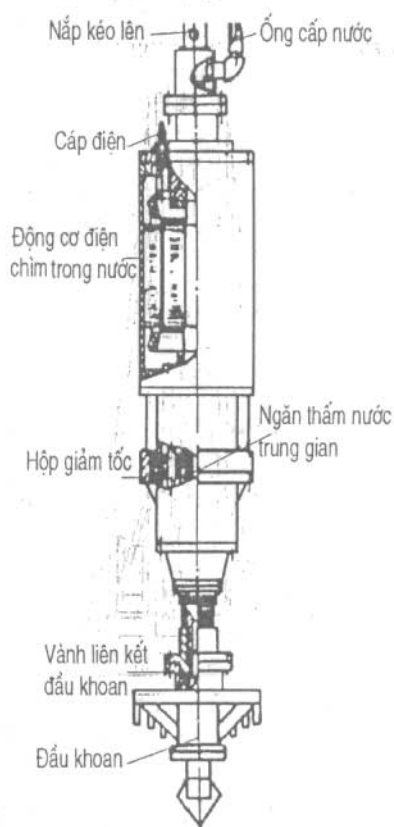


Hình 77: Cấu tạo máy khoan điện trong nước GZQ-800



Hình 78: Máy khoan điện chìm trong nước GZQ - 1250

Hình 79: Cấu tạo đầu khoan điện ngầm chìm trong nước.



c) Những sự cố thường gặp

Những sự cố thường gặp giống như trường hợp khoan xoay tuần hoàn (khoan gầu xoay và khoan xoắn)

5. Khoan lỗ nén vữa

Để thực hiện phương pháp thi công cọc nhồi bằng cách "khoan lỗ nén vữa", người ta sử dụng loại khoan xoắn cần dài (hình 69, hình 80) để tạo lỗ khoan. Trong thân đứng của khoan có một hệ thống ống dẫn vữa cao áp (từ 10 đến 30 MPa). Khi đã khoan đạt đến độ sâu thiết kế, người ta dùng bơm cao áp để bơm vữa xi măng theo thân đứng của cần khoan, vữa được đẩy phụt ra từ dưới mũi khoan, làm đầy lỗ và đẩy cần khoan lên khỏi mặt đất. Di dời máy khoan khỏi vị trí lỗ khoan, dùng cần trục nâng lồng cốt thép và đặt vào lỗ khoan. Thi công theo phương pháp này được gọi là thi công cọc theo phương pháp PIP (hình 80).

Có một cách làm khác là thi công cọc theo từng phần vật liệu: Sau khi khoan xoắn tạo lỗ xong, người ta đặt một ống đứng (ống nhựa hoặc ống thép) vào trong lỗ khoan: đầu dưới gắn sát đáy lỗ, và đầu trên được nối với hệ thống bơm vữa cao áp. Tiếp theo người ta cho đá dăm (2 - 4cm) vào đáy lỗ khoan. Sau khi xếp đầy đá dăm trong lỗ khoan, ta tiến hành ép vữa (bơm vữa xuống đáy lỗ với áp lực cao). Vữa dâng lên đẩy bùn đất ra ngoài đồng thời lấp đầy chỗ rỗng giữa những cục đá dăm. Khi vữa dâng đầy đến mặt đất, coi như việc thi công cọc hoàn thành (xem sơ đồ thực hiện được thể hiện ở hình 82).

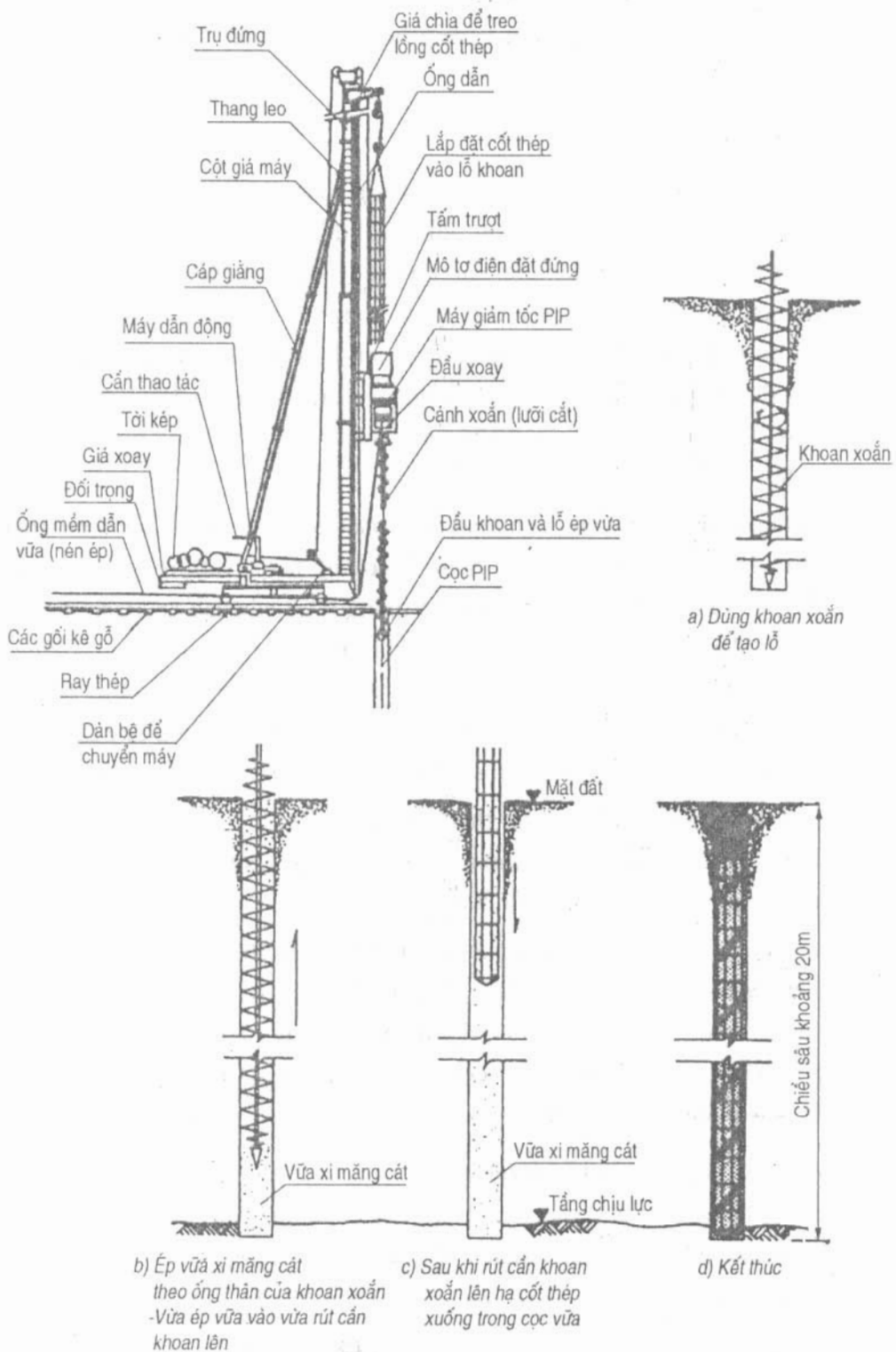
Phương pháp khoan lỗ nén vữa có thể thực hiện cho các cọc nhồi có đường kính từ 300mm đến 1000mm và sâu đến 30m. Thông thường thì áp dụng cho cọc có đường kính từ 400mm đến 600mm và sâu từ 10m đến 20m.

Biện pháp khoan lỗ nén vữa nói chung không dùng đến bentonite, không cần phải áp dụng đặt ống dẫn và đổ bê tông theo phương pháp đổ bê tông trong nước. Với áp lực vữa cao, thân cọc có thể mở rộng và nén chặt vào thành lỗ, tăng khả năng chịu lực ma sát cho cọc. Chi phí tạo lỗ và đổ bê tông cho cọc nói chung thấp. Có thể áp dụng cho các tầng đất sét, đất bùn và đất cát, cát sỏi.

a) Thiết bị sử dụng và yêu cầu về vật liệu

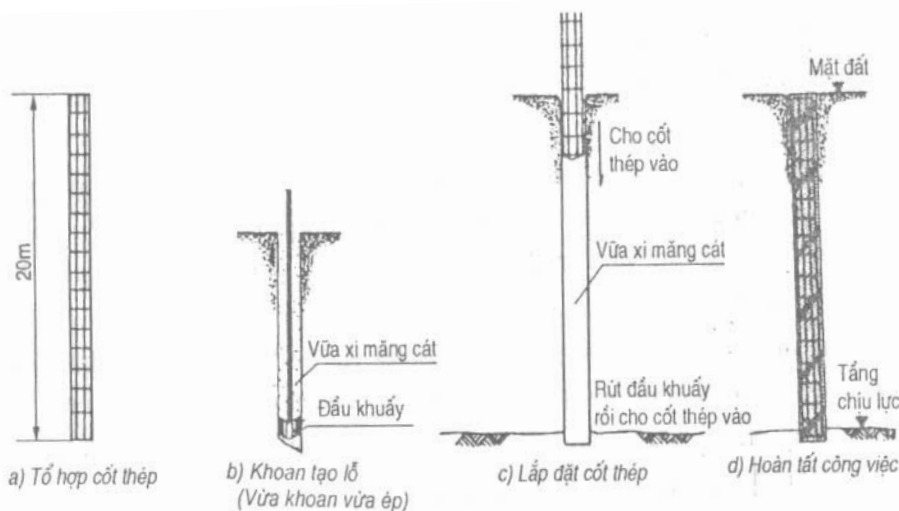
Thiết bị chủ yếu là khoan xoắn cần dài và bơm vữa cao áp (bơm có áp lực có thể đạt đến 30 MPa và lưu lượng bơm đạt được đến 154 lít trong một phút).

Các phương tiện trộn vữa và cung cấp vữa cho máy bơm (vữa phải được lọc qua lưới sàng. Xi măng dùng cho cọc là loại xi măng sun phat bên 32,5 - 42,5. Tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,45 \sim 0,6$. Tỷ lệ thành phần: Đá: 1, vữa khoảng 0,75 - 0,8).



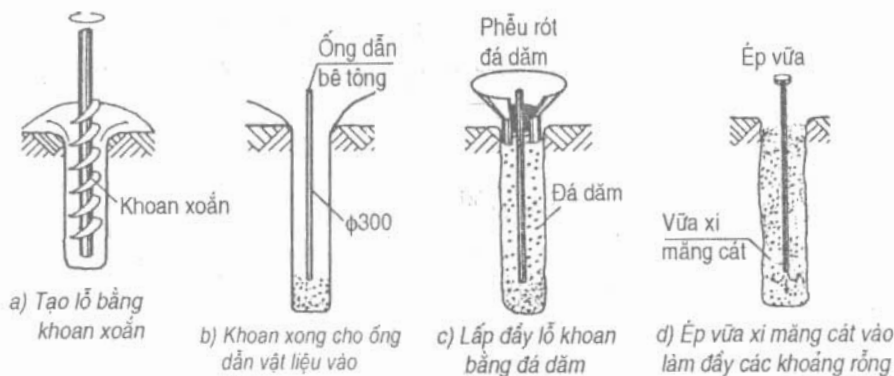
Hình 80: Thi công cọc PIP

Nội dung: Khoan tạo lỗ bằng khoan xoắn, khoan xong khi rút cần lên vừa rút lên vừa ép vữa vào, khi cần khoan rút xong thì cho cốt thép vào



Hình 81: Cọc trộn vữa - MIP

Dùng đầu khoan để khuấy trộn vữa - Vừa đào đất (lấy đất vào gầu xoay) vừa cho vữa (bơm phụt vữa) vào lỗ khoan. Vữa sẽ được trộn với đất quanh thành lỗ khoan tạo nên lớp vách cứng. Cọc nhồi thi công theo phương pháp này gọi là cọc trộn vữa hay cọc MIP.



Hình 82: Đổ bê tông cọc nhồi theo từng phần vật liệu

b) Trình tự thực hiện

Trình tự thực hiện được trình bày ở các hình 80 và hình 82.

Khi đưa khoan vào vị trí, cần lưu ý kê kích chân giá cho ổn định và hiệu chỉnh cần khoan đúng với chiều thẳng đứng rồi mới tiến hành khoan sâu. Quá trình khoan sâu là vừa khoan sâu vừa đẩy lên miệng lỗ các đất đá đã khoan vụn - quá trình khoan cũng là quá trình làm sạch đất đá trong lỗ khoan. Khi mũi khoan đã đạt đến cao độ thiết kế, ta cho khoan quay tại chỗ (không ấn sâu xuống nữa, xem như khoan chạy không tải) để cần khoan xoắn tiếp tục đưa đất đá vụn lên hết khối đáy lỗ khoan.

Sau khi khoan xong, tiến hành bơm vữa (thông qua đường ống trong thân cần khoan xoắn và phụt ra đáy lỗ ở mũi khoan xoắn). Vữa bơm vữa vừa nâng cần khoan lên, tuy

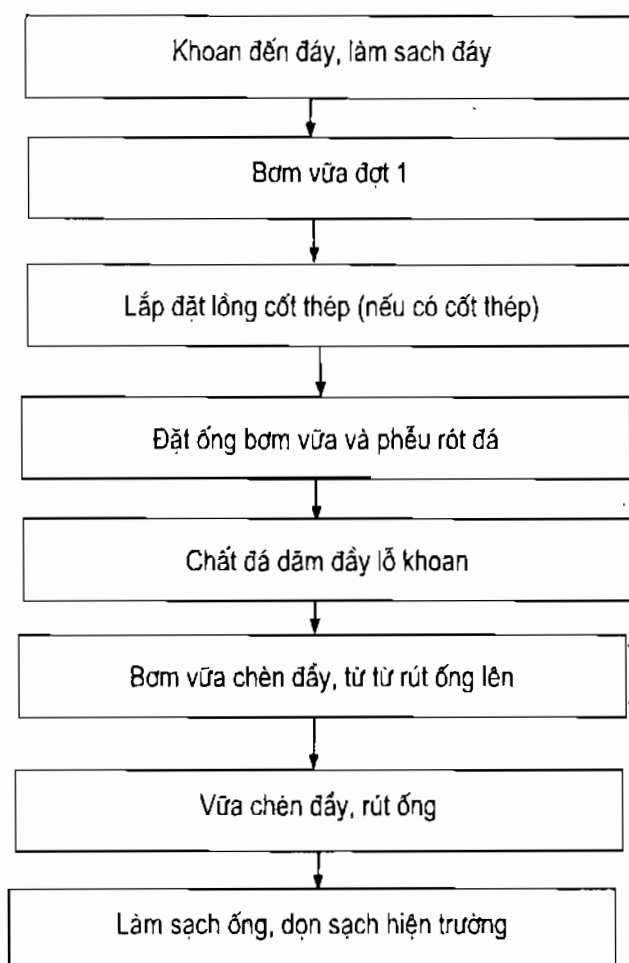
nhiên nên khống chế tốc độ dâng cao của vữa (tốc độ nâng cần khoan lên) ở giới hạn từ 0,5m đến 1m/phút. Rút cần khoan lên quá nhanh rất dễ gây ra sụt lở thành lỗ khoan và làm co eo thân cọc nhồi.

Trong trường hợp cọc có cốt thép, việc lắp đặt thép cọc cũng cần lưu ý việc cấu và hạ vào lỗ (phải gia cường - phải hàn treo cố định...). Cần giữ lớp bảo vệ cho cốt thép - quan tâm đến chiều thẳng đứng và cao độ phần trên cũng như phần dưới của lồng cốt thép phải đúng yêu cầu của thiết kế.

Cho đá dăm vào lỗ khoan không được đổ thẳng vào lỗ khoan vì như thế rất dễ làm lở sụt thành lỗ khoan mà cần phải đổ vào phễu có ống dẫn xuống đáy lỗ khoan (như hình 82).

Sau khi đổ đầy đá thì tiến hành bơm vữa áp lực cao để làm đặc kín lỗ khoan.

Sơ đồ thực hiện có thể tóm tắt lại như sau:



Như trên đã trình bày: Khoan lỗ ép vữa chủ yếu dùng khoan xoắn cần dài. Tuy nhiên, trong một số trường hợp người ta cũng dùng phương pháp khoan gầu xoay và ép vữa. Phương pháp khoan gầu xoay ép vữa được trình bày trong hình 81. Đây là phương pháp cọc trộn vữa hay còn có tên là cọc MIP.

c) Những điều cần chú ý khi thi công khoan lỗ ép vữa

Cần lưu ý tạo lỗ ép vữa cách quãng để tránh làm gãy cọc lân cận - nhất là khi khoảng cách giữa các cọc nhỏ hơn 3,5 lần đường kính của cọc. Chúng ta chỉ có thể thực hiện khoan lỗ ép vữa bên cạnh cọc đã hoàn thành trước đó, nếu bê tông cọc trước đó đã đạt cường độ trên 50%.

Khi khoan tạo lỗ mà gặp đá mồi thì phải chuyển vị trí máy khoan ra khỏi vị trí khoan và xử lý đá dưới lỗ khoan (cách xử lý như các phần trước đã trình bày).

Khi khoan gặp đất sụt lở quá nhiều thì rút cần khoan lên và đổ vữa xi măng cát xuống, chờ 2 giờ sau khi vữa đông cứng ta mới tiếp tục khoan tạo lỗ.

Vừa bơm vào lỗ khoan phải được sàng lọc (lỗ sàng 14×14) và tùy trường hợp mà có thể sử dụng phụ gia hoặc không. Vữa phải được sử dụng hết trước thời gian ninh kết ban đầu (dưới 90'). Áp lực bơm phải dựa vào điều kiện địa chất mà quyết định. Lần bơm đầu tiên (trước khi cho cốt thép và đá vào lỗ khoan) chỉ nên bơm với áp lực từ 1MPa đến 10MPa. Lần thứ hai (sau khi đặt cốt thép và đổ đá cũng nên điều chỉnh áp lực bơm trong giới hạn từ 2 đến 10 MPa. Tại các tầng đất mùn, hoặc cát chảy có thể tăng áp lực bơm lên cao, ngược lại tại các vùng đất dính, áp lực bơm có thể giảm thấp xuống. Tại đoạn cọc qua vùng đất sét nhưng ở trên mức nước ngầm cần lưu ý tăng áp lực bơm để đề phòng trường hợp co eo hoặc đứt đoạn trong thân cọc.

Đặt ống để bơm vữa (lần 2) nên đặt đầu dưới cách đáy lỗ khoan 1m. Nếu cọc sâu hơn 13 mét thì nên đặt 2 ống cấp vữa, 1 ống dài, 1 ống ngắn. Ống ngắn đặt cao hơn ống dài khoảng 1m (chênh lệch cao độ đầu dưới của ống).

Khi bơm vữa, bơm ống dài trước, sau đó chuyển sang bơm vào ống ngắn... Khi này đồng thời rút ống dài lên từ từ (nhưng vẫn chôn đầu trong ống vữa). Khi vữa đã chôn sâu đầu ống dài trở lại thì chuyển sang bơm vữa cho ống dài và tiếp tục rút ống ngắn lên từ từ. Quá trình bơm vữa cứ luân phiên tiếp diễn cho đến khi hoàn thành.

Việc bơm vữa phải tiến hành liên tục không nên để gián đoạn giữa chừng.

6. Cọc nhồi mở rộng thân

Cọc nhồi mở rộng thân có hai dạng:

Quanh thân có các nhánh mở rộng (như hình 83a, quanh thân có 4 nhánh mở rộng).

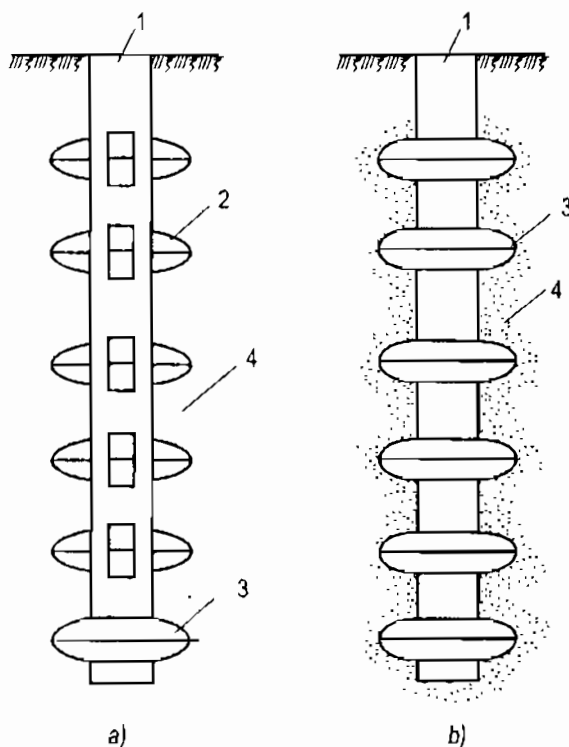
Quanh thân có các vành mở rộng (như hình 83b).

Loại cọc này có sức chịu tải lớn, rất thích hợp cho móng nhà cao tầng, có thể ứng dụng cho các vùng đất sét, đất mềm, đất cát mịn nhưng lại không thích hợp với các tầng đất bùn lỏng, các tầng cát vừa cát thô hoặc các tầng cuội sỏi...

Hình 83a và hình 83b là hai dạng cọc mở rộng thân.

- Bố trí và cấu tạo:

Số lượng nhánh tại mỗi cao độ, bán kính mở rộng của vành, số vị trí mở rộng trên thân cọc... nói chung do điều kiện địa chất và yêu cầu chịu tải của cọc mà quyết định. Kích thước của các nhánh (các vấu) hoặc các vành (các mâm) quanh thân cọc có thể lấy theo các kích thước của các hình 85a - 85b - 85c - 85d - 85e - 85f.



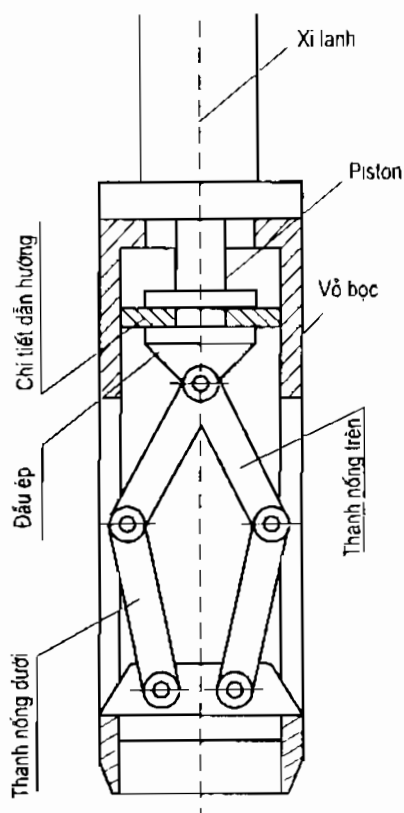
Hình 83: Cọc nhồi mở rộng thân

a) Thân cọc có các nhánh mở rộng;

b) Thân cọc có các vành mở rộng

1. Thân cọc; 2. Các nhánh mở rộng;

3. Các vành mở rộng; 4. Phần đất quanh cọc bị chèn chặt



Hình 84: Cấu tạo chi tiết mở rộng vấu và vành mâm cho thân cọc

a) Cách mở rộng thân cọc và các phương tiện thiết bị sử dụng

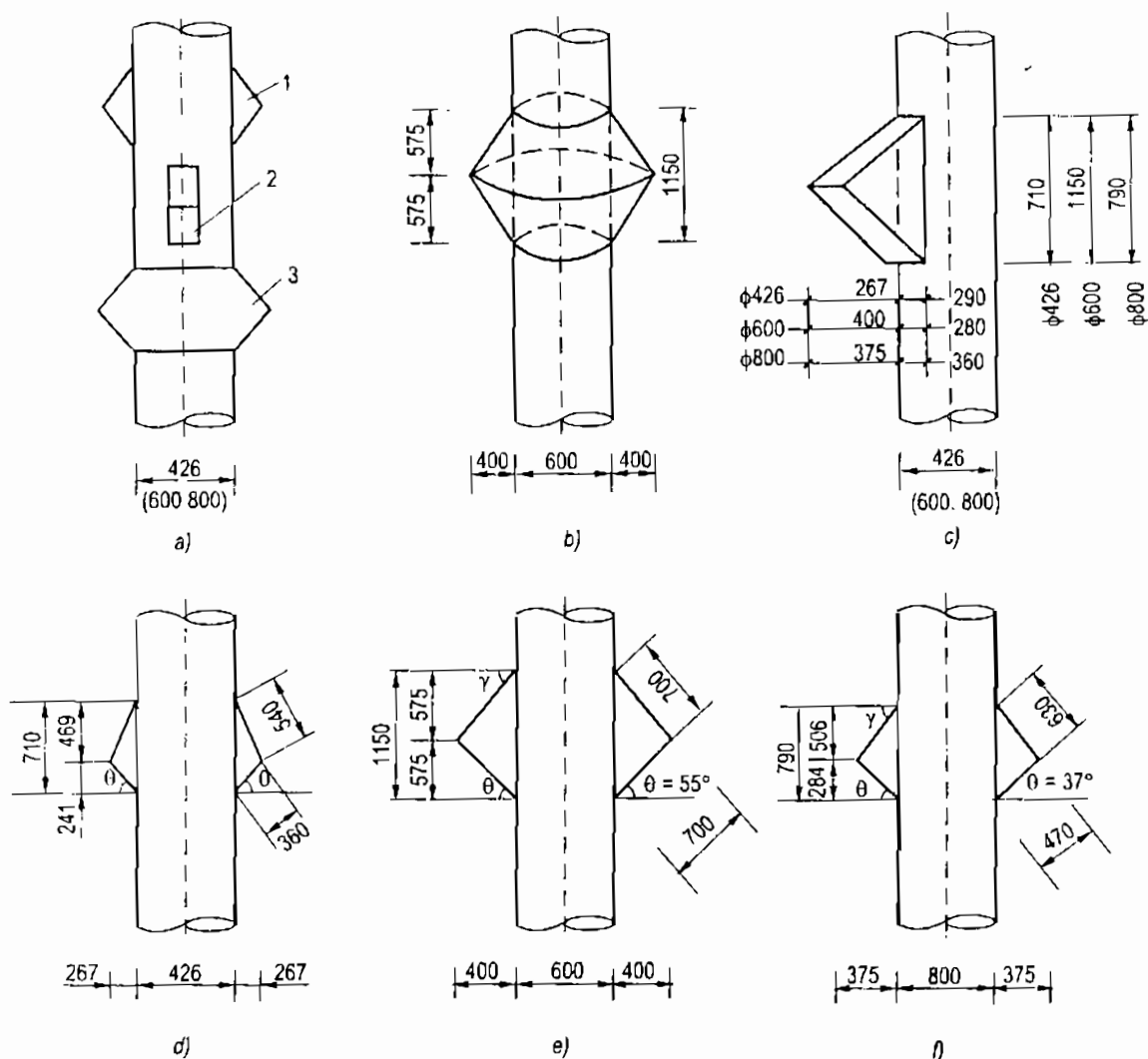
Để mở rộng vành mâm, các vấu ở thân cọc người ta sử dụng phương tiện như hình 84 đã thể hiện. Phương tiện được dẫn động bằng hệ thống xi lanh thủy lực.

Cách làm như sau:

Tại một cao độ đáy lỗ nào đó, người ta dùng khoan sâu và bắt đầu sử dụng thiết bị tạo vấu tạo - vành mâm.

Nếu không xoay chuyển vị trí (tức là không quay) mà chỉ điều khiển cho đầu dây xi lanh 1 đẩy piston 2 xuống và nong các thanh 4 - 5 nhờ đầu ép 3 đè chúng xuống. Nếu cứ

nồng một chỗ (không xoay) ta sẽ có hai hốc cho hai vấu đối xứng. Nếu cứ nồng và xoay dần ta sẽ có vành hốc cho thân cọc. Cách làm này vừa tạo hốc vấu và hốc vành để mở rộng thân cọc lại vừa có tác dụng chèn chặt đất tại vị trí mở rộng quanh thân cọc.



Hình 85: Kích thước các chi tiết mở rộng thân cọc

a) Nhánh vấu và vành mâm mở rộng; b) Chi tiết mở rộng của cọc 600mm

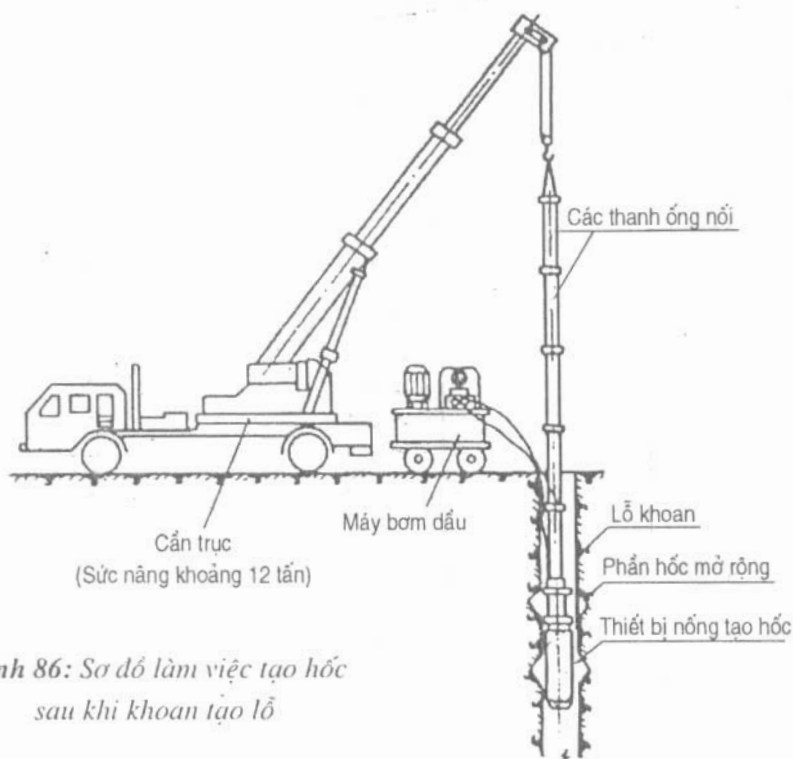
c) Nhánh vấu của cọc 426 - 600 - 800mm; d, e, f) Nhánh vấu của các cọc 426 - 600 × 800mm

1. Vấu ngang; 2. Vấu dọc; 3. Vành mâm

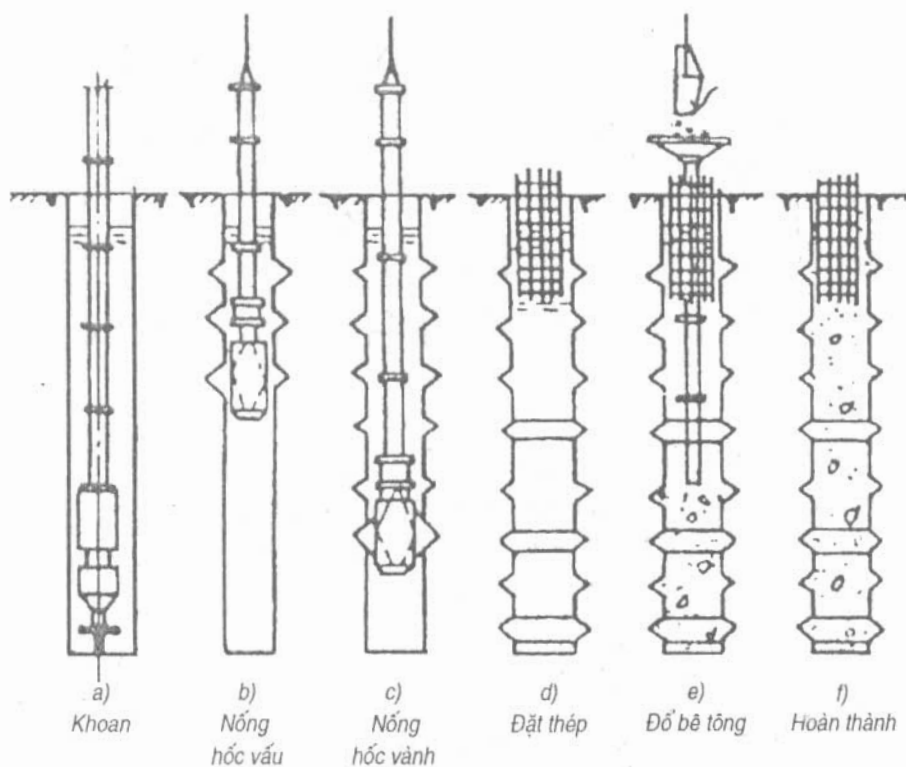
Thiết bị dùng để tạo lỗ người ta dùng khoan xoay (gầu xoay, mũi xoắn) hoặc khoan điện ngầm dưới nước như đã trình bày trong các phần trước.

Hình 86: Sơ đồ thao tác tạo hốc mở rộng cho cọc.

Hình 87: Sơ đồ các bước thực hiện khi thi công cọc có mở rộng phần thân.



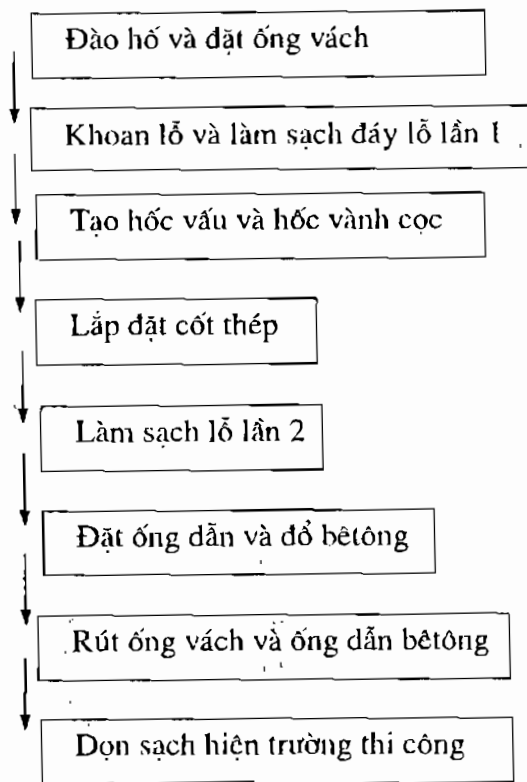
Hình 86: Sơ đồ làm việc tạo hốc sau khi khoan tạo lỗ



Hình 87: Sơ đồ các bước thực hiện khi thi công cọc có mở rộng phần thân.

b) Trình tự thực hiện

Trình tự các bước thực hiện như sau:



Người ta có thể tạo lỗ theo phương pháp khô hoặc phương pháp có bentonite giữ vách. Khoan sâu có thể dùng phương pháp gầu xoay hoặc mũi xoắn - thường thì hay sử dụng đầu khoan điện chìm trong nước.

Khi khoan, nếu gặp lớp sét người ta lợi dụng sét của đất nền để tạo bentonite giữ vách lỗ khoan. Nếu gặp lớp cát thì người ta dùng sét đỏ để tạo bentonite cho lỗ khoan (mật độ 1,3 tấn/m³). Cần lưu ý mức bentonite trong ống vách luôn luôn cao hơn mức nước ngầm tối thiểu 1m.

Quá trình nong hốc tùy theo tầng đất mà nên có lực ép thích hợp (áp lực dầu tạo ra trong xi lanh).

Đất sét:	6 - 7 MPa.
Đất bột chặt và cát	15 - 17 MPa.
Đất cát chặt:	20 - 25MPa.

Sau khi hoàn thành xong việc nong hốc vầu và hốc vành, có thể thay bentonite mật độ lớn bằng bentonite mật độ thấp (loãng - mật độ giới hạn từ 1,1 ~ 1,15 tấn/m³).

Mật độ bentonite ở đáy lỗ trước khi đổ bê tông (đáy lỗ có lỗ ≤ 500mm) phải nhỏ hơn 1,25 tấn/m³, mật độ sét 28s và lượng cát lẫn trong sét ≤ 8%, lúc này lượng cặn sét ở đáy lỗ phải < 100mm.

Sau khi làm sạch lỗ lần 2 trong vòng 30 phút trở lại phải tiến hành đổ bê tông ngay, không được chậm trễ. Nói như vậy cũng có nghĩa là trong quá trình làm sạch lỗ, mọi thứ đã chuẩn bị sẵn sàng.

Khi đổ đến cao độ có vấu và có vành mở rộng, cần có biện pháp khuấy chọc để bảo đảm bê tông đầy chặt vào các vấu các vành. Đợt sụt bê tông thích hợp để đổ bê tông là $A = 16 - 18\text{cm}$.

c) Những điểm chú ý khi thi công mở rộng thân cọc

Khoảng cách và kích thước mở rộng... do thiết kế quy định.

Thi công cọc nên cách quãng (nhất là khi cự li cọc quá dày $\leq 3,5$ đường kính cọc) để bảo đảm an toàn cho các cọc đã đổ bê tông trước đó.

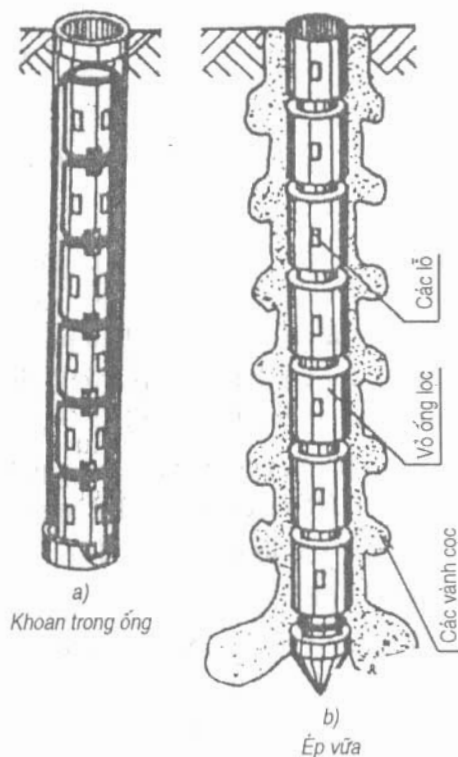
Chọn cấp phối và đợt sụt hợp lý để bảo đảm có thể làm chặt bê tông cho cọc - nhất là các vấu và các vành cọc.

Vị trí cọc thi công không được chuyển vị quá $\frac{1}{6}$ đường kính của cọc đồng thời cũng không vượt quá 100mm. Độ lệch theo chiều đứng giữa tâm đầu và tâm đáy cọc phải nhỏ hơn 1% chiều dài của cọc.

Trước khi thi công loại cọc này cũng nên thi công thử nghiệm, số lượng thi công cọc thử khoảng 1% số lượng cọc sẽ thi công nhưng không được ít hơn 3 cọc.

Hình 88 cũng là một dạng thi công cọc mở rộng thân. Người ta khoan trong ống (hình 88a). Bên hông ống có chứa các rãnh và các lỗ. Sau khi khoan xong người ta cho bê tông vào trong ống rồi nén vữa (chủ yếu dùng chày giồng ở bên trong). Bê tông đá nhỏ (vữa xi măng cát) sẽ chui ra ở các lỗ và các rãnh thành ống để tạo các vấu hoặc các vành cọc.

Biện pháp thi công này hiện không được áp dụng rộng rãi nữa. Hình vẽ chỉ có tính tham khảo.



Hình 88: Thi công mở rộng thân cọc bằng ống ép vữa

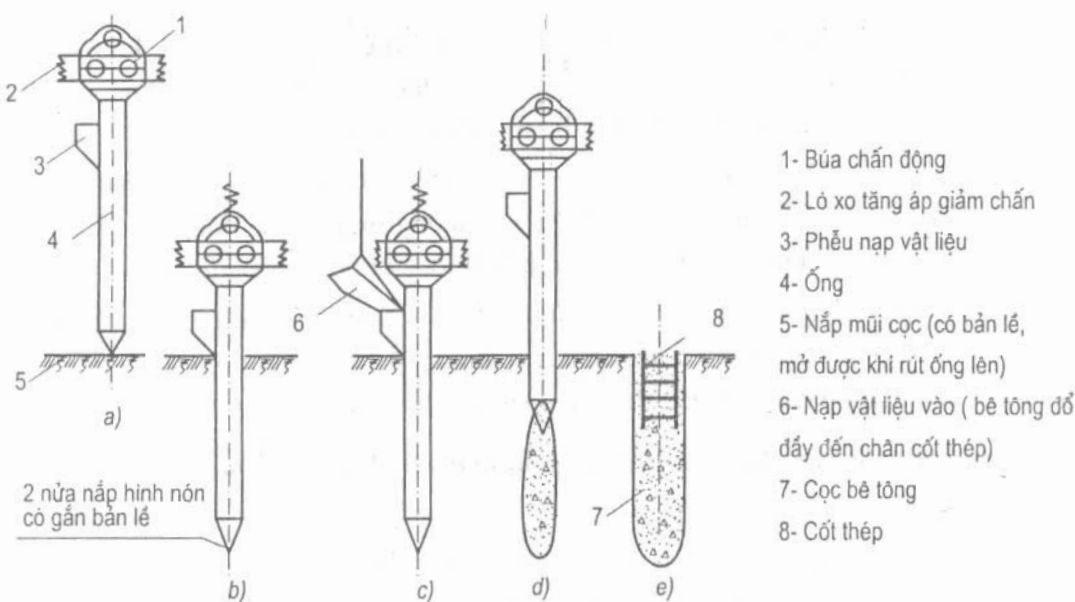
7. Thi công cọc nhồi bằng phương pháp hạ ống chấn động

Sơ đồ thực hiện được trình bày ở hình 89.

Người ta dùng ống thép, đầu dưới được gắn 2 nửa nắp hình nón có gắn bản lề. Dùng búa chấn động gắn trên đầu ống để ép hạ ống xuống. Khi ống xuống đến cao độ thiết kế

thì dừng lại và rót vật liệu vào trong ống (bê tông tươi chuẩn bị sẵn). Bê tông phải đổ đến cao độ chân cốt thép... Khi bê tông đã đổ đầy đến cao độ dưới của cốt thép thì tạm ngưng, dùng cần trục và cho búa chấn động chạy tạo chấn động rồi từ từ nhấc rút ống lên. Quá trình rút ống có chấn động không những việc rút ống dễ dàng (ma sát giảm) mà bê tông cũng được làm chặt lại. Sau khi rút ống ra thì lắp đặt cốt thép và tiếp tục lắp ống dẫn để đổ bê tông tiếp tục cho đầy cọc. Trong trường hợp chân cốt thép đặt sâu, nếu cảm thấy không an toàn mà nút ống rồi mới đặt cốt thép thì rất có thể vách lỗ có nguy cơ sụt lở khi lắp đặt cốt thép. Do vậy có thể vắn đề ống thép nguyên vị trí rồi cầu đặt cốt thép vào bên trong và tiếp tục đổ bê tông (khi lắp đặt cốt thép, phải tạm thời tháo gỡ búa rung ở trên ống). Công việc kế tiếp khi nhấc ống lên phải thật khẩn trương, nói chung thời gian gián đoạn đổ bê tông (khi rút ống đến khi đặt xong cốt thép và đặt ống đổ bê tông) chỉ nên khống chế dưới 90 phút, càng sớm bao nhiêu càng tốt bấy nhiêu.

Thi công theo phương pháp hạ ống chấn động không cần dùng đến bentonite không sợ sụt lở vách có thể lợi dụng để mở rộng đầu cọc. Với nền đất cứng, cát chặt, đá... không áp dụng phương pháp này được vì đầu mũi ống rất dễ bị tổn thương méo mó.



Hình 89: Thi công cọc nhồi theo cách hạ ống bằng búa chấn động

a) Đưa ống vào vị trí; b) Hạ ống xuống;
c) Cho vật liệu xuống; d) Nhấc ống lên; e) Cắm cốt thép và đổ bê tông đầy cọc.

a) Thiết bị sử dụng

Ống hạ xuống nền thường dùng ống có đường kính từ 220 đến 370mm, ống dài 10m đến 28m và các thiết bị kèm theo:

Búa chấn động.

Cần trục.

Trộn và cung cấp bê tông.

Thiết bị gia công lắp đặt cốt thép

b) Thực hiện

Ép ống thép mà đầu mũi có hai - ba nửa nắp hình nón (có thể mở ra khi rút ống lên) nên ép xuống chậm, đừng ép chấn động quá nhanh - dễ làm hư đầu mũi ống (không mở ra được khi rút ống lên). Khi ép qua vùng đất mềm cũng nên khống chế tốc độ ép rung khoảng 0,6m - 0,8m/phút. Nếu dùng ống BTCT tiên chế, có thể ép nhanh hơn nhưng cũng cần khống chế để cọc ống khỏi bị vỡ hoặc gãy. Nếu thấy có nguy cơ nước chui vào ống hoặc bùn sẽ chui vào ống (thường khi đất nền có nước ngầm mạnh) thì trước khi ép rung, người ta đổ trước vào trong ống một lượng bê tông tươi hoặc vữa xi măng cát cao chừng 1m rồi bắt đầu ép rung ống vào nền.

Nói chung, trước khi thi công chính thức, có làm một số cọc thử nghiệm để rút kinh nghiệm.

Tốc độ nhả ống (mục đích để bê tông trong cọc không bị kéo theo, không làm hư thành đất...) nên khống chế từ 1,2 - 1,5m/phút. Mỗi lần chấn động rung khoảng 5 đến 10 giây rồi ngưng và nhấc ống lên khoảng 0,5m. Không nên nâng lên một lúc quá nhiều. Quá trình 5 đến 10 giây → nâng 0,5m cứ lặp đi lặp lại cho đến khi xong. Khi chân ống thép còn cách mặt đất khoảng 60 - 80cm thì nên ngừng rung (chấn động), từ từ nâng ống lên. Lưu ý nên cho bê tông đổ ở đầu cọc cao hơn thiết kế khoảng 50cm.

Trong một số trường hợp khi gặp các lớp đất nền cứng và phức tạp mà khó ép chấn động cho ống, người ta cũng sử dụng khoan xoắn tạo lỗ sơ bộ sau đó mới hạ ống xuống. Tuy nhiên, cách làm này tốn nhiều thời gian và chi phí sẽ lên cao.

c) Một số vấn đề cần chú ý khi thi công bằng cách chấn động hạ ống

- Thân cọc bị co eo:

Do quá trình hạ ống qua lớp đất yếu có nhiều nước bao bọc tại một số cao độ quanh thân ống cho nên khi rút ống lên, do bê tông còn non, với sức ép của nước và bùn nên cọc bị co lại. Khoảng cách giữa các cọc quá gần cho nên khi rút ống thép lên, áp lực hông do cọc bên cạnh tạo ra tác dụng lên bê tông non khiến thân cọc bị eo... Một lý do khác là do rút ống quá nhanh, bê tông không kịp rơi xuống đồng thời do tác dụng ngang của nước và đất quá lớn nên cọc dễ bị thất nứt (bị eo). Khi bê tông quá khô mà lại thiếu thì khi rút ống lên, bê tông dễ bị đứt rời và nước bùn sẽ lấn vào tạo thành những khúc eo.

Để khắc phục những sự cố nói trên, cần đổ trước vào trong ống một lượng bê tông cao 1m - 1,5m, mục đích để tăng khả năng kháng lại sự xâm nhập của nước ngầm và bùn lỏng dưới nền - ở những nền có nước ngầm dâng cao. Thi công cọc nên làm cách quãng

không nên thi công liền kề nhằm tránh làm hư hỏng cọc trước đó và không làm co co cọc đang thi công. Cần lưu ý tốc độ rút ống lên, chỉ giới hạn ở tốc độ 0,8 - 1m/phút.

- Cọc bị đứt đoạn hoặc một số chỗ có lún đất

Quá trình rút ống lên, khi búa rung làm việc có thể đã làm tăng áp lực của tầng đất yếu vừa mới rút ống lên khiến cho đất ép vào thân cọc khiến cọc bị đứt hoặc bị lún đứt một phần. Rút ống quá nhanh cũng tạo điều kiện cho đất lún cắt thân cọc. Tại các lớp đất chảy lỏng, thành lỗ không ổn định, trong khi đó độ chặt bê tông lại cao hơn nhiều, vì vậy khi rút ống lên, bê tông sẽ bị sụt lở vào hai bên thành lỗ khiến thân cọc bị khiếm khuyết hoặc có khi bị đứt đoạn.

Cọc vừa mới hoàn thành đã thi công cọc bên cạnh, do chấn động và do tác động nền nên cọc mới thành hình trước đó rất dễ bị nứt gãy (bê tông mới cứng, chưa đủ cường độ...).

Để tránh các trường hợp trên, cần lưu ý trong quá trình thực hiện: Chỉ thi công cạnh cọc đã hoàn thành trước đó khi nó đã đạt cường độ trên 60%. Cần lưu ý tốc độ rút ống. Với các vùng đất lỏng không ổn định không nên tạo chấn động quá nhiều, dễ phá vỡ kết cấu của chúng khiến chúng dễ sụt lở. Nên tiến hành thi công cách quãng để bảo đảm an toàn cho các cọc đã hoàn thành trước đó. Tại các lớp đất chảy lỏng khi rút ống lên có thể cấp bê tông vào ống để làm tăng đường kính thân cọc tại các cao độ này (tại lớp đất chảy lỏng) tăng lên 3 đến 5 lần so với đường kính của thân cọc.

- Rút ống lên, bê tông không tuôn ra khỏi đáy ống.

Tại tầng đất dính có tính co nén thấp, khi rút ống lên, các nắp bản lề ở mũi ống không mở ra và bê tông không chui ra được.

Khi khoan đến đáy gặp tầng nước ngầm mạnh, bê tông trong ống lại khô và đã quá lâu nên khi kéo lên, bê tông không tháo ra được. Khi ống bọc không phải ống thép mà ống bê tông tiền chế, nếu kéo một tý để xả bê tông ra đầu dưới ống mà bê tông không ra được, chứng tỏ rằng chất lượng bê tông tiền chế ở đầu ống rất kém. Quá trình rung ép xuống đã làm đầu ống bị vỡ, méo mó là làm tắc lối ra của bê tông trong ống.

Để tránh những trường hợp trên, cần phải khảo sát địa chất kỹ lưỡng và chọn chiều dài cọc hợp lý để tránh trường hợp đầu dưới cọc nằm vào lớp đất có tính co nén kém. Nếu ống dùng để ép rung là ống BTCT tiền chế thì cần kiểm tra, nghiệm thu chặt chẽ trước khi sử dụng. Bê tông trong ống không nên sử dụng loại bê tông quá khô, đồng thời không để bê tông ở trong ống quá lâu (trên 90') trước khi tháo ra. Có những trường hợp bê tông bị tắc không sao tuôn ra được, người ta phải nhấc ống ra khỏi miệng lỗ khoan để xử lý.

- Thân cọc bị kẹt đất bùn.

Khi nhổ ống quá nhanh, bê tông chưa kịp dồn xuống, do sự ép lún ngang của đất vách lỗ nên đất chen vào thân cọc khiến thân cọc bị kẹt đất bùn. Rất có thể khi rút bê tông vào ống, do chiều sâu quá lớn, với sự tác động rơi của bê tông quá mạnh khiến các phân nắp hình nón có gắn bản lề ở mũi bị mở toác ra và đất bùn nước ngầm có cơ hội chui vào.

Quá trình rút ống lên có trường hợp nâng lên hạ xuống nhiều lần (để làm lỏng ống giảm ma sát), khi ống hạ xuống đã cắt đứt ở thành lỗ làm lún vào bê tông trong thân cọc.

Để khắc phục hiện tượng cọc bị kẹt lún bùn cần phải lưu ý một số yêu cầu sau:

Tại các lớp đất bùn no nước (bão hoà) cần khống chế tốc độ rút ống lên (không rút quá nhanh), đồng thời phải chọn cỡ hạt phối liệu thô hợp lý (cỡ hạt của đá < 30mm) và bảo đảm độ sụt bê tông $A < 5 - 7\text{cm}$. Tốc độ rút ống thép hợp lý nhất là 0,8 - 1m/phút. Đồng thời phải có biện pháp kiểm tra lượng bê tông trong ống để biết tình hình - thường thì hay dùng phương pháp trắc nghiệm bằng phao.

- Lượng bê tông thân cọc lớn hơn quy định của thiết kế:

Bê tông từ trong ống tuôn ra gặp phải hang hốc, gặp phải vùng đất yếu nên bê tông thân cọc phình to, cũng có thể gặp dòng thuỷ động cuốn bê tông đi vì vậy lượng bê tông đổ xuống tăng vọt.

Nói chung để tránh trường hợp này nên tiến hành khảo sát thăm dò kỹ trước khi thi công và thay đổi thiết kế để có giải pháp hợp lý hơn.

- Ống bọc hạ không xuống đến cao độ thiết kế.

Ống bọc hạ không xuống vì các lý do chính sau đây:

Gặp đá hoặc gặp lớp đất quá cứng;

Gặp lực cản ma sát quá lớn mà bản thân lực chấn động của búa không thắng được.

Ống quá dài, quá mảnh nên khi chạm phải tầng đất cứng sinh ra hiện tượng đàn hồi, nảy trở lại.

Sau đây là một số cách giải quyết:

Gặp đá và lớp cứng, buộc lòng phải dùng khoan để khoan thủng rồi hạ ống xuống tiếp tục (rút ống lên → khoan thủng → đặt lại ống và tiếp tục hạ chấn động).

Cần tính toán, kiểm tra độ cứng của ống thép: Cấu tạo cho chiều dày thành ống lớn hơn hoặc đường kính ống lớn hơn để tránh trường hợp ống quá mảnh do chiều dài quá lớn. Trong một số trường hợp nhất định, có thể gia tăng tải trọng ở đỉnh ống (dùng búa xung kích). Kinh nghiệm cho thấy: độ mảnh của ống nên dưới 40 là thích hợp cho biện pháp thi công hạ ống chấn động.

- Nước ngầm lớn, thời gian hạ ống quá lâu, các lá nắp mũi ống bị hư hỏng. Khi dưới mũi cọc nước ngầm cao và nhiều, cần đổ nước vào đáy ống tối thiểu 0,5m, cao bằng vữa xi măng cát, nhằm giữ cho đầu ống được kín, khỏi sự xâm nhập của nước ngầm và bùn đất. Sau đó tùy áp lực nước dưới mũi ống mà thấy cần thiết tăng thêm lượng bê tông trong ống hay không.

Khi đầu mũi ống bị hư hỏng không thể nào tháo bê tông ra được thì cách duy nhất là rút ống lên, sau đó lắp đặt lại đầu lỗ khoan, sửa chữa lại ống thép và bắt đầu hạ ống trở lại.

- Tháo bê tông khô, thân cọc có đoạn rỗng, đầu ống có đất và nước lẫn vào.

Do đất quá chặt, phải rút ống lên một đoạn thì miệng ống mới mở ra. Bê tông quá khô nên khi rót vào ống không chặt tạo ra nhiều lỗ rỗng. Đầu ống (nắp bản lề) bị hỏng nên đất và nước chui vào đầu ống. Với các sự cố trên, thường người ta xử lý như sau:

Rung chấn động nhiều nhưng nên rút lên chậm để bê tông trong ống có điều kiện đầm nén lên nắp đáy ống để tháo ra. Hoặc sau khi rút lên 50cm lại hạ xuống trở lại rồi sau đó sẽ rút lên như thường lệ, bê tông dưới đáy ống sẽ dễ tháo ra hơn. Bê tông nên có độ sụt lớn hơn 5 - 7cm, bảo đảm bê tông rơi xuống trong ống sẽ được đầm chặt. Ngoài ra, trước khi hạ ống, phải kiểm tra mũi ống thật cẩn thận bảo đảm xả được bê tông khi rút ống lên cũng như khó bị hư hỏng khi hạ sâu ống xuống lòng đất.

8. Thi công cọc nhồi có ống vách được hạ bằng búa xung kích - lực ép

Thi công cọc nhồi bằng cách dùng ống vách giữ thành lỗ, ống vách được hạ xuống bằng búa xung kích.

Ống vách được hạ vào nền theo hai cách:

Ống vách kín mũi (đầu ống có nắp bản lề kép kín) - quá trình hạ ống là quá trình lèn chặt đất nền quanh thân cọc.

Ống vách đầu hở - quá trình hạ ống là quá trình cắt đất để xuống sâu, và sau đó phải đào lấy đất trong ống vách lên.

Phương pháp thi công này nói chung bảo đảm chất lượng cọc, ít phải xử lý, không sợ sụt lở thành lỗ, không cần phải dùng bentonite trong quá trình thi công. Phương pháp thi công này thích hợp cho các lớp sét, bùn, cát chặt vừa và đất đắp. Không ứng dụng được cho vùng có lớp cát vừa cát thô và cũng không sử dụng cho những nơi có nhiều đá cuội sỏi.

a) Thiết bị sử dụng:

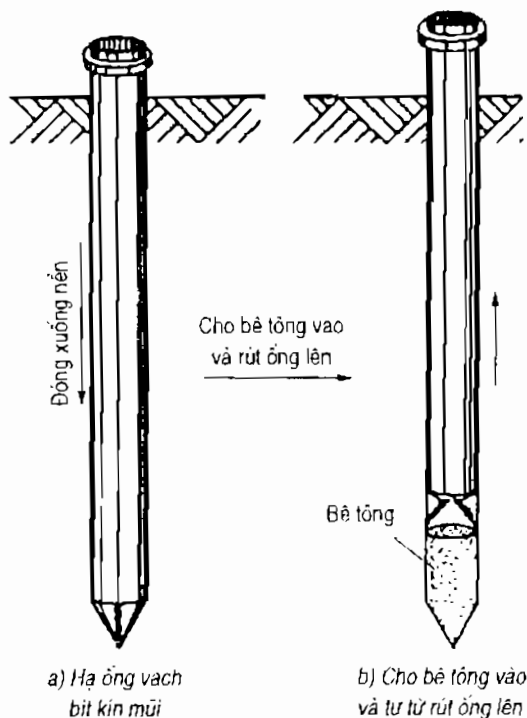
Thiết bị sử dụng chủ yếu gồm:

Búa xung kích (búa diezen và búa hơi)

Thiết bị nâng hạ (cần trục, tời...).

Ống thép.

Các phương tiện cung cấp bê tông (bê tông có độ sụt khoảng $A = 5 \div 7$ cm, đá dăm có cỡ hạt ≤ 30 , bê tông có cường độ từ C15 trở lên, xi măng nền dùng xi măng 22,5 trở lên).

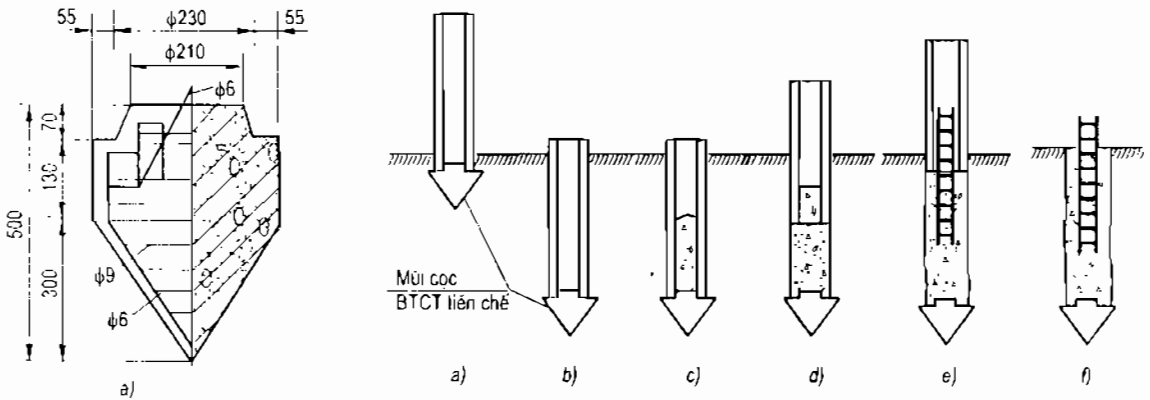


Hình 90: Thi công cọc nhồi bằng cách hạ ống vách bit kín mũi (chèn đất)

b) Trình tự thực hiện

Sơ đồ thực hiện như các hình 90, 91, 92 và 93.

Đầu tiên đặt ống đúng vị trí, cân chỉnh chính xác, sau đó tác dụng lực lên đầu ống (với lực xung kích nhỏ, lực ép nhỏ). Sau khi ống xuống được một đoạn thì dừng lại và kiểm tra cân chỉnh lại theo chiều đứng một lần nữa. Nếu phát hiện đầu mũi ống bị hư hại, nên kịp thời nhổ lên và làm lại từ đầu.



Hình 91: Hạ ống có đầu mũi là bê tông cốt thép tiên chế

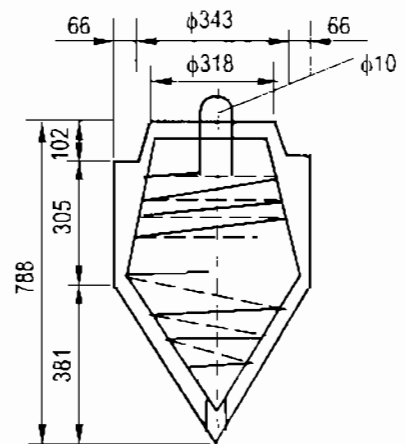
- a) Đặt mũi cọc và ống vào vị trí; b) Hạ ống xuống đến cao độ thiết kế;
c) Đổ bê tông vào ống (thép); d) Rút ống lên (ống thép) một đoạn; e) Đặt cốt thép vào
g) Đổ bê tông đầy cọc.

Khi hạ cọc (đóng hoặc ép) đến cao độ thiết kế, phải kiểm tra và lấy hết cặn bẩn trong đáy ống (ống bị miệng) hoặc phải lấy hết đất trong ống (ống hở miệng - như hình 93, hình 94, hình 95, hình 96). Tiếp đến ta tiến hành đổ bê tông vào trong ống. Trước khi đổ bê tông và trong ống cần phải kiểm tra và vét cặn thật kỹ - nếu việc vét cặn không cẩn thận có thể đầu cọc không chạm vào lớp đất chịu lực (ta gọi là mũi cọc bị treo).

Đổ cọc được một đoạn (đến cao độ dưới của cốt thép) thì ngưng đổ bê tông và đặt cốt thép vào. Công tác lắp đặt cốt thép nên khẩn trương, bảo đảm thời gian gián đoạn đổ bê tông dưới 90 phút.

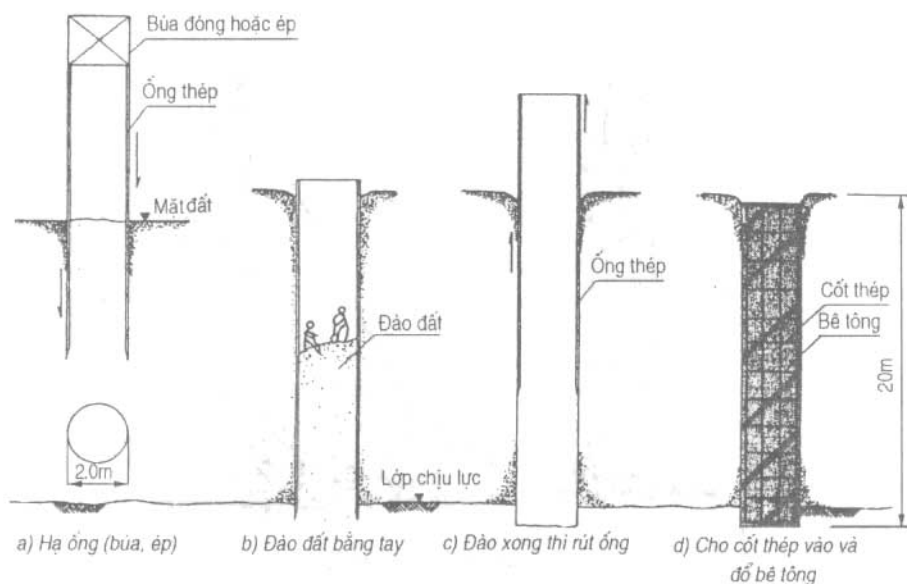
Sau khi lắp xong cốt thép, đổ tiếp bê tông cho đến đỉnh cọc.

Cọc nhồi thi công bằng phương pháp đặt ống vách thường áp dụng cho cọc có đường kính ϕ 500 và chiều sâu khoảng 15m. Tuy nhiên, tùy điều kiện địa chất và khả năng nâng rút ống lên mà đường kính cọc có thể đạt đến ϕ 2000 (hình 93) và chiều sâu có thể đạt đến trên 20m.

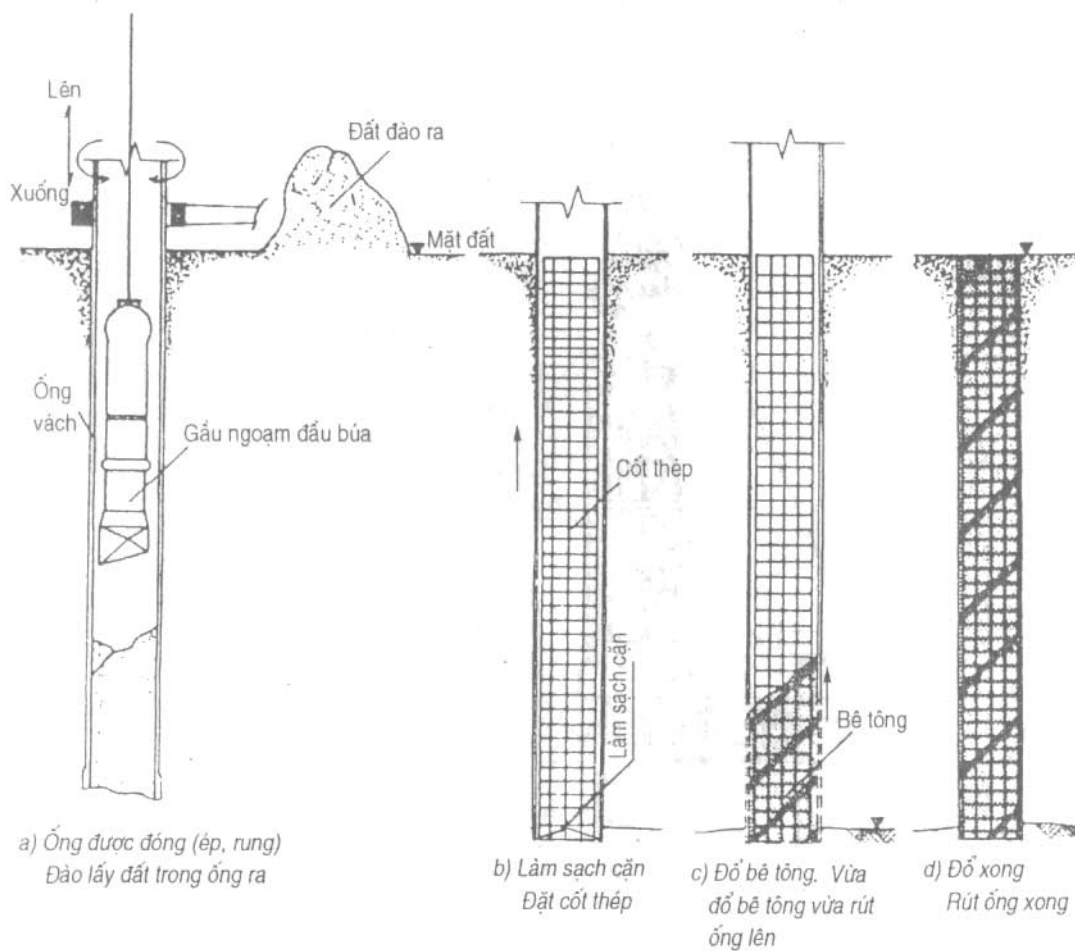


Hình 92: Cấu tạo đầu mũi cọc bằng BTCT tiên chế

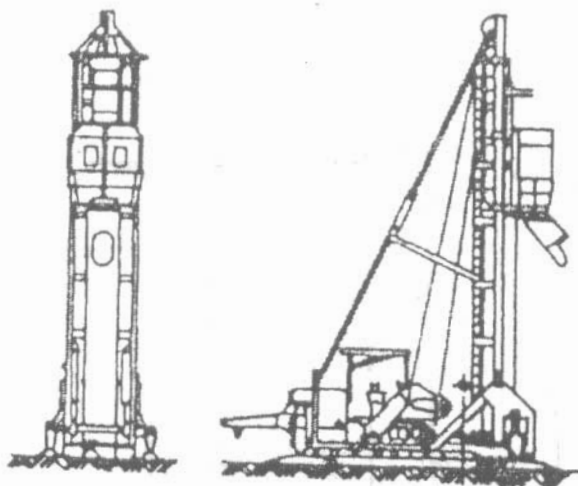
- a) Mũi ϕ 340; b) Mũi ϕ 475



Hình 93: Thi công cọc nhồi bằng cách hạ ống vách mở miệng

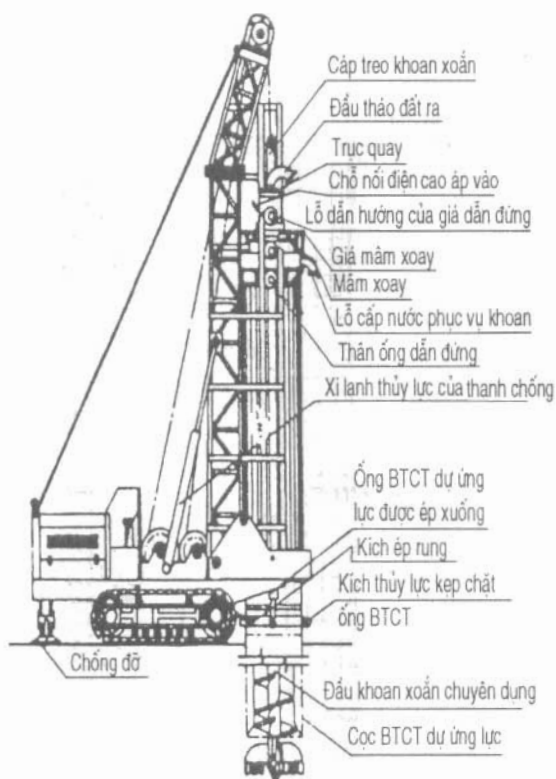


Hình 94: Phương pháp hạ ống và đào đất bằng máy Benoto (Gầu ngoạm đầu búa)

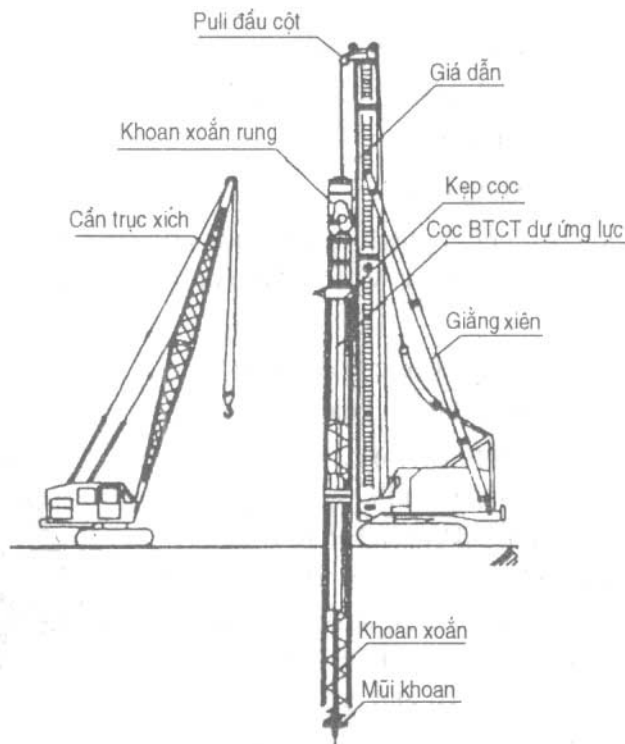


e) Máy đào đất Bennoto

Hình 94: Phương pháp hạ ống và đào đất bằng máy Bennoto
(Gấu ngoạm đầu búa)



Hình 95: Vừa hạ ống vách hở miệng (ống BTCT dự ứng lực) bằng phương pháp ép rung vừa khoan lấy đất ra.



Hình 96: Hạ ống vách hở miệng (ống BTCT dự ứng lực) bằng khoan xoắn rung (vừa khoan vừa ép rung)

Khi thi công theo phương pháp hạ ống thép, cần phải tính toán kỹ khả năng rút ống lên (lực kéo lên bằng trọng lượng của ống cộng với lực ma sát ngoài và ma sát trong của thành ống vách tạo nên).

Tốc độ rút ống;

- Thông thường: $\approx 1\text{m/phút}$

- Gặp đất nền quá yếu, tốc độ $\leq 0,8\text{m/phút}$.

- Gặp đất nền thay đổi phức tạp (cứng mềm đan xen nhau): Tốc độ rút: $0,3 - 0,8\text{m/phút}$.

Quá trình rút ống phải tương ứng với quá trình dâng cao của bê tông trong ống. Cần luôn luôn giữ mức bê tông dâng trong ống cao hơn chân ống ít nhất 1m để bảo đảm đất và nước không xen ngang vào thân cọc.

Các hình 90 hình 91: Trình bày biện pháp hạ ống bịt miệng - quá trình hạ ống là quá trình chèn đất. Phương pháp này thường áp dụng cho cọc có đường kính ≤ 500 , chiều sâu cọc thường $\leq 15\text{m}$. Ống dùng để hạ làm ống vách thường là ống thép và được thu hồi lại sau khi đổ bê tông cọc xong.

Các hình 93, hình 94, hình 95, hình 96 là các biện pháp hạ cọc hở miệng. Đất được lấy ra nhờ gầu ngoạm, bằng thủ công hoặc khoan xoắn. Ống dùng để hạ làm ống vách có thể là ống thép (hình 93, hình 94 - sẽ thu hồi) hoặc ống BTCT dự ứng lực (để lại trong nền - hình 95 và hình 96).

c) Những vấn đề thường gặp và cách xử lý

Những vấn đề thường gặp và cách xử lý giống như trường hợp "Thi công cọc nhồi bằng phương pháp hạ ống chấn động".

9. Thi công cọc nhồi mở rộng đáy

Cọc nhồi có chân cọc (mũi cọc) phình to hơn thân cọc được gọi là cọc nhồi mở rộng đáy. Nhờ bề mặt tiếp xúc của chân cọc và lớp đất chịu lực lớn mà khả năng chịu tải của cọc tăng lên rất nhiều.

Có nhiều cách để mở rộng đáy chân cọc (hình 98):

Mở rộng bằng phương pháp khoan xoay;

Mở rộng bằng phương pháp đào tay;

Mở rộng bằng phương pháp nổ mìn;

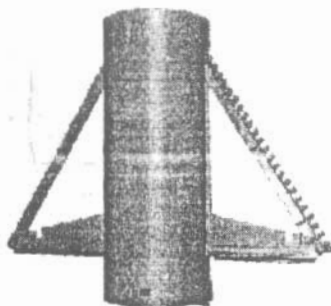
Mở rộng bằng phương pháp dồn nén bê tông.

- Để mở rộng đáy bằng khoan xoay, sau khi khoan đến cao độ thiết kế của chân cọc (mũi cọc), người ta thay mũi khoan sâu bằng mũi khoan mở rộng đáy (hình 97). Không ấn sâu cần khoan mà cho khoan quay tại chỗ, với tác dụng của lực li tâm, hai cánh của đầu khoan nhô ra và quét vào thành đáy lỗ khoan làm cho đáy lỗ khoan rộng to hơn thân cọc.

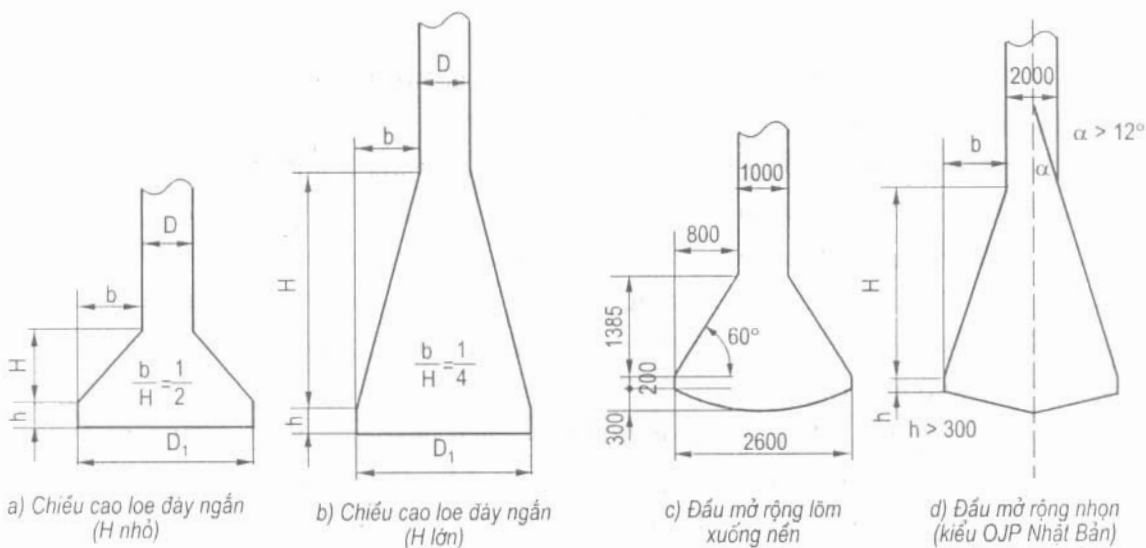
Hình 97 là một trong những loại mũi khoan mở rộng đáy theo phương pháp xoay ly tâm.

- Việc thực hiện mở rộng đáy cọc bằng tay được thực hiện khi tạo lỗ bằng tay.

- Mở rộng đáy cọc bằng nổ mìn được thực hiện khi đã khoan lỗ đến đáy, người ra rút mũi khoan lên, cho lượng thuốc mìn nhất định (thường từ 100 gam đến 200 gam - con số chính xác phụ thuộc vào đường kính lỗ khoan, phụ thuộc vào tính hình địa chất cụ thể và



Hình 97: Mũi khoan xoay mở rộng đáy



Hình 98: Các dạng chân cọc nhồi mở rộng đáy

phải qua thí nghiệm) cho nổ ở đáy lỗ khoan, do sức ép nổ mìn gây ra, thành đáy lỗ bị dồn nén rộng ra, tạo ra hình đáy được mở rộng.

- Cọc nhồi mở rộng đáy bằng phương pháp dồn nén bê tông hiện được ứng dụng rộng rãi. Biện pháp thực hiện sẽ được trình bày kỹ trong các phần kế tiếp.

a) Phương tiện và thiết bị thi công

Phương tiện và thiết bị thi công cọc nhồi mở rộng đáy bằng phương pháp dồn nén vữa bao gồm:

Thiết bị hạ ống (bao gồm cả ống trong, ống ngoài) thường là búa xung kích hoặc thiết bị ép. Quá trình hạ ống là quá trình nén chặt đất (giống như hạ cọc bê tông cốt thép tiên chế) vì vậy phải dùng đến búa xung kích hoặc thiết bị ép cọc.

Ống trong và ống ngoài: Ống trong và ống ngoài được hạ xuống đồng thời. Ống ngoài là ống vách giữ cho thành lỗ không sụt lở. Sau khi hạ ống xuống đến cao độ thiết kế thi công thì ống trong có tác dụng như một chày đâm dồn nén bê tông để mở rộng chân cọc.

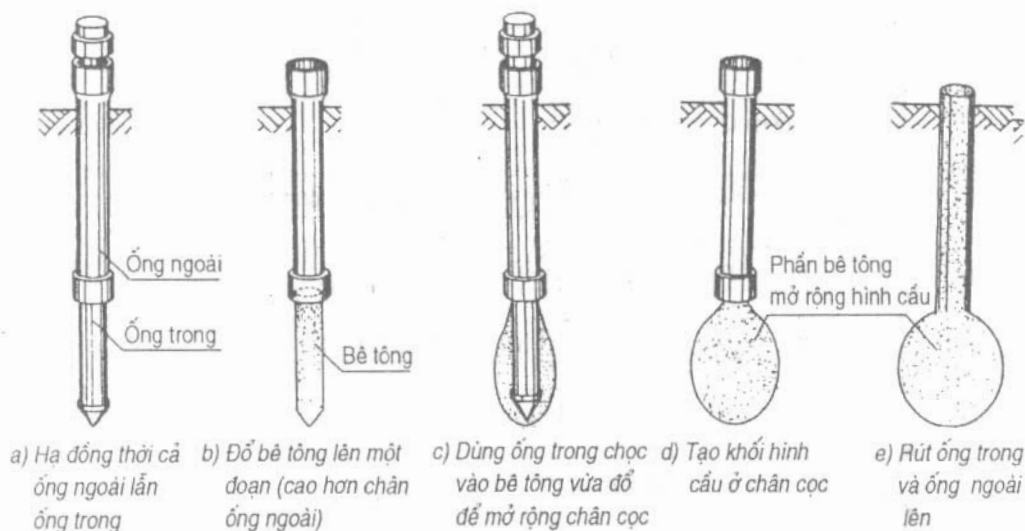
Cần trục: Dùng để nâng ống, cầu lắp đặt ống và rút ống lên. Cần trục còn dùng để lắp đặt cốt thép.

Ngoài các thiết bị nói trên, còn có các thiết bị chuẩn bị, vận chuyển và cung cấp bê tông cho cọc.

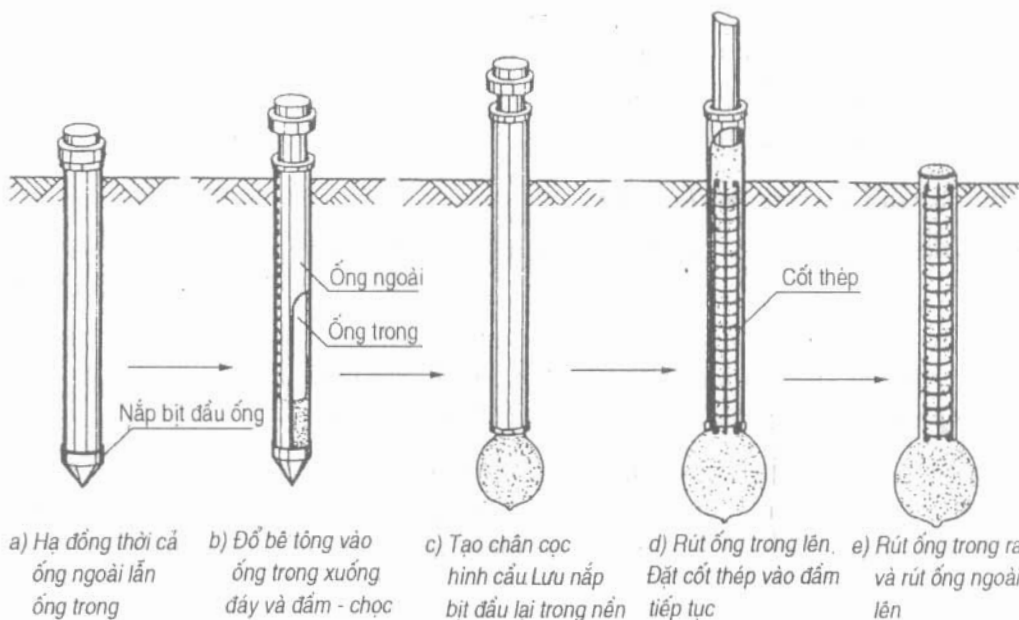
b) Trình tự thực hiện

Trình tự thực hiện được thể hiện như hình 99 và hình 100. Trình tự thể hiện cho hai trường hợp: Có nước ngầm (hình 100) và không có nước ngầm (hình 99).

Trình tự thực hiện có thể tóm tắt như sau:



Hình 99: Thi công cọc nhồi mở rộng đáy (bằng phương pháp dồn nén bê tông) khi không có nước ngầm



Hình 100: Thi công cọc nhồi mở rộng đáy (bằng phương pháp dồn nén bê tông khi có nước ngầm)

- Chuẩn bị mặt bằng
- Đánh dấu vị trí cọc
- Kê lót chống lún cho máy
- Đưa máy vào vị trí (máy hạ cọc)
- Cầu ống (ống trong và ống ngoài) đặt vào vị trí hạ
- Hạ ống đến cao độ thiết kế
- Lấy ống trong ra (có thể không - nếu ống trong dẫn được bê tông)
- Cho bê tông vào ống ($V = 0,1 - 0,30m^3$; cao H)
- Nâng ống ngoài lên 1 đoạn h [$h = (0,3 - 0,5)H$; $h = 0,6 - 1,0m$]
- Dùng ống trong làm chày đầm, đầm nén bê tông
- Đổ bê tông tiếp tục đến cao độ chân cốt thép
- Đặt cốt thép (nếu có)
- Đổ bê tông đầy cọc

Hình 99 là trường hợp đồn nén bê tông mở rộng đáy khi đất nền không có nước ngầm. Hình 100 là trường hợp đồn nén bê tông mở rộng đáy khi đất nền có nước ngầm.

Khi hạ cọc nền hạ đầu dưới sâu vào trong tầng chịu lực ít nhất là 3m. Để việc đồn nén bê tông mở rộng đáy có tác dụng, bê tông cọc nền có độ sụt nhỏ: $A = 1 - 3 \text{ cm}$.

10. Tạo lỗ cọc nhồi bằng thủ công

Có những trường hợp không sử dụng máy (do không có, do địa hình và giao thông khó khăn nên không đưa máy đến được...) buộc lòng phải tạo lỗ cọc nhồi bằng tay.

Tạo lỗ bằng tay thì công chậm, nhưng về nguyên tắc, phải bảo đảm an toàn, lao động cho các công nhân trong quá trình thi công.

Tạo lỗ bằng tay có thể thực hiện cho các cọc có đường kính từ 800 - 2000mm; thậm chí người ta còn thực hiện cho các cọc có đường kính lớn hơn (đến 3500mm).

Chiều sâu thực hiện nằm trong giới hạn khoảng 20m, trong trường hợp đặc biệt có thể sâu đến 40m.

a) Phương tiện và thiết bị sử dụng

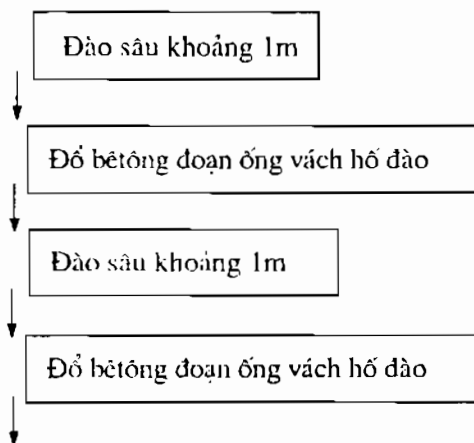
Do phải thao tác bằng tay nên cần phải có các phương tiện thiết bị sau đây:

- Cuốc, xẻng, gầu, xô, sọt.
- Hệ thống tời kéo (tời điện, tời quay tay) để kéo đất lên.
- Búa phá (jackhammer, pneumatic pick).
- Hệ thống ánh sáng điện 36v
- Hệ thống thông gió cho đáy lỗ khoan.
- Thiết bị bơm nước.
- Thiết bị bơm, trộn, cung cấp bê tông.

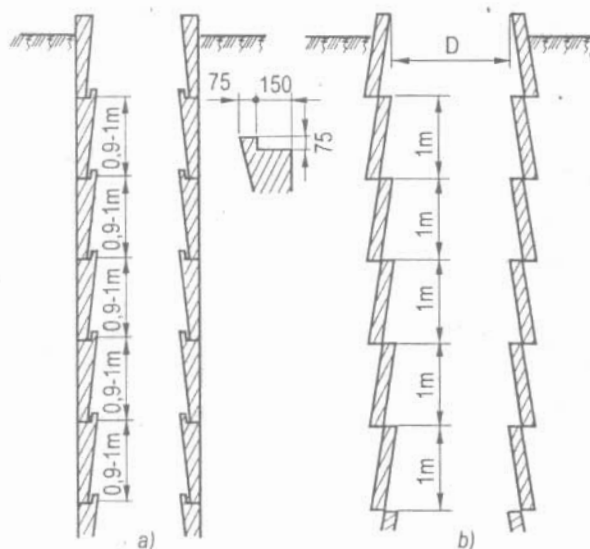
b) Trình tự thực hiện

Để bảo đảm an toàn cho người (công nhân đào lỗ khoan) vừa bảo đảm chất lượng cho cọc, quá trình đào sâu phải tiến hành song song với việc chống giữ vách hố đào.

Thường thì đào đến đâu, người ta đổ bê tông cho vách hố đào đến đấy. Đào sâu khoảng 0,9 - 1m thì dừng lại, đổ bê tông cho thành hố đào, sau đó lại đào tiếp tục.



Công việc cứ tiếp diễn tuần hoàn cho đến khi hoàn thành. Các hình 101a và 101b thể hiện hai cách gia cố vách thành hố đào lỗ khoan khi đào tay.



Hình 101: Cấu tạo vách thành hố đào
khi đào lỗ khoan bằng tay

c) Những điều cần lưu ý khi đào lỗ cọc nhồi bằng tay

Phải có những phương tiện trợ giúp nhất định để giảm bớt sức lao động của công nhân: Phải có tời nâng đất đào lên khỏi miệng lỗ khoan, phải có búa phá (jackhammer) để phá các lớp đá cứng, phải có bộ cốppha mẫu lắp nhanh tháo dễ, phải có bơm để thoát nước và phải có một số phương tiện phục vụ trộn, vận chuyển cung cấp bê tông.

Phải bảo đảm tốt công tác an toàn lao động: ánh sáng, thông gió và các phương tiện bảo hiểm khác.

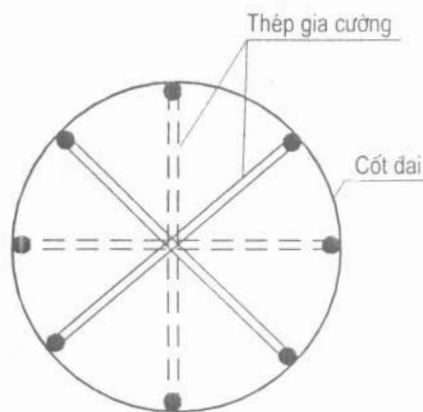
Cần phải tính toán chiều dày vách bê tông hợp lý và bảo đảm an toàn.

11. Lắp đặt cốt thép

Cốt thép của cọc nhồi có thể gia công các chi tiết ở trong xưởng nhưng sẽ được lắp đặt tại hiện trường.

Cốt thép phải được liên kết hàn.

Cốt thép phải được gia cường làm cứng các thép gia cường này sẽ được cắt bỏ trước khi thả xuống lỗ khoan (khi cốt thép được treo đứng, và khi các thanh gia cường xuống gần miệng lỗ khoan thì bị cắt bỏ - như vậy những thanh này sẽ không làm vướng việc lắp đặt ống dẫn bê tông) - hình 102, 105.



Hình 102: Mặt cắt thép cọc

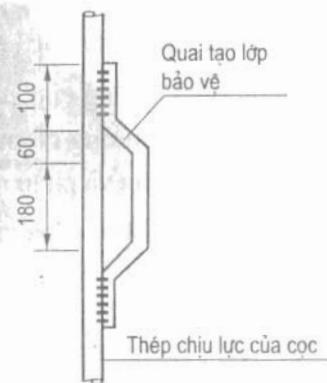
Cốt thép cọc quá dài có thể chia đoạn để lắp: Đoạn trước thả vào lỗ khoan và dựa vào ống vách ở miệng lỗ để giữ tạm. Sau đó cầu treo đoạn tiếp theo và hàn nối với đoạn đã thả vào lỗ khoan và đang treo tạm ở miệng lỗ khoan.

Cần phải hàn các quai tạo lớp bảo vệ cho thép cọc. Các quai được hàn vào các thép chịu lực (thép đứng của cọc - hình 103). Lớp bảo vệ của cọc tối thiểu là 5cm. Kích thước phủ bì của thép phải nhỏ hơn đường kính của lỗ khoan khoảng 11 - 12cm.

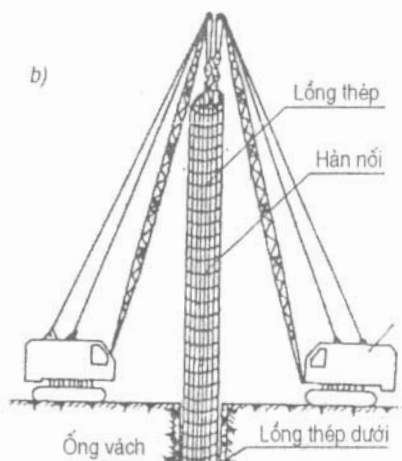
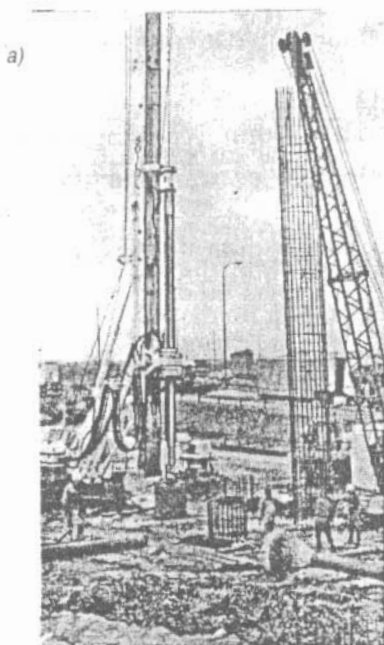
Sau khi thả cốt thép vào lỗ khoan xong phải treo giữ tạm các đầu trên vào ống vách ở miệng lỗ khoan.

Việc cầu lắp và đưa cốt thép vào trong lỗ khoan cần phải treo buộc cẩn thận, cần phải hiệu chỉnh chiều đứng để bảo đảm quá trình thả cốt thép không va chạm mạnh vào thành lỗ khoan (cố nguy cơ làm sụt lở đất của thành lỗ khoan).

Trong những trường hợp cốt thép quá nặng, người ta có thể dùng đến hai cần trục để nâng hạ cốt thép. Ngoài việc tăng khả năng nâng hạ, việc dùng hai cần trục nâng hạ cốt thép sẽ bảo đảm ổn định và dễ hiệu chỉnh hơn (hình 104).

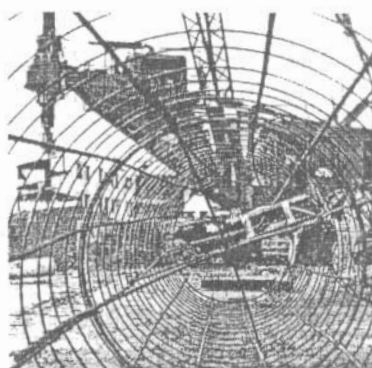


Hình 103: Cách tạo lớp bảo vệ cho thép cọc



Hình 104: Cầu lắp cốt thép cọc và hạ thép vào lỗ khoan
a) Cầu hạ bằng một cần trục xích;
b) Cầu hạ bằng hai cần trục xích

Hình 105: Cốt thép cọc được gia cường trước khi lắp hạ vào lỗ khoan



12. Đổ bê tông cho cọc

Để tránh phân tầng cho cọc khi đổ bê tông, cần phải đặt ống dẫn (treo ống dẫn) vào trong thân cọc. Trên đầu ống có miệng phễu. Phải có giá đỡ phễu và hệ thống treo ống một cách chắc chắn. Các ống và phễu rất nặng vì vậy việc lắp đặt phải dùng đến cần trục.

Nếu đáy hố khoan có nước, việc đổ bê tông phải thực hiện theo phương pháp đổ bê tông trong nước.

Yêu cầu đối với việc đổ bê tông trong nước là: Không đổ bê tông rơi tự do trong nước (vì như thế bê tông sẽ bị rã ra). Đầu dưới của ống luôn luôn chôn trong bê tông, bê tông tuôn ra ở đáy ống và dâng dần lên chiếm chỗ của nước.

Để việc đổ bê tông không bị gián đoạn, nên cung cấp vận chuyển bê tông bằng các thiết bị chuyên dùng (cơ giới hoá).

Tùy trường hợp mà chọn thành phần cấp phối và độ sụt cho thích hợp (đã trình bày trong các phần trước).

Vì một lý do nào đó mà phải gián đoạn việc đổ bê tông (lắp đặt cốt thép chẳng hạn) thì thời gian gián đoạn nên dưới 90 phút (càng ít càng tốt...).

Đá cát dùng cho bê tông phải sạch, đã có cỡ hạt dưới 30mm. Xi măng nên dùng loại C32.5 trở lên. Nếu cọc nhồi ở vùng nước mặn nước lợ hoặc có xâm thực thì xi măng sử dụng phải là xi măng sulphat bền.

Khi kết thúc phần trên cùng của cọc nhồi, nên đổ cao hơn thiết kế 50cm - vì phần bê tông trên cùng là phần vữa trời (paitance) sau này phải phá bỏ đi.

Cần theo dõi kiểm tra quá trình đổ bê tông. Nếu lượng bê tông cung cấp vào cọc lớn hơn khối lượng tính toán có nghĩa là áp lực bê tông lấn vào thành đất mềm khiến cho thân cọc phình to hơn và thể tích bê tông tăng hơn khối lượng tính toán. Nếu tỉ lệ tăng từ 10 - 15% thì đó là tỉ lệ bình thường. Tuy nhiên, cũng cần xem lại, nếu khối lượng bê tông cung cấp chưa đạt đến khối lượng tính toán mà cọc đã đầy thì có nghĩa là cọc đã bị đứt đoạn hoặc cọc đã bị co eo ở giữa thân cọc.

Nói chung, quá trình đổ bê tông cần được theo dõi và ghi chép cẩn thận.

13. Yêu cầu đối với bentonite (vữa bùn) giữ vách

Khi khoan tạo lỗ qua các lớp đất bùn, đất rời dễ sụt lở mà không có ống vách suốt chiều sâu khoan thì người ta phải sử dụng bentonite để giữ ổn định vách lỗ khoan trong suốt quá trình tạo lỗ khoan.

Bảo đảm chất lượng yêu cầu của bentonite cũng như sử dụng hợp lý mật độ bentonite cho từng trường hợp khoan là một trong những yếu tố quan trọng bảo đảm công tác tạo lỗ và đổ bê tông cọc nhồi đạt được yêu cầu chất lượng.

Bentonite được chế tạo từ đất sét (sét nở) có tính dẻo cao. Ngoài đất sét nở, trong thành phần bentonite còn có nước và chất xử lý bentonite HAP (Slurry treating agent HAP).

Các tính năng kỹ thuật yêu cầu đối với bentonite được trình bày trong bảng 20.

Bảng 20. Các tính năng kỹ thuật của bentonite giữ vách lỗ khoan

Thứ tự	Các đặc trưng kỹ thuật	Các chỉ số	Phương pháp kiểm tra
1	Mật độ tương đối	1,1 - 1,15	Mật độ kế
2	Độ dính (s)	20 - 25s	Phễu nhỏ giọt
3	Lượng ngấm cát	< 6%	
4	Lượng thể dẻo	> 95%	Phương pháp đo bằng ly (cốc)
5	Lượng mất nước (ml/phút)	< 30ml/30 phút	Thiết bị đo mất nước
6	Chiều dày màng vữa bùn (mm/phút)	1 - 3mm/30 phút	Thiết bị đo mất nước
7	Lực cắt tĩnh	20 - 30mg/cm ² /phút 50 - 100mg/cm ² /10 phút	Đồng hồ đo lực cắt tĩnh
8	Tính ổn định (g/cm ³)	< 0,03g/cm ³)	
9	Độ pH	7 - 9	Giấy thử độ pH

Một số yêu cầu khác đối với vữa bùn - bentonite:

- Mức bentonite trong ống vách miệng lỗ khoan phải cao hơn mức nước ngầm, tối thiểu là 1m. Nếu mức nước và mức bentonite trong lỗ khoan chịu ảnh hưởng dao động lên xuống không ổn định thì mức bentonite nền cao hơn mức nước ngầm tối thiểu là 1,5m.
- Trong quá trình làm sạch lỗ khoan, không được ngưng (gián đoạn) việc hoán đổi vữa bùn bentonite. Việc hoán đổi bentonite chỉ ngưng lại khi bắt đầu đổ bê tông dưới nước.
- Bentonite ở 0,5m tại đáy lỗ trước khi đổ bê tông, mật độ bentonite phải nhỏ hơn 1,25, hàm lượng cát dưới 8% và độ dính dưới 28s.

14. Phương pháp làm sạch cặn bẩn ở đáy lỗ khoan

Sau khi khoan đến cao độ thiết kế, người ta kiểm tra lại kích thước lỗ khoan, độ thẳng đứng của nó, cao độ đáy lỗ... Nếu tất cả các kích thước hình học đạt yêu cầu thiết kế thì ta tiến hành làm sạch lỗ khoan.

Làm sạch lỗ khoan có bốn phương pháp chính sau:

Hút cặn bằng chân không.

Phun nước hút cặn.

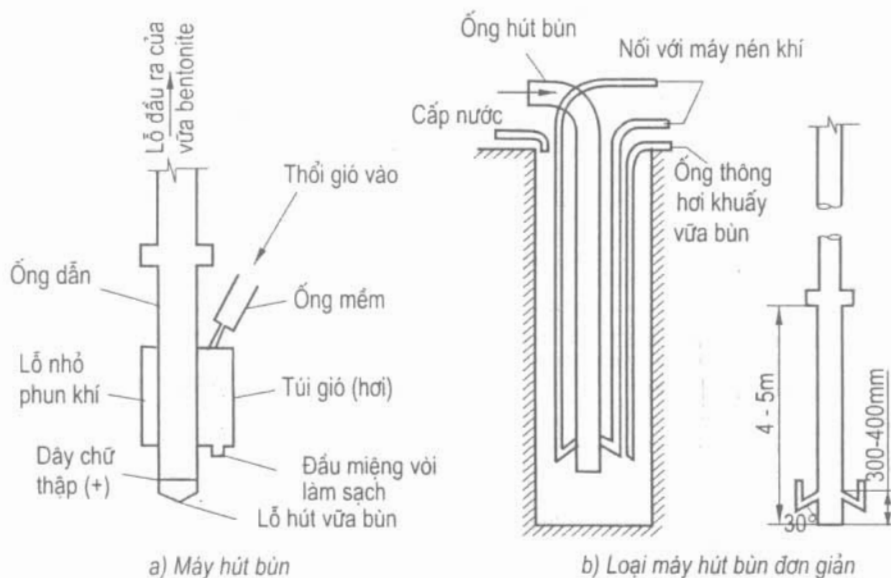
Hoán đổi vữa.

Nạo vét.

a) Phương pháp hút cặn bằng chân không

Phương pháp hút cặn bằng chân không được áp dụng cho các tầng đất chặt khó sụt lỏ.

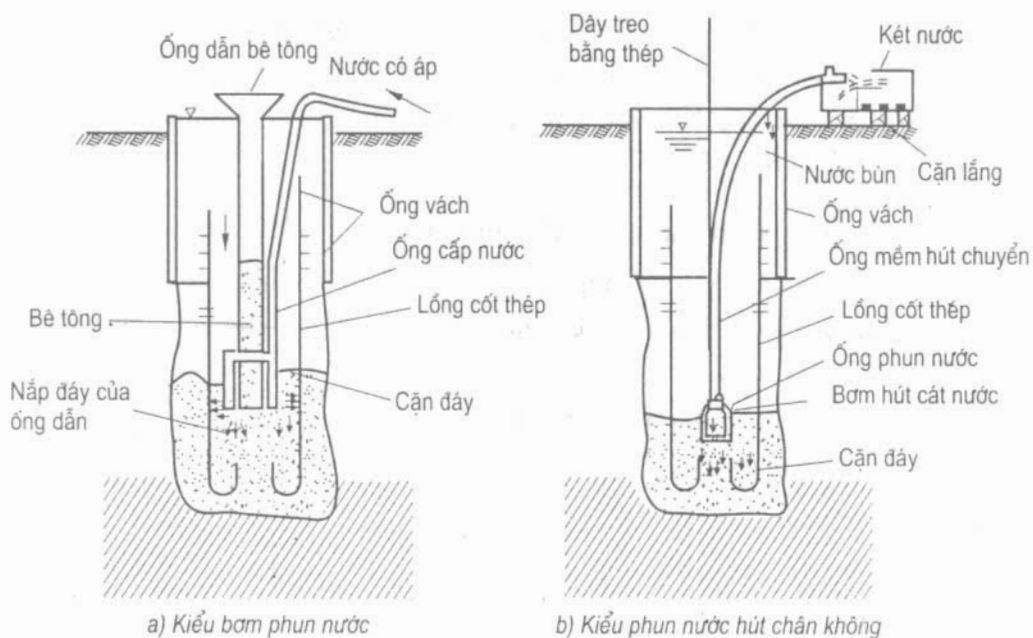
Phương pháp được thể hiện ở hình 106.



Hình 106: Hút cặn bùn bằng phương pháp chân không

b) Phương pháp phun nước hút cặn

Phương pháp phun nước hút cặn chủ yếu áp dụng cho các tầng đất thiếu ổn định. Phương pháp được thể hiện ở hình 107.



Hình 107: Phương pháp phun nước hút cặn

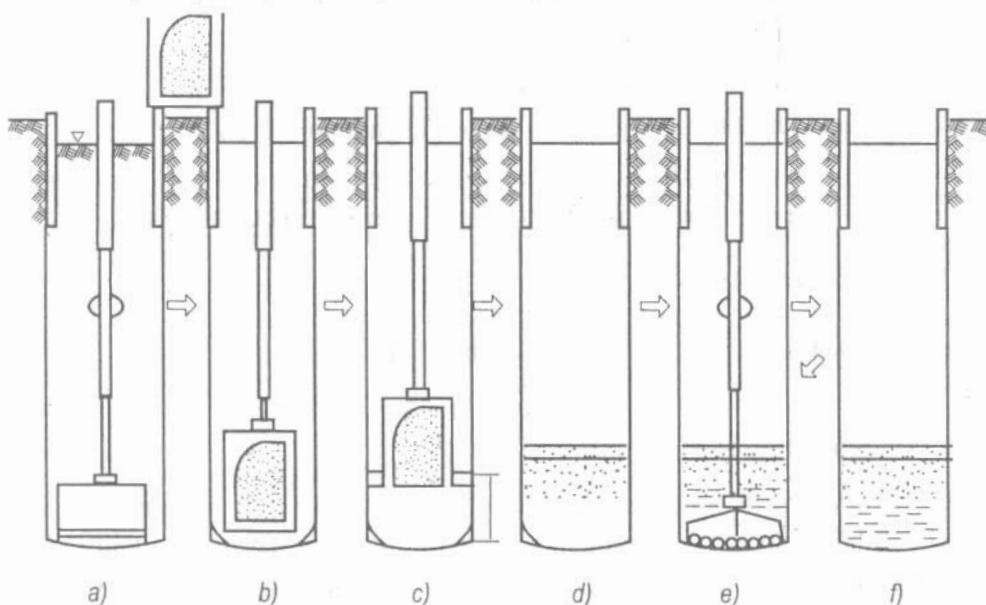
c) Phương pháp hoán đổi vữa

Phương pháp hoán đổi vữa chủ yếu áp dụng cho trường hợp khi khoan xoay tuần hoàn thuận và nghịch.

Tóm tắt quá trình thực hiện như sau:

- Thả ống trượt xuống đáy lỗ khoan có chứa vữa xi măng cát.
- Quay các cánh trộn của ống trượt khiến bùn cặn lẫn trong vữa xi măng cát.
- Quá trình trao đổi (hoán đổi) bentonite, bùn cặn lẫn trong vữa xi măng cát được đưa lên khỏi lỗ khoan.

Quá trình thực hiện được thể hiện ở hình 108.



Hình 108: Tháo cặn đáy lỗ theo phương pháp hoán đổi vữa bentonite

- a) Dùng gầu múc bùn cặn đáy lỗ lên, ở mặt đất lúc này đã chuẩn bị sẵn ống trượt có vữa xi măng cát; b) Thả ống trượt xi măng cát xuống; c) Nhả vữa xi măng cát ra; d) Vữa xi măng cát đã ở lại đáy lỗ khoan; e) Cho cần khuấy xuống và khuấy trộn để bùn cặn lẫn trong vữa xi măng cát; f) Phần đáy lỗ khoan đã được làm sạch.

d) Phương pháp nạo vét

Trong quá trình khoan tạo lỗ người ta tháo cặn ở đáy lỗ khoan bằng các ống hút tháo cặn, một phần thì chèn lấp vào các thành lỗ, một phần thì trôi nổi lên lỗ khoan và trào ra ngoài.

Yêu cầu chung đối với cặn đáy lỗ là: Với cọc chống, chiều dày cặn tồn đọng đáy lỗ phải dưới 5cm và đối với cọc ma sát thì chiều dày cặn đáy tồn đọng phải ít hơn 10cm.

15. Giám sát và nghiệm thu chất lượng cọc nhồi

Quá trình giám sát và thi công chất lượng cọc khoan nhồi, phải tuân thủ theo các Tiêu chuẩn xây dựng nhà nước đã ban hành.

Công tác thử tĩnh và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi. TCXD196 – 1997

Thi công cọc khoan nhồi TCXD 197 - 1997.

Cọc khoan nhồi - Yêu cầu chất lượng thi công TCXD 206 - 1998.

Cọc khoan nhồi - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu TCXD 326 - 2004.

Để có thể tiến hành nghiệm thu bàn giao công tác thi công cọc nhồi ta phải có đủ các hồ sơ tài liệu sau.

- Báo cáo nhật trình thi công cho từng cọc (Đơn vị thi công, loại máy khoan, phương pháp và thứ tự tạo lỗ cọc cũng như trình tự xử lý - đổ bê tông cho cọc).
- Bản vẽ hoàn công về vị trí, cao độ (đầu và mũi) của từng cọc.
- Cấp phối bê tông, đá, cát, xi măng... mẫu thử bê tông cho từng cọc.
- Biên bản kiểm tra về dọn vết cặn đáy lỗ.
- Biên bản nghiệm thu cốt thép trước khi lấp đặt và mẫu kéo thép.
- Biên bản kết quả thử cọc (thực hiện theo yêu cầu của thiết kế: Thử động biến dạng lớn; thử động biến dạng nhỏ; thử nén tĩnh cọc; thử Osterberg; Thử Statnamic...).

§2. THI CÔNG TƯỜNG TRONG ĐẤT

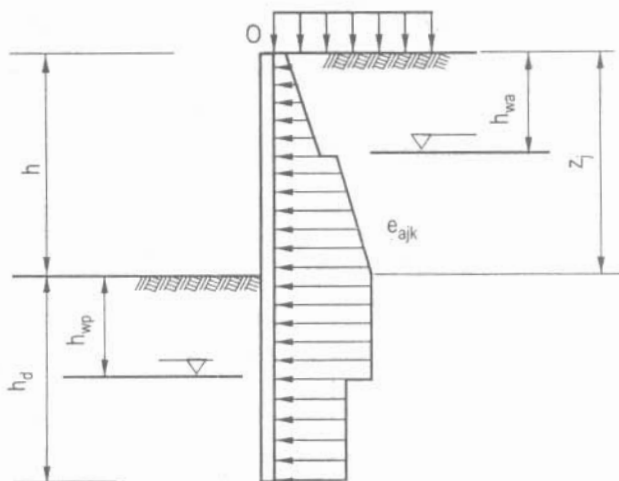
1. Các lực tác dụng lên tường chắn quanh hố đào

Các lực ngang tác dụng lên tường vây hố móng chủ yếu là áp lực đất, áp lực nước và các tải trọng trên mặt đất giáp đỉnh mái.

Tính toán một cách chính xác áp lực đất tác dụng lên tường vây hố móng (hố đào) có những khó khăn nhất định, do những nhân tố gây áp lực rất nhiều, không hẳn chỉ do đất gây ra... mà còn phụ thuộc vào nhiều những nhân tố khác nữa như: Độ cứng của tường vây, phương pháp thi công, kích thước, thời gian tồn tại trong quá trình thi công lâu mau, các điều kiện khí hậu thời tiết...

Hiện nay phương pháp tính toán chủ yếu sử dụng lý thuyết tính toán của Rankine.

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng ngang, tải trọng ngang gây ra do áp lực đất, áp lực nước và các tải trọng trên đỉnh mái... được gọi là e_{ajk} . Giá trị e_{ajk} được xác định theo kinh nghiệm. Trong trường hợp không có kinh nghiệm thì có thể sử dụng các công thức tính toán sau:



Hình 109: Sơ đồ tính toán giá trị tiêu chuẩn của tải trọng ngang

a) Đối với đá dăm, đất cát

- Khi điểm tính toán ở trên mức nước ngầm:

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} \cdot K_{ajk} - 2C_{jk} \sqrt{K_{ai}} \quad (28)$$

- Khi điểm tính toán ở dưới mức nước ngầm:

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} \cdot K_{ai} - 2c_{ik} \sqrt{K_{ai}} + \left[(z_i - h_{wa}) - (m_j - h_{wa}) \eta_{wa} \cdot K_{ai} \right] \gamma_w \quad (29)$$

Trong đó:

σ_{ajk} - giá trị tiêu chuẩn ứng lực dọc tác dụng tại vị trí độ sâu z_i ;

$$\sigma_{ajk} = \sigma_{rk} + \sigma_{ok} + \sigma_{jk} \text{ (xem thêm công thức 31)}$$

K_{ai} - hệ số áp lực chủ động của lớp đất thứ i ;

$$K_{ai} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{ik}}{2} \right)$$

φ_i - góc ma sát trong của lớp đất thứ i ;

c_{ik} - lực dính đất lớp i (thí nghiệm cắt nhanh. Triaxial quick test);

z_i - độ sâu của điểm tính toán;

m_j - tham số tính toán;

Khi $z_i < h$ thì lấy z_j ; khi $z_i \geq h$ thì lấy h .

h_{wa} - chiều sâu nước ngầm quanh tường chắn thành hố đào;

η_{wa} - hệ số tính toán:

$$h_{wa} \leq h \text{ thì } \eta_{wa} = 1; h_{wa} > h \text{ thì } \eta_{wa} = 0$$

γ_w - trọng lượng riêng của nước.

b) Đối với đất bột và đất sét

$$e_{ajk} = \sigma_{ajk} K_{ai} - 2c_{ik} \sqrt{K_{ai}} \quad (30)$$

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng ngang từ mặt đất đào của hố đào trở lên (tính theo công thức trên 28) tính ra mà nhỏ hơn không (< 0) thì lấy nó bằng không (0).

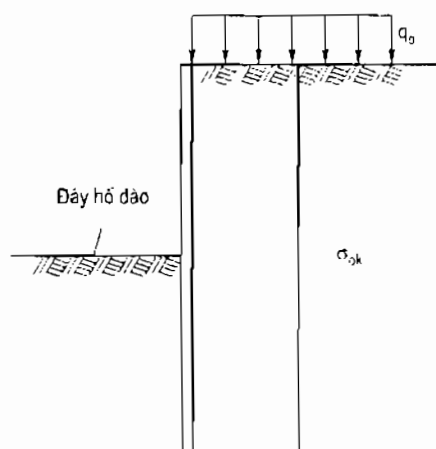
Ứng lực dọc (đứng) xung quanh thành hố đào σ_{ajk} .

Công thức tính toán:

$$\sigma_{ajk} = \sigma_{rk} + \sigma_{ok} + \sigma_{jk} \quad (31)$$

- Ứng lực dọc của trọng lượng bản thân gây ra tại độ sâu z_i là σ_{rk} :

$$\sigma_{rk} = \gamma_{mj} z_j \quad (32)$$



Hình 110: Sơ đồ tính toán khi có phụ tải trên đỉnh mái.

Khi điểm tính thấp hơn cao độ đáy hố đào:

$$\sigma_{rk} = \gamma_{mh} \cdot h \quad (33)$$

Trong đó:

γ_{mj} - trọng lượng bình quân gia quyền của đất từ độ sâu z_j trở lên;

γ_{mh} - trọng lượng bình quân gia quyền của đất từ độ sâu đáy hố móng trở lên.

Ứng lực dọc σ_{0k} khi trên đỉnh mái có phụ tải như sơ đồ hình 110.

$$\sigma_{0k} = q_0 \quad (34)$$

- Ứng lực dọc tạo ra khi phụ tải có chiều rộng b_0 cách mép bờ b_1 - phụ tải q_1 , ứng lực dọc σ_{rk} tính cho chiều sâu CD (như hình 111)

$$\sigma_{rk} = q_1 \frac{b_0}{b_0 + 2b_1} \quad (35)$$

Tính toán lực kháng ngang.

Ta gọi lực kháng ngang của đất là e_{pik} . Theo hình 112.

c) Đối với cát và đá dăm, ta có

$$e_{pik} = \sigma_{pik} \times K_{pi} + 2c_{ik} \sqrt{K_{pi}} + (z_j - h_{wp})(1 - K_{pi})\gamma_w \quad (36)$$

Trong đó:

σ_{pik} - ứng lực dọc tại độ sâu z_j dưới đáy hố đào;

K_{pi} - hệ số áp lực đất bị động tại lớp i .

$$K_{pi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_{ik}}{2} \right)$$

- Đối với đất sét và đất bột thì:

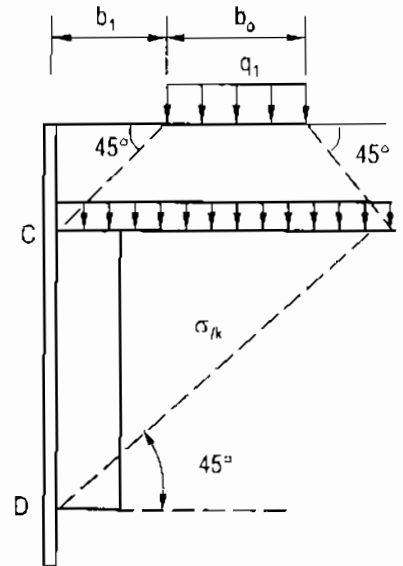
$$e_{pik} = \sigma_{pik} \cdot K_{pi} + 2c_{ik} \sqrt{K_{pi}} \quad (37)$$

Ứng lực dọc tại độ sâu z_j - tại dưới đáy hố đào σ_{pik} :

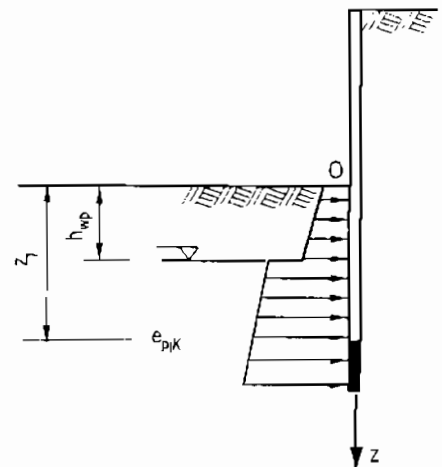
$$\sigma_{pik} = \gamma_{mj} \cdot z_j \quad (38)$$

2. Các trạng thái mất ổn định của tường trong đất

Khi đào móng sâu mà vách hố đào lại thẳng đứng (thường thì do giới hạn diện tích đất nên không thể tạo vách vát nghiêng được... Hoặc



Hình 111: Sơ đồ tính toán khi có tải trọng cục bộ trên đỉnh mái



Hình 112: Sơ đồ tính toán lực kháng ngang của đất

cũng có thể do đào có vách vát nghiêng thì khối lượng phải đào quá lớn...) người ta phải giữ ổn định cho vách hố đào trong suốt quá trình đào và quá trình thi công phân ngầm.

Một trong những giải pháp gia cố ổn định vách hố đào thẳng đứng được sử dụng nhiều nhất là tường dẫy cọc hoặc tường trong đất.

Tải trọng tác dụng lên mặt đứng tiếp giáp đất của tường dẫy cọc và tường trong đất rất phức tạp, bao gồm các lực.

Áp lực đất.

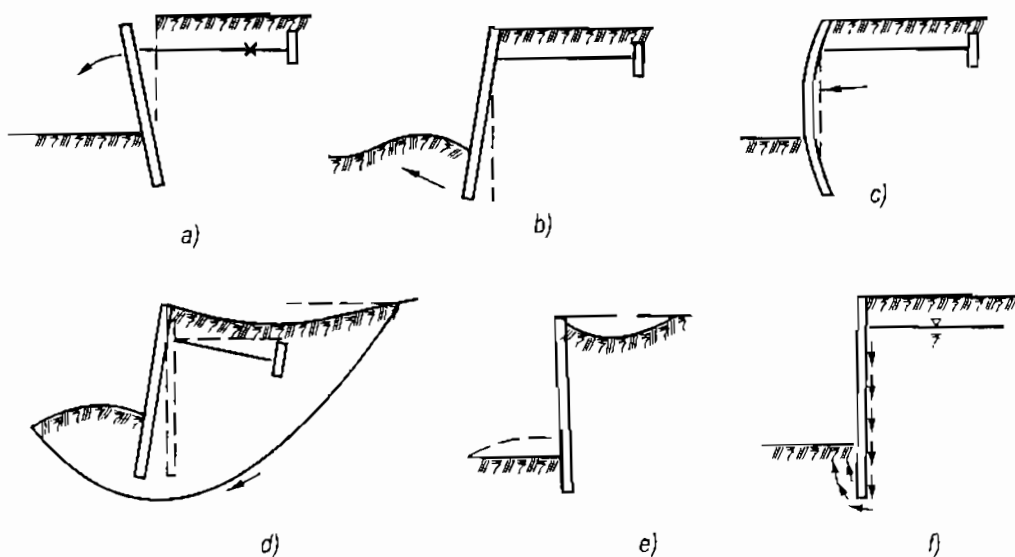
Áp lực nước trong đất.

Áp lực do tải trọng trên bờ mái vách hố đào gây ra (đó là các tải trọng thi công: các đồng vật liệu, xe cơ giới thi công...).

Áp lực do tải trọng của các công trình lân cận hiện hữu gây ra.

Tải trọng chấn động do cơ giới vận hành lân cận ảnh hưởng đến bờ mái (chấn động do xe cơ giới thông, do các xe cộ thiết bị thi công các công trình lân cận: đóng cọc, nổ mìn...).

Hình 113 mô tả một số trường hợp tường dẫy cọc và tường trong đất bị phá hoại và bị biến dạng.



Hình 113: Các trường hợp tường dẫy cọc và tường trong đất bị phá hoại

Mô tả cho 6 trường hợp thường thấy:

- a) Dây neo bị phá hoại, tường bị xô ra; b) Chân tường bị đẩy ra;
- c) Tường bị cong có nguy cơ gãy; d) Toàn khối đất bị mất ổn định;
- e) Tại chân tường bị trôi đất lên; f) Trôi nước ở chân tường.

Trường hợp 113a:

Tải trọng trên bờ mái thành hố quá lớn.

Áp lực đất quá lớn (do tính toán có nhầm lẫn).

Chi tiết neo không có tác dụng (ví dụ: đứt thanh neo...).

Dầm vòng trên đầu tường được dây neo giữ - bị gãy.

Trường hợp 113b:

Chiều sâu chôn tường dầy cọc và tường trong đất không đủ yêu cầu. Do đào móng sâu và bị nước xói nên chân tường bị xô ra.

Trường hợp 113c:

Mặt cắt ngang của tường dầy cọc và tường trong đất quá mỏng có thể do tính áp lực ngang của đất thiếu chính xác.

Trường hợp 113d-1 e

Mặt đất chung quanh bờ mái hố đào bị lún trũng xuống có thể do những công trình kiến trúc hoặc các công trình giao thông, các tuyến ống xung quanh tạo nên.

Trường hợp 113f

Mức nước ngầm quá lớn, nước ngầm vào hố móng qua chân tường làm trôi đất và lỏng chân tường.

Tính ổn định của tường dầy cọc cũng như tường trong đất bị phá hoại bao gồm những trường hợp chủ yếu sau:

Khối đất sau tường không ổn định mà chiều dài dây neo lại thiếu, trong lúc khối đất sét mềm lại có xu hướng trượt vòng cung, vì vậy khiến cho tường bị mất ổn định.

Đất ở chân tường bị trôi lên thường là do hố móng quá sâu mà chân tường lại chôn (ngầm) quá nông nên do áp lực sau tường quá lớn khiến cho đất ở chân tường trôi lên. Do vậy, trong quá trình tính toán, cần lưu ý đến độ sâu chôn (ngầm) của tường.

Nước ngầm quá cao khi thấm vào móng, gặp tầng đất cát, nước ngầm dễ lòi cát theo làm trôi lên ở chân tường và làm lỏng chân tường. Cần có giải pháp hạ nước ngầm tốt để hạn chế hiện tượng lưu sa trôi đất ở chân tường.

3. Tính toán chiều sâu chôn chân tường (chiều sâu ngầm)

Tính toán chiều sâu chôn chân tường (chiều sâu ngầm) ta tính cho ba trường hợp:

Tường làm việc theo dạng công xôn.

Phần trên tường có một hàng neo.

Phần trên tường có nhiều hàng neo.

a) Tường làm việc theo dạng công xôn

Tường chôn sâu h_d (như hình 114). Ta có công thức tính toán;

$$h_p \Sigma E_{pj} - 1,2 \gamma_o \cdot h_d \Sigma E_{ai} \geq 0 \quad (39)$$

Trong đó:

E_{pj} - tổng hợp các lực kháng theo phương ngang của các e_{pj} ;

h_p - khoảng cách từ tổng hợp lực E_{pj} đến chân tường.

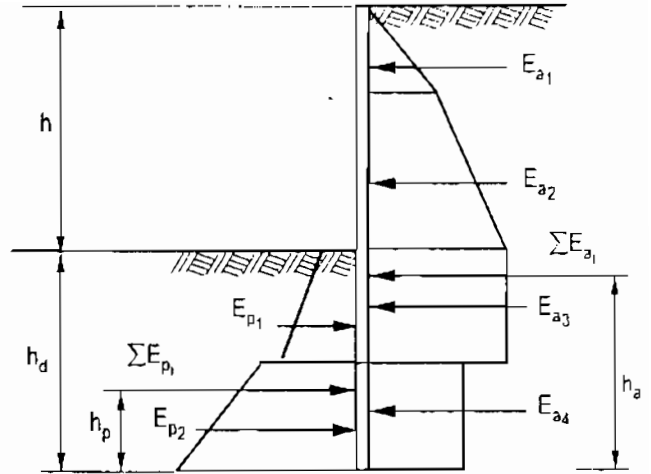
ΣE_{ai} - tổng hợp lực các lực ngang tác dụng lên tường đáy cọc và tường trong đất;

h_a - khoảng cách (cánh tay đòn) từ tổng hợp lực E_{ai} đến chân tường. Theo công thức 39 trên:

$h_p \Sigma E_{pi}$ là môment chống lật (giữ ổn định cho tường).

$h_a \Sigma E_{ai}$ là môment tác dụng ngang lên tường.

Hệ số 1,2 là hệ số an toàn.



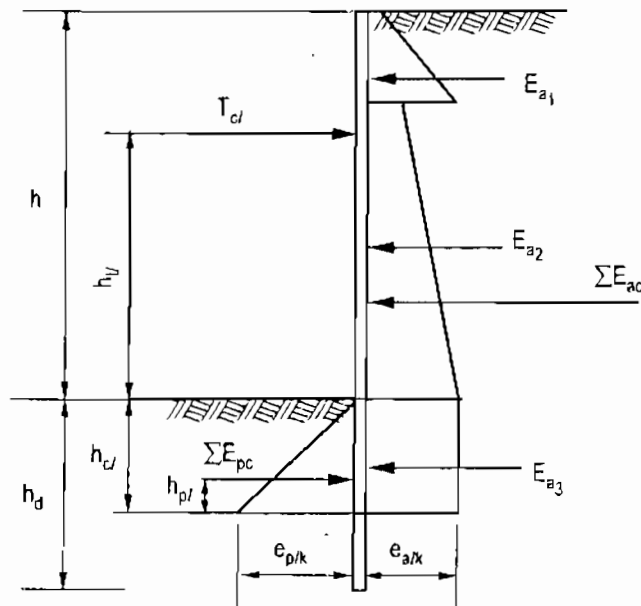
Hình 114: Sơ đồ ngoại lực tính toán tường dạng côn xôn (không có neo)

b) Tường có neo một hàng neo

Tường chôn sâu h_d , phần trên của tường (từ đáy hố đào trở lên) có một hàng neo.

Giả thiết môment bằng 0 tại điểm cách đáy móng là h_{cl}

$$e_{a/k} = e_{p/k} \quad (40)$$



Hình 115: Sơ đồ ngoại lực tính toán cho tường khi có một hàng neo

Lực neo T_{cl} tính theo công thức:

$$T_{cl} = \frac{h_{ai} \Sigma E_{ac} - h_{pi} \Sigma E_{pc}}{h_{cl} + h_{ai}} \quad (41)$$

Trong đó:

e_{ik} - trị số tải trọng ngang;

e_{pk} - trị số lực kháng ngang

h_{ai} - khoảng cách từ lực tác dụng ΣE_{ai} đến điểm O của moment

ΣE_{ai} - hợp lực các tải trọng ngang từ điểm O trở lên;

ΣE_{pi} - tổng hợp các lực kháng ngang từ điểm O trở lên;

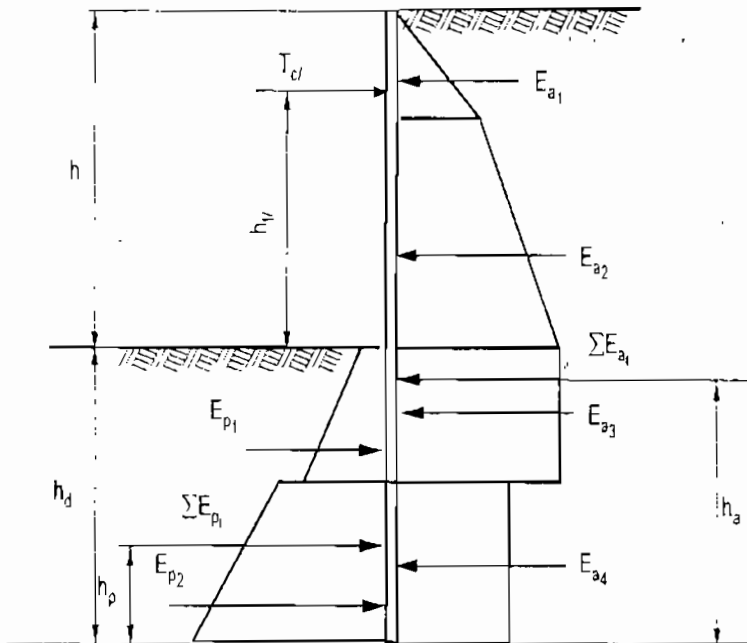
h_{pi} - khoảng cách từ lực kháng ΣE_{pi} đến điểm O của moment;

h_l - khoảng cách từ điểm neo (hàng neo) đến đáy hố đào;

h_d - khoảng cách từ đáy hố đào đến điểm O (điểm moment bằng O).

Chiều sâu chôn (ngầm) của tường, được tính theo công thức:

$$h_p \Sigma E_{pi} + T_{cl} (h_l + h_d) - 1,2 \gamma_a h_a \Sigma E_{ai} \geq 0 \quad (42)$$



Hình 116: Sơ đồ ngoại lực tính toán chiều sâu chôn tường khi phần trên tường có một hàng neo

c) Tính toán độ sâu chôn (ngầm) của tường khi có nhiều hàng neo

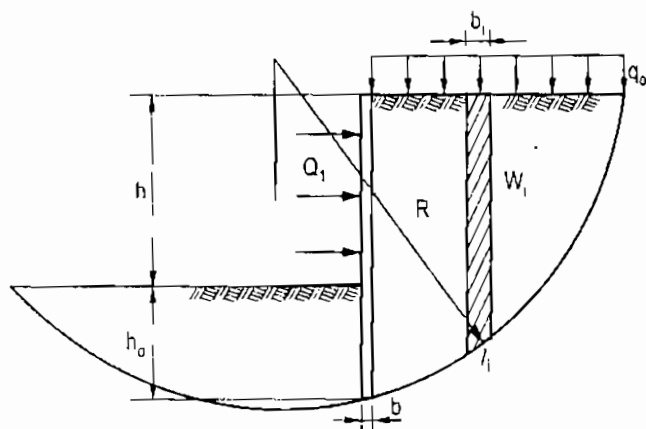
Khi tường được neo nhiều hàng (như hình 117), tính theo dạng ổn định của cung trượt vòng cung, ta có công thức:

$$\Sigma c_{ik} l_i + \Sigma (q_{0i} b_i + \omega_i) \cos \theta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ik} - \gamma_K \Sigma (q_{0i} b_i + \omega_i) \sin \theta_i \geq 0 \quad (43)$$

Trong đó: $c_{ik} \cdot j_{ik}$ - lực dính và góc ma sát trong của dải đất i trên khối đất trượt;

l_i - chiều dài đường cung trượt của dải đất i ;

θ_1 - là góc kẹp giữa cát tuyến đi qua giữa cung trượt và đường nằm ngang.



Hình 117: Sơ đồ tính toán độ sâu chôn (ngầm) của tường khi có nhiều hàng neo giữ từ đáy móng trở lên.

Đối với nền đất sét, hoặc đất cát và đất bột nằm trên mức nước ngầm thì chiều sâu chôn chân tường (chiều sâu ngầm) h_0 có thể tính theo công thức:

$$h_s = n_s h \quad (44)$$

Trong đó: n_0 - hệ số ngàm chôn sâu (xem bảng 21).

Khi $\gamma_k = 1,3$, căn cứ vào thí nghiệm ba trục (Triaxial quick test) ta xác định được góc ma sát trong φ_k và hệ số lực dính $\delta = c_k/rh$.

Trị số độ sâu ngầm (chôn) tính toán được tính theo công thức:

$$h_d = 1,1 h_o \quad (45)$$

Bảng 21. Hệ số chôn sâu (ngầm) chân tường n_0 (tải bờ mái = 0)

$\delta \backslash \varphi_1$	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	20,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5
0,00	3,18	2,24	1,69	1,28	1,05	0,80	0,67	0,55	0,40	0,31	0,26	0,25	0,15	< 0,1	
0,02	2,87	2,03	1,51	1,15	0,90	0,72	0,58	0,44	0,36	0,26	0,19	0,14	< 0,1		
0,4	2,54	1,74	1,29	1,01	0,74	0,60	0,47	0,36	0,24	0,19	0,13	< 0,1			
0,06	2,19	1,54	1,11	0,81	0,63	0,48	0,36	0,27	0,17	0,12	< 0,1				
0,08	1,89	1,28	0,94	0,69	0,51	0,35	0,26	0,15	< 0,1	< 0,1					
0,10	1,57	1,05	0,74	0,52	0,35	0,25	0,13	< 0,1							

Bảng 21 (tiếp theo)

$\delta \backslash \varphi$	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	20,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5
0,12	1,22	0,81	0,54	0,36	0,22	< 0,1	< 0,1								
0,14	0,95	0,55	0,35	0,24	< 0,1										
0,16	0,68	0,35	0,24	< 0,1											
0,18	0,34	0,24	< 0,1												
0,20	0,24	< 0,1													
0,22	< 0,1														

Đối với trường hợp tường chôn ở dạng công xôn hoặc tường chôn có một hàng neo nếu tính toán ra chiều sâu ngầm (chôn trong đất) $h_d < 0,3h$ thì hãy chọn $h_d = 0,3h$. Còn trường hợp neo nhiều hàng mà sau khi tính toán ta có $h_d < 0,2h$ thì hãy chọn $h_d = 0,2h$.

Như vậy có nghĩa là:

Đối với trường hợp không có hàng neo (dạng công xôn) hoặc có một hàng neo, yêu cầu kết quả tính toán:

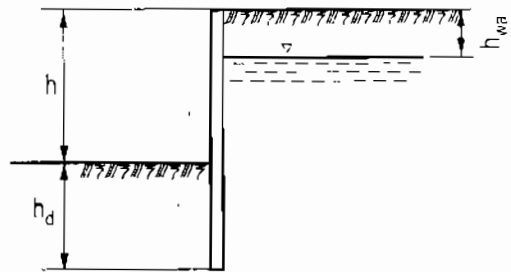
$$h_d \geq 0,3h \quad (46)$$

Đối với trường hợp có nhiều hàng neo thì yêu cầu kết quả tính toán phải là:

$$h_d \geq 0,2h \quad (47)$$

Trường hợp các lớp đất đáy hố đào là đá dăm, cát, hệ thống thoát nước lại ở trong hố móng (thoát nước mặt chứ không phải thoát nước bằng hệ thống kim lọc quanh hố móng)... ngoài kết quả tính toán như đã nói trên, cần phải xem xét điều kiện thấm thấu và phương pháp chống thấm thấu để xác định chính xác hơn; như công thức sau đây:

$$h_d \geq 1,2\gamma_o h (h - h_{wa}) \quad (48)$$

**Hình 118: Sơ đồ tính toán ổn định chống thấm**

4. Tính toán nội lực và biến dạng

Tính toán nội lực của tường dẫy cọc, tường trong đất và sự biến dạng của nó... cần căn cứ vào biện pháp đào, thứ tự đào và quá trình thi công các kết cấu ngầm của công trình. Nên phân biệt cho từng trường hợp: trường hợp bất lợi nhất có thể xảy ra.

Hình 119: thể hiện trình tự thực hiện công tác đào đất và chống giữ tường vây quanh hố đào.

Năm trường hợp (119b; 119c; 119d; 119e; 119f) khác nhau có vách chống giữ tường khác nhau và nội lực cũng như sự biến dạng xảy ra cho tường cũng khác nhau. Năm trường hợp trên thể hiện trình tự thi công và cũng là năm trường hợp cần phải tính toán,

kiểm tra nội lực và sự biến dạng của nó. Khi tính toán, phải tính toán và kiểm tra cho cả năm trường hợp và chọn trường hợp bất lợi nhất để thiết kế từng dầm cọc và tường trong đất thích hợp nhất.

a) Chống giữ trong và kết cấu ngầm ở trong hố đào.

b) Đào đợt 1 đến cao độ cần chống giữ, ngưng đào đất và tiến hành chống giữ cho tường ở hàng trên cùng.

c) Sau khi đã tiến hành chống giữ xong thì tiếp tục đào đất đến cao độ - nơi cần chống giữ ở hàng kế tiếp.

d) Chống giữ ở hàng kế tiếp (hàng dưới) và sau đó tiếp tục đào đất đến cao độ thiết kế - cao độ đáy hố đào.

e) Thi công phần bê tông cốt thép ở đáy hố đào đợt 1, sau khi thi công xong, tháo dỡ phần chống đỡ hàng dưới (vẫn giữ hàng trên).

f) Thi công phần bê tông cốt thép của kết cấu ngầm ở phần trên, sau khi thi công xong thì tháo bỏ tiếp phần chống đỡ hàng trên.

Qua ví dụ của hình 119, ta thấy rõ biện pháp thi công phần ngầm có thể thực hiện theo nhiều cách khác nhau, do đó cách tính toán và kiểm tra nội lực cũng như sự biến dạng của tường cũng rất đa dạng và có nhiều phương pháp khác nhau.

5. Tính toán kết cấu tường dầm cọc và tường trong đất

- Tính nội lực và lực chống giữ tường

Nếu môment tại điểm tính toán (tại vị trí chống giữ) là M_c và lực cắt (tính toán tại điểm chống giữ) là V_c cũng như lực chống giữ của hệ chống giữ tường tại hàng j tính toán là T_{cj} , thì các giá trị thiết kế tính toán phải lấy theo các công thức sau:

$$M = 1,25 \cdot \gamma_0 \cdot M_c \quad (49)$$

$$V = 1,25 \cdot \gamma_0 \cdot V_c \quad (50)$$

$$T_{dj} = 1,25 \cdot \gamma_0 \cdot T_{cj} \quad (51)$$

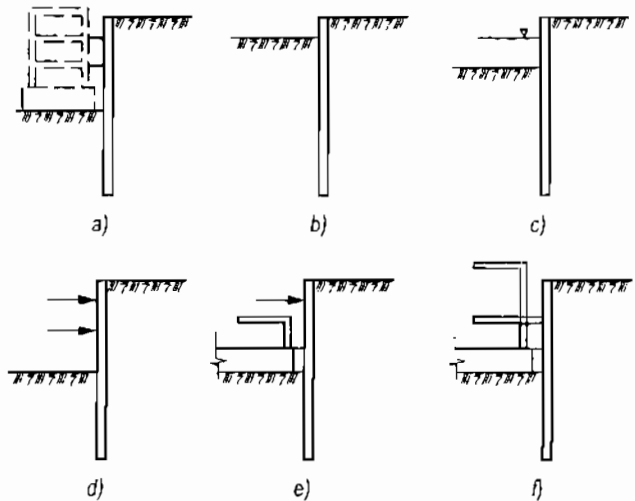
Trong đó: γ_0 là hệ số thuộc cấp công trình (quan trọng hay không quan trọng).

Ví dụ:

Nếu kết cấu chống giữ bị phá hoại gây ra hậu quả rất nghiêm trọng thì $\gamma_0 = 1,1$.

Nếu kết cấu chống giữ bị phá hoại gây ra hậu quả có ảnh hưởng: $\gamma_0 = 1,0$.

Nếu kết cấu chống giữ bị phá hoại gây ảnh hưởng không nghiêm trọng lắm thì $\gamma_0 = 0,9$.



Hình 119: Trình tự đào và neo giữ tường dầm cọc và tường trong đất

6. Chuẩn bị thi công tường trong đất

a) Công tác điều tra khảo sát ban đầu

Công tác điều tra khảo sát ban đầu rất quan trọng. Nhiệm vụ điều tra khảo sát lúc đầu là: Xem xét điều kiện thi công thao tác của thiết bị để chọn loại thiết bị thích hợp.

Điều kiện thoát nước, cấp nước và nguồn điện thi công.

Các công trình hiện hữu và những ảnh hưởng có thể xảy ra.

Các chướng ngại cản trở (công trình ngầm hiện hữu, đường sá...).

b) Xem xét kiểm tra lại điều kiện địa chất và thủy văn của khu vực

Điều kiện địa chất và thủy văn có ảnh hưởng lớn đến tốc độ và biện pháp thi công, ảnh hưởng đến phương pháp chống sụt lở vách hố đào và chọn chiều dài đơn nguyên của rãnh đào.

c) Chọn phương án thích hợp

Dựa vào khả năng đơn vị thi công, xem xét điều kiện tự nhiên và địa chất - địa chất thủy văn khu vực cũng như điều kiện thiết bị hiện có mà đưa ra phương án thích hợp khả thi. Tài liệu thuyết minh hướng dẫn và các bản vẽ thi công chủ yếu trình bày rõ các nội dung sau:

Quy mô, điều kiện địa chất thủy văn, các điều kiện có liên quan khác.

Lựa chọn các thiết bị thi công.

Thiết kế tường dẫn đào rãnh đơn nguyên.

Chiều dài đơn nguyên - Thứ tự thực hiện các đơn nguyên.

Các chi tiết đặt sẵn, các chi tiết liên kết nối tiếp các đơn nguyên.

Tỷ lệ thành phần bentonite giữ vách - Bố trí các hệ thống ống tuần hoàn vữa bentonite, các hệ thống chứa và xử lý bentonite.

Các thiết bị cung cấp điện nước và thoát nước.

Mặt bằng bố trí thi công (chuẩn bị, xử lý bentonite, chuẩn bị và lắp đặt cốt thép, chuẩn bị và cung cấp bê tông).

Tiến độ thực hiện, cung cấp nhân lực, thiết bị phục vụ.

Công tác an toàn lao động.

Công tác theo dõi kiểm tra, giám sát...

7. Tạo rãnh (đào đất) cho tường trong đất

a) Làm tường dẫn

Trước khi đào rãnh của tường trong đất, ta phải làm các tường dẫn. Tường dẫn có tác dụng chặn đất, nước rơi vào rãnh đào, nhờ có tường dẫn mà bờ mép rãnh đào ổn định và không bị sạt lở, chặn không cho nước mưa tràn vào.

Để tránh gây ra chuyển vị tường dẫn do các hoạt tải trên nền gây ra, thường người ta đặt thêm các thanh văng chống trong lòng tường dẫn. Các thanh văng chống bằng gỗ có mặt cắt 50mm × 100mm hoặc 100mm × 100mm. Khoảng cách các thanh văng chống cách nhau khoảng 1m, ở trên chống 1 hàng, ở dưới chống 1 hàng.

Trường hợp cạnh tường dẫn có xe cộ cơ giới vận hành nhiều, để tránh cho tường dẫn không bị xô và dịch chuyển, người ta còn đặt thêm các tấm thép chặn ở bên trong rãnh tường dẫn. Các tấm thép chặn chống ngang cách nhau 20 - 30cm.

Tường dẫn còn có tác dụng định vị như những gờ chuẩn trực chuẩn để căn cứ kiểm tra và đào sâu.

Khi lắp đặt cốt thép xuống các đoạn đơn nguyên thì tường dẫn là bộ tỳ treo giữ cốt thép.

Tường dẫn còn có tác dụng giữ bentonite khỏi bị hao hụt. Bentonite trong rãnh đào luôn thấp hơn tường khoảng 20cm và cao hơn mức nước ngầm tối thiểu 1m.

b) Hình thức cấu tạo tường dẫn

Tường dẫn chủ yếu được cấu tạo bằng bê tông cốt thép, tuy nhiên cũng có trường hợp người ta không đổ tại chỗ mà dùng bê tông cốt thép tiền chế hoặc dùng các kết cấu kim loại chế tạo sẵn.

Với các chi tiết bê tông cốt thép tiền chế hoặc kết cấu kim loại tiền chế... người ta có thể tái sử dụng nhiều lần.

Tuy nhiên, dù cấu tạo theo phương pháp nào thì yêu cầu đối với tường dẫn là:

Chịu lực tốt.

Độ chính xác cao.

Độ cứng lớn

và phải thoả mãn các yêu cầu của các thiết bị cơ giới khi thao tác đào rãnh.

Khi lựa chọn và xác định loại hình tường dẫn, cần lưu ý các điểm sau:

Trạng thái của tầng đất bề mặt chặt hay tơi, đất nguyên thổ hay đất đắp, các đặc tính cơ lý của đất ra sao? Có công trình ngầm hoặc chướng ngại ngầm hay không?

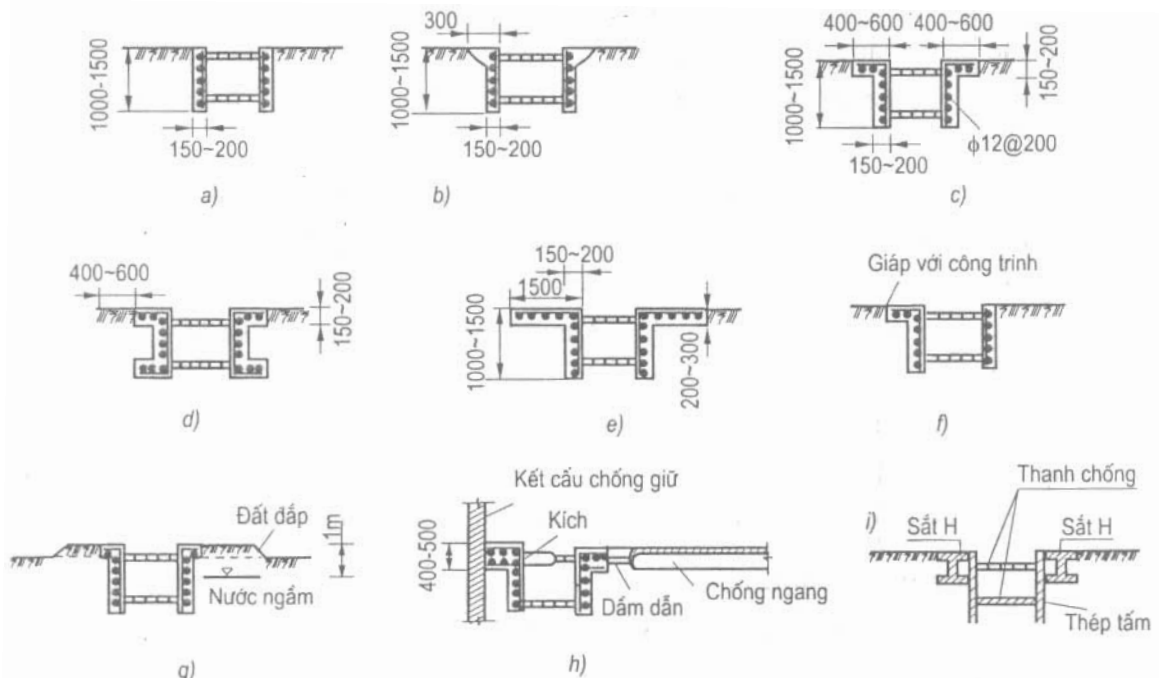
Tình hình tải trọng: Trọng lượng máy và thiết bị thi công, trọng lượng cốt thép, các hoạt tải tĩnh tải phát sinh khi đào đất hoặc khi lắp đặt cốt thép và đổ bê tông...

Những ảnh hưởng phát sinh có thể xảy ra đối với các công trình lân cận trong quá trình thi công?

Cao độ và sự lên xuống của nước ngầm.

Các ảnh hưởng đối với các kết cấu chống đỡ trong quá trình thi công.

Hình 120 là một số dạng cấu tạo của tường dẫn. Hình 120a và 120b áp dụng cho trường hợp bề mặt đất nền tốt (đất sét chặt), tải mặt đất tác dụng lên tường dẫn nhỏ. Kết cấu tường dẫn 120a và 120b tương đối đơn giản.



Hình 120: Các dạng cấu tạo tường dẫn

Hình 120c và 120d áp dụng cho bề mặt là loại đất yếu, đất đắp. Tường dẫn làm theo dạng L, phần chân cũng hướng ra ngoài (] [).

Loại tường dẫn 120c áp dụng cho trường hợp tải trọng mặt đất tương đối lớn. Cần đối chiếu với tải trọng tác dụng lên mặt đất nền lớn hay nhỏ mà quyết định phần cánh hai bên kéo ra nhiều hay ít.

Loại hình 120f áp dụng khi tường dẫn sát công trình hiện hữu, cần phải có biện pháp gia cố cho công trình hiện hữu. Quá trình thi công cần quan sát theo dõi nếu công trình hiện hữu lân cận có nguy cơ biến dạng thì cần phải ngưng thi công và đẩy mạnh công tác gia cố thêm để bảo đảm quá trình thi công được tốt.

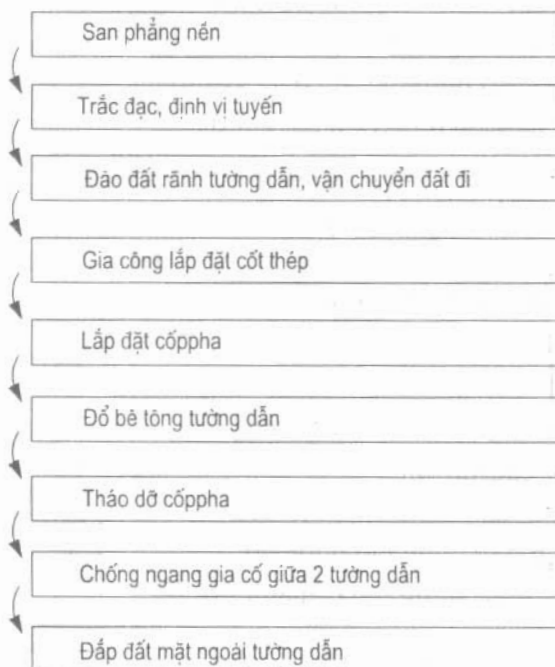
Nếu mức nước ngầm cao, biện pháp thoát nước chủ yếu dùng hệ thống kim lọc thì cần phải lưu ý mức bentonite trong rãnh đào luôn luôn phải cao hơn mực nước ngầm ít nhất là một mét ($\geq 1\text{m}$), đồng thời hai bên tường dẫn nên đắp đất cao thêm so với mặt đất tự nhiên, bảo đảm mức trên của tường dẫn cao hơn mức nước ngầm ($> 1\text{m}$) - như hình 120g đã thể hiện.

Nếu mặt đất công trình đang thi công lại thấp hơn mặt đường giao thông, có nghĩa là bờ tường dẫn luôn luôn chịu tự tác động do chấn động tự mặt đường giao thông chuyển lại, vì vậy cần phải gia cố tạm thời bằng các tấm chắn, các dầm sắt hình và các kích ngang như hình 120h.

Hình 120i là loại tường dẫn lắp ghép bằng các chi tiết kim loại (dầm H, các tấm tôn...).

Thi công tường dẫn:

Trình tự thực hiện thi công tường dẫn bao gồm các công việc:



Trường hợp đất bề mặt cứng chắc, có thể đào rãnh đứng, không cần lắp cốppha mặt đứng ngoài và do đó cũng giảm bớt được công đoạn tháo cốppha mặt ngoài và lắp đặt trở lại.

Nếu phải đào vát và lắp cốppha đứng mặt ngoài tường dẫn thì khi tháo cốppha và đắp đất trở lại cần đầm chắc và kỹ để bảo đảm cho tường không bị xô hay dịch chuyển sau này cũng như tăng khả năng ngăn không cho nước chảy vào rãnh đào.

Cốt thép của tường dẫn nên dùng thép $\phi 12$, $a = 200$ và phải liên kết dọc nối tiếp nhau, bảo đảm tường dẫn thành một khối chỉnh thể.

Tường dẫn phải cao hơn mặt đất tự nhiên ít nhất là 10cm nhằm ngăn nước mặt cũng như bùn đất có thể rơi vào.

Mặt trong hai bên tường dẫn cần phải bảo đảm song song với trục tường trong đất sau này. Sai số tối đa giữa hai trục không được lớn hơn 10mm. ($\nless 10$ mm).

Mặt đứng tường dẫn nên thẳng. Chiều phủ bì của bề ngang tường dẫn, nên lớn hơn tường trong đất tối thiểu 40cm. Đánh tường nên ngang phẳng và độ mấp mô lồi lõm không được quá 10mm, mấp mô cục bộ không được quá 5mm. Bảo đảm chân tường bám chặt vào đất nền để giữ cho bentonite không bị hao hụt.

Sau khi tháo dỡ cốppha cần phải văng chống ngang bên trong cả trên lẫn dưới chân tường, khoảng cách văng chống khoảng 1m.

Trước khi chưa văng chống và bê tông chưa đạt cường độ, cấm không cho xe cộ hoặc thiết bị và các tải trọng nặng đặt gần tường dẫn.

c) Bentonite giữ vách

Bentonite (vữa bùn) trong rãnh đào của tường trong đất có nhiệm vụ chống sụt lở vách trong quá trình đào đất. Ngoài ra người ta còn lợi dụng quá trình hoá đổi tuần hoàn vữa bentonite để tháo cặn dưới đáy hố đào. Bentonite còn có tác dụng làm mát các đầu gầu đào đất, làm trơn nhuyễn quá trình cắt gọt đất của máy đào đất...

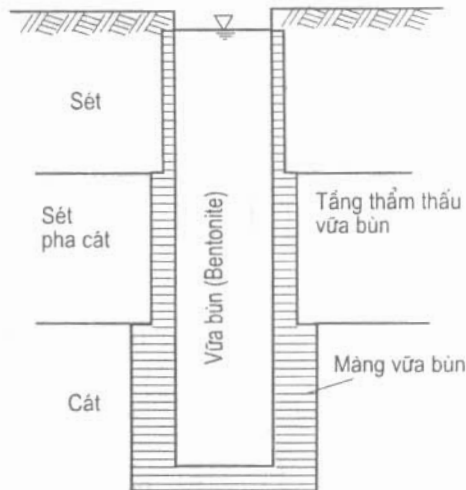
Do vậy, việc sử dụng bentonite đúng và chính xác, quyết định sự thành bại trong quá trình đào sâu cho rãnh tường. Việc sử dụng bentonite để giữ vách sẽ chiếm một tỷ lệ chi phí thi công đáng kể. Cho nên khi chọn bentonite để giữ vách rãnh đào, cần lưu ý một số yếu tố sau:

Tác dụng giữ vách khỏi sụt lở: Mật độ bentonite phải thích hợp, cao độ mức dâng của bentonite trong rãnh phải cao hơn mức nước ngầm ở một mức nhất định để có thể tạo được áp lực chống thấm lên bề mặt đứng của thành rãnh đào.

Khi có bentonite trong rãnh đào, trên bề mặt đứng của thành rãnh sẽ hình thành một lớp màng vữa bùn ít thấm nước (như hình 121). Bentonite thấm vào vách rãnh đào, bám chắc vào thành đất, vữa cố kết với đất thành rãnh làm tăng khả năng chống thấm và giảm khả năng sụt lở.

Tác dụng tháo cặn của vữa bùn: Vữa bùn có độ dính, khi gầu đào nạo đào đất làm cho cặn đất lơ lửng lẫn vào vữa bùn và tháo ra ngoài theo quá trình hoá đổi vữa. Do cặn được tháo ra, không bị lắng đọng xuống nên càng làm tăng hiệu suất của thiết bị đào đất.

Tác dụng của vữa bùn còn làm mát thiết bị, làm trơn ngọt quá trình cắt đất đào, giảm bớt lực ma sát cản trở trong quá trình cắt gọt đất trong rãnh đào.



Hình 121: Mặt cắt hiển thị cấu tạo màng vữa bùn

d) Thành phần cấu tạo vữa bentonite (vữa bùn)

Chuẩn bị bentonite giữ vách rãnh đào có các trường hợp sau:

- Bentonite chuẩn bị sẵn: Người ta chuẩn bị bentonite trước đó, khi đào rãnh rồi cho vào trong rãnh đào để giữ vách.
- Bentonite tự hình thành: Khi đào rãnh bằng máy khoan xoay, người ta cho nước sạch vào trong rãnh khoan. Đất bùn khoan ra trộn với nước thành một hỗn hợp. Quá trình đào rãnh cũng đồng thời tạo nên vữa bùn (bentonite) phù hợp với yêu cầu quy định.
- Bentonite bán hình thành: Quá trình hình thành bentonite không thật phù hợp với yêu cầu quy định, người ta phải thêm một số thành phần bổ sung để cải tạo vữa bùn đạt yêu cầu quy định.

Ngoài loại vữa bentonite từ đất sét nở còn có loại bentonite polimer bentonite CMC, bentonite nước muối. Ngoài thành phần chủ yếu của nó còn có các phụ gia (chất thêm).

Bảng 22 trình bày thành phần cấu tạo của một số loại bentonite:

Bảng 22. Chủng loại bentonite và các thành phần chủ yếu

Loại bentonite	Thành phần chủ yếu	Các phụ gia
Bentonite đất sét nở	Đất sét nở, nước	Chất phân tán, chất tăng dính, chất gia trọng, chống rò rỉ
Bentonite polimer	Polimer, nước	
Bentonite CMC	CMC, nước	Đất sét nở
Bentonite nước muối	Đất sét nở, nước muối	Chất phân tán, sét đặc biệt

Trong các loại trên

Bentonite polimer có mật độ vữa thấp hơn loại bentonite đất sét nở.

Bentonite CMC và bentonite nước muối thường chỉ dùng cho các vùng gần biển.

Đất sét nở có tính xúc biến (tay chạm vào thì để lại vết - tiếng Anh: Thixotropy) tính trương nở và dẻo.

Nước dùng để pha trộn nên dùng nước máy. Nước sông, ao hồ nếu muốn dùng nên qua thử nghiệm.

Phụ gia phân tán trong bentonite chủ yếu để tránh sự nhiễm bẩn của muối và của xi măng đối với bentonite. Dùng để tái sinh các bentonite đã nhiễm bẩn muối và nhiễm lẫn xi măng. Ngoài ra còn có tác dụng tăng khả năng chống sụt lở vách rãnh đào, nâng cao tính phân li giữa bentonite và nước.

Chất tăng dính làm tăng khả năng chống sụt lở của bentonite, nâng cao hiệu suất đào gọt của máy đào. Bảo vệ được độ dẻo của bentonite khi bị nhiễm lẫn muối và xi măng.

Chất gia trọng làm tăng mật độ và tính ổn định của bentonite.

Chất chống rò rỉ tránh cho bentonite khỏi bị hao hụt khi thành rãnh hố đào bị sụt lở...

8. Các chỉ tiêu khống chế chất lượng của bentonite

Yêu cầu đối với bentonite là:

Lý tính - hoá tính phải ổn định.

Đồ lưu động phải thích hợp.

Khả năng tạo màng (lớp màng trên thành rãnh) tốt.

Có tỷ trọng thích hợp.

Để kiểm tra và khống chế chất lượng bentonite, nên dùng các thiết bị chuyên dùng - Việc kiểm tra và khống chế chất lượng bentonite càng phải được quan tâm thường xuyên

và chặt chẽ hơn khi thi công tại các nền đất yếu. Kiểm tra theo dõi chất lượng của bentonite vừa được chế tạo và kiểm tra bentonite hoán đổi tuần hoàn từ rãnh đào đưa lên. Bảng 23 cho ta biết một số chỉ số bentonite cần được khống chế.

Bảng 23. Các chỉ số chất lượng của bentonite

Chỉ số	Bentonite mới	Bentonite cũ
Độ dính	19s - 21s	19s ~ 25s
Mật độ tương đối	< 1,05	< 1,20
Lượng mất nước	< 10ml/30 phút	< 20ml/20 phút
Chiều dày tạo màng	< 1mm	< 2mm
Tính ổn định	100%	—
Độ pH	8 - 9	< 11

9. Chế tạo và xử lý bentonite

Thành phần cấp phối vữa bentonite:

Khi chọn thành phần loại vật liệu chế tạo, cần căn cứ vào độ dính của đất sét yêu cầu để giữ vách rãnh đào mà chọn loại đất sét nở cho thích hợp và chọn lượng CMC vừa đủ.

Lượng sét nở phụ gia: khoảng 6% đến 9%.

Chất tăng dính CMC: khoảng 0,013% đến 0,08%.

Chất phân tán: từ 0% đến 0,5%

Chất phân tán trong thành phần bentonite có tác dụng tăng khả năng tạo màng bám vào thành rãnh. Tuy vậy nó có thể làm giảm tính dẻo của vữa bentonite... để khắc phục tình trạng này, người ta thường cho thêm lượng sét nở và lượng CMC vào trong cấp phối (CMC: Critical Micella Concentration). Chất phân tán thường dùng là soda (Sodium carbonate, Na_2CO_3).

Để nâng cao mật độ tương đối của vữa bentonite và làm tăng khả năng giữ ổn định vách rãnh đào, người ta thường dùng chất gia trọng là bột barít. Lượng bột barít được tính theo công thức:

$$m = \frac{4V(\gamma_2 - \gamma_1)}{4 - \gamma_2}$$

Trong đó: m - lượng bột barít: tấn;

V - lượng bentonite: m^3 ;

γ_1 - mật độ của bentonite hiện hữu;

γ_2 - mật độ của bentonite yêu cầu.

Phụ gia chống rò rỉ thường căn cứ vào tình hình hao hụt bentonite trong quá trình đào rãnh để xác định tỉ lệ cho thích hợp, lượng phụ gia chống rò rỉ người ta tăng thêm dần dần trong quá trình và ở trong giới hạn từ 0,5 đến 1%.

Việc phối chế vữa bentonite phải qua quá trình phối chế thử và hiệu chỉnh (gia giảm) nhiều lần mới ra được kết quả có các chỉ số đạt yêu cầu.

10. Các thiết bị và phương tiện chế tạo vữa bentonite

Các thiết bị và phương tiện chế tạo bentonite gồm:

Thiết bị trộn bentonite;

Thiết bị tồn trữ - chứa bentonite.

Thiết bị trộn thường được dùng là: Máy trộn quay cao tốc và máy trộn kiểu phun.

Máy trộn quay cao tốc được cấu tạo gồm thùng trộn và cánh trộn với tốc độ quay từ 1000 vòng đến 1200 vòng/phút. Tùy theo năng lực thùng trộn to hay nhỏ và tốc độ quay của cánh trộn, độ đặc quánh của sét nở cũng như thời gian trữ chờ đợi sau khi chế tạo và phương thức nạp liệu... mà quyết định thời gian một lần trộn. Thường thì phải qua quá trình trộn thử nghiệm và kiểm tra các chỉ số của bentonite. Nói chung, thời gian trộn thích hợp khoảng từ 4 phút đến 7 phút.

Thời gian trộn 4 phút nếu sau khi trộn còn trữ chờ đợi. Còn nếu sau khi trộn đem dùng ngay thì thời gian trộn là 7 phút.

Máy trộn kiểu phun được thực hiện nhờ dòng nước phun tia để trộn và có thể tiến hành trộn với khối lượng lớn.

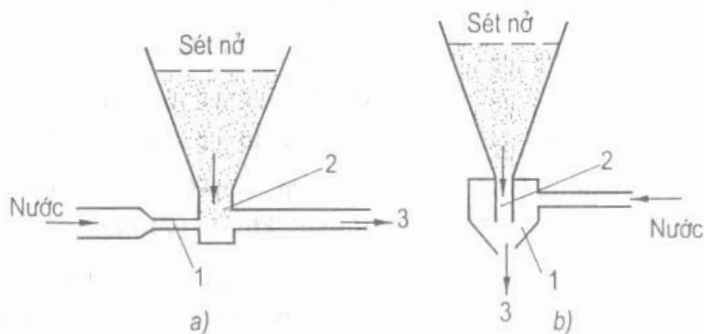
Hình 122 trình bày nguyên lý trộn theo phương pháp phun ngang và phương pháp phun đứng.

Người ta dùng bơm để bơm phun nước thành dòng tia, lợi dụng lực hút chân không gần dòng phun để hút đất sét nở vào dòng nước để trộn (hình 122).

Năng lực trộn theo phương pháp phun, tùy theo thiết bị sử dụng, có thể đạt năng suất từ 8 đến 60 m³/giờ. Máy bơm sử dụng có áp lực bơm yêu cầu từ 0,3 MPa đến 0,4 MPa. Hiệu suất trộn kiểu phun nói chung cao hơn trộn kiểu quay vì lượng điện tiêu thụ ít hơn.

Thứ tự nạp liệu cho quá trình trộn là: Nước → sét nở → CMC → chất phân tán → các chất thêm còn lại.

Bentonite sau khi hoà tan hết các phối liệu và trương nở thì mới được dùng. Kinh nghiệm cho thấy, nên trữ chờ sau khi trộn khoảng 3 giờ trở lên.



Hình 122: Nguyên lý làm việc của máy trộn kiểu phun
a) Phun ngang; b) Phun đứng

1. Miệng phun; 2. Chi tiết tạo chân không;
3. Bentonite được chế tạo

Thiết bị trữ có thể dùng các bồn chứa bằng kim loại hoặc các bể chứa chìm hoặc nửa chìm xuống nền đất. Cũng cần lưu ý đặt cao bồn chứa để lượng bentonite có thể tự chảy, khỏi phải dùng bơm cung cấp cho rãnh đào.

11. Xử lý bentonite

Trong quá trình thi công đào rãnh cho tường trong đất, do tiếp xúc với nước ngầm cát, đất và bê tông mà lượng sét nở và các chất phụ gia (chất thêm) trong bentonite bị hao hụt phần nào, hoặc cũng có thể do lẫn vào cặn đáy của rãnh đào mà bị nhiễm bẩn hoặc mất đi những tính năng yêu cầu cần thiết.

Trong số những yếu tố tác động mạnh đến tính chất của bentonite thì phương pháp đào rãnh có tác động chủ yếu và gây nhiều ảnh hưởng quyết định.

Ví dụ, nếu đào bằng gầu ngoạm thì mức độ nhiễm bẩn bentonite sẽ ít hơn nhiều do tại bộ phận cặn bẩn đáy rãnh đào được gầu ngoạm lấy lên và chuyển đi. Trong lúc đó việc đào rãnh bằng máy đào xoay tuần hoàn nghịch có nhiều đầu khoan lại gây nhiễm bẩn cho bentonite rất lớn, do quá trình mang đất ra khỏi rãnh đào chủ yếu thực hiện bằng phương pháp tuần hoàn vữa bentonite.

Lượng muối có trong nước ngầm hoặc hoá chất có trong các tầng đất cũng góp phần làm nhiễm bẩn bentonite.

Lượng bentonite bị nhiễm bẩn khiến cho các chỉ số kỹ thuật (bảng 23) không đạt yêu cầu. Lượng bentonite bị nhiễm bẩn phải được xử lý mới được sử dụng lại. Cũng có lúc phải vứt bỏ đi nếu việc xử lý không mang lại hiệu quả kinh tế (chế tạo lại sẽ rẻ hơn nhiều).

Cách xử lý vữa bentonite cũng không hoàn toàn giống nhau.

Với phương pháp đào tuần hoàn vữa bentonite thì việc xử lý vữa được thực hiện song song trong quá trình tuần hoàn vữa khi đào và cả khi đổ bê tông.

Với trường hợp đào lấy đất trực tiếp (gầu ngoạm) thì không cần phải xử lý trong khi đào mà chỉ cần xử lý hoán đổi vữa khi đổ bê tông.

Vì vậy, việc xử lý vữa bentonite phân ra làm hai trường hợp: xử lý phân ly cặn (xử lý tái sinh vật lý) và xử lý hoá học cho vữa bentonite bị nhiễm bẩn (xử lý tái sinh hoá học).

12. Không chế chất lượng bentonite

Trong quá trình thi công tường trong đất (đào rãnh và đổ bê tông) cần lưu ý đến các nguyên nhân khiến bentonite bị hư hỏng và thay đổi các chỉ số kỹ thuật. Sau đây là một số nguyên nhân chủ yếu:

Lượng bentonite bị tiêu hao do quá trình hình thành tạo màng đứng.

Nước ngầm và nước mưa làm loãng bentonite.

Đất có cỡ hạt mịn như đất dính lẫn vào trong bentonite.

Các ion canxi có trong bê tông lẫn vào trong bentonite.

Các ion dương có trong đất hoặc trong nước ngầm lẫn vào trong bentonite.

Do vậy, trong quá trình thi công nên chọn thời điểm thích hợp và lấy mẫu tại các vị trí cần thiết để kiểm tra thử nghiệm lại các chỉ số kỹ thuật của bentonite. Căn cứ vào kết quả kiểm tra mẫu thử mà có cách xử lý - bổ sung các thành phần thiếu hụt hoặc phải vớt bỏ và sản xuất lại vữa bentonite khác. Mục đích nhằm nâng cao sự chính xác - đáp ứng yêu cầu về biện pháp thi công, tiến độ thực hiện cũng như tính hiệu quả về mặt kinh tế và khả năng bảo đảm an toàn lao động trong suốt quá trình. Thời gian và số lần thử nghiệm trong các trường hợp được trình bày trong bảng 24.

Bảng 24. Nội dung thử nghiệm kiểm tra vữa bentonite

Thứ tự	Trạng thái bentonite		Thời điểm và số lần thử	Nơi lấy mẫu	Nội dung thử nghiệm	Ghi chú
1	Vữa bentonite mới chế tạo		Trộn được 100m ³ , lấy mẫu thử 1 lần. Trộn xong lấy mẫu thử một lần để yên sau 1 ngày lấy mẫu thử một lần nữa	Lấy trong thiết bị trộn	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát	Dùng ngoại quan xác định độ dính, độ dẻo, giới hạn chảy và cường độ keo
2	Vữa bentonite chứa trong bồn hoặc bể chứa		Theo phương pháp tuần hoàn	Trong 1 đơn nguyên, sâu 5 - 10m lấy 1 lần mẫu thử	Tại vòi hút của bồn chứa - bể chứa	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH lượng ngậm cát - muối
			Vữa bentonite không tuần hoàn	Đối với 1 đơn nguyên 3, lần thử kiểm tra mẫu: Trước khi đào, đào sâu một nửa và đào sâu sát đáy	Lấy tại vòi hút của bồn chứa hoặc bể chứa	Tính ổn định, mật độ, tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát - muối
3	Vữa bentonit trong rãnh đào		Trong quá trình đào rãnh			
			Tuần hoàn	Trong trường hợp đặc biệt		
			Không tuần hoàn	Hai lần lấy mẫu thử: Đào sâu một nửa và đào sâu gần sát đáy	Lấy từ trong rãnh đào	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát - muối.
			Nằm yên trong rãnh đào	Sau khi đào xong, thả cốt thép vào hoặc trước khi đổ bê tông thì lấy mẫu thử	Lấy 3 vị trí: trên, giữa và đáy rãnh đào	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát muối.

Bảng 24 (tiếp theo)

Thứ tự	Trạng thái bentonite		Thời điểm và số lần thử	Nơi lấy mẫu	Nội dung thử nghiệm	Ghi chú
4	Vữa bentonite trong trạng thái tuần hoàn	Vữa bentonite đã qua xử lý tái sinh vật lý	Trong quá trình đào sâu, từ 5 đến 10m lấy mẫu một lần	Tại sàng rung, máy đồng xoáy, trước và sau khi vào bể lắng	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát - muối.	
		Bentonite đã qua điều chế tái sinh	Lấy 2 lần mẫu thử: Trước khi điều chế và sau khi điều chế	Trước và sau điều chế	Tính ổn định, mật độ tương đối, độ dính phễu, lượng mất nước, độ pH, lượng ngậm cát - muối.	
5	Hoàn đổi vữa khi đổ bê tông	Xem xét kỹ vữa có thể tái sử dụng không	Khi chuẩn bị đổ bê tông và sau vài mét chiều cao dâng bê tông lấy mẫu thử một lần	Tại vòi ra chảy vào nơi xử lý tái sinh hoá học hoặc tại máng dẫn.	Độ pH, độ dính phễu, lượng mất nước, mật độ tương đối, tính ổn định, lượng ngậm cát - muối.	
		Xử lý tái sinh hoá học	Trước và sau khi xử lý	Trước sau khi xử lý	Như trên	
		Vữa xử lý tái sinh vật lý	Trước xử lý và sau khi xử lý	Trước và sau khi xử lý	Như trên	
		Vữa điều chế tái sinh	Trước và sau khi điều chế	Trước và sau khi điều chế	Như trên	

d) Đào rãnh cho tường trong đất

Để đào rãnh cho tường trong đất, ta phải thực hiện các bước sau:

Lập sơ đồ trình tự thực hiện các đơn nguyên một cách hợp lý.

Chọn cơ giới và thiết bị đào rãnh thích hợp.

Có biện pháp chống sụt lở vách rãnh đào và giải pháp xử lý sự cố một cách có hiệu quả.

Lập trình tự thực hiện các đơn nguyên.

Người ta không thể đồng thời thi công toàn bộ chiều dài của tường trong đất cùng lúc mà chỉ thi công theo từng đoạn một. Một đoạn tường được thi công trọn vẹn từ khi đào cho đến khi lắp đặt cốt thép và đổ bê tông xong. Một đoạn tường được thi công được gọi là một đơn nguyên.

Việc chia đoạn trên bản vẽ và đánh dấu thứ tự thực hiện gọi là lập trình tự thực hiện các đơn nguyên. Chiều dài đơn nguyên không được nhỏ hơn chiều dài mà máy đào có thể thực hiện được trong một đợt đào. Chiều dài đơn nguyên được phân chia, càng dài

càng tốt nó sẽ giảm thiểu được mối nối, tăng tính liên tục và tính toán khối chỉnh thể của tường... tuy nhiên nó cũng nảy sinh ra nhiều vấn đề... Nói chung, cần lưu ý các điều sau đây khi quyết định chọn chiều dài của đơn nguyên:

Khả năng thực hiện một đợt đào của các thiết bị đào rãnh.

Xem xét tình hình địa chất và khả năng sụt lở của đất.

Ảnh hưởng của các công trình hiện hữu gần kề.

Khả năng lắp đặt lồng thép.

Khả năng cung cấp và đổ bê tông.

Phụ thuộc vào dung lượng bể chứa bentonite.

Phụ thuộc vào điều kiện địa hình và mặt bằng thi công.

Đơn nguyên ngắn có khi dài chỉ 2 - 3m.

Đơn nguyên trung bình dài khoảng 4 - 6m.

Đơn nguyên dài có thể từ 8 - 10m.

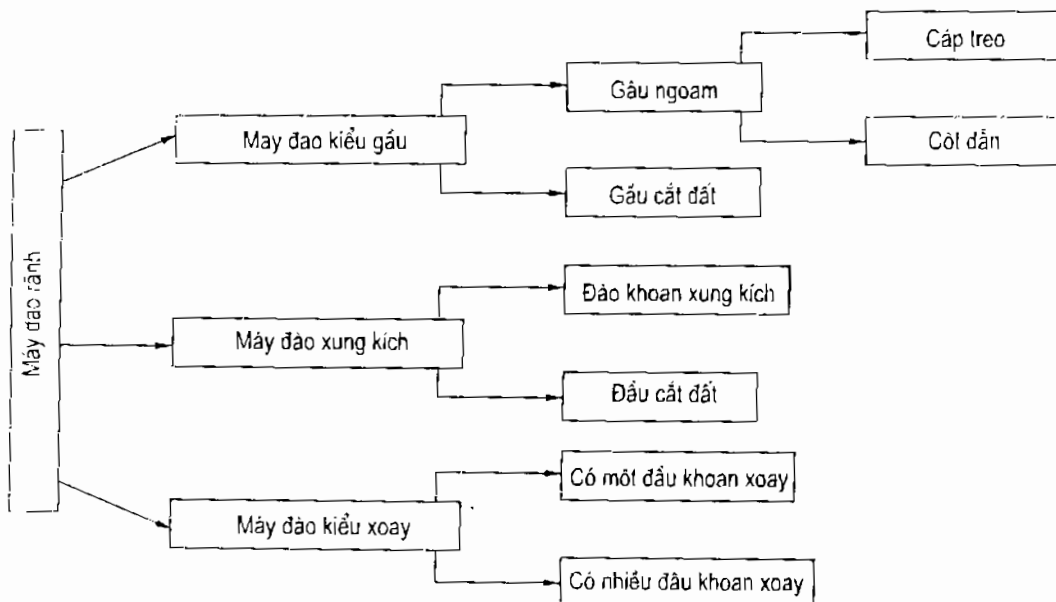
e) Cơ giới và thiết bị phục vụ đào rãnh

Thiết bị cơ giới phục vụ đào rãnh có ba loại chính.

Máy đào loại gầu (gầu ngoạm).

Máy đào loại xung kích.

Máy đào kiểu khoan xoay.



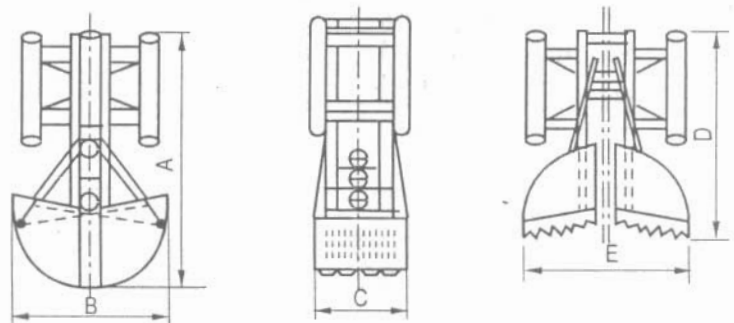
Hình 123: Phân loại máy đào rãnh cho tường trong đất

Bảng 25 dưới đây giới thiệu các loại gầu ngoạm dùng để đào rãnh tường có chiều dày từ 45cm đến 120cm. Hình 124 - 125 - 126 - 127 - 128 - 129 là cấu tạo một số thiết bị đào rãnh.

Bảng 25. Quy cách gầu dùng đào rãnh tường trong đất

Chiều dài (mm) tường Kích thước gầu	450	500	600	800	1000	1200
A (mm)	4250	4250	4250	4540	4540	4540
B (mm)	2200	2200	2200	2420	2420	2420
C (mm)	450	470	570	760	960	1200
D (mm)	3740	3740	3740	3816	3816	3816
E (mm)	2500	2500	2500	2700	2700	2700
Trọng lượng (kg)	3800	3900	4300	4450	4750	5750
Số sợi cáp treo	4	5	5	6	6	6
Lực đóng gầu (kN)	160	180	190	210	225	266
Số răng gầu	2 + 2	2 + 3	2 + 3	3 + 4	3 + 4	3 + 4
Đường kính cáp (mm)	φ22	φ22	φ22	φ25	φ25	φ26

*Hình minh hoạ
gầu ngoạm của bảng 25*



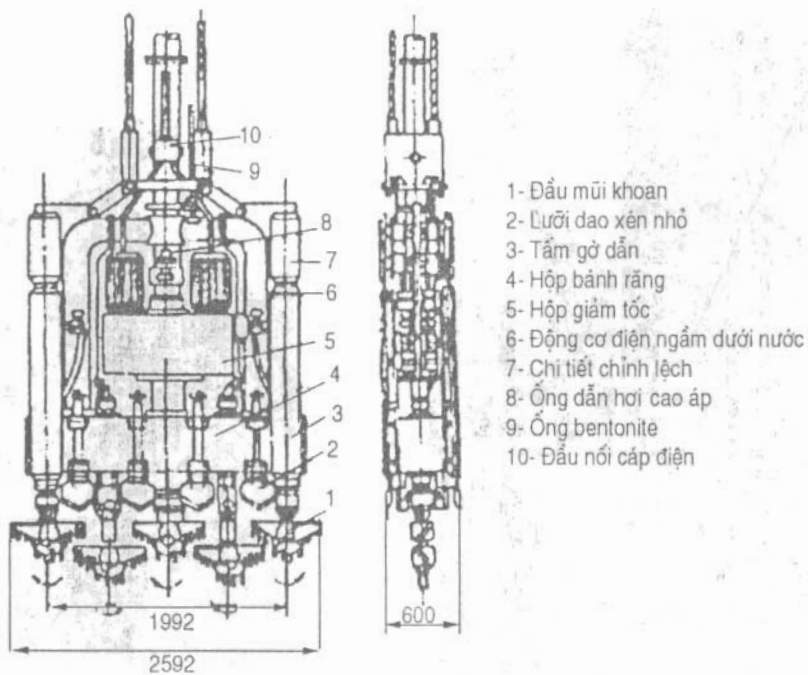
- 1- Cột dẫn
- 2- Đường ống dẫn thủy lực
- 3- Sân thao tác
- 4- Kịch điều chỉnh độ nghiêng
- 5- Gầu ngoạm



Hình 124: Máy đào rãnh gầu ngoạm cột dẫn



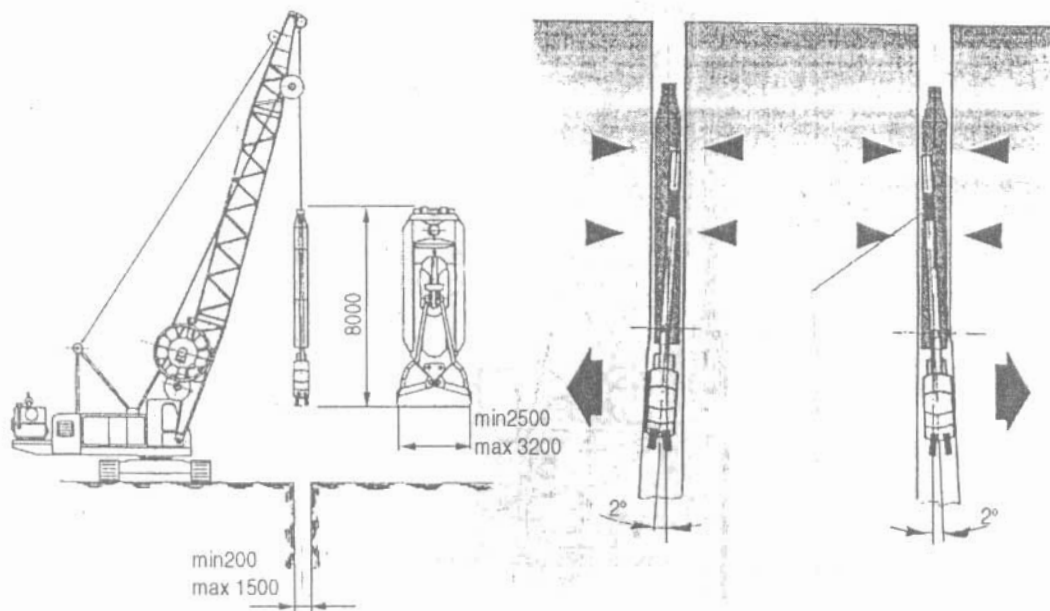
Hình 125: Máy đào rãnh kiểu xung kích ICOS



Hình 126: Mũi khoan có nhiều đầu xoay SF

Loại SF60: có 5 đầu xoay, đào rãnh rộng 600mm, nặng 9700kg

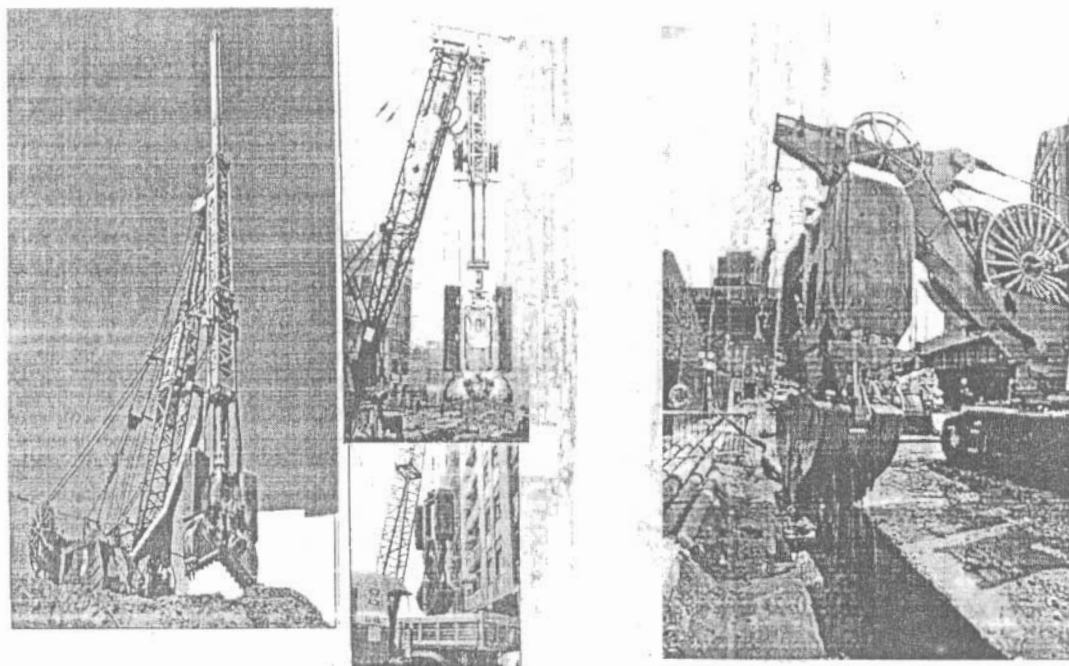
Loại SF 80: Có 5 đầu xoay, đào rãnh rộng 800mm, nặng 10200kg



a) Mặt đứng máy đào gầu ngoạm loại HSWD

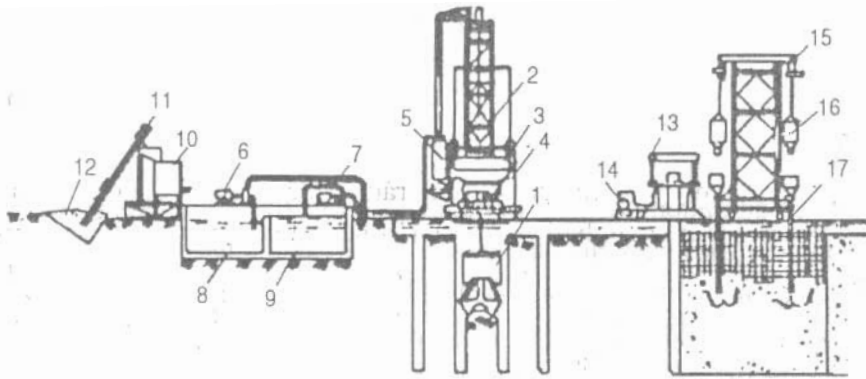
b) Các trạng thái

Hình 127: Máy đào rãnh tường chũm loại HSWD



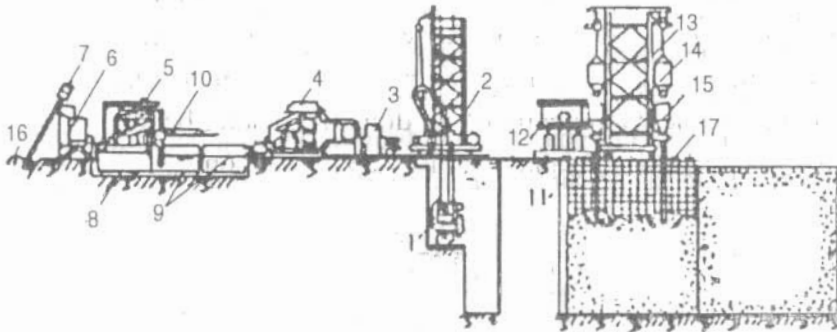
Hình 128: Một số loại máy đào rãnh gầu ngoạm

Hình 129: Máy đào rãnh chuẩn bị đào đơn nguyên kế cận



Hình 130: Sơ đồ công nghệ thi công tường trong đất bằng gầu ngoạm

1. Gầu ngoạm; 2. Giá máy; 3. Máng trượt tháo đất; 4. Xe chở có thùng lật; 5. Trạm điện nước ngầm; 6, 7. Bơm hút bùn; 8. Bể chứa bentonite; 9. Bể lắng bentonite; 10. Máy trộn khuấy bentonite; 11. Máy chuyển dạng vớt; 12. Sét nờ; 13. Giá nâng hạ ống nối đầu; 14. Bơm dầu; 15. Máy đổ bê tông; 16. Gầu chứa bê tông; 17. Ống dẫn bê tông.



Hình 131: Sơ đồ công nghệ thi công tường trong đất bằng máy khoan xoay có nhiều đầu

1. Mũi khoan có nhiều đầu; 2. Giá máy; 3. Bơm hút bùn; 4. Sàng rung; 5. Thiết bị đồng xoắn thủy lực; 6. Thiết bị khuấy trộn bentonite; 7. Máy chuyển dạng vớt; 8. Bể chứa bentonite; 9. Bể lắng bentonite; 10. Bơm cấp vữa bentonite bổ sung; 11. Ống nối đầu; 12. Giá nâng hạ ống nối đầu; 13. Máy đổ bê tông; 14. Gầu chứa bê tông; 15. Phễu ống dẫn bê tông; 16. Sét nờ; 17. Đường ray

Hình 130 và hình 131 trình bày sơ đồ công nghệ thi công tường trong đất của loại máy đào gầu ngoạm và loại máy đào khoan xoay.

f) Chống sụt lở cho thành hố đào

Giữ ổn định cho thành rãnh tường trong đất để thành rãnh không sụt lở là nhiệm vụ rất quan trọng và rất khó khăn, thành rãnh sụt lở không những làm chậm tiến độ thi công mà còn gây ra nhiều những hư hỏng khác:

Các máy đào bị nghiêng lệch.

Các công trình hiện hữu lân cận bị ảnh hưởng.

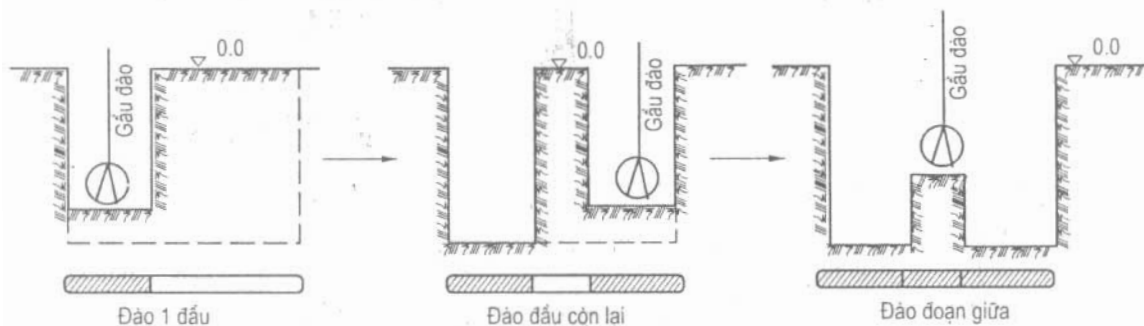
Hệ thống ống ngầm (cấp thoát nước) có thể bị hư hỏng.

Nếu đã lắp đặt cốt thép và đang đổ bê tông thì bê tông tường có thể bị khuyết hãm vì đất chiếm chỗ của bê tông.

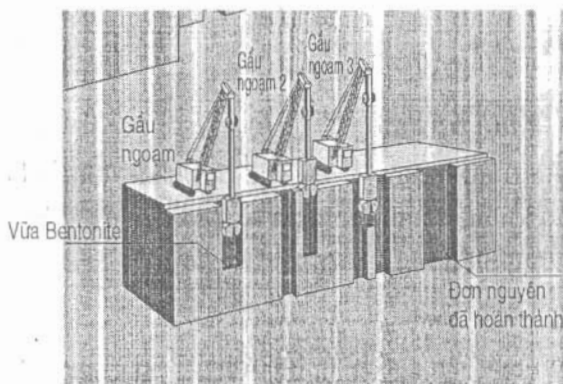
Vì vậy trong thi công tường trong đất, sự cố sụt lở thành rãnh đào là sự cố nghiêm trọng và nguy hiểm nhất.

Một trong những nguy cơ ảnh hưởng đến sụt lở thành rãnh (vách) hố đào là mức nước ngầm dâng cao. Mức nước ngầm cao thấp cũng liên quan đến chọn tỉ trọng cho bentonite và chọn mức dâng của bentonite trong rãnh đào. Trời mưa, nước rơi vào rãnh đào nhiều, làm loãng bentonite và làm dâng cao mức nước ngầm trong rãnh, vách của rãnh hố đào lúc này càng dễ sụt lở, lúc này cần phải dâng cao mức bentonite và phải hoá đổi nâng cao tỉ trọng của bentonite. Mức dâng của bentonite cũng không nên cao quá, chỉ cần bảo đảm cao hơn từ 0,5m đến 1m là đạt yêu cầu.

Khi xảy ra hiện tượng sụt lở, một lượng lớn bentonite bị thất thoát cao, độ trên của bentonite sụt thấp xuống, nhiều bọt khí trong bentonite trào lên và xuất hiện dao động, phần các tường dẫn lân cận cũng bị lún sụt xuống. Lượng đất phải sẽ lớn hơn rất nhiều so với thiết kế. Các thiết bị đào đất gầu ngoạm và máy khoan nhiều đầu rất khó kéo lên, vì vậy khi có sụt lở nên nâng thiết bị gầu và đầu khoan lên khỏi mặt đất ngay để phòng thiết bị có thể bị chôn vùi. Tiếp đến phải tìm cách ngăn chặn để sụt lở không bị kéo lây lan sang nơi khác. Giải pháp thường dùng là bổ sung bentonite và lấp đất trở lại, chờ đến khi đất lấp trở lại đã ổn định... ta mới tiếp tục thi công.



Hình 132a: Thử tự đào rãnh cho một đơn nguyên



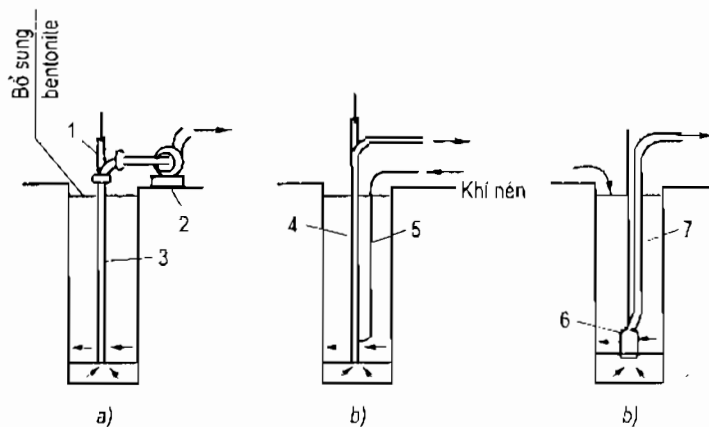
Hình 132b: Sơ đồ thử tự việc đào đất cho một rãnh của đơn nguyên

Như hình 132 cho thấy: Thứ tự đào rãnh cho một đơn nguyên như vậy là một giải pháp tối để bảo đảm vách rãnh đào ít xảy ra nguy cơ sụt lở.

g) Làm sạch đáy rãnh

Sau khi đào xong, công việc tiếp theo là làm sạch đáy rãnh và sửa sang hiệu chỉnh lại vách rãnh đào.

Người ta dùng thiết bị siêu âm để đo kiểm tra lại các mặt cắt rãnh đào. Nếu số liệu kiểm tra cho thấy mặt cắt có những nơi bị co eo hẹp lại hoặc nghiêng thì phải tiến hành hiệu chỉnh. Thiết bị dùng để sửa gọt lại vách rãnh là các máy khoan xung kích hoặc các ống đã được bịt kín đầu. Trước khi làm sạch đáy cần phải chỉnh sửa hai đầu rãnh đào: dùng bàn chải sắt hoặc vòi nước để xịt rửa sạch mỗi nối đứng ở hai đầu rãnh. Sau khi làm sạch đáy thì lắp đặt cốt thép... cũng có những trường hợp sau khi đặt cốt thép rồi, trước khi đổ bê tông người ta còn tiến hành làm sạch đáy thêm một lần nữa.



Hình 133: Các phương pháp làm sạch đáy

a) Dùng bơm phun cát để tháo cặn;

b) Dùng khí nén để tháo cặn;

c) Dùng bơm chìm để tháo cặn

1. Chi tiết kết nối; 2. Máy bơm phun cát

(máy bơm hút cát và đá nhỏ); 3. Ống dẫn;

4. Ống tháo cặn; 5. Ống khí nén; 6. Máy bơm

bentonite đặt chìm dưới đáy; 7. Ống mềm tháo cặn

Tuỳ tính chất của vữa bentonite mà kích cỡ hạt cặn lắng xuống đáy lớn hay bé. Nếu vữa bentonite trong điều kiện bình thường theo yêu cầu thì kích cỡ hạt cặn lắng nhỏ nhất khoảng từ 0,06 mm đến 0,12mm.

Thông thường sau khi đào xong khoảng 2 giờ thì gần 80% cặn lơ lửng trong bentonite đều lắng xuống đáy và sau 4 giờ thì hầu như toàn bộ cặn đều lắng chìm xuống đáy rãnh.

Phương pháp làm sạch đáy có hai cách: Làm sạch bằng cách hoán đổi bentonite và làm sạch bằng cách trầm lắng (không hoán đổi vữa bentonite).

Phương pháp trầm lắng là chờ cho toàn bộ cặn lắng hết xuống đáy rãnh rồi mới tiến hành làm sạch.

Phương pháp hoán đổi vữa là sau khi đào xong, cặn còn lẫn trong bentonite (chưa lắng xuống hết) thì dùng bentonite mới hoán đổi bentonite trong rãnh đào, đưa bentonite cũ ra ngoài khiến cho mật độ bentonite trong rãnh giảm xuống dưới 1,15. Phương pháp hoán đổi vữa thường được dùng nhiều hơn.

Phương pháp tháo cặn đáy được áp dụng nhiều nhất là (hình 133).

Dùng bơm phun cát để tháo cạn.

Dùng khí nén để tháo cạn.

Dùng bơm chìm để tháo cạn.

Tuy vậy cũng có lúc người ta dùng gầu ngoạm để trực tiếp lấy cạn lên.

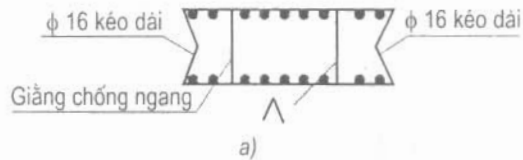
13. Gia công lắp đặt cốt thép

a) Gia công cốt thép

Cốt thép gia công theo quy định của thiết kế và nên cấu tạo chính thể cho cả đơn nguyên. Thép hàn nối theo chiều đứng (rãnh quá sâu, thép đứng quá dài) thì chiều dài mỗi đứng phải lớn hơn $60d$ (d là đường kính cốt thép).

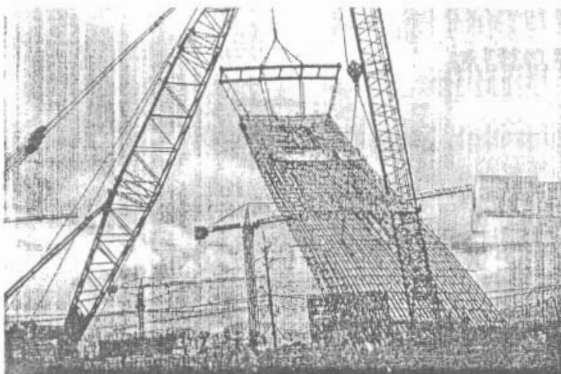
Lồng cốt thép của đơn nguyên sau khi gia công xong phải chừa khoảng trống ở hai đầu khoảng 15cm - 20cm. Thép

chủ chịu lực có lớp bảo vệ 7cm - 8cm. Miếng đệm tạo lớp bảo vệ dày khoảng 5cm, như vậy khoảng hở giữa miếng đệm bảo vệ và vách đất là 2cm - 3cm. Miếng đệm bảo vệ nên làm bằng các tấm thép mỏng tạo hình quai rồi hàn lên thép đứng của đơn nguyên (hình 134) không nên dùng các cục vữa đúc vì nó rất dễ bị vỡ nát và hay cào lở vách rãnh đào. Khi gia công cốt thép cần lưu ý các vị trí sẽ lắp ống dẫn bê tông sau này, không nên hàn và các giằng ngang tại các vị trí đó để việc lắp ống dẫn bê tông dễ dàng hơn. Đầu dưới của thép đứng nên bẻ quặp vào để bảo đảm việc lắp hạ cốt thép xuống rãnh đào không bị vướng và không làm lở vách rãnh đào. Tuy nhiên, không nên bẻ quặp nhiều quá vì như vậy rất dễ làm cản trở việc đổ bê tông sau này.

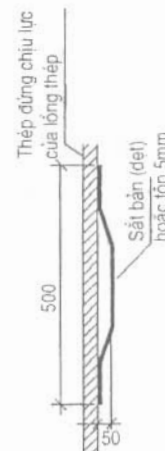


Hình 134: Cấu tạo cốt thép một đơn nguyên của tường trong đất.

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt cắt đứng



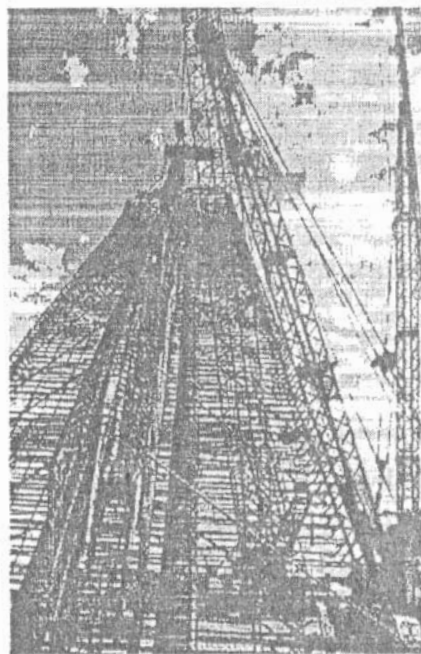
Hình 136: Nâng lồng thép của đơn nguyên để chuẩn bị lắp đặt vào rãnh đào.



Hình 136: Cách hàn tạo lớp bảo vệ cho thép, đứng của lồng thép



Hình 137: Lồng thép đã được treo thẳng đứng chuẩn bị hạ vào rãnh đào



Hình 138: Nâng treo thép lắp đặt vào rãnh hình chữ T.

Trong lồng thép thường có các chi tiết đặt sẵn bằng kim loại. Những chi tiết đặt sẵn có thể là sắt bản, sắt tròn (những chi tiết này sẽ liên kết với các kết cấu của tầng hầm như: dầm vòng mặt trong gần trên đầu tường, liên kết với dầm sàn của tầng hầm... hoặc dùng cho các mục đích khác...). Những chi tiết đặt sẵn phải được cố định chắc và phải thật chính xác về vị trí và cao độ.

Sân gia công cốt thép phải đủ rộng và bằng phẳng để đảm bảo gia công chính xác.

b) Treo buộc cốt thép

Lồng cốt thép của đơn nguyên thường dài và rộng, việc nâng lên sẽ rất khó khăn vì rất dễ bị biến dạng. Những nguyên nhân gây ra có thể là:

Lồng thép không được làm cứng (giằng xiên, giằng ngang...);

Các mối nối liên kết tại các giao điểm không chắc chắn;

Vị trí buộc cáp không đều và không đúng;

Sự phối hợp giữa các cần trục không nhịp nhàng.

Để khắc phục các sự cố có thể xảy ra, ta cần lưu ý:

Liên kết cốt thép tại các vị trí giao nhau chữ thập (+) và các vị trí nối (nối đứng, nối ngang) đều phải được liên kết hàn chắc chắn.

Toàn bộ lồng thép phải được hàn chống ngang giữa 2 lưới, hàn chéo giữa 2 thanh đứng cùng mặt cắt (khoảng 1m thì tiến hành giằng một cặp - như hình 134b), phải hàn giằng xiên cho cả hai mặt.

Tại các vị trí buộc cáp treo nâng phải có giá cường (bằng cách thanh sắt cứng - như sắt góc 63×6 ; 75×7 ...) và mối hàn liên kết giữa các sắt đứng với thanh ngang giá cường phải rất chắc chắn.

Để việc nâng lồng thép lên mà không bị biến dạng, người ta phải dùng 2 cần trục xích và phải buộc ở nhiều điểm để phân đều lực treo. Vì vậy, người ta thường dùng các chùm cáp nhiều sợi và phải dùng đòn gánh có nhiều cáp buộc (hình 135 và 136).

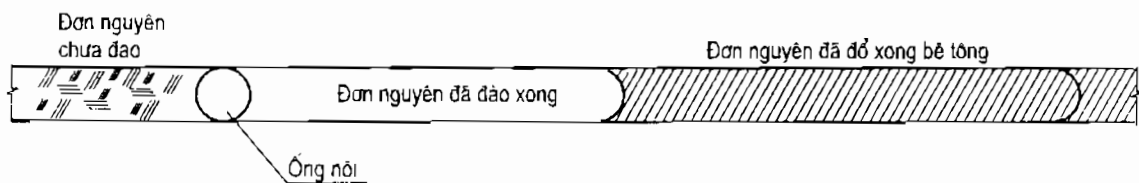
Sau khi nâng cao lên khỏi mặt đất trước khi đặt vào trong rãnh đào, cần hiệu chỉnh lồng thép thẳng đứng. Để làm được điều này, thường người ta dùng dây buộc vào phía dưới lồng để níu kéo đưa đầu dưới trùng với miệng rãnh đào rồi mới hạ xuống. Lưới thép cũng nên thả xuống từ từ để giảm bớt những va chạm không cần thiết có thể làm sứt lở vách rãnh đào.

Sau khi cốt thép đã thả lọt gọn trong rãnh, ta cần kiểm tra lại cao độ đầu dưới xem đã đạt được cao độ thiết kế chưa, nếu đạt yêu cầu thiết kế, ta tiến hành treo giữ lồng vào mặt trên của tường dẫn.

Nếu trường hợp không hạ xuống được, cần kiểm tra kỹ nguyên nhân và phải treo buộc lại cốt thép (để lồng cốt thép không bị nghiêng lệch). Nếu chưa sửa rãnh đào và chưa treo buộc lại... thì không nên cố gượng ép hạ lồng thép xuống - vì như vậy việc hạ không xuôi lọt đồng thời cốt thép bị biến dạng và vách rãnh bị sứt lở rất nhiều, công tác tháo vét cần càng mất thời gian hơn.

14. Đặt ống nối

Sau khi vét tháo cạn làm sạch đáy xong thì người ta tiến hành đặt ống nối trước khi lắp đặt cốt thép (hình 139).



Hình 139: Vị trí đặt ống nối

Ống nối được đặt đứng, việc lắp đặt nhờ cần trục hoặc các giá nâng có trên rãnh đào. Ống nối có tác dụng như tấm cốppha đứng, chắn giữ để bê tông không chảy đi đồng thời cũng chắn đất để đất không lẫn vào trong bê tông. Ống nối được cấu tạo bằng các ống thép hoặc bằng các tấm tôn uốn tròn hoặc các túi khí bằng cao su...

Sau khi đổ bê tông đạt đến cường độ từ 0,05 đến 0,2MPa (tính về thời gian thì sau 3 - 5 giờ) người ta tiến hành nâng nhô ống nối lên. Mỗi lần nâng lên khoảng 30 - 100cm, khoảng 20 đến 30 phút thì nâng ống nối lên một lần (tốc độ nâng nhô ống phải phù hợp với tốc độ đổ bê tông - vị trí nhô lên là vị trí cao độ mà bê tông đã đổ cách đó 2 - 4 giờ).

15. Đổ bê tông

a) Công tác chuẩn bị trước khi đổ bê tông

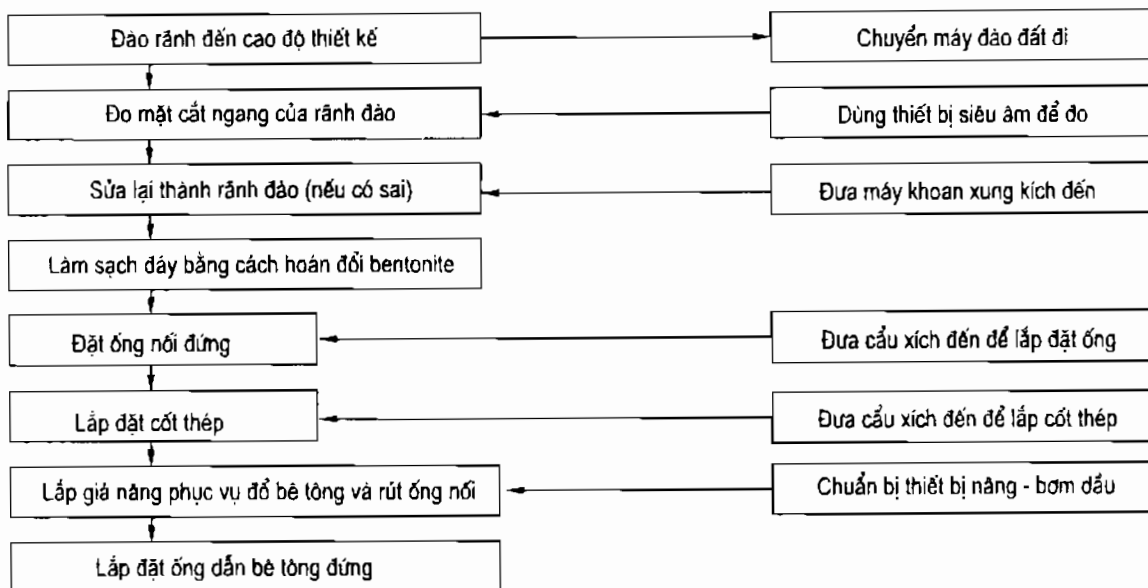
Phải có sẵn các thiết bị:

Trộn và vận chuyển bê tông.

Phương tiện thiết bị đưa bê tông xuống đáy rãnh đào.

Thiết bị nâng nhỏ ống nổi lên.

Sơ đồ sau tóm tắt lại các công việc thực hiện trước khi đổ bê tông cho một rãnh đơn nguyên.



Hình 140: Sơ đồ thống kê các công việc chuẩn bị trước khi đổ bê tông

b) Cấp phối bê tông

Ngoài các yêu cầu về vật liệu cát đá xi măng dùng cho bê tông thông thường ta cũng cần quan tâm đến một số vấn đề khác:

Bê tông đổ trong rãnh có bentonite, tùy điều kiện thực tế, điều kiện thi công và thời tiết (mưa nắng) mà có thể có sự thay đổi về cường độ tương đối lớn, cường độ bê tông trên toàn bộ mặt vách tường cũng không hoàn toàn như nhau. Do vậy trong tính toán dự trù, người ta thường nâng cường độ bê tông chế tạo tại hiện trường cao hơn thiết kế yêu cầu là 5MPa.

Cát dùng cho bê tông nên dùng cát sông. Cốt liệu thô có thể dùng sỏi cỡ từ 5 - 25mm hoặc đá dăm cỡ từ 5 - 40mm.

Nên dùng phụ gia dẻo để giảm nước trong cấp phối và tăng độ sụt cho bê tông.

Xi măng sử dụng, dùng loại mác 32,5 - 42,5 (xi măng sulfat bền thông thường hoặc xi măng sulfat xi).

Đối với cốt liệu thô là sỏi nhỏ thì lượng xi măng phải trên 370 kg/m^3 ;

Đối với cốt liệu đá dăm có phụ gia giảm nước thì xi măng phải trên 400 kg/m^3 .

Nếu cốt liệu đá dăm không có phụ gia giảm nước thì xi măng phải trên 420 kg/m^3 .

Tỉ lệ nước trên xi măng (N/X) phải nhỏ hơn 0,6.

Độ sụt thích hợp để đổ bê tông cho tường là 18 - 20cm.

Kinh nghiệm cho thấy, nếu bê tông có độ sụt quá nhỏ, bê tông sẽ không dàn đều ra hai bên mà sẽ dồn lên thành chóp quanh ống dẫn bê tông (hình 141) do đó cần bùn rất dễ đọng lại tại các chỗ trũng giữa hai ống dẫn bê tông, hoặc đọng lại tại chỗ trũng sát ống nối. Do vậy tường sẽ có nhiều chỗ rỗng bị đất chiếm chỗ. Nguy hiểm nhất là ở đầu cuối sát ống nối - nơi nối kết cốt thép của hai đơn nguyên.

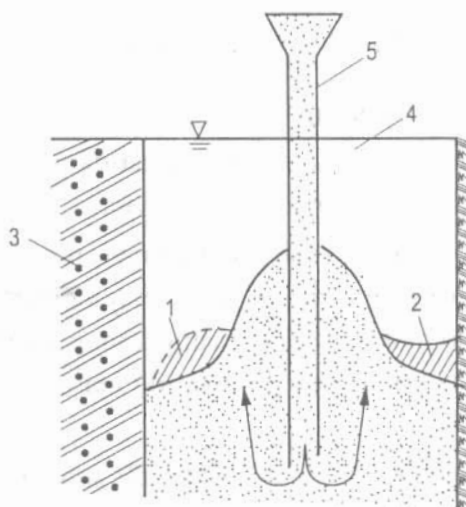
Một số cấp phối bê tông đã sử dụng qua để tham khảo như sau:

Bảng 26. Cấp phối bê tông dùng cho tường trong đất

Mác bê tông	Mác xi măng	Lượng cát %	Tỉ lệ N/X	Cấp phối cho $1 \text{ m}^3 \text{ kg/m}^3$				Độ sụt cm	R_{28} MPa	Phụ gia giảm nước %
				Nước	XM	Cát	Đá			
C25	52,5	38	0,6	240	400	599,5	1028,9	18 - 22	28,5	2
C30	52,5	38	0,6	233	388	609,7	1046,5	15 - 18	31,1	2
C35	52,5	38	0,55	234	425	597,6	1025,6	16-18	36,4	2
	52,5	39	0,42	210	472	636	963	18-20	30-40	1,3

Hình 141: Tình trạng bê tông tạo chóp do độ sụt bê tông quá nhỏ

1. Phần cặn bùn dễ lẫn vào trong bê tông;
2. Phần cặn bùn còn sót lại;
3. Bê tông của đơn nguyên đổ trước đó;
4. Bentonite;
5. Ống dẫn bê tông



c) Đổ bê tông

Để đổ bê tông dễ dàng, thuận tiện, người ta còn làm các giá di động, trên giá có gắn các palăng điện dùng để đổ bê tông. Ngoài ra các giá này còn dùng để lắp tháo các ống dẫn bê tông, nhổ rút ống nối...

Phương pháp đổ bê tông cho tường áp dụng theo phương thức đổ bê tông trong nước - nghĩa là đầu dưới của ống luôn luôn chôn ngập trong bê tông. Bê tông trong ống tuôn ra dưới ống và dâng cao dần. Với cách này, bê tông không rơi tự do nên tránh được hiện tượng phân tầng và tránh được sự va đập vào cốt thép hoặc va đập vào vách đào.

Đầu dưới của ống yêu cầu phải ngập trong bê tông tối thiểu là 1,5m. Tuy nhiên, không nên để chân ống ngập quá sâu ($< 9\text{m}$). Vì một khi ngập quá sâu, bê tông trong ống xuống chậm và lỏng cốt thép có khi bị trôi lên.

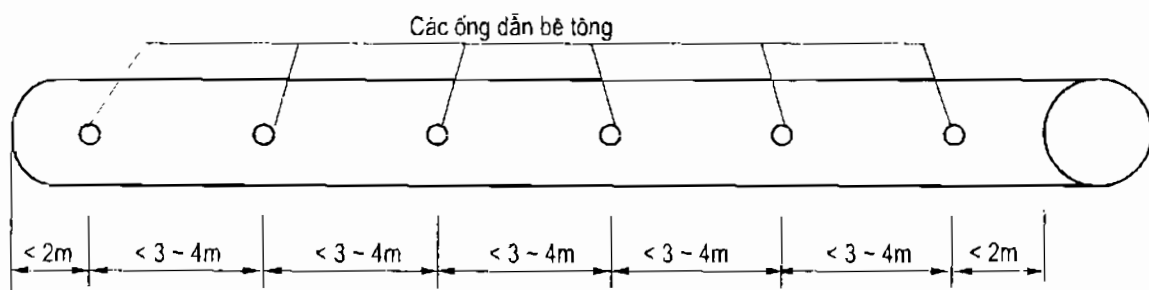
Khi cao độ dâng của bê tông gần đến mặt đất thì tốc độ xuống của bê tông trong ống dần cũng chậm lại. Do vậy lúc này, chiều sâu chôn chân ống dần chỉ nên còn khoảng 1m là vừa. Trong trường hợp bê tông không chịu xuống thì có thể nâng hạ ống để bê tông dễ tụt xuống, tuy nhiên chiều cao nâng hạ đầu dưới ống chỉ nên giới hạn trong phạm vi 30cm.

Việc đổ bê tông không liên tục (do ống dẫn bị tắc) rất dễ tạo điều kiện làm giảm chất lượng của bentonite và từ đó có thể gây ảnh hưởng xấu cho chất lượng bê tông đổ tiếp sau đó.

Trong quá trình đổ bê tông, có lúc do các lực va chạm ngang, các đầu dưới của ống va chạm vào vách và làm cho đất vách sạt lở lẫn vào trong bê tông. Vì vậy, cần chú ý giữ cho ống dẫn thẳng và ống luôn luôn chôn trong bê tông. (Nếu chân ống rút lên khỏi mặt bê tông, bentonite sẽ lẫn vào trong bê tông).

Quá trình đổ bê tông cũng là quá trình bê tông chiếm chỗ của bentonite và bentonite sẽ dâng lên tràn khỏi tường dẫn. Phần bentonite nên đưa vào bể lắng để tái sinh, không nên cho chảy ra mặt đất - sẽ làm bẩn (lây lòi) mặt bằng thi công.

Khoảng cách bố trí ống dẫn bê tông được thể hiện như hình 142.



Hình 142: Khoảng cách bố trí các ống dẫn bê tông cho một đơn nguyên

Cần lưu ý vận chuyển và cung cấp bê tông kịp thời nhằm đảm bảo tốc độ dâng cao của bê tông trong rãnh đào $> 2\text{m/giờ}$.

Khi đổ đầy đến đỉnh tường nên đổ cao hơn cao độ thiết kế khoảng 30 - 50cm. (Bê tông xốp, có lẫn bentonite nên thường thì phải đục bỏ phần bê tông trên bề mặt tường và cọc nhồi).

16. Những vấn đề thường gặp và phương pháp xử lý dự phòng khi thi công tường trong đất có các sự cố sau:

a) **Sự cố 1:** Đầu khoan bị bít đầy đất dính, đất dính (sét) bọc kín cả đầu khoan và các cánh khoan.

Nguyên nhân: Do đầu khoan khi quay vào tầng đất sét mềm với tốc độ quá nhanh, cặn đất lại nhiều mà vòi tháo vữa bentonite lại bị tắc nghẽn. Hoặc có thể cắt qua lớp đất sét mà máy lại quay quá chậm không đủ lực cắt đứt đất rời ra nên đầu khoan bị quét đầy đất bao bọc xung quanh.

Biện pháp: lưu ý khống chế tốc độ khoan. Nếu đầu khoan bị bùn đất quánh dính thì nên đưa đầu khoan lên khỏi rãnh đào và vệ sinh sạch sẽ sau đó tiếp tục khoan đào.

b) **Sự cố 2:** Đầu khoan bị kẹt, nâng lên hạ xuống đều khó.

Nguyên nhân: Có thể do ngưng khoan lâu, xảy ra hiện tượng trầm lắng bùn cặn quanh đầu khoan, cũng có thể có một vị trí nào đó của vách rãnh đào bị sụt lở mạnh hoặc do chướng ngại vật ngầm làm kẹt đầu thiết bị đào. Một nguyên khác là tầng đất sét gặp nước nên trương nở làm hẹp rãnh đào nên sinh ra kẹt đầu khoan đào.

Biện pháp xử lý: Thỉnh thoảng hạ thiết bị đào xuống chậm chậm và quay không tải để cho bùn cặn không trầm lắng được đồng thời lưu ý nếu ngưng khoan đào thì nên đưa đầu khoan đào lên khỏi mặt đất ngang: Thường xuyên kiểm tra tỷ trọng của bentonite đồng thời phải khảo sát, xử lý các chướng ngại vật một cách kịp thời. Đối với các thành rãnh đất sét dẻo nên theo dõi sự nghiêng lệch, uốn lượn của bề mặt vách do sự trương nở của sét khi gặp nước... đồng thời phải kịp thời cắt gọt vách lỗ đảm bảo bề rộng và mặt phẳng của vách đúng yêu cầu của thiết kế.

Khi đầu khoan đào bị kẹt không nên cố kéo lên một cách khiên cưỡng, vì làm như thế có khi làm đứt cáp kéo, mà chỉ nên dùng vòi nước mạnh và vòi khí nén... xối rửa xung quanh đầu đào rồi sau đó mới từ từ nâng đầu khoan - đào lên.

c) **Sự cố 3:** Máy bị kê - trong quá trình khoan một số chỗ của vách đào đất, vách đào kê (nâng) hộp bản dẫn của đầu khoan khiến máy khoan không thể nào khoan sâu tiếp được.

Nguyên nhân: Đầu khoan bị mài mòn quá nhiều nên đường kính bị nhỏ lại vì vậy bề rộng của máng đào (rãnh đào) cũng bị thu hẹp lại khiến cho hộp bản dẫn bị kê lên và máy khoan không hoạt động tiếp được. Một nguyên nhân khác là chỉ tiết thiết bị kéo lưỡi dao xén đứng và xén nghiêng không điều chỉnh được nên khi gặp lớp đất đá cứng không cắt được vì vậy máy bị kê. .

Biện pháp xử lý: Đường kính đầu khoan phải lớn hơn (rộng ngang hơn) hộp bản dẫn khoảng 20 - 30mm. Đối với các đầu khoan bị mài mòn nhiều phải tiến hành hàn đắp kịp thời, không nên tiếp tục sử dụng các đầu khoan đã bị mài mòn. Trường hợp gặp lớp đất đá cứng, nên dùng khoan xung kích đập nát vỡ lớp đất đá cứng đó, tiếp sau đó mới dùng máy khoan để khoan tiếp.

d) Sự cố thứ 4: Vách rãnh đào sụt lở, mức bentonite trong rãnh hạ thấp xuống, bột khí li ti xuất hiện (trào lên) rất nhiều, khoan không xuống sâu được, phụ tải của máy lại tăng lớn hơn.

Nguyên nhân: Khi khoan vào tầng đất quá mềm hoặc tầng lưu sa, hoặc do bentonite không đạt yêu cầu (thành phần cấp phối không hợp lý, mật độ thấp, nước dùng điều chế bentonite không đạt tiêu chuẩn). Thời gian chờ đợi sau khi đào rãnh xong quá lâu cũng khiến cho bentonite bị trầm lắng... Nước ngầm tự nhiên dâng cao (thường là do mưa) hoặc khi khoan vào tầng cát rời mà lại khoan quá nhanh... hoặc để khoan quay không tải quá lâu, phụ tải trên mép rãnh đào lớn trong khi chiều dài rãnh đơn nguyên lại quá dài... đều là những nguyên nhân chủ yếu gây ra những sự cố nói trên...

Biện pháp xử lý: Khi gặp tầng đất mềm hoặc tầng lưu sa thì nên khoan chậm lại. Việc xác định thành phần tỷ lệ cấp phối bentonite phải căn cứ vào tình hình thực tế của địa tầng và phải thông qua thí nghiệm cụ thể. Nước dùng pha chế bentonite nên dùng nước máy. Phải luôn luôn kiểm tra mức dâng (cao độ) của bentonite trong rãnh đào, đảm bảo mức dâng luôn luôn cao hơn nước ngầm tối thiểu từ 0,5m trở lên. Luôn luôn khống chế tốc độ khoan hợp lý, không nên khoan sâu quá nhanh và dừng để khoan chạy không tải quá lâu. Khi đào rãnh và làm sạch cạnh xong, nên kịp thời lắp đặt cốt thép để đổ bê tông, không nên kéo dài thời gian chờ đợi. Cần căn cứ vào tình hình khoan mà có sự điều chỉnh, xử lý bentonite kịp thời (về mật độ, về mức dâng...). Đối với những rãnh đơn nguyên quá dài không nên để phụ tải quá lớn ở hai bên mép rãnh đào.

Trong trường hợp sự sụt lở quá nghiêm trọng thì nên rút thiết bị khoan đào lên, sau đó dùng đất sét có độ dính cao để lấp lại và chờ cho đất lắng chặt lại sau đó mới tiếp tục khoan đào. Một vài vị trí khác có thể dùng bentonite mật độ cao cho xuống rãnh đào - nơi có sụt lở nhiều. Các tầng đất sụt lở phải được làm nát vỡ trước khi mang chúng lên khỏi rãnh đào.

e) Sự cố thứ 5: Không hạ được cốt thép vào rãnh (cốt thép bị kẹt hoặc bị chắn lại).

Nguyên nhân: Kích thước lồng cốt thép chế tạo không đúng (quá lớn) hoặc chỗ đầu nối bị biến hình... hoặc cũng có thể mặt vách rãnh đào lồi, lõm, gợn sóng nên việc hạ lồng thép không thực hiện được.

Biện pháp xử lý: Cần khống chế kích thước cốt thép chế tạo. Chiều dài và chiều rộng nên nhỏ hơn kích thước của rãnh đơn nguyên từ 10 đến 12cm. Khi lắp hạ cần kiểm tra việc treo buộc bảo đảm cốt thép được treo thẳng đứng. Đồng thời kiểm tra và sửa chữa bề mặt vách rãnh đào kịp thời trước khi lắp hạ.

f) Sự cố thứ 6: Lồng cốt thép bị trôi lên

Nguyên nhân: Lồng cốt thép quá nhẹ trong lúc bùn cạnh đáy trong rãnh đào lại tồn đọng quá nhiều. Ống dẫn bê tông đặt quá sâu và việc đổ bê tông quá chậm cũng là nguyên nhân gây ra hiện tượng trên.

Biện pháp xử lý: Cần lắp đặt các chi tiết cố định cốt thép trên tường dẫn và cần phải làm sạch bùn cặn trong rãnh đào. Ngoài ra cần đẩy nhanh tốc độ đổ bê tông và không để bê tông chôn chân ống quá sâu (không nên để chôn sâu $\geq 6\text{m}$).

g) Sự cố thứ 7: Không nhỏ được ống nổi lên

Nguyên nhân: Có thể do bản thân ống nổi, không thẳng (bị cong) hoặc do kích nâng không đủ sức, việc nhỏ tiến hành chậm nên bê tông đông cứng bám quá chặt. Có thể nắp đáy ống nổi bị hờ.

Biện pháp xử lý: Ống nổi phải thẳng, độ cong cho phép phải nhỏ hơn một phần ngàn ($< 1\text{‰}$) và khi lắp dựng lưu ý đặt ống thẳng đứng, vị trí sai số phải nhỏ hơn 5cm. Khả năng của thiết bị nhỏ ống phải lớn hơn lực ma sát ít nhất là 1,5 lần. Trong quá trình đổ bê tông nên xoay lắc lắc ống để tạo độ lỏng cho ống, cứ 10 đến 15 phút thì xoay lắc một lần. Sau khi bê tông đổ được 3,5 đến 4 giờ thì tiến hành rút nhỏ ống. Việc nhỏ rút ống phải hoàn tất trong khoảng thời gian từ 5 đến 8 giờ kể từ khi bắt đầu, nên che đáy đầu ống nổi cho kỹ...

h) Sự cố thứ 8: Bùn đất kẹt lẫn trong bê tông của tường

Nguyên nhân: Ống dẫn bê tông không đủ sức lan toả ra xung quanh do đó bùn đất dễ xen kẽ vào. Đầu ống bê tông đặt không đủ cao độ sâu (cao độ đầu dưới ống đặt quá cao) nên bùn cặn đáy rãnh liền xen kẽ vào bê tông. Mỗi nối gắn kết các đoạn ống dẫn bê tông không kín nên bentonite thấm lẫn vào bê tông. Lượng bê tông (mẻ bê tông) đợt đầu đổ xuống không đủ khối lượng yêu cầu. Bê tông không đổ liên tục, sự gián đoạn đã tạo điều kiện cho sự xâm nhập của bùn đất xen lẫn (lớp trên của đợt trước đã đông kết hoá đôn, đợt sau đổ xuống quá mạnh dội lên làm vỡ lớp trên của đợt trước).

Cũng có thể do việc rút ống dẫn lên quá mạnh hoặc do xác định chiều sâu (cao độ dâng của bê tông) không chính xác nên đã rút ống lên quá cao, đầu dưới hẫng lên khỏi mặt bê tông khiến bentonite xen lẫn giữa bê tông đợt trước và đợt sau.

Biện pháp xử lý: Phải có nhiều ống dẫn bê tông, việc đổ bê tông vào ống dẫn phải đồng thời. Chiều sâu chôn chân ống phải lớn hơn 1,5m. Các chỗ nối các đoạn ống phải có các gioăng chèn kín. Mẻ bê tông đầu tiên phải đủ để chiếm hết chỗ của bentonite và đùn đẩy hết bentonite trong phần dưới ống tuôn hết ra ngoài.

Việc đổ bê tông phải được tiến hành liên tục, lần đổ sau cách lần đổ trước (tại một ống dẫn) không được quá 15 phút và tốc độ đổ bê tông (nước dâng bê tông trong rãnh) phải lớn hơn 2m/giờ. Ống dẫn nên rút lên từ từ, và tăng nhanh tốc độ đổ bê tông để bảo đảm vách rãnh đào không bị sụt lở.

Gặp trường hợp có sụt lở và đất nằm trên bề mặt bê tông thì nên hút sạch đất rồi mới đổ bê tông tiếp tục.

Khi bê tông trong ống dẫn bị đông cứng thì nên rút ống lên, vệ sinh sạch sẽ, sau đó lắp đặt lại và tiếp tục đổ bê tông. Tuy nhiên, để đổ được bê tông xuống trong trường hợp bên dưới đã đông cứng thì nên dùng máy bơm ép tạo áp lực mạnh mới xử lý được chỗ tiếp giáp.

17. Kiểm tra chất lượng và nghiệm thu bàn giao

Nội dung kiểm tra cốt thép như bảng 27 đã trình bày

Bảng 27. Kiểm tra nghiệm thu cốt thép cọc nhồi và tường trong đất

Hạng mục	Thứ tự	Nội dung kiểm tra	Sai số cho phép	Phương pháp kiểm tra
Đối tượng chính (các kết cấu chính)	1	Khoảng cách thép chủ	± 10	Đo bằng thước thép
	2	Chiều dài	± 100	Đo bằng thước thép
Đối tượng phụ (các kết cấu khác)	1	Chất lượng vật liệu	Theo thiết kế	Lấy mẫu đem đi thử
	2	Khoảng cách thép đai	± 20	Đo bằng thước thép
	3	Đường kính	± 10	Đo bằng thước thép

Bảng 28. Kiểm tra và nghiệm thu tường trong đất

	Thứ tự	Nội dung kiểm tra		Giá trị hoặc sai số cho phép		Phương pháp kiểm tra
				Đơn vị	Trị số	
Đối tượng chính (kết cấu chính)	1	Cường độ khối tường		Theo thiết kế		Lấy mẫu đem đi ép thử
	2	Độ thẳng đứng	Kết cấu vĩnh cửu Kết cấu tạm thời		1/300 1/150	Đo bằng thiết bị sóng âm hoặc bằng hệ thống quan trắc đặt trên máy đào
Đối tượng phụ (các kết cấu khác)	1	Kích thước tường chắn	Chiều rộng Độ phẳng bề mặt Sai số về vị trí	mm	w + 40	Đo bằng thước thép - Chiều dày tường w
	2	Chiều dày cận lằng	Công trình vĩnh cửu Công trình tạm	mm	≤ 100 ≤ 200	Đo bằng quả dọi nặng hoặc thiết bị đo trầm tích
	3	Chiều sâu rãnh đào		mm	+ 100	Đo bằng quả dọi nặng
	4	Độ sụt của bê tông		cm	18 - 22	Hình côn Abram
	5	Kích thước lồng cốt thép				Xem bảng 27
	6	Độ phẳng đỉnh	Công trình vĩnh cửu Công trình tạm Kết cấu cắm thêm	mm	< 100 < 150 < 20	Phụ thuộc đất nền - Do thiết kế xem kiểm tra và quyết định
	7	Chi tiết đặt sẵn: Hướng ngang		mm	≤ 10	Đo bằng thước thép
		Hướng đứng		mm	≤ 20	Đo bằng máy thủy bình

THUẬT NGỮ VIỆT ANH THI CÔNG NỀN MÓNG

Điều kiện tự nhiên

Khí tượng
Dự báo khí tượng
Cường độ bức xạ của mặt trời
Trời nắng
Trời râm (ngày)
Trời tạnh, đẹp trời (ngày)
Trời có sương mù (ngày)
Trời mưa (ngày)
Hoa gió
Cấp gió
Hướng gió
Lực gió, sức gió
Hướng gió chủ đạo
Gió xoáy
Bão
Lượng mưa
Mùa khô/Mùa mưa
Độ ẩm tương đối
Độ ẩm tuyệt đối

Địa hình khu vực

Điều tra khảo sát
Khảo sát khu vực
Bản vẽ địa hình
Bản vẽ đo đạc
Bản vẽ vị trí
Điều tra thực địa
Vùng núi/Đồng bằng
Dốc
Đất gò
Trầm tích dòng chảy
Khúc uốn của sông
Lòng sông
Bờ sông

Natural conditions

Meteorology
Weather prognosis, Wether forecast
Solar radiation, intensity
Sun shine, sun exposure
Cloudy day
Fine day
Foggy day
Rainy day
Wind diagram
Wind class
Wind direction
Wind force
Prevailing wind direction
Cyclone
Typhoon
Raine precipitation
Dry season/Rainy season
Relative humidity
Absolute humidity

Topography, Land form

Servey
Regional survey
Topographical map
Sarveying sheet
Location map
Field investigation
Mountainous area/Plain
Steep slope, steep gardient
Hilly ground
River deposit
River bend
River center
River bank

Thủy văn

Địa chất thủy văn

Lưu vực dòng chảy

Xói lở bờ sông

Thượng du và hạ du

Đáy sông

Nước dâng cao

Nước rút

Mức nước cao nhất và thấp nhất

Mức lũ cao nhất

Lưu vực

Nước mặt

Nước ngầm

Lưu tốc/Lưu lượng

Lưu lượng bình quân

Diện tích bề mặt

Địa chất

Địa chất công trình

Địa chất khu vực

Thăm dò địa chất

Khảo sát địa chất

Mặt cắt cột địa chất

Cấu tạo địa chất

Nham tầng (tầng đá)

Khoan thăm dò

Số liệu thăm dò khảo sát

Địa tầng

Tầng xung tích

Tầng hồng tích

Tầng sét

Tầng cát

Lưu sa

Á sét - sét pha cát

Cát lẫn sét

Sét bột

Tầng sa nham

Hydrology

Geohydrology

River basin

Scouring of river banks

Up - stream and down - stream

River bed

High tide

Ebb tide

Highest and lowest water level

Highest flood level

Watershed

Surface water

Groundwater, subterranean water, subsoil water, Underground water, subsurface water

Current velocity/Rate of discharge, Rate of flow

Average flow

Catchment area

Geology

Engineering geology

Regional geology

Geological exploration

Geological prospecting

Geologic columnar section

Geologic structure

Rock formation/Rock stratum

Boring

Exploration data

Soil stratum

Alluvial deposit

Diluvial deposit

Clay stratification

Sand deposit

Quick sand

Sandy clay

Clayey sand

Clayey silt

Gravel stratum

Tầng cuội sỏi	Sandy gravel stratum
Tầng bùn	Silt stratification, silt seam
Cát bột	Silt
Dốc trơn	Land slide
Sụt lở	Caving
Cas-tơ	Karst
Đứt tầng	Fault
Thấm thấu	Seepage, filtration
Hệ số rỗng	Void ratio
Mật độ tương đối	Relative density
Lượng ngấm nước tự nhiên	Natural moisture content
Đất nở	Expansive soil
Đất phong tích/cát phong tích	Wind blown soil/Wind blown sand
Thí nghiệm tĩnh tải	Static load test
Hệ số cố kết	Coefficient of consolidation
Hệ số co nén	Coefficient of contraction

Động đất

Khu động đất	Seismic area
Cấp động đất	Earthquake magnitude
Cường độ địa chấn	Earthquake intensity
Nguồn địa chấn	Earthquake focus, seismic focus
Tâm địa chấn	Epicenter, earthquake center, seismic center
Sóng địa chấn	Seismic wave
Sóng co nén (sóng dọc) - sóng áp lực	Compeession wave

Công nghệ và phương pháp thi công

Công trường, hiện trường	Site, field
Khu đất đang xây dựng	Builder's yard, Buildung yard
Trục tọa độ	Axis of reference
Trục hoành/Trục tung	Axis of abscissa/Axis of ordinate
Trục chuẩn	Fiducial axis
Đường chuẩn	Datum line
Định vị	Sitting, setting - out
Mốc	Mark
Cao độ chuẩn	Bench level
Mốc cao độ chuẩn	Bench mark
Đường nội bộ công trường	Site road
Trình tự thi công	Execution programme of works

Thuyết minh thi công	Construction specification
Sách hướng dẫn thao tác	Operating manual
Sơ đồ dây chuyền thi công	Flow diagram
Dự toán thi công	Written estimate
Định mức nhân công	Norm of labour
Thi công theo sơ đồ PERT	Critical path method construction
Thi công theo phương pháp khô	Dry construction
Thi công theo phương pháp ướt	Wet construction
Hoàn công	Completion
Báo cáo hoàn công	Work completion report
Đánh giá nhận xét	Assessment
Nghiệm thu bàn giao	Delivery
Công trình chìa khóa trao tay	Turn - key - job
Giấy (cho) phép thi công	Builder's licence
Kỹ sư thi công	Residence engineer
Kỹ sư chủ trì	Engineer in charge
Đốc công	Foreman
Trưởng ca	Shift - boss
Công trình tạm	Temporary construction
Bố trí công trường	Site installation
Nhà tạm	Barracks
Nhật ký công trường	Site diary, builder's diary, construction journal
Tiến độ thi công	Work schedule
Trình độ cơ giới hóa	Level of mechanization
Công tác đất - đá	Earth and Rock work
Tầng phủ	Overburden layer lithosphere
Tầng phong hóa	Waste mantle
Đá/Đất	Rock/Soil
Đá phong hóa	Land waste
Đất tự nhiên	Natural soil
Đất bề mặt	Surface soil, topsoil
Đất biểu bì	Mantle of soil
Đất tàn tích	Residual soil
Đất sét tàn tích	Residual clay
Đất pha tích	Cliff debris
Đất trầm tích	Sedimentary soil
Đá trầm tích	Sedimentary rock
Đất ú tích	Silt soil

Đất mới đắp	Recent deposit
Đất bùn/Đất mịn	Mud/Fine earth
Đất cát	Sand soil
Đất sỏi	Gravelly soil
Hàm lượng cát	Gritty consistence
Đất cát thô	Gritty soil
Lưu sa	Heaving sand, shifting sand
Đất dính	Cohesive soil
Đất sét cứng	Stiff clay
Đất dẻo	Plastic clay
Đất mềm	Soft soil
Đất ngậm nước	Water-bearing soil
Tầng ngậm nước	Water bearing bed
Tầng không thấm nước	Impervious layer
Lượng ngậm nước của đất	Soil water content
Lượng ngậm nước tối ưu	Optimum moisture content
Độ bão hòa	Degree of saturation
Độ ẩm của đất	Soil moisture
Sự trương nở của đất	Soil expansion
Độ rỗng của đất	Soil porosity
Tính thấm thấu của đất	Soil permeability
Giới hạn lỏng	Liquid limit
Giới hạn dẻo	Plastic limit
Chỉ số dẻo	Plasticity index
Tính co nén của đất	Compressibility of soil
Góc ma sát trong của đất	Internal friction angle of soil
Áp lực đất cho phép	Allowable soil pressure
Áp lực đất chủ động	Active earth pressure
Áp lực đất bị động	Passive earth pressure
Nước ngầm	Ground water, phreatic water
	Subsurface water, sub-soil water
Tầng có nước ngầm	Water - yielding stratum
Mực nước ngầm	Free water elevation, free water surface, Ground water elevation, ground water level Ground water surface, ground water table Phreatic water surface, underground water level
	Level of subsoil water
Thoát nước ngầm	Ground water discharge

Hạ thấp mức nước ngầm
Thoát nước hở
Thoát nước từ hố thu
Hạ nước ngầm bằng giếng kim lọc
Giếng ống
Giếng kim kiểu lưới lọc
Hệ thống giếng kim nhiều bậc
Hạ nước ngầm bằng giếng sâu
Hạ nước ngầm bằng điện thẩm
Thoát nước ngầm bằng điện thẩm
Rãnh thu nước
Rãnh nước mưa
Rãnh ngầm
Làm phẳng mặt đất
Đào và đắp

Khôi lượng đất đào

Địa hình/Mặt đất
Mặt đất phẳng
Chỗ lõm của mặt đất
Chỗ nhô của mặt đất
Đất lún/Nền lún
Đốc/Đốc đứng

Cơ mái

San phẳng nền
Ngập nước
Nước mặt
Đầm đất
Đầm lầy/Lầy cán lại
Trượt đất
Công trình ngầm
Công nhân đào đất
Đắp đất thủ công
Đào đất theo bậc
Cân bằng đào đắp
Năng lực vận chuyển
Vận chuyển bùn cát đi
Sự lún hạ đất nền

Dewatering, groundwater lowering
Open drainage
Sump pumping
Well - point dewatering
Tubular well
Screen well point
Multi-stage well-point system
Deep well dewatering
Electro - osmotic dewatering
Electro-osmotic drainage
Gully
Rain channel
Blind ditch, blind drain, covered gutter
Leveling of ground
Cut and Fill

Excavated volume

Terrain/Ground
Flat ground
Surface depression
Land up heave
Land subsidence/Settlement of foundation bed
Slope/Abrupt slope, steep slope, steep gradient

Berm, bench

Leveling of site
Surface flooding
Surface water
Compaction
Rolling/Back rolling
Soil slip
Underground engineering
Mucker
Artificial fill
Bench excavation
Balance of cuts and fills
Transporting power
Transport of silt
Soil settlement

Sự đào tạm (sau này phải đắp lại)	Borrow cut
Sự đắp tạm (sau này phải đào đi)	Borrow fill
Đắp quá mức yêu cầu	Overfill
Đào quá mức yêu cầu	Overbreak
Trụ giữ vách chắn đất	Poling
Tấm chắn vách đất	Poling board, lagging
Thanh chống ngang	Wale
Bản chắn, tấm chắn	Sheeting
Vách chắn, tường chắn	Bulkhead
Thí nghiệm sức chịu tải của đất	Bearing test of soil
Thí nghiệm lực cắt của đất	Shear test of soil
Thí nghiệm cắt theo 3 trục	Triaxial shear test
Thí nghiệm bơm hút nước	Pumping test, wellpumping test
Thí nghiệm tại thực địa	In site test
Hộp nén đất	Soil pressure cell
Máy khoan chạy bằng khí nén	Pneumatic drill
Đầu khoan đập (xung kích)	Chopping bit
Ống tháo (lấy, hút) bùn	Bailer
Bơm hút cát	Sand pump
Ống buret	Burette
Thanh kenli (cân khoan vuông)	Kelly bar
Nổ mìn phá đá	Rock blasting
Sự nổ giảm chấn	Buffer shooting
Nổ mìn làm chặt đất	Balsting compaction method
Nổ mìn lỗ sâu	Long hole method
Kíp mìn, kíp nổ	Exploder primer, detonating cap, percussion cap
Kíp nổ chậm	Delaydetonator
Kíp điện	Electric blasting cap, electric detonator
Kíp kích nổ	Percussion fuse
Kíp gây nổ	Primer detonator
Nối kíp song song	Detonator connected in parallel
Nối kíp nối tiếp	Detonator connected in series
Dây dẫn nổ	Detonating fuse
Thuốc nổ, thuốc mìn	Explosive, percussion powder
Thuốc gây nổ	Detonating (priming) powder
Thuốc nổ phá	Detonating explosives
Thuốc nổ TNT	Trinitrotoluene
Thuốc nổ đen	Gunpowder, black powder

Thòi thuốc nổ	Stick powder
Tín hiệu mìn báo	Explosive signal
Phòng nổ	Explosive proof
Sự cố nổ mìn	Explosion hazard
Kho thuốc nổ (mìn)	Powder magazine
Lỗ khoan	Bore pit
Lỗ mìn	Bore hole, shot hole
Lấp búa (cho lỗ mìn)	Stemming, Tamping plug
Nổ mìn	To blast, to explode, to blow up
Người thực hiện nổ mìn	Powderman, blaster
Nổ toi	Loosening explosion, blasting for loosening rock
Nổ phá	Excavating explositon, blasting fothrowing rock
Nổ ộp lộ thiện	Dobie
Gương tầng	Face
Gương tầng đào	Quarry face
Gương tầng khai thác (đá, than)	Quarry face, digging face
Sự san bằng	Smoothing
Sự san phẳng bãi thải	Smoothing of spoil banks
Đào đất	Navvy, digger
Đắp đất	Covering, burying, filling, back filling
Nền đất/Nền móng	Sub grade, platform/Foundation bed
Chân răng của nền	Teeth
Tầng đất chịu lực (ở mũi cọc)	Supporting layer, supporting course
Hố móng	Foundation pit
Rãnh hố móng	Foundation trench, foundtion ditch
Rãnh đào	Excavation trench
Đầm chặt đất thịt	Rammed earth
Đầm chặt đất sét	Rammed clay
Đầm chặt theo từng lớp	Earth compacted layer by layer
Mặt cắt nửa đào nửa đắp	Cut and fill section
Xử lý nền	Ground treatment
Gia cố nền	Ground stabilization
Gia cố nén ép trước bằng phương pháp chân không	Atmospheric pressure strengthening
Gia cố làm chặt đất nền	Compaction strengthening
Gia cố tầng sâu	Deep consolidation

Gia cố tầng đệm	Sub-soil course strengthening, sub-course strengthening
Tầng đệm	Bed course, bedding course, cushion course
Lớp lót	Blinding layer
Gia cố nền bằng cọc	Palification
Cọc cát làm chặt nền	Sand compaction pile
Gia cố bằng hóa chất	Chemical stabilization
Dung trọng khô của đất	Density of dry soil
Móng nông (sâu)	Shallow (deep) foundation
Móng đơn (móng độc lập)	Individual foundation, isolated foundation, pad foundation
Móng băng	Strip foundation
Móng băng dài	Long strip foundation
Móng mở rộng	Sread foundation
Móng vuông (tròn)	Square (Circular) foundation
Móng khối lớn	Massive foundation
Móng liên hợp	Combined
Móng liên tục	Continuous
Móng ô vuông	Grillage foundation
Móng cột ô vuông	Grillage column base
Móng bè ô vuông	Gridmat foundation
Móng bè nổi	Buoyandt foundation, floating foundation
Móng bè	Raft foundation
Móng bè dạng tấm	Mat foundation
Móng hộp	Box foundation
Móng hộp nổi	Floating box foundation
Móng khung hình hộp	Box - framed foundation
Móng khung	Frame foundation
Móng chịu tải lệch tâm	Eccentrically loaded foundation
Móng mềm (cứng)	Flexible (rigid) foundation
Móng cốt	Footing socket
Móng thiết bị (máy)	Equipment (machine) foundation
Móng đá học	Rubble masonry foundation, pierre perdue
Móng gạch	Brick work foundation
Đế móng	Base of foundation
Giàng móng	Shoring of foundation
Cọc	Pile
Cọc đơn	Single pile
Cọc bản (cọc ống)	Sheet (Tubular) pile

Cọc bản có khớp nối	Tongued and grooved sheet pile
Cọc xiên	Batter pile, raking pile, spur pile
Cọc vít/Cọc xoắn	Auger pile/Boring pile, bored pile
Cọc dẫn, cọc mồi	Guide pile, leading pile, king pile
Cọc lới, cọc chồng nối	Follower pile
Cọc treo, cọc ma sát	Friction pile
Cọc đặc ruột/cọc rỗng	Solid pile/Hollow pile
Cọc bê tông cốt thép	Reinforced concrete pile
Cọc gỗ (thép)	Timber (steel) pile
Cọc bản	Sheet pile
Cọc bản Larssen	Larssen pile
Mũ cọc:	Pile cover, pile capping, pile helmet
Miếng (sắt) bịt mũi cọc	Pile show
Đệm cọc	Pile cushion
Thân cọc	Pile shalf
Chân cọc	Pile foot, pile toe, pile tip
Mũi cọc	Point of pile
Đầu cọc	Pile head
Đai viền đầu cọc	Pile band, pile forrulle, pile hoop, pile ring, pile collar
Đóng cọc (sâu 30 mét)	Drive a pile (to depth of 30 metres)
Đóng cho đến khi đạt độ chối	Drive a pile to refusal
Hạ cọc xuống nền	Pile jacking
Hạ cọc có xối nước	Use water jet to assist in driving a pile, Pile-jetting, pile water jet, jetted pile
Ép cọc	Pile jacking
Cọc đóng (cọc tiền chế)	Precast pile
Cọc nhồi	Cast in place pile, cast in site pile
Nối cọc	To plice a pile, pile extension
Máy đóng cọc	Pile engine, pile driving rig, piling rig, pile driver
Giá búa	Pile driving frame, pile driver tower
Giá ép	Jacking frame
Thiết bị nhổ cọc	Pile extractor, pile drawer, pile puller
Hạ cọc bằng phương pháp ép cọc	Pressure pile - sinking
Cọc ép	Pressed pile
Máy ép cọc	Pile jacking driver, pressure pile driver

Búa đóng cọc

Búa hơi đơn (song) động

Búa diesel

Búa hơi

Búa chấn động (búa rung)

Búa rơi tự do

Máy đào đất

Thiết bị cơ giới đào đất

Máy đào (bánh hơi, bánh xích)

Máy xúc gầu đơn

Máy xúc gầu thuận

Máy xúc gầu nghịch

Máy đào gậy dây

Máy đào gầu ngoạm

Máy đào thủy lực

Máy san

Máy ủi

Mũi ủi vạn năng

Xe cạp bánh hơi (xích)

Máy đào rãnh

Máy xúc nhiều gầu

Máy đào rãnh kiểu rôto

Tàu hút (xáng thổi)

Súng phun thủy lực

Xe tự đổ

Rơ móc

Xe cút kít (xe rùa)

Đầm nện

Đầm lăn

Đầm chân dê

Đầm cóc

Pile hammer, pile monkey, pile driving hammer

Single (double) acting steam hammer

Single (double) - acting pile hammer

Diesel (pile) hammer

Steam hammer, gir hammer, pneumatic hammer

Vibrating hammer

Drop hammer, gravity hammer

Excavator, excavating machine

Excavating plant

(Wheel, crawler) shovel

Power shovel

Push shovel, forward shovel

Backhoe, backhoe digger, back shovel

Dragline

Grab excavator, clamshell, grapple

Hydraulic excavator

Grader

Doze, bulldozer, pusldozer

Angledozer

Wheeled (crawler) scraper

Trench excavator, trencher

Bucket excavator

Rotary bucket excavator

Suction dredger

Hydraulic giant, monitor

Tipping car, dump truck, tip truck

Trailer

Wheel barrow

Compaction

Tamping roller

Sheep's foot roller

Frog - rammer

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam
2. Giang Chính Vinh. *Sổ tay tóm tắt tính toán thi công*. Nhà xuất bản Kiến trúc Công nghiệp Trung Quốc.
3. Tôn Bái Bình. *Thi công nền và móng*. Nhà xuất bản Đại học Đồng Tế - Thượng Hải.
4. K.S. Marioncov. *Cơ sở thiết kế và thi công*. Nhà xuất bản Xây dựng Maxcova.
5. Hội KTS Nhật Bản. *Kiến trúc đồ giải từ điển*.
6. M.I. Smorodinov. *Thi công nền và móng*. Nhà xuất bản Xây dựng Moxcova.
7. *Biện pháp kỹ thuật thi công công trình xây dựng (nhiều tác giả)*. Nhà xuất bản Kiến trúc Công nghiệp Trung Quốc.
8. Từ Chí Quân. *Thiết kế và thi công cọc ống dự ứng lực*. Nhà xuất bản Cơ giới công nghiệp - Trung Quốc.
9. M.I. Smorodinov. *Thi công cọc*. Nhà xuất bản Xây dựng Maxcova.
10. V.G. Coxolapov. *Thiết bị và phương pháp thi công móng cọc*. Nhà xuất bản Vuxsaia-scola. Maxcova.
11. Tôn Bái Bình. *Kỹ thuật thi công xây dựng*. Nhà xuất bản Kiến trúc Công nghiệp Trung Quốc.
12. Nhiều tác giả. *Sổ tay thi công xây dựng*. Nhà xuất bản Kiến trúc Công nghiệp Trung Quốc.

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu	3
-------------	---

Phần thứ nhất THI CÔNG CỌC TIỀN CHẾ

§1. Phân loại cọc tiền chế	5
1. Phân loại cọc theo vật liệu cấu tạo cọc	5
2. Phân loại cọc theo mặt cắt ngang của cọc	5
3. Phân loại cọc theo khả năng chịu lực	5
4. Phân loại theo công năng sử dụng	6
5. Phân loại theo ảnh hưởng đối với đất nền quanh thân cọc	6
§2. Các bước thực hiện (sơ đồ công nghệ) thi công cọc tiền chế	6
§3. Chuẩn bị cọc	6
1. Bãi đúc cọc	6
2. Các thiết bị và phương tiện phục vụ công tác đúc cọc	8
3. Trình tự thực hiện đúc cọc cho một bãi cọc	9
4. Mặt cắt cọc và chiều dài cọc đúc	10
5. Gia công lắp đặt cốt thép cọc	10
6. Lắp đặt cốppha cọc	11
7. Đổ bê tông cho bãi đúc cọc	12
8. Kích tách, vận chuyển và xếp đồng	14
9. Cấu tạo mối nối cọc	17
10. Đúc cọc ống	17
§4. Hạ cọc xuống nền	18
1. Chuẩn bị mặt bằng trước khi hạ cọc xuống nền	19
2. Sơ đồ và thứ tự hạ cọc xuống nền	20
3. Phạm vi ứng dụng các phương pháp hạ cọc xuống nền	22
4. Chọn búa đóng cọc	26
5. Chọn búa chấn động để hạ cọc	31
6. Hạ cọc có xói nước	38

7. Giá búa hạ cọc	40
8. Các trường hợp hạ cọc đặc biệt	48
9. Các sự cố thường xảy ra khi đóng cọc	53
10. Hạ cọc sau khi khoan lỗ	55
11. Hạ cọc bằng phương pháp nén tĩnh (ép cọc)	57
12. Những sự cố thường gặp khi ép cọc	69
13. Ép cọc sau	69
14. Các phụ kiện phục vụ hạ cọc xuống nền	72
§5. Kiểm tra lại sức chịu tải của cọc ngoài hiện trường	73
1. Tính toán sức chịu tải của cọc đơn	73
2. Tính toán sức chịu tải của móng cọc	74
3. Xác định sức chịu tải của cọc qua các số liệu đóng cọc thử nghiệm	76
§6. Kiểm tra chất lượng và công tác nghiệm thu bàn giao	78
1. Nội dung kiểm tra chất lượng chuẩn bị cọc	79
2. Theo dõi chất lượng việc hạ cọc xuống nền	79

Phần thứ hai THI CÔNG CỌC TẠI CHỖ

§1. Thi công cọc nhồi	80
1. Phạm vi ứng dụng các biện pháp thi công cọc nhồi	80
2. Tạo lỗ khoan cọc nhồi bằng phương pháp khoan tạo lỗ xung kích	81
3. Tạo lỗ khoan bằng khoan xong	92
4. Tạo lỗ bằng khoan điện chìm trong nước	104
5. Khoan lỗ nén vữa	109
6. Cọc nhồi mở rộng thân	113
7. Thi công cọc nhồi bằng phương pháp hạ ống chấn động	118
8. Thi công cọc nhồi có ống vách được hạ bằng búa xung kích - lực ép	123
9. Thi công cọc nhồi mở rộng đáy	128
10. Tạo lỗ cọc nhồi bằng thủ công	131
11. Lắp đặt cốt thép	132
12. Đổ bê tông cho cọc	134
13. Yêu cầu đối với bentonite (vữa bùn) giữ vách	134
14. Phương pháp làm sạch cặn bẩn ở đáy lỗ khoan	135
15. Giám sát và nghiệm thu chất lượng cọc nhồi	137

§2. Thi công tường trong đất	138
1. Các lực tác dụng lên tường chắn quanh hố đào	138
2. Các trạng thái mất ổn định của tường trong đất	140
3. Tính toán chiều sâu chôn chân tường (chiều sâu ngầm)	142
4. Tính toán nội lực và biến dạng	146
5. Tính toán kết cấu tường dầm cọc và tường trong đất	147
6. Chuẩn bị thi công tường trong đất	148
7. Tạo rãnh (đào đất) cho tường trong đất	148
8. Các chỉ tiêu khống chế chất lượng của bentonite	153
9. Chế tạo và xử lý bentonite	154
10. Các thiết bị và phương tiện chế tạo vữa bentonite	155
11. Xử lý bentonite	156
12. Khống chế chất lượng bentonite	156
13. Gia công lắp đặt cốt thép	166
14. Đặt ống nổi	168
15. Đổ bê tông	169
16. Những vấn đề thường gặp và phương pháp xử lý dự phòng khi thi công tường trong đất	172
17. Kiểm tra chất lượng và nghiệm thu bàn giao	175
Thuật ngữ Việt Anh thi công nền móng	176
Tài liệu tham khảo	187

THI CÔNG CỘC

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập:

NGUYỄN THỊ BÌNH

Chế bản điện tử:

PHẠM HỒNG LÊ

Sửa bản in:

NGUYỄN THỊ BÌNH

Trình bày bìa:

VŨ BÌNH MINH

In 500 cuốn khổ 19×27 cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng kí
kế hoạch xuất bản số 778-2008/CXB/10-61/XD ngày 8-8-2008. In xong và nộp lưu
chiếu tháng 1-2009.

6X - 6X2	778 - 2008
XD - 2009	

Giá : 47.000^d