

CHƯƠNG 5 : CÔNG TÁC THI CÔNG CỌC

5.1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ THI CÔNG CỌC

5.1.1. Đặc điểm chung

- Công tác khảo sát nền đất đóng một vai trò rất quan trọng.
- Ảnh hưởng tới các công trình lân cận (đặc biệt là khi đóng cọc).
- Biện pháp thi công cọc đa dạng. Tùy theo điều kiện địa chất, điều kiện môi trường xung quanh khác nhau mà lựa chọn cho hợp lý.

5.1.2. Các biện pháp thi công cọc

- Thi công cọc chế tạo sẵn: cọc gỗ, thép, BTCT.
 - ✓ Ưu điểm:
 - + Kiểm tra dễ dàng chất lượng cọc sau khi đúc.
 - + Thi công nhanh, ít phụ thuộc điều kiện thời tiết.
 - + Công nghệ thi công đơn giản (có thể thi công bằng thủ công).
 - + Công trình phụ trợ ít tốn kém.
 - ✓ Nhược điểm:
 - + Tốn diện tích làm kho, bãi chứa cọc, khuôn đúc, phương tiện vận chuyển cọc.
 - + Phải ghép nối cọc trong quá trình thi công.
 - + Cọc có thể bị hư hỏng khi cấu lắp và khi thi công.
 - ✓ Phạm vi áp dụng: khi địa tầng không quá phức tạp, kích thước và chiều dài cọc thay đổi không nhiều, công trình vừa và nhỏ.
- Thi công cọc đúc tại chỗ: cọc BT, BTCT
 - ✓ Ưu điểm:
 - + Không cần khuôn đúc, kho bãi cất giữ cọc.
 - + Không cần nối hoặc cắt cọc.
 - + Có khả năng sử dụng trong mọi loại địa tầng.
 - + Có thể thi công được những cọc có kích thước thay đổi.

+ Không gây tiếng ồn hoặc chấn động mạnh**✓ Nhược điểm:**

- + Đầu tư công trình phụ trợ tốn kém.
- + Khó kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công.
- + Dễ xảy ra khuyết tật, khó đảm bảo chất lượng cọc.
- + Công trình kém sạch và khô ráo.
- + Công nghệ thi công phức tạp, đòi hỏi chuyên gia có kinh nghiệm.
- + Ảnh hưởng nhiều bởi điều kiện thời tiết.

✓ Phạm vi áp dụng:

- + Địa tầng thay đổi mạnh.
- + Chiều dài cọc thay đổi nhiều.
- + Tải lớn, công trình lớn.
- + Chiều dài và đường kính cọc dự kiến lớn.

5.2. THI CÔNG CỌC CHẾ TẠO SẴN

5.2.1. Các phương pháp hạ cọc

Gồm có: phương pháp đóng, rung cọc, phương pháp ép cọc, hạ cọc bằng xói nước.

- *Phương pháp đóng, rung cọc*: thực chất là biện pháp hạ cọc vào nền đất bằng cách sử dụng năng lượng động được tạo bởi các loại búa đóng cọc.

✓ Ưu điểm:

- + Thi công nhanh chóng.
- + Có thể đóng cọc qua các lớp đất tương đối cứng.
- + Có thể đóng được những cọc có kích thước lớn.

✓ Nhược điểm:

- + Gây ồn và tạo ra sóng xung kích trong quá trình thi công nên ảnh hưởng tới môi trường xung quanh và công trình lân cận.
- + Do cọc phải chịu lực xung kích trong quá trình đóng cọc nên cọc dễ bị gãy và nứt; đặc biệt là ở đầu cọc.

-
- ✓ Phạm vi áp dụng: thường áp dụng đối với các công trình độc lập, những cọc có kích thước tương đối lớn, yêu cầu về tiến độ thi công nhanh, và cọc phải hạ qua các lớp đất cứng.
 - *Phương pháp ép cọc*: thi công cọc ép thực chất là biện pháp hạ cọc vào nền đất bằng cách nén tĩnh.
 - ✓ Ưu điểm:
 - + Không gây ồn, không tạo ra sóng xung kích nên ít gây ảnh hưởng tới môi trường và công trình xung quanh.
 - + Không bụi.
 - + Thiết bị đơn giản, dễ thi công.
 - + Dễ kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công.
 - ✓ Nhược điểm:
 - + Thường chỉ ép được cọc có kích thước nhỏ.
 - + Khó hạ được cọc qua các lớp đất cứng.
 - + Thời gian thi công dài.
 - ✓ Phạm vi áp dụng: thường áp dụng khi sửa chữa các công trình cũ, xây các công trình mới có số tầng < 10 trên nền đất yếu và nằm lân cận các công trình cũ.
 - *Hạ cọc bằng xói nước*: lợi dụng dòng nước có áp phun ra từ đầu vòi xói, nước xói lở đất xung quanh đầu cọc.
 - ✓ Ưu điểm: giảm bớt lực ma sát giữa cọc và đất, do đó hạ cọc được dễ hơn.
 - ✓ Nhược điểm: ảnh hưởng lớn tới công trình xung quanh; công trình thi công kém khô ráo.
 - ✓ Phạm vi áp dụng: nên áp dụng khi hạ cọc trong đất cát và phải cách xa công trình hiện có trên 20m. Để giảm áp suất, lưu lượng nước và công suất máy bơm nên kết hợp với đóng (ép) cọc.

5.2.2. Chế tạo và vận chuyển cọc

1. Chế tạo cọc: xem phần chế tạo cấu kiện đúc sẵn (chương 6)

2. Vận chuyển cọc

- Vận chuyển cọc lên cao: đảm bảo sao cho mômen uốn phát sinh trong cọc khi cẩu là nhỏ nhất (khi mô men dương bằng mômen âm):
 - ✓ Khi cẩu tại 1 điểm: điểm cẩu cách đầu cọc một khoảng 0,3 chiều dài cọc.
 - ✓ Khi cẩu cọc tại 2 điểm: 2 điểm cẩu cọc cách 2 đầu cọc một khoảng 0,21 chiều dài cọc.
- Vận chuyển cọc đi xa:
 - ✓ Dùng các thiết bị chuyên chở: ô tô kéo rơ-moóc, xe goòng, xe cải tiến hoặc dùng các đoạn ống tròn làm con lăn để vận chuyển cọc tùy vào từng điều kiện cụ thể.
 - ✓ Khi phải thi công cọc ở dưới nước: phải chở, cẩu cọc xếp lên xà lan và chở ra nơi thi công.

5.2.3. Các công tác chuẩn bị

1. Kiểm tra cọc và thiết bị thi công

- Kiểm tra chất lượng cọc đảm bảo các yêu cầu của thiết kế: kiểm tra cường độ cọc, kích thước cọc, vết nứt, độ cong,...
- Kiểm tra thiết bị: kiểm tra lý lịch và trạng thái hoạt động bình thường của các thiết bị.

2. Chuẩn bị mặt bằng thi công

- Ở trên cạn: dọn sạch, san tạo mặt bằng, có thể gia cố nền đất cho các phương tiện cơ giới và người đi lại thuận tiện, tập kết cọc về vị trí xếp đặt.
- Ở chỗ có nước mặt: đắp đảo đất hoặc lắp đặt các hệ nổi (phao, phà) và có các biện pháp neo giữ để đảm bảo ổn định.

3. Định vị cọc

Dùng các thiết bị đo đạc (máy trắc đạc, thước thép) để xác định vị trí tim mố, trụ, đường chu vi móng, đường trục hàng cọc và đóng cọc đánh dấu các vị trí này.

- Những cọc đánh dấu phải được cố định vững chắc trên nền đất hoặc đánh dấu bằng sơn trên giàn giáo.
- Trường hợp thi công ở chỗ nước sâu thì phải dùng khung định vị để xác định vị trí cọc.

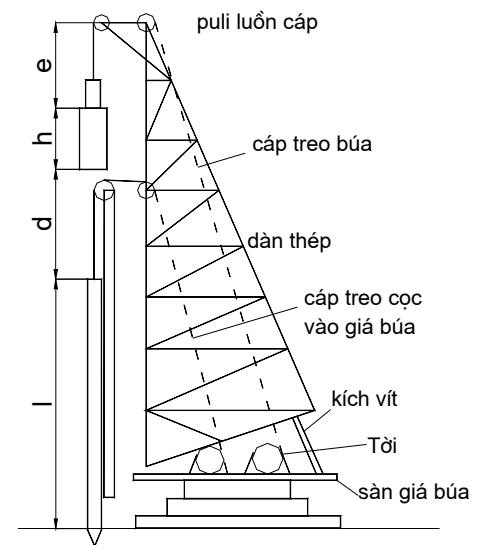
4. Công tác chuẩn bị khác

- Vạch sẵn các đường đi, chỗ xếp cọc, sơ đồ di chuyển của máy thi công cọc và cần trục phục vụ.
- Vạch tim ở các mặt bên của cọc để theo dõi độ thẳng đứng của cọc theo hai phương bằng máy kinh vĩ trong khi thi công cọc.
- Đánh dấu theo chiều dài (từ mũi cọc đến đầu cọc) bằng sơn những vạch khoảng cách 0,5m một. Riêng đốt cọc cuối cùng vạch đến khoảng cách 1cm.

5.2.4. Thi công đóng cọc

1. Thiết bị đóng cọc, tính toán và lựa chọn

- *Thiết bị đóng cọc:* búa và giá búa.
 - ✓ Các loại búa đóng cọc:
 - + Búa treo: dùng tời điện và dây cáp để kéo búa lên, khi đóng búa rơi tự do
 - + Búa đơn động: dùng áp lực hơi (khí ép) để nâng búa lên, khi đóng búa rơi tự do.
 - + Búa song động: dùng áp lực hơi (khí ép) để nâng búa lên và ép búa xuống khi đóng.
 - + Búa diesel: hoạt động theo nguyên lý động cơ nổ hai thì (hút, nén và nổ, xả)
 - ✓ Giá búa đóng cọc: gồm 1-cột dẫn; 2-quả búa và thiết bị treo như puli, tời; 3-giá đỡ; 4-khung đế.
 - + Giá búa đóng cọc gồm các loại: Giá búa đóng cọc bằng gỗ, giá búa đóng



Hình 5-1: Sơ đồ tính chiều cao giá búa

cọc bằng thép, giá búa đóng cọc kiểu long môn, giá búa đóng cọc vạm năng và giá đóng cọc kiểu cần trục.

- + Giá búa phải có chiều cao đảm bảo đóng được những cọc theo yêu cầu của thiết kế.
- + Chiều cao H của giá búa được tính theo công thức:

$$H = l + h + d + z \quad (\text{m})$$

Trong đó:

- l: chiều dài cọc (m).
 - h: chiều cao của búa, m.
 - d: chiều cao nâng búa (thường lấy từ 2,5 - 4m)
 - e: đoạn giá búa có treo các thiết bị cầu búa và cọc (ròng rọc, móc cầu...), m
- *Tính toán, chọn búa đóng cọc:* Chọn búa đóng cọc theo **năng lượng nhất búa** thông qua công thức:

$$E \geq 0,025P \quad (1)$$

Trong đó:

- ✓ P: sức chịu tải của cọc (Kg)
- ✓ E: năng lượng xung kích của búa, được cho trong tính năng kỹ thuật của búa

Sau khi chọn búa qua công thức (1) thì cần kiểm tra xem búa có thích ứng với trọng lượng của cọc hay không thông qua công thức:

$$K = \frac{Q + q}{E} \quad (2)$$

Trong đó:

- ✓ K: hệ số chỉ sự thích dụng của búa.
- ✓ Q: trọng lượng tổng cộng của búa (Kg).
- ✓ q: trọng lượng của cọc (tính cả phần mũ hoặc đệm cọc, Kg).

Hệ số K phải nằm trong trị số cho phép cho trong bảng sau:

Loại búa	Hệ số K		
	cọc gỗ	cọc thép	cọc BTCT
Búa song động, búa diezen kiểu ống.	5	5,5	6
Búa đơn động, búa diezen kiểu cột.	3,5	4	5
Búa treo (rơi tự do)	2	2,5	3

Nếu K nhỏ hơn các trị cho phép: búa không đủ nặng do đó hiệu quả đóng cọc kém. Nếu K lớn hơn nhiều so với các trị số cho phép: búa quá nặng so với cọc

Khi đóng cọc xiên, cần tăng năng lượng búa tính theo (1) với hệ số k_1 tùy theo độ nghiêng của cọc:

Độ nghiêng	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1
Hệ số k_1	1.1	1.15	1.25	1.4	1.7

2. Chọn phương án đóng cọc

Tùy thuộc vào điều kiện thi công cụ thể có thể chọn một trong các phương án sau đây:

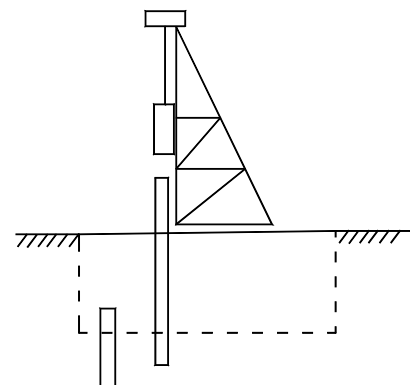
- Ở những nơi không có nước mặt:
 - ✓ *Hạ cọc ngay trên mặt đất tự nhiên:* đóng cọc trước khi đào hố móng

+ Ưu điểm:

- Không cần dựng giàn giáo, hay hút nước.
- Không cần làm thêm các kết cấu phụ cho giá búa đứng
- Dễ định vị và đóng cọc đúng vị trí
- Việc di chuyển của giá búa thuận lợi (giá búa làm việc hoàn toàn trên mặt đất)

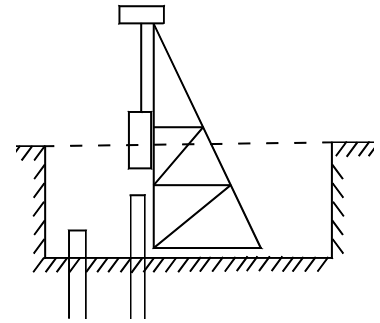
+ Nhược điểm:

- Khi sử dụng cọc dẫn: giảm hiệu quả của búa đóng
- Khi khoảng cách cọc dày: gây khó khăn cho công tác đào đất.



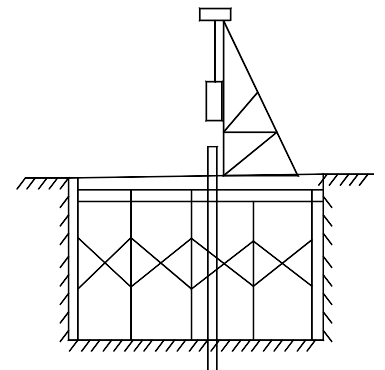
Hình 5-2: Hạ cọc ngay trên mặt đất tự nhiên

- + Phạm vi áp dụng: khi mặt đất tương đối bằng phẳng, khô ráo, cao độ đầu cọc ở không quá sâu và khoảng cách giữa các cọc không quá dày.
- ✓ *Đóng cọc trực tiếp trong hố móng*: đưa giá búa vào làm việc trong hố móng
 - + Ưu điểm:
 - Không cần dùng cọc dẫn
 - Không tốn vật liệu làm giàn giáo.
 - + Nhược điểm:
 - Cần có biện pháp bơm hút, làm khô hố móng.
 - Cần mở rộng đáy hố móng để giá búa di chuyển dễ dàng nên với những móng kích thước nhỏ thì khối lượng đất đào tăng đáng kể.
- + Phạm vi áp dụng: với móng có kích thước lớn, không gặp nước ngầm (nhà dân dụng hoặc công nghiệp)

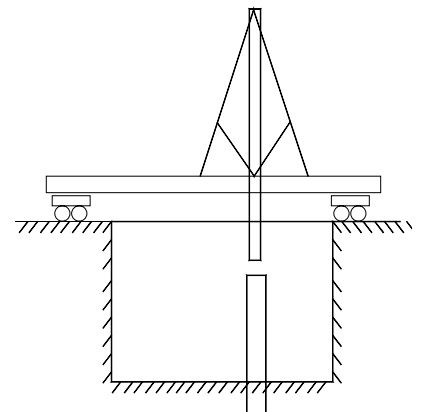


Hình 5-3: Đóng cọc trực tiếp trong hố móng

- ✓ *Làm giàn giáo đóng cọc ngay trên hố móng*
 - + Ưu điểm:
 - Không cần dùng cọc dẫn.
 - Không phải bơm hút làm khô hố móng.
 - + Nhược điểm: tốn vật liệu, thời gian làm giàn giáo và năng suất không cao.
- + Phạm vi áp dụng: chỉ nên dùng khi có bộ giàn giáo tháo lắp nhanh, tranh thủ lắp đồng thời với dựng giá búa và có thể thu hồi toàn bộ để dùng cho lần sau.
- ✓ *Giá búa làm việc trên cầu di động (d)*.



Hình 5-4: Làm giàn giáo đóng cọc ngay trên hố móng



Hình 5-5: Giá búa làm việc trên cầu di động

Cầu di động là một sàn công tác bắc qua chiều hẹp của hố móng. Theo chiều dài móng cầu di động chuyển dịch trên ray (bố trí dọc hai bên hố đào); theo chiều ngang giá búa trên cầu chạy cũng di động bằng ray đặt trên cầu.

+ Ưu điểm:

- Giá búa có thể di chuyển trên mặt bằng một cách rất cơ động, vừa lấy cọc, vừa có thể hạ cọc ở bất cứ vị trí nào trong phạm vi hố móng.
- Cầu chạy có thể sử dụng cho nhiều công trình, việc tháo lắp rất cơ động.
- Năng suất cao, không tốn nhiều công và vật liệu

+ Nhược điểm: chỉ sử dụng hiệu quả đối với móng có kích thước lớn

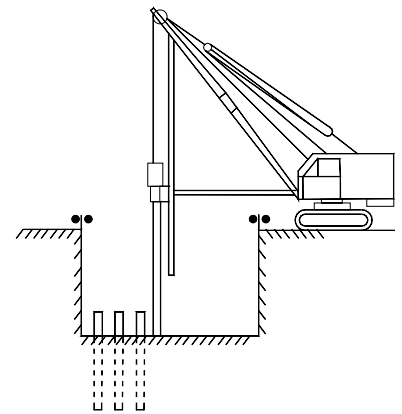
✓ *Dùng cần trục, cột dẫn hoặc khung dẫn cọc (e).*

Dùng cần trục tự hành đi trên bờ hố móng, gắn thêm cột dẫn cọc và thanh chống ngang để đẩy cột dẫn lên phía trước và chỉnh hướng khi đóng cọc xiên.

+ Ưu điểm: không tốn công, vật liệu và biện pháp làm khô hố móng như các biện pháp trên.

+ Nhược điểm:

- Yêu cầu đất nền có đủ cường độ và phải gia cố thành hố móng.
- Yêu cầu phải đủ diện tích để bố trí cần trục.



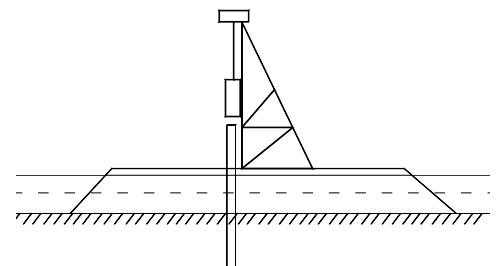
Hình 5-6: Dùng cần trục, cột dẫn hoặc khung dẫn cọc

• Ở những nơi có nước mặt:

✓ *Đóng cọc trên đảo đất (a):* đắp một đảo đất cao hơn mực nước khoảng 50 - 70cm, trên đảo lát những tàvẹt và đường ray cho búa chạy.

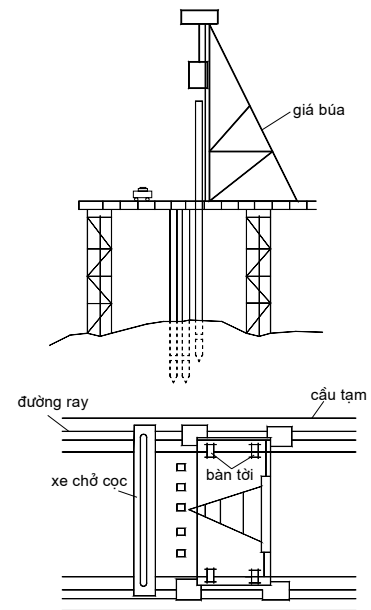
+ Ưu điểm: đơn giản, an toàn, đảo đất thuận tiện không những cho công tác đóng cọc mà còn phục vụ mọi công tác xây móng tiếp theo

+ Nhược điểm: tốn vật liệu để đắp đảo và gia cố bờ đảo để đảm bảo ổn định khi thi công ở chỗ nước lớn, dòng chảy xiết.



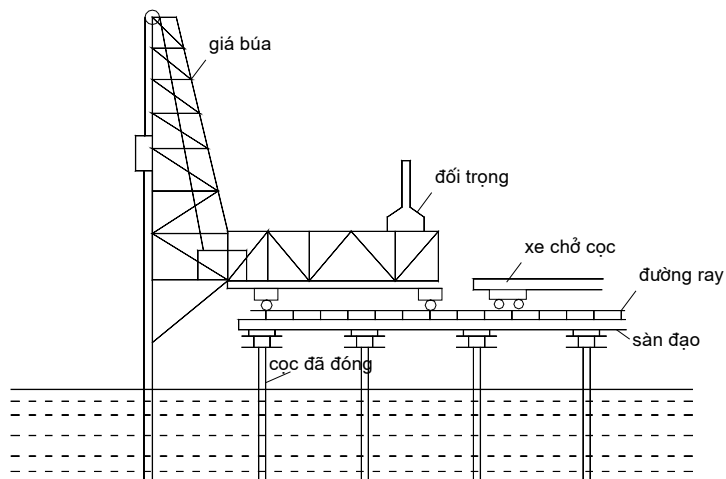
Hình 5-7a: Đóng cọc trên đảo đất

- + Phạm vi áp dụng: khi mức nước thi công không lớn, lưu tốc dòng chảy nhỏ, điều kiện đắp đảo thuận lợi.
- ✓ *Đóng cọc trên giàn giáo (cầu tạm) (b):*
xung quanh bệ móng cọc xây dựng một hệ giàn giáo
 - + Ưu điểm: ít cản trở dòng chảy, ít bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết, mực nước lên xuống, tác dụng của sóng và dòng chảy.
 - + Nhược điểm: khi mực nước lớn, địa chất lòng sông yếu sẽ khó khăn, gây cản trở giao thông.
 - + Phạm vi áp dụng: sử dụng hiệu quả khi độ sâu mực nước trong phạm vi thi công dưới 2m.



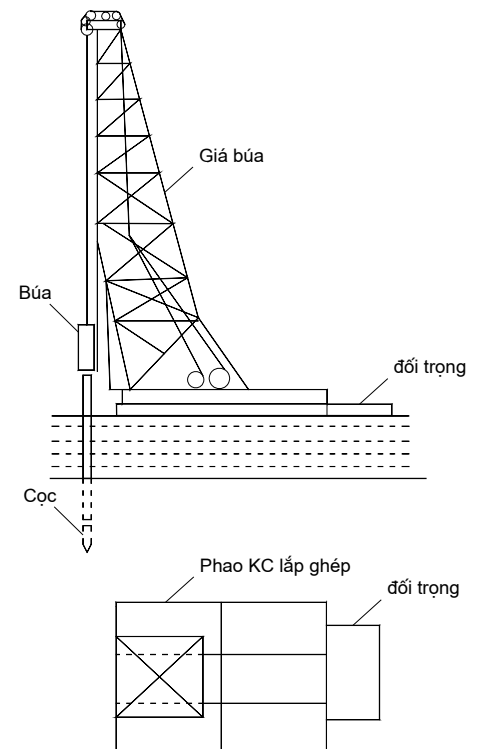
Hình 5-7b: Đóng cọc trên giàn giáo (cầu tạm)

- ✓ *Đóng cọc bằng giá búa bố trí hẫng (c):* tương tự biện pháp trên và có thể tận dụng cọc đã đóng làm móng.



Hình 5-7c: Đóng cọc bằng giá búa bố trí hẫng

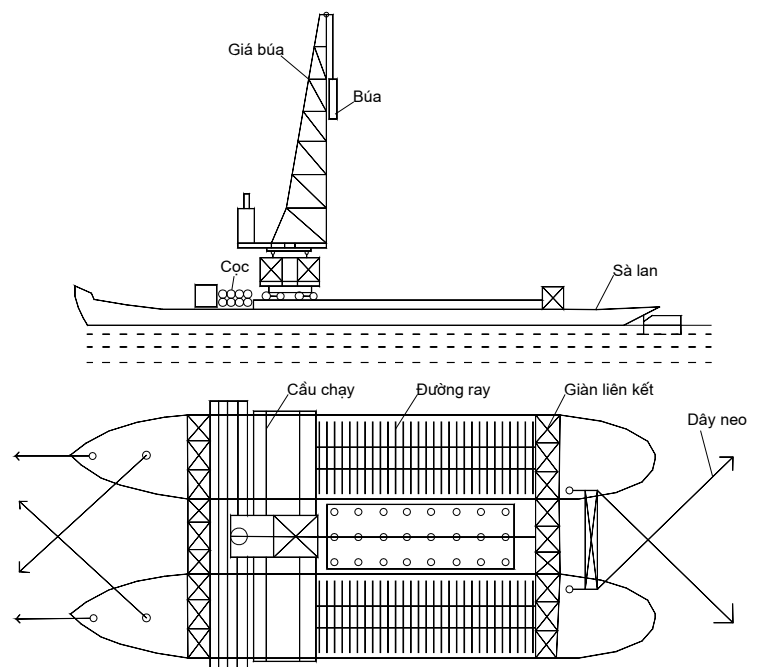
- ✓ *Đặt giá búa trên hệ nổi:* khi độ sâu mực nước từ 2-3m trở lên, xây dựng cầu tạm sẽ tốn kém hoặc làm cản trở giao thông đường thủy ta đặt giá búa đóng cọc trên hệ nổi.
 - ✓ *Giá búa đóng cọc được cố định trên phao nổi lắp ghép bởi các phao vạn năng tiêu chuẩn (d):* phao di chuyển bằng cáp, tời và dây neo.
- + Ưu điểm: đơn giản.
- + Nhược điểm: khó di chuyển từ cọc này sang cọc khác và neo giữ mất nhiều thời gian, năng suất thấp.
- ✓ *Giá búa trên sà lan:* giá búa được cố định tại một đầu của một sà lan. Cọc được cung ứng bởi một sà lan khác, cập mạn và nằm dọc cạnh hệ nổi



Hình 5-7d: Giá búa đóng cọc trên phao

Hai phương án trên chỉ thích hợp trong trường hợp chưa có hoặc không có vòng vây hay cọc ván, khi nâng hạ cọc cũng như khi búa hoạt động hệ nổi dễ chòng chành, phải dùng đối trọng di động hoặc bơm hút nước cho cân bằng (nhất là khi bắt đầu hạ cọc)

- ✓ *Giá búa trên cặp sà lan ghép đôi (e):* hai sà lan song song được ghép đôi bởi hai dầm liên kết kiểu dầm thép tạo thành một hệ nổi, khoảng cách giữa hai sà lan phụ thuộc kích thước móng; dọc theo các sà lan bố trí hai đường

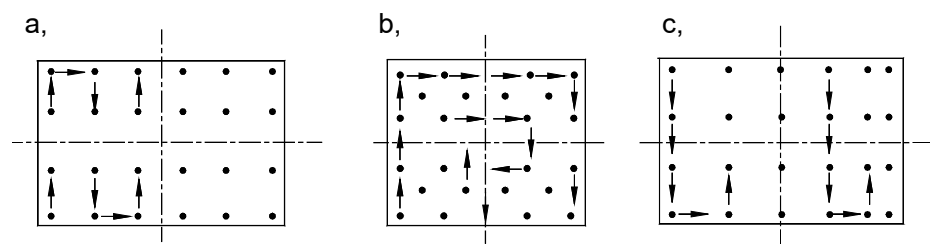


Hình 5-7g: Giá búa trên cặp sà lan ghép đôi

ray tạo ra đường di động cho cầu nối ngang, trên đó dụng giá búa có thể di chuyển tự động trên đường ray thẳng góc với hướng chuyển động của cầu chạy.

- + Ưu điểm: hệ nổi không phải di chuyển khi đóng cọc, ổn định hơn so với hai phương án trên, hiệu quả đóng cọc cao.
- + Nhược điểm: công kênh, lắp ghép khó khăn, tốn kém
- + Phạm vi áp dụng: thường áp dụng với những móng kích thước lớn.

3. Các sơ đồ đóng cọc



Hình 5-8: Các sơ đồ đóng cọc

- *Đóng cọc theo sơ đồ chữ chi (a)*
 - ✓ Ưu điểm:
 - + Dễ bố trí đường di chuyển của giá búa.
 - + Di chuyển giá búa tốn ít thời gian nên năng suất cao.
 - ✓ Nhược điểm: đất nền bị dồn nén không đều, mặt đất bị trôi lên, dễ gây ra lún lệch
- *Đóng cọc theo sơ đồ xoắn ốc (b)*
 - ✓ Ưu điểm: nén chặt và đều đất trong phạm vi móng không gây ra lún lệch
 - ✓ Nhược điểm:
 - + Giá búa phải đổi hướng nhiều.
 - + Giá búa bị cản trở bởi các cọc đã đóng trước.
 - + Khi đóng cọc từ ngoài vào: khó đóng các cọc giữa.
- *Chia đoạn và đóng đồng thời một số đoạn (c)*
 - ✓ Ưu điểm:
 - + Đất nền được nén chặt trên toàn bộ diện tích.

+ Thi công nhanh.

- ✓ Nhược điểm: chỉ áp dụng có hiệu quả khi kích thước móng lớn.

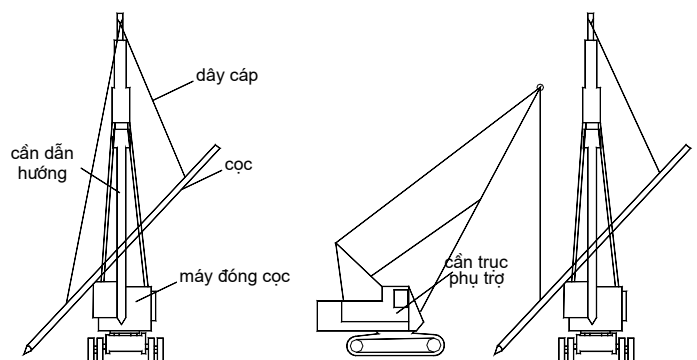
Khi móng ít cọc hoặc bố trí thưa, khoảng cách giữa các cọc $> (4-5) d$: chọn thứ tự đóng cọc theo điều kiện thi công sao cho thuận lợi.

4. Đóng cọc

a. Trình tự đóng cọc

- Vận chuyển máy móc thiết bị vào vị trí đảm bảo an toàn.
- Lắp mũi cọc vào đoạn cọc đầu tiên, lắp mũ cọc vào đầu cọc.
- Ghép đoạn cọc đầu tiên vào giá búa.
 - ✓ Với cọc ngắn: dùng dây cáp treo cọc của giá búa móc vào móc cầu ở phía đầu cọc rồi kéo từ từ cho cọc dần dần lên vị trí thẳng đứng rồi ghép vào giá búa.
 - ✓ Với cọc dài: phải dùng cả hai dây cáp treo cọc và treo búa của giá búa để cầu cọc lên.

Có thể dùng thêm cần trục phục vụ khi lắp cọc vào giá búa như hình vẽ



Hình 5-9: Ghép cọc vào giá búa

- Điều chỉnh để cọc vào đúng vị trí; kiểm tra phương của cọc.
- Áp búa vào cọc: đảm bảo đường trục của búa trùng với đường trục của cọc.
- Cho búa đóng cọc hoạt động:
 - ✓ Với những nhát búa đầu tiên thường đóng nhẹ, khi cọc vào đúng vị trí mới đóng mạnh dần lên.

- ✓ Khi phát hiện cọc nghiêng phải dừng lại ngay để điều chỉnh.
- Ghép nối cọc: với cọc được nối từ nhiều đoạn, đoạn trước đóng cách mặt đất một khoảng 50cm thì dừng lại để nối cọc, các mối nối phải đúng theo yêu cầu của thiết kế.

Sau khi ghép nối cọc, quá trình đóng cọc được lặp lại cho tới khi đạt cao trình thiết kế (đối với cọc chống) hoặc khi đạt độ chối thiết kế (với cọc treo)

Độ chối: độ lún của cọc/ một nhát búa. Độ chối được đo cho 3 loại búa cuối cùng. Thời gian nghỉ của cọc trước khi đóng kiểm tra độ chối: 3 ngày với đất cát; 6 ngày với đất sét.

Độ chối thiết kế được tính theo công thức:
$$e = \frac{m.n.F.Q.H}{P\left(\frac{P}{m} + n.F\right)} \frac{Q + \varepsilon q}{Q + q}$$

Trong đó:

- e: độ chối của cọc dưới một nhát búa (m).
- m: hệ số an toàn (0,5 ÷ 0,7)
- n: hệ số vật liệu làm cọc (gỗ: 100t/m²; BTCT: 150t/m²; thép: 500t/m²).
- F: diện tích tiết diện ngang của cọc (m²).
- Q: trọng lượng búa đóng cọc (t).
- H: chiều cao rơi búa, m.
- P: tải trọng cho phép của cọc (t)
- q: trọng lượng của cọc (kể cả phần mũi và đệm cọc, t).
- ε: hệ số phục hồi va đập (=0,2).

b. Theo dõi, đo đạc trong quá trình đóng cọc

Trong quá trình đóng cọc phải luôn theo dõi tốc độ hạ cọc và độ nghiêng của cọc để có biện pháp điều chỉnh kịp thời

5. Sự cố khi đóng cọc, nguyên nhân và biện pháp xử lý

- Cọc đang đóng, bỗng nhiên tốc độ xuyên chậm hẳn lại hoặc dừng hẳn:
 - ✓ Do cọc gặp phải một trở ngại nào đó trong đất hoặc phải hạ cọc qua lớp đất cứng kẹp giữa: dùng biện pháp khoan dẫn hoặc xói nước.

- ✓ Do hiện tượng chồi giả tạo: để đất nghỉ một thời gian, sau đó đóng tiếp.
- Bề mặt thân cọc có vết nứt dọc hoặc ngang do lực đóng tác dụng lệch tâm làm cho BT chịu kéo: thay thế cọc khác để đóng, hoặc gia cố bằng các thép bản.
- Khi cọc đóng bị lệch phương: do bề mặt chỗ nổi cọc không phẳng, cọc nổi bị gãy khúc, phương so đầu của giá búa không trùng với phương của cọc,..
- ✓ Nếu cọc chưa hạ sâu thì dùng tời để kéo cọc trở về vị trí cũ.
- ✓ Nếu cọc đã hạ sâu vào lớp đất cứng, độ sai lệch nhỏ thì điều chỉnh phương của cọc dẫn theo phương cọc rồi tiếp tục đóng.
- ✓ Nếu sai lệch lớn thì phải nhổ lên đóng lại.
- Khi cọc đang đóng thì bị gãy: nhổ cọc đó lên và đóng cọc khác.
- Khi các cọc đóng trước bị trôi lên khi ta đóng các cọc sau: do các cọc đóng gần nhau trong đất dính và đàn hồi. Xử lý bằng cách sử dụng búa hơi song động có tần số lớn để đóng nhanh.

5.3. THI CÔNG ÉP CỌC

5.3.1. Các giải pháp ép cọc: ép trước và ép sau

- Ép trước: là giải pháp sau khi thi công ép cọc xong thì mới thi công đài móng.
- Ép sau: thi công đài móng và một phần kết cấu bên trên, sau đó ép cọc qua các lỗ chờ hình côn trong móng

Trong 2 giải pháp trên thì ép sau có ưu điểm: rút ngắn thời gian thi công, đồng thời có thể sử dụng ngay phần công trình đã xây xong làm đối trọng nhưng cần gia cố đài cọc khi ép và khó xử lý khi gặp bất trắc.

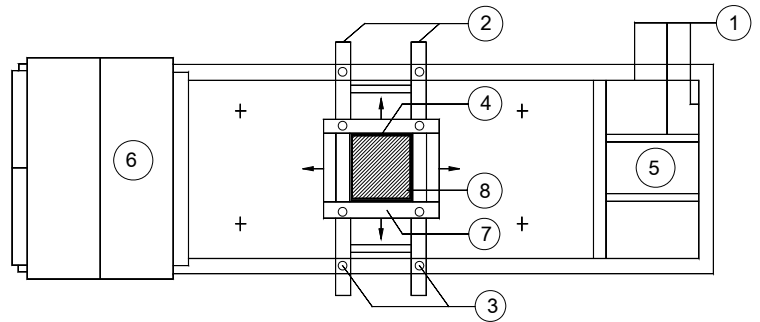
5.3.2. Các thiết bị ép cọc, tính toán lựa chọn

1. Thiết bị ép cọc: thiết bị sử dụng để ép cọc là máy ép cọc

- Cấu tạo máy ép cọc gồm: Bộ máy, kích thủy lực, khung dẫn hướng và đối trọng.
- ✓ Bộ máy: được cấu tạo từ thép hình chữ U, I.
- ✓ Khung dẫn hướng được chế tạo từ thép hình và có cấu tạo ống lồng: phần ngoài cố định, phần trong di động lên xuống trong quá trình ép cọc.

- ✓ Đối trọng: là các khối BTCT, cọc neo hay bản thân công trình.

- 1- Bộ máy
- 2- Cơ cấu di chuyển dọc bộ máy
- 3- Bulông liên kết
- 4- Ống lồng dẫn hướng cọc
- 5- Vị trí xếp đối trọng
- 6- Khối BTCT đối trọng
- 7- Ống ngoài; 8- Cọc



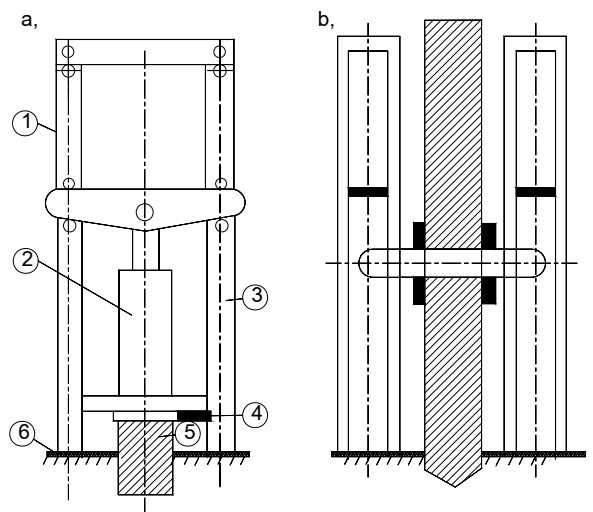
Hình 5-10: Mặt bằng máy ép cọc

- Các loại máy ép cọc: có 2 loại máy ép cọc: loại lớn và loại nhỏ
 - ✓ Máy ép cọc loại lớn: có sức ép từ 60 - 200 tấn, có thể ép cọc cách công trình cũ 60cm.
 - ✓ Máy ép cọc loại nhỏ: có sức ép từ 20 - 40 tấn, ép được các đoạn cọc dài 2,5m, có thể ép cọc cách công trình cũ 20cm.
- Các loại kích:
 - ✓ Kích đơn: ép dọc trục
 - ✓ Kích đôi: ép bên

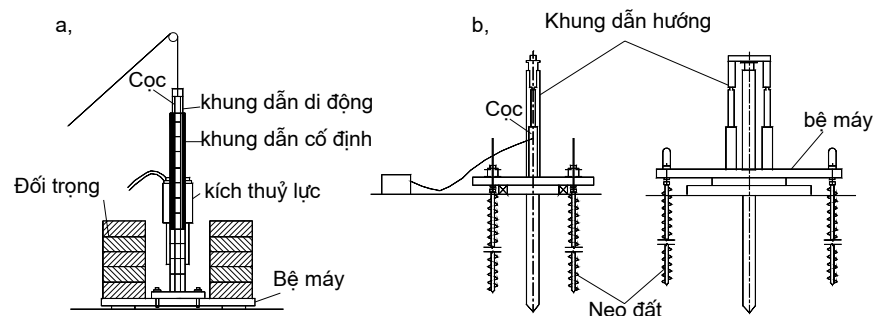
Hình 5-11: Các loại kích:

a- Kích đơn; b- Kích đôi

- 1-Khung máy; 2-Kích thủy lực; 3-Thanh định hướng;
- 4-Bàn nén; 5-Cọc bê tông; 6-Khung định hướng



- Các loại đối trọng: Yêu cầu $Q_{\text{đối trọng}} > P_{\text{ép}}$



Hình 5-12: Bố trí các loại đối trọng
a- Đối trọng BTCT, b- Đối trọng bằng neo

- ✓ Sử dụng neo bằng cọc xoắn làm đối trọng: áp dụng khi mặt bằng thi công chật hẹp, thi công các công trình nhỏ.
- ✓ Đối trọng ngoài (cọc BTCT): áp dụng khi mặt bằng thi công rộng, chiều dài cọc lớn, áp lực ép lớn.
- ✓ Dùng ngay chính công trình làm đối trọng: áp dụng trong giải pháp ép sau, gia cố công trình cũ

2. Tính toán lựa chọn

- Xác định lực ép: $N_{ép} = (2 \div 2,5) P_{gh}$ (KN)

Trong đó: P_{gh} - sức chịu tải của cọc, KN. $P_{gh} = \frac{Q_c + Q_s}{k}$

Q_c : lực kháng tại mũi cọc, KN.

Q_s : tổng lực kháng xung quanh cọc, KN.

k : hệ số an toàn ($2 \div 3$)

- Thiết bị được lựa chọn phải thoả mãn các yêu cầu:
 - ✓ Lực nén danh định lớn nhất của thiết bị $\geq 1,4$ lực ép lớn nhất theo tính toán yêu cầu
 - ✓ Lực nén của kích phải đảm bảo tác dụng dọc trục khi ép đỉnh hoặc tác dụng đều trên mặt bên cọc khi ép ôm, không gây lực ngang tác dụng lên cọc trong khi ép.
 - ✓ Chuyển động của pít tông kích phải đều và khống chế được tốc độ ép cọc.
 - ✓ Đồng hồ đo áp lực phải tương xứng với khoảng lực đo.
 - ✓ Thiết bị ép cọc phải đảm bảo điều kiện để vận hành theo đúng quy định về an toàn lao động khi thi công.

5.3.3. Sơ đồ ép cọc (theo các sơ đồ như sơ đồ cọc đóng)

5.3.4. Ép cọc

1. Trình tự ép cọc

- Vận chuyển và lắp đặt thiết bị vào vị trí ép đảm bảo an toàn
- Ghép mũi cọc vào đoạn cọc đầu tiên và đưa cọc vào vị trí ép.

- Chỉnh máy để các đường trục của khung máy, đường trục của kích và đường trục cọc thẳng đứng nằm trong một mặt phẳng (vuông góc với mặt phẳng nằm ngang)
- Cho máy ép cọc hoạt động:
 - ✓ Ở những giây đầu tiên khi tiến hành ép đoạn mũi cọc, lực tác dụng lên cọc cần tăng từ từ sao cho tốc độ xuyên cọc không lớn hơn 1cm/s.
 - ✓ Khi cọc chuyển động đều thì cho cọc chuyển động với vận tốc xuyên không quá 2cm/s.
 - ✓ Khi phát hiện cọc nghiêng phải dừng lại để chỉnh ngay.
- Ghép nối cọc: khi ép đoạn trước cách mặt đất chừng 50cm thì dừng lại để nối cọc, độ nghiêng của đoạn cọc sau không quá 1%. Khi nối cọc phải gia tải lên cọc một lực khoảng 10 - 15% tải trọng thiết kế, sau đó tiến hành nối theo quy định.

Sau khi ghép nối cọc, tiếp tục ép cọc theo các yêu cầu:

- Thời điểm đầu ép đoạn sau, vận tốc xuyên của cọc không quá 1cm/s.
- Khi ép cọc tới độ sâu thiết kế phải duy trì giá trị lực ép tối thiểu trong thời gian ít nhất 10 phút, nếu cọc dừng thì cho phép ngừng hạ cọc, ngược lại thì tiếp tục ép.

Quá trình ép cọc được thực hiện cho tới khi thoả mãn 2 yêu cầu sau:

- Đạt chiều sâu xấp xỉ chiều sâu do thiết kế quy định.
- Lực ép cọc bằng 1,5 - 2 lần sức chịu tải cho phép của cọc theo yêu cầu của thiết kế.

2. Theo dõi, ghi chép trong quá trình ép cọc

- Theo dõi độ nghiêng của cọc trong quá trình ép.
- Tiến hành ghi chép lực ép cho từng m chiều dài cọc và ghi giá trị lực ép khi tốc độ xuyên thay đổi đột ngột.
- Đến giai đoạn cuối cùng khi lực ép đạt giá trị 0,8 giá trị ép giới hạn tối thiểu thì ghi giá trị lực ép với từng đoạn xuyên 20cm cho đến khi xong.

5.3.5. Sự cố khi ép cọc, nguyên nhân và biện pháp giải quyết

- Trong quá trình ép còn xa độ sâu thiết kế nếu gặp phải chướng ngại vật, vữa cát chặt hoặc sét cứng làm cọc không dịch chuyển được thì có thể:

✓ Tăng lực ép tới N_{\max} và lực ép lớn nhất này phải đảm bảo yêu cầu:

$$N_{\max} < P_{vl} = P_{Fa} + P_B$$

✓ Dùng biện pháp khoan dẫn hoặc xói nước kết hợp.

- Cọc bị nghiêng quá quy định: nhổ lên ép lại hoặc ép bổ sung cọc.
- Cọc bị vỡ: cưa bỏ đoạn cọc vỡ, thay bằng đoạn cọc mới
- Bề mặt thân cọc có vết nứt: tương tự như khi đóng cọc.

5.3.6. Hạ cọc bằng búa chấn động

Búa chấn động: là búa có cấu tạo gồm một động cơ điện xoay chiều, các trục quay có gắn các vật nặng lệch tâm, khi động cơ điện hoạt động sẽ làm quay các trục có gắn các vật nặng lệch tâm, có các bánh răng truyền chuyển động, các vật lệch tâm được bố trí quay ngược hướng với nhau, do đó khi hoạt động các lực ngang bị triệt tiêu và cọc chỉ còn dao động thẳng đứng.

1. Tính toán khi hạ cọc bằng búa chấn động

Muốn hạ một cọc có sức chịu tải tính toán là P (tấn) cần chọn loại búa chấn động theo điều kiện sau:

$$0,5\lambda Q \left(\frac{150N_d}{nK} + 1 \right) \geq P$$

Trong đó:

- Q : Trọng lượng toàn bộ vật chấn động: trọng lượng cọc, đầu cọc và búa (tấn).
- N_d : công suất danh nghĩa động cơ điện của búa chấn động (KW)
- K : mô men của những miếng lệch tâm của búa chấn động (T.cm).
- n : số vòng quay của những miếng lệch tâm trong một phút.
- λ : hệ số phụ thuộc vào tỷ số giữa sức kháng động và kháng tĩnh của đất.

Khi chọn búa chấn động cần chú ý: hạ cọc trong đất cát dùng búa chấn động tần số cao, trong đất dính dùng tần số thấp

2. Một số chú ý khi sử dụng búa chấn động để hạ cọc

- Khi hạ cọc búa chấn động phải được liên kết cứng với cọc để tạo dao động.
- Khi búa chấn động không đủ lực chấn động có thể ghép hai búa nhưng động cơ của hai búa phải đồng bộ với nhau.
- Khi búa chấn động hoạt động phải thường xuyên kiểm tra điện thế của 2 pha trên bảng điều khiển để điều chỉnh kịp thời
- Sau mỗi giai đoạn làm việc liên tục nên cho búa nghỉ từ 5 - 10 phút để nguội bớt.
- Để hạ cọc cho đúng vị trí, cần phải có khung định hướng cho cọc tựa, đồng thời phải có giá đỡ cho búa chấn động tựa khi hạ cọc nghiêng.

5.3.7. Hạ cọc bằng xói nước

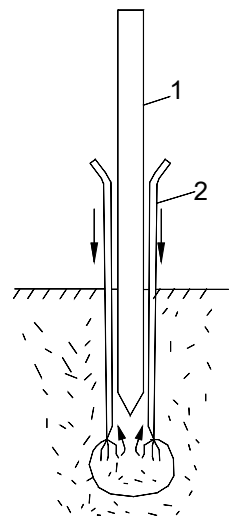
1. Thiết bị chủ yếu

- Máy bơm nước: có nhiều loại (loại pittong hoặc loại li tâm cao áp nhiều cấp). Tùy theo tình hình thực tế và thiết bị động lực của máy móc khác mà quyết định.
- Vòi xói nước: ống thép thường, ống sắt. Vòi xói nước là ống có độ dài 30 - 40cm, được chế tạo đặc biệt đầu dưới thóp lại như hình nón, có đục một số lỗ nhỏ.

2. Bố trí vòi xói

Số lượng vòi xói, áp lực nước và lượng nước dùng cho mỗi vòi tùy thuộc vào đường kính cọc, loại đất và chiều sâu hạ cọc (được cho trong bảng tra)

- Đối với cọc ống có đường kính $< 1\text{m}$ thì cho phép dùng một ống xói đặt giữa tiết diện, với cọc có đường kính $> 1\text{m}$ thì nên đặt các ống xói theo chu vi cọc, cách nhau 1 - 1,5m.
- Đối với cọc tiết diện đặc thì chỉ có thể bố trí ống xói ở phía ngoài cọc.



Hình 5-13: Hạ cọc bằng xói nước
1- Cọc; 2- Ống xói nước

3. Những điều cần chú ý khi dùng phương pháp xói nước

- Phải kiểm tra các thiết bị xói nước trước khi sử dụng chính thức.

- Máy bơm nên đặt ở gần vị trí cọc để giảm bớt tổn thất về áp lực.
- Trong quá trình thi công đôi khi phải ngừng xói nước vì bùn cát làm tắc vòi xói nước và bịt chặt lỗ cọc ống. Nếu bị tắc có thể nhấc ống xói lên một vài lần rồi lại xói tiếp.
- Đầu nước vào của ống xói nên đặt van an toàn để tránh cho máy bơm khỏi bị hỏng khi vòi xói nước bị tắc
- Khi hạ cọc ở tầng đất cát nhỏ, tốc độ cọc lún xuống có thể rất nhanh, do đó nên dùng dây cáp treo cọc để tránh cho ống xói nước khỏi bị xoắn gãy.
- Khi sử dụng biện pháp xói nước kết hợp với đóng (ép) cọc thì yêu cầu: khi hạ cọc đến mét cuối cùng thì ngừng việc xói nước lại, tiếp tục đóng hoặc ép cọc cho tới khi đạt yêu cầu để đảm bảo khả năng chịu tải của cọc.

5.3.8. Một số công tác khi hạ cọc ống

1. Lấy đất trong lòng cọc ống

Trong quá trình đóng cọc, để giảm bớt ma sát của đất ở mặt trong của cọc ta phải lấy đất trong cọc ống ra, cứ khoảng 3 - 5m lại ngừng đóng cọc để moi đất ra.

- Nếu đường kính trong của cọc lớn: có thể dùng gầu ngoạm để lấy đất.
- Có thể dùng vòi xói nước để xói đất thành bùn, sau đó bơm ra khỏi ống bằng máy hút bùn.

2. Đổ BT nhồi cọc ống

- Kiểm tra tình hình vách cọc, rửa sạch các chất lắng đọng trong lòng cọc ống.
- Đổ BT nhồi ống cọc (xem phần công tác đổ BT cọc - cọc đúc tại chỗ).

5.3.9. Biện pháp an toàn lao động, kiểm tra nghiệm thu công tác thi công cọc chế tạo sẵn

1. Biện pháp an toàn lao động

- Khi cẩu, vận chuyển cọc phải nâng hạ từ từ, điểm cẩu và điểm kê phải chính xác.
- Đường di chuyển của giá búa phải bằng phẳng, có biện pháp thoát nước tốt.
- Trong lúc cẩu cọc, không cho phép người đứng làm việc dưới tầm móc cẩu.

- Khi thi công cọc ở dưới nước: phải có các công cụ neo giữ để đảm bảo ổn định
- Điều khiển vận hành thiết bị phải là công nhân có đủ trình độ và thành thạo.
- Khi nối cọc phải điều chỉnh cho cọc ngay ngắn, liên hệ chặt chẽ với nhân viên tín hiệu để thực hiện các thao tác cho chuẩn.
- Điều khiển quá trình hạ cọc phải có chỉ huy thống nhất, tín hiệu rõ ràng

2. Kiểm tra nghiệm thu công tác thi công cọc

- Trước khi thi công:
 - ✓ Kiểm tra máy móc, thiết bị
 - ✓ Kiểm tra chất lượng cọc.
- Trong khi thi công:
 - ✓ Khi ghép cọc vào giá búa (máy ép cọc): cần kiểm tra độ đồng trục của cọc, trục búa và trục của kích.
 - ✓ Kiểm tra độ nghiêng của cọc theo phương đã định bằng các thiết bị đo đạc
 - ✓ Kiểm tra khi ghép nối cọc: độ đồng trục của các đoạn cọc được ghép nối, bề mặt ở đầu 2 đoạn cọc nối phải tiếp xúc khít với nhau; đảm bảo mối nối đúng thiết kế
 - ✓ Kiểm soát tốc độ hạ cọc cũng như áp lực trong quá trình hạ cọc.
- Sau khi thi công:
 - ✓ Kiểm tra cao độ mũi cọc và cao độ đỉnh cọc.
 - ✓ Độ lệch so với vị trí thiết kế của cọc trên mặt bằng không được vượt quá trị số cho sẵn trong bảng.
 - ✓ Kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công: độ toàn khối, cường độ cọc.

5.4. THI CÔNG CỌC TẠI CHỖ

5.4.1. Thi công cọc khoan nhồi

1. Công tác chuẩn bị

a. Chuẩn bị vật liệu và thiết bị:

- Vật liệu: phải đầy đủ về số lượng, chủng loại theo đúng yêu cầu thiết kế
- Thiết bị: phải có tài liệu tính năng kỹ thuật cũng như chứng chỉ về chất lượng, đảm bảo an toàn kỹ thuật.

b. Chuẩn bị mặt bằng thi công: Tùy theo địa hình, vị trí thi công mà có những biện pháp khác nhau:

- Khi thi công trên cạn: Tiến hành san ủi, đắp đất tạo mặt bằng thi công, rải các tấm thép dày hoặc các tấm BT để máy khoan bánh xích có thể di chuyển khoan cọc.
- Khi thi công ở nơi nước sâu: đắp đảo đất, tạo sàn đạo tạm hoặc chuẩn bị các hệ nổi.

c. Xác định trình tự khoan cọc và vị trí cọc

- Trình tự thi công cọc phải đảm bảo sao cho khoảng cách hai cọc thi công liên tiếp phải lớn hơn 3 lần đường kính cọc.
- Xác định vị trí cọc: trước khi khoan phải xác định vị trí tâm cọc

Từ mặt bằng công trình, lập hệ thống định vị và lưới khống chế cho công trình theo toạ độ; các lưới định vị này được chuyển dời và cố định vào các công trình lân cận hoặc lập thành các mốc định vị. Các mốc này được rào chắn bảo vệ cẩn thận và liên tục kiểm tra trong quá trình thi công để đề phòng xô dịch do va chạm và lún.

d. Biện pháp giảm thiểu tác hại đến môi trường xung quanh: ngăn ngừa ảnh hưởng của tiếng ồn và chấn động.

- Đặt chụp hút âm ở động cơ nổ.
- Dùng động cơ điện thay cho máy nổ, máy nén khí.
- Xây tường bao quanh hiện trường

2. Công tác khoan tạo lỗ

Có hai dạng chủ yếu theo phương thức bảo vệ thành lỗ vách:

- Khoan tạo lỗ không có ống vách, dùng dung dịch khoan để giữ vách.
- Khoan tạo lỗ có ống vách.

a. Các thiết bị phục vụ công tác khoan tạo lỗ

- Máy khoan và thiết bị phụ trợ:
 - ✓ Các loại máy khoan phổ biến: khoan guồng xoắn, khoan gầu ngoạm, khoan thùng.
 - ✓ Thiết bị phụ trợ khi khoan gặp tầng đá cứng: lưỡi khoan đặc biệt, máy đục đá
 - ✓ Thiết bị khoan mở rộng đáy.
- Thiết bị ổn định thành lỗ khoan:
 - ✓ Ống vách
 - + Vai trò của ống vách:
 - Định vị và dẫn hướng cho máy khoan.
 - Giữ ổn định cho hố khoan và chống sập phần trên hố khoan.
 - Bảo vệ đất đá không rơi xuống đáy hố khoan.
 - Làm chỗ tựa để lắp các sàn đỡ tạm khi buộc nối, lắp dựng cốt thép, lắp dựng và tháo dỡ ống đổ BT.
 - Làm ván khuôn khi đổ BT.
 - + Các loại ống vách: theo đặc điểm kỹ thuật chia ống vách làm 2 loại:
 - Ống vách thuộc thiết bị khoan: có kích thước tùy theo tính năng, công suất của từng loại máy khoan. ống vách này được rút lên trong quá trình đổ BT.
 - Ống vách không thuộc thiết bị khoan và được để lại trong kết cấu.
 - + Cấu tạo ống vách:
 - Ống vách được chế tạo bằng thép bản cuốn, hàn thành từng đoạn tại các xưởng
 - Kích thước ống vách: chiều dày thường từ 6 - 16mm; chiều dài thường từ 6 - 10m, phụ thuộc vào đặc điểm thiết bị cấu lắp và các yêu cầu kỹ thuật của cọc.
 - Nối các đoạn ống vách: các đoạn ống vách được nối tại công trường bằng các đường hàn.

- + Cao độ đỉnh và chân ống vách:
 - Đỉnh ống vách phải cao hơn mặt đất hiện tại tối thiểu 0,3m. Khi thi công ở chỗ có nước mặt thì phải cao hơn mức nước cao nhất tối thiểu 2m.
 - Chân ống vách: đặt chân ống vách vào tầng đất chịu lực, không thấm nước nằm dưới mực nước ngầm (0,5 - 2m).
 - Chân ống vách phải dưới MĐTN từ 2 - 4m để tránh sạt lở miệng hố khoan.
- ✓ Dung dịch khoan: là loại vữa sét Bentonit có tác dụng tạo nên áp lực nhất định chống lại sự chuyển vị của thành lỗ khoan.
- + Vai trò của dung dịch khoan:
 - Tạo ra lớp màng mỏng trên thành lỗ cọc để chịu áp lực nước tĩnh để chống sạt lở thành lỗ cọc.
 - Làm chậm tốc độ lắng xuống của các hạt cát, giữ trạng thái huyền phù nhằm hạn chế cặn lắng đáy lỗ cọc.
- + Yêu cầu dung dịch khoan: phải có chất lượng tốt, phải đảm bảo sự ổn định trong thời gian thi công:
 - Dung dịch khoan phải có tỷ trọng từ $1,1 \div 1,2$; hàm lượng cát từ 2 – 4%.
 - Phải có độ nhớt quy ước thể hiện sự linh động của nó, được đo bằng thời gian để chảy 500ml vữa sét qua một phễu có kích thước nhất định (20 – 25s).
 - Phải có cường độ chống cắt tĩnh $S_T = 0,02 - 0,05 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$.
 - Phải có độ nhả nước hay tách nước thích hợp (được đo bằng dụng cụ chuyên dụng), trong 30 phút lượng nước tách ra không lớn hơn $0,25 - 0,3\text{m}^3$.
 - Phải có sự ổn định, thể hiện bởi sự không phân lớp lắng đọng.
 - Độ pH tốt nhất là từ 10,5 – 11,5
- + Cao độ dung dịch khoan:
 - Cao hơn mực nước ngầm hoặc mực nước mặt ít nhất 2m.

- Trong mọi trường hợp cấm để dung dịch khoan trong hố khoan bị hạ thấp hơn 1m so với cao độ quy định.

b. Khoan tạo lỗ

- Hạ ống vách.

- ✓ Định vị và lắp đặt ống vách:

Khi lắp đặt ống vách ở trên cạn: dùng thiết bị đo đạc, theo các cách sau:

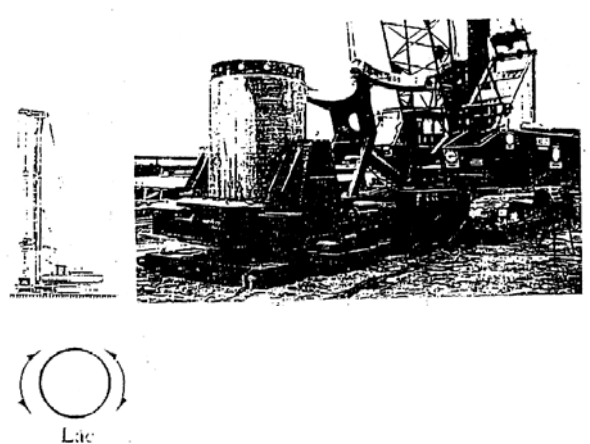
- + Vẽ đường chu vi ngoài của ống vách.
- + Đóng ít nhất 3 cọc trên chu vi.
- + Làm một vành đai định vị ống vách.

Khi lắp đặt ống vách ở vùng nước sâu: dùng hệ thống khung định vị.

- ✓ Phương pháp hạ ống vách:



Hình 5-14a: Hạ ống vách bằng phương pháp xoay tròn



Hình 5-14b: Hạ ống vách bằng phương pháp lắc

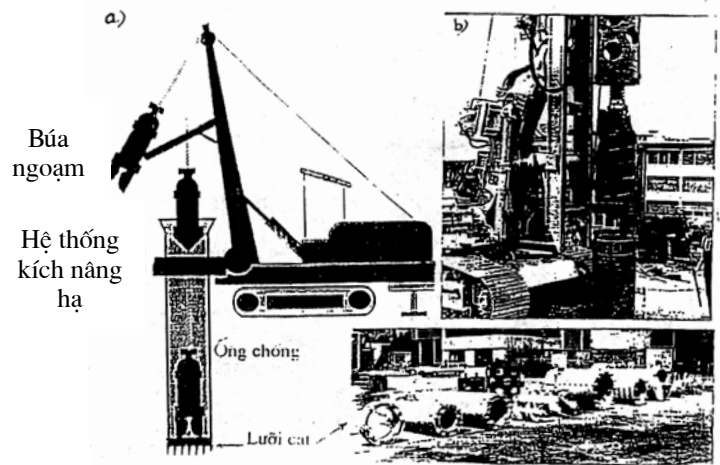
- + Hạ ống vách vào đất bằng phương pháp đóng hoặc ép bằng kích thuỷ lực.
- + Hạ ống vách vào đất bằng phương pháp lắc.
- + Hạ ống vách vào đất bằng phương pháp xoay tròn.

Khi gặp đất cứng: dùng đầu khoan đào tiền trạm một đoạn, nếu cần thì đào rộng thêm 20cm.

- Các biện pháp khoan tạo lỗ:

✓ Với phương pháp có ống chống:

- Khoan lấy đất bằng gầu ngoạm.
- Khoan lấy đất bằng guồng xoắn.



Hình 5-15: a- Khoan lấy đất bằng gầu ngoạm;
b- Khoan lấy đất bằng guồng xoắn

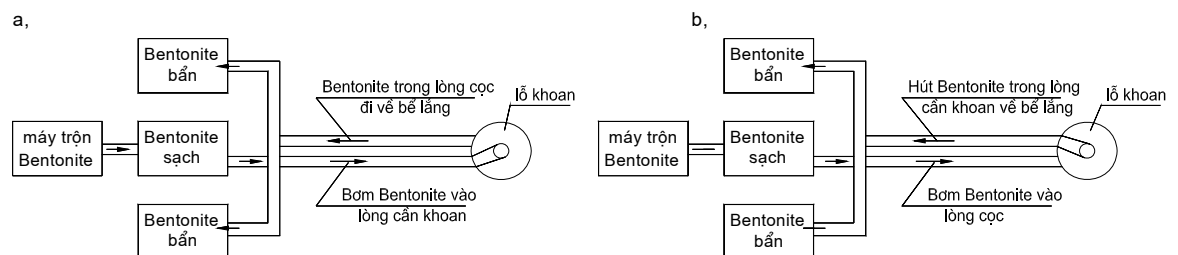
✓ Với phương pháp thi công không dùng ống chống:

- Khoan bằng guồng xoắn (khi khoan trong đất dính, mềm) và dùng khoan thùng (khi khoan trong đất rời)



Hình 5-16: Khoan lấy đất bằng guồng xoắn hoặc thùng khoan

- Công nghệ khoan tuần hoàn và phản tuần hoàn: sử dụng đầu khoan đặc biệt (tùy loại đất để chọn), trộn lẫn đất khoan và dung dịch rồi rút lên bằng cần khoan



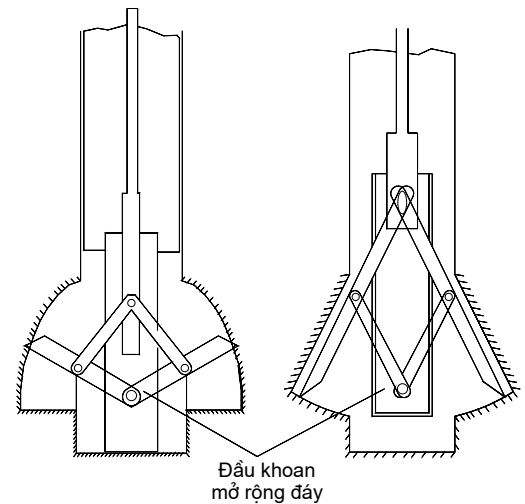
Hình 5-17: a- Sơ đồ công nghệ khoan tuần hoàn; b- Sơ đồ công nghệ khoan phản tuần hoàn

Chú ý:

- Trong quá trình khoan tạo lỗ có sử dụng dung dịch giữ thành phải luôn bù phụ dung dịch liên tục, không được để dung dịch khoan hạ xuống dưới mức quy định.
- Khi ngừng khoan lâu phải rút đầu khoan ra khỏi hố khoan, tránh bị chôn vùi khi sập vách, miệng hố khoan phải được đậy nắp.
- Tốc độ khoan tùy vào loại đất:

Loại đất	Sét	Phù sa	Cát mịn	Cát trung	Sỏi
Tốc độ khoan (m/phút)	5 - 10	7 - 10	10 - 12	12 - 20	30 - 60
Tốc độ quay (vòng/phút)	10 - 13	7 - 12	10 - 11	10 - 11	5 - 7

- + Khoan tạo lỗ mở rộng đáy:
sau khi kết thúc công tác khoan lỗ tới chiều sâu thiết kế, hạ thiết bị khoan mở rộng đáy xuống vị trí cần thiết, tiến hành khoan



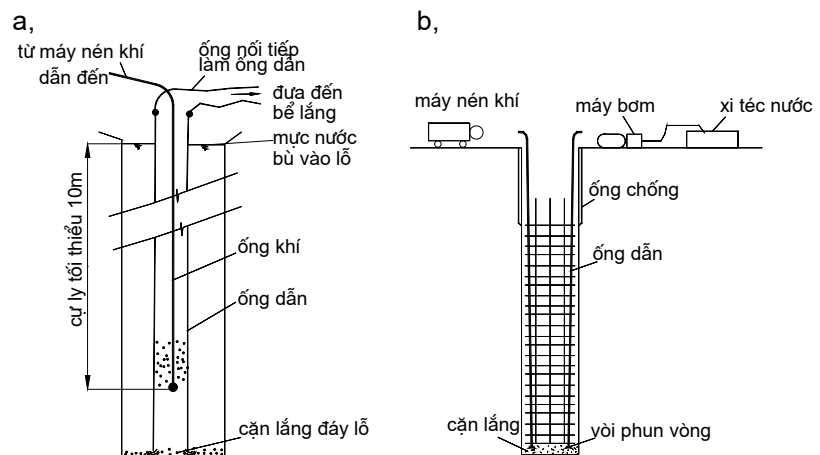
Hình 5-18: Cấu tạo khoan mở rộng đáy

c. Xử lý lắng cặn

Cặn lắng có ảnh hưởng không tốt đến chất lượng cọc: cọc có khuyết tật, khả năng chịu lực thực tế của cọc bị giảm, do đó việc xử lý cặn lắng hết sức quan trọng.

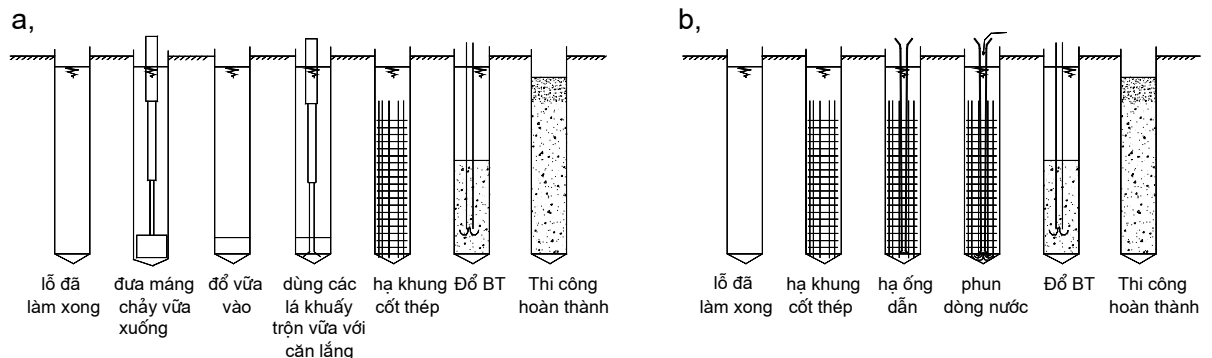
- Với lắng cặn là loại hạt thô: Là loại lắng cặn có kích thước tương đối lớn, có thể dùng các thiết bị chuyên dụng (gầu ngoạm, côn xử lý cặn) để đưa lên
- Với lắng cặn là loại hạt nhỏ:

- ✓ Lợi dụng không khí đẩy bùn (thổi rửa đáy hố khoan): là phương pháp đẩy cặn lên bằng luồng không khí nén tạo thành áp lực đẩy lên trong ống dẫn.
- ✓ Phương pháp làm sạch cặn JC: thông qua một vòi nước cao áp lắp xung quanh mé ngoài gần phần đáy của khung cốt thép, làm cho cặn lắng ở đáy bị lộn lên, đồng thời lại lợi dụng ống dẫn khí ở trong ống dẫn khuấy động nước ở trong ống, làm cho cặn lắng phân tán vào trong nước ở lỗ khoan, sau đó lập tức đổ BT.



Hình 5-19: a- Làm sạch cặn bằng thổi rửa đáy hố khoan
b- Làm sạch cặn bằng phương pháp JC

- ✓ Phương pháp trộn vữa: dùng máng chảy để đổ vữa xuống đáy lỗ, sau đó dùng các lá khuấy để trộn lên, trộn cặn lắng ở đáy lỗ vào vữa, sau đó lập tức đặt khung cốt thép và đổ BT.
- ✓ Phương pháp phun: từ vòi phun lắp ở đáy ống dẫn phun ra dòng nước làm cho cặn lắng lộn lên, đổ BT vào trong ống dẫn ngay trong trạng thái này, việc phun nước được thực hiện liên tục cho đến khi BT chảy ra ở đáy ống dẫn mới thôi.



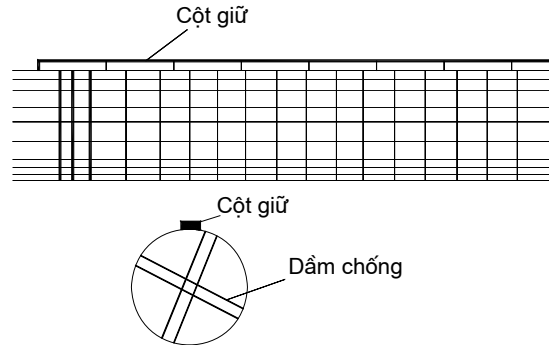
Hình 5-20: a- Làm sạch cặn bằng PP trộn vữa; b- Phương pháp phun

3. Công tác cốt thép

a. Chế tạo lồng cốt thép

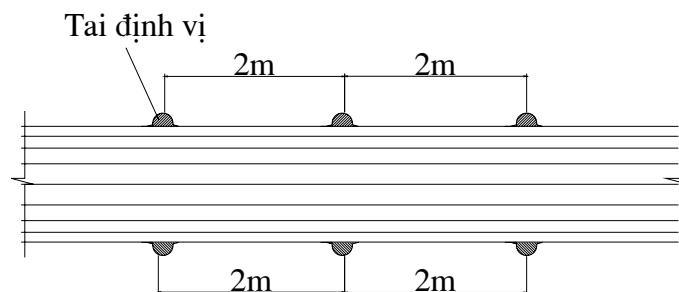
Lồng cốt thép được chế tạo thành từng đoạn từ 12 - 14m (15m), lồng cốt thép gồm:

- Cốt thép chủ và cốt đai: số lượng, chủng loại, kích thước theo yêu cầu thiết kế.
- Cốt thép tăng cường độ cứng lồng thép:



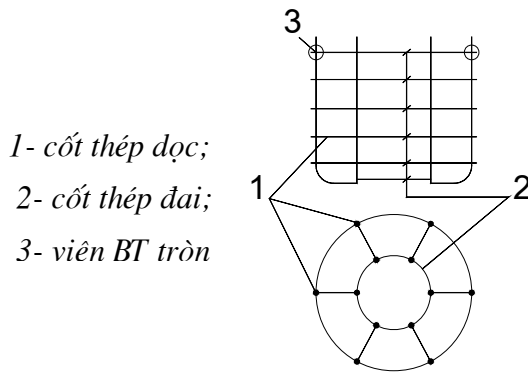
Hình 5-21a: Cấu tạo gia cố lồng cốt thép.

- ✓ Các thanh giằng cứng để chống lại sự làm méo mó lồng cốt thép.
- ✓ Các thanh cốt thép giữ cho lồng cốt thép không bị nghiêng và bị xoắn.
- Thiết bị định tâm lồng cốt thép:
 - ✓ Tai định vị: được làm bằng các thanh cốt thép trơn, hàn vào cốt thép dọc (gọi là thanh trượt), giữa các cữ cách nhau 2m, các con cữ phải cứng không bị biến dạng.

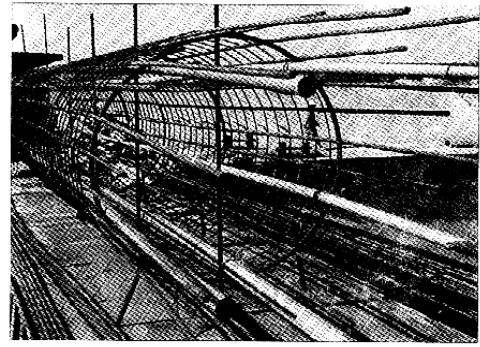


Hình 5-21b:

- ✓ Các con đệm bằng BT: là những hình tròn bằng bê tông, bằng chất dẻo hoặc hàn thêm các tai bằng thép tròn vào mặt ngoài lồng thép.
- Giỏ chân lồng cốt thép: phần cốt thép dọc đầu mũi cọc được uốn lên vào tâm cọc theo đúng thiết kế.
- Móc treo: phải bố trí sao cho khi cầu lồng cốt thép không bị biến dạng lớn
- Ống thăm dò: dùng để kiểm tra không phá hủy cọc đã thi công xong, có thể bằng thép hoặc nhựa có nắp đậy ở đáy, có kích thước phù hợp với phương pháp thăm dò trên toàn chiều dài cọc.



Hình 5-22: Cấu tạo thép mũi cọc



Hình 5-23: Bố trí ống thăm dò

b. Nâng chuyển và xếp dỡ lồng cốt thép

- Nên giữ lồng cốt thép tại nhiều điểm để hạn chế biến dạng.
- Tập kết trên nền bãi lán bằng BT, sạch sẽ, khô ráo, xếp trên các con kê bằng gỗ và không được chồng lên nhau.

c. Dựng và đặt lồng cốt thép vào lỗ khoan

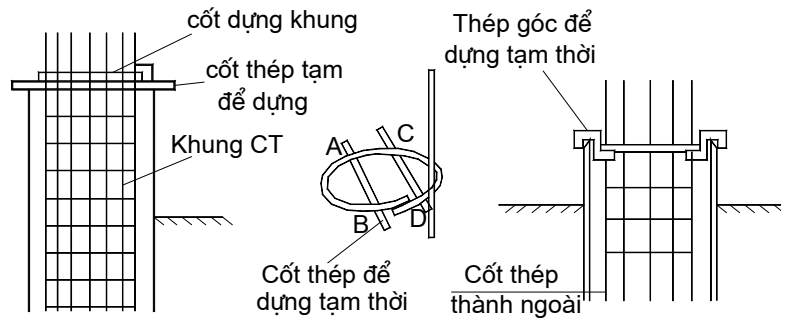
Trước khi hạ lồng cốt thép vào hố khoan cần kiểm tra đo đạc cao độ tại 4 điểm xung quanh và một điểm giữa đáy hố khoan, ($\Delta h \leq \pm 100\text{mm}$).

Các bước để lắp đặt và hạ lồng cốt thép:

- Nạo vét đáy lỗ.
- Hạ từ từ đoạn thứ nhất vào trong hố khoan cho đến cao độ đảm bảo thuận tiện cho việc ghép nối đoạn tiếp theo.
- Giữ lồng cốt thép bằng giá đỡ chuyên dụng được chế tạo bằng cốt thép đường kính lớn hoặc bằng thép hình.
- Đưa đoạn tiếp theo vào và thực hiện công tác ghép nối lồng cốt thép.
- Tháo giá đỡ và tiếp tục hạ lồng cốt thép xuống.
- Lắp lại các thao tác trên cho tới khi hết chiều sâu thiết kế.
- Kiểm tra cao độ phía trên của lồng cốt thép.
- Kiểm tra đáy lỗ khoan, xử lý lún cấn lần 2.
- Neo lồng cốt thép để khi đổ BT cốt thép không bị trôi lên.

Các yêu cầu khi hạ lồng cốt thép:

- Các thao tác và lắp đặt phải tiến hành khẩn trương để hạn chế tối đa lượng mùn khoan sinh ra trước khi đổ BT (không được quá 1h).
- Khi hạ lồng cốt thép đến cao độ thiết kế phải treo lồng ở phía trên để. Lồng cốt thép phải được giữ cách đáy lỗ khoan 10cm.



Hình 5-24: Thép góc dựng tạm thời khi hạ lồng cốt thép

4. Công tác bê tông

a. Đặc điểm của BT cọc khoan nhồi

- Là loại BT tự đầm.
- BT phải có độ sụt cao 18 ± 1 cm, lượng XM tối thiểu là 350 kg/m^3 : vì công tác đổ BT dưới nước, sử dụng ống dẫn để đổ
- Kích thước của cốt liệu lớn nhất trong bê tông $< 1/4$ đường kính ống dẫn.

b. Sản xuất và vận chuyển BT.

- Sản xuất BT: BT được sản xuất tại các trạm trộn, sau đó được vận chuyển tới công trường hoặc có thể xây dựng các trạm trộn ngay tại công trường.
- Vận chuyển BT: bằng xe trộn tự hành, bằng tải (khi trạm trộn ở xa công trường); các phương tiện khác như xe cải tiến, xe goòng, máy bơm BT (khi trạm trộn gần công trường). Các phương tiện vận chuyển phải đảm bảo:
 - ✓ Không làm BT bị phân tầng
 - ✓ Kín để không làm chảy mất vữa XM.
 - ✓ Đường vận chuyển bằng phẳng, đảm bảo cho xe di chuyển dễ dàng.
 - ✓ Cố gắng rút ngắn thời gian vận chuyển.

c. Thiết bị phục vụ công tác đổ BT

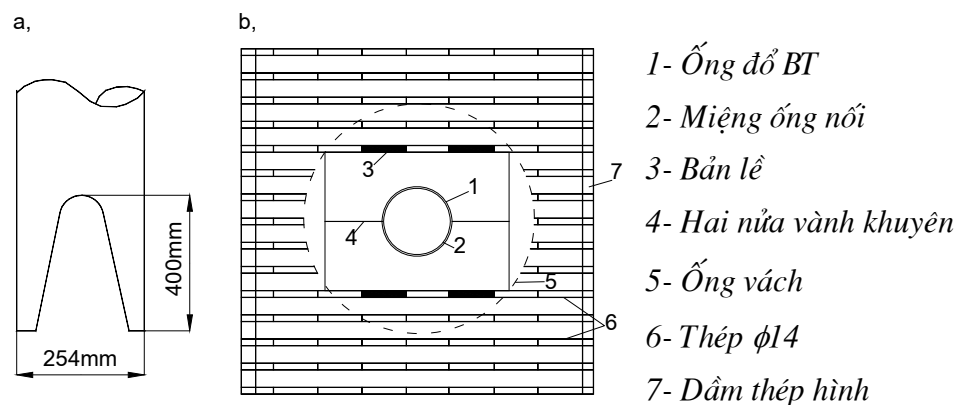
- Ống dẫn:

✓ Yêu cầu đối với ống dẫn:

- + Ống phải kín, đủ chịu áp lực trong quá trình bơm BT, nhấn cả bên trong và bên ngoài, các mối nối ống không được lồi ra và móc vào lồng thép khi đổ BT.
- + Mỗi đốt của ống nối dài khoảng 3m, mỗi nối phải được cấu tạo để tháo lắp dễ.
- + Chiều dày thành ống tối thiểu là 8mm.
- + Đường kính ngoài của ống không được vượt quá 1/2 đường kính danh định của cọc.
- + Chiều dài ống căn cứ vào cao độ đáy lỗ khoan và cao độ sàn kẹp cổ ống.

✓ Lắp đặt ống dẫn vào lỗ khoan:

- + Đánh dấu chiều cao ống.
- + Lắp đặt hệ dầm kê kẹp cổ trên sàn cứng hoặc mặt ống vách. Dùng cần cẩu lắp từng đoạn ống dẫn vào lỗ khoan.
- + Toàn bộ hệ thống ống dẫn được treo bằng kẹp cổ trên sàn kẹp phải đảm bảo thẳng đứng.
- + Ống dẫn có thể được rút lên, hạ xuống bằng cần cẩu.



Hình 5-25: a- Cấu tạo đáy ống dẫn; b- Mặt bằng sàn công tác

- Quả cầu đổ BT: treo cách miệng ống dẫn khoảng 20 - 40cm.

Gồm 2 loại:

+ Quả cầu gỗ: làm bằng hai nửa quả cầu, ở giữa có tấm đệm cao su, hai nửa quả cầu ghép với nhau bằng một bulông. đầu bulông có buộc dây treo, đường kính quả cầu sau khi ngâm vào nước phải nhỏ hơn đường kính ống dẫn từ 1 đến 2cm, đường kính tấm đệm cao su vừa bằng đường kính trong của ống, quả cầu nên làm thành hình bầu dục để không bị quay lật trong ống.

+ Nút bản thép: làm bằng hai bản thép có đường kính nhỏ hơn đường kính trong của ống dẫn khoảng 2cm, 2 bản thép ghép với nhau bằng bulông, giữa cũng có một tấm đệm cao su, để giữ cho bản thép không bị lật cần hàn những thanh thép dẫn hướng vào mép bản thép.

d. Công tác đổ BT và rút ống vách

- Trình tự các bước đổ BT
 - ✓ Lắp đặt ống dẫn vào lỗ khoan và treo quả cầu đổ BT vào đúng vị trí.
 - ✓ Bơm BT vào ống dẫn
 - ✓ Cắt dây thép treo quả cầu đổ BT
 - ✓ Liên tục cung cấp BT cho ống dẫn luôn đầy.

Để đảm bảo chất lượng, nên đổ BT cọc vượt lên một đoạn khoảng 1,2m so với cao độ thiết kế và đoạn này được bỏ đi sau khi đào bỏ đất móng.

- Tốc độ và thời gian đổ BT
 - ✓ Công tác đổ BT phải được tiến hành một cách liên tục từ lúc bắt đầu đổ tới khi kết thúc một cọc.
 - ✓ Tốc độ đổ BT phải được khống chế một cách hợp lý: thường tốc độ đổ BT nên là 0,6m³/phút.
 - ✓ Thời gian đổ BT một cọc nên khống chế trong 4 giờ, mẻ BT đầu tiên sẽ bị đẩy nổi lên trên cùng nên cần có phụ gia kéo dài thời gian ninh kết.
 - ✓ Theo phương pháp rút ống vách thì khoảng 1,5h từ khi bắt đầu trộn, BT phải được đổ hết.
- Di chuyển ống dẫn khi đổ BT

- ✓ Trong thời gian đổ BT, ống dẫn được rút lên dần bằng cách tháo bỏ dần từng đoạn ống sao cho ống luôn ngập trong vữa từ 2 - 3m.
- ✓ Độ sâu cắm ống vào trong BT không quá 9m
- ✓ Không được cho ống chuyển động ngang, di chuyển thẳng đứng ống chống với tốc độ khống chế 1,5m/phút.
- Rút ống vách.

Ống vách có thể được để lại hoặc rút lên dần trong quá trình đổ BT. Ống vách được kéo lên từ từ bằng cần cẩu, có thể gắn thêm thiết bị rung vào ống vách để việc rút ống vách được dễ dàng.

Một số chú ý khi rút ống vách:

- ✓ Trước khi đổ BT phải lắc ống chống để giảm ma sát ở chung quanh.
- ✓ Mỗi khi đổ hết một xe BT, phải xác định góc độ và độ chồi lên của cốt thép sau đó mới rút ống chống lên.

5. Một số vấn đề khi thi công cọc khoan nhồi, nguyên nhân và biện pháp

a. Trong giai đoạn khoan tạo lỗ

- Không hạ được ống chống đến cao độ thiết kế yêu cầu hoặc khoan không xuống:
 - ✓ Nguyên nhân: do gặp đá mờ côi hoặc các vật cản
 - ✓ Biện pháp: Dùng loại gầu khoan thích hợp để phá vật cản hoặc dùng các thiết bị khoan cắt, trục vớt vật cản lên rồi mới tiếp tục hạ tiếp.
- Sự cố làm sập thành vách hố khoan.
 - ✓ Khi khoan gặp tầng đất quá yếu lại không có ống vách: điều chỉnh lại chiều dài ống vách.
 - ✓ Các chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch Betonit không phù hợp với địa tầng được khoan: cần thường xuyên kiểm tra và điều chỉnh các thông số của dung dịch cho phù hợp.
 - ✓ Xảy ra hiện tượng cát chảy, làm cho hố khoan tại tầng này rộng ra, có thể kéo theo các tầng phía trên bị sập. Khi gặp sự cố này, nên đưa ống vách qua tầng đất này hoặc dùng biện pháp hạ mực nước ngầm khi khoan.

- ✓ Do chọn thiết bị, kỹ thuật khoan không phù hợp với đất nền: cần chọn loại khoan thích hợp với thao tác nhẹ nhàng.
- ✓ Do hạ lồng cốt thép vào thành lỗ khoan: khi hạ lồng cốt thép cần phải nhẹ nhàng, đúng tâm hố khoan để tránh sụt vách.
- ✓ Do kéo dài thời gian giữa khâu đổ tạo lỗ và đổ BT.
- Sự cố do dung dịch Bentonit đông tụ nhanh và nhiều xuống đáy hố khoan.
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do việc chọn dung dịch không phù hợp với điều kiện đất nền
 - ✓ *Biện pháp:* Cần khảo sát kỹ địa chất để lựa chọn cho phù hợp.
- Sự cố do màng áo sét bám quanh hố khoan quá dày
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do độ nhớt của dung dịch tăng làm bề dày lớp màng áo sét tăng theo, dẫn đến việc giảm ma sát hông giữa cọc và đất nền, làm giảm khả năng chịu lực của cọc.
 - ✓ *Biện pháp:* Cần khảo sát kỹ địa chất để lựa chọn cho phù hợp.

b. Trong cấu tạo, gia công và hạ lồng cốt thép

- Không hạ được lồng cốt thép vào hố khoan:
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do lồng cốt thép bị biến dạng
 - ✓ *Biện pháp:* Khi chế tạo cần tính toán đến biến dạng của lồng thép, bố trí móc cầu phù hợp để tránh sự cố này, nắn lại lồng thép hoặc bố trí thêm móc cầu để tránh biến dạng.
- Ống vách bị lún:
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do treo lồng thép vào vách ống, trọng lượng lồng thép tương đối nặng làm lún ống.
 - ✓ *Biện pháp:* Khi đó có thể gia cường chống lún cho ống chống hoặc không treo lồng thép vào ống chống nữa.
- Lồng thép bị ngập trong đất:
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do lồng thép nặng, khi chạm vào đất làm cho đất lún
 - ✓ *Biện pháp:* Khi hạ lồng thép nên điều chỉnh cho lồng cốt thép cách đáy khoảng 5 - 10cm.

c. Trong công đoạn đúc cọc

- Tác nghẽn BT trong ống:
 - ✓ *Nguyên nhân:* do hiệu ứng vòm do BT bị giữ ở mức quá cao trong ống chống, làm cho BT không trào lên được gây tắc nghẽn.
 - ✓ *Biện pháp:* di chuyển ống dẫn lên xuống.
- Mực BT bị hạ xuống khi rút ống vách lên.
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do khi rút ống vách qua tầng đất yếu bị từ biến dưới áp lực của BT tươi làm tăng thêm thể tích của BT
 - ✓ *Biện pháp:* cần điều chỉnh lượng BT tăng lên.
- Cả khối BT trong ống chống bị kéo lên khi rút ống vách:
 - ✓ *Nguyên nhân:* Do BT ninh kết quá sớm bám chặt vào ống vách
 - ✓ *Biện pháp:* cần điều chỉnh thời gian đổ BT cũng như thời gian rút ống vách cho phù hợp.
- Bê tông thân cọc bị phân tầng, rỗ tổ ong và có vật lạ
 - ✓ *Nguyên nhân:*
 - + Do thiết bị đổ BT không thích hợp hoặc tình trạng làm việc xấu.
 - + Do việc đổ BT không liên tục hoặc do sự rút ống dẫn BT lên quá nhanh sẽ làm lẫn bùn khoan trong BT.
 - + Do sử dụng BT có thành phần không thích hợp, độ sụt không đạt yêu cầu làm BT rỗ hoặc phân tầng.
 - + Do sự lưu thông nước ngầm làm trôi vữa XM chỉ còn lại cốt liệu.
 - + Do có sự cố sập thành vách hố khoan trong lúc đổ BT làm đất sập lẫn vào BT.
 - ✓ *Biện pháp:* khoan rửa sạch rồi bơm vữa xi măng vào.

6. An toàn lao động, kiểm tra nghiệm thu công tác thi công cọc khoan nhồi

a. Biện pháp an toàn lao động

- Hướng dẫn công nghệ, trang bị thiết bị bảo hộ lao động cho mọi người làm việc trong công trường thi công

- Trước khi thi công cọc phải nắm đầy đủ các thông tin về khí tượng thủy văn tại khu vực thi công, không được đổ BT khi trời mưa và có gió cấp 5 trở lên.
- Các sàn công tác dành cho người làm việc, đường đi lại trên hệ nổi phải lát ván, bố trí lan can và lưới an toàn tại các vị trí cần thiết, ban đêm phải bố trí ánh sáng đầy đủ. Các vị trí nguy hiểm phải có biển báo hiệu và người canh gác.
- Phải dùng nắp đậy lỗ khi ngừng khoan.
- Khi thi công trên sông phải có trang bị phao cứu sinh, xuống cứu sinh, phải có đầy đủ đèn hiệu, biển báo, tín hiệu dẫn hướng giao thông đường thủy.
- Hệ thống đường điện ở công trường phải bố trí hợp lý, chấp hành an toàn về sử dụng điện.
- Trong thi công mọi người phải làm đúng vị trí của mình, các máy móc vận hành phải đúng theo quy trình thao tác và an toàn vận hành.
- Khi gặp sự cố phải báo cáo ngay chỉ huy khu vực để xử lý và chỉ xử lý theo lệnh của người chỉ huy chung.

b. Kiểm tra, nghiệm thu công tác thi công cọc khoan nhồi

- Trước khi thi công:
 - ✓ Chất lượng của vật liệu: bê tông, cốt thép theo yêu cầu thiết kế.
 - ✓ Máy móc thiết bị : vận hành thử để đảm bảo đủ điều kiện thi công
 - ✓ Hệ thống công trình phụ trợ đảm bảo đầy đủ và an toàn
- Trong khi thi công:
 - ✓ Trong giai đoạn khoan tạo lỗ:
 - + Kiểm tra độ thẳng đứng, độ sâu và đường kính lỗ cọc
 - + Kiểm tra chất lượng của dung dịch Bentonit: tỷ trọng, độ nhớt, lượng chìm lắng thích hợp và phải có tính tạo màng, cao độ của dung dịch khoan trong lỗ khoan
 - + Kiểm tra cận lắng đáy lỗ khoan.
 - ✓ Khi thi công lồng cốt thép:

-
- + Kiểm tra độ cong vênh của lồng cốt thép.
 - + Kiểm tra mối nối giữa các lồng cốt thép.
 - + Kiểm tra lượng cặn lắng đáy lỗ khoan trước khi hạ lồng cốt thép.
 - + Kiểm tra vị trí tâm lồng cốt thép.
 - ✓ Trong giai đoạn đổ BT:
 - + Kiểm tra chiều dày của lớp cặn lắng đáy lỗ khoan trước khi đổ BT.
 - + Kiểm tra độ sụt của BT trước khi đổ.
 - + Độ cắm sâu của ống dẫn trong lỗ khoan
 - + Tốc độ và thời gian đổ BT, độ ngập của ống dẫn trong BT.
 - + Độ dâng của BT trong lỗ khoan
 - Sau khi thi công: Kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công.
 - ✓ Kiểm tra độ liên tục của BT sau khi đổ.
 - ✓ Kiểm tra khả năng chịu tải của cọc sau khi thi công.
- (Kiểm tra bằng các phương pháp động hoặc tĩnh).

5.4.2. Thi công cọc ống thép nhồi BTCT

Trình tự công nghệ:

- Hạ ống kim loại (hở hoặc bịt đáy) vào đất: bằng phương pháp đóng, ép, rung, xói nước,...
- Lấy đất trong lòng cọc (với cọc hở đáy): xói nước, khoan...
- Kiểm tra lòng cọc.
- Đổ BT: tiến hành tương tự như khi thi công cọc khoan nhồi.