

## CHƯƠNG III: MÓNG CỌC

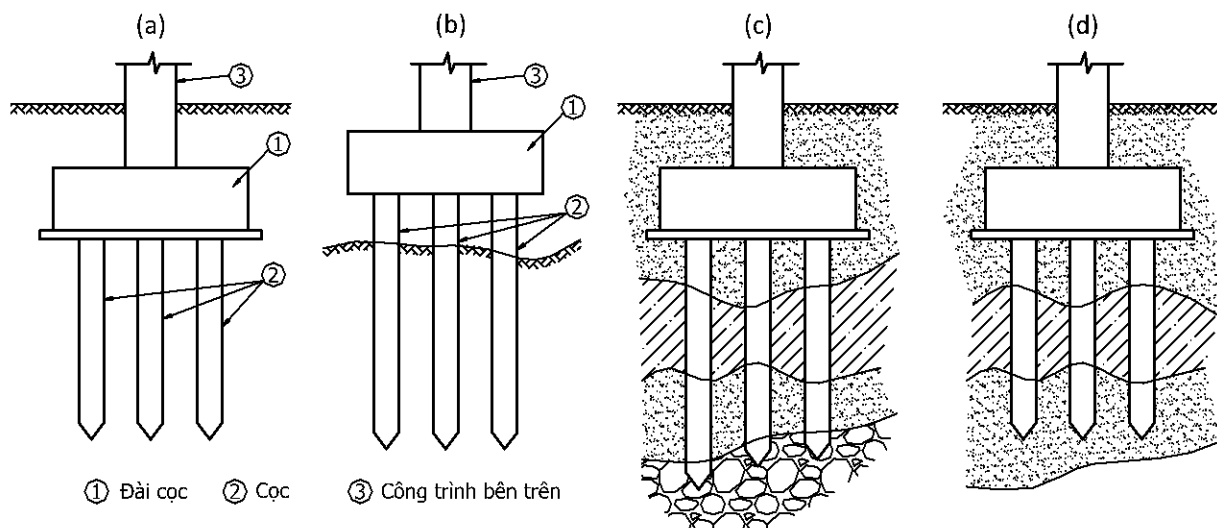
### §1. Khái niệm chung

#### 1.1. Móng cọc

Móng cọc là một loại móng sâu, thường dùng khi tải trọng công trình lớn và lớp đất tốt nằm sâu dưới lòng đất hoặc khi xây dựng công trình tại những chỗ có nước thì một trong những biện pháp xây dựng móng hợp lý là dùng móng cọc. Trước đây, móng cọc thường được dùng nhiều trong các công trình cầu đường và thủy lợi, nhưng những năm gần đây, móng cọc được áp dụng rất rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp. Móng cọc ngày càng được áp dụng rộng rãi, ngày càng được cải tiến và hoàn thiện, do nó có các ưu điểm hơn các loại móng khác là: Có khả năng chịu được các tải trọng lớn, vì có thể đóng cọc xuống tầng đất sâu, thường từ  $10 \div 30\text{m}$ , có những loại cọc đóng sâu tới  $50\text{m}$  và cá biệt có một số công trình đã thiết kế cọc dài trên  $100\text{m}$ ; Móng cọc còn cho phép thi công nhanh và không phụ thuộc vào thời tiết, khi thi công có thể dùng biện pháp cơ giới hóa để vận chuyển và đóng cọc; Giảm được khối lượng vật liệu sử dụng trong móng; Có thể giảm hoặc tránh được ảnh hưởng của nước ngầm đối với công tác thi công móng; Giảm được độ lún và chênh lệch lún của móng.

Móng cọc thường có cấu tạo (Hình III.1). Trong đó cọc là những thanh riêng rẽ - là bộ phận chính có tác dụng truyền tải trọng của công trình bên trên xuống tầng đất dưới chân cọc và các lớp đất xung quanh cọc, đài cọc là kết cấu dùng để liên kết các cọc lại với nhau thành một khối và phân bố tải trọng của công trình lên các cọc.

Dựa vào vị trí đặt đài cọc so với mặt đất, người ta phân thành móng cọc đài thấp (Hình III.1.a) và móng cọc đài cao (Hình III.1.b). Dựa vào sự làm việc của cọc mà người ta phân thành móng cọc chống (Hình III-1.c) khi mũi cọc chống lên nền cứng và móng cọc ma sát (Hình III.1.d) khi cọc chỉ đi qua các lớp đất thông thường.



**Hình III.1:** Sơ đồ cấu tạo móng cọc  
a. Đài thấp; b. Đài cao; c. Cọc chống; d. Cọc ma sát

#### 1.2. Một số định nghĩa và thuật ngữ

- **Cọc chiếm chỗ:** Là loại cọc được đưa vào lòng đất bằng cách đẩy đất ra xung quanh. Bao gồm các loại cọc được chế tạo trước, được đưa xuống độ sâu thiết kế bằng phương pháp đóng, ép, rung hay cọc nhồi đổ tại chỗ mà lỗ tạo bằng phương pháp đóng.

### **Chương III: Móng cọc**

---

- *Cọc thay thế*: Là loại cọc được thi công bằng cách khoan tạo lỗ, và sau đó lấp vào bằng vật liệu khác (như bê tông, bê tông cốt thép) hoặc đưa các cọc chế tạo sẵn vào.

- *Cọc thí nghiệm*: Là cọc được dùng để đánh giá sức chịu tải hoặc kiểm tra chất lượng cọc (siêu âm, kiểm tra chất lượng bê tông).

- *Nhóm cọc*: Gồm một số cọc được bố trí gần nhau và cùng chung một đài.

- *Băng cọc*: Gồm những cọc được bố trí theo 1÷3 hàng dưới các móng băng.

- *Bè cọc*: Gồm nhiều cọc, có chung một đài lớn với kích thước lớn hơn 10x10m.

- *Cọc chống*: Là cọc có sức chịu tải chủ yếu do lực chống của đất, đá tại mũi cọc.

- *Cọc ma sát*: Là cọc có sức chịu tải chủ yếu do ma sát mặt bên của cọc, đất và phản lực của đất nền tại mũi cọc.

- *Lực ma sát âm*: Là giá trị lực do đất tác dụng lên thân cọc, có chiều cùng với chiều của tải trọng công trình tác dụng lên cọc khi chuyển dịch của đất xung quanh cọc lớn hơn chuyển dịch của cọc.

- *Sức chịu tải cho phép của cọc*: Là giá trị tải trọng mà cọc có khả năng mang được bằng cách chia sức chịu tải cực hạn cho hệ số an toàn quy định.

- *Sức chịu tải cực hạn*: Là giá trị sức chịu tải lớn nhất của cọc trước thời điểm xảy ra phá hoại, xác định bằng tính toán hoặc thí nghiệm.

- *Tải trọng thiết kế của cọc*: Là giá trị tải trọng dự tính tác dụng lên cọc.

- *Móng cọc đài thấp*: Là móng cọc có đài cọc nằm dưới mặt đất thiên nhiên, sự làm việc của móng này với giả thiết toàn bộ tải trọng ngang do đất từ đáy đài trở lên chịu.

- *Móng cọc đài cao*: Là móng cọc có đài cọc nằm cao hơn mặt đất tự nhiên, lúc này toàn bộ tải trọng đứng và ngang đều do các cọc trong móng chịu. Thường gặp ở móng cọc các mô trụ cầu, cầu cảng, v.v...

Sự làm việc của móng cọc đài cao và móng cọc đài thấp khác nhau nên tính toán cũng khác nhau.

## **§2. Phân loại, cấu tạo và phạm vi sử dụng của cọc**

### **2.1. Dựa vào vật liệu chế tạo cọc**

Cọc gỗ: Vật liệu sử dụng là gỗ, chiều dài từ 5 ÷ 7m, đường kính 20 ÷ 30cm.

Cọc tre: Sử dụng các loại tre gốc, đặc chắc.

Cọc bê tông: Vật liệu là bê tông, sử dụng cho cọc chịu nén.

Cọc Bê tông cốt thép: Loại cọc này được sử dụng nhiều nhất.

Cọc thép: Vật liệu thép I, H, C, loại cọc này dễ bị gỉ khi tiếp xúc với nước, đặc biệt là nước mặn.

Ngoài ra còn có các loại cọc thép bê tông, cọc liên hợp, tuy nhiên các loại cọc này ít được sử dụng.

### **2.2. Dựa vào đặc điểm làm việc của cọc**

Dựa vào đặc điểm làm việc của cọc trong nền đất người ta phân thành cọc chống và cọc ma sát.

### 2.3. Dựa vào phương pháp thi công

#### 2.3.1. Cọc hạ bằng búa

Là cọc chế tạo sẵn, được hạ xuống bằng búa treo hoặc búa Diesel hoặc hạ xuống bằng búa máy rung, ép hoặc xoắn có thể khoan dẫn hoặc không. Thuộc loại cọc này gồm cọc gỗ, cọc bê tông cốt thép chế tạo sẵn, cọc nổi, cọc tháp, cọc nêm, cọc xoắn, cọc ống bê tông cốt thép, cọc thép, ...

\*Ưu điểm:

- Móng cọc loại này có thể hạ sâu  $30 \div 35\text{m}$  trong nền đất cát hoặc cát pha. Tiết diện cọc từ  $20 \times 20 \div 40 \times 40$ , nếu cọc có chiều dài lớn thì đúc thành từng đốt rồi hạ xuống độ sâu thiết kế.

- Thi công dễ dàng và cơ giới hóa hoàn toàn trong thi công hạ cọc.

- Chi phí xây dựng móng không cao.

- Chất lượng cọc đảm bảo.

#### 2.3.2. Cọc hạ bằng phương pháp xói nước

Thường gặp đối với các cọc có tiết diện lớn, cọc hạ qua các lớp đất cứng, biện pháp hạ cọc gặp khó khăn khi dùng phương pháp thông thường.

Đặc điểm của phương pháp thi công này là dùng tia nước có áp lực cao, xói đất dưới mũi cọc, đồng thời vì có áp suất lớn, nước còn theo dọc thân cọc lên trên làm giảm ma sát xung quanh cọc, kết quả là cọc sẽ tụt xuống khi dùng búa đóng nhẹ lên đầu cọc.

Với tia nước xói đất có thể dùng để hạ cọc trong các loại đất rời, dễ xói như cát, á cát, sỏi, hỗ trợ trong các công nghệ hạ cọc khác như đóng cọc, rung cọc, cọc ống có đường kính lớn, khi đóng cọc bằng búa trên đất cát chặt, lực cản sẽ rất lớn, búa không đủ năng lực sẽ không giải quyết nổi, đóng mãi sẽ vỡ cọc. Do vậy nếu dùng kết hợp với xói nước trong phạm vi mũi cọc thì sẽ loại trừ bớt những trở lực chính, giúp cho búa đóng hạ cọc dễ dàng hơn. Để đảm bảo khả năng chịu lực của cọc khi còn cách độ sâu thiết kế  $1 \div 2\text{m}$  thì kết thúc xói nước và dùng búa đóng nốt xuống độ sâu thiết kế.

\*Ưu điểm:

- Năng suất hạ cọc cao.

- Ít gây hư hỏng như gãy mũi cọc, hỏng đầu cọc, nứt, gãy cọc, ...

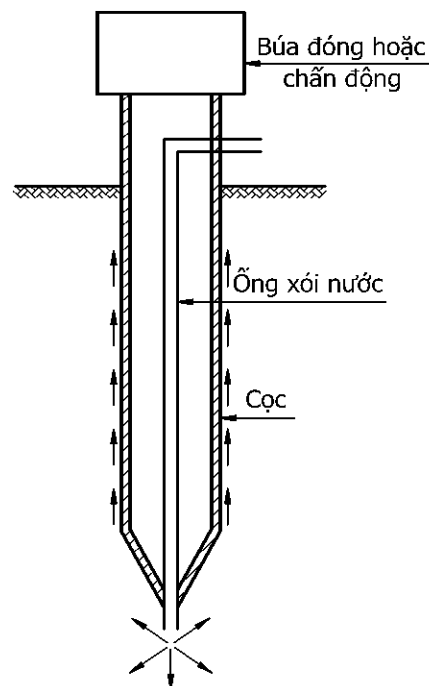
- Dễ vượt qua chướng ngại vật trong đất.

- Thiết bị và kết cấu phụ trợ không đòi hỏi nhiều.

- Công nghệ không phức tạp.

#### 2.3.3. Cọc hạ bằng máy chấn động

Loại cọc hạ bằng phương pháp này chủ yếu là cọc ống Bê tông cốt thép, hạ vào



Hình III.2. Sơ đồ hạ cọc bằng phương pháp xói nước

đất nhờ tác dụng rung của máy chấn động. Bằng phương pháp này cọc ống có thể hạ được vào chiều sâu khá lớn trong nền đất, do vậy sức chịu tải của cọc lớn. Đường kính cọc thường từ  $(0,6 \div 3)m$ .

## 2.4. Dựa vào phương pháp chế tạo cọc

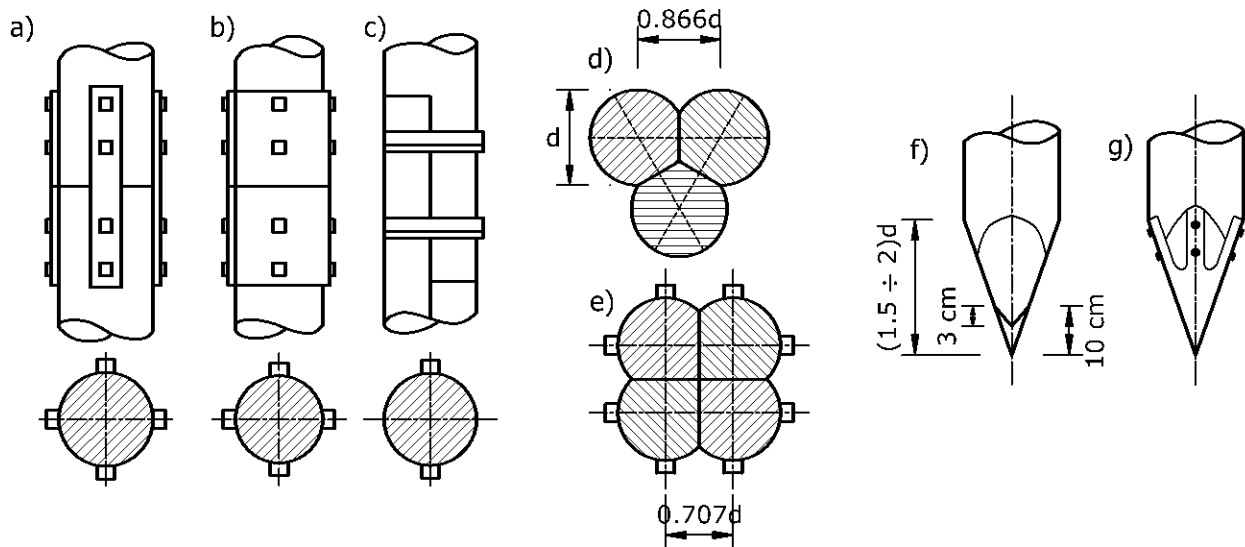
### 2.4.1. Cọc chế tạo sẵn

#### 2.4.1.1. Cọc gỗ

Là móng cọc thường gặp ở các cầu nhỏ và các công trình nhỏ tạm thời. Cọc gỗ có ưu điểm là rẻ, nhẹ, vận chuyển dễ dàng, chế tạo đơn giản. Ở nước ta có tương đối nhiều loại gỗ cứng, chắc có thể làm được cọc. Tuy nhiên, gỗ có nhược điểm là sức chịu tải không cao lắm, dễ bị phá hoại bởi nấm và các loại sâu mọt, bị hạn chế về chiều dài và tiết diện. Ngoài ra, đối với các vùng nước biển mặn, gỗ còn bị phá hoại rất nhanh bởi các loại côn trùng dưới nước, trong đó chủ yếu là loại hà, chúng bám vào mặt gỗ và chui vào trong thân cây gỗ để sống làm gỗ bị mục rỗng rất nhanh.

Để kéo dài thời gian sử dụng cho cọc gỗ, hiện nay người ta dùng các biện pháp phòng mục bằng cách quét lên thân cọc hoặc cho ngấm sâu vào gỗ các chất hóa học có tác dụng chống lại các côn trùng trên.

Cũng cần lưu ý rằng, nếu có điều kiện thiết kế sao cho toàn bộ cọc gỗ luôn luôn nằm dưới mực nước thấp nhất thì thời gian sử dụng cọc gỗ khá lâu.



Hình III.3. Chi tiết cọc gỗ

a,b,c. Chi tiết mối nối; d,e - Tiết diện ngang bó cọc;

f. Mũi cọc vát nhọn; g. Mũi cọc bịt thép.

Gỗ dùng làm cọc nên chọn các loại gỗ cứng chắc, thẳng đều, đường kính cây gỗ từ  $20 \div 30cm$ , chiều dài từ  $4 \div 15m$ , độ cong cho phép của cọc theo chiều dọc là 1% độ dài, không được dùng loại gỗ cong hai chiều, độ thủng vát không nên quá 1cm trên 1m. Khi cần tăng chiều dài của cọc gỗ thì người ta nối các đoạn gỗ lại với nhau (Hình III.3.a,b,c). Nếu cần tăng tiết diện cọc thì có thể ghép ba hoặc bốn cây gỗ lại với nhau bằng buloong (Hình III.3.d,e). Đỉnh cọc phải được bảo vệ bằng đai thép (Hình III.3.f) để khi đóng cọc khỏi bị nứt nẻ. Mũi cọc gỗ được vát nhọn và bịt thép (Hình III.3.g) để khi đóng được dễ dàng và không bị lóc.

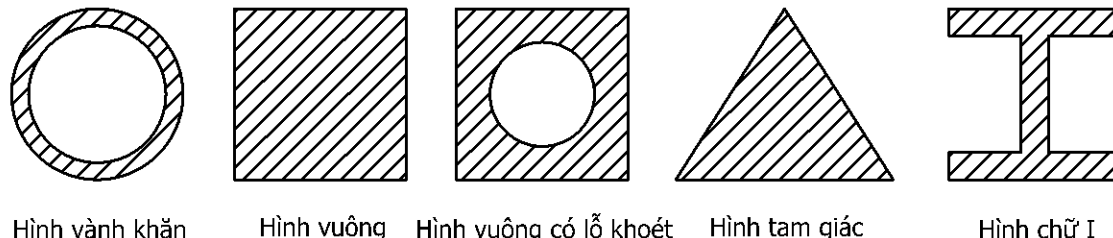
2.4.1.2. Cọc Bê tông cốt thép

Cọc bê tông cốt thép là loại cọc được sử dụng phổ biến nhất hiện nay trong các ngành xây dựng. So với các loại cọc khác nó có nhiều ưu điểm rõ rệt sau:

Cọc bê tông cốt thép tương đối rẻ về mặt sử dụng vật liệu, các loại vật liệu chế tạo bằng bê tông như cát, sỏi, đá dăm là những loại thường có sẵn ở các địa phương, số lượng thép lại sử dụng tương đối ít nhưng cường độ vật liệu cọc tương đối lớn, chiều dài và tiết diện ngang của cọc có thể chế tạo tùy ý, cọc bê tông cốt thép ít chịu lực tác dụng phá hoại của môi trường xung quanh hơn các loại cọc khác. Tuy nhiên khi dùng cọc ở những nơi nước mặn thì phải chú ý đến hiện tượng ăn mòn của cốt thép trong cọc. Để khắc phục hiện tượng này tốt nhất là bê tông phải được đầm chặt với chất lượng cao, hoặc quét một lớp chống thấm xung quanh cọc hoặc thêm các chất phụ gia chống ăn mòn khi chế tạo bê tông.

Khuyết điểm chính của cọc bê tông cốt thép là trọng lượng quá lớn gây khó khăn cho việc vận chuyển và công tác hạ cọc. Chính do trọng lượng bản thân quá lớn cho nên cần phải có khối lượng cốt thép lớn để phù hợp với sơ đồ chịu lực trong quá trình vận chuyển và treo cọc lên giá búa - mà lượng cốt thép này sẽ không cần thiết khi cọc ở trong móng. Các cọc bê tông cốt thép có thể tạo ứng suất trước, nhằm giảm sự nứt do ứng suất kéo sinh ra trong quá trình vận chuyển và đóng cọc, ngoài ra cũng có lợi tiết kiệm được thép và đồng thời chống lại sự uốn dọc của cọc.

Cọc bê tông cốt thép thường có tiết diện ngang hình vuông, hình chữ nhật, hình tròn, hình đa giác hoặc tam giác, để tiết kiệm được vật liệu bê tông, cốt thép và giảm trọng lượng cọc người ta cấu tạo tiết diện vuông có lỗ rỗng tròn (Hình III.4).



Hình III.4. Các tiết diện ngang thân cọc BTCT đúc sẵn

Loại cọc có tiết diện hình vuông được dùng rộng rãi hơn cả và thường có các tiết diện từ 20×20cm đến 40×40cm. Bê tông dùng làm cọc thường có mác từ 200 ÷ 400 (B15 ÷ B30), riêng cọc đối với các công trình cầu mác bê tông phải lớn hơn 250 (> B20). Chiều dài thường dùng của cọc bê tông cốt thép là 4 ÷ 25m, có khi đạt đến 40 ÷ 45m. Do khó khăn trong quá trình vận chuyển và điều kiện hạn chế về giá búa, phần lớn cọc phải được chế tạo thành từng đoạn rồi nối lại với nhau trong quá trình hạ, chiều dài mỗi đoạn khoảng từ 6 ÷ 8m.

Thông thường, trong thực tế loại cọc này được chế tạo với các loại kích thước như Bảng III-1:

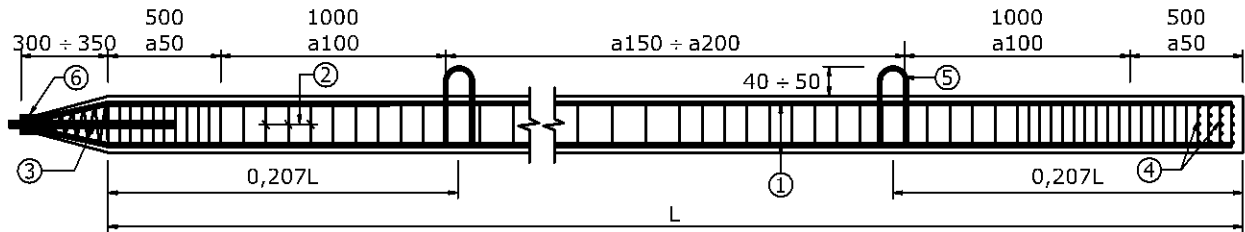
Bảng III-1: Chiều dài của cọc bê tông cốt thép thường

Tiết diện (cm <sup>2</sup> )	20×20	25×25	30×30	35×35	40×40
Chiều dài cọc (m)	3 ÷ 7	3 ÷ 8	3 ÷ 12	8 ÷ 16	13 ÷ 16

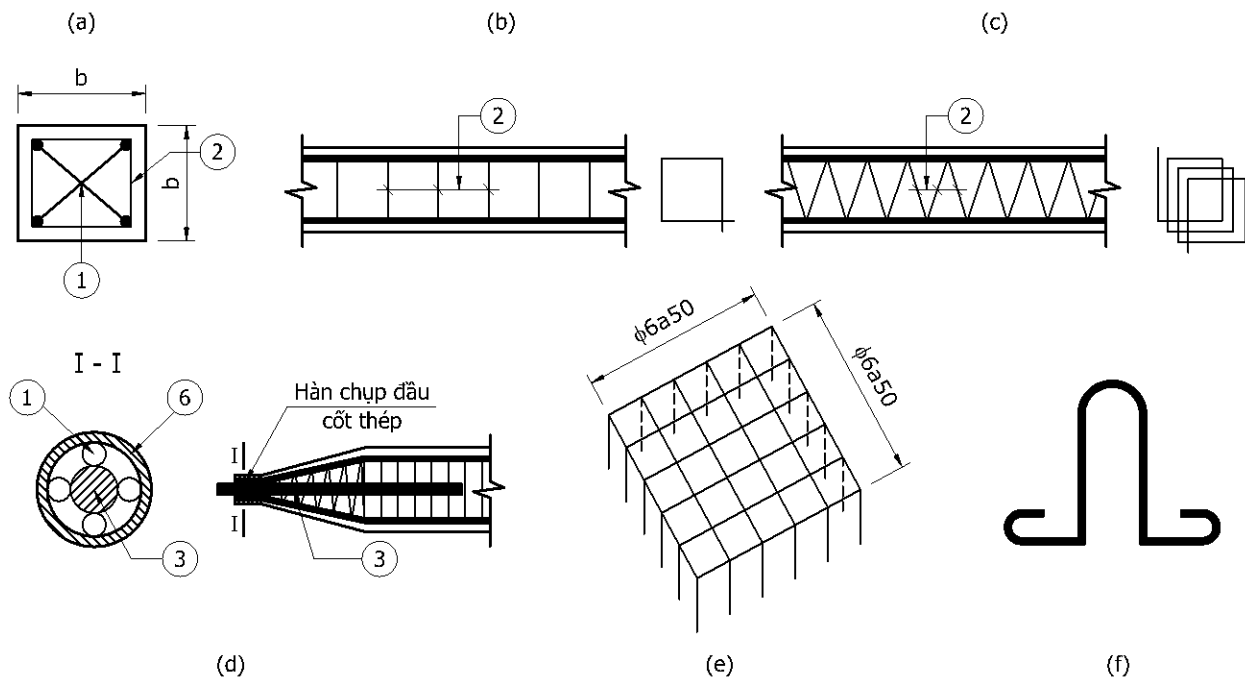
Trên Hình III.5 trình bày cấu tạo của một loại cọc bê tông cốt thép thường và cọc bê tông cốt thép ứng suất trước. Bê tông dùng để chế tạo cọc bê tông cốt thép ứng suất

**Chương III: Móng cọc**

trước phải có mác bê tông thấp nhất là 400 đối với móng cọc dài cao và 300 đối với móng cọc dài thấp. Cốt thép trong cọc bê tông cốt thép gồm cốt thép dọc và cốt đai. Theo quy phạm, cốt thép bố trí trong cọc không được nhỏ hơn  $(0,3 \div 0,4\%)$ . Tuy vậy, để đảm bảo cho điều kiện vận chuyển, thi công và sử dụng cọc lớn hơn khả năng chịu tải của cọc theo đất nền thông thường người ta bố trí cốt thép như sau: cọc 20x20 cm dùng 4 $\phi$ 14, cọc 25x25 cm dùng 4 $\phi$ 16, cọc 30x30 cm dùng 4 $\phi$ 18 hoặc lớn hơn, v.v...



**Hình III.5. Cấu tạo của cọc bê tông cốt thép; 1. Cốt thép chịu lực; 2. Cốt thép đai; 3. Cốt thép gia cường mũi cọc; 4. Lưới thép gia cường đầu cọc; 5. Thép phục vụ cấu lắp; 6. Vòng đai thép (kích thước ghi mm)**



**Hình III.6. Các cốt thép của cọc khi gia công; a. Cốt thép chịu lực; b. Đai thép thẳng; c. Đai thép xoắn; d. Chi tiết thép mũi cọc; e. Lưới thép đầu cọc; f. Thép móc cầu**

Cốt thép số 1 là cốt thép chịu lực chính của cọc khi vận chuyển, cấu lắp cũng như chịu lực ngang đối với móng cọc dài cao.

Quy định cốt thép chịu lực có đường kính  $\phi \geq 10\text{mm}$ , thép CII (AII).

Cốt thép số 2 là cốt thép đai (cốt thép đai xoắn ốc hay đai rời) dùng loại  $\phi(6 \div 8)$ , ở giữa thân cọc khoảng cách bước cốt đai là 20 cm, còn ở đầu và mũi cọc khoảng cách cốt đai dày hơn (từ 5 ÷ 10 cm).

Cốt thép số 3 đường kính  $\phi 14 \div 32\text{mm}$ ,  $L = 750 \div 1000\text{mm}$ , cùng với các cốt thép dọc được bó chụm lại để tăng độ cứng mũi cọc và định vị tim cọc, dùng một vòng đai sắt bọc chung quanh và hàn chặt.

Trong phạm vi 0,5m tính từ đầu cọc và tính từ mũi cọc, bước cốt đai  $a = 50\text{mm}$  để

### Chương III: Móng cọc

tăng cường độ cứng tại đầu và mũi cọc.

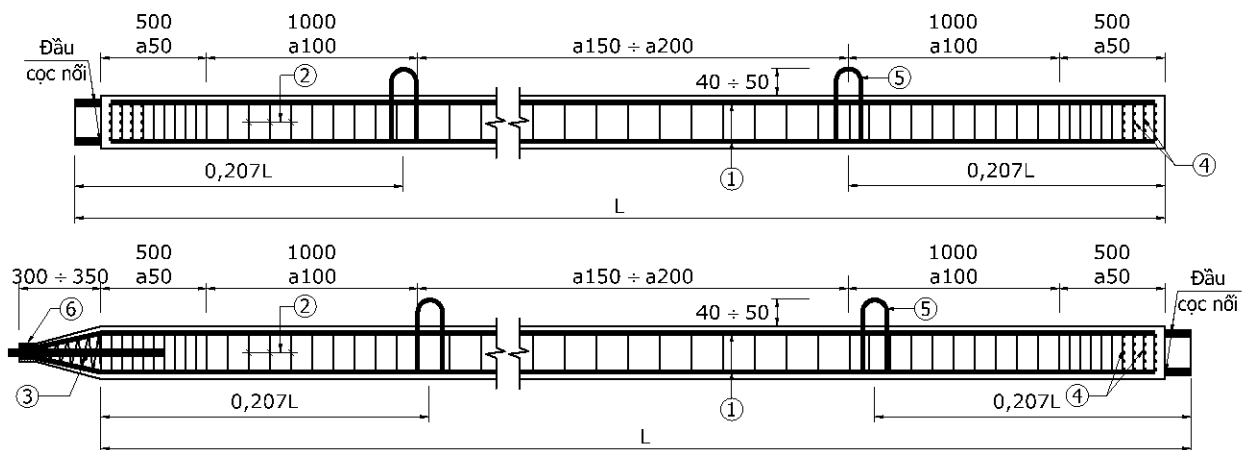
Lưới thép đầu cọc bố trí lưới  $\phi 6$   $a = 50 \div 60$  mm, để chống ứng suất cục bộ tại đầu cọc nhằm tránh vỡ đầu cọc khi đóng hoặc ép cọc. Thường bố trí 4 ÷ 5 lưới cách nhau 50mm.

Trong mỗi cọc hay mỗi đoạn cọc được bố trí hai móc cầu dùm để cầu cọc trong quá trình vận chuyển, nếu cọc dài ( $L > 8m$ ), thì cần bố trí thêm một móc cầu nữa dùm để treo cọc lên giá búa khi hạ. Trên (Hình III.6) giới thiệu các cốt thép của cọc khi gia công.

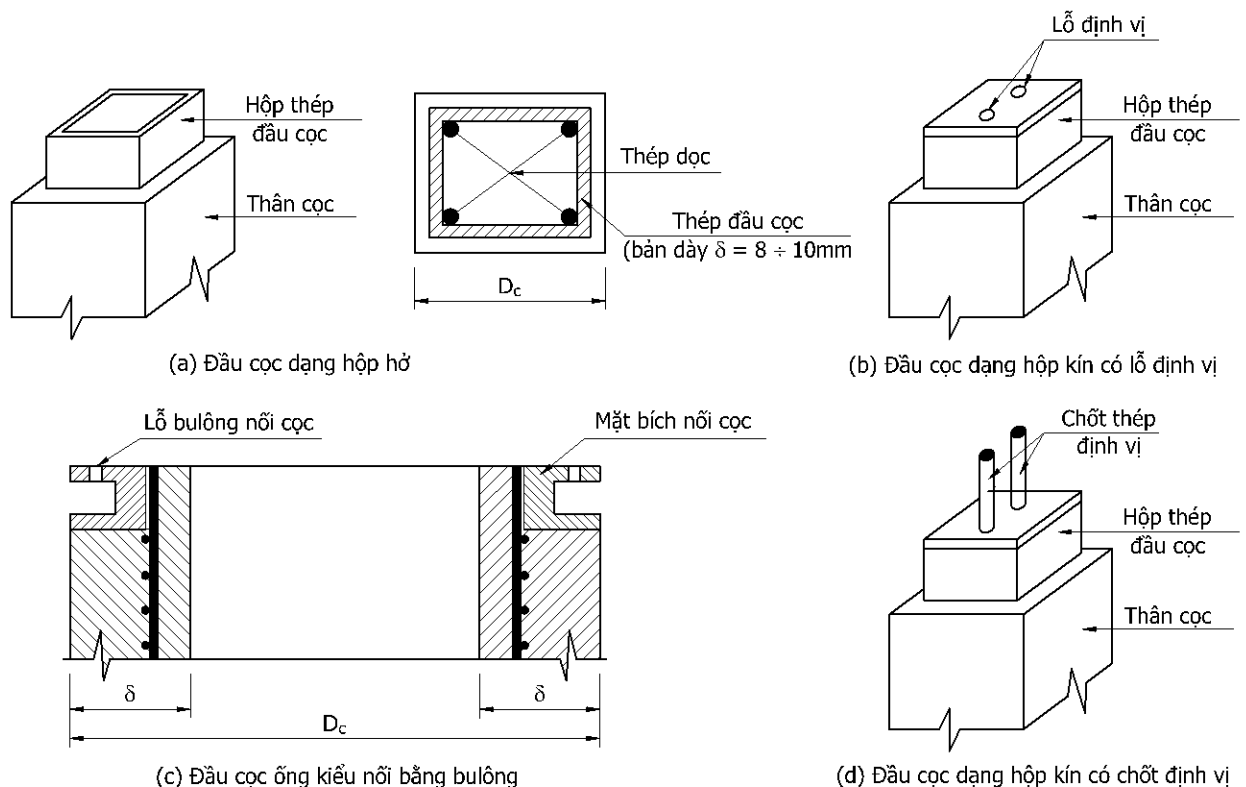
Sau khi nối cọc cần quét một lớp bitum để bảo vệ thép không bị gỉ.

Lớp bê tông bảo vệ của cọc có chiều dày tối thiểu là 30mm.

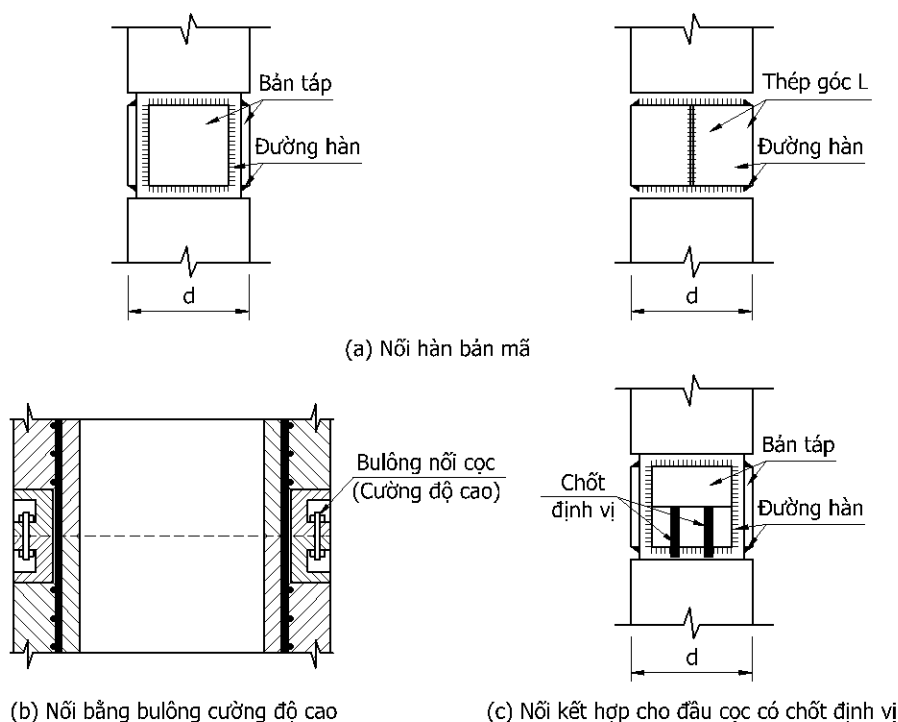
Khi cọc dài có thể nối cọc từ các đốt chế tạo sẵn, chi tiết mỗi nối có thể như sau:



Hình III.7. Cấu tạo chi tiết cọc nối bê tông cốt thép, kích thước ghi mm



Hình III.8. Cấu tạo đầu cọc khi nối.



Hình III.9: Các dạng mối nối cọc thông dụng

Chi tiết mối nối có thể sử dụng thép bản táp để liên kết hàn đầu cọc hoặc dùng thép góc L để táp vào và hàn lại.

Việc nối cọc thực hiện khi ép xong đoạn cọc trước đó, với cọc chịu nén thì không cần kiểm tra cường độ, với cọc chịu mômen thì cần phải kiểm tra cường độ để thép tại mối nối đủ khả năng chịu lực.

### 2.4.1.3. Cọc ống Bê tông cốt thép

Cọc ống bê tông cốt thép là một kết cấu vỏ mỏng, có dạng hình ống và được hạ sâu vào đất chủ yếu bằng tác dụng rung của máy chấn động. Cọc ống bê tông cốt thép được dùng nhằm mục đích giảm trọng lượng cọc và truyền tải trọng lớn xuống nền. Đây là một trong những loại móng hiện đại so với những loại móng sâu khác, móng cọc ống bê tông cốt thép có các ưu điểm sau:

- Có thể áp dụng các phương pháp công nghiệp hóa trong xây dựng và cơ giới hóa hoàn toàn trong công tác thi công, chính ưu điểm này dẫn đến việc sử dụng móng cọc ống sẽ mang lại nhiều hiệu quả kinh tế.
- Tận dụng tới mức cao nhất khả năng làm việc của vật liệu móng, nên giảm được chi phí của vật liệu móng.
- Có thể đưa móng xuống rất sâu mà không cần móng giềng chìm hơi ép là loại móng gây tác hại đến sức khỏe con người trong quá trình thi công.

Việc lựa chọn tiết diện chịu lực của cọc ống bê tông cốt thép có dạng hình trụ tròn là hợp lý nhất, vì loại tiết diện này có ưu điểm là có độ cứng như nhau theo bất kỳ phương nào, có khả năng ngâm vào tầng đá nhờ máy khoan, có khả năng cơ giới hóa việc chế tạo với chất lượng cao bằng máy ly tâm, việc liên kết với các thiết bị hạ cọc rất thuận tiện.

Người ta thường chế tạo cọc ống đường kính  $\leq 80\text{cm}$  với chiều dày thành ống  $\delta = 8 \div 12\text{ cm}$ , với từng đoạn dài  $3 \div 9\text{ m}$  đối với móng nhà, và  $8 \div 12\text{ m}$  đối với móng cầu.



### Chương III: Móng cọc

Cốt thép dọc thường dùng loại có gờ với đường kính  $\phi 10 \div 20$  mm, bê tông mác  $300 \div 400$  (B22,5  $\div$  B30) hay cao hơn. Khi dùng cốt thép dự ứng lực thì mác bê tông phải  $\geq 400$  ( $\geq$  B30).

Khi cọc ống bê tông cốt thép có  $d < 1,6$ m thì không nên dùng cốt thép dọc có  $\phi \leq 12$ mm và cốt thép đai có  $\phi < 6$ mm. Khi cọc ống bê tông cốt thép có  $d \geq 1,6$ m thì không nên dùng cốt thép dọc có  $\phi < 18$ mm và cốt thép đai có  $\phi < 8$ mm.

Khoảng cách giữa hai mép ngoài của cốt thép dọc liền nhau (trong một lớp) không được  $< 5$ cm và không được  $> 20$ cm, đồng thời cũng không vượt quá 1,5 lần chiều dày thành ống.

Khi cần dùng cọc với chiều dài lớn, người ta nối các đoạn cọc ống lại với nhau bằng mối hàn hoặc dùng bulông. Trên Hình III.10 giới thiệu cọc ống bê tông cốt thép và mối nối bằng bulông tức là bằng mặt bích.

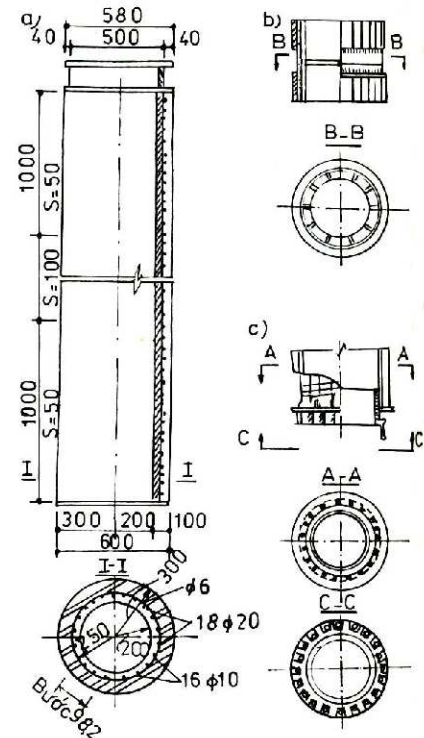
Cọc ống được hạ xuống đất với mũi bịt kín hoặc mở, nếu cần bịt kín thì đỉnh dưới cọc ống được gắn liền với một bộ phận có cấu tạo riêng biệt gọi là chân ống cọc. Khi hạ cọc vào đất yếu có chiều dày lớn, mũi cọc chưa đạt đến lớp đất chắc thì phải bịt mũi cọc và khi hạ đến độ sâu thiết kế thì đổ bê tông vào lòng ống. Khi hạ cọc ống đến đá cứng, người ta khoan vào đá, đặt cốt thép rồi đổ bê tông để liên kết các ống với đá. Chiều sâu ngàm cọc ống vào đá tùy thuộc loại đá và xác định theo tính toán, thông thường  $\geq$  đường kính cọc ống (Hình III.11).

#### 2.4.1.4. Cọc thép

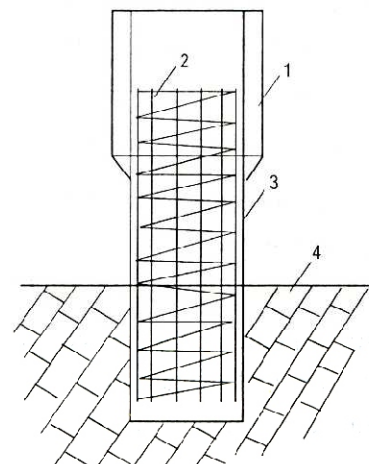
Do tính kháng uốn tốt, cọc thép thường dùng trong các công trình vĩnh cửu, cọc thép có ưu điểm chủ yếu là chịu được tải trọng lớn do cường độ tính toán của vật liệu cao, vì vậy thường được dùng khi cọc chịu mômen, và nội lực lớn. Tuy vậy, thép là loại vật liệu đắt tiền nên ít được sử dụng rộng rãi.

##### a. Cọc ống thép

Là một ống thép có bề dày từ  $8 \div 16$ mm, đường kính thường từ  $200 \div 3000$ mm. Để vận chuyển dễ dàng từ chỗ chế tạo đến nơi thi công, cọc ống được làm thành từng đoạn. Chiều dài từng đoạn được quyết định bởi khả năng thi công, nơi chế tạo ống và các điều kiện vận chuyển và tải trọng của các thiết bị cần trục tại nơi xây dựng, thông thường mỗi đoạn dài từ  $5 \div 12$ m. Nối dài cọc ống thép có thể dùng các bản hàn phía ngoài, hoặc



Hình III.10. Cọc ống bê tông cốt thép và mối nối; a. Cọc ống bê tông cốt thép; b. Mối nối hàn; c. Mối nối bằng bulông

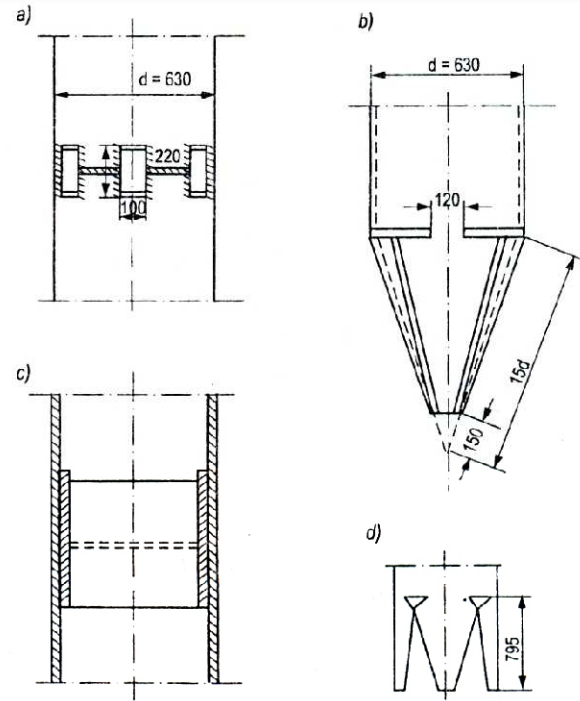


Hình III.11. Chiều sâu ngàm cọc ống vào đá; 1. Cọc ống; 2. Khung cốt; 3. Chân cọc bằng thép; 4. Nền đá.

thêm đoạn ống phía trong (Hình III.12.a.c). Đối với các ống thép có đường kính < 450mm thường làm mũi cọc bằng cách cắt chân cọc (Hình III.12.b). Sau đó gò lại thành hình nón và hàn (Hình III.12.d).

Cọc có đường kính lớn thường để chân cọc hở cho cọc lún đến đầu đào đất bên trong đến đó. Sau khi hạ tới chiều sâu thiết kế, có thể lấp đầy hoặc một phần, hoặc không lấp phần rỗng bên trong cọc ống. Do vậy, tiết diện và cốt thép của cọc ống được xác định không phải chỉ tính toán với tải trọng lắp ráp và tải trọng động do máy chấn động gây ra mà còn theo tính toán với hệ tải trọng trong quá trình sử dụng công trình.

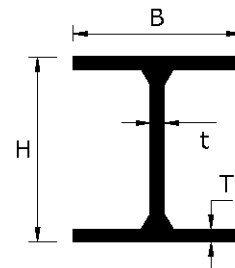
Để tăng cường độ cho cọc ống thép, thường hay đổ bê tông vào trong ống. Cọc ống thép đặc biệt thích hợp với móng cọc đài cao mà cọc đóng rất sâu vào trong lòng đất.



**Hình III.12. Cọc ống thép**

**b. Cọc thép hình**

Cọc thép hình thường dùng thép chữ H có cánh rộng, do đó mômen quán tính theo hai phương thẳng góc không chênh nhau bao nhiêu. Vì vậy, hiệu suất lợi dụng của vật liệu tuy không được bằng ống thép song so với thép hình có tiết diện tiêu chuẩn thì tốt hơn.



**Hình III.13. Cọc thép hình cánh rộng của hãng Froding hem (Anh)**

$$B = 203 \div 315; H = 203 \div 340;$$

$$T = 10.9 \div 31,5; t = 7,4 \div 19,5.$$

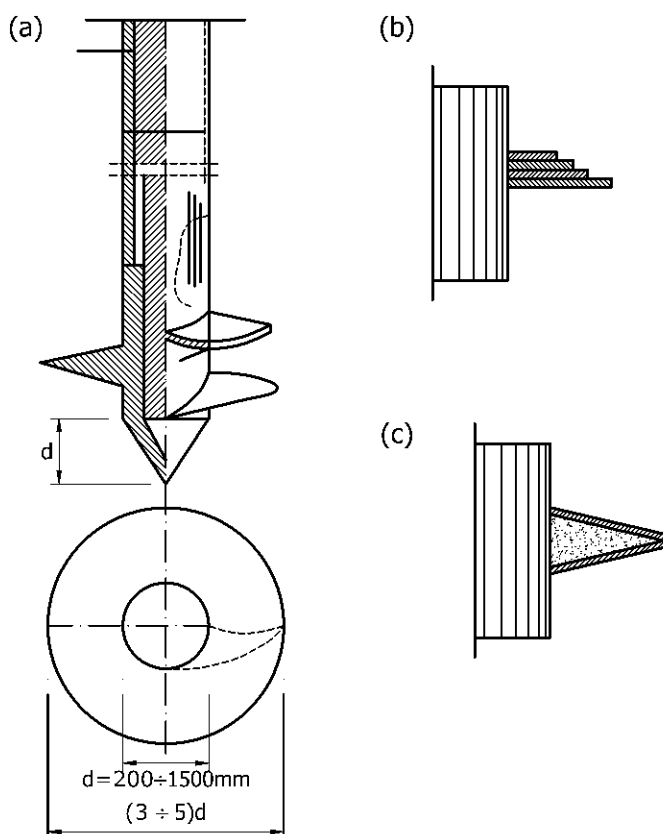
**2.4.1.5. Cọc xoắn**

Cọc xoắn là cọc có thân bằng ống thép hoặc ống bê tông cốt thép, để cọc có lõi thép làm thành hình xoắn ốc (Hình III.14). Thân cọc có đường từ 30 ÷ 120cm. Đường kính đế cọc có thể đạt tới 3m nhưng nói chung không được lớn quá 4,5 lần đường kính thân cọc.

Cọc được hạ xuống đất nhờ thiết bị quay đặc biệt quay bằng động cơ điện và nhờ hệ thống bánh răng truyền động làm cho cọc bị xoay và xuyên vào đất. Loại cọc này được sử dụng cho các công trình cầu cảng, cột điện cao thế...

Do đầu cọc có lá xoắn nên sức chịu tải của cọc được tăng lên rất nhiều, nhất là khả năng chịu nhổ, đồng thời có thể giảm bớt độ sâu hạ cọc so với những loại cọc thường. Phương pháp hạ cọc xoắn rất êm thuận, điều này rất quan trọng khi xây dựng các công trình mới nằm bên cạnh các công trình cũ.

Tuy nhiên sử dụng cọc xoắn thì thiết bị thi công phức tạp và chỉ sử dụng cho các loại đất nền mềm yếu, không thể dùng với các loại đất lẫn nhiều sỏi đá hoặc sét quá cứng.



**Hình III.14:** Cọc xoắn ốc

a. Mặt cắt cọc; b. Lưỡi khoan chân cọc bằng thép hàn;  
c. Lưỡi khoan chân cọc bằng bê tông cốt thép

## 2.4.2. Cọc đổ tại chỗ

### 2.4.2.1. Cọc khoan nhồi

Đây là loại móng sâu thịnh hành nhất trong xây dựng ở nước ta trong 10 năm trở lại đây. Loại cọc này được thi công bằng cách đào đất hoặc khoan lỗ sâu trong lòng đất tới cao trình thiết kế rồi đổ bê tông lấp đầy lỗ.

Đường kính cọc từ 60 ÷ 300 cm, các cọc có đường kính < 76cm được xem là cọc nhỏ, cọc có đường kính ≥ 76cm được xem là cọc lớn. Việc tạo lỗ có nhiều cách: Có thể đào bằng thủ công, hoặc khoan bằng các tổ hợp máy khoan hiện đại. Với việc sử dụng các tổ hợp khoan hiện đại người ta có thể hạ cọc đến độ sâu rất lớn và đường kính lớn.

(Cầu Thuận Phước cọc khoan nhồi đường kính 2,5m, chiều sâu hạ cọc 50 ÷ 70m, Cầu Mỹ Thuận: Cọc khoan nhồi đường kính 2,5m, chiều sâu hạ cọc đến hàng trăm mét...).

Quy trình thi công cọc khoan nhồi cho móng công trình gồm các bước chủ yếu sau:

- Chuẩn bị thi công.
- Khoan tạo lỗ.
- Làm sạch hố khoan.
- Gia công lắp dựng lồng thép.
- Thi công đổ bê tông cọc khoan nhồi.
- Hoàn thiện cọc.

- Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi.
- Đập đầu cọc.
- Thi công bệ móng.

Việc giữ vách cho cọc có thể dùng ống vách hạ xuống để khoan lỗ, đến khi đổ bê tông thì rút lên, cách này đảm bảo chất lượng cọc nhưng với cọc có chiều sâu lớn thì việc hạ và rút ống vách sẽ gặp khó khăn, nhiều lúc để lại trong nền đất thì chi phí thép ống vách cũng khá lớn. Do vậy người ta hạ ống vách một đoạn 5 ÷ 10m vào đất, còn độ sâu tiếp theo để giữ thành hố khoan người ta dùng dung dịch Bentonite để giữ cho thành hố khoan không bị sạt.

*\* Ưu nhược điểm:*

*+ Ưu điểm chính:*

- Rút bớt được công đoạn đúc cọc, do đó không còn các khâu xây dựng bãi đúc, lắp dựng ván khuôn,...
- Vì cọc đúc ngay tại móng nên dễ thay đổi kích thước hình học của cọc như chiều dài, đường kính,... để phù hợp với thực trạng đất nền.
- Có khả năng sử dụng trong mọi loại địa tầng khác nhau, dễ dàng vượt qua các chướng ngại vật như đá, đất cứng bằng cách sử dụng các dụng cụ như máy phá đá, nổ mìn,...
- Cọc khoan nhồi thường tận dụng hết khả năng làm việc của vật liệu, giảm được số cọc trong móng, có thể bố trí cốt thép phù hợp với điều kiện chịu lực của cọc.
- Không gây tiếng ồn và tác động đến môi trường, phù hợp để xây dựng các công trình lớn trong đô thị.
- Cho phép trực quan kiểm tra các lớp địa chất bằng cách lấy mẫu từ các lớp đất đào lên, để có thể đánh giá chính xác điều kiện đất nền, khả năng chịu lực của đất nền dưới đáy hố khoan.
- Cho phép chế tạo các cọc khoan nhồi đường kính lớn và độ sâu lớn, phù hợp cho các công trình cầu lớn.

*+ Các nhược điểm:*

- Sản phẩm trong suốt quá trình thi công đều nằm sâu trong lòng đất, dễ xảy ra những khuyết tật ảnh hưởng đến chất lượng cọc như:
  - + Hiện tượng co thắt, hẹp cục bộ thân cọc hoặc thay đổi kích thước tiết diện khi qua các lớp đất khác nhau.
  - + Bê tông xung quanh thân cọc dễ bị rửa trôi lớp xi măng khi gặp mạch nước ngầm hoặc gây ra rỗ mặt thân cọc.
  - + Lỗ khoan nghiêng, lệch, sứt vách lỗ khoan.
  - + Bê tông đổ thân cọc dễ bị không đồng nhất và phân tầng.
- Thường đỉnh cọc nhồi kết thúc trên mặt đất nên khó có thể kéo dài thân cọc lên phía trên, do đó phải làm bệ móng ngấp sâu dưới mặt đất, vì vậy không thuận lợi cho việc thi công các móng cọc bệ cao do phải làm vòng vây ngăn nước tổn kém.
- Thi công phụ thuộc nhiều vào thời tiết như mùa mưa bão... Vì việc bố trí thi công thường hoàn toàn ngoài trời.

- Hiện trường thi công dễ bị lây lợi ảnh hưởng đến môi trường.
- Chi phí thí nghiệm cọc khoan nhồi quá tốn kém.

Trong quá trình thi công cọc nhồi, cần chú ý tới các sự cố có thể xảy ra như sụt lở thành lỗ, ống chống bị kẹt chặt, đây là khâu rất hệ trọng khi thi công cọc khoan nhồi. Nếu chẳng may xảy ra sự cố thì thường làm giảm cường độ bê tông của cọc, làm cho cọc bị khuyết tật nghiêm trọng, cho nên cần phải áp dụng các biện pháp thiết thực, đề phòng sự cố làm giảm cường độ của cọc.

Đề phòng sự sụt lở thành hố trong phương pháp thi công không có ống chống cần phải chú ý việc sau đây:

- Về hình dạng, kích thước của ống giữ (ống chống tầng trên) phải đủ, ngoài ra khi lắp dựng ống giữ phải đảm bảo độ thẳng đứng của ống giữ, không để vì nghiêng lệch phải lắp lại nhiều lần.

- Với phương pháp thi công phản tuần hoàn phải duy trì được áp lực dung dịch trong hố khoan, nếu quản lý không đúng khi bị dò nước và dò dung dịch sẽ sinh ra sụt lở thành hố.

- Trong giai đoạn tạo lỗ của phương pháp phản tuần hoàn, nếu tốc độ làm lỗ nhanh quá thì màng dung dịch chưa kịp hình thành trên thành lỗ nên dễ bị sụt lở thành. Tốc độ làm lỗ tùy thuộc vào tình hình địa chất.

- Khi thao tác làm lỗ bằng khoan guồng xoắn, dung dịch giữ thành là rất quan trọng trong việc đề phòng thành lỗ bị sạt lở, cho nên phải quản lý dung dịch thật cẩn thận, đồng thời đề phòng đầu côn quay khi lên xuống làm sạt lở thành lỗ, phải thao tác với tốc độ lên xuống thích hợp và phải điều chỉnh cho vừa phải thành ngoài của đầu côn quay với cạnh lồi của dao cắt gọt cho có cự ly phù hợp.

- Đối với việc sạt lở lỗ sau khi đặt khung cốt thép thì thường là do khung cốt thép không được thẳng đứng hoặc cong vênh gây ra, cho nên khi thả khung cốt thép phải thật cẩn trọng.

Đề phòng không rút được ống chống lên trong phương pháp thi công ống chống:

Trong phương pháp thi công dùng toàn ống chống, nguyên nhân làm cho khó khăn hoặc không rút được ống chống lên chủ yếu là do lực ma sát giữa ống chống và đất ở xung quanh lớn hơn lực nhổ lên hoặc khả năng cầu lên của thiết bị làm lỗ không đủ.

Khi khoan lỗ đi qua tầng cát thì sự cố kẹt ống thường xảy ra do ảnh hưởng của nước ngầm khá lớn, ngoài ra còn ảnh hưởng của mật độ cát cố kết lại dưới tác dụng của lực rung. Còn trong tầng đất sét, do lực dính tương đối lớn hoặc do tồn tại đất sét nở .v.v...

Để hạn chế sự cố kẹt ống chống, có thể rung lắc ống chống để giảm trở lực ma sát bên và khi lắc không được thì có thể sẽ không rút được ống chống lên.

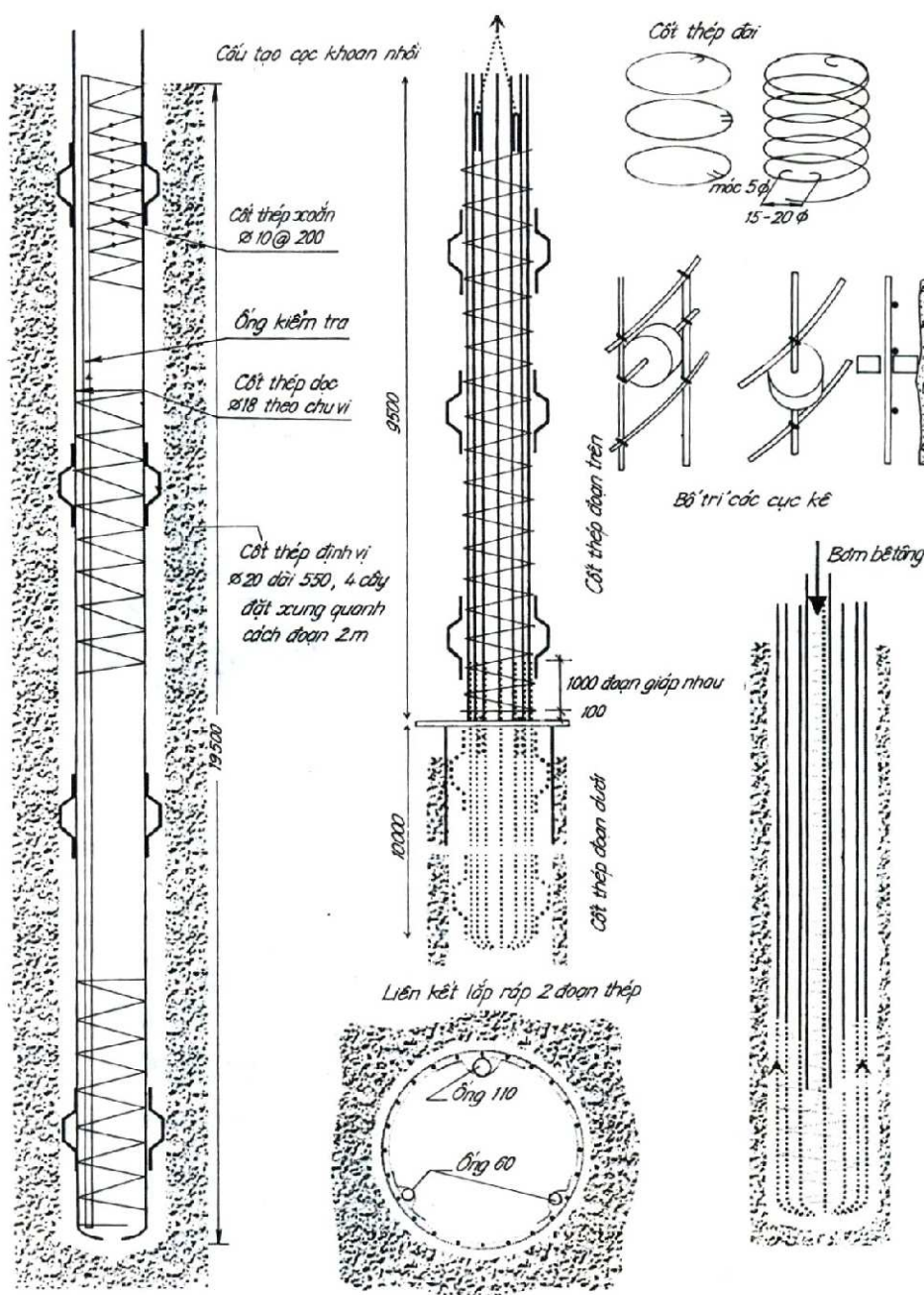
Trong quá trình làm lỗ, nếu lắc ống giữa chừng dài thời gian thì ống chống không thể không rút lên được. Khi ống chống đã xuyên vào tầng chịu lực thì lắc ống càng khó khăn cho đến khi bắt đầu đổ bê tông. Rất nhiều trường hợp trong thực tế là không rút được ống lên, vì thế sau khi kết thúc việc làm lỗ và trước khi đổ bê tông phải thường xuyên rung lắc ống chống, đồng thời cũng thử nâng hạ ống chống lên một chút để xem có rút được ống chống lên hay không.

### Chương III: Móng cọc

Ngoài ra, trong khi đổ bê tông, nếu một lần đổ một lượng quá lớn vào trong ống sẽ làm cho độ dài nâng lên giữa mặt bê tông với lưới nhện của ống quá dài, hoặc đổ vào trong ống loại bê tông trộn xong để đã lâu thì cũng có thể làm cho lực ma sát tăng lên và không rút ống lên được.

**Làm sạch hố khoan:** Sau khi khoan hố xong, đáy hố khoan cần được làm sạch các đất đá của vụn khoan bằng phương pháp rửa ngược.

**Đặt cốt thép:** Nếu cọc chịu uốn, chịu kéo hoặc cọc nghiêng thì phải bố trí cốt thép trên suốt chiều dài cọc. Khung cốt thép bao gồm các thanh thép dọc bố trí theo chu tuyến hình tròn và xung quanh được liên kết bằng các cốt thép đai vòng hoặc lò xo. Nếu khung thép của cọc quá dài thì phải ghép nối nhiều đoạn lại với nhau. Việc ghép nối có thể thực hiện trước hoặc trong khi hạ khung thép vào lỗ khoan, khi ghép nối phải đảm bảo đoạn nối chằng cần thiết.



Hình III.15. Cấu tạo cọc khoan nhồi

Khi khung có 2 tầng cốt thép, có 2 phương pháp để lắp khung cốt thép; một là, cho cốt thép ngoài và cốt thép trong vào đúng vị trí đã định sẵn, sau đó lắp ghép đồng thời; cách hai là, đưa cốt thép ngoài vào trong lỗ trước, sau đó đặt ống lồng rồi theo thứ tự mà đặt cốt thép bên trong. Thông thường hay làm theo cách sau, để lắp đặt cốt thép bên trong có thể đặt trước cốt thép dùng để đỡ cốt thép bên trong vào vị trí đã định của cốt thép bên ngoài. Theo các bước như trên, sau khi lắp xong cốt thép ngoài, để không trở ngại đến việc lắp cốt thép trong, có thể dùng thép góc để đặt tạm thời cốt thép ngoài lên ống chống (Hình III.15).

**Đổ bê tông:** Về nguyên tắc, bê tông làm cọc khoan nhồi phải tuân theo các quy định đổ bê tông dưới nước, phương pháp thi công bê tông dưới nước để làm cọc khoan nhồi thường là dùng ống dẫn, cho nên tỷ lệ trộn bê tông cũng phải phù hợp với các quy định về việc đổ bê tông bằng ống dẫn. Tỷ lệ cấp phối phù hợp tức là loại bê tông này phải có đủ độ dẻo, độ dính, dễ chảy trong ống dẫn mà không hay bị gián đoạn, cho nên thường dùng loại bê tông trộn dẻo có độ sụt từ 15 ÷ 20cm và không có cốt liệu lớn. Chất phụ gia hiện nay có nhiều loại, dùng cũng rất khác nhau, cho nên trước khi chọn loại phụ gia phải thí nghiệm và nghiên cứu kỹ tính chất và hiệu quả của từng loại mới được sử dụng.

#### Các khuyết tật có thể gặp khi thi công cọc khoan nhồi:

Các hư hỏng thường gặp ở cọc khoan nhồi rất đa dạng, do nhiều nguyên nhân khác nhau, ở đây cần lưu ý một số nguyên nhân chung gây ra cọc kém chất lượng và thường xảy ra ở hai khâu khoan rồi dọn lỗ và khâu đổ bê tông bao gồm như sau:

- Do kỹ thuật thiết bị khoan hoặc loại cọc đã lựa chọn không thích hợp với đất nền.
- Mất dung dịch khoan đột ngột hoặc sự trôi lên nhanh chóng của đất bị sụt lở vào thành lỗ khoan.
- Do sử dụng loại dung dịch có thành phần không tương ứng với điều kiện đất nền và công nghệ khoan hoặc kiểm tra không tốt sự biến đổi của thành phần dung dịch.
- Làm sạch mùn khoan trong lỗ cọc không tốt, đáy lỗ khoan có lớp cặn dày, sinh ra sự tiếp xúc xấu với lớp đất chịu lực tại mũi cọc, làm nhiễm bẩn và giảm chất lượng bê tông.
- Thiết bị đổ bê tông vào cọc không thích hợp hoặc tình trạng làm việc xấu.
- Sai sót trong việc cung cấp bê tông không liên tục, gián đoạn trong khi đổ, rút ống đổ quá nhanh.
- Sử dụng bê tông có thành phần không thích hợp, độ sụt hoặc tính dẻo không đủ và dễ bị phân tầng.

Hình III.16 giới thiệu một số hư hỏng điển hình của cọc nhồi.

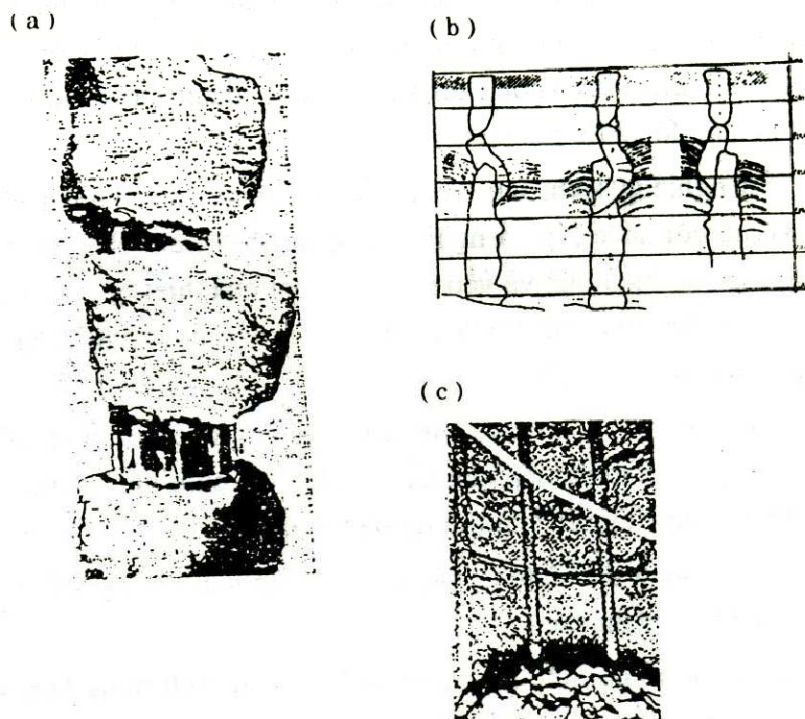
#### Kiểm tra chất lượng cọc nhồi:

Phải tiến hành kiểm tra ở ba giai đoạn: trước, trong và sau khi đổ bê tông.

Trước khi đổ bê tông phải kiểm tra vách hố khoan có đảm bảo chất lượng không? cặn bã ở đáy đã dọn sạch chưa? kiểm tra khung cốt thép có đảm bảo chất lượng, đúng quy cách không? có đầy đủ ống đo dùng để kiểm tra chất lượng bê tông thân cọc không?

- Kiểm tra trong khi đổ bê tông: Cần kiểm tra chất lượng và độ sụt của bê tông, cần lập cho mỗi cọc một đường cong bê tông theo từng mẻ một. Nếu lượng tiêu thụ bê tông thấp quá hoặc cao quá 30% so với bình thường thì phải có biện pháp xử lý kịp thời.

- Khi bê tông đã đổ xong cần kiểm tra chất lượng cọc bằng các phương pháp: nén mẫu, khoan lấy lõi, phương pháp thử động biến dạng nhỏ (PIT), phương pháp truyền siêu âm qua ống, phương pháp tia gamma xác định mật độ, phương pháp thử động biến dạng lớn PDA. Thí nghiệm nén tĩnh để xác định sức chịu tải của cọc: Đối với công trình cầu, thường sử dụng phương pháp thí nghiệm Osterberg để xác định sức chịu tải.



**Hình III.16:** Một số hư hỏng điển hình của cọc nhồi  
a. Gián đoạn bê tông ở thân cọc; b. Thân cọc phình ra hoặc thắt lại;  
c. Mũi cọc không tiếp xúc tốt với đất chịu lực.

*\* Nhận xét:*

Cọc khoan nhồi thuộc một trong những công nghệ thi công móng công trình tương đối mới ở nước ta, nó có nhiều ưu điểm như đã phân tích trên. Tuy nhiên hiện nay hầu như tất cả các công trình cầu sử dụng loại móng này đều có vấn đề về chất lượng cọc, việc xử lý các sự cố rất khó khăn và tốn kém. Do vậy khi sử dụng loại móng này cần quản lý chặt chẽ trong tất cả các bước của quy trình thi công để đảm bảo chất lượng cọc.

**2.4.2.2. Móng cọc Barét**

Cọc Barét thuộc loại cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ như cọc khoan nhồi, tiết diện ngang thân cọc có dạng hình chữ nhật từ 1,5 x 2,5m đến 2,5 x 4m.

Quy trình thi công cọc Barét về cơ bản giống như thi công cọc khoan nhồi, chỉ khác là ở thiết bị thi công đào hố và hình dạng lồng thép. Thi công cọc khoan nhồi thì dùng lưỡi khoan hình ống tròn, còn thi công cọc Barét thì dùng loại gầu ngoạm hình chữ nhật và lồng thép có tiết diện hình chữ nhật.

*\* Đặc điểm và phạm vi sử dụng:*

Cọc Barét cũng có các đặc điểm chung của cọc nhồi, tuy nhiên do tiết diện hình chữ nhật nên cọc Barét ổn định rất cao so với cọc khoan nhồi. Thường được sử dụng để làm móng cọc cho nhà cao tầng, móng công trình cầu cạn, cầu vượt trong thành phố.



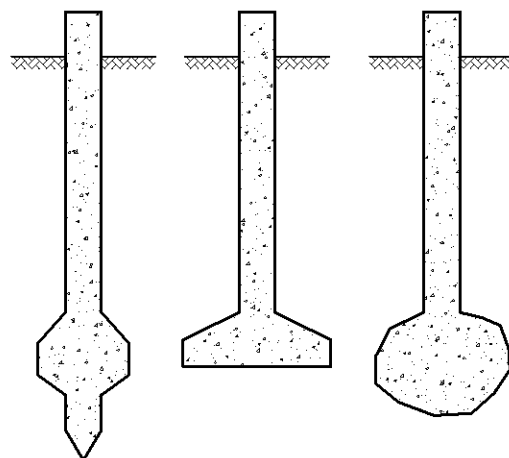
2.4.2.3. Cọc mở rộng chân

Mở rộng chân cọc là một trong những biện pháp làm tăng sức chịu tải của cọc.

Việc mở rộng chân cọc có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp:

- + Phương pháp nổ phá.
- + Phương pháp khoan hoặc các phương pháp cơ học khác.

Trong đó có phương pháp nổ phá được sử dụng rộng rãi nhất.



Hình III.17. Cọc mở rộng chân

§3. Cấu tạo đài cọc

Đài cọc là kết cấu dùng để liên kết các cọc lại với nhau và phân bố tải trọng của công trình lên các cọc.

Đài cọc thường được chế tạo bằng bê tông, bê tông cốt thép và có thể đổ tại chỗ hoặc lắp ghép. Trong các công trình cầu đường, thủy lợi, dân dụng thì phần lớn đài cọc được thi công tại chỗ.

Mác bê tông đài cọc  $\geq 200$  ( $\geq B15$ ).

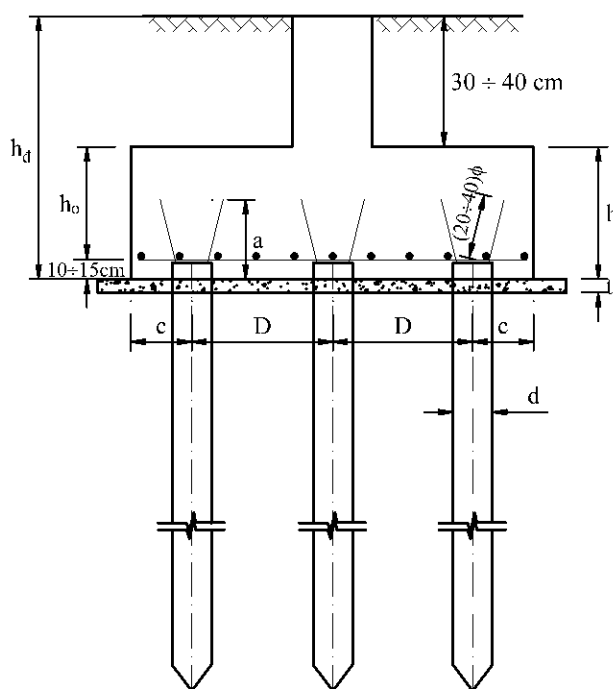
Hình dáng và kích thước mặt bằng của đỉnh đài phụ thuộc vào hình dáng, kích thước của đáy công trình. Hình dáng kích thước của đáy đài phụ thuộc vào diện tích cần thiết để bố trí số cọc trong móng. Theo những quy định về khoảng cách tối thiểu giữa các cọc cũng như quy định khoảng cách từ mép ngoài của hàng cọc ngoài cùng đến mép ngoài của đài.

Chiều dày của đài cọc  $h$  do tính toán quyết định, nhưng phải có trị số cần thiết tối thiểu để đảm bảo độ ngàm sâu của cọc trong đài. Trường hợp không có yêu cầu đặc biệt thì khoảng cách từ đỉnh đài đến mặt đất tự nhiên từ  $30 \div 40$  cm.

Độ ngàm sâu của cọc trong đài  $a$  không được sâu hơn  $2d$  và không được nhỏ hơn  $1,2m$  khi  $d > 60cm$  ( $d$ : đường kính hay bề rộng cọc).

Trường hợp đập đầu cọc để ngàm cốt thép vào đài thì phải đảm bảo cốt thép dọc ăn sâu vào đài lớn hơn  $20\phi$  đối với thép có gờ và lớn hơn  $30 \div 40\phi$  đối với thép không gờ.

Khoảng cách từ mép đài đến mép hàng cọc ngoài cùng  $\geq 25cm$  đối với các công trình cầu đường và thủy lợi;  $\geq 5cm$  đối với các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp hoặc khoảng cách từ tim cọc biên đến mép đài  $c \geq 0,7d$ .



Hình III.18. Cấu tạo đài cọc

### Chương III: Móng cọc

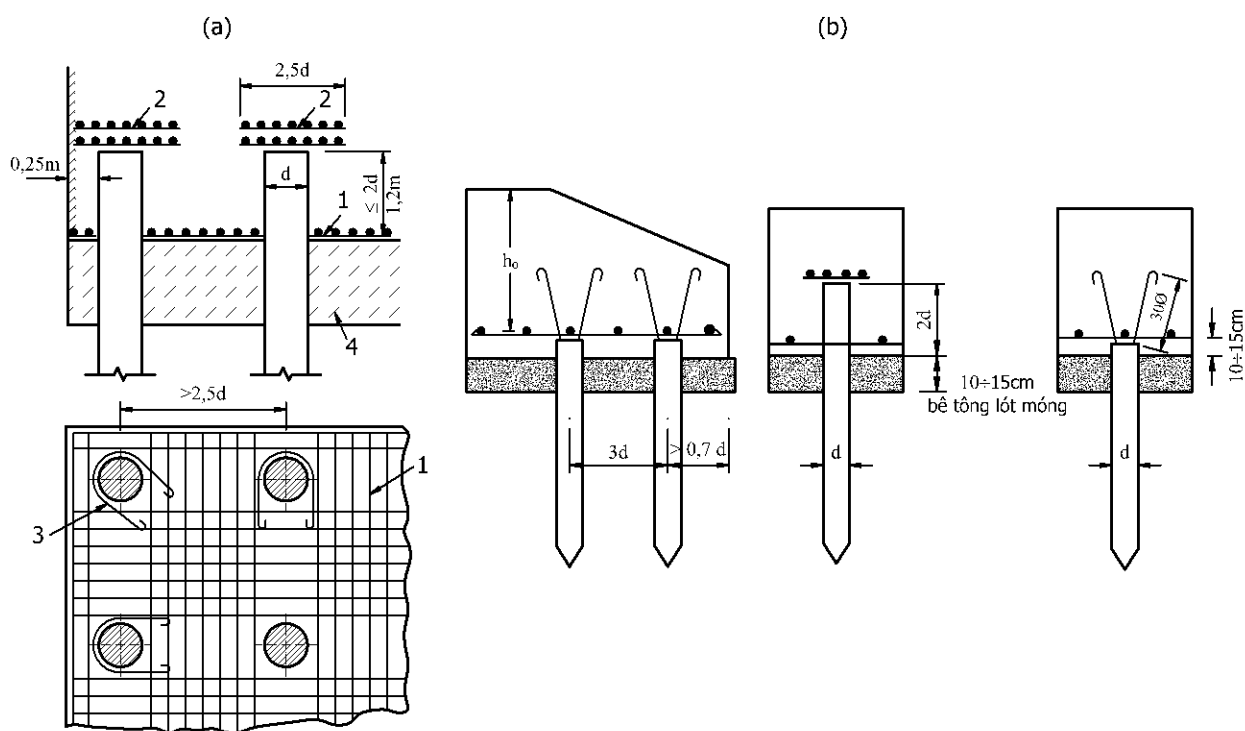
Khoảng cách từ tim cọc đến tim cọc gần nhau trong đài  $l \geq 3d$  đối với cọc ma sát và  $l \geq 2d$  đối với cọc chống.

Lớp bê tông lót móng chiều dày  $t = 10\text{cm}$  (có thể dùng bê tông đá 4x6).

Đối với những nơi cạn, mặt đất không bị xói lở bởi các dòng nước trong mùa mưa, đài cọc được chôn sâu trong đất với một độ sâu tùy thuộc vào tính chịu lực của đất bao quanh - loại đài đó được gọi là đài thấp. Đài thấp có ưu điểm làm cho cọc bớt chịu tải trọng ngang mà đối với cọc đó là một loại lực nguy hiểm, đồng thời nó còn ổn định và có biến dạng nhỏ.

Với những nơi nước sâu như giữa lòng sông hoặc những nơi khe cạn, nếu đặt trụ cầu thì trụ cầu sẽ có chiều cao lớn, để tiết kiệm vật liệu xây trụ người ta thường thiết kế móng cọc đài cao, ưu điểm chính của phương pháp này là tiết kiệm được vật liệu và thi công đài cọc đơn giản hơn. Nếu bố trí đài cọc càng cao thì khối lượng vật liệu sẽ giảm nhỏ nhưng khi đó đài cọc sẽ có chuyển vị lớn và cọc chịu lực nhiều hơn, vì vậy phải đóng nhiều cọc và tăng thêm cọc xiên.

Cũng cần phải lưu ý, cao độ của đáy đài cao phụ thuộc vào điều kiện thông thuyền và các vật liệu trôi trên sông. Đối với những sông không thông thuyền và các khe cạn, đáy bệ có thể nâng cao hơn mặt nước thi công để dễ dàng cho việc đổ bê tông đài, còn khi sông có thông thuyền đáy bệ phải bố trí thấp hơn mực nước thấp nhất từ  $0,5 \div 1\text{m}$  để tránh sự va chạm trực tiếp của tàu thuyền, cây trôi vào cọc.



**Hình III.19.** Cấu tạo cốt thép đài cọc; 1. Cốt thép đáy đài; 2. Lưới thép trên đầu cọc; 3. Cốt thép choàng; 4. Bê tông dưới nước bịt đáy.

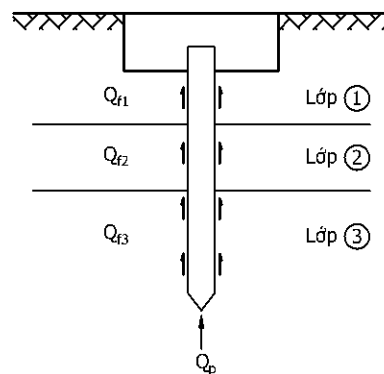
Đối với móng cọc đài cao, cọc chịu uốn lớn, nên tăng cường cốt thép cho đài bằng cách cấu tạo các lưới cốt thép  $d = 20 \div 25\text{mm}$  đặt cách nhau  $10 \div 20\text{cm}$ . Các cọc nằm gần mép đài phải được tăng cường bằng các thanh cốt thép uốn móc câu. Nếu áp lực do đầu cọc truyền lên bê tông đài cọc vượt quá cường độ tính toán chịu ép của bê tông thì phía trên đầu cọc người ta đặt những lưới cốt thép bởi các thanh có đường kính  $\geq 12\text{mm}$ , mắt lưới từ  $10 \times 10\text{cm}$  đến  $15 \times 15\text{cm}$  (Hình III.19.a,b).

§4. Tổng quan về sức chịu tải dọc trục của cọc

Sức chịu tải dọc trục của cọc được phân biệt thành hai loại: Sức chịu tải theo vật liệu làm cọc ( $P_v$ ) và sức chịu tải theo đất nền ( $P_{đn}$ ).

*Sức chịu tải theo vật liệu làm cọc ( $P_v$ ):* Là sức chịu tải cực hạn ( $P_{uvl}$ ), được xác định dựa trên cường độ cực hạn của vật liệu. Với cọc thép, cường độ cực hạn của thép thường lấy là giới hạn chảy, còn với cọc bê tông, cường độ cực hạn thường lấy là cường độ thí nghiệm ở ngày thứ 28 ( $R_{28}$ , ký hiệu là  $f'_c$ ) trên mẫu hình trụ tròn.

*Sức chịu tải của cọc theo đất nền ( $P_{đn}$ ):* Được huy động từ hai thành phần: *sức kháng bên*  $Q_{fb}$  (gồm ma sát bên và lực dính, thường gọi là *ma sát bên*), là ma sát giữa đất xung quanh cọc với diện tích xung quanh cọc và *sức kháng mũi*  $Q_p$ , là phản lực giữa đất ở mũi cọc tác dụng lên đầu cọc. Để đánh giá các sức kháng này ta phải khảo sát nền đất, tiến hành các thí nghiệm ở trong phòng và hiện trường để xác định các đặc trưng cơ lý của nền đất.



Hình III. 20. Sức chịu tải nền của cọc

Về độ lớn, sức chịu tải của cọc chia làm hai giới hạn:

*Sức chịu tải cực hạn của cọc ( $P_u$ ):* Là tải trọng mà tại đó vật liệu hoặc đất nền bị phá hoại.

*Sức chịu tải cho phép của cọc [ $P$ ]:* Là tải trọng mà tại đó cọc hoặc công trình làm việc an toàn (với hệ số an toàn thường lớn hơn 2).

Sức chịu tải cực hạn của cọc là giá trị nhỏ nhất giữa sức chịu tải theo vật liệu và theo đất nền:  $P_u = \min(P_{uvl}, P_{uđn})$ . Để tránh hiểu nhầm, cần lưu ý như sau: Đối với các loại cọc đóng hoặc ép: thông thường  $P_{uvl} \gg P_{uđn}$ , nhưng để tránh bị phá hoại cọc khi đóng, trong thiết kế thường chọn  $P_u = P_{uđn}$  còn đối với cọc nhồi, ta có thể thiết kế  $P_{uvl} \approx P_{đn}$ .

4.1. Công thức tổng quát xác định sức chịu tải dọc trục của cọc theo đất nền

Sức chịu tải cực hạn của cọc được phân thành hai thành phần: Lực ma sát mặt bên và sức chống ở mũi cọc như sau:

$$P_u = Q_f + Q_p \tag{III.1}$$

4.1.1. Sức chịu tải cực hạn do ma sát mặt bên ( $Q_f$ )

$$Q_f = u \sum_{i=1}^n f_{si} \Delta z_i \tag{III.2}$$

Trong đó:

$u$ : Chu vi diện tích tiết diện ngang thân cọc.

$\Delta z$ : Chiều dài đoạn phân tố cọc mà trên đó  $f_s$  được coi là hằng số.

$f_{si}$ : Ma sát bên đơn vị cực hạn của cọc, được xác định trên cơ sở khi hạ cọc vào nền đất, thì đất xung quanh cọc bị xô đẩy, bị xáo trộn. Do đó, khi dự báo sức chịu tải của cọc phải dựa trên cơ sở đặc trưng của đất đã thay đổi.

Sự tương tác giữa đất và cọc trong và sau quá trình thi công là rất phức tạp, cho nên sức chịu tải của cọc chỉ được dự đoán bằng việc dựa vào độ bền và các đặc trưng

### Chương III: Móng cọc

biến dạng của đất lúc ban đầu. Khi hai vật thể trượt lên nhau, thì giữa hai vật thể sẽ xuất hiện sức kháng cắt (sức kháng bên) là  $f_s$  biểu thức biểu diễn mối quan hệ đó là:

$$f_s = c + \sigma \operatorname{tg} \delta \quad (\text{III.3})$$

Trong đó:

$c$ : Lực dính đơn vị giữa hai vật thể.

$\sigma$ : Ứng suất pháp giữa hai vật thể.

$\delta$ : Góc ma sát ngoài giữa hai vật thể.

Đối với cọc, khi cọc chịu tải trọng nén nó sẽ có xu hướng lún xuống. Hướng chuyển vị là thẳng đứng, do đó ứng suất pháp giữa hai vật thể (cọc và đất) là ứng suất theo phương ngang ( $\sigma'_h = K_s \cdot \sigma'_v$ ). Ma sát bên trong trường hợp *thoát nước và không thoát nước* được phân biệt như sau:

Đối với đất rời: Đất rời là vật liệu thấm nước tốt, trong vùng đất bị xáo trộn xung quanh cọc (cỡ bằng đường kính cọc) áp lực nước lỗ rỗng dư được coi là tiêu tán (thoát nước) ngay lập tức do việc hạ cọc. Vì vậy, ma sát bên giữa đất rời và cọc được gọi là *ma sát bên thoát nước*, lực dính  $c$  của đất rời gần như không có ( $c = 0$ ), do đó ma sát bên đơn vị cực hạn của cọc đối với đất rời như sau:

$$f_s = K_s \sigma'_v \operatorname{tg} \delta \quad (\text{III.4})$$

Trong đó:

$\sigma'_v$ : Ứng suất hữu hiệu do trọng lượng bản thân đất theo phương đứng tại đoạn cọc (độ sâu là  $z$ ) đang xét.

$K_s$ : Hệ số áp lực ngang, sau khi cọc đã thi công, tham khảo ở Bảng III-2.

$\delta$ : Góc ma sát ngoài giữa đất và cọc, có thể lấy  $2\varphi/3 \leq \delta < \varphi$ .

$\varphi$ : Góc ma sát trong giữa đất và đất.

**Bảng III-2: Giá trị  $K_s$  đối với các loại cọc hạ trong cát (số liệu của Meyerhof (1976))**

Loại cọc	Cọc nhồi	Cọc hạ hình chữ H	Cọc hạ có chuyển vị
$K_s$	0,5	0,5 ÷ 1	1,0 ÷ 2,0

Do việc dự báo  $K_s$  rất khó khăn, ta có thể đặt  $K_s \operatorname{tg} \delta = \beta$ , công thức (III.4) có dạng:

$$f_s = \beta \cdot \sigma'_v \quad (\text{III.5})$$

Cách tính trên gọi là *cách tính  $\beta$* . Hệ số  $\beta$  được dự báo trên thực nghiệm.

Qua công thức (III.5), ta nhận thấy rằng ma sát bên của cọc phụ thuộc vào độ sâu đoạn cọc đang xét ( $\sigma'_v$ ). Đoạn cọc càng ở sâu thì  $\sigma'_v$  càng lớn và  $f_s$  càng lớn. Hiện nay cách dự báo sức chịu tải từ các kết quả thí nghiệm hiện trường (SPT, CPT) ngày càng trở nên phổ biến, trong cách tính này ta không thấy  $f_s$  phụ thuộc vào độ sâu, vì các kết quả của thí nghiệm hiện trường ( $N$ ,  $q_c$ ) đã phụ thuộc vào độ sâu.

Đối với đất dính: Đất dính thường có tính thấm rất kém. Với đất dính bão hòa nước, trường hợp nguy hiểm nhất là khi áp lực nước lỗ rỗng dư chưa kịp tiêu tán, ma sát bên khi đó gọi là *ma sát bên không thoát nước*. Trong điều kiện không thoát nước, đất