TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ SÀI GÒN - TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
ĐẶNG ĐÌNH MINH

THI CÔNG CỌC

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ SÀI GÒN - TP.HỒ CHÍ MINH
KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH
ĐẶNG ĐÌNH MINH

THI CÔNG CỌC

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2009

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn ***Thi công cọc*** *này bao gồm hai phần chính:*

Phần thứ nhất: Thi công cọc tiền chế

Phần thứ hai: Thi công cọc tại chỗ

Phần thi công cọc tiền chế gồm các nội dung: Chuẩn bị cọc và hạ cọc xuống nền.

Phần thi công cọc tại chỗ chủ yếu đi sâu vào các giải pháp thi công cọc nhồi và phương pháp thi công tường trong đất. (Dùng biện pháp thi công tường trong đất để thi công cọc ba rét).

Sách được trình bày các bước thực hiện, cách xử lý và tính toán các thông số cơ bản để chọn máy và thiết bị thi công.

Mục đích của cuốn sách nhằm cung cấp tài liệu tham khảo và cung cấp một số kiến thức cơ bản về các nội dung nói trên.

Tài liệu này có thể dùng cho các kỹ sư thi công thực hành và cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo giảng dạy cho các giảng viên chuyên ngành. Đây cũng là một tài liệu bổ ích cần thiết cho các sinh viên đang làm đồ án thi công hoặc làm đồ án tốt nghiệp về phần thi công.

Tài liệu là kết quả của một quá trình tổng hợp các tài liệu nước ngoài và của cả quá trình thu thập tư liệu thực tế ở công trường kết hợp với tài liệu giảng dạy hiện có.

Tất nhiên trong quá trình biên soạn không thể nào tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Rất mong quý độc giả phê bình và góp ý (ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Xây dựng hoặc Khoa kỹ thuật công trình - trường Đại học Công nghệ Sài Gòn - thành phố Hồ Chí Minh).

Tác giả

Phần thứ nhất
THI CÔNG CỌC TIỀN CHẾ

§1. PHÂN LOẠI CỌC TIỀN CHẾ

Cọc tiền chế có nhiều loại và có thể phân theo các dạng sau đây:

Phân loại theo vật liệu.

Phân loại theo mặt cắt ngang của cọc.

Phân loại theo khả năng chịu lực của cọc.

Phân loại theo công năng sử dụng.

Phân loại theo ảnh hưởng tác dụng với đất quanh thân cọc.

1. Phân loại cọc theo vật liệu cấu tạo cọc:

Cọc bêtông cốt thép.

Cọc gỗ.

Cọc thép.

Cọc BTCT kết hợp với ống thép.

2. Phân loại cọc theo mặt cắt ngang của cọc:

Cọc có mặt cắt vuông.

Cọc có mặt cắt lục giác - bát giác.

Cọc có mặt cắt tam giác.

Cọc có mặt cắt tròn.

Cọc có mặt cắt hình vành khuyên (cọc ống).

3. Phân loại cọc theo khả năng chịu lực:

Cọc chống.

Cọc ma sát (coc treo).

Cọc chống ma sát (chống là chính).

Cọc ma sát - chống (ma sát là chính).

4. Phân loại theo công năng sử dụng:

Cọc chịu lực nén dọc theo chiều thẳng đứng.

Cọc chịu kháng nhổ đứng.

Cọc chịu lực ngang, cọc neo.

Cọc vừa chịu lực đứng vừa chịu lực ngang.

5. Phân loại theo ảnh hưởng đối với đất nền quanh thân cọc:

Cọc không có tác dụng lèn chặt đất quanh thân cọc.

Cọc có tác dụng lèn chặt đất quanh cọc một phần.

Cọc có tác dụng làm chặt đất quanh thân cọc.

§2. CÁC BƯỚC THỰC HIỆN (SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ) THI CÔNG CỌC TIỀN CHẾ

Thi công cọc tiền chế chủ yếu có hai giai đoạn chính.

Chuẩn bị cọc.

Hạ cọc xuống nền.

Những phần tiếp theo sau, chúng ta sẽ đi sâu vào các bước chuẩn bị cọc và trình tự thực hiện các công việc hạ cọc xuống nền.

§3. CHUẨN BỊ CỌC

Để có cọc hạ xuống nền, trước hết ta phải chuẩn bị cọc theo yêu cầu của thiết kế. Ngoài một số loại cọc có vật liệu đặt biệt như thép và gỗ, ta phải đặt hàng cho nhà cung cấp, còn lại các loại cọc BTCT (vuông, tam giác, bát giác, hình ống...) thì ta phải chuẩn bị đầy đủ trước khi tiến hành hạ cọc xuống nền.

Trong phần này, chúng ta chủ yếu đi sâu vào công việc chuẩn bị cọc BTCT có mặt cắt vuông - vì đây là cọc có quy cách thông dụng và rất thường gặp trong thực tế. Cuối cùng ta sẽ nói sơ lược về cách sản xuất cọc ống.

Công tác chuẩn bị cọc chủ yếu bao gồm các việc chính sau:

Chuẩn bị bãi đúc, mặt bằng và các thiết bị đúc cọc.

Gia công lắp đặt cốt thép - coppha.

Đổ bêtông cho cọc, bảo dưỡng.

Kính tách, vận chuyển, xếp dống.

Nghiệm thu và bàn giao cho đơn vị hạ cọc xuống nền.

1. Bãi đúc cọc:

- *Cấu tạo:* Tuỳ theo yêu cầu sử dụng mà ta sẽ có cấu tạo thích hợp. Nếu bãi chỉ dùng để đúc cọc phục vụ cho một công trình thì nên cấu tạo đơn giản rẻ tiền, bởi vì sau khi

hoàn thành công việc, phải phá bỏ bãi đúc để giao lại mặt bằng cho chủ đầu tư. Hơn nữa việc sử dụng trong thời gian ngắn, không cần thiết phải cấu tạo bãi quá vững chắc - vừa tốn kém lại vừa khó phá bỏ sau khi hoàn thành công việc. Để cấu tạo các bãi đúc đơn giản - dã chiến, người ta có thể xây bó vỉa bằng gạch bốn lỗ, đổ cát ở bên trong và láng một lớp vữa mỏng ở trên mặt. Với những bãi đúc cọc sử dụng lâu dài, bãi phải được cấu tạo chắc chắn. Đó là những bãi đúc phục vụ cung cấp cọc cho nhiều công trình, những bãi đúc ở một khu riêng biệt không nằm trong mặt bằng xây dựng của dự án đang thi công. Những bãi đúc như thế thường được cấu tạo bằng bê tông hoặc bêtông cốt thép (xem hình 3).

Số lượng bãi đúc cọc: Việc xác định số lượng bãi đúc cọc cần phải căn cứ vào các yếu tố sau:

Số lượng cọc cần phải đúc.

Năng suất số lượng đúc cọc mỗi ngày.

Năng suất thực hiện hạ cọc xuống nền mỗi ngày.

Gián cách thời gian giữa lúc bắt đầu đúc cọc và lúc bắt đầu hạ cọc xuống nền.

Cần lưu ý rằng, với một số lượng cọc nhất định nếu đúc sớm (so với thời gian hạ cọc xuống nền) thì có thể làm ít bãi đúc cọc. Còn nếu vì một lý do nào đó, công việc đúc cọc bị chậm trễ, để kịp cung cấp cọc cho việc hạ cọc xuống nền và không làm gián đoạn công tác ha cọc xuống nền thì người ta phải chuẩn bị nhiều bãi đúc cọc. Do có nhiều bãi đúc nên nang suất cung cấp cọc mỗi ngày sẽ cao hơn và đáp ứng kịp thời cho công tác hạ cọc xuống nền.

Tuy nhiên việc xác định số lượng bãi đúc cần phải tính toán cẩn thận về hiệu quả kinh tế. Trong trường hợp cấp thiết nếu thấy việc tự sản xuất cọc bằng cách làm nhiều bãi đúc cọc sẽ làm tăng giá thành đúc cọc thì lúc này nên chuyển sang mua cọc có sẵn của các đơn vị sản xuất chuyên ngành.

Đúc cọc sớm, ít kinh phí đầu tư cho bãi đúc nhưng lại đọng vốn về cọc (cọc đúc xong chưa sử dụng ngay). Cọc đúc trễ thì tốn kinh phí đầu tư làm bãi đúc (phải nhiều bãi đúc mới kịp cung cấp), dẫn đến việc tăng phụ phí thi công.

- Kích thước và khoảng cách vị trí giữa các bãi đúc:

Nếu đúc cọc tại công trường (trên mặt bằng thi công công trình) nên bố trí bãi đúc gần với nơi hạ cọc để thuận tiện cho việc vận chuyển cung cấp cọc. Vị trí bãi đúc cũng cần phải thuận tiện cho việc gia công lắp đặt cốt thép - coppha cọc, thuận tiện cho việc đổ bêtông cọc, dễ dàng trong việc kích tách cẩu chuyển cọc ra hiện trường.

Khoảng cách giữa các bãi đúc phải đủ rộng để xe chở bê tông có thể đi lại cũng như xe chở cọc (có rơ móc) và cần trục có thể đi vòng quanh một cách dễ dàng.

Chiều dài bãi đúc có thể đủ để đúc một đoạn cọc, hai hay ba đoạn cọc Ở hai đầu cọc nên chừa thêm lối đi khoảng 1 mét cho mỗi đầu.

Chiều rộng bãi đúc cọc lớn hay nhỏ phụ thuộc vào phương pháp cẩu chuyển hoặc phương pháp đổ bêtông cho bãi cọc. Nếu khu vực bãi đúc cọc có cần trục cổng

(travelling gantry crane) hoặc cần trục tháp (tower crane) phục vụ cho công tác đổ bêtông và cẩu chuyển cọc thì bãi cọc có thể rộng (phù hợp với chiều rộng lọt lòng của cần trục cổng và phù hợp với khả năng vươn của cần trục tháp). Nếu tại khu các bãi đúc không trang bị các phương tiện nâng chuyển nói trên (cần trục cổng và cần trục tháp) thì khi xác định chiều rộng bãi đúc nền lưu ý đến khả năng với của cần trục (cần trục xích, cần trục bánh hơi) khi nâng chuyển cọc để xác định chiều rộng bãi đúc cho thích hợp. Chiều rộng bãi còn phụ thuộc vào biện pháp đổ bêtông cho bãi cọc (đổ thủ công, đổ bằng xe trộn, đổ bằng máy bơm hay đổ bằng cần trục...). Nếu đổ bêtông bằng xe trộn (có máng quay ở đuôi thùng trộn) thì bãi đúc nên làm hẹp lại để máng quay có thể đưa bêtông vào gần giữa bãi. Đổ bêtông cọc bằng cách dùng xe trộn đổ trực tiếp sẽ giảm bớt kinh phí vận chuyển cơ giới (giảm bớt kinh phí thuê cần trục hoặc máy bơm...). Trong trường hợp bề ngang bãi hơi rộng, bảo đảm cho máng đuôi xe trộn đưa bêtông vào tận giữa bãi, người ta có thể làm thêm giá máng di động (nhẹ, có thể vận chuyển bằng tay) đặt nối tiếp với máng quay ở dưới thùng trộn.

Bãi đúc hẹp thường chỉ áp dụng cho các bãi đúc tạm thời (chỉ phục vụ cho một công trình, sau đó sẽ phá bỏ).

Tại mép ngoài của các cọc biên trên bãi, nên chừa rộng mỗi bên thêm 0,7 - 1m để làm lối đi và có chỗ để chống xiên thành côppha mặt ngoài cùng.

2. Các thiết bị và phương tiện phục vụ công tác đúc cọc

Ngoài các phương tiện thiết bị phục vụ gia công lắp đặt coppha cốt thép và công tác bêtông (máy trộn bêtông, đầm bêtông...) tại khu bãi đúc cọc cần thiết phải có một số thiết bị phương tiện sau:

- Phương tiện nâng chuyển (cần trục cổng, cần trục tháp, cần trục xích, cần trục bánh hơi) dùng để cẩu chuyển cọc hoặc cẩu chuyển bêtông tươi. Việc trang bị phương tiện nâng chuyển nào (như đã nêu trên) đều phụ thuộc vào quy mô sản xuất, thời gian tồn tại của bãi đúc và khối lượng công việc thực hiện.

- Các phương tiện thiết bị khác cũng cần thiết như: xe trộn bêtông, xe vận chuyển bêtông, gầu chứa bêtông, máy bơm bêtông, máng chuyển bêtông, băng tải chuyển bêtông, hệ thống ống nước vệ sinh và bảo dưỡng bêtông, các thiết bị kính tách cọc trước khi nâng chuyển bằng cần trục.

- Cần có một bãi chứa xếp đống cọc trong trường hợp cọc đã đủ ngày tuổi nhưng chưa vận chuyển đi.

- Tại khu bãi đúc có thể bố trí các mặt bằng gia công cốt thép và sửa chữa côppha. Tuy nhiên do yêu cầu, cũng có thể bố trí ở nơi khác rồi vận chuyển đến sẽ hay hơn.

- Cần lưu ý gia cường đường sá nội bộ quanh các bãi đúc cọc nhằm đáp ứng công tác vận chuyển bêtông và vận chuyển cọc. Có các phương tiện vận chuyển chuyên dùng để vận chuyển các cọc nặng và dài.

- Bảo đảm nguồn điện và nguồn nước phục vụ thi công.

3. Trình tự thực hiện đúc cọc cho một bãi cọc

Công tác đúc cọc bao gồm các công việc sau:

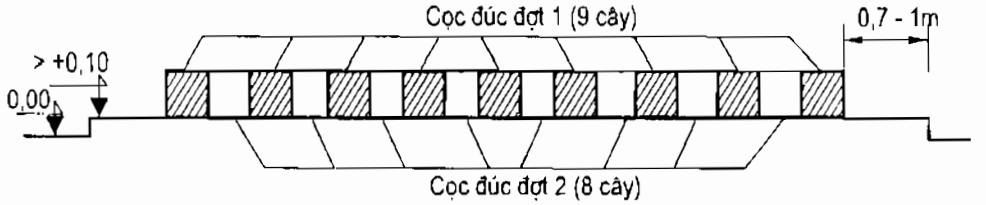
Gia công lắp đặt cốt thép, côppha cọc.

Đổ bêtông cọc.

Bảo dưỡng và tháo rỡ côppha cọc.

Trình tự thi công cho một bãi cọc:

Một bãi đúc thường được thực hiện theo hai đợt. Do thi công xen kẽ cho nên số lượng cọc thi công đợt 1 bao giờ cũng nhiều hơn đợt 2 một cây.



Hình 1: *Phân đợt thi công cho một bãi đúc.*

Trình tự thực hiện đúc cọc đợt 1:

Gia công lắp đặt cốt thép

↓

Lắp đặt côppha (côppha thành, cốp pha đầu cọc - mũi cọc).

↓

Làm cầu công tác.

↓

Đổ bêtông, đầm bêtông, bảo dưỡng bêtông.

↓

Tháo rỡ côppha (sau 24 giờ).

↓

Thực hiện đúc cọc đợt 2.

Trình tự thực hiện đúc cọc đợt 2:

Vệ sinh làm sạch các khoang cọc xen kẽ

↓

Quét chống dính lên nền và thành cọc đợt 1

↓

Lắp đặt cốt thép.

↓

Lắp côppha hai đầu cọc

↓

Đổ và đầm bêtông

↓

Bảo dưỡng bêtông

↓

Kích tách cọc rời nhau trên bãi (sau 21 ngày).

↓

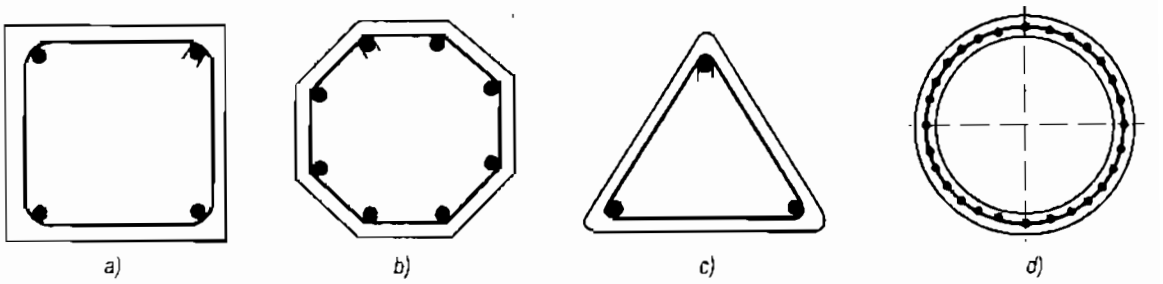
Nghiệm thu cọc đợt 1 và đợt 2

↓

Cẩu chuyển ra hiện trường hạ cọc.

4. Mặt cắt cọc và chiều dài cọc đúc

Dưới đây là một số mặt cắt cọc thường thấy



Hình 2: Các dạng mặt cắt cọc tiền chế
a) Mặt cắt cọc vuông; b) Mặt cắt cọc bát giác;
c) Mặt cắt cọc tam giác; d) Mặt cắt cọc ống (tròn)

Chiều dài cọc đúc do thiết kế quy định. Nói chung khi quyết định chiều dài đoạn cọc đúc cần phải lưu ý các điều kiện sau:

- Chiều cao giá đóng cọc và giá ép cọc;
- Bảo đảm an toàn trong quá trình nâng chuyển cọc;
- Tiết kiệm chiều dài cắt thép.

Ví dụ: Cọc chôn sâu 23m thì nên chia làm hai đoạn cọc. Như vậy chiều dài cọc đúc mỗi đoạn là 11,5m - tận dụng hết chiều dài của thanh thép được sản xuất (thép thanh tròn hiện nay có chiều dài xuất xưởng từ 11,7m ÷ 12m).

Trong thực tế đã có những đoạn cọc đúc dài trên 20m. Cọc của nhà máy xi măng Hà Tiên (do Pháp thiết kế) có chiều sâu chôn cọc là 22,5m và đoạn cọc đúc cũng dài 22,5m.

Cụ thể:

Cọc 45 × 45 × 22,500 chịu 100 tấn

35 × 35 × 22,500 chịu 60 tấn

Các cọc trên được đúc dài nguyên cây 22,5m và được hạ xuống nền bằng phương pháp đóng cọc (năm 1980 - 1981).

5. Gia công lắp đặt cốt thép cọc

Cốt thép cọc có thể gia công trong xưởng hoặc gia công ngay tại địa điểm gần nơi đúc cọc. Việc tổ hợp cốt thép nên thực hiện tại bãi đúc - nếu tổ hợp từ trong xưởng thì việc vận chuyển ra bãi đúc sẽ gặp nhiều khó khăn.

Tuỳ theo yêu cầu của thiết kế mà tiến hành liên kết buộc hay liên kết hàn. Trong quá trình lắp đặt cốt thép cọc cần lưu ý một số yêu cầu sau:

- Vị trí nối buộc nối cốt thép cọc không nên để cùng trên một mặt cắt.
- Bảo đảm lớp bảo vệ theo yêu cầu thiết kế.

- Cốt thép được cố định chắc, không bị dịch chuyển trong quá trình đổ và đầm bêtông.

- Cốt thép lắp đặt phải được kéo thử nghiệm thoả mãn yêu cầu của thiết kế.

- Móc quai cọc nên làm bằng thép trơn (A_I, CT3), bảo đảm chắc rằng trong quá trình uốn móc quai thép không bị nứt gãy.

- Cốt thép phải được kiểm tra nghiệm thu (chủng loại, đường kính, vị trí, quy cách, vệ sinh, cọ rỉ, mẫu thử nghiệm chất lượng...) sau khi hoàn thành mới được tiến hành lắp đặt côppha.

6. Lắp đặt côppha cọc

Côppha cọc thường được làm bằng thép. Tấm côppha không nên quá dài (dễ cong vênh), cũng không nên quá ngắn (mối nối liên kết nhiều). Chiều dài thích hợp thường ≤ 1,5m.

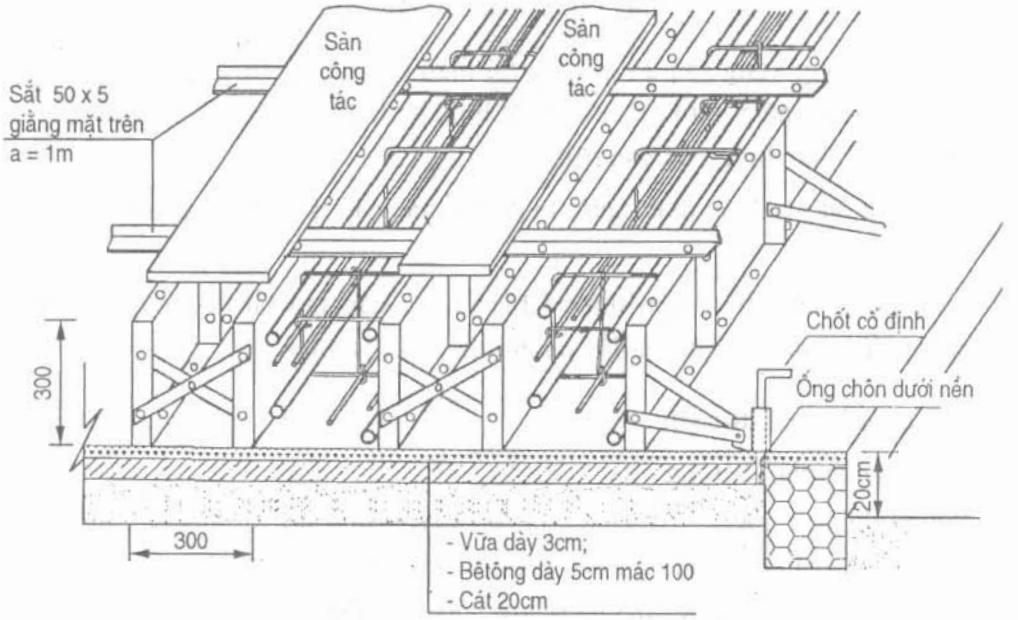
Yêu cầu đối với côppha cọc như sau:

Không bị biến dạng và dịch chuyển trong quá trình đổ và đầm bêtông; mối nối kín kẽ.

Lắp nhanh, tháo dễ dàng.

Sử dụng được nhiều lần, ít bị cong vênh.

Nhẹ - thuận tiện cho việc lắp đặt bằng tay.

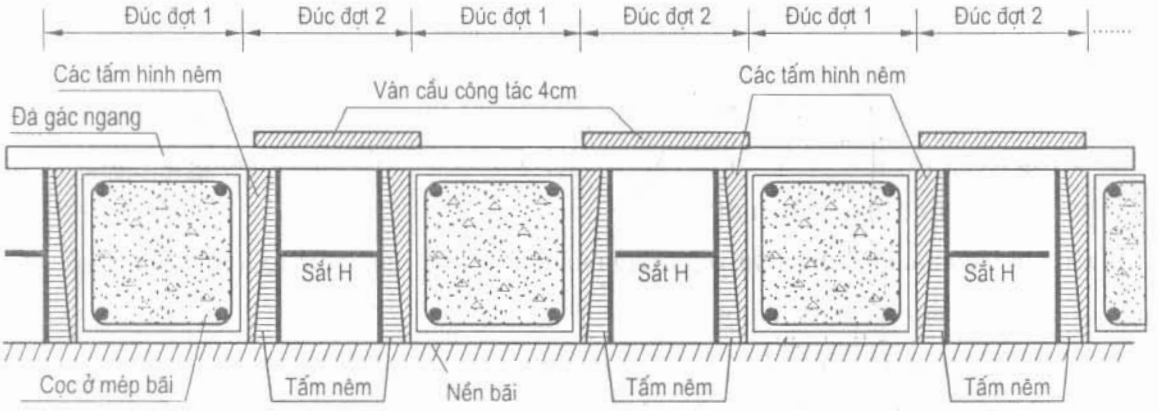


Hình 3: *Cấu tạo bãi cọc và côppha cọc 300 × 300 (đợt 1)*

Trong hình trên, côppha cọc được cấu tạo bằng thép (tôn được hàn lên các gân sắt dẹt hoặc sắt góc). Côppha thép được liên kết với nhau bằng các chốt cài và chốt xoay bảo đảm lắp nhanh tháo dễ dàng. Không nên tạo liên kết bằng bu lông vì rất chóng hư, lắp lâu và việc tháo rỡ cũng rất khó khăn.

Tại các khu bãi đúc cọc chuyên ngành (sản xuất với số lượng lớn) người ta cũng dùng các sắt hình (các sắt H) để cấu tạo côppha cọc. Côppha cọc bằng sắt H lắp nhanh, ổn định, không biến dạng dịch chuyển trong quá trình đổ bêtông. Tuy nhiên nó chỉ được áp dụng tại các sân bãi có cần trục (cần trục cổng, cần trục tháp). Mặc dầu tính bền vững cao song vốn đầu tư ban đầu khá lớn.

Hình dưới đây trình bày một dạng côppha cọc được cấu tạo bằng sắt hình.



Hình 4: Cấu tạo côppha cọc đợt 1 bằng sắt H

Sau khi đổ bê tông xong sau 24 giờ, người tháo các tấm nêm giáp mặt bêtông trước, kế đó sẽ tháo các tấm nêm giáp mặt đứng sắt hình (sắt H). Sắt H rất nặng vì vậy việc lắp đặt và tháo rỡ đều phải dùng đến cần trục.

Do sắt H ổn định nên trên mặt người ta có thể gác các thanh đà ngang để đỡ ván cầu công tác.

Nói chung, tuỳ theo điều kiện mà có biện pháp cấu tạo lắp đặt côppha thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và đẩy nhanh tiến độ thi công.

7. Đổ bêtông cho bãi đúc cọc

- Thành phần cấp phối bêtông

Tỷ lệ thành phần xi măng - đá - cát - nước (quyết định độ sụt của bêtông) được xác định thông qua các mẫu đúc thử nghiệm và được sự chấp nhận của đơn vị thiết kế và đơn vị quản lý dự án. Việc sử dụng loại xi măng nào (Hà Tiên - Chin Phong - Nghi Sơn - Bỉm Sơn - Hoàng Thạch - Hải Phòng...) cũng như dùng loại đá nào, cát ở đâu... đều phải tuân theo yêu cầu của thiết kế. Quy cách cát đá (độ rỗng, môđun cỡ hạt, tỷ lệ chất bẩn và tỷ lệ hạt sai quy cách...), đều phải tuân theo các tiêu chuẩn do nhà nước ban hành. Nếu cọc đóng vào nền có khả năng bị xâm thực thì xi măng dùng cho cấp phối bêtông cọc phải là xi măng chống xâm thực - nói chung thường dùng xi măng sulphat - bền (Sulfate - resistant cement). Bêtông cọc có cường độ chịu nén phải ≥ 300 kg/cm^2.

- Trộn và vận chuyển bêtông.

Trộn bêtông nên trộn bằng máy. Tuỳ theo điều kiện mà trộn ở trạm trộn hoặc trộn ngay tại hiện trường.

Vận chuyển bêtông từ trạm trộn đến hiện trường, tuỳ theo yêu cầu và điều kiện thực hiện mà có thể vận chuyển bằng xe tải (bêtông đựng trong các thùng phễu), xe tự đổ hoặc xe có thùng trộn.

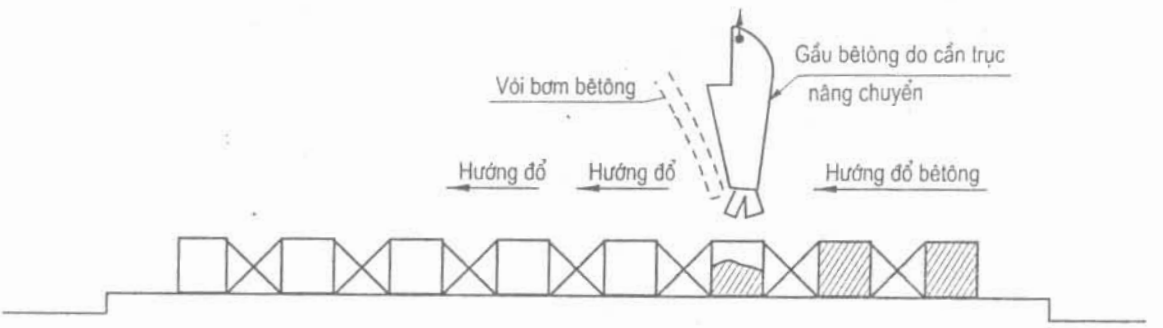
Việc đưa bêtông vào bãi cọc (đổ bêtông vào bãi) có thể thực hiện theo một trong các phương pháp sau:

Nâng chuyển bằng cần trục cổng hay cần trục tháp mà khu bãi hiện có.

- Nâng chuyển bằng cần trục xích hoặc cần trục bánh hơi (bêtông được chứa trong các thùng chứa - concrete bucket).
- Chuyển ngang bằng máy bơm (cố định hoặc máy bơm ôtô).
- Đổ trực tiếp bằng xe bêtông có thùng trộn (đằng sau thùng trộn có máng xoay. Người ta có thể làm thêm giá máng di động để máng xoay có thể đưa bêtông xa hơn vào giữa bãi đúc).
- Đổ bêtông bằng máng di động hoặc băng tải di động.

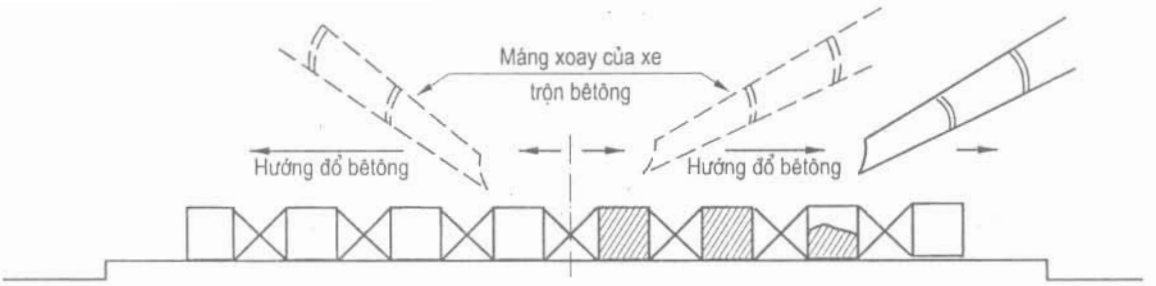
Nói chung trộn và vận chuyển bêtông phải được cơ giới hoá, vừa bảo đảm nhanh - cung cấp kịp thời liên tục, vừa bảo đảm chất lượng, thành phẩm, bêtông bớt vương vải đồng thời cũng đỡ tốn công làm các cầu dẫn và cầu công tác (nếu vận chuyển ngang bằng xe cút - kít hoặc xe cải tiến...).

- Phương pháp đổ và các công tác chuẩn bị trước khi đổ tại bãi đúc người ta có nhiều sơ đồ đổ bêtông khác nhau:



Hình 5: *Sơ đồ (hướng) đổ bêtông của bãi đúc cọc khi đổ bêtông bằng máy bơm hoặc cần trục*

Sơ đồ đổ bêtông theo hình 5 được thực hiện khi độ với của thiết bị cấp xả bêtông có thể bao phủ toàn bộ chiều rộng và chiều dài bãi đúc. Người ta thực hiện đổ từ bên này bãi sang bên kia bãi.



Hình 6: Sơ đồ đổ bêtông của bãi đúc cọc khi phương tiện cấp bêtông có độ với hạn chế (xe trộn vận chuyển bêtông)

Sơ đồ đổ bêtông theo hình 6 được thực hiện khi khả năng với của thiết bị cấp xả bêtông bị hạn chế. Người ta tiến hành đổ bêtông từ giữa bãi ra mép bãi cho một nửa bãi đúc, sau đó thực hiện nửa bãi còn lại cũng theo sơ đồ trên.

Việc đổ bêtông theo các sơ đồ trên sẽ có lợi cho công tác bảo dưỡng đồng thời tránh những trường hợp công nhân giẫm đạp lên các cọc vừa mới đổ bêtông trước đó.

Đổ bêtông cọc người ta không đổ từng lớp, chiều dày phần bêtông cọc trên nền ≤ 50cm, do vậy khi đổ bêtông cọc, người ta sẽ đổ đầy và đầm từ đầu này đến đầu kia cho mỗi cọc.

- Công tác chuẩn bị trước khi đổ bêtông bao gồm một số việc chính sau:

Nghiệm thu công tác côppha cốt thép đã lắp đặt.

Vệ sinh sạch, tưới nước vào côppha và cốt thép đã lắp đặt.

Chuẩn bị sàn công tác (chủ yếu phục vụ cho đúc cọc đợt 1 trên bãi: xem hình 3 và hình 4).

Chuẩn bị vật liệu cấp phối đầy đủ.

Chuẩn bị thiết bị phục vụ đổ bêtông: trộn, vận chuyển, đưa bêtông vào trong bãi cọc, máy đầm, điện nước...

Đối với việc đúc cọc đợt 2 trước khi đặt cốt thép nên lưu ý quét chống dính hoặc dán lớp chống dính lên nền và lên bề mặt thành cọc đợt 1, tạo điều kiện thuận lợi cho việc bốc rỡ cọc sau này.

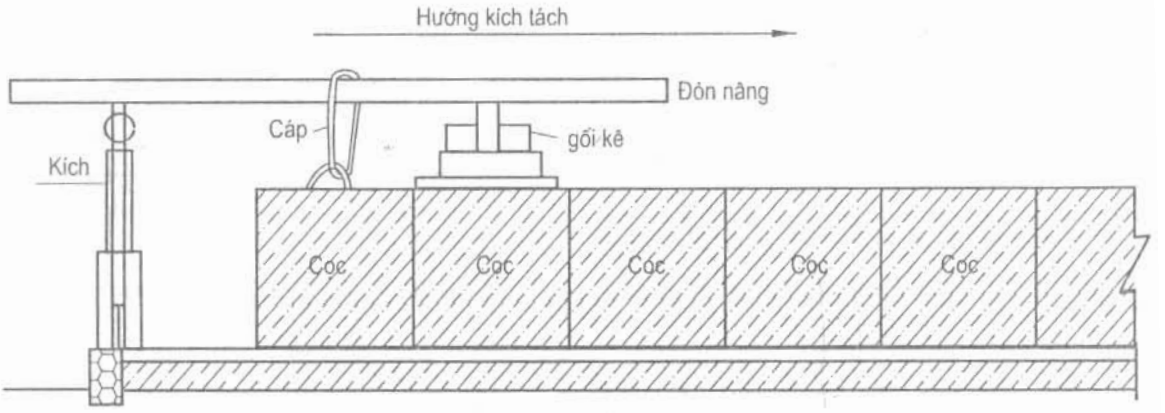
- Công tác bảo dưỡng

Công tác bảo dưỡng được thực hiện ngay sau khi hoàn thành việc đổ bêtông. Khi bêtông còn ướt, có thể dùng các bao gai ẩm đắp lên bề mặt bêtông, còn nếu bêtông đã cứng thì có thể dùng vòi nước tưới trực tiếp lên bề mặt cọc. Việc bảo dưỡng được tiến hành liên tục tối thiểu từ 10 - 15 ngày.

8. Kích tách, vận chuyển và xếp đống

- Sau khi bêtông đợt 2 đủ 21 ngày tuổi, người ta tiến hành kích tách cọc.

Cọc bêtông trên bãi đúc có khả năng dính kết với nền hoặc dính kết với cọc bên cạnh. Để bảo đảm bốc rỡ vận chuyển cọc đi một cách an toàn, ta phải tách rời chúng khỏi nền bãi và không dính nhau.



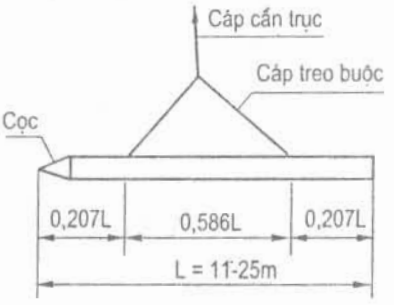
Hình 7: Phương pháp và thứ tự kích tách các cọc trên bãi

Để thực hiện việc kích tách, người ta dùng hai kích (≈ 10 ÷ 15 tấn cho mỗi cái), hai đoạn cáp, hai thanh sắt I làm đòn nâng và một số đoạn gỗ làm gối kê. Chúng được lắp đặt tại hai vị trí quai của cọc như hình vẽ. Đầu tiên ta kích và tách rời cọc ngoài mép bãi trước, kế đó là cọc sát bên và từ từ kích tách sâu vào tâm xa hơn. Việc kích và tách rời các cọc ra bảo đảm khi cần trục nâng chuyển rất an toàn.

Hiện nay có một số đơn vị thi công dùng dây cáp quàng vào đầu mũi cọc và dùng ôtô kéo ngang để tách cọc, song việc làm như vậy không an toàn, các cọc nói chung đều bị nứt ngang, có trường hợp cọc bị gãy.

- Nâng cọc (treo buộc cọc).

Trong quá trình vận chuyển người ta phải dùng cần trục để cẩu chuyển cọc vào xe chở cọc. Cũng có trường hợp người ta nâng cọc để đặt cọc vào giá đóng hoặc giá ép cọc nên chỉ buộc treo vào một điểm trên thân cọc.

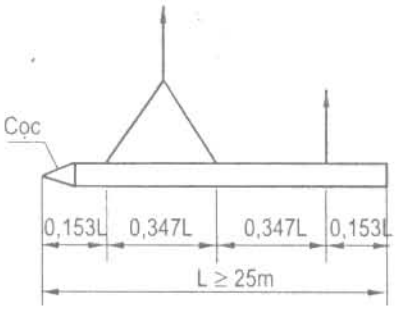


Hình 8: Điểm treo buộc khi nâng cọc có chiều dài dưới 25m tại hai vị trí

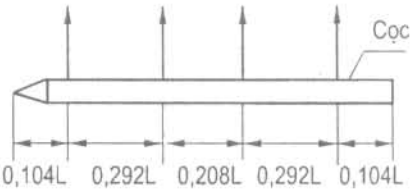
• Thông thường cọc có chiều dài dưới 25m, nếu treo buộc nâng chuyển ngang thì vị trí treo buộc như (hình 8).

• Trong trường hợp nâng chuyển ngang cọc có chiều dài ≥ 25m thì nên treo buộc vào ba vị trí. Cách treo buộc như hình 9. Cọc được treo buộc ở ba vị trí. Theo kinh nghiệm và tính toán, với cách treo buộc như vậy, mômeent uốn gây ra cho cọc là nhỏ nhất (hình 9).

• Trong trường hợp cọc quá mảnh, phải treo buộc 4 điểm thì các vị trí treo buộc được xác định như hình 10.

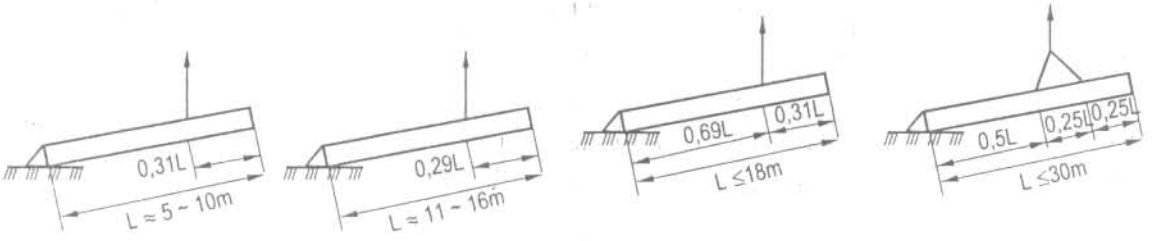


Hình 9: Các điểm treo buộc khi nâng cọc có chiều dài trên 25m tại ba vị trí các điểm treo buộc



Hình 10: Vị trí treo buộc khi phải treo buộc tại 4 vị trí.

• Khi nâng cọc để đưa cọc vào giá đóng cọc hoặc giá ép cọc, người ta chỉ treo buộc 1 điểm, hoặc 2 điểm gần nhau (khi cọc dài trên 20m). Khoảng cách giữa điểm buộc đến đầu cọc không hoàn toàn giống nhau. Hình 11 là một ví dụ cho các trường hợp nói trên.



a) Cọc dài <10m b) Cọc dài 11 ÷16m c) Cọc dài 16 ÷18m d) Cọc dài 19 ÷30m

Hình 11: Vị trí treo buộc cọc vào giá ép hoặc giá đóng cọc

- Vận chuyển cọc:

Với các cọc ngắn, người ta có thể chở bằng xe tải có gắn rơmoóc đằng sau (tiếng Pháp: remorque).

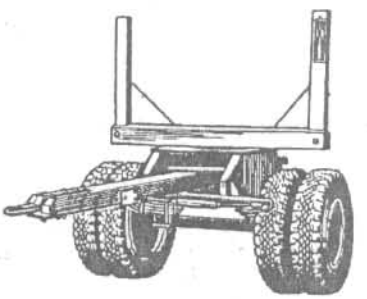
Trong trường hợp cọc quá dài (≥ 25m) thì việc vận chuyển cọc nên sử dụng loại rơ moóc chuyên dùng (giống như rơmoóc chở các dầm cầu dự ứng lực - Tiếng Anh: Trailer).

Bởi vậy, để vận chuyển cọc từ bãi đúc đến nơi hạ cọc an toàn, thông thường người ta chọn địa điểm đúc cọc gần hiện trường thi công hạ cọc xuống nền.

- Chất xếp cọc:

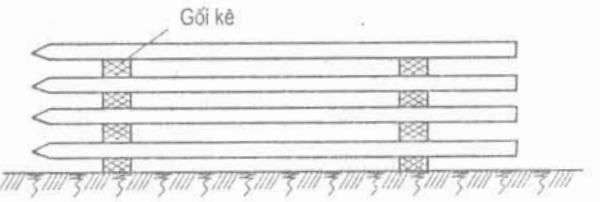
Nói chung không nên chất xếp cọc nhiều ở hiện trường hạ cọc

Lý do dễ hiểu vì mặt đất không bằng phẳng, đất nền lại xấu nên đòn kê dưới cùng dễ bị lún sâu trong đất, dễ làm gãy lớp cọc xếp đống dưới cùng.



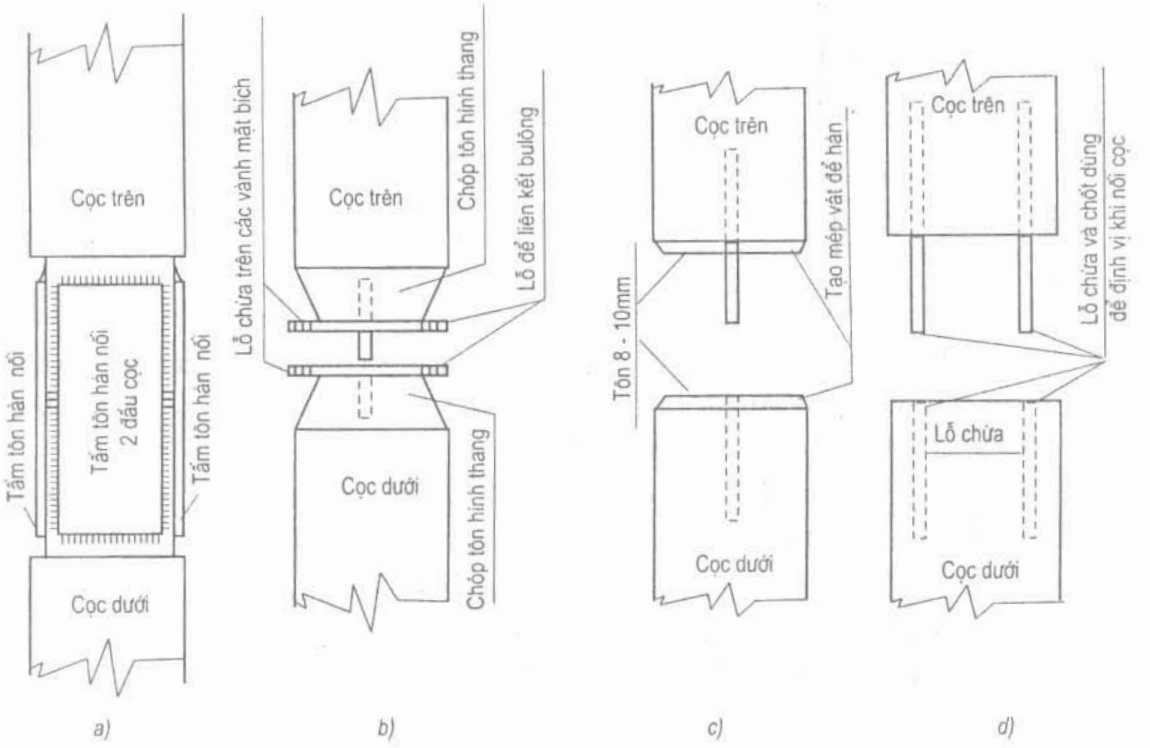
Hình 12: Rơmoóc được gắn sau xe tải để vận chuyển cọc

Tại khu đất gần bãi đúc - nơi dùng để chứa xếp cọc, cần phải bằng phẳng, nền đất cứng (không lún). Cọc xếp chồng có chiều cao dưới 2m đồng thời không nên lớn hơn 2/3 chiều rộng lớp dưới cùng. Vị trí đòn kê đặt tại bên dưới thân cọc - mà bên trên có móc quai của cọc (như hình 13).



Hình 13: Xếp cọc

9. Cấu tạo mối nối cọc



Hình 14: *Cấu tạo một số mối nối cọc*

a) Mối nối cọc liên kết hàn 4 mặt; b) Mối nối cọc liên kết bằng bu lông;
c) Mối nối liên kết hàn của hai mặt bịt đầu cọc; d) Mối nối liên kết chồng. .

Trên đây là một số mối nối liên kết cọc thường gặp. Cấu tạo mối nối liên kết do thiết kế quyết định. Hiện nay người ta thường áp dụng liên kết bulông (hình 146) - nhất là khi thi công hạ cọc ống.

10. Đúc cọc ống

Cọc ống thường được chế tạo với đường kính từ 30cm đến 100cm, chiều dài đúc ống từ 7m đến 15m.

Dưới đây là quy cách của một số loại cọc ống thường dùng.

Bảng 1. Các kích thước cơ bản của cọc ống

Đường kính ngoài của cọc ống mm	Chiều dày thành ống mm	Chiều dài cọc đúc (mét)								
		7	8	9	10	11	12	13	14	15
300	60	x	x	x	x	x				
350	60 - 65	x	x	x	x	x				
400	65 - 75	x	x	x	x	x	x			
450	70 - 80	x	x	x	x	x	x			
500	80 - 90	x	x	x	x	x	x	x	x	x
550	85 - 90	x	x	x	x	x	x	x	x	x
600	90 - 100	x	x	x	x	x	x	x	x	x
800	110 - 120	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1000	130 - 140	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Cọc ống là kết cấu bêtông cốt thép dự ứng lực (thép dọc là cốt thép dự ứng lực), vì vậy việc chế tạo cọc ống phải được tiến hành trong xưởng chế tạo chuyên ngành. Việc chế tạo cọc ống dự ứng lực cũng giống như thế tạo ống BTCT cấp nước dự ứng lực.

Mối nối liên kết giữa các đoạn cọc là hàn vòng 2 mặt bích (theo phương pháp cũ) hoặc liên kết bulông giữa 2 tấm mặt bích của hai đoạn cọc (Phương pháp hiện nay) với nhau.

Do điều kiện hạn chế, cấu tạo côppha cọc ống, phương pháp căng thép dọc tạo dư ứng lực cũng như việc đổ bêtông li tâm cho cọc ống hoặc công tác bảo dưỡng.... cọc ống... không được trình bày trong tài liệu này.

§4. HẠ CỌC XUỐNG NỀN

Để có thể hạ cọc xuống nền, ngoài việc chuẩn bị cọc, ta còn phải chuẩn bị mặt bằng sau đó mới tiến hành công tác hạ cọc xuống nền. Hạ cọc xuống nền có nhiều phương pháp.

Hạ cọc bằng phương pháp đóng (Hạ cọc bằng lực xung kích).

Hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh.

Hạ cọc bằng phương pháp chấn động.

Hạ cọc có xói nước.

Hạ cọc bằng phương pháp xoắn cọc.

Trong phần này, ngoài việc trình bày về công tác chuẩn bị mặt bằng nói chung và trình bày các phương pháp hạ cọc như đã nói trên... sẽ trình bày một số trường hợp xử lí hoặc thi công đặc biệt sau đây:

Thi công cọc ống;

Thi công cọc bản;

Nhổ cọc

.....

1. Chuẩn bị mặt bằng trước khi hạ cọc xuống nền

- Dọn mặt bằng và chống lún cho thiết bị thi công:

Để máy móc tập kết có thể thao tác dễ dàng, chính xác... ta cần phải san ủi bề mặt, di dời các chướng ngại vật và chuẩn bị các điều kiện thiết yếu như: ánh sáng, điện, nước...

Trong trường hợp đất nền xấu, sình lầy, nhiều bùn... máy đóng cọc, thiết bị ép cọc, cần trục và xe chở cọc rất dễ bị sa lầy... Vì vậy cần phải chủ động chuẩn bị trước một số giải pháp chống lún trong thi công. Phương pháp thông thường nhất là chuẩn bị một số tấm đan BTCT lớn (2m × 2m × 20cm) hoặc một số tấm kim loại (tôn 8 - 10mm) có kích thước (1,5m × 2,4m). Các tấm này được trải lên bề mặt nền - nơi các thiết bị nặng sẽ đi lên đó.

Trong mùa mưa, cũng cần lưu ý biện pháp thoát mặt bằng. Hiện trường khô ráo thì giao thông vận chuyển cũng thuận lợi hơn nhiều.

- Công tác định vị trắc đạc:

Công tác trắc đạc phải đi trước một bước. Người ta dùng các cọc gỗ 30 × 30 × 500 để đóng đánh dấu các vị trí sẽ hạ cọc trên nền công trình. Đồng thời cũng làm một bình đồ cao độ tự nhiên các điểm hạ cọc. Một khi đã có bình đồ cao độ mặt đất tự nhiên, người công nhân đóng cọc hay hạ cọc sẽ biết được đầu cọc nên chôn lút sâu xuống đất nền bao nhiêu là vừa. (ví dụ: Cao độ đầu cọc theo thiết kế là ∇ - 2.00 nhưng tại điểm hạ cọc, mặt đất tự nhiên có cao độ là ∇ - 0,40, như vậy, đầu cọc chỉ cần lút sâu xuống mặt đất 1,6m là vừa).

- Chuẩn bị cọc:

Cần kiểm tra kỹ cọc chuyển đến hiện trường hạ cọc:

Quy cách cọc, kích thước cọc.

Xem xét kỹ hồ sơ nghiệm thu bàn giao cọc xuất xưởng.

Xem xét loại bỏ các cọc bị sứt mẻ và nứt nhiều.

Không chuyển cọc ra hiện trường quá nhiều. Việc vận chuyển cọc quá nhiều, hạ cọc không kịp sẽ khiến bị ứ đọng và xếp ngổn ngang vừa vướng lối đi lại, vừa khó bảo đảm chất lượng cho cọc (cọc xếp đống quá cao sẽ bị lún gối dưới cùng và lớp cọc cuối cùng dễ bị gẫy). Cọc chất ngổn ngang trên mặt đất, do không kê đỡ đúng vị trí và hiện trường gồ ghề - cũng dễ làm cọc nứt gãy. Vận chuyển cọc phải bảo đảm sự vận hành của máy hạ cọc liên tục song cũng cần bảo đảm an toàn cho vọc và sự giao thông trong nội bộ công trường.

- Chuẩn bị đủ hồ sơ thiết kế, nhật ký hạ cọc và các hồ sơ nghiệm thu. Thống nhất phương pháp nghiệm thu: Nghiệm thu từng trục (nếu muốn đào đất sớm) hay nghiệm thu tổng thể sau khi hoàn thành công tác hạ cọc.

- Tập kết đến hiện trường các thiết bị phục vụ hạ cọc:

Thiết bị hạ cọc (nén ép, đóng...)

Cần trục nâng chuyển cọc và các cấu kiện.

Máy bơm cho các kích dầu (ép cọc).

Máy hàn (hàn nối cọc).

Máy phát điện (ở khu vực không có điện).

Các máy kinh vĩ và các máy thủy bình.

2. Sơ đồ và thứ tự hạ cọc xuống nền

Khi chọn sơ đồ hạ cọc cần lưu ý các yếu tố sau:

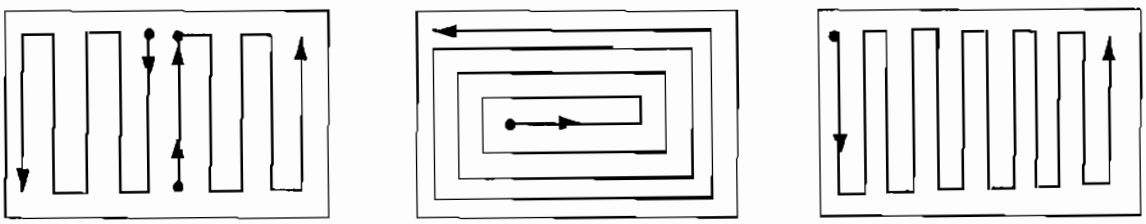
Nơi nào đào đất trước thì nên hạ trước (nhất là khi phải đào đất bằng thủ công).

Hướng đi của thiết bị hạ cọc thuận tiện cho việc di chuyển thiết bị và thuận tiện cho việc vận chuyển cọc và các yêu cầu khác (di dời chướng ngại vật, chống lún...).

Có một số trường hợp tác giả thiết kế đánh dấu mã số thứ tự cho từng vị trí cọc trên bình đồ bố trí cọc... thì người thực hiện hạ cọc phải chấp hành theo yêu cầu của thiết kế. Bắt đầu hạ cọc có mã số 1 → 2 → 3... đến hết.

Thông thường người ta hạ cọc theo các sơ đồ sau:

- Hạ từ giữa nền đi về hai hướng (hình 15a).
- Hạ cọc theo hình xoắn ốc từ giữa ra xung quanh (15b).
- Hạ cọc từ đầu này đến đầu kia (hình 15c).



Hình 15: *Sơ đồ di chuyển của thiết bị hạ cọc xuống nền*

a) Hạ cọc từ giữa nền đi về hai phía; b) Hạ cọc từ giữa ra xung quanh theo hình xoắn ốc; c) Hạ cọc từ đầu này đến đầu kia.

Việc chọn sơ đồ hạ cọc nên căn cứ vào mặt bằng nền, kích thước quy cách cọc, mật độ bố trí cọc và chiều sâu chôn cọc cũng như khả năng cẩu chuyển cọc và điều kiện hiện trường thi công để xác định được một sơ đồ hạ cọc hợp lí.

Sơ đồ hạ cọc khác nhau thường có ảnh hưởng khác nhau với đất nền khiến cho độ chặt lèn đất trên nền sau khi hạ cọc cũng không hoàn toàn giống nhau.

- Nếu hạ cọc từ đầu A đến đầu B của bãi nền thì đất nền có xu hướng lèn chặt ở đầu B, đồng thời mức độ hạ cọc (sau một lần nén và một nhát búa) cũng sẽ nhỏ hơn, do độ chặt của đất ngày càng cao (hình 16).

- Nếu hạ cọc từ hai đầu nền vào giữa nền thì đất giữa nền có xu hướng trồi lên do đất giữa nền càng lúc càng được lèn chặt hơn. Vì vậy đất tại khu vực giữa nền có xu hướng được lèn chặt hơn và đất nền ở giữa có xu hướng trồi cao hơn (hình 17).

- Nếu bắt đầu hạ cọc từ giữa bãi đất nền về hai phía thì đất hai đầu bãi nền sẽ được lèn chặt hơn và đất nền có xu hướng trồi cao ở hai đầu bãi nền. Mức độ cắm sâu của cọc sau mỗi nhát búa cũng dần dần bị nhỏ lại do đất nền ngày càng chặt hơn (hình 18).

- Nếu phân đoạn để hạ cọc thì tình hình trồi đất của nền sẽ đều hơn.

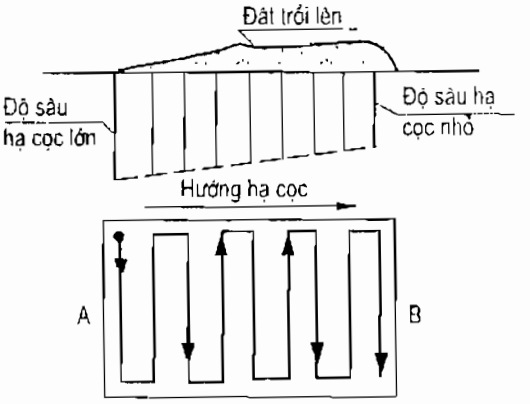
Sơ đồ thực hiện được thể hiện ở hình 19.

Kinh nghiệm cho biết, khi nền cọc có diện tích nhỏ, chúng ta nên hạ cọc theo sơ đồ hình 16 hoặc hình 18 hoặc theo sơ đồ xoắn 15b.

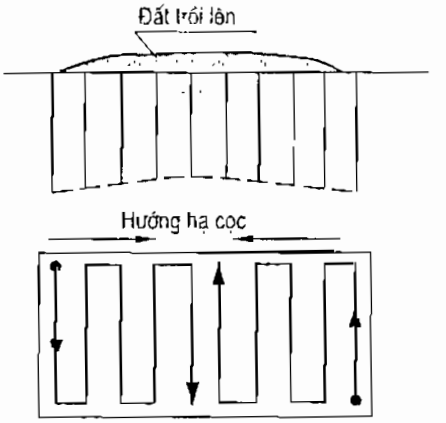
Trường hợp mật độ cọc trên nền bãi tương đối dày thì nên chọn sơ đồ từ giữa ra hai bên hoặc từ giữa ra bốn phía theo hướng đối xứng.

Trường hợp có công trình hiện hữu kế cận, nên bắt đầu từ nền bãi giáp công trình hiện hữu kế cận.

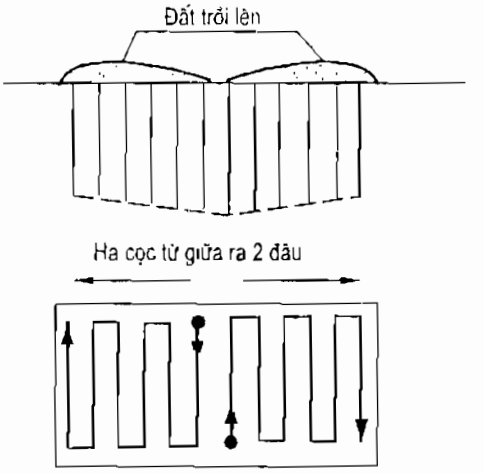
Trong trường hợp nền cọc quá rộng, ta áp dụng theo sơ đồ hình 19. Trường hợp nền hạ cọc quá rộng không nên chọn sơ đồ hình 17 hoặc sơ đồ xoắn ốc từ xung quanh đến giữa nền bãi. Vì với các sơ đồ này đất giữa nền bãi trồi lên rất cao, cọc ở giữa bãi rất khó hạ xuống, nếu cố gắng cưỡng bức hạ xuống thì các cọc bên cạnh trước đó có thể bị dịch chuyển bị trồi lên



Hình 16: *Tình hình lèn đất và trồi đất do hạ cọc theo một hướng*



Hình 17: *Tình hình lèn đất và trồi đất khi hạ cọc theo hướng từ hai đầu nền vào giữa*



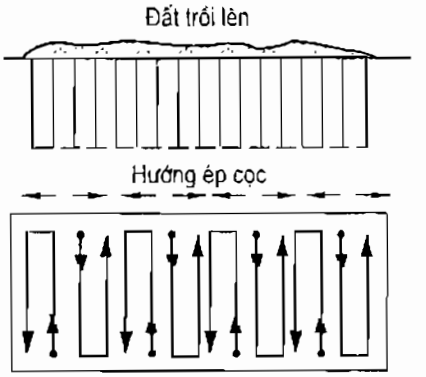
Hình 18: *Tình hình lèn đất và trồi đất khi thực hiện hạ cọc từ giữa ra hai đầu bãi nền*

hoặc bị nghiêng khiến cho cao độ mũi cọc không đồng đều.

Với cọc có độ sâu mũi cọc không đồng đều, ta đóng cọc dài (sâu) trước và cọc ngắn (cao độ mũi cọc cao hơn) sẽ đóng sau.

Cọc dài đóng trước cọc ngắn đóng sau, cọc có mặt cắt lớn đóng trước và cọc có mặt cắt nhỏ đóng sau.

Với những nền sét mịn hoặc sét vừa... không nên hạ cọc theo một hướng. Vì như vậy, đất sẽ bị lèn chặt về một phía và đầu cọc trên đất nền sẽ không đồng đều cao độ với nhau.



Hình 19: *Hạ cọc theo từng phân đoạn đối xứng nhau*

Với tự tự hạ cọc như vậy sẽ khắc phục được các sự cố đáng tiếc có thể xảy ra cho nền đất và cho cọc như:

Đất sẽ được làm chặt đều.

Cọc ít bị dịch chuyển, ít bị nghiêng cọc.

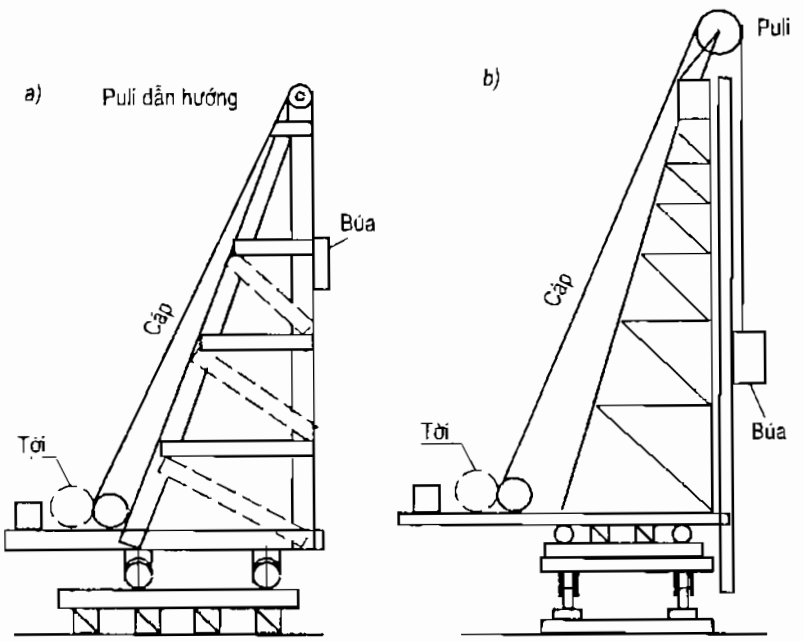
Tránh được hiện tượng trồi cọc.

Giảm bớt hiện tượng trồi đất cục bộ.

Đối với trường hợp khoảng cách giữa các cọc lớn (Lớn hơn 4 lần đường kính cọc) thì việc chọn sơ đồ hạ cọc không ảnh hưởng đến việc trồi đất cũng như vị trí cao độ của cọc.

3. Phạm vi ứng dụng các phương pháp hạ cọc xuống nền

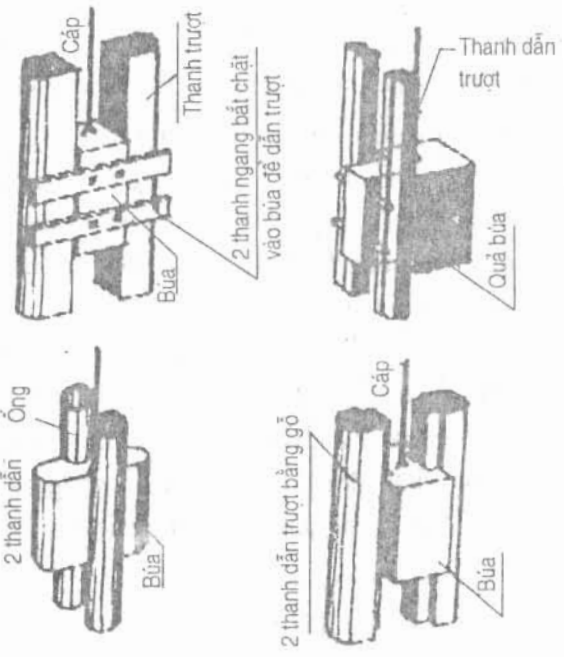
Như trên đã trình bày: Có rất nhiều phương pháp hạ cọc khác nhau. Mỗi phương pháp thích hợp cho một hoàn cảnh nhất định.



Hình 20: *Giá búa rơi tự do*
a) Giá búa bằng gỗ;
b) Giá búa bằng thép;

Sau đây là một số kinh nghiệm chọn lựa có tính sơ bộ để xem xét và tính toán kiểm tra lại cụ thể hơn, trước khi quyết định.

- Hạ cọc bằng búa rơi tự do: Người ta dùng tời (tiếng Pháp: Treuil; tiếng Anh: Winch) hoặc dùng sức người để kéo búa lên cao rồi thả xuống rơi vào đầu cọc - nhờ trọng lượng rơi của quả búa đập mạnh trên đầu cọc khiến cho cọc hạ sâu xuống nền. Phương pháp đơn giản song hiệu suất thấp, tốc độ thi công chậm cho nên chỉ dùng với trường hợp cọc nhỏ và ngắn (cọc bêtông nhỏ, cọc gỗ, cừ tràm...). Các giá búa có thể làm bằng gỗ hoặc bằng thép. Hiện rất ít được dùng. Dưới đây là một số dạng giá búa và búa rơi tự do:



Hình 21: Một số phương pháp cấu tạo dẫn trượt (rơi tự do) cho quả búa

- Hạ cọc bằng búa hơi đơn động: Búa hơi đơn động (có sách gọi là "búa đập đơn") hoạt động được nhờ sự dẫn động của khí nén. Trong quá trình làm việc, khối lượng chết của búa nhỏ hơn khối lượng động của búa (phần tĩnh là 30% còn phần động là 70%). Nhờ vận động năng sản sinh lớn, lực búa mạnh. Búa hoạt động được nhờ sự cung cấp khí nén của một máy khí nén đi kèm. Kết cấu búa giản đơn, đầu cọc ít bị phá hoại, tốc độ đóng cọc và lực xung kích do búa tạo ra lớn - hiệu suất nói chung tương đối cao.

Có thể dùng để hạ các loại cọc, nhưng tốt nhất là dùng để đóng các ống thép xuống nền khi thi công cọc nhồi bằng cách dùng ống thép để giữ vách suốt chiều sâu khoan (cọc nhồi không sâu, sau khi bắt đầu đổ bêtông thì cũng từ từ rút ống vách lên).

- Hạ cọc bằng búa hơi song động: Búa hơi song động (có sách gọi là "búa đập kép"). Người ta dùng búa hơi song động để đóng các cọc thép, cọc bêtông cốt thép - và được sử dụng nhiều tại các công trình thuỷ lợi, đường sông. Khác với búa hơi đơn động, búa hơi song động có trọng lượng quả búa (phần động) chỉ chiếm khoảng 15 - 25% trọng lượng quả búa. Bù lại, số lần xung kích của búa hơi song động rất lớn 100 → 200 lần trong một phút. Nhờ vậy năng lượng búa cũng được tăng lên. So với búa hơi đơn động cùng công suất, búa hơi song động có kích thước nhỏ hơn. Búa hơi song động ngoài năng suất cao, có thể điều chỉnh được số lần va đập (xung kích của búa) trong một phút... nó có ưu điểm là thân máy kín và phần chi tiết máy bên trong được bảo vệ tốt nên có thể dùng để đóng cọc ở dưới nước. Búa hơi song động có cùng nhược điểm như búa hơi đơn động là phải có thiết bị đi kèm (đường ống mềm dẫn khí nén, các máy tạo khí nén di động)

tương đối cồng kềnh... Mặc dùng xung lực lớn số lần xung kích nhiều và hiệu suất cao... song việc vận chuyển hơi nặng nề và khó khăn.

Búa hơi song động có thể dùng để đóng các loại cọc (thép BTCT...) và có thể dùng để đóng cọc xiên (quả búa tựa trên giá xiên), đóng cọc dưới nước, đóng cọc theo phương pháp treo búa (không có giá tựa, phải dùng cần trục treo búa giữ thăng bằng trên đầu cọc - thường áp dụng để đóng cọc ở sông - cảng...). Người ta cũng dùng búa hơi song động để nhổ cọc khi cần thiết.

- Hạ cọc bằng búa điêzen: Bản thân búa là một động cơ điêzen thuộc nhóm pittông tự do, năng lượng hơi điêzen đốt cháy được truyền trực tiếp lên quả búa, vận hành đơn giản, không cần nguồn năng lượng cung cấp từ bên ngoài (như búa hơi đơn động và song động, búa chấn động chạy điện...), năng suất công tác cao nên được sử dụng gần như phổ biến. Nó có thể dùng để đóng các loại cọc (BTCT, thép, cọc đặc, cọc ống...).

Có hai loại búa diezen:

Búa điêzen kiểu cột;

Búa diêzen kiểu ống.

Búa diêzen kiểu cột có phần động (phần gây ra xung lực) là xilanh, búa điêzen kiểu ống có phần động là pít tông - bộ phận gây ra xung lực cho quả búa. Nếu nhìn hình thức bên ngoài, rất dễ phân biệt.

Búa điêzen kiểu cột có hai cột tròn dẫn hướng nằm ở hai bên.

Búa điêzen kiểu ống chỉ có một ống dẫn hướng ở giữa thân máy.

Nếu có cùng trọng lượng như nhau, búa điêzen kiểu ống có năng lượng xung kích lớn hơn so với búa điêzen kiểu cột.

Ngoài nhiệm vụ đóng cọc, người ta còn dùng búa điêzen trong công tác đầm đất hay nhổ cọc khi cần thiết.

- Hạ cọc bằng búa chấn động: Búa chấn động hay còn gọi là búa rung là thiết bị được dùng để hạ cọc theo phương pháp chấn động. Có những thiết bị chấn động hạ cọc có tần số rung cao (1500 lần dao động trong một phút) và cũng có những thiết bị chấn động hạ cọc có tần số rung thấp (300 đến 500 lần dao động trong một phút).

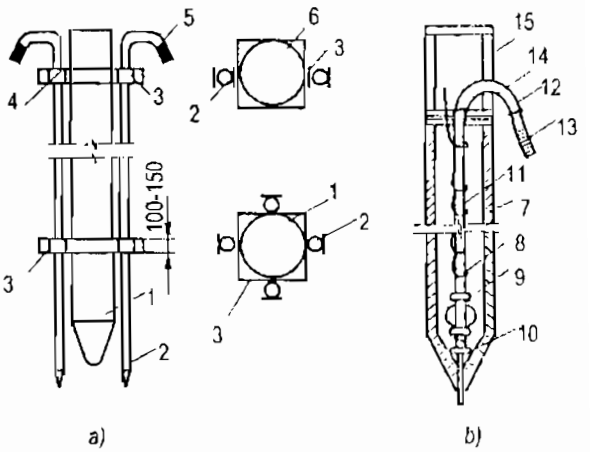
Do tác động của máy gây chấn động, lực ma sát quanh cọc sẽ giảm và cọc dễ dàng hạ xuống độ sâu cần thiết.

Thiết bị rung dùng để hạ các cọc có diện tích mặt cắt ngang nhỏ (ít chiếm chỗ thể tích của đất) vì vậy nó rất thích hợp để hạ các cọc thép Larssen, cọc ván và các ống thép (dùng để giữ vách cho các cọc nhồi khi không sử dụng bentonite).

Thiết bị rung hạ cọc (bao gồm cả máy rung hạ cọc - Vibratory pile driver và búa rung - Vibrohammer) chỉ dùng để hạ cọc ở các vùng đất mềm (đất thịt, đất sét mềm...) khi hạ cọc thẳng đứng (Không dùng để hạ cọc xiên). Ngoài ra nó cũng được dùng để nhổ cọc (các loại cọc bản và các loại cọc ống...).

- Hạ cọc có kèm xói nước: Khi hạ cọc tại các vùng có lớp đất cứng mà cọc không xuống được, người ta dùng phương pháp hạ (đóng, rung) có kèm theo xói nước. Nhờ có xói nước mà tốc độ hạ cọc sẽ tăng nhanh đồng thời bảo đảm đầu cọc không bị phá hoại khi tăng lực hạ ở đầu cọc.

Cũng cần lưu ý rằng, do xói nước nhiều nên nó cũng có nguy cơ làm các công trình lân cận bị lún sụt. Hạ cọc có kèm xói nước chỉ áp dụng để hạ các cọc thẳng đứng. Thường dùng nhất là khi hạ các cọc ống BTCT có mặt cắt lớn (kết hợp với đóng cọc) tại các vùng có cát, đá dăm hay cuội sỏi nhỏ. Nó hoàn toàn không thích hợp với các lớp đất có cuội sỏi lớn (đá củ đậu) và cũng không thích hợp khi phải xuyên qua tầng đất cứng có chiều dày > 50cm.



Hình 22: Lắp đặt các chi tiết hạ cọc có xói nước
a) Bố trí vòi xói ở ngoài cọc;
b) Bố trí vòi xói ở trong thân cọc

1. Cọc BTCT tiền chế; 2. Ống xói ở ngoài thân cọc; 3. Đai kẹp chặt ống nước bên ngoài cọc; 4. Nêm gỗ giữ chặt ống nước xói; 5. Ống xói nước (ống mềm); 6. Kẹp ống xói ở hai bên cọc; 7. Cọc ống; 8. Ống xói nước trong thân cọc; 9. Vòng dẫn hướng; 10. Tấm chặn cát; 11. Sợi cáp thép bảo hiểm; 12. Ống cong (khuỷu ống); 13. Ống cao su mềm; 14. Miếng thép tròn gia cường; 15. Cọc lõi hạ cọc xuống.

- Hạ cọc sau khi khoan lỗ: Tại vùng đất mềm, để tránh các sự cố đáng tiếc khi hạ cọc sâu có thể ảnh hưởng đến các công trình hiện hữu lân cận hoặc ảnh hưởng đến tuyến ống ngầm hiện hữu có thể dịch chuyển hoặc trồi lên... người ta dùng giải pháp khoan tạo lỗ sau đó mới cho cọc vào lỗ khoan và hạ tiếp tục.

Trước hết, người ta khoan lỗ với chiều sâu bằng $\frac{1}{3}$ đến $\frac{2}{3}$ chiều dài của cọc, sau đó cho cọc vào lỗ rồi hạ xuống đến cao độ thiết kế bằng búa (lực xung kích) hoặc búa chấn động.

Với cách làm này, hiện tượng chèn đất, trồi đất, dịch chuyển các tuyến ống ngầm sẽ không xảy ra, đồng thời cũng giảm ồn, giảm chấn động do đóng cọc hạ cọc gây ra.

Phương pháp này cũng được áp dụng trong trường hợp cọc quá dài, kích thước mặt cắt ngang của cọc quá lớn mà khả năng của quả búa lại có hạn trong khi đó tầng đất sâu tương đối cứng.

Khi thực hiện phương pháp hạ cọc này cần lưu ý các điểm sau đây:

Hạ cọc vòng ngoài (xung quanh) trước, các cọc ở giữa hạ sau.

Các cọc dài thực hiện trước, các cọc ngắn hạ sau.

Khoan xong lỗ nào nên hạ cọc ngay cho lỗ ấy, việc hạ cọc phải thực hiện ngay sau khi khoan lỗ (không quá 1 giờ) để tránh đất lở lấp lỗ khoan. Để bảo đảm lực ma sát của cọc chịu tải, lỗ khoan có đường kính nhỏ hơn cạnh của mặt cắt cọc hoặc khoảng 2/3 chiều dài cạnh của mặt cắt vuông của cọc.

- Hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh: Hiện nay, việc hạ cọc trong thành phố hoặc ở nơi đông dân cư người ta áp dụng phương pháp ép cọc (nén tĩnh). Phương pháp ép cọc (hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh) không gây tiếng ồn và không gân chấn động vì vậy rất an toàn cho các công trình hiện hữu kế cận.

Hạ cọc bằng phương pháp nén tĩnh xảy ra hai trường hợp: Nén trước và nén sau.

Khi thi công công trình mới thường người ta thực hiện nén trước (ép cọc → đào đất → thi công BTCT móng và tầng hầm → thi công phần trên).

Trong trường hợp công trình bị lún, muốn xử lý chống lún người ta phải ép cọc xuống nền để gia cường cho phần móng hiện hữu, ép cọc sau khi đã có móng công trình... ta gọi là ép sau.

Ép cọc có thể thực hiện đối với cọc vuông tiền chế (45 × 45) và các cọc ống dự ứng lực.

4. Chọn búa đóng cọc

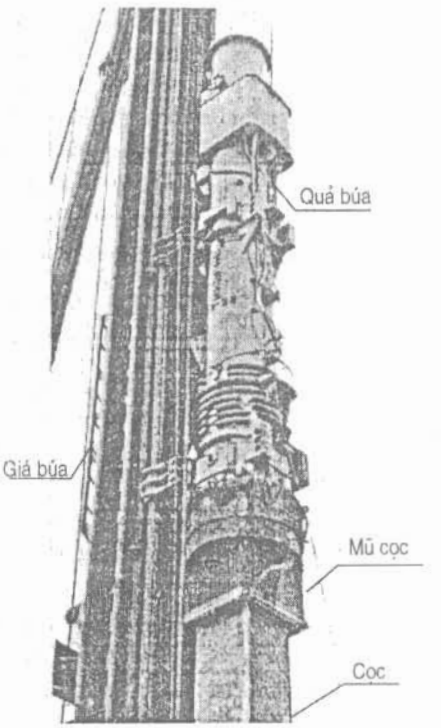
a) Khái niệm sơ bộ

Thiết bị đóng cọc bao gồm hai phần:

- Búa đóng cọc;
- Giá búa.

Búa đóng cọc gồm có các loại:

- Búa rơi tự do;
- Búa hơi đơn động;
- Búa hơi song động;
- Búa điêzen.



***Hình 23:** Búa đăng cọc*

Trong các loại búa nói trên, búa điêzen là loại búa được dùng phổ biến. Việc chọn loại búa nào để đóng cọc cần phải căn cứ vào tình hình thực tế, khả năng thực hiện và điều kiện thi công mà quyết định. Khi chọn búa người ta có quan điểm chọn búa "búa nặng kích nhẹ", có nghĩa là trọng lượng toàn bộ của cọc phải nặng hơn trọng lượng của búa một ít. Khi chọn búa, cần lưu ý đến tỷ số trọng lượng giữa búa và cọc.

Dưới đây là bảng giới thiệu các tham số đối chiếu để chọn búa (chỉ dùng để tham khảo, cần phải tính toán đối chiếu lại). Các giá trị tham khảo dưới đây chỉ áp dụng cho cọc có chiều dài chôn cọc dưới 20m ($l_{cọc} \leq 20m$).

Bảng 2. Tỉ số giữa trọng lượng của búa và trọng lượng cọc

Loại cọc	Búa rơi tự do	Búa hơi đơn động	Búa hơi song động	Búa điêzen
Cọc bêtông cốt thép	0,35 ÷ 1,5	0,4 ÷ 1,4	0,6 ÷ 0,8	1 ÷ 1,5
Cọc gỗ	2 ÷ 4	2 ÷ 3	1,5 ÷ 2,5	2,5 ÷ 3,5
Cọc thép	1 ÷ 2	0,7÷ 2	1,5 ÷ 2,5	2 ÷ 2,5

Trọng lượng của búa là trọng lượng bản thân của quả búa.

Trọng lượng cọc là trọng lượng toàn bộ chiều dài tất cả các đoạn cọc tại một điểm cọc và trọng lượng của mũ cọc (150 ÷ 200kg).

Ví dụ: Cọc dài 23m có hai đoạn 11,5m. Mỗi đoạn nặng 2500kg, vậy trọng lượng của cọc là 5000 kg + 200kg.

Với khu vực đất mềm thì chọn giới hạn dưới (búa hơi song động, cọc BTCT thì chọn hệ số 0,6) còn ở khu nền đất cứng thì chọn giới hạn trên (búa hơi song động, cọc BTCT thì chọn hệ số 0,8).

b) Tính toán ứng lực do tác dụng xung kích gây ra khi đóng cọc

Khi đóng cọc, dưới tác dụng mạnh của lực xung kích do búa gây ra, đầu cọc có thể bị cong vênh, bị vỡ hoặc bè ra... Đối với cọc gỗ và cọc BTCT thì nguy cơ bị phá hoại đầu cọc càng lớn nếu ứng lực tác dụng lên đầu cọc vượt quá khả năng chịu lực của chúng. Do vậy, thường thì người ta phải kiểm tra tính toán lại các ứng lực do tác dụng của lực xung kích của búa gây ra để điều chỉnh lại năng lượng búa cho thích hợp.

Để tính toán ứng lực phát sinh do lực xung kích của búa gây ra, ta dùng công thức của phương trình dao động xung kích để tính:

$$\sigma_p = \frac{A_H\sqrt{E_H \cdot \gamma_H}}{A_H\sqrt{E_H \cdot \gamma_H} + A_c\sqrt{E_c \cdot \gamma_c}} \times \frac{A_c\sqrt{E_c \cdot \gamma_c}}{A_c\sqrt{E_c \cdot \gamma_c} + A_p\sqrt{E_p \cdot \gamma_p}} \times \sqrt{2\eta E_p \cdot \gamma_p \cdot H} \qquad (1)$$

Trong đó:

σ_p - ứng lực xung kích (kN/m^2);

$A_H A_c A_p$ - diện tích mặt cắt thực (net area) của búa - mũ cọc và cọc (m^2)

E_H E_c E_p - môđun đàn hồi của búa - mũ cọc - cọc.

Cọc BTCT có $E_p = 2,1 \times 10^7$ kPa; cọc thép $E_p = 2,1 \times 10^8$ kPa.

Cọc gỗ có $E_p = 1 \times 10^7$ kPa

γ_H γ_c γ_p - khối lượng riêng của búa, mũ cọc và cọc (kN/m^3).

H - chiều cao rơi của búa (m);

η - hiệu suất làm việc của búa;

Búa rơi tự do: $\eta = 0,6$;

Búa máy (hơi, điêzen) $\eta = 0,8$.

Nếu giá trị tính toán của σ_p lớn hơn ứng lực xung kích cho phép của cọc thì ta phải giảm năng lượng xung kích của búa, cụ thể là phải giảm trọng lượng của búa và chiều cao rơi của búa. Như vậy, sẽ bảo đảm an toàn cho thân cọc và đầu cọc trong suốt quá trình hạ cọc.

c) Tính toán các thông số của búa đóng cọc

- Búa có thể dùng để đóng coc nếu năng lượng của búa đáp ứng việc hạ cọc xuống nền. Ta gọi năng lượng của búa là E_H.

$$E_H \geq 25P \text{ (da Nm. hoặc Kgm)} \quad (2)$$

Trong đó:

E_h - năng lượng xung kích do búa gây ra;

P - khả năng chịu tải tính toán của cọc: Tấn.

- Sau khi tính toán được giá trị E_H (năng lượng xung kích của búa) ta tra trong các bảng catalogue của búa đóng cọc và chọn mã hiệu búa có $E_{búa}$:

$$E_{búa\ chọn} \geq E_H \text{ (năng lượng búa tính toán)} \quad (3)$$

Từ trong bảng tính năng của búa được chọn ta sẽ có các thông số của búa:

Trọng lượng toàn bộ của búa (kg);

$E_{búa}$ (năng lượng ngạch định của búa).

Từ các số liệu có được ta phải thoả mãn điều kiện sau:

$$K = \frac{Q + q + q_1}{E_{búa}} \leq [K] \quad (4)$$

Trong công thức trên:

K - hệ số thích dụng của búa;

Q - trọng lượng toàn bộ của quả búa kg (trong bảng tra);

q - trọng lượng toàn bộ chiều dài cọc chôn trong đất kg;

q_1 - trọng lương mũ cọc và đệm cọc (150 ÷ 200kg);

$E_{búa}$ - lấy từ bảng tra

Bảng 3. Giá trị hệ số thích dụng [K]

Loại búa	Vật liệu chế tạo cọc		
	Gỗ	Thép	Bêtông cốt thép
Búa hơi song động - Điêzen kiểu ống	5	5,5	6
Búa hơi đơn động - Điêzen kiểu cột	3,5	4	5
Búa treo rơi tự do	2	3,5	3

Với giá trị tính toán $K \le [K]$ thì việc chọn búa xem như tạm ổn. Còn nếu như $K > [K]$ thì phải chọn loại búa có mã hiệu khác (Loại búa có $E_{búa}$ bằng hoặc lớn hơn loại vừa chọn và loại búa có trọng lượng quả búa nhỏ hơn... nhằm bảo đảm giá trị K nhỏ lại, bảo đảm có kết quả $K \le [K]$).

- Kiểm tra độ chối, e:

Khi đóng cọc có mũi cọc cắm vào các tầng đất cứng, đá dăm, cát chặt vừa trở lên, hoặc mũi cọc cắm vào tầng đá phong hoá... thì cọc ở trạng thái chống chịu lực; yêu cầu mũi cọc phải cắm sâu vào trong các lớp đất đá cứng nói trên. Giá trị cắm sâu bình quân sau mỗi nhát búa (ta gọi là độ chối) chỉ được bằng hoặc lớn hơn giá trị độ chối quy định. Độ chối quy định được xác định qua thí nghiệm. Trong trường hợp thiếu số liệu thí nghiệm thì độ chối quy định được xác định theo công thức sau:

$$e = \frac{n.A.Q.H}{mP(mP + nA)} \times \frac{Q + 0,2q}{Q + q} \quad mm \qquad (5)$$

Trong đó:

c - độ chối quy định (m.m);

Q - trọng lượng của quả búa (N);

H - chiều cao rơi của quả đập (xung trình) (m.m);

q - trọng lượng cọc và mũ cọc (N);

A - diện tích mặt cắt ngang của cọc ($m.m^2$);

P - sức chịu tải an toàn của cọc (N);

m - hệ số an toàn.

Đối với công trình vĩnh cửu: m = 2

Đối với công trình tạm thời: m = 1,5

n - hệ số liên quan đến vật liệu cọc và đệm cọc

Cọc BTCT dùng đệm cọc là bao gai n = 1

Cọc BTCT dùng đệm cọc là gỗ cao su n = 1,5.

Cọc gỗ có đệm đầu cọc n = 0,8.

Cọc gỗ không có đệm đầu cọc n = 1.

Độ chối (độ cắm sâu trung bình) trong 10 nhát búa cuối cùng phải bằng hoặc lớn hơn độ chối quy định nói trên.

Nếu đã thực hiện thí nghiệm tĩnh tải thì lấy giá trị tải cực hạn của cọc P_K (kN) thay cho giá trị m.P trong công thức trên.

Cần lưu ý rằng đối với cọc chống thì việc kiểm tra đối chiếu độ chối là quan trọng còn cao độ mũi cọc là giá trị tham khảo. Đối với cọc ma sát thì cao độ đầu mũi cọc là chính yếu còn độ chối chỉ có tính tham khảo mà thôi.

Để chọn búa đóng cọc, có thể tìm tra ở các tài liệu máy xây dựng hiện có. Máy đóng cọc (búa đóng cọc) hiện có ở Việt Nam là của Nga - Trung Quốc (hiện đã cũ), các máy Đức (DELMAG) và các máy của Nhật (KOBE, MISUBISHI, ISHIKAWA - KEN...).

Quả búa có trọng lượng từ 1,8 tấn đến 20 tấn (Búa DELMAG mã hiệu D100-13 có trọng lượng búa 20570kg và trọng lượng quả đập là 10.000kg).

Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu cách chọn búa điêzen theo kinh nghiệm của một số nước (chọn sơ bộ - có tính tham khảo).

Bảng 4. Các đặc trưng kĩ thuật của búa điêzen

Các đặc trưng			Các chỉ số kĩ thuật					
Các tính năng động lực của búa		- Trọng lượng phần xung kích (tấn)	2,0	2,5	3,5	4,5	6.0	7,2
		- Trọng lượng búa (tấn)	4,5	6,5	7,2	9,6	15,0	18,0
		- Lực xung kích (kN)	2000	2000-2500	2500-4000	4000-5000	5000-7000	7000-10000
		- Xung trình (m)	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3
Thích dụng cho các loại cọc		- Cọc vuông đúc sẵn (cm)	25 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60
		- Cọc ống đúc sẵn (cm)	40	40	40	60	90	90 - 100
Tầng đất chịu lực	Đất dính	- Chiều sâu cắm vào (m)	1 - 2	1,5 - 2,5	2 - 3	2,5 - 3,5	3 - 4	3 - 5
		- Giá trị bình quân lực xuyên tĩnh MPa	3	4	5	75	75	75
	Đất cát	- Chiều sâu cắm vào (m)	0,5 - 1	0,5 - 1,5	1 - 2	1,5 - 2,5	2 - 3	2,5 - 3,5
		- Số xung kích tiêu chuẩn chưa hiệu chỉnh N (lần)	15 - 25	20 - 30	30 - 40	40 - 45	45 - 50	50
Độ chối khống chế thường dùng (cm/10 xung kích)				2 - 3		3 - 5	4 - 8	
- Sức chịu tải cực hạn đối với cọc đơn thiết kế kN			400-1200	800-1600	2500-4000	3000-5000	5000-7000	7000-10000

Tóm lại, để chọn búa xung kích ta phải làm ba bài toán:

Tính toán năng lượng búa thích hợp (công thức 2)

Kiểm tra đối chứng lại với hệ số thích dụng K (công thức 4).

Tính toán độ chối quy định (độ chối khống chế) (công thức 5).

Phụ chú: *Để có thể tìm hiểu và tra cứu các thông số của các máy đóng cọc, các bạn có thể tìm đọc các tài liệu sau:*

1. "Sổ tay chọn máy thi công xây dựng" - Nguyễn Tiến Thu. Nhà xuất bản Xây dựng

2. "Sổ tay chọn máy thi công" - Vũ Văn lộc. Nhà xuất bản Xây dựng.

3. "Máy xây dựng" - Nguyễn Văn Hùng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Hình 24: Cấu tạo quả búa điêzen kiểu ống

5. Chọn búa chấn động để hạ cọc

Búa chấn động chọn để hạ cọc phải bảo đảm 3 điều kiện:

Điều kiện 1: Để thắng được lực cản của đất.

$$P_0 = \frac{K\omega^2}{g} \geq \chi_0 T_c \qquad (6)$$

P_0 - trị số lực kích thích của búa chấn động, 10 kN (tấn);

K - mô men tĩnh của búa chấn động, 10 kN.m (t.m);

ω - tần số của búa chấn động, *l*/s;

G - gia tốc trọng trường, lấy bằng 9,81m/s^2;

T_c - trị số lực cản của đất tác dụng vào cọc khi hạ xuống độ sâu tối đa, 10 kN (t);

χ_o - hệ số gần đúng tính đến ảnh hưởng tính đàn hồi của đất;

χ_o = 0,6 ~ 0,8 khi hạ cọc ống và cọc bê tông cốt thép loại nặng bằng búa chấn động có tần số thấp (ω = 30 - 60 *l*/s);

χ_o = 1 khi hạ cọc gỗ, cọc ván thép bằng búa chấn động có tần số cao;

χ_o = 0,4 ~ 0,5 khi hạ cọc bằng búa chấn động tần số thấp có bộ phận điều chỉnh tần số chấn động.

Trị số T_c xác định theo biểu thức:

a) Đối với cọc:

$$T_c = S\sum_{i=1}^{i=n} \tau_{ic} hi \tag{7}$$

b) Đối với cọc ván:

$$T_c = \sum_{i=1}^{i=n} \tau'_{ipk} hi \tag{8}$$

Ở đây:

Ký hiệu *i* chỉ số lớp đất dày hi mà cọc đi qua khi hạ, còn *n* là tổng số lớp đất đi qua khi hạ tới độ sâu tối đa.

Như vậy chiều sâu tối đa của cọc hạ xuống:

$$h_{max} = \sum_{i=1}^{i=n} hi \tag{9}$$

τ_{ic} - sức cản đơn vị 10kN/m^2 (t/m^2);

τ'_{ikp} - sức cản đơn vị 10kN/m (t/m);

S - chu vi tiết diện ngang của cọc, m;

Khi cọc hạ qua lớp đất đồng nhất:

$$T_c = Sh_{max}\, \tau_c \tag{10}$$

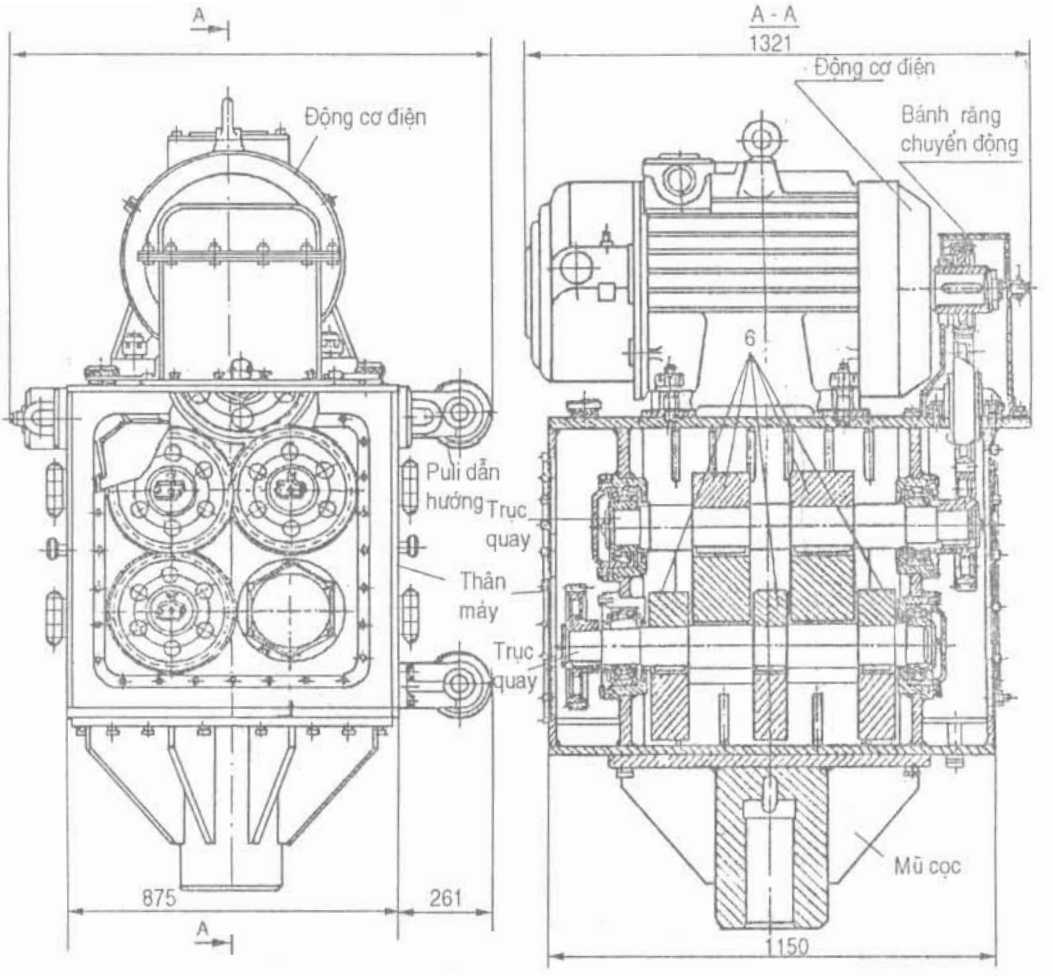
và

$$T_c = h_{max}\, \tau'_{kp} \tag{11}$$

Trị số τ_c và τ'_{kp} cho ở bảng 5.

Bảng 5. Trị số τ_c và τ'_{kp}

Loại đất	Trị số lực cản đơn vị τ				
	10kN/m^2 (T/m^2)			10kN/m (T/m)	
	Cọc gỗ ống thép	Cọc bêtông cốt thép	Cọc ống bêtông cốt thép có lấy đất ra	Cọc ván loại nhẹ	Cọc ván loại nặng
Cát bão hòa nước và đất sét dẻo vừa	0,6	0,7	0,5	1,2	1,4
Như trên, nhưng có lớp đất sét chặt hoặc đất pha sỏi	0,8	0,1	0,7	1,7	2,0
Đất sét chặt	1,5	1,8	1,0	2,0	2,5
Đất sét rắn và rắn vừa	2,5	3,0	2,0	4,0	5,0



Hình 25: Máy chấn động СП-42А (của Nga)

Điều kiện 2: Để bảo đảm cọc hạ xuống đất có hiệu quả:

$$\xi \frac{K}{Q_o} \geq A_{(0)} \qquad (12)$$

Ở đây: ξ - hệ số không thứ nguyên, đối với cọc bê tông cốt thép lấy bằng 0,8, cọc ống 1,75, các cọc khác = 1;

Q_o - trọng lượng cọc, búa chấn động và bệ búa (bộ phận liên kết cọc với búa), 10kN (Tấn);

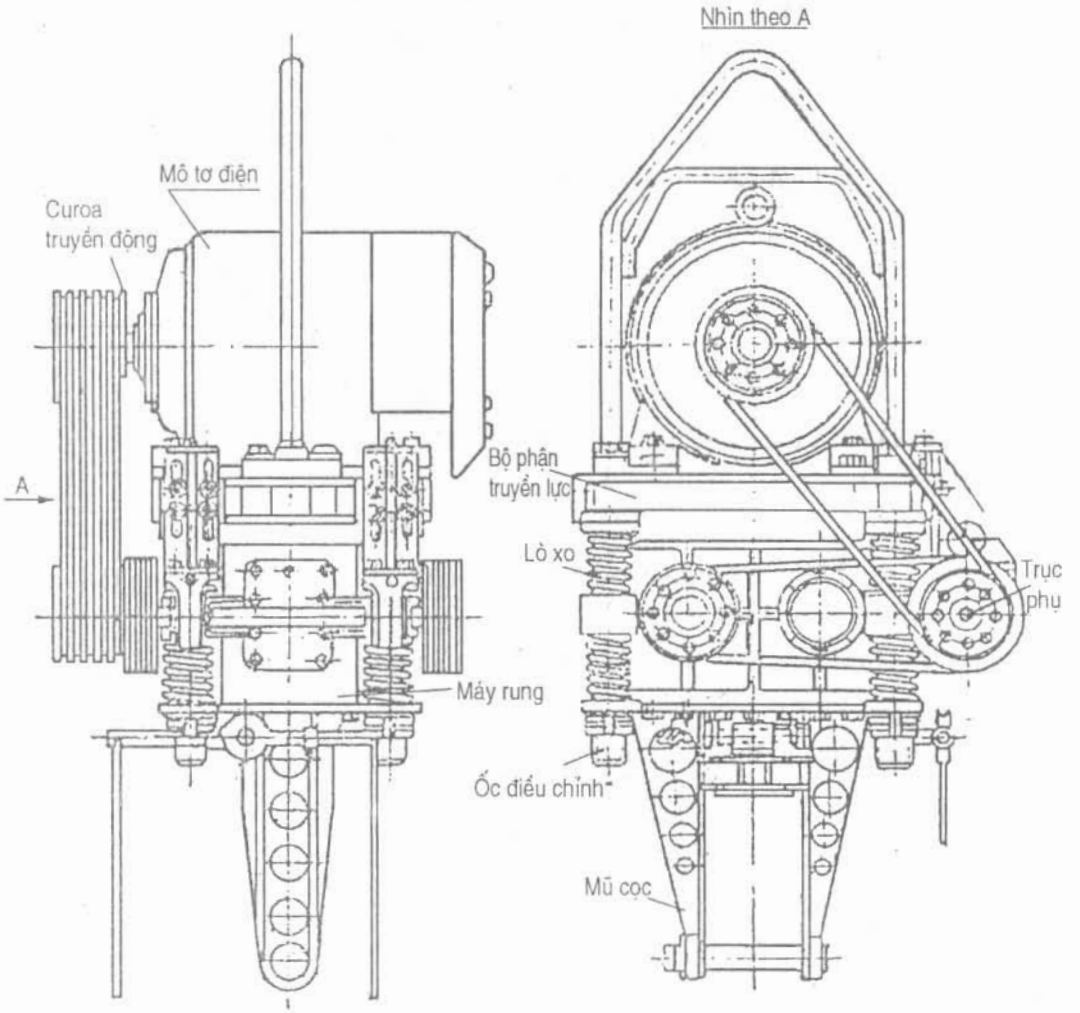
$A_{(o)}$ - biên độ cần thiết cho trong bảng 6.

Bảng 6. Trị số của biên độ chấn động cần thiết để hạ cọc có hiệu quả

Loại cọc	A_o, mm					
	Đất cát			Đất sét		
	n = 300 - 7000 dao động/phút	800-1000	1200-1500	400-700	800-1000	1200-1500

Bảng 6 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7
Cọc ván thép, cọc ống thép có diện tích tiết diện từ 100 - 150cm^2	-	8 - 10	4- 6	-	10 - 12	6 - 8
Cọc gỗ và ống thép có diện tích tiết diện ngang dưới 800cm^2	-	10 - 12	6 - 8		12 -15	8 - 10
Cọc bê tông cốt thép tiết diện vuông hoặc chữ nhật, diện tích dưới 2000cm^2	12 - 15	-	-	15 -20	-	-
Cọc ống bê tông cốt thép đường kính lớn khi đóng lấy đất trong lòng ra	6 - 10	4 - 6	-	8 - 12	6 - 10	-



Hình 26: Máy rung ВПП - 4 (của Nga)

Điều kiện 3: Để bảo đảm tốc độ hạ cọc:

$$Q \geq p_0 F \tag{13}$$

$$\gamma_1 < \frac{Q}{P_0} < \gamma_2 \tag{14}$$

Ở đây:

Q - trọng lượng cọc, trọng lượng búa và trọng lượng tấm gia tải (nếu có), 10kN (tấn);

F - diện tích tiết diện ngang của cọc, m^2;

P_0 - áp lực cần thiết lên cọc, lấy theo bảng 6;

γ_1, γ_2 - hệ số, xác định tùy theo loại cọc.

Đối với cọc ván thép lấy $\gamma_1 = 0,15$; $\gamma_2 = 0,5$.

Đối với loại cọc nhẹ (gỗ, ống thép) lấy $\gamma_1 = 0,3$; $\gamma_2 = 0,6$.

Đối với loại cọc nặng và cọc ống lấy $\gamma_1 = 0,4$; $\gamma_2 = 1,0$.

Chú thích:

Để cọc hạ có hiệu quả, tốc độ của biên độ dao động V_0 phải bằng 0,5 ÷ 0,8m/s, và điều kiện 1 có thể viết lại như sau:

$$\omega \geq \frac{\chi_0 g T_c}{Q_0 V_0}; \quad \text{vì} \quad A_0 = \frac{V_0}{\omega} \text{ nên}$$

$$K = \frac{1}{\xi} A_0 Q_0 = \frac{Q_0 V_0}{\xi \omega}$$

Bảng 7. Trị số áp lực cần thiết (cọc hạ xuống trong đất cát bão hòa nước và đất sét xốp)

Loại và kích thước cọc	P_0 (daN/cm^2)
Ống thép mỏng đường kính nhỏ và các bộ phận khác diện tích tiết diện dưới 150cm^2	45 - 3
Cọc gỗ và ống thép có diện tích tiết diện dưới 800cm^2	4 - 5
Cọc bê tông cốt thép tiết diện vuông và chữ nhật diện tích tiết diện ngang dưới 200cm^2	6 - 8

Ví dụ tính toán:

1. Chọn thông số của búa chấn động để hạ cọc gỗ, các số liệu cho biết như sau

- Đô sâu giới hạn của cọc là 12m.

- Đường kính lớn nhất của cọc ở tiết diện giữa là 26cm.

- Trọng lượng tính toán của cọc - 0,8 × 10kN (0,8 tấn).

- Đất ở độ 8m là cát bão hòa nước và đất sét dẻo vừa có pha lớp đất cứng, sâu hơn nữa là đất sét chặt.

a) Tìm trị số lực cản tính toán lớn nhất của đất tác dụng vào cọc

Trị số lực cản đơn vị τ_c của lớp đất đến độ sâu 8m và dưới 8m tra bảng 5 là 0,8 × 10 và 1,5 × 10 kN (0,8 và 1,5 tấn).

$$T_c = 3,14 \times 0,26\ (8 \times 0,8 \times 10 + 4 \times 1,5 \times 10) = 10 \times 10kN\ (10\ tấn)$$

Lực kích thích P_o của búa cần chọn phải lớn hơn 10 × 10 kN (10 tấn).

b) Để đảm bảo đóng cọc có hiệu quả: $V_{(o)} = 0,5m/s$

Do trọng lượng của cọc nhỏ nên trọng lượng của máy chấn động không lớn lắm, lấy là:

$$Q_M = 0,7 \times 10kN(0,7tấn)$$

Vậy:
$$\omega = \frac{1 \times 9,81 \times 10 \times 10}{1 \times (0,8 \times 10 + 0,7 \times 10)50} = 133\ l/s$$

Chọn ω = 156 *l*/sec (n_o = 1500 dao động phút)

Trị số $K = \frac{(0,8 \times 10^3 + 0,7 \times 10^3)50}{1 \times 156} = 480\,daN.cm$ (480kg.cm)

Trị số mômen tĩnh K của búa cần chọn phải lớn hơn 500 daN.cm (500 kg.cm).

c) Trọng lượng cần thiết của búa phải bảo đảm tốc độ hạ cọc, nghĩa là:

$$Q > p_o F$$

P_0 xác định theo bảng 7 bằng 5 daN/cm^2

$$Q = 5 \times \frac{3,14 \times 26^2}{4} = 2.700\ daN = 2,7 \times 10kN\ \ (2,7\ tấn)$$

Kiểm tra tỷ số: $\frac{Q}{P_0} = \frac{2,7 \times 10}{10 \times 10} = 0,27 < 0,3$

Vậy phải tăng trị số Q lên, chọn Q = 3,2 × 10 kN.

Trọng lượng của búa chấn động là 3,2 × 10 - 0,8 × 10 = 2,4 × 10kN (2,4 tấn).

Kết luận: Chọn búa: BMЦ - 3A, các tính năng kỹ thuật của búa BMЦ - 3A ghi ở bảng tra của Sổ tay máy xây dựng có các thông số sau:

+ Mô men tĩnh K = 560 daN.cm (560 kgcm)

η_0 = 1.460 vòng/phút

+ Lực kích thích P_0 = 15,5 × 10 kN (15,5 tấn)

+ Trọng lượng toàn bộ của búa: 2,2 × 10 kN (2,2 tấn)

2. Kiểm tra xem búa chấn động ВГШ-1 có thể chọn để hạ cọc ván thép Larxen V (1m nặng 102daN) dài 12m xuống sâu 10m qua các lớp đất như sau:

- Từ 0,0 - 4m cát hạt trung bình bão hòa nước.

- 4 - 7,5m cát mịn có một vài lớp đất sét xốp.

- 7,5 - 10m đất sét chặt.

Búa BIIII-1 có các tính năng kỹ thuật như sau:

- Trị số của lực kích thích lớn nhất $P_0 = 25 \times 10$ kN (2,5 tấn)
- Mô men tĩnh K = 1000 daN.cm (1000 kg.cm).
- Tần số lao động: N = 1500 vòng/giây.
- Trọng lượng máy chấn động 700 daN (700 kg).
- Trong lượng búa (không kể tấm gia tải) 2100 daN (2100 kg).

a) Trị số của lực kích thích: $P_0 > T_c$ (lực cản lớn nhất của đất tác dụng vào cọc).

Tính T_c:

Theo bảng đối với lớp đất thứ nhất – $1,4 \times 10$ kN/m (1,4 t/m);

thứ hai – 2×10 kN/m (2t/m);

thứ ba – $2,5 \times 10$ kN/m (2,5 t/m).

$T_c = (1,4 \times 4 + 2,0 \times 3,5 + 2,5 \times 2,5) \times 10 = 18,8 \times 10$ kN (18,8 tấn)

$P_0 = 25 \times 100$ kN $> 18,8 \times 10$ kN (được).

b) Mô men tĩnh

$$K \geq \frac{1}{\xi} = A_{(0)} Q_0$$

Ở đây: $A_{(0)}$ chọn theo bảng 5 là 5mm

$$\xi = 1$$

$$Q_0 = 700 + 12 \times 102 = 1.924 \text{ daN} (1.924 \text{ kg})$$

$$K = 1000 > \frac{5 \times 1.924}{10} = 962 \text{ (được)}$$

c) Tỷ số: $$0,15 < \frac{Q}{P_0} < 0,5$$

Ở đây: $Q = 2.100 + 1.224 = 3.324$ daN (kg)

$$\frac{Q}{P_0} = \frac{3.324}{25.000} \approx 0,14 < 0,15 \text{ (hơi nhỏ)}$$

Như vậy có thể chọn búa chấn động ВПШ-1 để hạ cọc ván nói trên.

Búa chấn động (búa rung) có trọng lượng từ 1400 kg cho đến 10.000kg. Công suất động cơ điện của búa từ 20 - 250 kW . Trước đây chủ yếu sử dụng các búa chấn động của Nga. Hiện nay có búa chấn động của Nhật và của nhiều nước khác.

Các độc giả có thể tra cứu các thông số của búa chấn động: trong các tài liệu hiện có trên thị trường hoặc trong các thư viện:

"Sổ tay chọn máy thi công xây dựng". Tác giả: Nguyễn Tiến Thu - Nhà xuất bản Xây dựng.

"Sổ tay chọn máy thi công". Tác giả: Vũ Văn Lộc - Nhà xuất bản Xây dựng.

"Máy Xây dựng". Tác giả: Nguyễn Văn Hùng - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Phần bảng tra các loại búa, không trình bày trong tài liệu này.

6. Hạ cọc có xói nước

Xói nước trong quá trình hạ cọc sẽ làm giảm trở lực ở đầu cọc và giảm ma sát quanh thân cọc.

Người ta sử dụng biện pháp xói nước khi thấy cọc đóng mãi mà xuống chậm hoặc không xuống (dựa vào tài liệu khảo sát địa chất hoặc dựa vào các số liệu thu thập từ việc thử cọc trước đó) và cọc có nguy cơ bị gãy hoặc vỡ đầu cọc.

Hạ cọc có xói nước năng suất có thể tăng gấp từ hai đến bốn lần so với hạ cọc không xói nước và bảo đảm an toàn cho cọc.

Biện pháp này chủ yếu sử dụng cho tầng cát chặt, tầng đất có đăm sỏi nhỏ và cũng có thể áp dụng cho tầng đất dính.

Các thiết bị xói nước bao gồm:

- Vòi xói nước, ống xói và ống dẫn nước;
- Máy bơm cao áp (từ 0,5 đến 2MPa, Q = 0,2 đến 2m^3/phút).

Bảng 8 giới thiệu các tham số đặc trưng khi hạ cọc có xói nước. Thi công hạ cọc có xói nước cũng đã được nhà nước ban hành hướng dẫn ở tài liệu QPXD-25-65 (trang 54, 55).

Bảng 8. Các tham số chủ yếu khi hạ cọc có xói nước

Loại đất	Độ sâu cắm cọc m	Áp lực đầu vòi MPa	Số lượng và đường kính ống		Lượng nước ngạch định *l*/phút		Áp lực bơm MPa
			cọc ≤ 300	cọc 400 - 600	cọc ≤ 300	cọc 400 - 600	
Bùn, sét nhuyễn mềm, cát rời cát no nước	< 8	0,4 - 0.6	2 ϕ 37	2 ϕ 50	400 ÷ 700	700 - 1000	1,1
	8 - 16	0,6 - 1,0	2 ϕ 50	2 ϕ 50	900 ~ 1200	900 - 1400	1,75
	16 - 24	0,8 - 1,5	–	2 ϕ 63	–	1600-2000	1,75
Cát chặt, cát lẫn dăm sỏi, sét chặt vừa	< 8	0,8 ~ 1,5	2 ϕ 50	2 ϕ 50	900 - 1200	1000 - 1700	2,4
	8 ~ 20	1,2 ~ 2	2 ϕ 63	2 ϕ 63	1800 - 2500	1800-2500	2,46

Hạ cọc có xói nước thông thường áp dụng khi đóng cọc (lực xung kích) hay dùng phương pháp rung (búa chấn động).

Các tham số khi hạ cọc xói nước được trình bày trong bảng 8. Riêng yêu cầu về lưu lượng nước xói và áp lực nước được trình bày trong bảng 9.

Bảng 9. Yêu cầu lượng nước và áp lực nước khi xói cọc

Loại đất	Chiều sâu chôn cọc m	Áp lực phun tại đầu vòi MPa	Lượng nước cho mỗi cọc L/ph		Áp lực nước của máy bơm MPa
			Cọc ống có D 300 ~ 500	Cọc ống có D > 500mm	
Đất bùn, sét mềm, cát mịn, sét nhuyễn, đất bột	25 ~ 25	0,7 ~ 1,0	1000 ~ 1200	1200 ~ 1500	1,75
	25 ~ 35	1,0 ~ 1,5	1200 ~ 2000	1500 ~ 2500	1,75
	> 35	1,5 ~ 2,0	2000 ~ 3000	2500 ~ 3500	2,40
Cát chặt, cát lẫn sỏi, sét, sét chặt vừa	15 ~ 25	1,0 ~ 1,5	1500 ~ 2000	2000 ~ 2500	1,25
	25 ~ 35	1,5 ~ 2,0	2000 ~ 3000	2500 ~ 3500	2,40
	> 35	2,0 ~ 2,5	3000 ~ 4000	3500 ~ 5000	-

Trước hết người ta đặt cọc vào vị trí và bơm xói nước, cũng có thể đặt búa lên đầu cọc để gia trọng khiến cọc xuống càng nhanh. Tùy tình hình thực tế có thể vừa hạ cọc (búa xung kích, búa chấn động - tác dụng lên đầu cọc) vừa xói nước. Tóm lại có các trường hợp thực hiện sau:

- Xói rồi hạ cọc (đóng cọc hoặc chấn động);
- Đóng cọc xong rồi xói;
- Vừa đóng (hoặc chấn động) vừa xói.

Khởi đầu khi đặt cọc vào vị trí, đầu vòi nên điều chỉnh cách mặt đất 0,5m. Khi đã lắp mũ cọc, lắp búa trên mũ cọc thì bắt đầu cho máy bơm chạy và mở van cho vòi xói hoạt động, nước dưới mũi cọc xói đất làm cho mũi cọc dần dần lún vào trong đất, đồng thời cũng điều chỉnh cho ống nước hạ thấp xuống. Ống nước được rút lên đưa xuống nhiều lần khiến đất tơi rã và ống xói được thông liên tục... Nhờ trọng lượng bản thân (của cọc và của búa) phối hợp với tác động của búa, cọc sẽ lún sâu vào trong đất.

Áp lực nước xói lúc đầu tương đối nhỏ, càng về sau (càng sâu) sẽ càng tăng áp lực xói, không nên để hiện tượng cọc hạ quá nhanh. Khi cọc không xuống nữa thì mới gia tải lực búa (đóng, chấn động), khi xói mà cọc xuống nhanh thì ngưng gia tải lực tác dụng của búa.

Khi hạ cọc nên điều chỉnh đầu ống xói thấp hơn mũi cọc khoảng 0,3 ~ 0,4m. Trong quá trình xói nước, van nước không thể mở to, để tránh trường hợp áp lực nước tăng quá cao, lưu lượng sẽ tự động hạ thấp xuống bởi vì đầu vòi xói bị bùn cát lấp đầy. Khi tiếp tục xói trở lại nên điều chỉnh cho ống xói và cọc thẳng đứng, áp lực xói và lưu lượng xói phải đều - áp lực xói của nước chỉ nên giới hạn từ 0,5 đến 1,6 MPa.

Khi mũi cọc còn cách cao độ thiết kế khoảng 0,5 ÷ 2m thì nên ngưng việc xói nước, chỉ dùng búa (xung kích, chấn động) để hạ cọc nhằm tránh sự phá hoại lớp đất ở đầu mũi cọc.

Cọc thi công theo biện pháp hạ xói nước nên bố trí khoảng cách giữa các cọc > 0,9m nhằm bảo đảm chất lượng của cọc đã hạ trước đó.

7. Giá búa hạ cọc

Giá búa là một kết cấu dùng để treo gắn quả búa, dẫn trượt cho búa (cả khi đóng hạ đứng hoặc nghiêng), đồng thời cũng là chỗ tựa và dẫn hướng cho cọc. Giá búa dùng nhiều cho búa xung kích (búa điêzen và búa hơi) cũng có lúc dùng cho cả búa chấn động. Hình 27 là cấu tạo của một giá búa thông dụng - giá búa được gắn trên máy xích (bản thân nó là máy đào bánh xích hoặc cần trục bánh xích).

Giá búa có thể ở dạng thẳng đứng (hình 27, 28a, 29, 30, 31, 35).

Giá búa có thể ở dạng xiên (28c, 28d, 36).

Giá búa có thể di chuyển trên đường ray (28b).

Giá búa có thể gắn trên dầm di động (hình 31).

Giá búa có thể gắn trên máy kéo (hình 30).

Giá búa có thể gắn trên ô tô (hình 29).

Giá búa có thể xoay và nghiêng (hình 36).

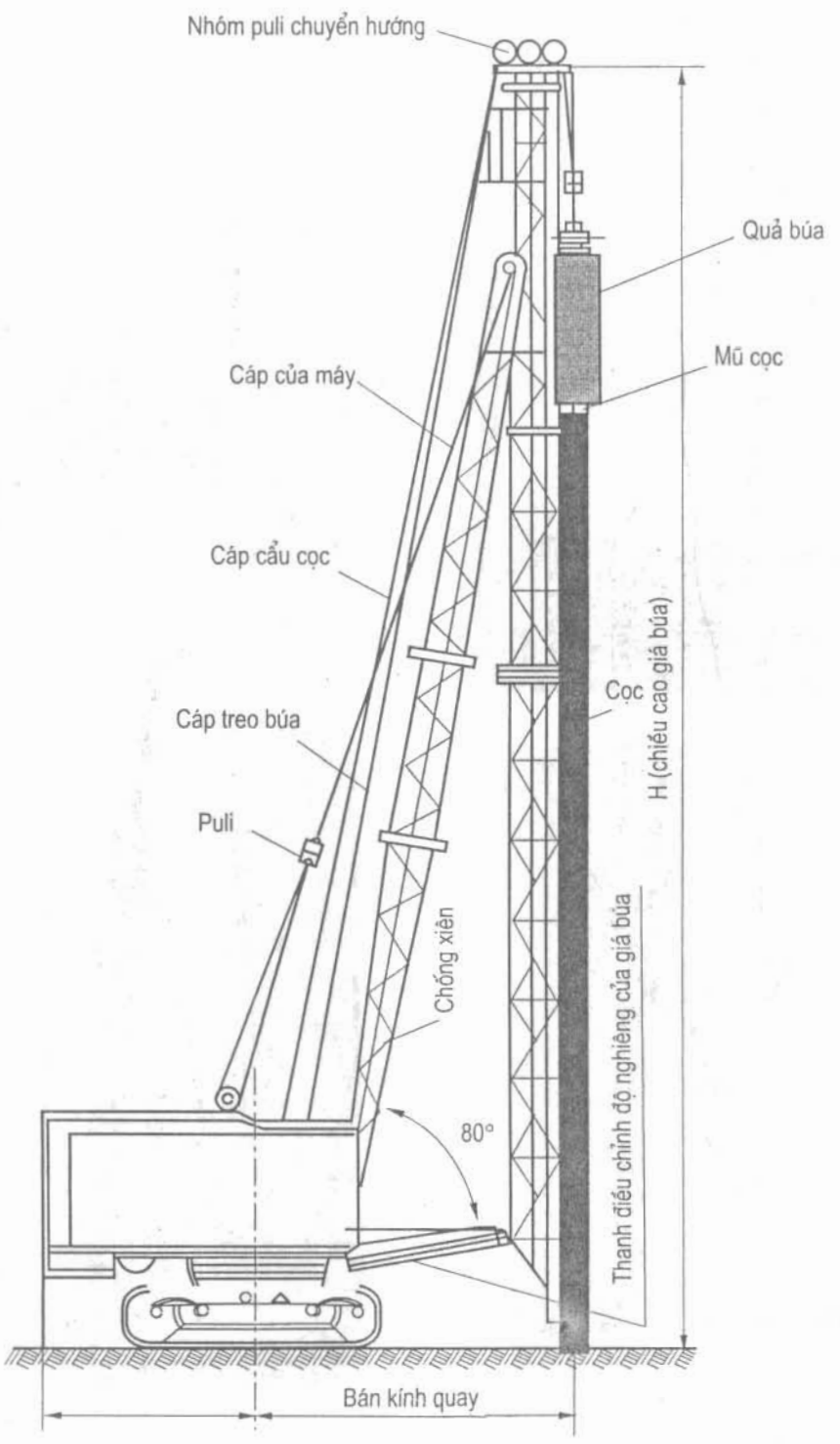
Giá búa không có bệ quay.

...

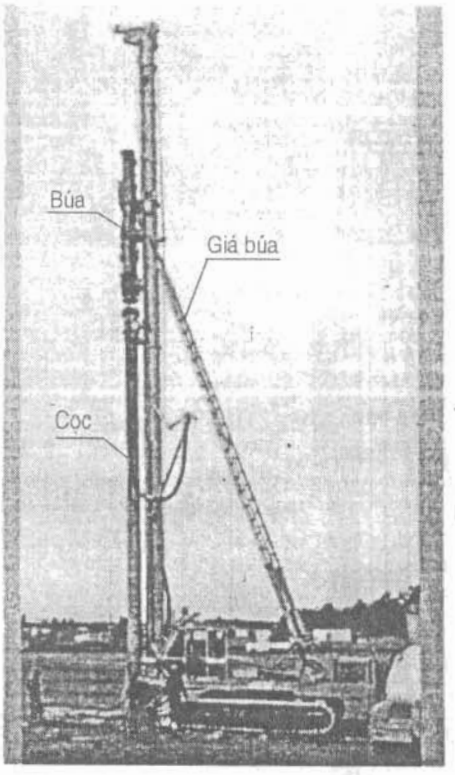
Khi chọn giá búa, cần lưu ý các thông số sau:

- Chiều dài cọc có thể hạ được.
- Trọng lượng đoạn cọc có thể nâng được.
- Năng suất hạ cọc;
- Độ nghiêng của giá theo các hướng;
- Chiều rộng cột dẫn hướng;
- Các loại búa thích hợp;
- Phương pháp di chuyển;
- Kích thước, trọng lượng;
- Công suất các thiết bị nâng.

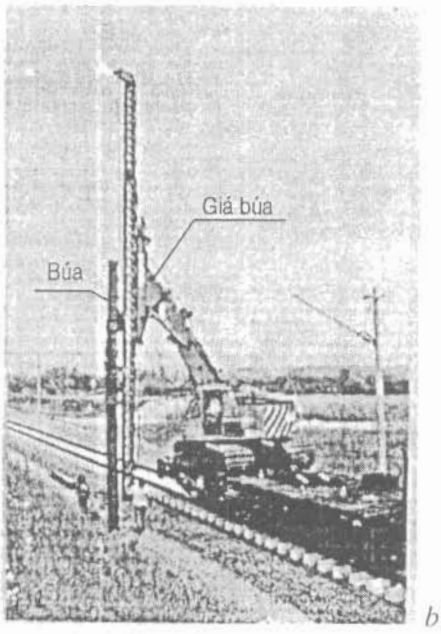
Hiện nay có những giá búa (cao > 40m có thể sử dụng để hạ các cọc dài hơn 30m).



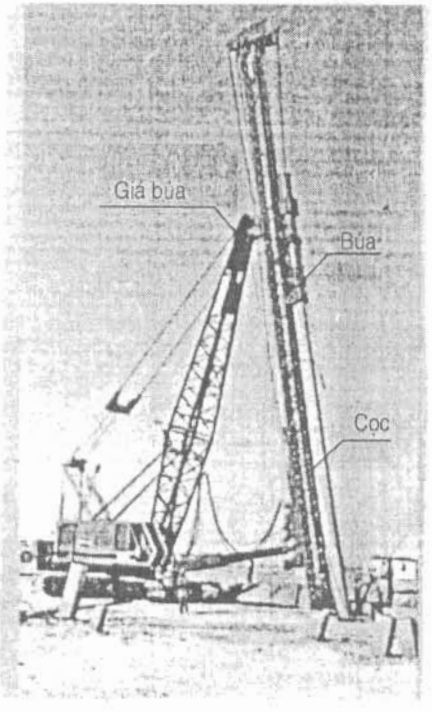
Hình 27: Giá búa được gắn trên máy xích



a)



b)



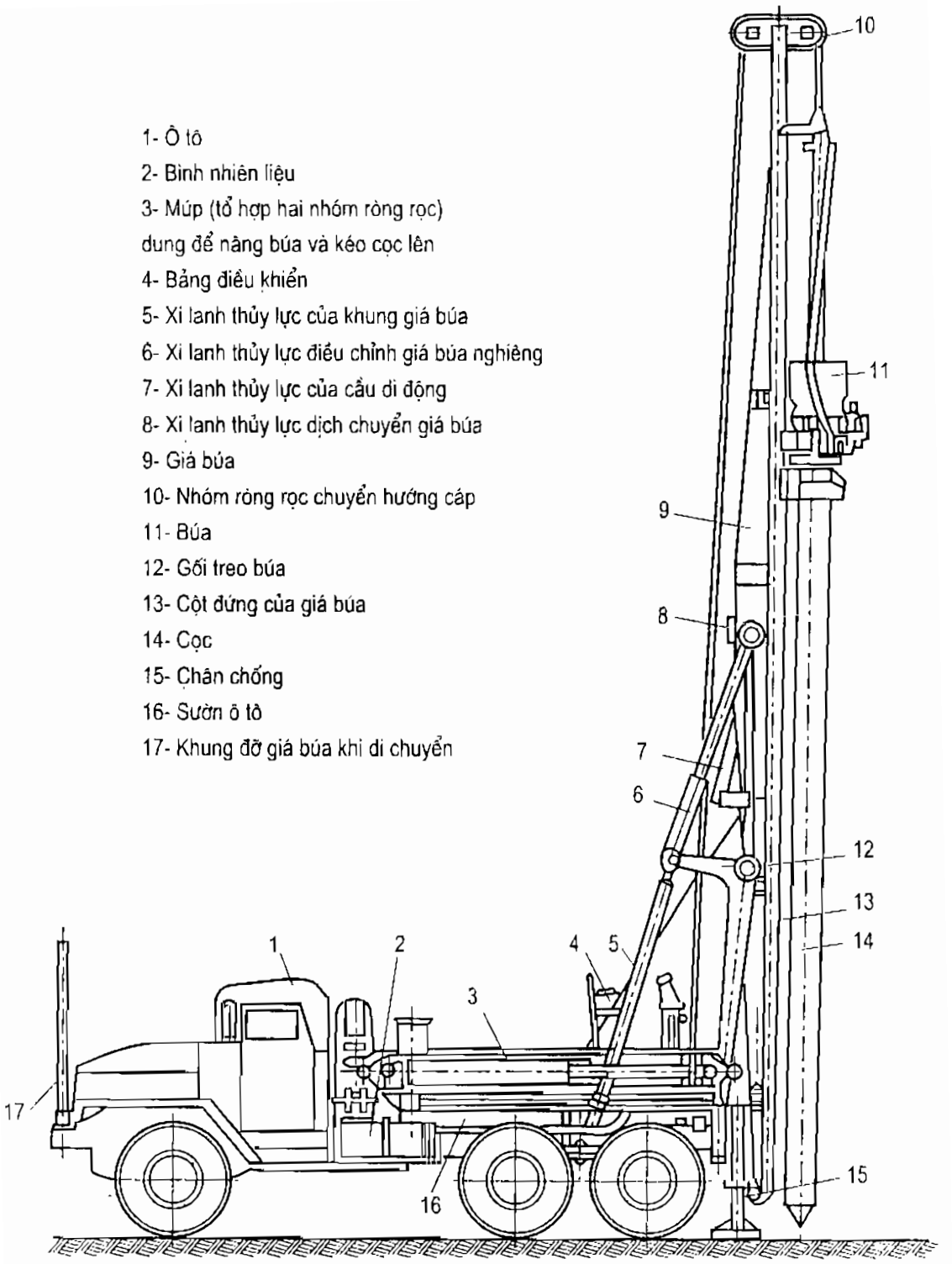
c)

d)

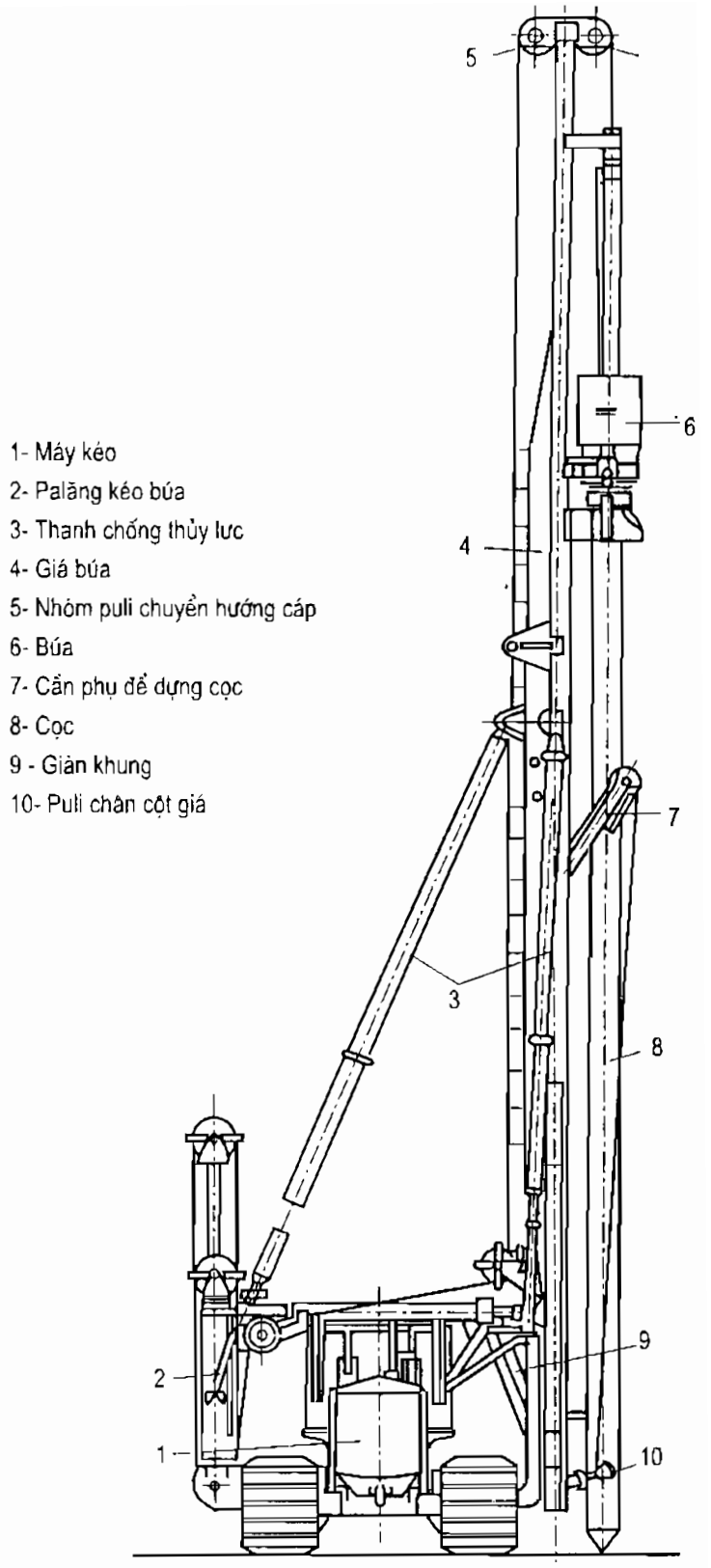
Hình 28: *Các loại giá búa đóng cọc*

a) Giá búa đóng cọc thẳng đứng; b) Giá búa di chuyển trên đường ray

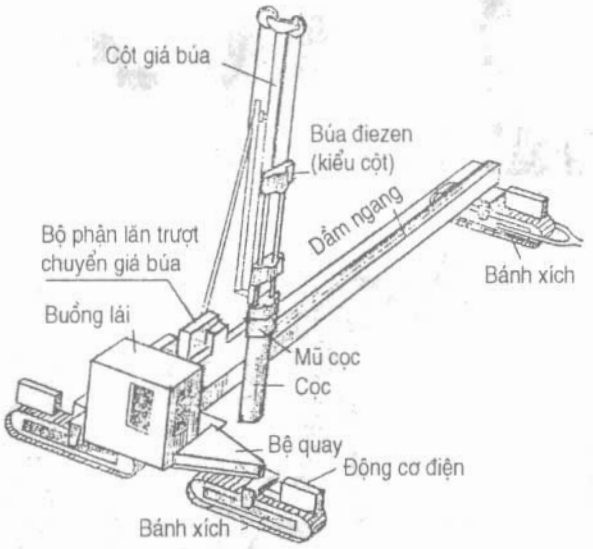
c và d) Giá búa đóng cọc xiên



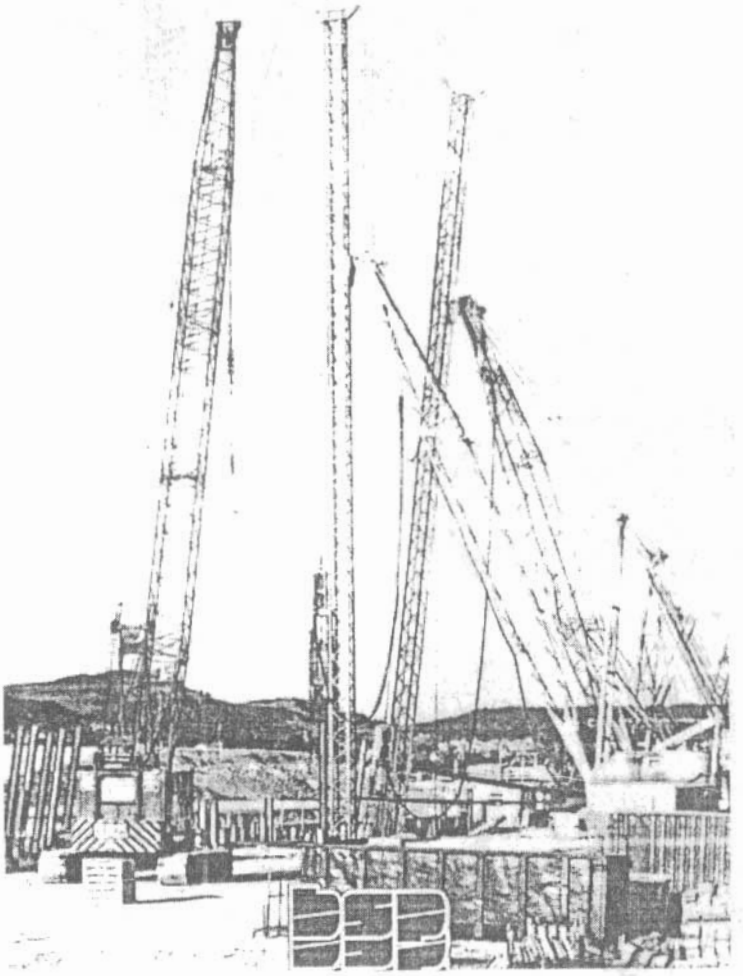
Hình 29: *Giá búa gắn trên ôtô (đóng cọc có L ≤ 10m)*



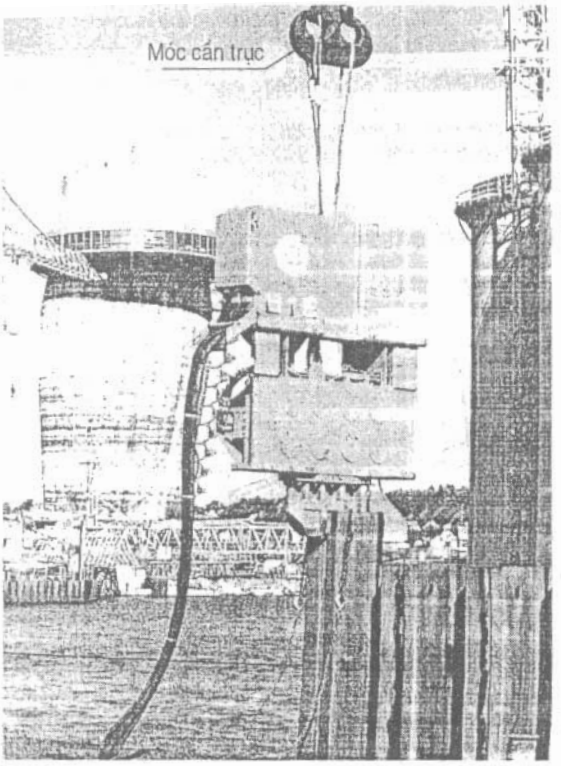
Hình 30: *Giá búa lắp trên máy kéo*



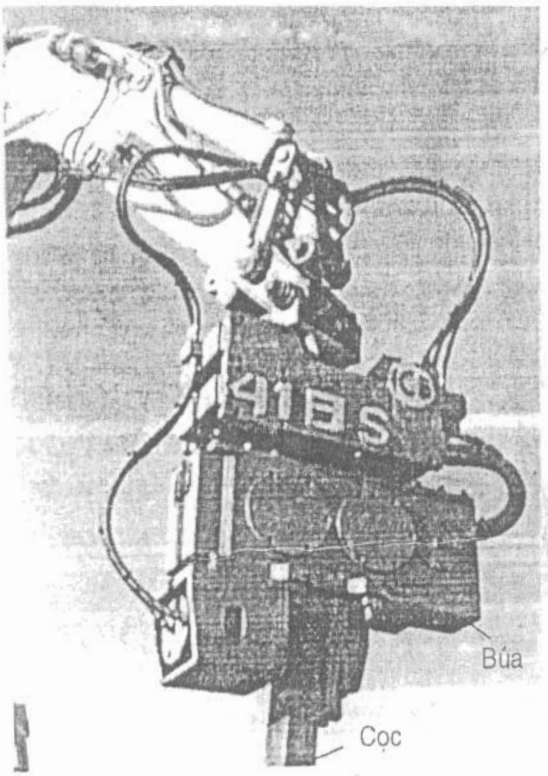
Hình 31: *Giá búa trên dầm di động (chỉ đóng cọc có l < 10m)*

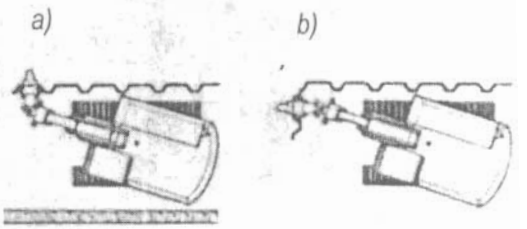


Hình 32: *Những giá búa bằng giàn thép có chiều cao lớn gắn trên bánh xích*

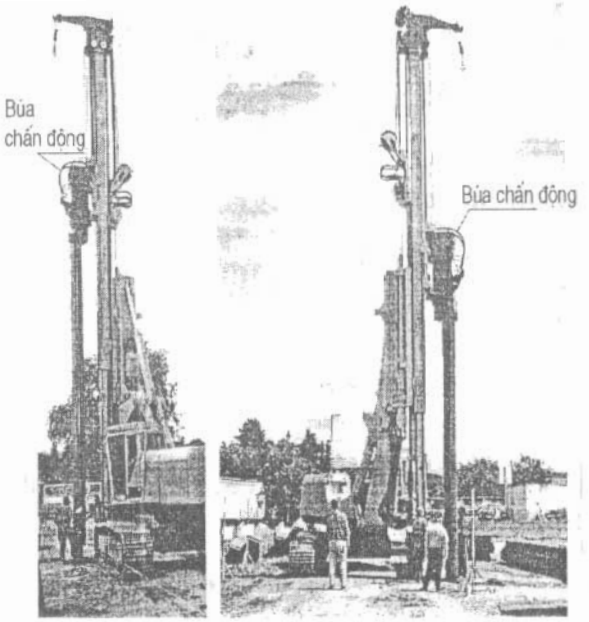


Hình 33: Búa chấn động hoạt động nhờ cần trục treo giữ

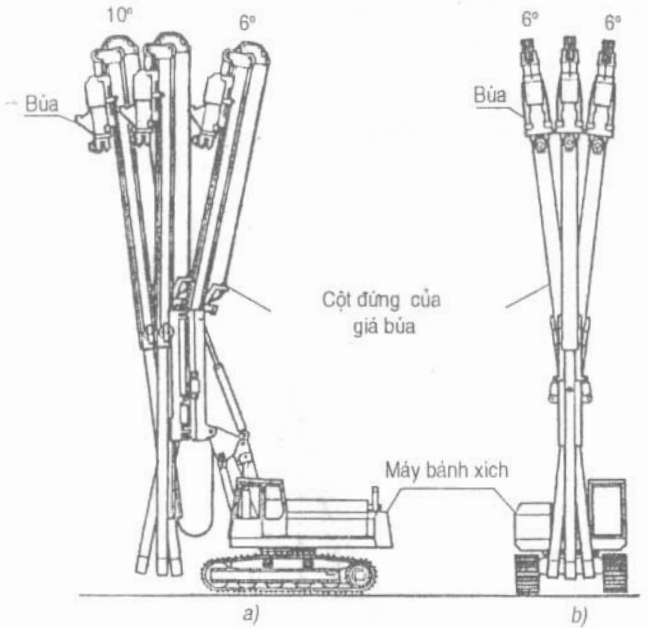




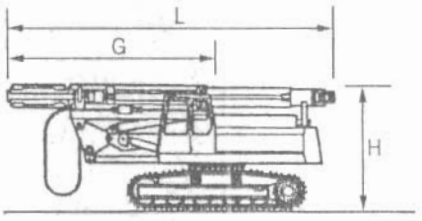
Hình 34: Thiết bị chuyên dùng cặp giữ và điều khiển búa chấn động



Hình 35: *Búa chấn động được gắn trên giá búa*



Hình 36: *Giá búa chấn động có cột giá điều chỉnh được*
a) Cột giá nghiêng theo chiều dọc;
b) Cột giá nghiêng theo chiều ngang



MSDT 1505	MSDT 1706
L 9000/9500[7]	11000/11500[7]
G 5700	6100
H 3200	3300

Hình 37: *Giá búa chấn động có cột giá điều chỉnh được và các thông số về kích thước (ở trạng thái thu gọn để di chuyển)*

Quy cách và chủng loại của giá búa (giá đóng hạ cọc) rất đa dạng quí độc giả có thể tìm hiểu tra cứu trong các sách giáo khoa máy xây dựng. Phần trình bày các thông số cục thể các giá búa không được trình bày trong tài liệu này.

8. Các trường hợp hạ cọc đặc biệt

Các trường hợp hạ cọc đặc biệt trong phần này muốn nhắc đến là:

Hạ cọc tại vùng sông hồ và biển, tại các vùng đầm lầy

Xoáy cọc.

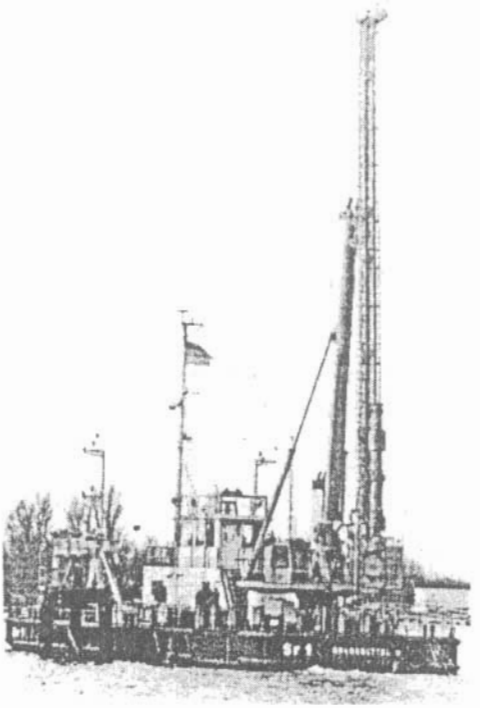
Hạ cọc bản.

Hạ cọc ống...

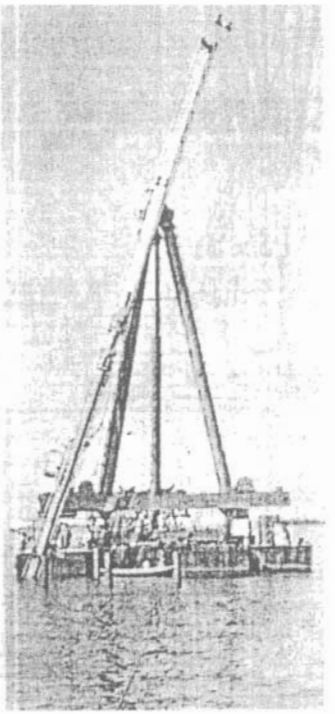
Phần hạ cọc theo phương pháp nén tĩnh (ép cọc) sẽ được trình bày thành một phần riêng biệt tiếp theo sau phần này.

a) Hạ cọc tại các vùng biển - sông - hồ và vùng đầm lầy

Muốn đưa máy hạ cọc ra ngoài biển, sông hồ xa bờ, người ta phải đặt toàn bộ máy hạ cọc trên một xà lan (tùy trường hợp mà xà lan có trọng tải từ 500 đến 2000 tấn). Cần trục phục vụ công tác hạ cọc (cẩu chuyển cọc, lắp cọc vào giá búa...) có thể đặt cùng xà lan với máy đóng cọc hoặc đặt trên một xà lan riêng. Cọc vận chuyển từ nơi đúc cọc đến nơi xà lan của máy đóng cọc được chở bằng xà lan. Các hình dưới đây mô tả các máy đóng cọc trên xà lan đang hạ cọc ở trên mặt nước (hình 38 và hình 39).



Hình 38: *Hạ cọc trên mặt nước (giá cọc đứng)*



Hình 39: *Hạ cọc trên mặt nước (giá cọc nghiêng)*

Điều cần lưu ý là phương pháp hạ cọc và định vị cọc. Do nước chảy mạnh và do xà lan không ổn định (xà lan trên mặt nước bị chao qua chao lại) nên chúng ta cũng cần có biện pháp neo giữ cố định để xà lan của máy đóng cọc không bị dịch chuyển để việc hạ cọc được chính xác. Việc đóng cọc hạ cọc ngoài sông biển chủ yếu phục vụ cho các công trình thuỷ lợi và giao thông.

Cũng có lúc công việc hạ cọc thực hiện ở sát bờ sông hồ như:

Các cảng vật liệu (cảng cơ lanh kc, cảng bốc rỡ mía...).

Nhà thuỷ tạ (nhà trên mặt nước giáp bờ).

Việc hạ cọc ở vùng sát bờ khó hơn việc hạ cọc ngoài mặt sông vì các lý do:

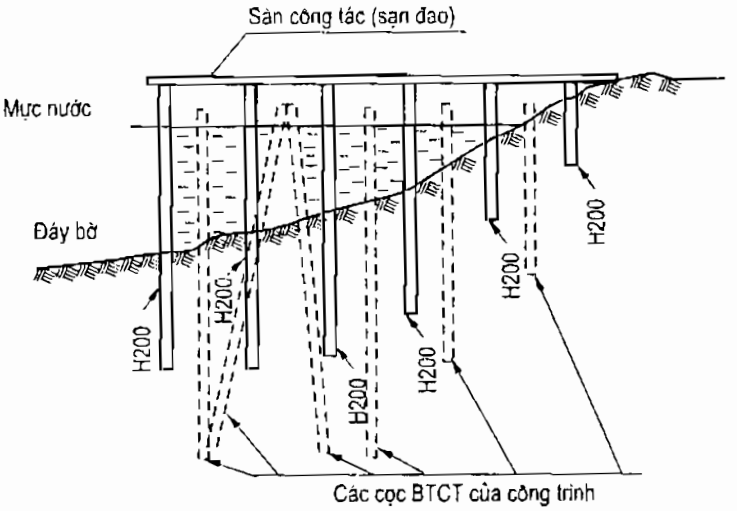
Xà lan khó vào sát bờ vì nước cạn.

Máy đóng cọc trên cạn khó tiếp cận vì đất yếu.

Trong những trường hợp như vậy, người ta thường làm các sàn công tác trên mặt nước gần bờ - trên vùng nền có hạ cọc...

Để làm sàn công tác, trước hết người ta hạ các cọc sát hình (H200 hoặc H300) như hình vẽ (hình 40).

Trên các đầu cọc sắt hình H200 như hình vẽ, người ta lắp các thanh sắt hình khác (I200, H200) làm sàn công tác. Nhờ có sàn công tác (hay còn gọi là sạn đạo) việc thi công hạ cọc sẽ dễ dàng hơn nhiều.



Hình 40: *Sạn đạo để hạ cọc sát bờ*

Hình 41: *Khung định vị cọc*

- Hạ các cọc thẳng đứng:

Để hạ cọc được chính xác ta làm một khung định vị cọc như hình 41. Lỗ định vị cọc có cạnh lớn hơn cạnh của cọc 2cm - 3cm (cọc 30 × 30 → lỗ định vị: 37 × 37). Khung định vị có thể làm bằng sắt góc 75 hoặc [80. Người ta đặt khung định vị trên sạn đạo có lỗ định vị trùng vị trí hạ cọc, sau đó khoá chặt khung vào sạn dạo. Tiếp đến, nâng cẩu cọc thả vào lỗ của khung định vị. Như vậy đã đưa được cọc vào vị trí hạ cọc. Tiếp đến, dùng cần trục đứng từ xa (trên bờ hoặc ngoài sông thuộc vị trí gần bờ), cẩu búa (diezen hoặc búa hơi) đặt lên đầu cọc, giữ búa thăng bằng (thường thì mũ búa gắn dưới đáy búa,

và tại mép mũ búa làm thêm các bộ phận cập chặt đầu cọc - tiện cho việc lắp búa vào đầu cọc và tiện giữ thẳng bằng búa). Dây cáp cẩu búa hơi chùng, cho búa làm việc, cọc lún xuống, cáp giữ búa cũng chùng và thả lỏng cho búa lún theo đầu cọc. Tóm lại để đóng cọc gần bờ, biện pháp chắc chắn và an toàn, cần phải làm sạn đạo.

Đối với trường hợp đóng hay hạ cọc xiên, người ta làm các giá tựa bằng ống thép hoặc sắt góc, sau đó đặt các giá tựa xiên lên mặt sàn công tác (sạn đạo) rồi khoá chặt lại. Tiếp đến, cẩu nâng cọc đặt trượt theo giá tựa. Kế đó đặt búa lên đầu cọc và tựa nghiêng lên giá tựa. Tuy nhiên, cần trục vẫn phải có nhiệm vụ giữ quả búa. Cho búa làm việc, búa sẽ tác dụng lên cọc và hạ cọc xuống. Việc hạ cọc tại các vùng gần bờ nói chung khó khăn phức tạp, thường thì phải giao cho đơn vị chuyên ngành thực hiện. Tiến độ thực hiện nói chung có phần hạn chế.

Tại các nơi sình lầy, người ta cũng dùng cần trục có độ với lớn, cẩu cọc đặt vào vị trí sau đó cẩu búa đặt lên đầu cọc. Để bảo đảm an toàn trong quá trình dựng cọc, khi lắp hạ cọc đứng cũng nên làm các khung giá di động, làm chỗ tựa cho cọc khi không có cần trục treo giữ (đó là lúc cần trục cẩu chuyển búa để đặt búa lên đầu cọc).

Đóng cọc xiên cũng vậy, trước hết đặt giá xiên lên nền đất, hiệu chỉnh đúng vị trí, cố định giá cọc di động sau đó lắp cọc và cuối cùng là cẩu lắp búa đặt lên giá - trên đầu cọc để hạ cọc xuống.

Trên đây là một số phương hướng có tính khái quát. Khi thực hiện cần xem xét tính toán cụ thể hơn.

b) Xoáy cọc

Xoáy cọc thường áp dụng khi hạ cọc vít xuống nền. Để hạ cọc vít xuống nền người ta sử dụng một thiết bị đặc biệt - được gọi tên là máy xoáy cọc. Máy xoáy cọc được cấu tạo bằng hai bộ cặp kẹp chặt vào đầu cọc vít và được dẫn động bằng động cơ điện để xoáy (vặn) cọc vào trong nền đất. Máy được đặt trên dàn phao (nếu xoáy xuống lòng sông) hoặc được treo giữ bằng cần trục.

Máy có chiều cao (bề dày) ≈ 1,6m.

Máy có đường kính phủ bì ≈ 3,2m.

Máy thường áp dụng để xoáy cọc có chiều dài > 8m.

Với các máy xoáy công suất nhỏ: các máy xoáy cọc có chiều dài nhỏ hơn 8m người ta có thể gắn máy lên ôtô (máy xoáy M3C-13) thành máy xoáy di động.

c) Hạ cọc bản:

Cọc bản hay còn gọi là cọc ván - là cọc có mặt cắt mỏng. Cọc bản có thể dùng để chắn thành hố đào chống sụt lở (thường dùng cọc ván, cọc bản thép, cọc Larssen) hoặc chống thấm... Ngoài cọc ván, cọc bản thép... người ta còn đóng các cọc bản bằng bêtông cốt thép. Cọc bản bằng bêtông cốt thép thường dùng để gia cố bờ kè ở bên sông bến cảng.

Hạ cọc bản có thể dùng thiết bị xung kích mà cũng có thể dùng thiết bị chấn động. Tuy nhiên, việc dùng thiết bị nào để bảo đảm nhanh, tiết kiệm chi phí, an toàn trong quá trình thi công cũng như bảo đảm chất lượng cọc... cần phải tính toán kiểm tra hoặc đóng hạ thử nghiệm một vài cọc ở hiện trường.

Thông thường, người ta hay dùng búa chấn động được gắn trên máy chuyên dùng (hình 33 và hình 34).

Khi đóng cọc bản theo đường thẳng, nên làm các thanh dọc làm cữ kiểm tra để bảo đảm việc hạ tường cọc bản được thẳng hàng - nhanh. Việc hạ cọc đứng không xiên xẹo méo mó, ngoài khả năng bảo đảm chịu lực cho cọc còn có một cái lợi khác là sau này việc nhổ cọc lên sẽ dễ dàng hơn.

d) Hạ cọc ống

Cọc ống hạ xuống nền chủ yếu có 3 loại:

- Cọc ống BTCT (bịt kín mũi cọc);
- Ống thép (không bịt đầu ống);
- Cọc ống thép (bịt kín mũi cọc).

Trong bảng 1 đã trình bày, đoạn cọc ống đúc có thể dài đến 15m chúng liên kết nối khi hạ xuống chủ yếu bằng liên kết hàn hoặc liên kết bu lông. Do ở giữa rỗng nên cọc ống nhẹ, vì vậy người ta có thể sử dụng ống có đường kính ngoài bằng 1m. Ống có đường kính ngoài 1m, nếu đúc với chiều dài 15m thì ống BTCT có trọng lượng ≥ 8000 kg. Với cọc ống 8 tấn, việc nâng chuyển không quá khó khăn. Tuy nhiên đầu ống với mũi bịt kín và đường kính lên đến 1m thì lực hạ cọc yêu cầu rất lớn. Việc hạ cọc bằng phương pháp chấn động rất khó thực hiện được, chỉ có thể đóng hoặc ép cọc mà thôi.

Khi hạ cọc ống BTCT cần lưu ý một số yêu cầu sau:

- Chuẩn bị hiện trường, kiểm tra nghiệm thu cọc trước khi đưa vào giá đóng cọc, chọn thứ tự sơ đồ cọc hạ hợp lý, đánh dấu các vị trí hạ cọc.

- Búa đóng cọc thường dùng là búa diezen, vì búa gọn nhẹ, năng lượng búa lớn, năng suất cao. Lưu ý độ chối của 10 nhát búa cuối cùng phải đạt được từ 2cm - 4cm (do thiết kế quy định). Quá trình đóng duy trì tốc độ và lực xung kích hợp lý để khi kết thúc, đầu cọc bị phá vỡ không quá 1% bề mặt (tối đa không quá 3%). Mỗi đoạn cọc chỉ thích nghi với số lần xung kích < 1500 và trong trường hợp cá biệt cũng không nên > 2500 xung kích. Việc chọn búa thông qua kinh nghiệm mà cụ thể là thông qua lần đóng cọc thử nghiệm trước đó.

- Cọc ống rất dễ vỡ đầu cọc vì vậy cần phải có đệm cọc và đệm búa (lưu ý phân biệt giữa đệm búa - trên mũ cọc và đệm cọc nằm dưới mũ cọc nhưng lại trên đầu cọc. Để phân biệt rõ ràng, xem hình 42). Lớp đệm phải có chiều dày > 12cm.

- Tránh trường hợp cọc đóng xong bị lệch tâm hoặc nghiêng quá nhiều, khi hạ cọc xuống đất nền phải chính xác và dựng cọc thẳng đứng (lệch chiều đứng < 0,5%).

- Nối cọc yêu cầu phải làm sạch bề mặt và chỗ tiếp giáp. Khi nối cọc, cọc trên đang ở trạng thái gia tải. Nếu nối hàn thì tại vành thép trên và dưới đều phải tạo mép vát. Việc hàn phải thực hiện đối xứng để tránh hiện tượng lệch tâm theo chiều đứng.

- Cọc ống đóng xuống nền đất sét nhuyễn mà cọc lại gồm nhiều đoạn ống nối tiếp thì việc đóng cọc nên tiến hành liên tục cho đến khi xong mới được ngưng. Bởi vì rằng trong vùng đất nền như vậy, nhờ chấn động do đóng cọc gây ra nên các kết cấu đất bị phá hoại, khả năng kháng cắt của đất hạ xuống rất thấp, thuỷ áp trong các khe rỗng tăng nhanh và việc đóng cọc xuống rất dễ dàng. Nếu việc gián đoạn đóng cọc quá lâu, có thể đất dưới tác dụng xúc biến sẽ dần dần khôi phục trở lại, nước khe rỗng không còn, đất quanh thân cọc cố kết trở lại và việc đóng cọc tiếp tục sẽ rất khó khăn, đầu cọc dễ bị phá hoại. Trong thực tế có nhiều đơn vị muốn sử dụng búa liên tục mà không phải chờ hàn nối, người ta đã nghĩ ra cách mà họ cho rằng "sáng kiến". Họ cho đóng hết tất cả đoạn cọc ống đầu cho cả bãi hoặc cho một khu vực rồi sau đó mới nối và tiếp tục đóng các đoạn kế tiếp trong giai đoạn sau. Kết quả như ta biết: Việc đóng cọc đoạn sau rất khó khăn.

- Cần khống chế chiều sâu hạ cọc: Do cọc chịu lực lớn, cọc to nên lực ma sát quanh thân cọc cũng lớn vì vậy mỗi lần hạ cọc nên khống chế chiều sâu hạ cọc không vượt quá 2m (< 2m) nhằm bảo đảm an toàn cho kết cấu đầu cọc không bị phá vỡ.

- Hạ cọc ống bằng phương pháp ép (nén tĩnh)

Nếu hạ cọc ống trong nội thành hoặc nơi đông dân thường người ta không cho phép đóng: vừa gây ồn ào, vừa gây ô nhiễm vừa gây chấn động mạnh cho các công trình hiện hữu. Vì vậy việc hạ cọc ống trong nội thành hiện nay cũng phải dùng phương pháp ép tĩnh.

Ép cọc ống cũng như ép các cọc tiền chế khác.

Biện pháp ép tĩnh sẽ được trình bày ở phần sau.

e) Hạ ống thép:

Người ta cũng hạ những ống (thép tròn) - có ống dài ≈ 20m khi khoan lỗ cọc nhồi. Trước hết người ta hạ ống thép, sau đó khoan lấy đất trong ống thép, sau đó đặt cốt thép và đổ bê tông. Quá trình đổ bê tông cho cọc nhồi cũng là quá trình từ từ rút ống thép lên (thu hồi trở lại). Dùng ống thép để giữ vách lỗ khoan cọc nhồi có những thuận lợi như: Không phải dùng bentonite, quá trình khoan không sợ lở đất, chống nước ngầm tốt, người ta có thể đầm và mở rộng mũi cọc (cho chảy vào trong ống rồi giộng mạnh...). Tuy nhiên, khi sử dụng biện pháp này, cần phải tính toán kỹ biện pháp rút ống lên để thu hồi ống trở lại.

Do ống chỉ có nhiệm vụ bảo vệ vách hố khoan nên ống hở (mở miệng). Việc hạ ống thép hở miệng rõ ràng dễ dàng hơn so với hạ ống bịt đầu ống. Do vậy thường người ta dùng biện pháp chấn động (búa rung đặt trên đầu ống) để hạ ống. Trong quá trình hạ ống, hiện tượng chèn đất xảy ra không đáng kể cho nên việc hạ ống xuống nhanh.

Tuy nhiên quá trình hạ ống nên cẩn thận, không phải vì ống xuống nhanh mà quên quan sát chú ý đến độ chính xác về vị trí và độ thẳng đứng của cọc nhồi sau này.

f) Hạ cọc ống thép

Tại những vùng mà bề mặt dất mềm có chiều dày đến 50m hoặc 60m người ta thường dùng cọc ống bằng thép. Cọc ống bằng thép chịu lực có mũi cọc bịt kín (bịt đầu). Mặc dù chi phí giá thành khá lớn, khi hạ cọc lại gây tiếng ồn lớn, chấn động mạnh đồng thời yêu cầu các thiết bị hạ cọc rất phức tạp và việc bảo vệ bề mặt để chống xâm thực rất khó khăn... Tuy nhiên xét về những ưu điểm khác thì cọc ống thép nhẹ, sức chịu tải lớn, vận chuyển lắp ghép dễ dàng, dễ nối dài tuỳ ý, thi công nhanh, chất lượng bảo đảm...

Ống thép làm cọc ống phải có cường độ chịu kéo giới hạn ≥ 402 MPa và cường độ giới hạn chảy ≥ 235,2 MPa. Ống thép sản xuất có chiều dài 12 - 15m, có đường kính từ 406 - 2032mm và chiều dày thành ống từ 6 ~ 25mm.

Trong quá trình hạ cọc, ống thép được nối với nhau bằng liên kết hàn. Để bảo vệ cho bề mặt ngoài của cọc ống không bị xâm thực đồng thời làm giảm lực của ma sát trong quá trình hạ ống, người ta sơn ở mặt ngoài ống một lớp bitum, đặc biệt là sơn phủ tại bề mặt các chỗ nối tiếp khi hàn nối ống trên và ống dưới.

Năng lương búa đóng các cọc ống thép dài yêu cầu rất lớn, vì vậy người ta thường dùng các búa diezen của Đức và của Nhật.

Các búa hiệu DELMAG của Đức như: D308, D408.

Các búa hiệu KOBE của Nhật như: KH 100; KH180; K35; K45.

Các búa hiệu MISUMISHI của Nhật như: MH72B.

Tại những khu vực nền đất yếu, mức nước ngầm cao nên tiến hành đóng cọc trước khi đào đất.

Quá trình hạ cọc ống thép phải có mũ cọc bao lấy đầu cọc. Ngoài tác dụng giảm chấn, mũ cọc giữ cho đầu ống tròn và phẳng (vì chúng rất dễ bị méo) để công tác lắp nối cọc sau này dễ dàng và nhanh chóng.

Ngoài ra người thi công hạ cọc ống thép cũng cần lưu ý đến việc khống chế độ chối cho 10 nhát búa cuối cùng và khống chế số lần xung kích của búa cho 10m cọc cuối cùng. Những yêu cầu này phải chấp hành đúng các yêu cầu của thiết kế đã đề ra.

Trong thi công dân dụng và công nghiệp thường ít khi thi công cọc ống thép, vì vậy không đi sâu thêm về vấn đề này.

9. Các sự cố thường xảy ra khi đóng cọc

- Đầu cọc bị dịch chuyển hoặc bị trồi lên chủ yếu vì những lý do sau: khi đóng cọc xuống gặp phải vật cản hoặc đá mồ côi khiến đầu cọc trồi lên và bị dịch chuyển. Cũng có thể do khi dựng cọc để đóng lúc đầu và khi dựng cọc nối với đoạn đã đóng trước đó... cọc dựng không thẳng nên khi đóng xuống xảy ra hiện tượng xê dịch đầu cọc. Đối với trường hợp khoan lỗ rồi đóng cọc, có thể lỗ khoan không thẳng đứng theo chiều dày đợi cho nên khi hạ cọc, đỉnh cọc bị xê dịch sai vị trí. Đối với móng có nhiều cọc (mật độ cọc lớn) thứ tự hạ cọc không đúng nên đã xảy ra hiện tượng chèn đất khiến các cọc đóng trước đó bị dịch chuyển vị trí.

- Cọc bị lệch nghiêng: Do hiện trường không được bằng phẳng nên khi dựng giá đóng cọc bị ảnh hưởng. Mặt trên của cọc không được bằng phẳng vì vậy khi lắp mũ cọc, lắp búa vào... cả ba bộ phận này không đồng tâm trên chiều đứng, khi đóng cọc khiến cọc nghiêng lệch về một phía. Cọc đúc không thẳng như thiết kế yêu cầu cũng là một lý do gây nên hiện tượng cọc bị lệch nghiêng.

- Đầu cọc bị vỡ: Đầu cọc bị vỡ khi hạ cọc có thể do việc gia cường vỉ thép ở đầu cọc không đúng, có thể do bê tông không đạt cường độ hoặc do việc chọn búa đóng cọc hoặc thiết bị hạ cọc không hợp với tình hình địa chất của công trình. Đầu cọc đúc không được phẳng hoặc lớp bảo vệ trên đầu cọc quá dày cũng là một nguyên nhân gây ra hiện tượng vỡ đầu cọc. Chọn búa không đúng, số lần xung kích của búa quá nhiều, sự lắp đặt và tiếp xúc của mũ cọc đệm cọc không tốt khiến đầu cọc phát sinh ra ứng suất cục bộ làm vỡ đầu cọc. Nguyên nhân cuối cùng có thể là do chiều cao rơi của búa (xung trình) quá lớn hoặc đầu mũi cọc gặp chướng ngại vật.

- Cọc bị gãy: Do cọc đúc không thẳng hoặc khi hạ cọc đầu cọc gặp phải vật cản. Cường độ bêtông không đạt yêu cầu.

- Mối nối bị nứt: Do khi nối (hàn nối đầu dưới của cọc trên với đầu trên của cọc dưới) vệ sinh không sạch cho nên hàn nối không có tác dụng. Mặt khác khi đặt cọc chồng nối không gia tải vì vậy giữa 2 mặt nối còn một khoảng hở (bị kênh) cho nên khi lực xung kích tác dụng mối hàn bị gẫy khiến mối nối bị nứt rời. Nguyên nhân cuối cùng có thể do trục đứng của đoạn trên và đoạn dưới không đồng tâm, dưới tác dụng của búa mối nối bị nứt gãy.

- Mũi cọc không đạt đến chiều sâu thiết kế. Nguyên nhân chủ yếu do khảo sát địa chất không chính xác, tầng đất chịu lực nằm quá cao; thiết kế yêu cầu quá cao so với thực tế. Hạ cọc gặp chướng ngại vật. Đóng xuống gặp phải tầng cát, càng đóng cát lèn càng chặt đến mức không đóng được nữa. Búa chọn không đạt yêu cầu. Đỉnh cọc bị vỡ, thân cọc bị gãy khiến cọc bị bùng nhùng nên đóng không xuống. Đang đóng mà nghỉ nửa chừng quá lâu khiến lực ma sát quanh cọc phục hồi và tăng cao nên đóng lại không xuống.

- Cọc xuống quá nhanh: Gặp phải tầng đất quá mềm hoặc gặp hang động ở đầu mũi cọc. Mối nối cọc bị gãy hoặc thân cọc bị gãy trong lòng đất. Chiều cao rơi của búa quá cao hoặc cọc nối trên không đồng tâm với cọc dưới cho nên khi đóng xuống cọc dưới có xu hướng di xiên ngang vì vậy cọc xuống quá nhanh.

- Cọc bị nhảy hoặc dội lên: Mũi cọc gặp chướng ngại vật hoặc gặp rễ cây. Cũng có thể do cọc đúc bị cong mà chiều dài đúc quá lớn. Một nguyên nhân nữa là chiều cao rơi búa quá lớn cũng có thể gây ra hiện tượng nhảy cọc.

- Các trường hợp xảy ra khi thi công, người thi công không được tự ý giải quyết theo ý chủ quan của bản thân mà cần phải tham khảo ý kiến của đơn vị thiết kế và tư vấn để giải quyết.

Sau đây là một số phương hướng có tính tham khảo:

Nếu đóng cọc mà cọc bị vỡ đầu cọc thì dùng máy cắt cắt bằng đầu cọc, bảo đảm đầu cọc phẳng đều... sau đó tiếp tục hạ cọc như trước.

Đóng cọc bị gãy, nếu là đoạn đầu tiên thì nên nhổ lên. Việc nhổ cọc chủ yếu dùng búa rung kết hợp với lực kéo lên (cần trục, tời điện, máy ép...). Còn nếu cọc gãy là đoạn cọc thứ 2 hoặc đoạn thứ ba thì có thể giải quyết theo nhiều cách khác nhau - tuỳ tình hình thực tế mà quyết định. Ví dụ: có thể đóng một cây bổ sung ở vòng ngoài và mở rộng đài cọc ra hoặc có thể bỏ qua nếu phần gãy (2-3m) không đáng kể so với chiều dài của cọc (người thiết kế chỉ bỏ qua nếu họ thấy rằng hệ số an toàn vẫn còn đảm bảo chịu lực cho công trình).

Việc đóng sai vị trí hoặc đóng chưa đạt cao độ thiết kế... nói chung cũng giải quyết theo các hướng đề xuất trên.

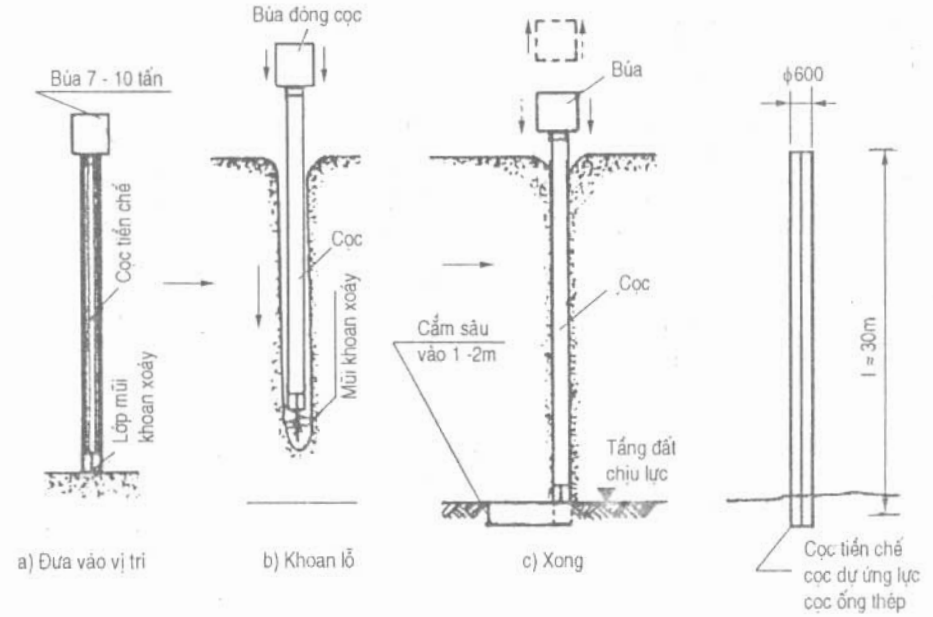
10. Hạ cọc sau khi khoan lỗ

Hạ cọc sau khi khoan lỗ thường được áp dụng khi phải đóng hạ cọc qua tầng đất cứng mà khả năng thiết bị đóng (búa) hoặc thiết bị hạ không thực hiện được hoặc thực hiện có nguy cơ làm vỡ đầu cọc. Cũng có thể hạ cọc qua tầng đất quá yếu để mũi cọc đạt đến tầng đất cứng nhưng quá trình hạ có thể gây ảnh hưởng đến các công trình lân cận hoặc gây trồi đất, dịch chuyển vị trí cọc đã đóng trước đó (hoặc đã ép trước đó) khiến người ta sử dụng biện pháp an toàn hơn - khoan lỗ rồi tiến hành hạ cọc sau.

Một số trường hợp cụ thể.

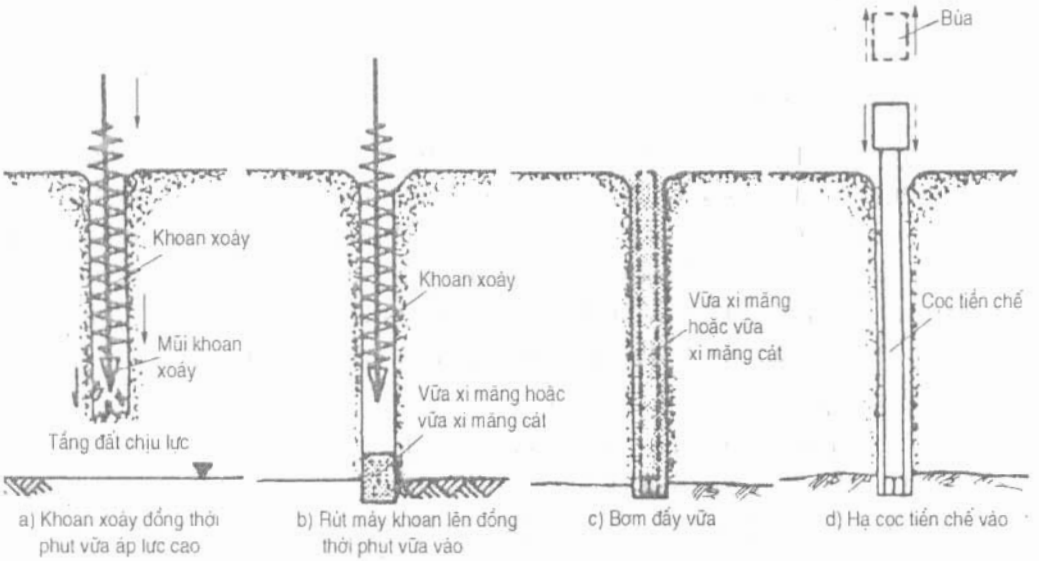
- Khoan lỗ nhỏ hơn cạnh của mặt cắt cọc sau đó hạ cọc xuống lỗ đã khoan bằng phương pháp đóng hay ép. Phương pháp này đảm bảo cọc xuống đến cao độ thiết kế, ít gây chấn động đồng thời đầu cọc thân cọc không bị hư hại.

- Thiết bị khoan được gắn ở mũi cọc, đầu cọc được đóng với lực búa 7 - 10 tấn nhờ đầu mũi khoan xoắn ghim vào đất mà xuống từ từ và cắm vào tầng đất chịu lực (phương pháp mũi xoáy MD - hình 42).

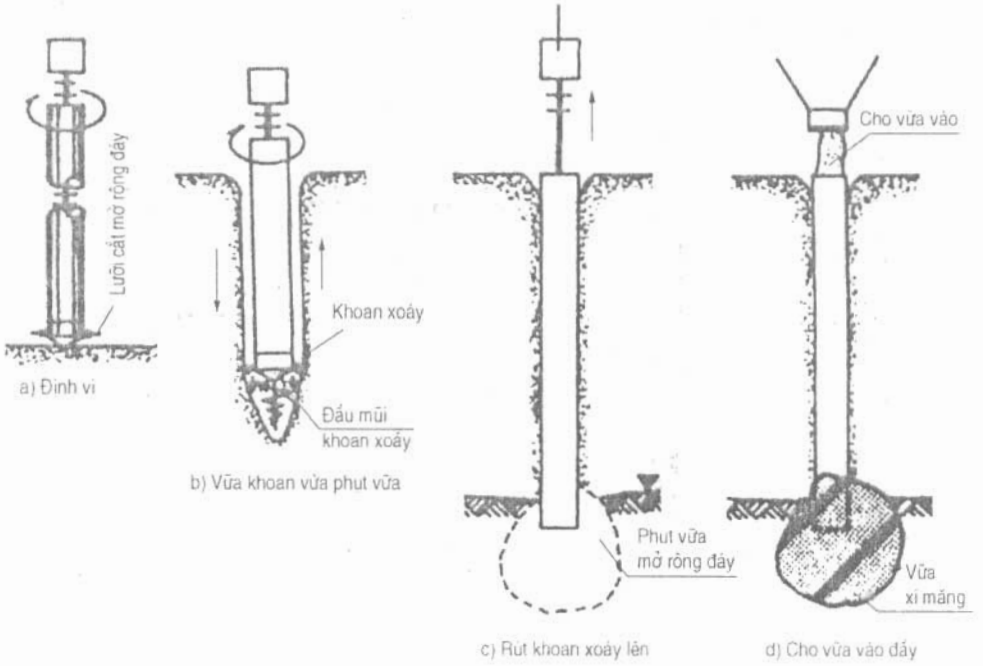


Hình 42: Hạ cọc kết hợp mũi khoan xoáy MD

- Dùng khoan xoắn tạo lỗ, đáy lỗ ăn sâu vào tầng đất chịu lực, sau khi khoan đến cao độ thiết kế, người ta tiến hành bơm đầy vữa (vữa xi măng hoặc vữa xi măng cát) và rút khoan từ từ lên. Sau đó hạ cọc vào lỗ khoan đầy vữa. Mũi cọc sẽ tựa trên nền chịu lực đồng thời ép chặt vữa vào thành lỗ khoan. Cọc cho vào trong lỗ khoan có thể là cọc đặc ruột hoặc cọc ống BTCT tiền chế, cũng có thể là cọc ống thép. Chiều dài thích hợp cho loại cọc này thường từ 10m đến 20m, đường kính cọc thể đạt đến ϕ500. Mũi cọc cấu tạo hình chữ thập (+), xem hình 43.



Hình 43: Hạ cọc chữ thập sau khi khoan lỗ và phụt đầy vữa



Hình 44: Thi công cọc theo phương pháp TATP

- Khoan lỗ đồng thời hạ ống: Sau khi khoan đạt đến cao độ mũi của thiết kế (đến tầng đất chịu lực) thì tiến hành bơm vữa áp lực cao (phụt vữa) để mở rộng đáy, tiếp đến rút cần khoan lên và bơm hoặc đổ vữa đầy ống. Phương pháp khoan lỗ đồng thời hạ ống và phụt vữa mở rộng chân cọc gọi là phương pháp thi công TATP (Hình 44).

11. Hạ cọc bằng phương pháp nén tĩnh (ép cọc)

Nếu so với phương pháp hạ cọc bằng phương pháp đóng của các loại búa (búa hơi nước ra đời sau 1765, búa điezen của DELMAG ra đời năm 1938) thì phương pháp hạ cọc bằng phương pháp ép tĩnh chỉ mới xuất hiện trên 20 năm. (Đây là sáng kiến của người Nhật bắt đầu thực hiện từ năm 1980).

Hạ cọc bằng phương pháp nén tĩnh (ép cọc) đã cho thấy có nhiều ưu điểm vượt trội:

Không gây ồn ào

Không gây ô nhiễm (khí thải của búa điêzen)

Không gây chấn động quanh vùng (nén tĩnh).

Ở Việt Nam, phương pháp nén tĩnh bắt đầu được thực hiện từ năm 1985 và phát triển rộng rãi từ những năm 1990 trở đi.

a) Nguyên lý hoạt động của máy ép cọc

Máy ép cọc có một bệ máy (chi tiết ① hình 45) bằng sắt hình. Trên bệ máy có gắn cụm lồng cố định và di động (bao gồm chi tiết 3,4 và 5 như hình 42). Liên kết giữa lồng cố định và lồng di động là 2 kích dầu. Toàn bộ cụm lồng được gắn lên bệ máy nhờ khung định vị 2: Trước hết gắn khung định vị 2 lên bệ máy 1 và dùng đai hoặc bu lông neo giữ cố định nó lại. Tiếp đến, đặt toàn bộ cụm lồng lên khung định vị 2 và neo chặt vào khung định vị 2. Cho cọc vào lồng di động, cài đòn ngang 7 trên đầu cọc, chất các cục đối trọng lên hai sàn đối trọng của bệ máy. Máy bơm dầu làm việc, dầu vào trong xi lanh, đẩy piston ra, piston kéo lồng di động xuống, đồng thời lồng cố định có xu hướng được nâng lên - do lồng cố định được neo cố định chặt vào bệ máy thông qua khung định vị 2 nên bệ máy cũng có xu hướng được nâng lên bao gồm cả 2 sàn đối trọng. Nói cách khác, do bệ có đối trọng được nâng lên nên lực níu đầu cọc xuống xuất hiện và cọc từ từ cắm sâu vào trong đất. Sau khi piston giãn ra hết nước, bệ máy níu cọc xuống và bệ máy cũng dần dần áp sát mặt đất. Lúc này lại thu piston về (nâng lồng di động lên), cài lại thanh đòn ngang ở trên đầu cọc, quy trình ép cọc lại bắt đầu như trước.

Nguyên lý hoạt động của máy là: Dùng hệ kích thuỷ lực để nâng đối trọng lên níu vào đầu cọc khiến cho cọc lún sâu vào trong đất:

Muốn cọc cắm vào lòng đất thì lực ép phải thắng lực ma sát của đất quanh cọc:

Đối trọng > Ma sát quanh cọc.

Muốn đối trọng tạo ra được lực ép thì kích phải nâng được đối trọng lên - có nghĩa là:

Lực kích >> Lực của đối trọng.

Hình 45 thể hiện mặt đứng của một máy ép cọc và thể hiện cấu tạo các chi tiết trong máy ép cọc.

b) Cấu tạo của máy ép cọc (đang sử dụng hiện nay)

Máy ép cọc được cấu tạo bằng các chi tiết sau:

Bệ máy.

Cụm lồng (cố định + di động + 2 kích dầu)

Những cục đối trọng.

Máy bơm dầu cho kích hoạt động.

Đòn ngang trên đầu cọc.

Tuỳ loại máy ép (có sức ép lớn hay nhỏ) mà bệ sẽ được cấu tạo từ các loại sắt hình lớn hay nhỏ (I hoặc H từ 40cm đến 70cm). Kích thước bệ phụ thuộc vào điều kiện thi công: Bệ lớn khi ép cọc thì ít phải di chuyển bệ nhưng có nhược điểm là vận chuyển cồng kềnh và không dùng để ép được ở những nơi chật hẹp (tại những mảnh đất xen kẽ trên các đường phố). Bệ nhỏ hẹp thì di chuyển dễ dàng, có thể dùng để ép cọc ở các khu đất nhỏ hẹp, tuy nhiên do phạm vi ép trong khoang trống bị hạn chế (chi tiết 1 của hình 45) cho nên phải xê dịch chuyển bệ - đối trọng - cụm lồng nhiều lần. Nói chung chiều rộng bệ thường từ 2 ÷ 3m, chiều dài từ 4 đến 8cm.

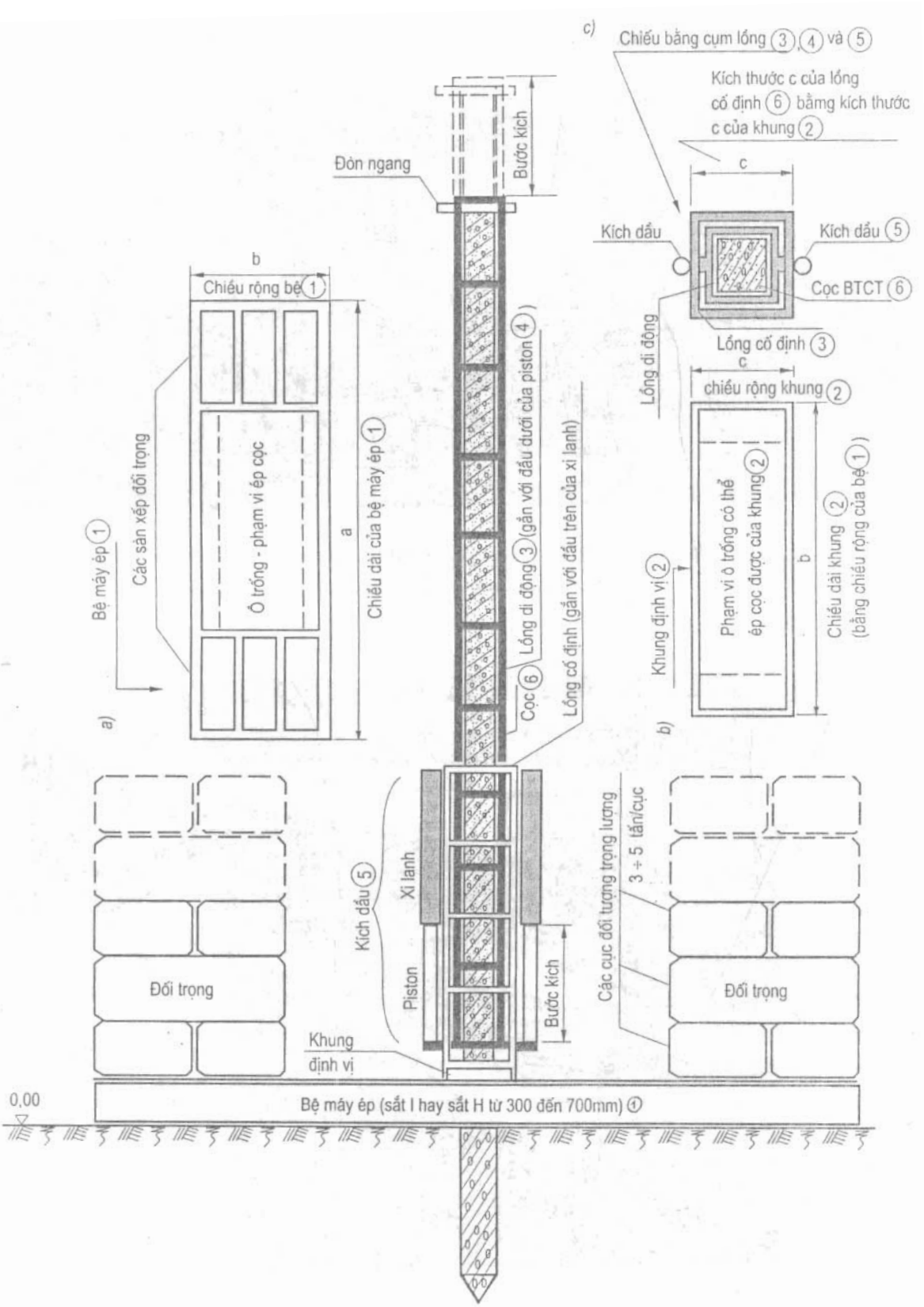
Cụm lồng bao gồm lồng cố định, lồng di động và 2 kích dầu (xem hình 46 và hình 47).

Đối trọng được làm bằng bêtông cốt thép, mỗi cục nặng từ 3 ÷ 5 tấn. Đối trọng cho một máy kèm theo nhiều hay ít tuỳ lực ép tối đa lớn hay nhỏ.

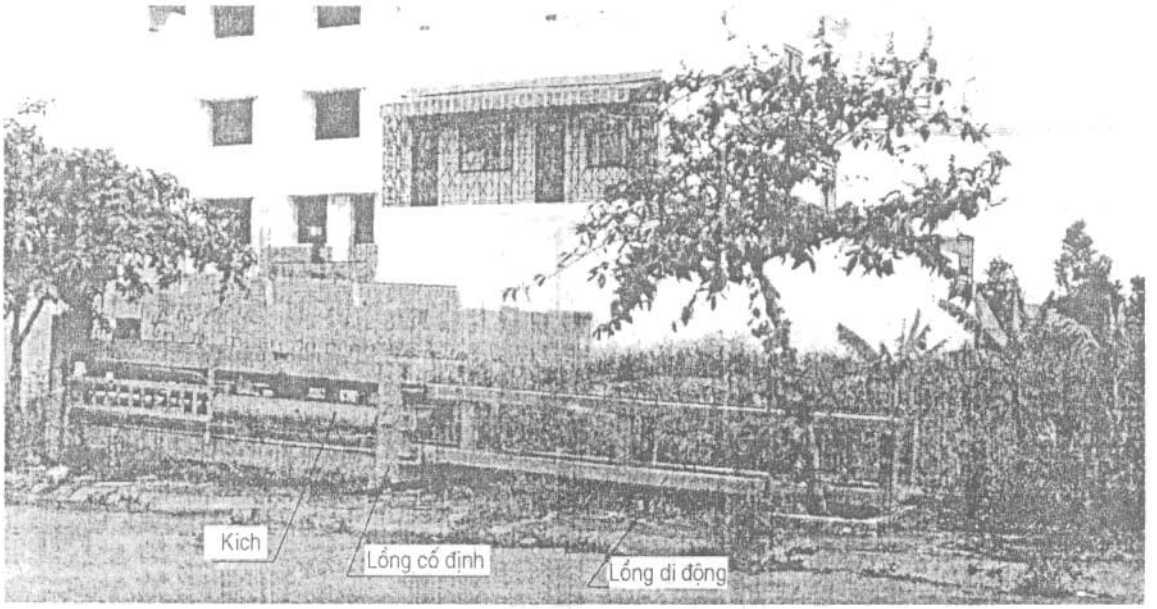
Máy bơm dầu chủ yếu bơm dầu cho kích dầu hoạt động (áp lực cao). Đòn ngang trên đầu cọc có tác dụng làm điểm tựa để lồng di động níu cọc xuống.

Máy ép hiện nay (hình 45) là loại máy ép rất thông dụng ở Việt Nam, có khả năng ép cọc từ 60 đến 200 tấn. Thiết bị và phụ kiện cồng kềnh, việc di chuyển khó khăn, tốc độ ép chậm... nhưng bù lại chi phí giá thành đầu tư ít. Một loại máy ép cọc hiện đại (hình 49), máy có thể ép cọc và nhổ cọc. Thao tác dẫn động hoàn toàn bằng hệ thống thuỷ lực, khả năng tự động hoá cao, kết cấu gọn chắc di chuyển dễ dàng. Bộ phận ép cọc nằm tại mặt bên (chi tiết 5 hình 49). Thay vì níu đầu cọc như các máy ép cọc hiện nay thì loại máy này lại cặp chặt ở hai bên coc (các hình 50 và hình 51 là ảnh chụp các loại máy ép coc nói trên do Đức chế tạo tại Trung Quốc).

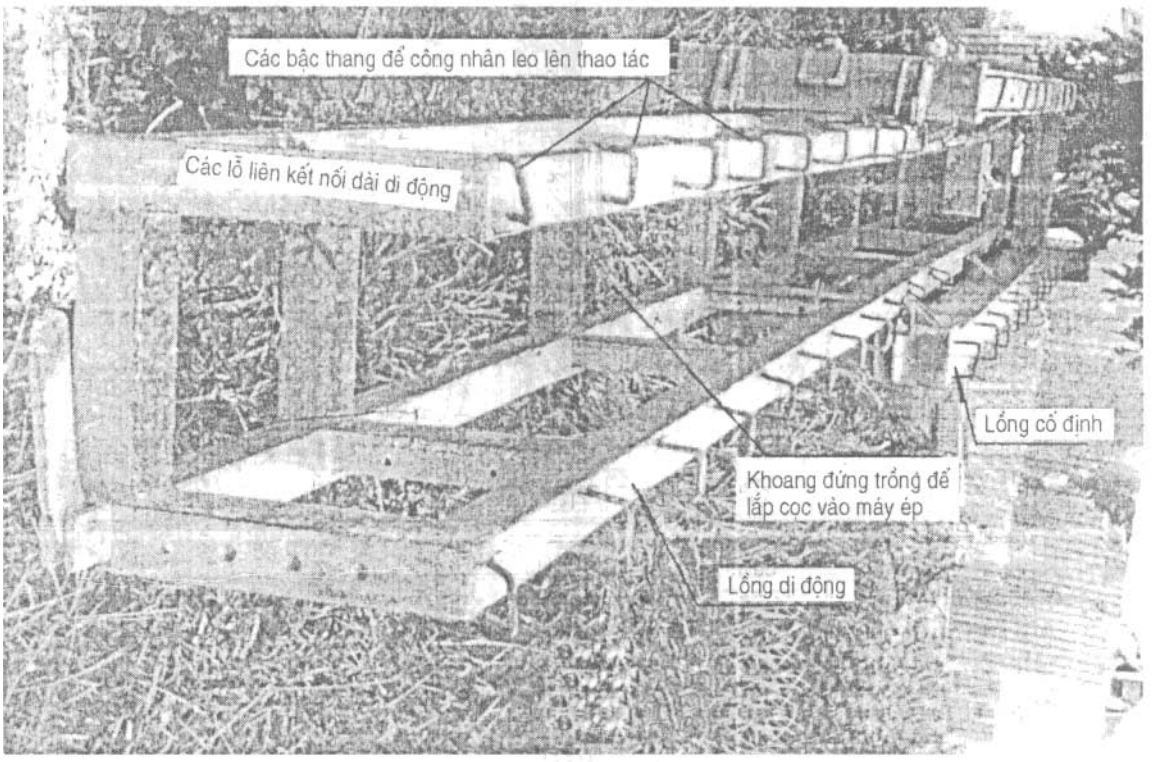
Các bảng tính năng kỹ thuật của máy ép cọc dưới đây (bảng 10, 11 và bảng 12) là các máy ép cọc được chế tạo tại Trung Quốc.



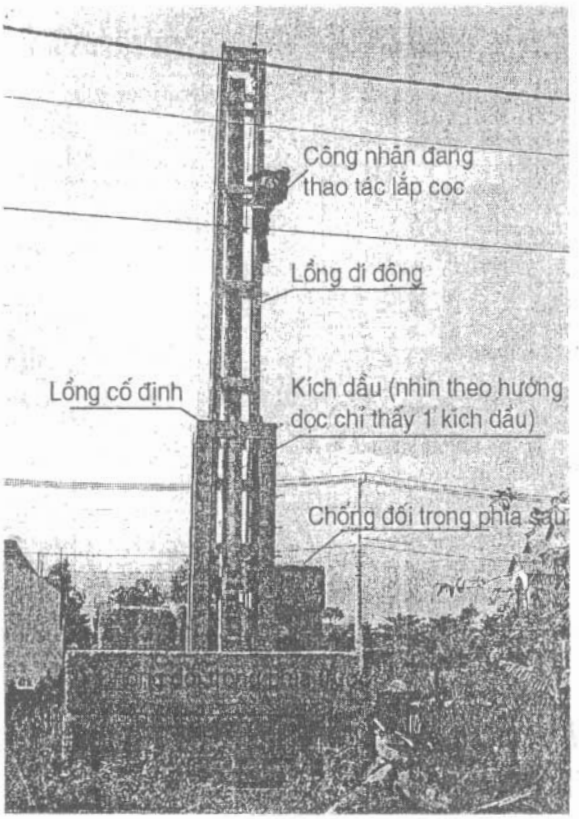
Hình 45: Cấu tạo giá ép cọc



Hình 46: Cụm lồng (lồng cố định 3 + Lồng di động 4 + 2 kích đầu (5)) trạng thái nằm trước khi lắp đặt



Hình 47: Cụm lồng ở vị trí nằm ngửa



***Hình 48:** Máy ép cọc nhìn theo hướng dọc bệ*

Bảng 10. Các máy ép cọc mã hiệu ZYJ do Trường Sa chế tạo

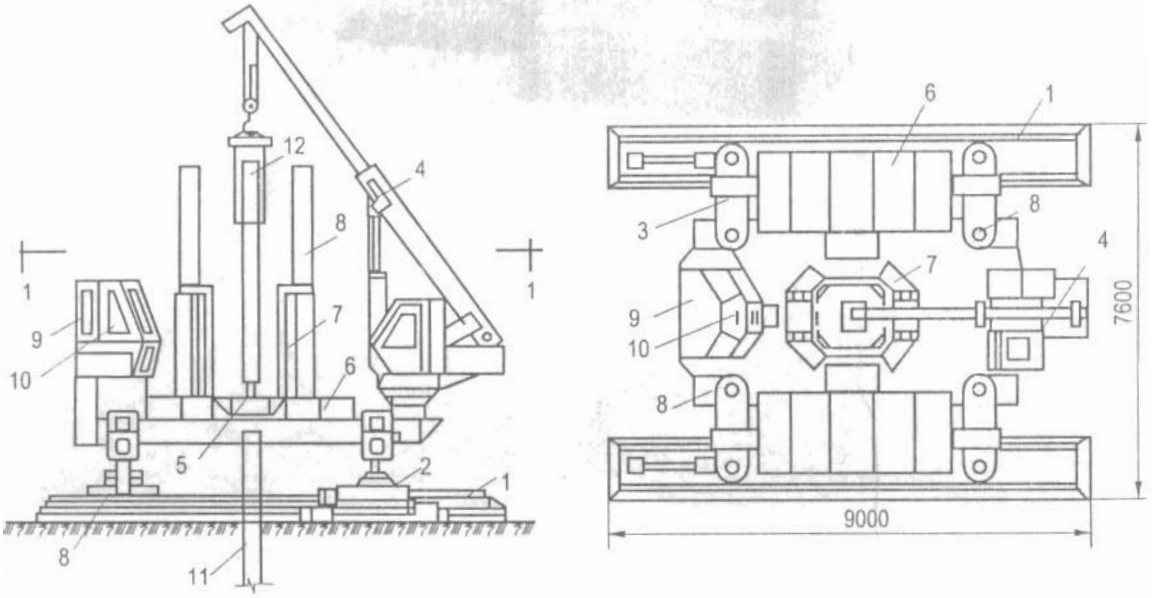
Các tham số \ Mã hiệu		ZYJ240	ZYJ320	ZYJ380	ZYJ420	ZYJ500	ZYJ600	ZYJ680
Lực ép ngạch định (kN)		2400	3200	3800	4200	5000	6000	6800
Tốc độ ép cọc m/phút	Nhanh	2,70	2,76	2,30	2,80	2,20	1,80	1,80
	Chậm	0,90	1,00	0,90	0,95	0,75	0,65	0,60
Hành trình 1 lần ép (bước kích) cm		200	200	200	200	200	180	180
Thích dụng cho cọc vuông (cm)	Lớn nhất	30 × 30	35 × 35		40 × 40		40 × 40	
	Nhỏ nhất	50 × 50	50×50		55 × 55		60×60	
Cọc tròn lớn nhất (đường kính max)		50cm	50cm		55cm		60m	
Khoảng cách cọc biên (cm)		60	60		65		68	
Khoảng cách cọc góc (cm)		92	93,5		100		110	
Sức nâng của cần trục (tấn)		12	12		12		12	
Mômen cần trục (kN.m)		600	600		600		600	
Công suất máy. kW	Ép cọc ·	44	60		74		74	
	Cần trục	30	37		37		37	
Kích thước máy (cm)	Chiều dài máy khi ép	1100	1200		1300		1380	
	Chiều rộng máy khi ép	663	690	695	710	720	760	770
	Chiều cao khi vận chuyển	292	294		294		302	
Trọng lượng toàn bộ (tấn)		245	325	383	425	500	602	680

Bảng 11. Các máy ép cọc mã hiệu YZY do Vũ Hán chế tạo

Các tham số \ Mã hiệu			Đơn vị	200	280	400	500	600	650
Lực ép tối đa			kN	2000	2800	4000	5000	6000	6500
Khoảng cách cọc biên			m	3,9	3,5	3,5	4,5	4,2	4,2
Áp lực chân đế lên nền	đế dài		MPa	0,08	0,094	0,097	0,090	0,100	0,108
	đế ngắn		MPa	0,09	0,12	0,125	0,137	0,136	0,147
Thích dụng cho các cọc	vuông	min	cm	35 × 35	35 × 35	35 × 35	40 × 40	35 × 35	35 × 35
		max	cm	50 × 50	50 × 50	50 × 50	60 × 60	50 × 50	50 × 50
	Cọc tròn (D max)		cm	50	50	60	60	60	50
Công suất điện			kW	96	112	112	132	132	132
Tính năng cần trục	Moment		kNm	460	460	480	720	720	720
	Chiều dài cọc		m	13	13	13	13	13	13
Trọng lượng máy	Máy		Tấn	80	90	130	150	158	165
	Đối trọng		Tấn	130	210	290	350	462	505
Kích thước: rộng × cao			m	3,38 × 4,20	3,38 × 430	3,39 × 4,40	3,38 × 4,40	3,38 × 4,40	3,38 × 4,40

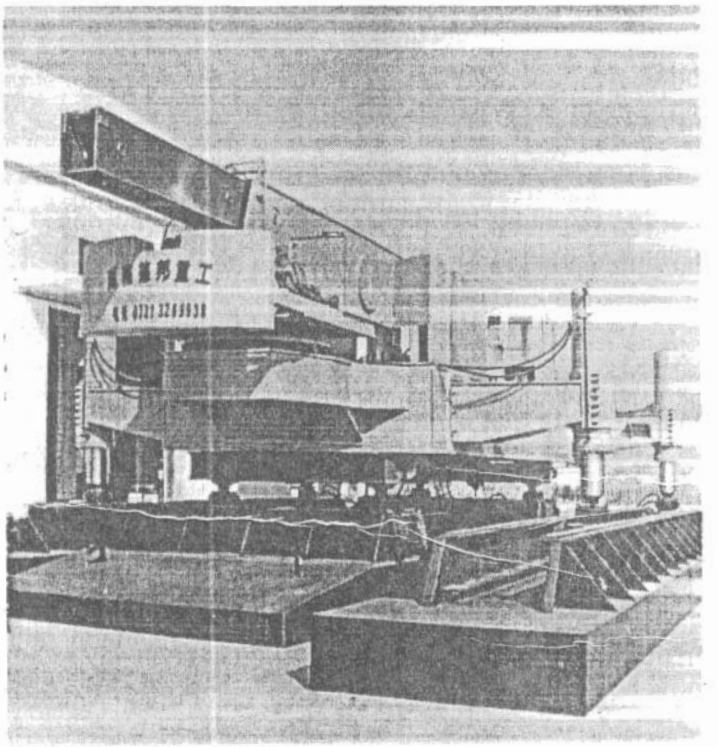
Bảng 12. Các máy ép cọc mã hiệu ZYJ do Giang Tô chế tạo

Các tham số	Đ.vị	ZYJ 180-II	ZYJ 120	ZYJ 150	ZYJ 200
Lực ép	kN	800	1200	1500	2000
Dùng cho cọc vuông (tròn)	cm	30 × 30 (ϕ25)	35 × 35 (ϕ25 –ϕ35)	40 × 40 (ϕ30 - ϕ 40)	45 × 45 (ϕ45)
Bước ép max	cm	80	120	120	120
Tốc độ ép (đầy tải)	m/ph	0,9	0,9	1,5	1,5
Khoảng cách cọc biên	m	2,5	3	3	3
Áp lực chân đế lên nền: đế nhỏ	T/m^2	6,8	8,8	10,5	11,2
đế lớn	T/m^2	7,2	9,2	10,3	10,5
Bước di chuyển ngang	cm	50	60	60	60
Tốc độ chuyển ngang	m/ph	1,5	2,8	2,5	2,1
Bước di chuyển dọc	cm	150	150	200	200
Tốc độ chuyển dọc	m/ph	1,5	2,2	2,5	2,5
Moment cần trục	kNm	$Q_{max} < 1,5$	360	460	460
Công suất điện	kW	42 *	56	92	96
Kích thước: dài - rộng-cao	cm	800×500×1020	1020×510×620	1080×570×640	1080×570×650
Trọng lượng máy	Tấn	25,5	52	58	70
trọng lượng đối trọng	Tấn	55	70	95	130
Phương pháp ép		Ép đầu cọc	Kẹp bên cọc	Kẹp bên cọc	Kẹp bên cọc

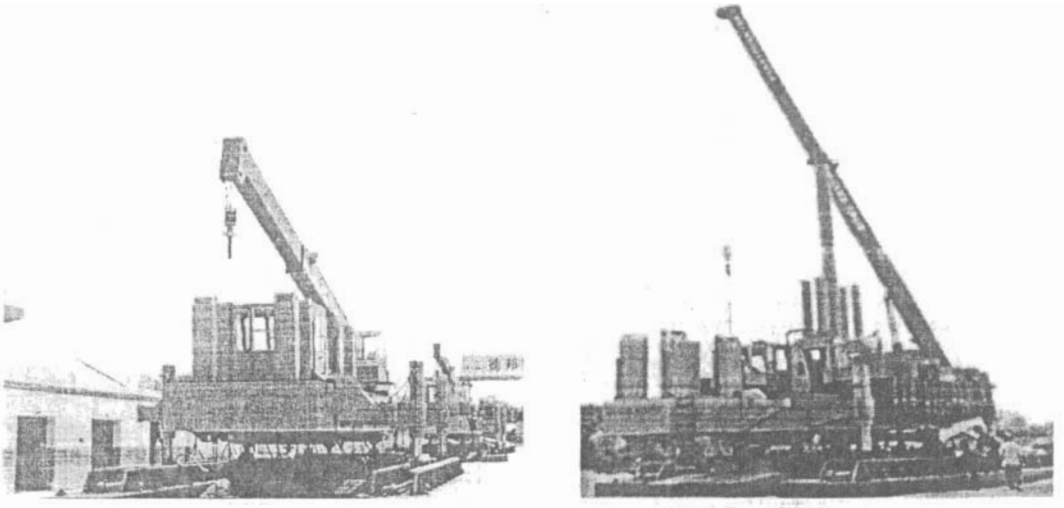


Hình 49: *Máy ép cọc vận hành bằng hệ thống dẫn động thuỷ lực*

1. Chân đế dài để di chuyển; 2. Cơ cấu dịch chuyển tới lui; 3. Chi tiết chân đế đỡ máy; 4. Cần trục nâng dẫn động bằng hệ thống thuỷ lực; 5. Thiết bị cặp giữ và nhổ cọc; 6. Đối trọng; 7.Gờ dẫn hướng; 8. Hệ thống kích thuỷ lực. 9. Hệ thống điện điều khiển; 10. Ca bin thợ vận hành; 11. Đoạn cọc đã ép; 12. Đoạn cọc chuẩn bị nối ép



Hình 50: *Máy ép cọc dẫn động thủy lực của Đức (chế tạo tại Trung Quốc)*



a) *b)*

Hình 51: *Máy ép cọc dẫn động bằng hệ thống thủy lực (có cần trục đi kèm)*

c) Tính toán các thông số của máy ép

Để chọn máy phục vụ ép cọc, ta cần phải chọn máy có các thông số phù hợp với yêu cầu ép cọc tại hiện trường: Các thông số máy ép và thiết bị phục vụ ép bao gồm:

Lực ép.

Đối trọng.

Kích dầu

Kích thước máy ép.

Thiết bị phục vụ nâng chuyển

Lực ép: Lực ép là lực tác dụng lên đầu cọc để cọc cắm vào nền. Lực ép tính toán ở đây là lực ép cực đại - lực ép tạo ra khi ép cọc sắp đạt đến cao độ thiết kế:

$$P_{ép} = (1,5 \sim 2)\, P_{cọc} \qquad (15)$$

Trong đó:

$P_{ép}$ - lực ép lớn nhất trong quá trình ép - lực ép tạo ra khi ép cọc sắp đạt đến cao độ thiết kế;

$P_{cọc}$ - sức chịu tải của cọc (đã tính hệ số an toàn).

Ví dụ: Sức chịu tải của cọc là 50 tấn/cọc thì lực ép yêu cầu phải là 75 ~ 100 tấn.

Đối trọng: Như trên đã nói, trọng lượng đối trọng níu lên toàn bộ đầu cọc để làm cho cọc cắm vào đất, cho nên muốn có lực ép ($P_{ép}$) thì đối trọng (tác nhân gây ra lực ép) $P_{đt}$ là:

$$P_{đt} \geq P_{ép} \qquad (16)$$

Ví dụ: lực ép 100 tấn, ta phải có trọng lượng đối trọng $P_{đt}$?

$P_{đt} \geq 100$ tấn (25 cục BTCT × 4 tấn/cục).

Cũng có khi người ta chuẩn bị đến 120 tấn hoặc 150 tấn đối trọng. Việc chuẩn bị thừa đối trọng chỉ tốn công vận chuyển đi về, nói chung ảnh hưởng về chi phí không đáng kể. Tuy nhiên gặp trường hợp ép không xuống, lực kích thì còn thừa, theo yêu cầu thiết kế ép với lực ép trên 100 tấn thì chúng ta cũng có sẵn đối trọng để xử lý đáp ứng kịp thời.

- Kích dầu: Kích dầu hiện nay thông dụng nhất là từ 75 - 200 tấn 1 kích. Bước kích từ 0,9 2,2m. Kích dầu lắp vào máy ép có nhiệm vụ nâng đối trọng lên để tạo nên sức ép ở đầu cọc - ngoài trọng lượng của đối trọng còn có cả trọng lượng bản thân của máy ép (trọng lượng máy ép tùy loại, khoảng từ 8 - 10 tấn/máy) cho nên:

$$P_{kích} > (P_{đối trọng} + \text{Trọng lượng máy ép}) \quad (17)$$

Ví dụ: Trọng lượng max của đối trọng khi tạo ra lực ép lớn nhất là 120 tấn thì trọng lượng mà kích phải nâng lên là:

$$120 + 10 = 130 \text{ tấn.}$$

Yêu cầu: $P_{kích} > 130$ tấn

Thường thì chọn: 2 kích × (100 ÷ 150 tấn)/kích = 200 – 300 tấn ⇒ kích thước bệ:

Chọn kích thước bệ máy phù hợp với địa hình khu vực. Nếu tại khu đất trống trải, nên dùng bệ có kích thước lớn để bớt thời gian dịch chuyển vị trí của bệ máy.

Chiều cao giá ép phải phù hợp với chiều dài max của đoạn cọc đúc. Ví dụ: Cọc chôn sâu 17,00m gồm hai đoạn 11,5m và 5,5m thì chiều cao giá ép phải thoả mãn yêu cầu là ép được cọc 11,5m (chọn chiều cao giá ép 12m so với mặt trên của khung định vị 2 hình 45).

- Thiết bị phục vụ:

Cần trục có khả năng ở khoảng cách 10m với độ cao yêu cầu (chiều dài đoạn cọc có l_{max} + 5m cáp buộc + 1,2m chiều cao của sàn bệ) có thể nâng được tất cả vật nâng (cọc, đối trọng, cum lồng, bệ máy).

Máy bơm dầu cao áp để vận hành các kích dầu.

Máy hàn hoặc các thiết bị phục vụ nối cọc.

Thiết bị quét chống xâm thực cho mối nối cọc.

Cần lưu ý, nếu tại hiện trường không có cần trục xích (có sẵn) thì việc chọn cần trục phục vụ ép cọc nên chọn cần trục ô tô hoặc cần trục bánh hơi. Loại cần trục này di chuyển cơ động, không nhất thiết phải có mặt ở hiện trường 24 giờ/24 giờ. (cần trục xích dù khi máy ép cọc không hoạt động buổi tối thì cần trục vẫn đứng ở hiện trường. Mặt khác việc đưa cần trục xích đến hoặc rời khỏi hiện trường tốn khá nhiều công vận chuyển và tháo lắp).

d) Phương pháp ép cọc trước

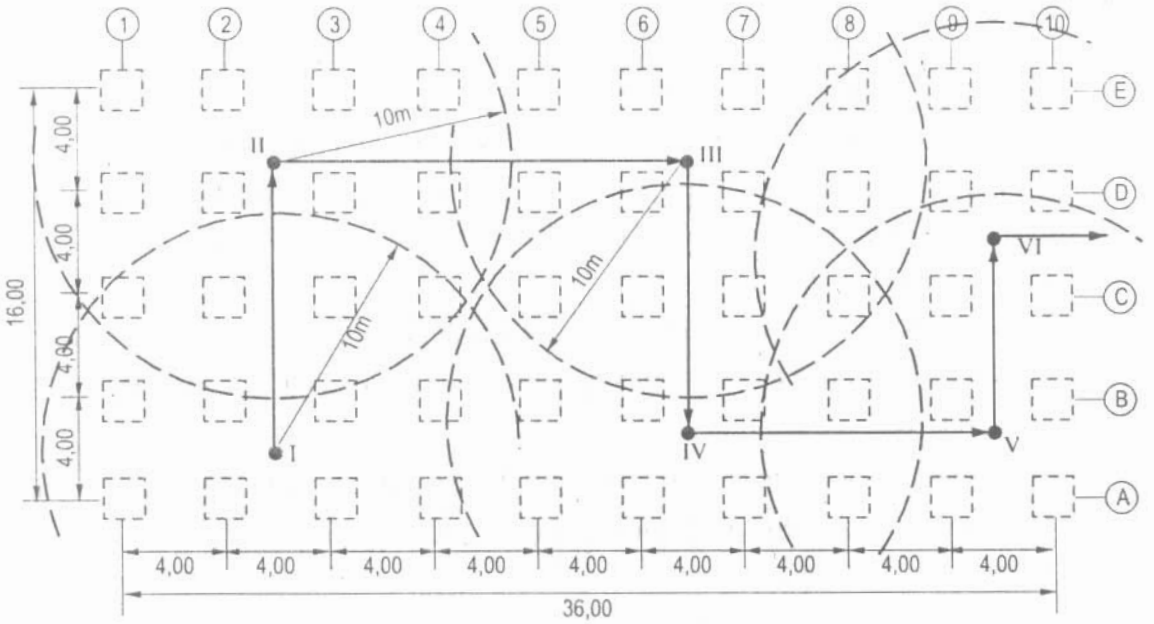
Như phần trước đã trình bày: ép cọc rồi mới đào đất, đào đất xong rồi mới làm móng... gọi là ép cọc trước. Còn trường hợp đào đất rồi mới làm móng, làm móng xong

rồi mới ép cọc... gọi là ép cọc sau. Trong phần này chủ yếu trình bày các công việc của ép cọc trước.

Công tác chuẩn bị trước khi ép bao gồm: Dọn mặt bằng, di dời chướng ngại vật, làm phẳng bề mặt, làm hệ thống thoát nước bề mặt. Chuẩn bị hệ thống tim mốc trắc đạc để thi công và kiểm tra sau này.

Công việc ép cọc nói chung được tiến hành trước khi đào đất.

Nên chọn sơ đồ ép cọc hợp lý - sơ đồ di chuyển và hướng của máy ép cọc. Nói cách khác, chọn hướng ép và sơ đồ di chuyển của cần trục phục vụ ép cọc (vì bản thân máy ép đang thi công hiện nay, không tự hành được mà phải nhờ cần trục tháo rỡ và di chuyển) phải thật hợp lý.



Hình 52: *Sơ đồ di chuyển của cần trục và các vị trí đứng của cần trục phục vụ ép cọc (I, II, III, IV, V, VI)*

Hình 52 thể hiện sơ đồ di chuyển của cần trục phục vụ máy ép (có độ với 10m) khi thi công ép cọc khu nền móng 16 × 36m (các trục móng cách nhau 4m). Cần trục chỉ cần đứng ở 6 vị trí là có thể di chuyển máy ép cọc và cẩu chuyển các vật nặng khác. Việc di dời vị trí cần trục càng ít lần bao nhiêu thì càng tận dụng được thời gian hữu ích sử dụng chúng bấy nhiêu. Quan sát sơ đồ, ta nhận thấy rằng tất cả các vị trí móng đều nằm trong tầm quay của sáu vị trí đứng cần trục.

Trình tự ép một điểm cọc có thể tóm tắt như sau:

Đưa máy vào vị trí (Đưa bệ máy vào vị trí cần ép sau đó đặt khung định vị vào phạm vi có những cọc cần ép, tiếp đến, đặt cụm lồng lên cọc cần ép và liên kết cố định vào bệ, liên kết vào khung định vị).

Cẩu chuyển lắp cọc vào bên hông lồng di động, hạ đúng vị trí mà trắc đạc đã đánh dấu, tiếp đến các đòn ngang trên đỉnh cọc.

Chạt đối trọng lên sàn đối trọng, thoạt đầu chỉ cần chất - trọng lượng đối trọng tương đương với $\frac{1}{3}$ lực ép, nhằm đảm bảo cọc xuống từ từ. Nếu gần hết cọc mà tốc độ xuống của cọc quá chậm thì mới tăng dần lượng đối trọng hai bên sàn đối trọng. Tốc độ xuống của cọc ép không nên quá nhanh (≯ 2m/phút) nhằm bảo đảm kết cấu đất (lực ma sát đất quanh cọc) không bị phá hoại, đồng thời tránh trường hợp trong quá trình cọc xuống vướng vật cản có thể bị gãy cọc. Đối trọng chất lên sàn máy lớn nhất khi ép đoạn cuối cùng sắp đạt đến cao độ thiết kế. Đối trọng hai sàn ở hai bên máy không nhất thiết phải bằng nhau, mà yêu cầu mômen đối trọng (trọng lượng đối trọng của 1 sàn × khoảng cách từ trọng tâm đối trọng đến tâm cọc đang ép) của hai bên phải bằng nhau... Như vậy, sàn máy ép luôn luôn ở trạng thái cân bằng.

Khi cao độ đầu cọc xuống gần đến cao độ của mặt trên khung định vị 2 thì không ép được nữa. Lúc này phải tiến hành nối cọc. Để bảo đảm bề mặt tiếp xúc của mối nối áp sát tiếp xúc bề mặt hoàn toàn, khi đặt cọc nối chồng lên nên gia tải (ép xuống khoảng 5 - 10cm) rồi ngưng lại và tiếp tục nối cọc (hàn hoặc liên kết bu lông) sau đó tiếp tục quá trình ép.

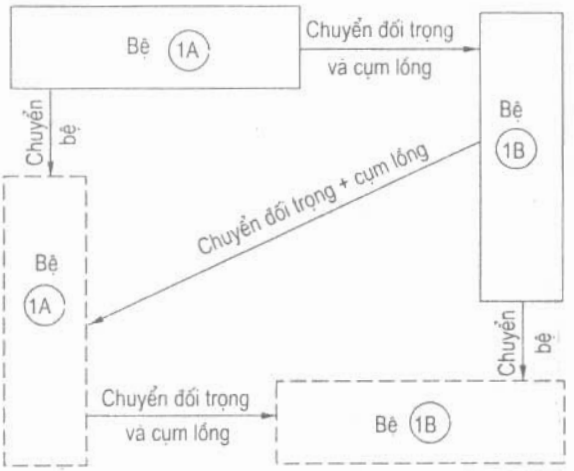
Trong quá trình ép cần theo dõi tốc độ xuống của cọc: tốc độ xuống chậm có thể cọc đang xuyên qua tầng đất cứng; tốc độ xuống nhanh có thể cọc đang xuyên qua tầng đất yếu và cũng có thể do mối nối cọc bị đứt gãy. Tất cả các hiện tượng trên đều phải được ghi chép theo dõi và thông báo cho đơn vị thiết kế.

Khi ép đoạn cọc cuối cùng, đầu cọc bao giờ cũng cao hơn mặt đất khoảng 1m (đầu cọc cao hơn mặt trên của khung định vị 2 khoảng 5 - 10cm). Lúc này người ta phải dùng cọc nối (hoặc còn gọi là cọc lói) chồng lên đỉnh cọc và ép đầu cọc đến cao độ thiết kế yêu cầu.

Cũng cần lưu ý rằng nếu số cọc nằm trong phạm vi có thể ép của khung định vị ② (hình 45b) đã ép hết thì lúc này ta phải chuyển khung định vị ② và cụm lồng (42c) sang vị trí khác trong khoang của bệ ① (hình 45a). Khi tất cả các cọc nằm trong phạm vi có thể ép được của bệ ① (hình 45a) đã được ép hết thì người ta phải chuyển bệ ép sang vị trí mới.

Để chuyển toàn bộ máy ép, người ta phải tháo rỡ đối trọng xuống nền đất, sau đó tháo cụm lồng ③ + ④+ ⑤ (hình 45) tháo khung định vị ②, cuối cùng cẩu chuyển và định vị lại bệ máy ép ở vị trí mới và tiếp tục lắp lại các chi tiết ②, cụm lồng và đối trọng. Để tránh thời gian chờ đợi tháo rỡ và lắp đặt máy ép, người ta thường chuẩn bị thêm một bệ máy ép (một máy ép có 2 bệ) định vị sẵn bên cạnh, khi máy ép không ép được nữa thì chuyển toàn bộ đối trọng, khung định vị ② và cụm lồng sang bệ có sẵn để tiến hành ép cọc. Việc di chuyển bệ ép cũ sẽ được tiến hành khi máy ép cọc trên bệ mới đang làm việc. Với giải pháp này, thời gian hoạt động liên tục của máy sẽ nhiều hơn.

Hình 53 thể hiện cách hoán chuyển đối trọng, cụm lồng giữa hai bệ máy ép (một bộ đối trọng, một cụm lồng cố định di động nhưng có 2 bệ máy)



Hình 53: *Chuyển đối trọng và cụm lồng giữa hai bệ máy ép*

Với những cọc có lực ép lớn, ở đầu cọc cũng nên có mũ cọc và đệm cọc - nhất là trường hợp diện tích bề mặt của đòn ngang đè lên đầu cọc quá nhỏ (không phủ hết đầu cọc). Hiện nay trong nhiều trường hợp ép cọc ở hiện trường người ta không dùng mũ cọc và đệm cọc để bảo vệ đầu cọc. Tuy nhiên nguy cơ vỡ đầu cọc sẽ xảy ra nếu lực ép quá lớn. Do vậy cần phải kiểm tra áp suất nén trực tiếp tác dụng lên đầu cọc. Nếu cọc có kích thước 30 × 30cm. Đòn ngang trên đầu cọc (chi tiết ⑦ trong hình 45) có chiều rộng là 10cm. Lực ép tối đa là 120 tấn thì áp suất tác dụng lên bề mặt bêtông là ($R_{ép}$).

$$R_{ép} = \frac{120.000}{\text{Bề mặt ép}} = \frac{120.000}{30 \times 10}$$

$$= \frac{120.000}{300} = 400 \text{ kg/cm}^2$$

Rõ ràng $R_{ép} = 400 kg/cm^2$ là quá lớn so với [R]

Nhưng nếu có mũ cọc và đệm cọc thì:

$$R_{ép} = \frac{120.000}{30 \times 30} = \frac{120.000}{900}$$

$$\approx 134 \text{ kg/cm} < [R]$$

Kinh nghiệm cho thấy nếu máy ép hoạt động liên tục, sự phối hợp giữa công việc chuẩn bị (mặt bằng, đánh dấu vị trí, chống lún) và thi công cũng như sự phối hợp kịp thời giữa vận chuyển cọc và ép cọc... thì mỗi máy ép cọc có thể ép được 15 điểm cọc mỗi ca máy (mỗi điểm cọc cho chiều sâu chôn cọc 20m).

Không nên xếp cọc tại hiện trường thi công quá nhiều, nhất là những hiện trường gồ ghề và nền đất yếu. Ngoài việc cản trở giao thông và cản trở việc thực hiện các công việc

khác v.v... cọc rất dễ bị gãy. (Cọc chất quá cao, gối đỡ cọc bị lún, phần giữa cọc gặp đá cứng → cọc bị gãy).

Việc ép một điểm cọc nên tiến hành liên tục, không nên nghỉ gián đoạn (trừ trường hợp nối cọc - nhưng không gián đoạn quá lâu).

Cần khống chế chiều sâu cọc được ép vào trong đất (cọc ma sát) đồng thời cần theo dõi đồng hồ áp lực dầu máy bơm để khống chế lực ép cuối cùng của cọc đạt đúng yêu cầu của thiết kế.

Để bảo đảm cọc đóng không bị nghiêng, sau khi đoạn cọc đầu tiên cắm vào đất khoảng 1m thì ngưng ép, điều chỉnh cọc lại một lần nữa cho đúng chiều đứng của dây dọi theo cả hai phía.

12. Những sự cố thường gặp khi ép cọc

- Kích dầu vận hành chậm (giãn ra và co vào chậm): Nguyên nhân chủ yếu vì áp lực dầu thấp, trong xi lanh kích dầu có lẫn không khí. Lý do khác có thể xảy ra là độ dính của dầu quá cao; bộ phận lọc dầu và ống dẫn dầu bị tắc hoặc do bơm dầu không kín, van điều khiển bị hở.

- Đồng hồ áp lực dầu không làm việc: Có thể do người điều khiển chưa mở khoá (đóng mở) đồng hồ hoặc đường dầu vào đồng hồ bị tắc.

- Ép cọc không xuống: Gặp trường hợp mũi cọc nằm trong tầng cát mà việc nối cọc lại quá lâu, thời gian gián đoạn lâu khiến cho lúc ép lại rất khó khăn. Để tránh trường hợp trên, không nên hàn nối cọc ở vị trí mà mũi cọc ngầm trong tầng cát (chia lại đoạn cọc dúc). Ngoài ra cũng còn lý do khác nữa là do ngưng ép (gián đoạn việc ép 1 điểm cọc) quá dài khiến một số bộ phận máy ép hoạt động không nhạy như trước. Hạ nước ngầm quá thấp cũng khiến cho việc ép cọc khó khăn, cọc không xuống vì lực ma sát quá lớn. Cũng có thể cọc không xuống vì gặp lớp đất cứng hoặc lớp cát dày.

- Cọc ép không đạt độ sâu thiết kế: Chiều sâu tầng chịu lực thực tế cao hơn chiều sâu đã khảo sát thăm dò. Hoặc do khi ép cọc sắp đạt đến cao độ thiết kế lại ngưng, sau đó ép lại cọc không xuống.

- Giá ép cọc bị nghiêng: Một là lực ép (đối trọng chất tải) không thắng được lực ma sát của đất quanh cọc khiến sàn đối trọng bị nâng lên làm giá ép bị nghiêng. Hai là moment đối trọng của hai sàn đối trọng không cân bằng.

- Cọc bị nghiêng hoặc dịch chuyển: Lực ép tác dụng không đúng tim cọc, trục các đoạn cọc trước (dưới) và sau (trên) không đồng tâm. Hoặc rất có thể khi ép, mũi cọc đã gặp vật cản.

13. Ép cọc sau

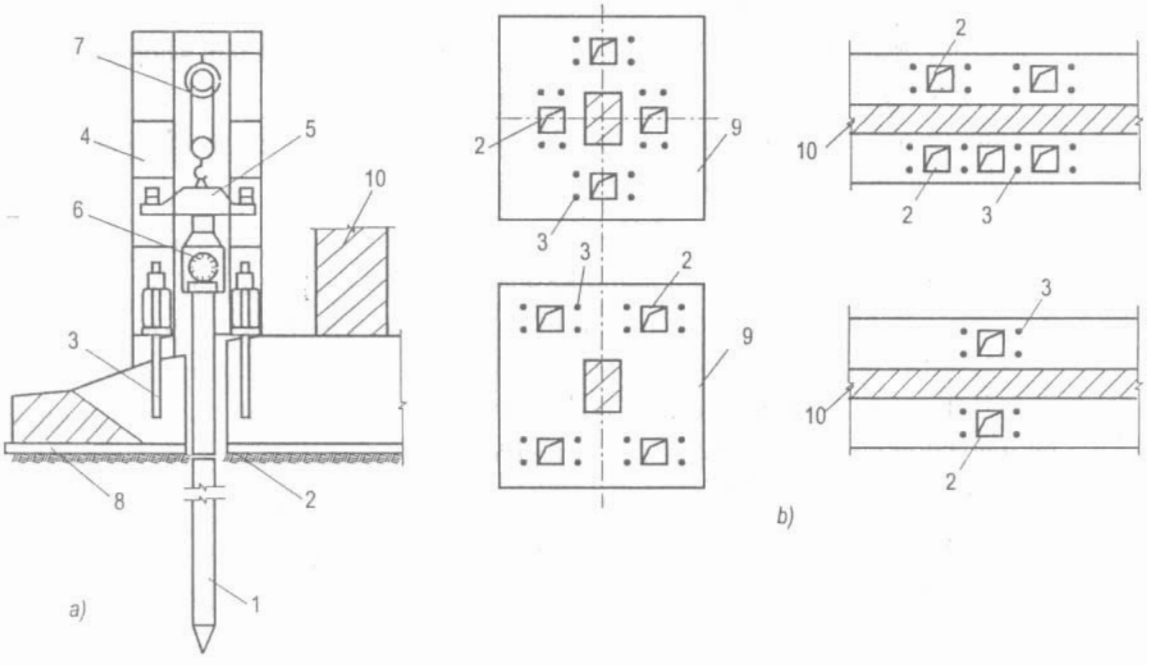
Ép cọc sau là ép cọc xuống nền sau khi đã đổ bêtông cho móng hoặc móng đã có từ trước (chống lún cho công trình).

Ép cọc sau khi đã đổ bê tông móng chỉ thực hiện khi không thể nào thực hiện ép cọc trước khi đào đất và đổ bê tông cho móng. Cũng có thể yêu cầu nâng cấp nâng tầng công trình hiện hữu nên cần phải gia cố móng hoặc cũng có thể do công trình bị nghiêng lún nên phải ép cọc gia cố sửa chữa. Ép cọc sau nói chung là giải pháp bất đắc dĩ vì thi công chậm việc tiến hành ép cọc khó khăn đồng thời hiệu quả kinh tế thấp (giá thành rất cao...).

Khi ép cọc sau, việc đưa thiết bị ép vào công trình hiện hữu không thể nào thực hiện được (trần nhà tầng trệt thấp, thiết bị nâng chuyển không thể vào tận nơi để thao tác) cho nên tất cả gần như phải thao tác bằng tay.

Nguyên lý ép cọc sau chủ yếu dựa vào trọng lượng bản thân của công trình hiện hữu để tạo lực ép cọc. Cách làm như sau:

Đầu tiên người ta đục các lỗ ở đế móng, sau đó chôn các thép neo ③ (thép neo này cũng có thể chôn sẵn hoặc chừa sẵn từ trước).



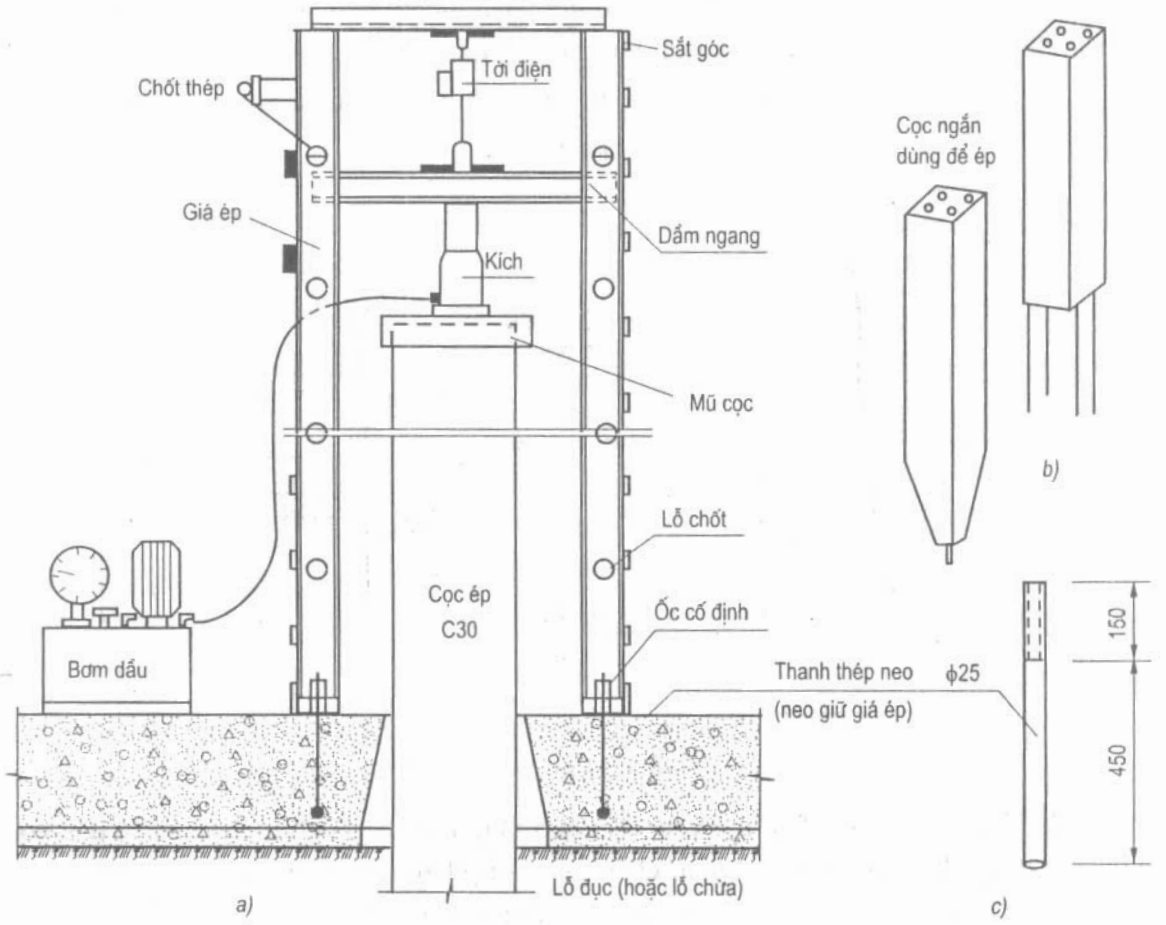
Hình 54: *Cấu tạo và lắp đặt các chi tiết khi ép cọc sau*

a) Mặt đứng cấu tạo chi tiết ép cọc; b) Bố trí lỗ ép và vị trí các thép neo (neo giữ giá ép)

1. Cọc; 2. Lỗ ép cọc; 3. Thanh thép neo; 4. Giá ép bằng thép hình; 5. Dầm thép ngang của giá ép; 6. Kích ép; 7. Tời điện; 8. Móng; 9. Đế móng; 10. Tường gạch hiện hữu

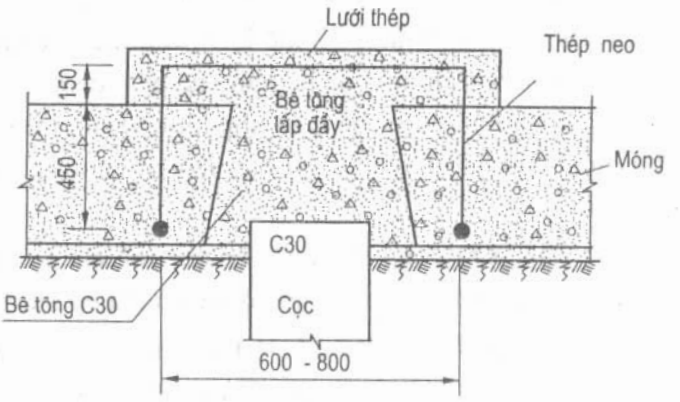
Người ta đặt một giá ép tự tạo bằng sắt hình ④ (hình 54) và dùng các sắt neo 3 (hình 54) neo giữ chúng. Trên cùng của giá ép 4 gắn một cái tời 7 (tời điện hoặc tời lắc tay) để tiện việc treo giữ kích 6 hoặc treo chuyển cọc ép vào lỗ ép 2. Đầu trên của kích 6 tỳ vào thanh ngang 5 được gắn chặt vào giá ép, đầu dưới của kích tác dụng lên đầu cọc, kích làm việc, cọc sẽ ép sâu vào lỗ, khi ép xuống bằng mặt trên của móng, ta tiếp tục nối cọc và ép tiếp, ép cho đến khi đạt được độ sâu thiết kế.

Do ép trong điều kiện chiều cao bị khống chế và phương tiện vận chuyển ngang khó khăn... nên cọc ép nói chung rất ngắn, thường thì cọc ép chỉ dài 1 - 2m. Do vậy mối nối cọc rất nhiều (55b).



Hình 55: *Giá ép (ép sau) đang vận hành*
a) Máy đang ép cọc; b) Cọc dùng để ép; c) Thanh thép neo

Sau khi ép cọc xong, ta tiến hành vệ sinh lỗ cọc, đầu cọc và đặt lưới thép chụp lên đầu cọc (như hình 56), lưới thép mặt trên được hàn với các đầu thép neo, đổ bêtông và đầm kỹ.

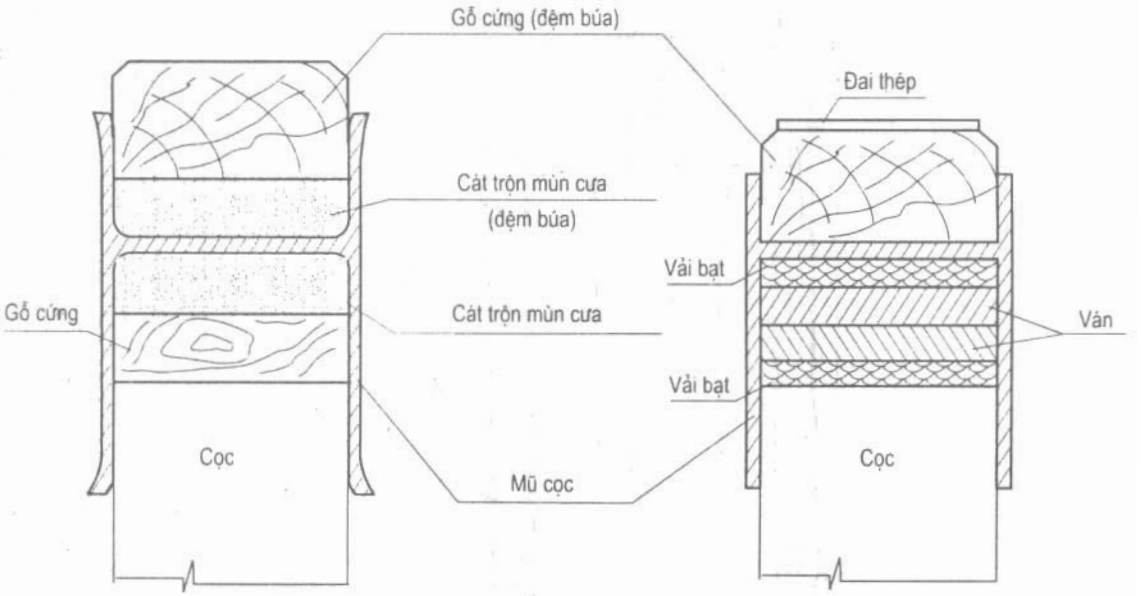


Hình 56: *Đổ bêtông lấp đầy sau khi ép cọc xong*

14. Các phụ kiện phục vụ hạ cọc xuống nền

Ngoài các phương tiện chính đã trình bày như: Búa đóng cọc, búa rung, máy ép cọc, giá đóng cọc, cần trục phục vụ ép cọc... trong phần này ta sẽ đề cập đến một số phụ kiện khác, đó là: Mũ cọc, đệm cọc và đệm búa, cọc dẫn, cọc lói...

- Mũ cọc: Mũ cọc là phụ kiện không thể thiếu khi đóng cọc và cả khi ép cọc.



***Hình 57:** Các loại mũ cọc*

Hình 57 là cấu tạo hai loại mũ cọc. Cần nhớ rằng mũ cọc là phụ kiện bảo vệ đầu cọc khỏi vỡ đồng thời có tác dụng giảm chấn giảm ồn phần nào. Mũ cọc có thể làm bằng gang đúc, có thể cấu tạo bằng tôn 8 - 10mm. Mép trong (lọt lòng của mũ cọc) nên rộng hơn mép ngoài của cọc mỗi bên 5 - 10mm. Tất cả mọi trường hợp đóng cọc bằng búa xung kích đều phải có mũ cọc. Với trường hợp ép cọc có sức chịu tải lớn (lực ép lớn) cũng cần có mũ cọc bảo vệ đầu cọc khi ép.

- Đệm cọc: Như hình 57 thể hiện, ở mũ cọc của búa xung kích cần phải có hai loại đệm: đệm nằm trên mũ cọc là đệm của búa, đệm nằm dưới mũ cọc - trên đầu cọc là đệm cọc. Cấu tạo đệm được thể hiện như hình vẽ nói trên (hình 57). Ngoài vải bạt ra, người ta còn dùng bao gai thay cho vải bạt: Đối với cọc ép, chỉ cần lớp đệm dưới mũ cọc và mũ cọc là đủ.

- Cọc dẫn: Khi đóng cọc hoặc ép cọc mà giá ép cọc và giá búa thấp trong khi đó cọc lại quá dài không thể lắp vào giá đóng và giá ép được thì ta phải dùng đến cọc dẫn.

Ví dụ: Giá ép hoặc giá búa chỉ hạ được cọc 12m, trong khi đó cọc lại dài 15m, để có thể lắp cọc vào giá hạ cọc, trước hết ta phải dùng cọc thép (chế tạo từ sắt H hoặc sắt ống thép có hàn bịt hai đầu - có kích thước mặt cắt bằng mặt cắt cọc) đóng xuống nền tạo lỗ sâu 3m, sau đó cẩu cọc BTCT tiền chế đặt vào lỗ nói trên và tiếp tục hạ cọc. Cọc thép

dùng để tạo lỗ để có thể đóng hoặc ép các cọc quá dài ta gọi nó là "cọc dẫn" (có người gọi là cọc mồi).

Cọc dẫn còn được sử dụng khi lớp sát tầng trên cùng quá cứng, đóng cọc và ép cọc có nguy cơ vỡ đầu cọc... người ta cũng dùng cọc dẫn bằng thép tạo lỗ xuyên qua tầng đất cứng rồi mới hạ cọc sau.

- Cọc lói (hay còn gọi là cọc đóng nối) là đoạn cọc thép dùng để chồng lên đoạn cọc BTCT trên cùng rồi tiếp tục đóng hoặc ép cho đầu cọc tiền chế lút sâu xuống đất nền đất đến cao độ thiết kế yêu cầu.

§5. KIỂM TRA LẠI SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC NGOÀI HIỆN TRƯỜNG

1. Tính toán sức chịu tải của cọc đơn

Sức chịu tải của cọc được xác định thông qua thử nghiệm tại hiện trường. Trong trường hợp không có số liệu thử nghiệm cọc cũng như không thể tham khảo số liệu của các khu đất lân cận tương tự thì sẽ dùng công thức sau để tính toán sơ bộ.

$$P_a = f_1 A + \Sigma F_i A_{si} \qquad (18)$$

Trong đó: P_a - giá trị chịu tải thẳng đứng tiêu chuẩn của cọc đơn kN;

f_1 - giá trị chịu tải chuẩn của đất tại mặt phẳng đầu mũi cọc kN/m^2.

Bảng 13. Giá trị tiêu chuẩn chịu tải của đất đầu mũi cọc - f_i

Tên đất	Trạng thái đất	Chiều sâu chôn cọc (m)		
		5	10	15
Đất dính	$0,50 < I_L \le 0,75$	400 - 600	700 - 900	900 - 1100
	$0,25 < I_L \le 0,50$	800 - 1000	1400 - 1600	1600 - 1800
	$0,00 < I_L \le 0,50$	1500 - 1700	2100 - 2300	2500 - 2700
Đất bột	$e < 0,7$	1100 - 1600	1300 - 1800	1500 - 2000
Cát bột	Chặt và chặt vừa	800 - 1000	1400 - 1600	1600 - 1800
Cát mịn		1100 - 1300	1800 - 2000	2100 - 2300
Cát vừa		1700 - 1900	2600 - 2800	3100 - 3300
Cát thô		2700 - 3000	4000 - 4300	4600 - 4900
Sạn nhỏ	Chặt và chặt vừa		3000 - 5000	
Sỏi, đá dăm			3500 - 5500	
Đá cu đậu			4000 - 6000	
Đá mềm	Hơi bị phong hoá		5000 - 7000	
Đá cứng			7500 - 10000	

A - Diện tích mặt cắt của cọc m^2;

F_i - trị số lực ma sát tiêu chuẩn của đất quanh thân cọc kN/m^2. Tham khảo bảng ở trang sau:

A_{si} - diện tích quanh thân cọc nằm trong tầng đất (chu vi cọc × chiều dày lớp đất).

Bảng 14. Trị số ma sát của đất quanh cọc tiền chế F_i

Loại đất	Trạng thái đất	F_i kPa
Đất đắp		9 - 13
Bùn nhão		5 - 8
Đất bùn		9 - 13
Đất dính (sét)	$I_L > 1.00$	10 - 17
	$0,75 < I_L \leq 1,00$	17 - 24
	$0,50 < I_L \leq 0,75$	24 - 31
	$0,25 < I_L \leq 0,50$	31 - 38
	$0,00 < I_L \leq 0,25$	38 - 43
	$I_L < 0$	43 - 48
Đất sét đỏ	$0,75 < I_L \leq 1,00$	6 - 15
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	15 - 35
Đất bột	$e > 0,9$	10 - 20
	$e = 0,7 - 0,9$	28 - 30
	$e < 0,7$	30 - 40
Cát mịn	Hơi chặt	10 - 20
	Chặt vừa	20 - 30
	Chặt	30 - 40
Cát vừa	Chặt vừa	25 - 35
	Chặt	35 - 45
Cát thô	Chặt vừa	35 - 45
	Chặt	45 - 50
Cuội sỏi	Chặt - chặt vừa	55 - 65

Các số liệu trong bảng chỉ dùng để ước lượng sơ bộ.

Đất đắp chưa đầm và đất rác... không tính lực ma sát

Chiều sâu mũi cọc cắm vào lớp đất cứng dựa vào điều kiện địa chất và độ chôn sâu của cọc mà quyết định. Thường thì lấy từ 1 đến 3 lần đường kính cọc.

2. Tính toán sức chịu tải của móng cọc

Trên cơ sở tổ hợp ngoại lực tác dụng lên móng để xác định số cọc và phân bố cọc, tiếp theo sau ta nghiệm toán lại sức chịu tải của các cọc trong móng có vượt quá sức chịu tải cho phép của cọc đơn không.

Khi chịu nén đúng tâm, lực Q (kN) các cọc phải chịu được nghiệm toán theo công thức sau:

$$Q = \frac{V + G}{n} \quad (19)$$

và $$Q \le P_a \quad (20)$$

Khi các cọc chịu nén lệch tâm, ngoài yêu cầu $Q \le P_a$, còn phải thoả mãn yêu cầu sau:

$$Q = \frac{V + G}{n} + \frac{M_x . y_i}{\Sigma y_i^2} + \frac{M_y . x_i}{\Sigma x_i^2} \quad (21)$$

và $Q_{max} < 1,2P_a$

Trong đó:

V - lực tác dụng thẳng đứng lên móng (kN);

G - trọng lượng đài cọc và đất trên đài cọc (kN);

n - số cọc dưới móng;

M_x M_y - Moment ngoại lực tác dụng tính cho trọng tâm của nhóm cọc (kN.m);

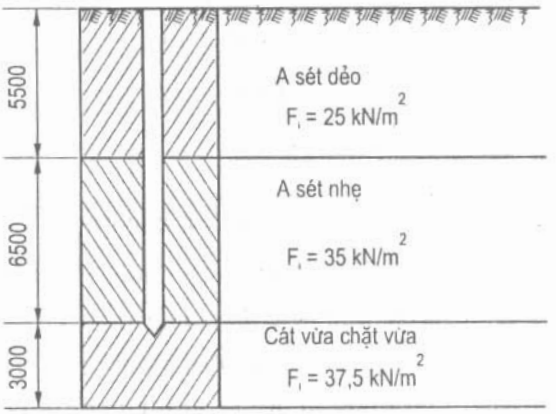
x_i, y_i - khoảng cách từ tâm cọc đến các trục trọng tâm XY của nhóm cọc.

P_a - Giá trị chịu tải thẳng đứng tiêu chuẩn của cọc đơn kN, tính theo công thức (18).

Ví dụ:

Cọc BTCT tiền chế có mặt cắt 350 × 350, dài 12,5m mặt cắt địa chất như hình 58.

Đầu cọc cắm trên tầng cát chặt vừa. Hãy tìm sức chịu tải tiêu chuẩn của cọc đơn.



Hình 58: *Mặt cắt địa chất*

Bài giải:

Cát vừa chặt vừa, tra bảng ta được $f_i = 2950 kN/m^2$.

Áp dụng vào công thức tính P_a công thức (18) ta có:

$$P_a = f_i . A + \Sigma F_i A_u$$

$$= 2950 \times 0,35 \times 0,35 + 0,35 \times 4 \times 5,5 \times 25 + 0,35 \times 4 \times 6,5 \times 35 + 0,35 \times 4 \times 0,5 \times 37,5 = 896,6 \text{ kN}$$

Lấy tròn: $P_a = 900kN$.

Ví dụ:

Mặt bằng móng cọc như hình 59.

Lực chịu tải của cọc đơn $P_a = 600kN$. Lực tác dụng thẳng đứng lên móng là V = 2450 kN. Trọng lượng đài cọc và đất trên dài cọc G = 450kN và M_y = 245 kNm; M_x = 490 kN. Hãy kiểm tra sức chịu tải của cọc.

Bài giải:

Theo như mặt bằng bố trí móng cọc thì:

$x_i = 1{,}20m$ và $y_i = 1{,}90m$

Từ công thức (19)

$$Q = \frac{V+G}{n} \text{ ta có}$$

$$Q = \frac{2450+450}{12} = 242kN < P_a = 600\,kN$$

Kiểm tra lại theo công thức chịu nén lệch tâm (công thức 21)

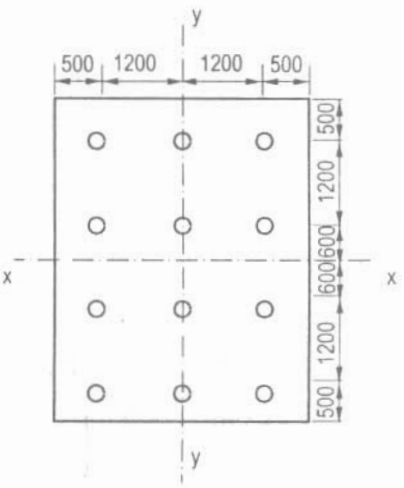
$$Q = \frac{V+G}{n} + \frac{M_x.y_i}{\Sigma y_i^2} + \frac{M_y x_i}{\Sigma x_i^2}$$

$$= \frac{2450+450}{12} + \frac{490\times 1{,}8}{1{,}8^2} + \frac{245\times 1{,}2}{1{,}2^2}$$

$$= 242 + 272 + 204 = 718\ kN$$

Và: $Q_{max} = 718 < 1{,}2P_a = 720\ kN$

Thỏa mãn yêu cầu.



Hình 59: Mặt bằng móng cọc

3. Xác định sức chịu tải của cọc qua các số liệu đóng cọc thử nghiệm

Dựa vào tài liệu địa chất có được, người ta thiết kế sơ bộ cọc đơn và móng cọc cho công trình. Tuy nhiên, với số liệu thiết kế sơ bộ thường người ta đúc thử 3 ÷ 5 cọc và đóng vào nền công trình để đối chiếu kiểm tra lại khả năng chịu lực của cọc. Từ số liệu thử nghiệm có được người ta sẽ hiệu chỉnh lại kích thước quy cách cọc và số lượng cọc, sau đó mới đúc hàng loạt và hạ cọc xuống nền.

Nói chung phần trình bày sau đây là: Tính toán sức chịu tải của cọc dựa theo các kết quả số liệu mà thử nghiệm cọc đã thu được. Công thức tính toán chủ yếu dựa vào năng lượng hữu hiệu của lực xung kích do búa tạo ra. Có rất nhiều chuyên gia nước ngoài đưa ra nhiều công thức kinh nghiệm, sau đây xin giới thiệu một số công thức được ứng dụng có tính phổ biến để độc giả xem xét và ứng dụng.

- Các công thức do tạp chí "Tin tức công trình" của Trung Quốc đưa ra (Gongchéngxinwén):

Công thức cho trường hợp búa rơi tự do:

$$Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{W_H \times H}{e + 0{,}0254} \qquad (22)$$

Công thức cho trường hợp dùng búa hơi đơn động:

$$Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{W_H \times H}{e + 0{,}00254} \qquad (23)$$

Công thức cho trường hợp dùng búa hơi song động:

$$Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{(W_H + p.a)H}{e + 0,00254} \quad (24)$$

- Công thức theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu móng của Trung Quốc với trường hợp búa rơi tự do hoặc búa hơi đơn động:

$$Q_a = \frac{W_H.H}{5e + 0,1} \quad (25)$$

Với trường hợp dùng búa hơi song động:

$$Q_a = \frac{(W_H + p.a)H}{5e + 0,1} \quad (26)$$

- Công thức của Weisbach:

$$Q_a = \frac{0,15.AE}{L}\left(-e + \sqrt{b^2 + W_H.H.\frac{2L}{AE}} \right) \quad (27)$$

Trong các công thức trên:

Q_a - sức chịu tải cho phép của cọc (kN);

W_H - trọng lượng quả búa (kN);

H - chiều cao rơi của búa hoặc xung trình của búa (m);

e - độ chối của cọc (m);

P - áp lực (lực nén) hữu hiệu (kN/m^2);

a - diện tích đáy piston (m^2);

A - diện tích mặt cắt ngang của cọc (m^2);

E - môđun đàn hồi;

L - chiều dài cọc (m).

Ngoài mục đích tìm sức chịu tải cho phép của cọc như đã trình bày các công thức nói trên. . còn có thể dựa vào lực gia tải trước của cọc (anticipated pile load) để tìm độ chối cọc của những nhát búa cuối cùng hoặc để chọn búa đóng cho thích hợp. Nếu giá trị e là âm, điều đó cho ta biết năng lượng búa không đủ, cần phải chọn búa nặng hơn...

Ví dụ:

Dùng búa hơi đơn động để đóng cọc W_H = 22,6 kN, độ cao rơi của búa H = 0,9m. Độ chối e = 1,5mm. Hãy tìm sức chịu tải cho phép của cọc.

Bài giải:

Từ công thức (23): $Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{W_H.H}{e + 0,00254}$

Thay vào ta có:

$$Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{22,6 \times 0,9}{0,015 + 0,00254}$$

$$= 193,3kN$$

Sức chịu tải cho phép của cọc là Q_a = 193,3kN.

Ví dụ

Dùng búa rơi tự do để đóng cọc có W_H = 16,5kN. Chiều cao rơi của búa H = 2,5m. Hãy tìm độ chối khống chế *e* khi sức chịu tải của cọc Q_a = 160kN.

Bài giải:

Theo công thức (22):

$$Q_a = \frac{1}{6} \times \frac{W_H \cdot H}{e + 0,0254}$$

Thay vào ta có:

$$Q_a = 160 = \frac{1}{6} \times \frac{16,5 \times 2,5}{e + 0,0254}$$

Kết quả có:

$$S = \frac{16,5 \times 2,5}{6 \times 160} - 0,0254 \approx 18mm$$

Độ chối khống chế là:

$$e = 18mm$$

Ví dụ

Dùng búa hơi đơn động W_H = 18kN đóng cọc L = 10m, tiết diện cọc: 350 × 350. Cọc BTCT có môđun đàn hồi E = 2,1 × 10^4 MPa. Chiều cao rơi của búa H = 0,8m; e = 20mm. Hãy tìm sức chịu tải cho phép của cọc.

Bài giải:

Từ công thức Weisback thay vào ta có:

$$Q_a = \frac{0,15AE}{L}\left(-e + \sqrt{e^2 + W_H.H\frac{2L}{AE}}\right)$$

$$= \frac{0,15 \times 0,35 \times 0,35 \times 2,1.10^7}{10} \times \left(-0,02 + \sqrt{0,02^2 + \frac{18 \times 0,8 \times 2 \times 10}{0,35 \times 0,35 \times 2,1 \times 10^7}}\right)$$

Sức chịu tải cho phép của cọc là Q_a = 103,3kN

§6. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG VÀ CÔNG TÁC NGHIỆM THU BÀN GIAO

Công tác thi công cọc thường tiến hành trước công việc đào đất. Chỉ khi công tác hạ cọc xuống nền hoàn thành (tức là đã được nghiệm thu bàn giao) thì công tác đất mới được bắt đầu.

Công tác kiểm tra chất lượng cọc được thực hiện ở hai giai đoạn:

Chuẩn bị cọc.

Hạ cọc xuống nền.

1. Nội dung kiểm tra chất lượng chuẩn bị cọc

Kiểm tra công tác chuẩn bị cọc bao gồm kiểm tra công tác chuẩn bị sân bãi, chuẩn bị vật liệu (cấp phối bêtông, chuẩn bị cốt thép).

Trước khi đổ bêtông cần kiểm tra công tác lắp đặt cốt thép: khoảng cách lắp đặt, vị trí lắp đặt, đường kính cốt thép, mối nối liên kết thép, vị trí nối buộc, lớp bảo vệ, công tác vệ sinh cốt thép, kết quả thử nghiệm cốt thép... Việc kiểm tra lắp đặt cốppha cũng quan trọng, mục đích bảo đảm cọc đổ xong không bị biến dạng, vuông vắn, thẳng, không bị sứt mẻ .

Để bảo đảm bêtong cọc đảm bảo chất lượng, cần phải thống nhất và giám sát chặt chẽ công việc trộn vận chuyển bêtông, đổ betong, đam và bảo dưỡng bêtông

Cọc bêtong trước khi chuyển ra hiện trường hạ cọc cần kiểm tra bên ngoài các nội dung:

Kích thước mặt cắt cọc

Chiều dài cọc

Độ thẳng của chiều dài mép cọc.

Hiện tượng cọc sứt mẻ, nứt.

Vị trí đặt các chi tiết đặt sẵn.

Vị trí mũi cọc (có chính tâm không?).

Đầu cọc (có phẳng không, gồ ghề hay bị lệch).

Cọc đã được kích tách chưa...

Kèm theo các hồ sơ:

Kết quả thí nghiệm cốt thép.

Kết quả thí nghiệm xi măng, đá, cát.

Kết quả thí nghiệm mẫu thử bêtông.

Biên bản nghiệm thu cho phép đổ bêtông.

Các căn cứ đối chiếu đánh giá đều phải theo các tiêu chuẩn về thi công cọc tiền chế mà nhà nước đã ban hành (TCXD 90 - 1996; TCXD 286 - 2003).

2. Theo dõi chất lượng việc hạ cọc xuống nền

Cần quan tâm đến quá trình diễn biến khi hạ cọc xuống nền (tốc độ xuống của cọc, lực xung kích, xung trình, số lần xung kích cho mỗi đoạn cọc, số lần xung kích cho 10m cuối cùng, độ chối đạt được, lực ép cọc khi cọc đạt đến cao độ thiết kế.

Xem xét bản vẽ hoàn công về vị trí cọc đã hạ xuống (toạ độ, cao độ, độ nghiêng lệch, tình trạng đầu cọc...).

Nói chung công tác nghiệm thu chất lượng hạ cọc phải tuân theo TCXD-286-2003 mà nhà nước đã ban hành.