

## CHƯƠNG VII

# THIẾT KẾ MÓNG CỌC KHOAN NHỒI

### Phạm vi áp dụng

Cọc nhồi được sử dụng trong trường hợp tải trọng công trình lớn (nhà cao tầng, cầu,...) và công trình xây dựng trong khu dân cư. Cọc nhồi có ưu điểm là sức chịu tải lớn, khi thi công không gây chấn động mạnh và tiếng ồn lớn. Tuy vậy cọc nhồi có nhược điểm là giá thành cao và việc kiểm tra chất lượng phức tạp.

Ở nước ta các công trình nhà cao tầng đã xây dựng trong các thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh hầu hết đều dùng móng cọc nhồi. Thực tế cho thấy việc sử dụng móng cọc khoan nhồi cho nhà cao tầng là hợp lý.

## VII.1. THIẾT KẾ CỌC KHOAN NHỒI

### VII.1.1. Kích thước cọc thường dùng cho nhà cao tầng

Đường kính cọc 0,60m; 0,80m; 1,00m; 1,20m; 1,40m. Chiều dài cọc tùy theo điều kiện địa chất công trình từng địa điểm xây dựng. Thí dụ ở Hà Nội, cọc nhồi thường cắm vào tầng cát lẫn cuội sỏi ở độ sâu 40 + 50m; ở thành phố Hồ Chí Minh, cọc nhồi thường cắm vào tầng sét pha nửa cứng ở độ sâu 30 + 50m.

### VII.1.2. Bê tông cọc nhồi

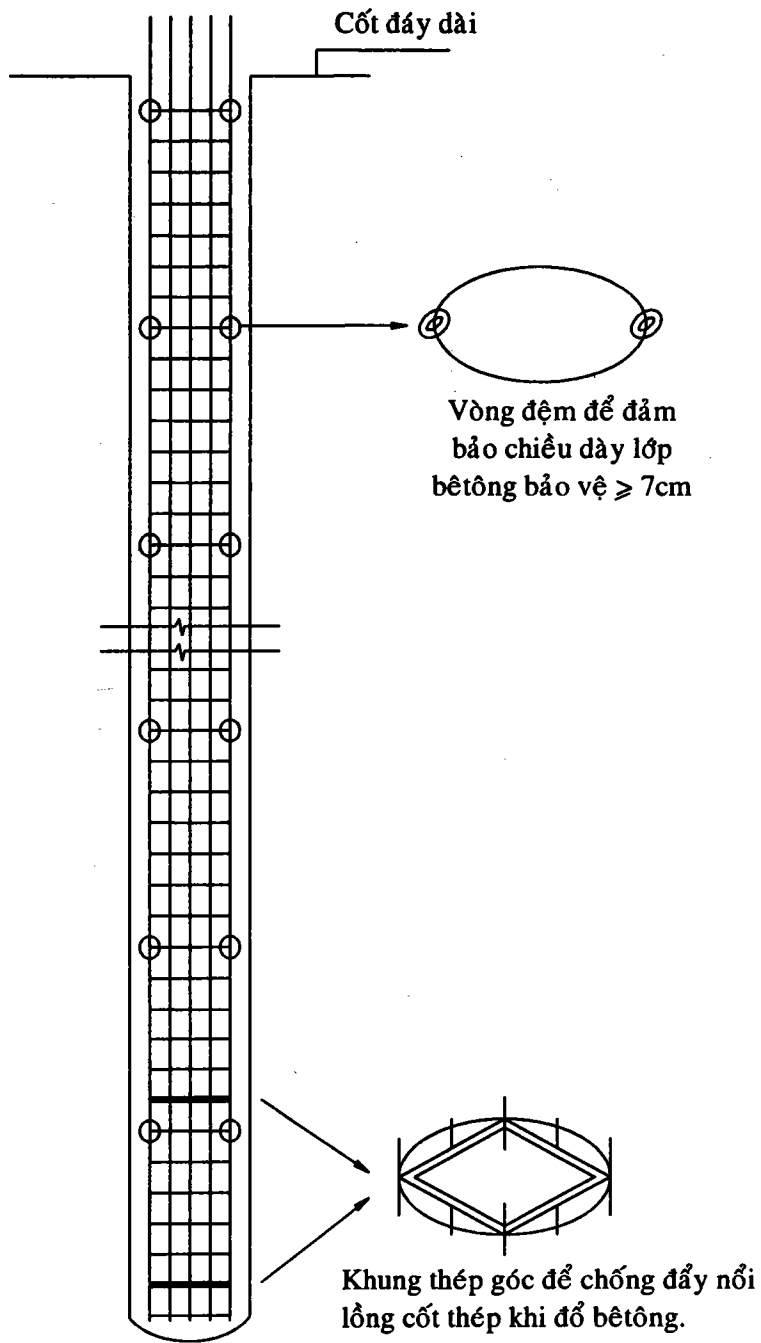
Bê tông phải có mác  $R \geq 250^*$ , thường dùng mác 300\*, dùng khoảng 425 KG xi măng cho  $1m^3$  bê tông.

Độ sụt thông thường từ 12 đến 17.

### VII.1.3. Cốt thép trong cọc nhồi

Cốt thép được thiết kế theo quy định sau đây:

- Cốt thép được bố trí theo tính toán.
- Nếu cọc chịu nén đúng tâm thì cốt thép chỉ cần bố trí đến 1/3 chiều dài cọc (ở phía đầu cọc).
- Nếu cọc chịu uốn, chịu kéo, chịu nhỏ thì cần bố trí cốt thép hết cả chiều dài cọc (xem hình VII - 1).
- Cọc chịu nén có hàm lượng thép chủ (thép dọc)  $\geq 0,2 \div 0,4\%$ .
- Cọc chịu uốn, chịu kéo, chịu nhỏ có hàm lượng thép chủ  $\geq 0,4 \div 0,65\%$ .
- Cốt thép chủ bố trí theo chu vi cọc có đường kính tối thiểu  $\Phi \geq 12mm$ .
- Cốt thép đai  $\Phi 6 \div 10mm$  đặt cách nhau 200 ÷ 300mm có thể dùng cốt đai đơn hoặc vòng xoắn liên tục. Vòng xoắn liên tục chỉ nên dùng cho loại cọc nhỏ ( $D = 60cm$  và  $D = 80cm$ ).



Hình VII - 1 : Cấu tạo lồng cốt thép

- Nếu lồng cốt thép dài hơn 4m thì cứ cách nhau mỗi đoạn 2m cần bổ sung một thép đai có đường kính lớn hơn (thí dụ  $\Phi 12$  hoặc  $\Phi 14$ ) để tăng cường cho lồng cốt thép, đồng thời để gắn các miếng kê bảo vệ cốt thép bằng bê tông.

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép không được nhỏ hơn 5cm, thông thường là 7cm.

- Khoảng cách giữa các cốt thép dọc (thép chủ) không được nhỏ hơn 10cm.

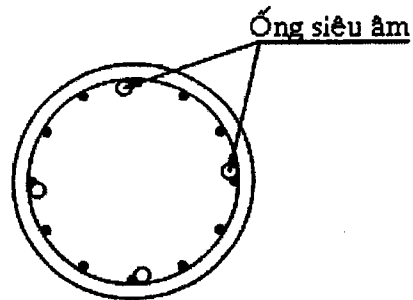
- Nếu tiết diện của cọc nhỏ hơn  $0,5m^2$ , thì hàm lượng cốt thép dọc không được nhỏ hơn 0,5%. Nếu tiết diện cọc từ  $0,5m^2 \div 1m^2$ , thì hàm lượng cốt thép dọc thường vào khoảng 0,25%.

- Để chống đẩy trôi lồng cốt thép khi đổ bê tông (bằng phương pháp vữa dâng) thì cần bố trí hai khung thép hình ở đầu mũi cọc cách nhau 2m (xem hình VII- 1).

- Nối cốt thép cọc không được hàn hơi, chỉ được buộc hoặc hàn chấu bằng điện.

- Buộc nối ống dẫn dầu thu và đầu phát siêu âm (kiểm tra chất lượng bê tông cọc nhồi) vào thép chủ (xem hình VII - 2).

Số lượng các ống siêu âm được bố trí tùy theo tiết diện cọc.



Hình VII - 2: Đặt ống siêu âm

- Cọc có đường kính  $D \leq 1,00m$  thì dùng 3 ống.

- Cọc có đường kính  $D = 1,00m \div 1,30m$  thì dùng 4 ống.

- Cọc có đường kính  $D = 1,30 \div 1,50m$  thì dùng 5 ống.

- Cọc có đường kính  $D > 1,5m$  thì dùng 6 ống.

#### VII.1.4. Dung dịch khoan

Dung dịch khoan thường dùng Bentonite để giữ cho thành hố khoan không bị sập.

Dùng Bentonite, cần chú ý những điểm sau:

- Dung dịch khoan phải phù hợp với các đặc tính lý hóa của đất và của nước dưới đất.

- Một dung dịch mới trước khi sử dụng phải có các đặc tính sau:

- + Độ nhớt Marsh  $> 35$  giây
- + Hàm lượng cát bằng 0
- + Độ tách nước dưới  $30cm^3$
- + Đường kính hạt dưới 3mm

+ Dung trọng  $\gamma = 1,01 \div 1,05$  (trừ trường hợp đặc biệt khi dùng loại dung dịch sét nặng Super moss).

- Khi thu hồi Bentonite để dùng lại hàm lượng cát phải nhỏ hơn  $3 \div 5\%$ .

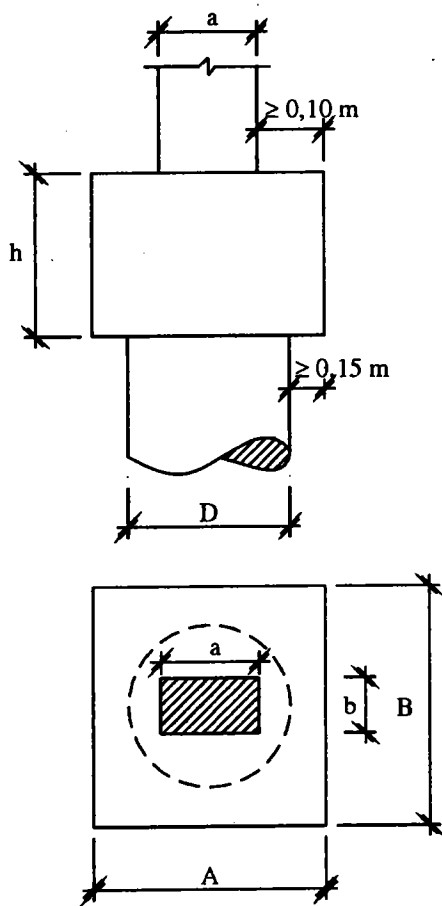
Chú ý :

Việc dùng dung dịch khoan (Bentonite) là của người thi công nhưng những người thiết kế phải quy định vì người thiết kế biết rõ cấu tạo địa tầng.

## VII.2. THIẾT KẾ ĐÀI CỌC KHOAN NHỎ

Đài cọc có chức năng truyền tải trọng của kết cấu bên trên xuống cọc và lên kết các cọc gần nhau lại để chúng cùng làm việc như một nhóm cọc. Sau đây, tôi sẽ giới thiệu cách thiết kế đài cọc của 1 cọc, đài cọc của 2 cọc, đài cọc của 3 cọc và đài cọc của 4 cọc.

### VII.2.1. Đài 1 cọc



Hình VII - 3: Cấu tạo đài cọc của 1 cọc

Chiều cao của đài cọc  $h = h_0 + 5\text{cm}$  (xem hình VII - 3 và VII - 4).

Trong đó  $h_0$  là chiều cao hữu ích của đài cọc (tính từ mặt cốt thép đến mặt trên của đài cọc) còn 5cm là chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

$$\left. \begin{aligned} h_0 &\geq \frac{C-b}{4} \\ \text{Và } h_0 &\geq \frac{C-a}{4} \end{aligned} \right\} \quad \text{(VII - 1)}$$

Ở đây: C là một kích thước ngang tương đương của cọc

$$C = \sqrt{\frac{\pi D^2}{4}} \quad \text{(VII - 2)}$$

(Các ký hiệu a, b, D xem trên hình vẽ VII - 3)

Cốt thép cần thiết cho đài 1 cọc:

$$\left. \begin{aligned} F_a &\geq \frac{P(C-b)}{8h_0R_a} \\ \text{Và } F_a &\geq \frac{P(C-a)}{8h_0R_a} \end{aligned} \right\} \quad \text{(VII - 3)}$$

Trong đó:

P: là tải trọng ở chân cột

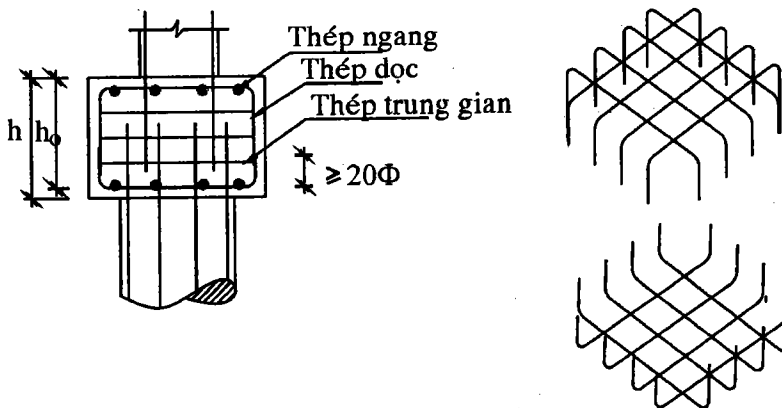
$R_a$ : là cường độ tính toán của cốt thép

Theo kinh nghiệm diện tích cốt thép tối thiểu được bố trí như sau:

- Cốt thép ngang thường dùng khoảng  $4\text{cm}^2$  cho mỗi mét chiều rộng của đài.

Cốt thép dọc thường dùng khoảng  $2h\text{ cm}^2$  cho mỗi mét bề mặt cạnh của đài (h là chiều cao của đài cọc tính bằng mét).

- Cốt thép trung gian thường dùng khoảng  $3\text{cm}^2$  cho mỗi mét bề mặt cạnh của đài.



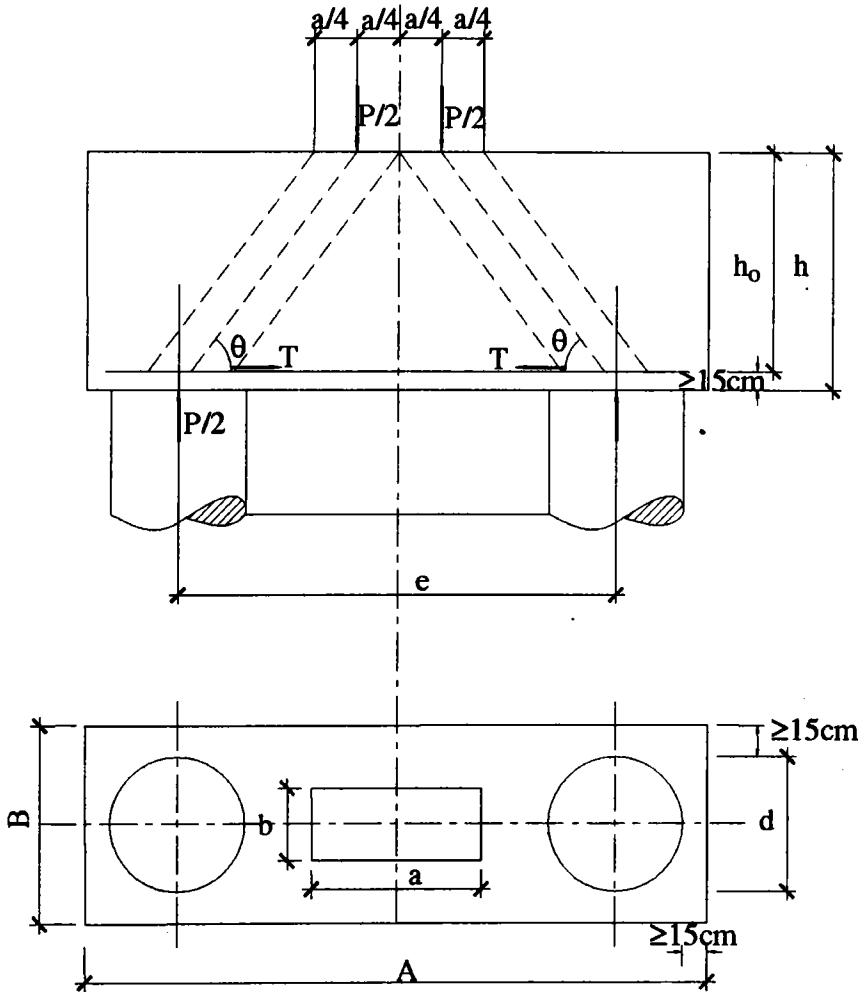
Hình VII - 4: Bố trí cốt thép cho đài 1 cọc

(Thép ngang, thép dọc dùng  $\Phi \geq 12\text{mm}$ , thép trung gian  $\Phi \geq 8\text{mm}$ ).  
 Theo kinh nghiệm, có thể dùng kích thước đài của một cọc nhồi như sau  
 (với mác bê tông thông dụng  $250^{\#} \div 300^{\#}$ ).

- Chiều cao đài cọc:  $h = d + 10\text{cm}$  ( $d$  là đường kính cọc).
- Diện tích đài cọc:  $A = B = d \cdot 40\text{cm}$ .

### VII.2.2. Đài 2 cọc

Cấu tạo đài hai cọc như hình vẽ VII - 5.



Hình VII - 5: Cấu tạo đài 2 cọc

Các kích thước chủ yếu của đài cọc như sau:

- Chiều cao hữu ích của đài cọc:

$$h_0 = 1,4 \left( \frac{e}{2} - \frac{a}{4} \right) \quad (\text{VII} - 4)$$

Trong đó:

e: khoảng cách giữa hai tim cọc:  $e \geq 3d$

a: cạnh dài của tiết diện cọc

(Các kích thước đều có thứ nguyên là mét).

- Chiều cao đài cọc:

$$h = h_0 + 0,05m \quad (\text{VII - 5})$$

Chiều dày tầng bê tông bảo vệ cốt thép  $\geq 5\text{cm}$ .

Theo kinh nghiệm, các kích thước của đài cọc thường xác định như sau:

- Chiều cao đài hai cọc:

$$h \geq 2d + 10\text{cm} \quad (\text{VII - 6})$$

(d là đường kính của cọc)

- Diện tích đài cọc:

+ Cạnh dài:

$$A = e + d + f \quad (\text{VII - 7})$$

+ Cạnh ngắn:

$$B = d + f \quad (\text{VII - 8})$$

Với f là tầng bảo vệ của bê tông ngoài cốt thép,  $f \geq 30\text{cm}$ .

- Mác bê tông đài cọc: 250<sup>#</sup> ÷ 300<sup>#</sup>.

- Cốt thép trong đài thường dùng loại AII.

- Cốt thép ở đáy đài được tính toán theo lực cắt T:

$$T = 0,5 P \cotg\theta \quad (\text{VII - 9})$$

Trong đó:

P: Tải trọng thẳng đứng từ cột truyền xuống móng;

Góc  $\theta$  thường dùng:  $50^\circ < \theta < 54^\circ$ .

Diện tích cốt thép ở đáy đài:

$$F_a \geq \frac{T}{R_a} \quad (\text{VII - 10})$$

Trong đó:

$R_a$ : Cường độ tính toán của cốt thép.

- Bố trí cốt thép trong đài cọc như hình vẽ VII - 6:

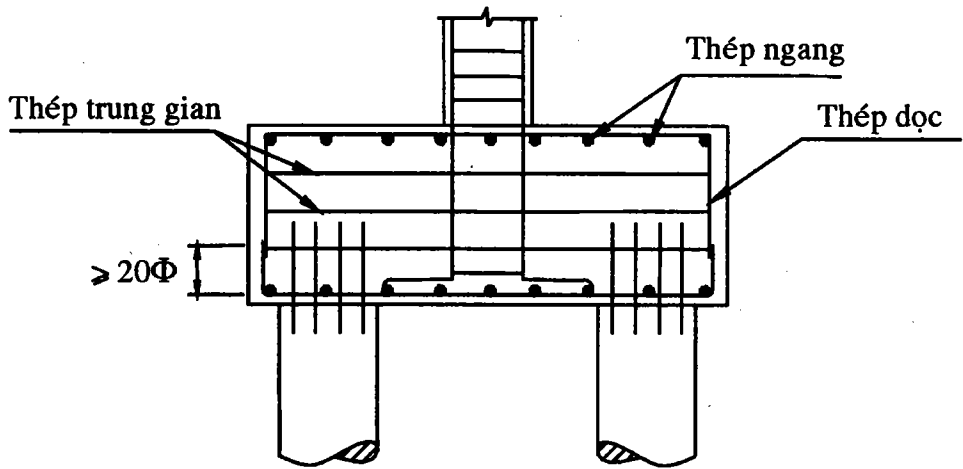
Theo kinh nghiệm, có thể bố trí cốt thép như sau:

- Cốt thép ngang (ở đỉnh đài và đáy đài) thường dùng  $\geq 5\text{cm}^2$  cho mỗi mét chiều dài của đài.

- Cốt thép dọc, thường dùng  $\geq 3h \text{ cm}^2$  cho mỗi mét bề mặt cạnh của đài (h là chiều cao đài cọc, tính bằng mét).

- Cốt thép trung gian, thường dùng khoảng  $4\text{cm}^2$  cho mỗi mét là mặt cạnh của đài.

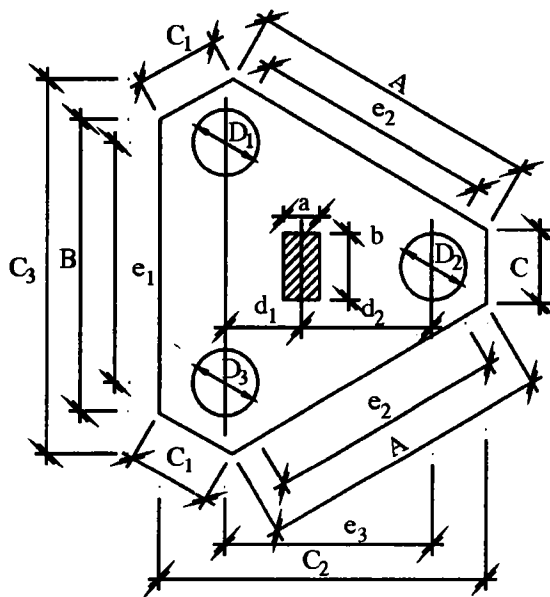
(Thép ngang, thép dọc dùng  $\Phi \geq 14\text{mm}$ , thép trung gian  $\Phi \geq 10\text{mm}$ ).



Hình VII - 6: Bố trí cốt thép đài 2 cọc

### VII.2.3. Đài 3 cọc

Cấu tạo mặt bằng đài cọc, thông thường được thể hiện như ở hình vẽ VII - 7.



Hình VII - 7: Cấu tạo mặt bằng đài cọc

- Những kích thước hình học của mặt bằng đài cọc thông thường:

$$D_1 = D_2 = D_3$$

$$e = e_1 = e_2 \geq 3D$$

$$e_3 = 3 \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$A = B = e + (D + 0,30) \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$C = C_1 = (D + 0,30) \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$C_2 = e \frac{\sqrt{3}}{2} + D + 0,30$$

$$C_3 = e + 2(D + 0,30) \frac{\sqrt{3}}{3}$$

(D là đường kính cọc, e là khoảng cách giữa các tim cọc).

- Chiều cao đài cọc:  $h \geq 2D + 10 \text{ cm}$  (VII - 11)

- Bê tông đài cọc mác  $R^* = 250 \div 300$

- Cốt thép thường dùng loại AII.

- Cốt thép ở đáy đài phải lớn hơn lực cắt do phản lực đầu cọc gây nên:

$$T = F_p \frac{\cotg\theta}{3} = \frac{P \cotg\theta}{3} \quad (\text{VII} - 12)$$

Trong đó:

P: Tải trọng thẳng đứng ở chân cột

$F_p$ : Phản lực ở đài cọc

$\theta$ : Góc tạo bởi đường nối giữa tim chân cột tại đỉnh đài đến tim đầu cọc ở đáy đài với mặt phẳng.

- Diện tích cốt thép ở đáy đài:

$$F_a \geq \frac{T}{R_a} \quad (\text{VII} - 13)$$

Trong đó:

$R_a$ : Cường độ tính toán của cốt thép

- Lực cắt đối với cốt thép ở vành khung chu vi biên đáy đài cọc:

$$T_c = \frac{T\sqrt{3}}{3} = \frac{P\sqrt{3}}{9} \cotg\theta \quad (\text{VII} - 14)$$

- Diện tích cốt thép ở vành khung chu vi biên đài cọc ở đáy đài:

$$F_{ac} \geq \frac{T_c}{R_a} \quad (\text{VII} - 15)$$

Theo kinh nghiệm, thường bố trí thép như sau:

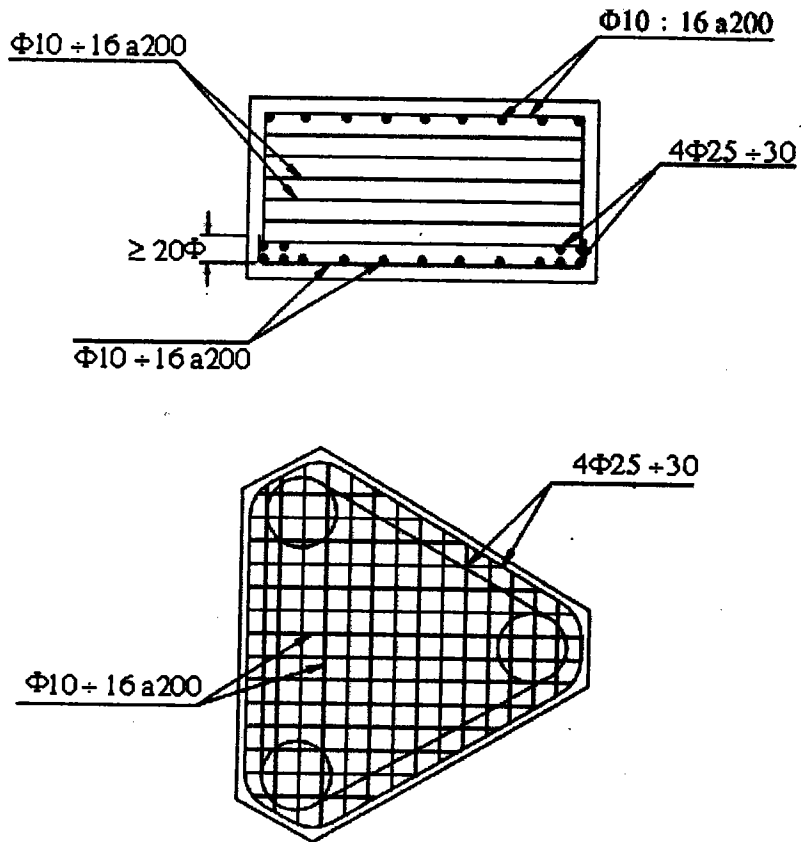
- Dùng 4 $\Phi$ 25 đến 4 $\Phi$ 30 ở chu vi biên đáy đài cọc.

- Lưới thép ở mặt trên, mặt đáy và mặt cạnh của đài cọc dùng  $\Phi$ 10 đến  $\Phi$ 16 đặt cách đều nhau 20cm.

Bố trí thép đài cọc có thể tham khảo hình VII - 8.

*Chú ý:*

Đường kính cọc càng lớn thì thép trong đài càng lớn.



Hình VII - 8: Cấu tạo cốt thép đài 3 cọc

#### VII.2.4. Đài 4 cọc

Cấu tạo cốt thép đài 4 cọc xem hình VII - 9.

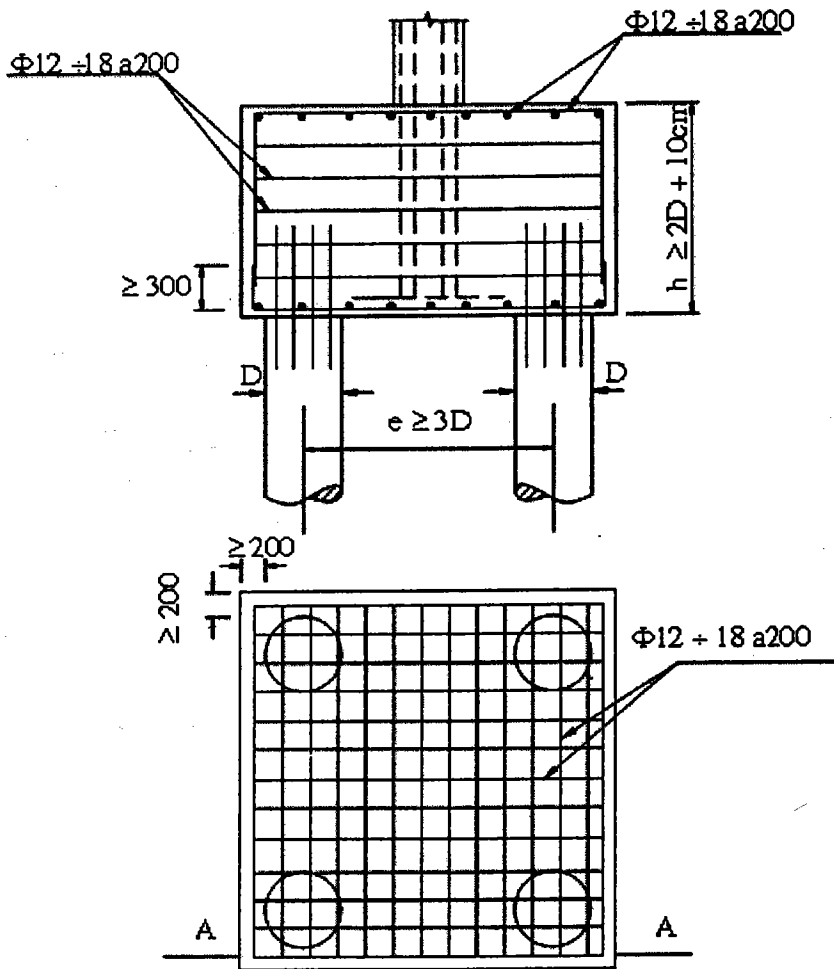
- Chiều cao đài cọc  $h \geq 2D + 10\text{cm}$ .

( $D$  là đường kính cọc, tầng bảo vệ của bê tông là 5cm).

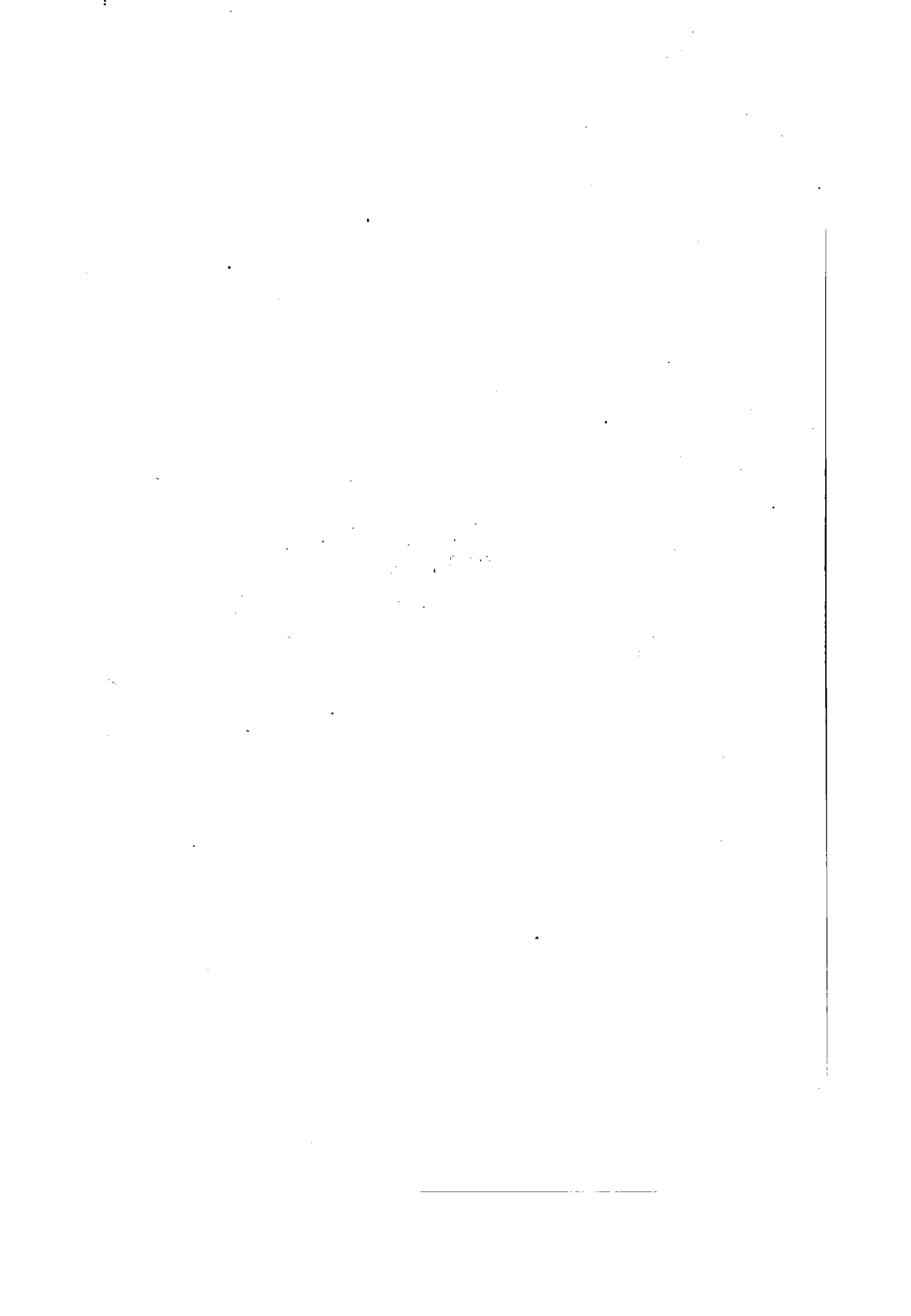
- Khoảng cách từ mép cọc đến mép đài  $\geq 200\text{mm}$ .

- Khoảng cách giữa các tim cọc  $e \geq 3D$ .

- Thép bố trí ở mặt trên, mặt dưới và mặt cạnh của đài cọc thường  $6\text{cm}^2/1$  mét dài bề mặt, tức là dùng khoảng  $\Phi 12 \div 18 \text{ a}200$ . Tùy theo đường kính cọc càng lớn, thì dùng đường kính cốt thép càng lớn. Thép thường dùng là loại AII.



Hình VII - 9: Cấu tạo cốt thép đài 4 cọc




## CHƯƠNG VIII

# THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG CỌC BARÉT

### VIII.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CỌC BARÉT

#### VIII.1.1. Định nghĩa cọc barét (Barrettes)

Cọc barét là một loại cọc khoan nhồi, không thi công bằng lưỡi khoan hình tròn, mà bằng loại gầu ngoạm hình chữ nhật. Cọc barét thông thường có tiết diện hình chữ nhật, với chiều rộng từ 0,60m đến 1,50m và chiều dài từ 2,20m đến 6,00m. Cọc barét còn có thể có các loại tiết diện khác như:

Chữ thập +, chữ T, chữ I, hình góc L, hình ba chạc , v.v...

Tùy theo điều kiện địa chất công trình và tải trọng công trình, mà cọc barét có thể có chiều dài từ vài chục mét đến một trăm mét hoặc hơn.

#### VIII.1.2. Tóm tắt về thi công cọc barét

Thi công cọc barét cũng giống như thi công cọc khoan nhồi. Sử dụng thiết bị thi công chuyên dụng, với các gầu ngoạm phù hợp với kích thước tiết diện cọc barét để đào các hố sâu. Đồng thời cho dung dịch Bentonite vào hố đào để giữ cho thành hố khỏi bị sập lở. Sau đó đặt lồng cốt thép vào hố đào, rồi tiến hành đổ bê tông vào hố theo phương pháp vữa dâng. Dung dịch Bentonite sẽ trào lên khỏi hố và được thu hồi lại để xử lý. Khi bê tông đông cứng là hình thành xong cọc barét.

#### VIII.1.3. Sức chịu tải của cọc barét

Sức chịu tải của cọc barét thường rất lớn. Tùy theo điều kiện địa chất công trình, tùy theo kích thước và hình dáng của cọc mà sức chịu tải của cọc barét có thể đạt từ 600 tấn đến 3600 tấn/mỗi cọc.

#### VIII.1.4. Phạm vi áp dụng của cọc barét

Cọc barét thường dùng làm móng cho nhà cao tầng.

Thí dụ tại tháp đôi Petronas Towers (Malaysia) cao trên 100 tầng đã dùng cọc barét 1,20m x 2,80m sâu tới 125m, có hầm nhiều tầng với chiều sâu 20m. Tại công trình Sài Gòn Centre, có 3 tầng hầm và 25 tầng lầu, dùng cọc barét có kích thước từ 0,80m x 2,80m đến 1,20m x 6,00m sâu 50m. Tại công trình Vietcombank Hà Nội, có 2 tầng hầm và 22 tầng lầu, dùng cọc barét 0,80m x 2,80m sâu 55m.

Cọc barét còn có thể dùng làm móng cho các tháp cao, cho các cầu dẫn, cầu vượt, v.v...

## VIII.2. KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO MÓNG CỌC BARÉT

Công việc khảo sát được thực hiện theo quy định trong tiêu chuẩn “Khảo sát địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế và thi công móng cọc” TCXD 160:1987. Trong cuốn chỉ dẫn kỹ thuật này, chỉ quy định cho giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế kỹ thuật.

### VIII.2.1. Bố trí các điểm khảo sát

Các điểm khảo sát như khoan, xuyên, nén ngang, cắt cánh.. cần bố trí trong phạm vi xây dựng công trình.

Khoảng cách giữa các điểm khảo sát là  $\leq 30m$ .

### VIII.2.2. Chiều sâu các điểm khảo sát

Chiều sâu khảo sát phải vượt qua vùng chiều sâu chịu nén cực hạn của các lớp đất nền dưới mũi cọc tối thiểu 2 mét.

Phải tìm được lớp đá hoặc lớp đất tốt để tựa đầu mũi cọc vào.

Có thể tham khảo các chỉ tiêu sau đây để xác định các lớp đất tốt:

- Đất có môđun tổng biến dạng  $E_0 \geq 300 \text{ KG/cm}^2$ .
- Đất có góc ma sát trong  $\varphi \geq 40^\circ$ .
- Đất có chỉ số xuyên tiêu chuẩn SPT là  $N \geq 50$ .
- Đất cát chặt có sức chống xuyên tĩnh đầu mũi  $q_c \geq 110 \text{ KG/cm}^2$ .
- Đất sét cứng có sức chống xuyên tĩnh đầu mũi  $q_c \geq 50 \text{ KG/cm}^2$ .

Nếu gặp đá, cần khoan 3 điểm vào đá với độ sâu 6 mét.

### VIII.2.3. Số lượng các điểm khảo sát

Trong mỗi hạng mục công trình không được ít hơn 3 điểm cho mỗi loại khảo sát.

Thí dụ trên một hạng mục công trình dùng cả khoan, xuyên và cắt cánh, thì mỗi thứ phải có từ 3 điểm trở lên.

Công tác khoan là nhất thiết phải thực hiện.

Nếu chiều sâu mũi cọc nhỏ hơn 30m thì nên khảo sát bằng xuyên tĩnh (CPT).

Nếu chiều sâu mũi cọc lớn hơn 30m thì nên khảo sát bằng xuyên tiêu chuẩn (SPT).

### VIII.2.4. Các số liệu chủ yếu cần cho thiết kế và thi công cọc barét

- Trụ địa chất, mặt cắt địa chất thể hiện rõ cấu trúc địa tầng.
- Những chỉ tiêu cơ lý của tất cả các lớp đất bằng thí nghiệm các mẫu đất nguyên dạng trong phòng thí nghiệm, như: Phân tích thành phần hạt, dung trọng thiên nhiên của đất  $\gamma_w \text{ KN/m}^3$ . Tỷ trọng của đất  $\gamma_s \text{ KN/m}^3$ ; độ ẩm  $W\%$ ; giới hạn

chảy  $W_L\%$ ; giới hạn dẻo  $W_P\%$ ; chỉ số dẻo  $W_n$ ; độ sệt  $I_L$ ; hệ số rỗng  $e_0$ ; hệ số thấm  $K$  m/sec; góc ma sát trong  $\varphi^0$ ; lực dính  $C$  (kPa); hệ số nén  $a$  ( $m^2/KN$ ); Môđyn tổng biến dạng  $E_0$  (kPa); cường độ chịu nén tức thời một trục của đá  $R$  (kPa).

- Những chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất bằng thí nghiệm hiện trường như: Chỉ số  $N$  của xuyên tiêu chuẩn SPT; giá trị sức chống đầu mũi  $q_c$  và ma sát bên  $f_s$  của thí nghiệm xuyên tĩnh CPT; giá trị sức chống cắt không thoát nước  $C_u$ .

- Chế độ nước dưới đất và tính chất ăn mòn của nó.

### VIII.2.5. Khảo sát công trình lân cận

Các công trình lân cận khu vực xây dựng gồm có: Nhà, cầu, đường, công trình ngầm, hệ thống ống kỹ thuật v.v... Cần khảo sát hiện trạng của chúng để lập biện pháp thiết kế và thi công móng cọc tránh ảnh hưởng bất lợi cho các công trình đó.

### VIII.2.6. Trách nhiệm về khảo sát

Việc khảo sát địa chất công trình do chủ đầu tư chịu trách nhiệm. Tư vấn thiết kế lập nhiệm vụ khảo sát, đơn vị chuyên nghiệp khảo sát lập đề cương cụ thể (được chủ đầu tư và tư vấn thiết kế chấp nhận) rồi tiến hành công tác khảo sát và thí nghiệm. Cuối cùng lập báo cáo tổng kết và kết quả khảo sát.

## VIII.3. TÍNH SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC BARÉT

Tính sức chịu tải của cọc barét, về cơ bản cũng giống như tính sức chịu tải của cọc khoan nhồi, chỉ khác nhau về tiết diện ngang của cọc: Cọc khoan nhồi có tiết diện hình tròn, còn cọc barét có tiết diện hình chữ nhật là chủ yếu. Do đó có thể tham khảo phần phụ lục của *Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc TCXD 205:1998*.

Trong chương II của cuốn sách này có trình bày lý thuyết tính toán sức chịu tải của cọc nhồi được vận dụng cho cọc barét.

- Công thức (II - 3) xác định sức chịu tải của cọc nhồi chịu nén theo vật liệu làm cọc.

- Các công thức (II - 5); (II - 6) xác định sức chịu tải của cọc nhồi khi chống vào đá hoặc đất rất tốt (sét cứng, cuội sỏi...).

- Các công thức (II - 10); (II - 11) và (II - 12) xác định sức chịu tải của cọc nhồi chịu nén đúng tâm khi làm việc theo loại cọc ma sát.

- Công thức (II - 13) xác định sức chịu tải của cọc nhồi khi chịu tải trọng nhỏ.

- Các công thức (II - 14) đến (II - 19) xác định chịu tải của cọc theo kết quả xuyên tĩnh.

- Công thức (II - 23) xác định sức chịu tải của cọc nhồi theo phương pháp Nhật Bản dựa vào thí nghiệm SPT.

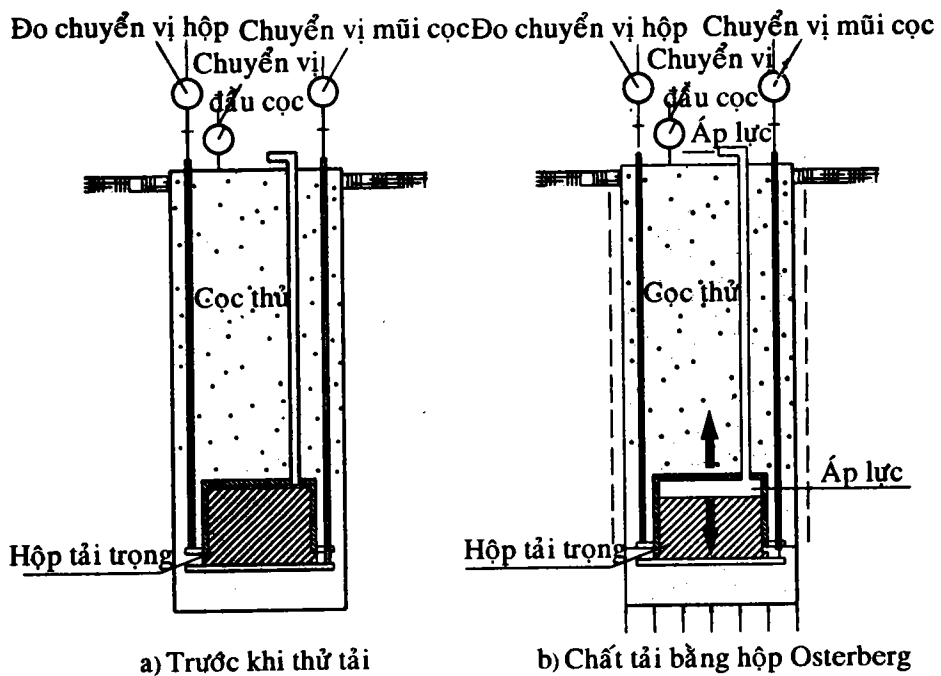
Ngoài việc xác định sức chịu tải của cọc theo các công thức lý thuyết nhất định phải thí nghiệm nén tĩnh cọc tại hiện trường.

Đối với cọc barét, thí nghiệm bằng phương pháp Osterberg là thích hợp nhất.

### Xác định sức chịu tải của cọc bằng phương pháp Osterberg

Phương pháp thử tĩnh bằng hộp Osterberg do giáo sư người Mỹ Jorj O. Osterberg phát minh từ đầu những năm 80. Đến nay, phương pháp này đã được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước. Ở Việt Nam cũng đã áp dụng phương pháp Osterberg thành công ở cầu Mỹ Thuận và công trình Vietcombank. Tại cầu Mỹ Thuận đã thử với sức tải 3600 tấn và ở công trình Vietcombank Tower đã thử với sức tải 2400 tấn.

#### 1. Nguyên lý thí nghiệm Osterberg



Hình VIII - 1: Sơ đồ bố trí thiết bị và chất tải theo phương pháp thử tĩnh bằng hộp Osterberg

Trong quá trình thi công, người ta đặt hộp tải trọng Osterberg vào đáy cọc cùng với các thiết bị đo (xem hình VIII-1).

Thực chất hộp tải trọng Osterberg chỉ là một loại kích thủy lực lớn, có tiết diện hình tròn, hình vuông hay hình chữ nhật. Sau 28 ngày, bê tông cọc đã ninh kết xong, thì có thể tiến hành thí nghiệm.



Khi tăng áp lực bằng cách bơm dầu vào hộp Osterberg, thì đối trọng của nó chính là trọng lượng bản thân của cọc.

Một lực thẳng đứng hướng xuống dưới do hộp Osterberg gây nên sẽ xác định được sức chống của đất nền lên mũi cọc; đồng thời một lực thẳng đứng hướng lên trên cũng do hộp Osterberg gây nên sẽ xác định được lực ma sát của đất vào thành cọc. Từ đó, xác định được sức chịu tải của cọc là bằng tổng số của sức chống đầu mũi và sức ma sát thành.

Theo nguyên lý cân bằng lực, ta có các hệ phương trình sau:

$$P_0 = G + P_{ms} < G + P_{ms}^{gh} \quad (\text{VIII} - 1)$$

$$\text{Hoặc } P_0 = P_m < P_{ms}^{gh} \quad (\text{VIII} - 2)$$

Trong đó:

$P_0$ : Lực do hộp Osterberg gây nên

$G$ : Trọng lượng bản thân của cọc

$P_{ms}$ : Sức ma sát của đất vào thành cọc

$P_{ms}^{gh}$ : Sức ma sát giới hạn của đất vào thành cọc

$P_m$ : Sức chống của đất nền ở mũi cọc

$P_{ms}^{gh}$ : Sức chống giới hạn của đất nền ở mũi cọc

Cọc thí nghiệm sẽ đạt đến phá hoại khi đạt đến cân bằng của một trong hai biểu thức trên, tức là đất nền dưới mũi cọc bị phá hoại trước, hoặc là ma sát thành của đất xung quanh mặt bên cọc bị phá hoại trước.

Dĩ nhiên, cũng như nén tĩnh truyền thống, nhất là đối với cọc barét, người ta không bao giờ nén đến phá hoại, mà chỉ gia tải đến cấp tải trọng bằng khoảng 2 lần sức chịu tải tính toán dùng để thiết kế của cọc là đủ.

Cọc barét thường có sức chịu tải lớn, nên áp dụng phương pháp Osterberg là rất thích hợp.

## 2. Xác định sức chịu tải của cọc theo biểu đồ nén lún

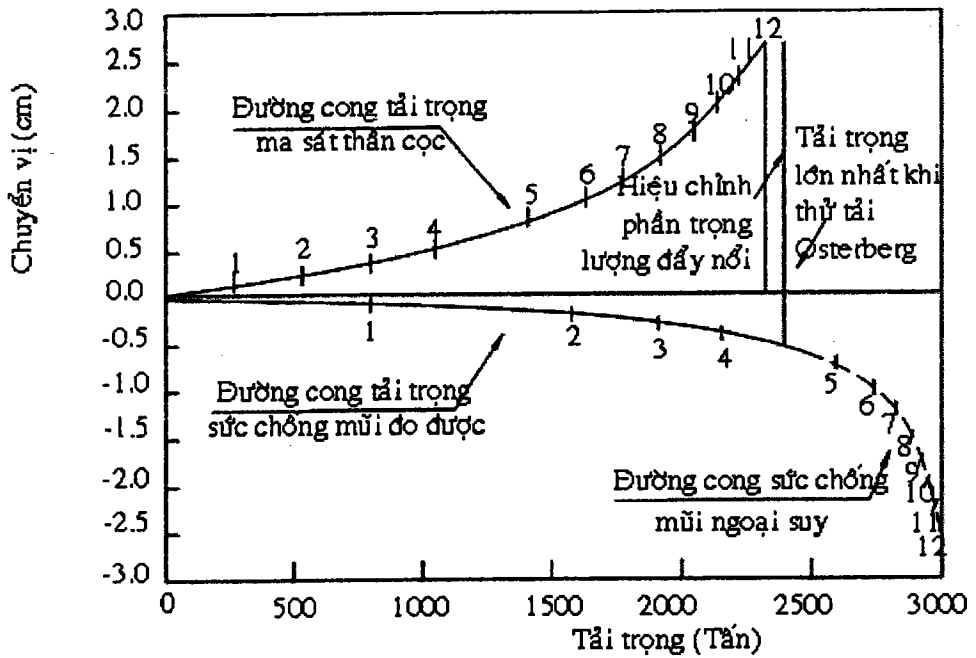
Căn cứ vào những số đo trong quá trình thí nghiệm, người ta thiết lập được các biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị của cọc.

Hình VIII - 2 là một thí dụ khi chuyển vị đã đạt đến ma sát bên giới hạn.

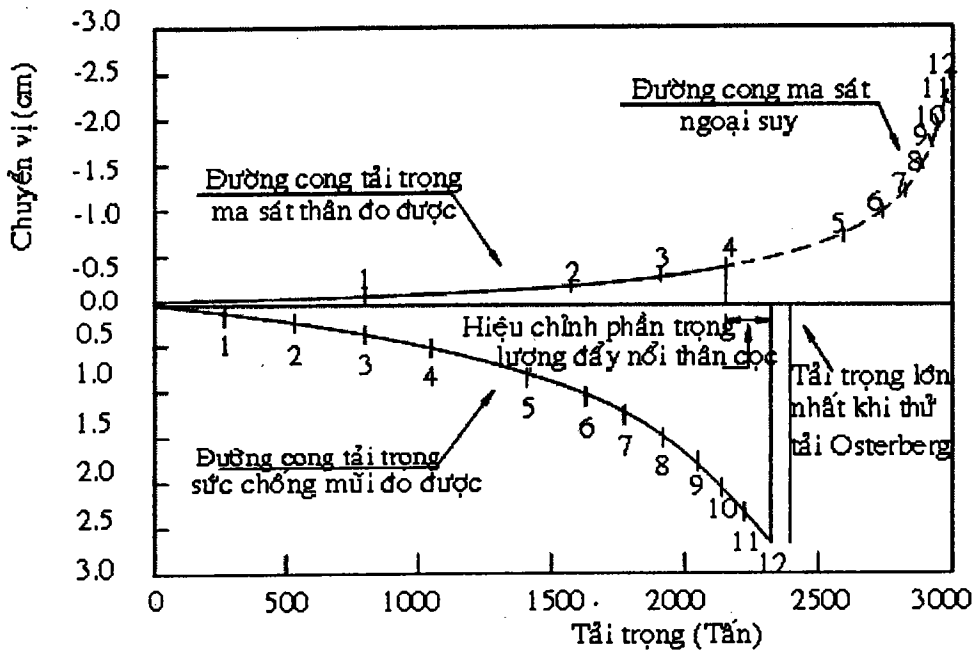
Hình VIII - 3 là một thí dụ khi chuyển vị đã đạt đến sức chống mũi giới hạn.

Xác định sức chịu tải của cọc khi chuyển vị đã đạt đến ma sát bên giới hạn như sau:

Nhìn trên biểu đồ đường cong tải trọng ma sát thân cọc (hình VIII - 2) ta thấy điểm 4 là điểm nằm ở giới hạn đàn hồi tuyến tính, có thể coi như sức chịu tải tới hạn ( $P_{th}$ ), ở đây  $P_{th}^{ms} = 1100T$ . Cũng lấy điểm 4 trên đường cong tải trọng sức chống mũi đo được, ta có  $P_{th}^{mũi} = 2200T$ . Như vậy sức chịu tải tới hạn của cọc là:  $P_{th} = P_{th}^{ms} + P_{th}^{mũi} = 1100T + 2200T = 3300T$ .



Hình VIII - 2: Các đường cong tải trọng - chuyển vị đã đạt đến ma sát bên giới hạn



Hình VIII - 3: Các đường cong tải trọng chuyển vị đã đạt đến sức chống mũi giới hạn

Nếu lấy hệ số an toàn bằng 2, thì ta có sức chịu tải sử dụng cho thiết kế là:

$$P = \frac{P_{th}}{2} = \frac{3300T}{2} = 1650T$$

Sau đó, so sánh với sức chịu tải của cọc tính theo chuyển vị đã đạt đến sức chống mũi giới hạn, xác định như sau:

Trên đường cong tải trọng sức chống mũi đo được (hình VIII – 3), tại điểm 4 là điểm nằm ở giới hạn đàn hồi tuyến tính, ta xác định được sức chống đầu mũi của cọc là  $P_{th}^{mũi} = 1050T$ ; Rồi cũng từ điểm 4 trên đường cong tải trọng ma sát thân đo được, xác định được sức chịu tải hạn do ma sát thành gây nên là  $P_{th}^{ms} = 2150T$ . Như vậy sức chịu tải hạn của cọc khi đạt tới sức chống mũi giới hạn là  $P_{th} = P_{th}^{mũi} + P_{th}^{ms} = 1050T + 2150T = 3200T$ . Lấy hệ số an toàn là 2 ta có:  $P = 1600T$ .

Cuối cùng, lấy trị số nhỏ, ta dùng sức chịu tải của cọc để thiết kế là:

$$P_{tk} = 1600T/\text{cọc.}$$

### 3. Quy trình thí nghiệm

#### a) Hộp tải trọng Osterberg

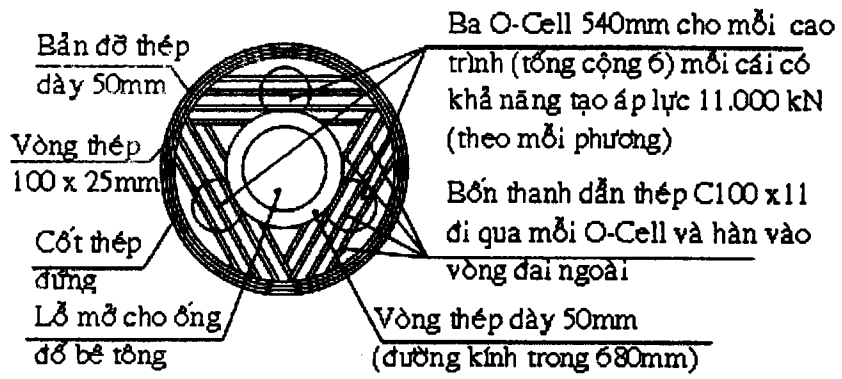
Hộp tải trọng Osterberg có cấu tạo như một kích thủy lực, có tiết diện hình tròn, hình vuông hay hình chữ nhật. Hiện nay công ty LOADTEST của Mỹ giữ độc quyền về công nghệ này. Khả năng tạo tải của mỗi hộp Osterberg có thể từ 200T đến 3000T.

#### b) Các thiết bị khác gồm

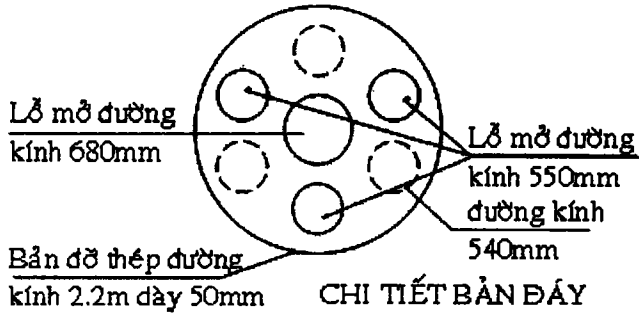
- Máy bơm cao áp và hệ thống dẫn phục vụ cho hộp tải trọng.
- Hệ thống đo chuyển vị đầu cọc và mũi cọc.
- Hệ thống đo áp lực và chuyển vị của hộp tải trọng.
- Máy bơm vữa áp lực cao và hệ thống ống dẫn vữa có măng-sét chôn sẵn trong cọc khi thi công.
- Thiết bị ghi nhận số liệu và xử lý tại chỗ.
- Máy tính với phần mềm sử dụng kết quả.

#### c) Các bước tiến hành

• Bước 1: Hàn các bản gia cường đỡ hộp tải trọng với tất cả thép chủ của cọc; hàn các hộp tải trọng vào bản gia cường; hàn các đường ống dẫn áp lực và các thiết bị đo vào khung cốt thép cọc. Trường hợp có đặt tầng hộp tải trọng ở giữa cọc (khi cọc quá sâu), thì phải cắt rời hoàn toàn cốt thép chủ để đảm bảo cho hai đoạn cọc có thể chuyển dịch tương đối và trái chiều nhau (xem các hình VIII – 4, VIII – 5, III – 6, III – 7).

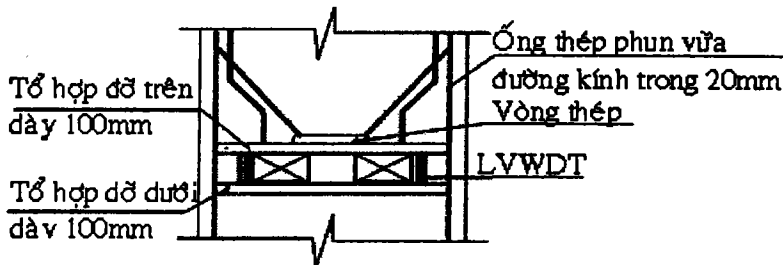


MẶT BẰNG

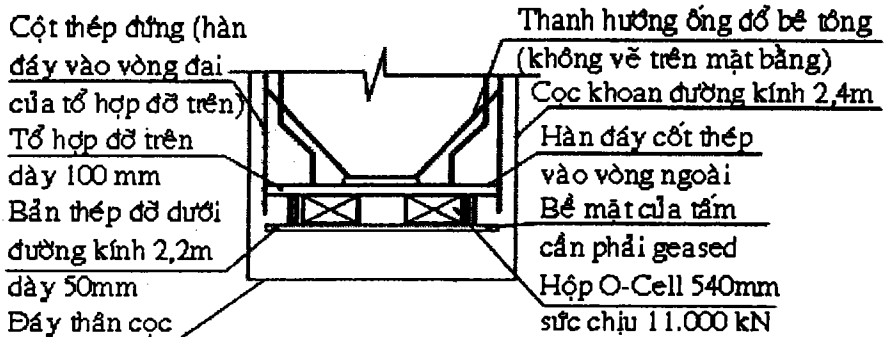


CHI TIẾT BÀN ĐÁY

Hình VIII - 4: Chi tiết các bản gia cường đỡ hộp Osterberg



MẶT CẮT NGANG CÁC O-CELL Ở CAO TRÌNH GIỮA



MẶT CẮT NGANG CÁC O-CELL Ở CAO TRÌNH ĐÁY

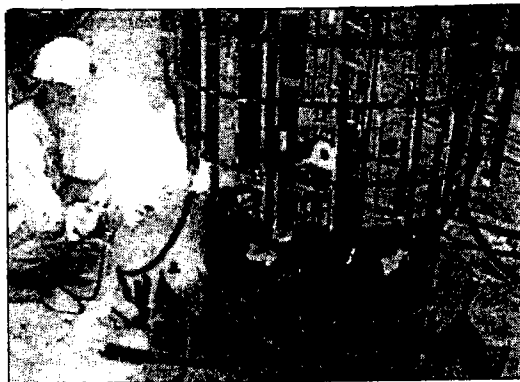
Hình VIII - 5: Bố trí các hộp Osterberg cho các vị trí mũi và giữa thân cọc

- Bước 2: Đặt lồng cốt thép đã hàn lấp đầy đủ hộp tải trọng, hệ thống ống dẫn và các thiết bị đo nói trên vào hố đào có chứa đầy Bentonite. Để đảm bảo cho khung cốt thép đặt đúng vị trí và ổn định, cần đổ trước vào đáy hố một lớp bê tông tươi để gắn chặt khung cốt thép trước khi đổ bê tông cọc.
- Bước 3: Tiến hành đổ bê tông cọc bằng phương pháp vữa dâng như đối với cọc khoan nhồi thông thường.
- Bước 4: Tiến hành thí nghiệm: Tăng tải được thực hiện theo các qui định trong ASTM D – 1143; theo dõi các đồng hồ và các thiết bị đo. Ban đầu cần đặt các bước tải bằng 5% sức chịu tải giới hạn của cọc thử. Sau đó tùy theo tình hình chuyển vị của cọc mà quyết định các cấp gia tải tiếp theo. Tại từng cấp tải trọng (khi gia tải cũng như khi giảm tải) cần đọc và ghi các đồng hồ đo tại các khoảng thời gian 1; 2 và 4 phút khi cấp tải trọng được giữ không đổi.

Các đồng hồ đo chuyển vị cần có hành trình ít nhất là 10cm và độ chính xác đến 0,025mm.

Tình hình thí nghiệm, các thông số và kết quả thí nghiệm đều được hệ thống ghi nhận số liệu, xử lý tại chỗ và máy tính cùng với phần mềm sẽ xử lý kết quả nhanh chóng chính xác.

- Bước 5: Phun vữa xi măng để lấp đầy khoảng trống do đặt hộp tải trọng Osterberg và nối liền giữa hai đoạn cọc đã bị cắt rời khi thí nghiệm, đảm bảo cho cọc làm việc bình thường.



Hình VIII - 6: Bố trí hộp tải trọng và các thiết bị đo, phun vữa cho cọc khoan nhồi



Hình VIII - 7: Lắp đặt hộp Osterberg 1200T để thử tải đến 2150T cho cọc barét sâu 28,2m

#### **VIII.4. MỘT SỐ ĐIỀU CẦN CHÚ Ý KHI TÍNH TOÁN MÓNG CỌC BARÉT**

1. Tính cọc dưới tác dụng đồng thời của tải trọng đứng, tải trọng ngang và mômen (xem chương III).
2. Tính toán độ lún của móng cọc (xem chương IV).
3. Tính toán móng trong vùng có động đất (xem chương V).
4. Khi cọc xuyên qua các lớp đất yếu như than bùn, bùn sét dẻo nhão; khi lớp đất tôn nền quy hoạch có chiều dày trên 1 mét; có sự lún ượt của đất khi tăng độ ẩm thì phải chú ý đến ma sát âm làm giảm sức chịu tải của cọc.

Trong các trường hợp đó, thì ma sát thành giữa đất và cọc xác định như sau:

- Đối với than bùn, đất than bùn và bùn thì  $f_s = 0$
- Đối với sét, sét pha, cát pha ở trạng thái dẻo nhão (có độ sệt  $I_L > 0,75$ ) thì giá trị sức ma sát thành  $f_s$  lấy dấu âm.

#### **VIII.5. THIẾT KẾ**

##### **VIII.5.1. Vật liệu chủ yếu làm cọc barét:**

- Bê tông thường dùng mác 300<sup>#</sup> đến 450<sup>#</sup> (dùng khoảng 450 KG xi măng PC30 cho 1 m<sup>3</sup> bê tông).
- Cốt thép:
  - Thép chủ thường dùng  $\Phi 16$  đến  $\Phi 32$  loại AII.
  - Thép đai thường dùng  $\Phi 12$  đến  $\Phi 16$  loại AI hoặc AII.

### VIII.5.2. Tiết diện cọc hình chữ nhật thường dùng

Kích thước cọc của Công ty liên quốc gia Bachy Soletanche hay dùng: (hiện nay đã có Công ty liên doanh Bachy Soletanche – Việt Nam):

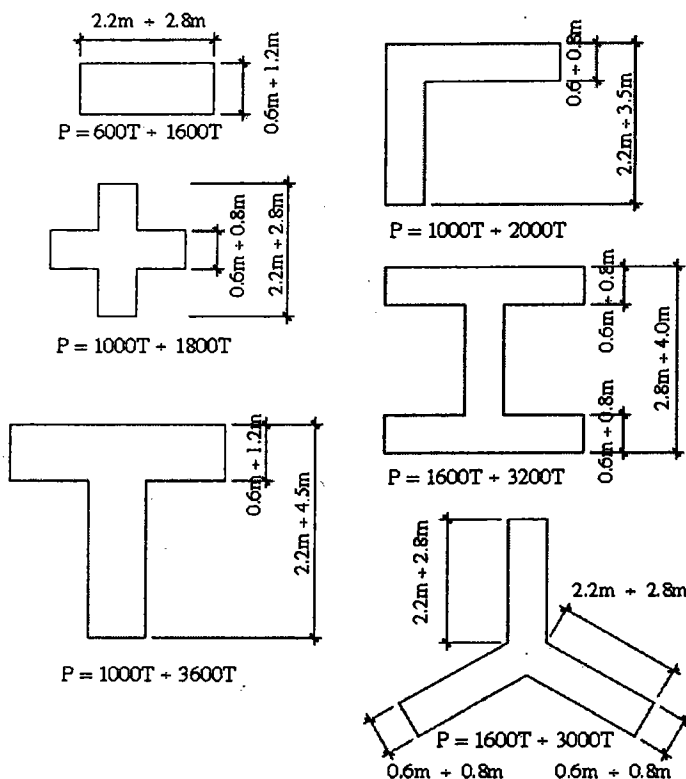
Bảng VIII – 1: Các thông số kích thước cọc

Cạnh dài a (m)	2,20	2,20	2,80	2,80	2,80	3,60	3,60	3,60
Cạnh ngắn b (m)	0,80	1,00	0,80	1,00	1,20	1,00	1,20	1,50
Diện tích S (m <sup>2</sup> )	1,76	2,20	2,24	2,80	3,24	3,60	4,30	5,40

Ghi chú:

- (1) Tiết diện cọc thông dụng nhất là hình chữ nhật.
- (2) Các loại tiết diện khác chỉ dùng trong những trường hợp cần thiết theo yêu cầu của công trình.
- (3) Chiều sâu của cọc phải có phần mũi cọc cắm đủ dài vào tầng đất tốt hoặc đá nguyên khối (đá gốc).

### VIII.5.3. Một số loại tiết diện có thể thực hiện và sức chịu tải của cọc barét để tham khảo (xem hình VIII – 8)



Hình VIII - 8: Các dạng tiết diện của cọc barét

#### VIII.5.4. Bố trí cốt thép cho cọc barét hình chữ nhật

Cọc barét thường dùng cho nhà cao tầng (có chiều cao  $\geq 40\text{m}$ ) và cầu dẫn, cầu vượt, nên cọc thường chịu cả lực dọc  $N$ , mômen  $M$  và lực cắt  $Q$ , do đó phải bố trí cốt thép cho toàn bộ chiều dài cọc.

Thông thường lồng cốt thép cho cọc barét được cấu tạo như sau:

1. Cốt thép dọc (cốt thép chủ) thường dùng đường kính  $\Phi = 16\text{mm} + 32\text{mm}$ , loại thép AII; cọc càng to, càng dài thì dùng đường kính càng lớn và ngược lại. Khoảng cách giữa các tim trục cốt thép chủ thường bằng 200mm. Hàm lượng cốt thép  $\mu \geq 0,4 + 0,65\%$

2. Cốt thép đai thường dùng đường kính  $\Phi = 12\text{mm} + 16\text{mm}$ , loại thép AI hoặc AII; cọc càng to, càng dài thì dùng đường kính càng lớn và ngược lại. Khoảng cách giữa các tim trục cốt thép đai thường bằng 300mm theo chiều dài cọc.

3. Cốt thép đai giằng ngắn đặt trong cùng mỗi tiết diện để gia cường lồng cốt thép, cũng dùng đường kính  $\Phi = 12\text{mm} + 16\text{mm}$ , loại thép AI hoặc AII. Những cốt thép này thường đặt theo cạnh ngắn, vuông góc với cạnh dài của tiết diện cọc và cách nhau  $\geq 300\text{mm}$ . Chú ý đặt những cốt thép đai ngắn này không làm ảnh hưởng đến việc đặt ống đổ bê tông trong suốt chiều dài cọc, khi cho ống đổ bê tông xuống đến sát đáy hố và rút lên đến mặt đất.

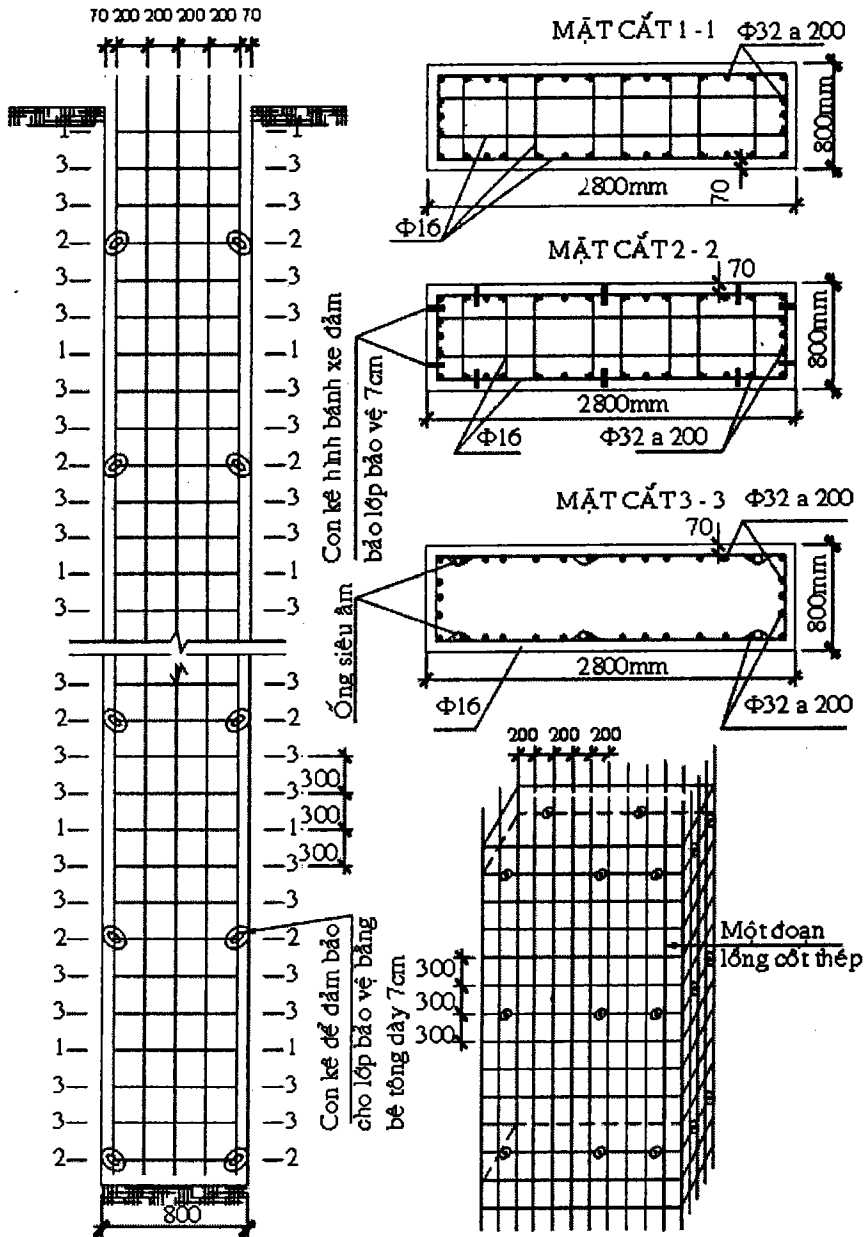
4. Cốt thép cọc barét phải cấu tạo thành lồng cốt thép (xem hình VIII – 9). Chiều dài toàn bộ của lồng cốt thép cho cọc barét được nối bởi nhiều đoạn. Kích thước mỗi đoạn thường có chiều dài từ 6m đến 12m tùy theo khả năng của cần cẩu. Tổ hợp để cấu tạo lồng cốt thép tại hiện trường. Khi cấu tạo lồng cốt thép chủ yếu phải dùng cách buộc bằng những sợi thép nhỏ chuyên dụng. Phải buộc thật chặt khít để lồng cốt thép được vững chắc, không xộc xệch khi vận chuyển. Không được dùng hàn hơi, mà chỉ dùng hàn điện để định vị tại một ít điểm. Phải có những cái móc để cẩu lồng cốt thép khi di chuyển.

Để đảm bảo cho lớp bê tông bảo vệ cốt thép dày  $\geq 7\text{cm}$  phải đặt các con kê (tốt nhất là dạng bánh xe có lỗ ở giữa để luồn cốt thép đai vào như trục quay của bánh xe). Con kê nên đúc bằng bê tông, nhưng không dễ bị vỡ. Các con kê thường đặt cách nhau khoảng 1m theo chiều ngang và 2m theo chiều dọc trên các mặt bên của cọc (xem hình VIII – 9). Nếu trong môi trường đất, mà nước ngầm hoặc nước mặt có tính ăn mòn yếu thì lớp bê tông bảo vệ có thể dày 10cm; nếu nước ăn mòn mạnh thì nên dùng bê tông chế tạo bằng xi măng bền sulfat.

Để kiểm tra chất lượng của cọc barét, cần thiết phải đặt các ống dẫn bằng kim loại hoặc bằng chất dẻo có đường kính khoảng 60mm (xem hình VIII – 9). Các ống này dùng để thả các đầu phát và đầu thu của thiết bị siêu âm truyền qua. Các ống đó phải buộc chặt vào lồng cốt thép trong suốt chiều dài cọc. Nếu phải nối các đoạn lồng cốt thép, thì khi thả từng đoạn xuống hố đào có chứa đầy



Bentonite, người ta buộc các đoạn lồng cốt thép để nối dài thêm, đồng thời cũng nối các ống để siêu âm bê tông bằng các mảng-xông bên ngoài để cho chúng được nối liền đồng tâm và cùng tiết diện. Các ống siêu âm này đặt đối xứng với nhau qua chiều rộng của tiết diện cọc và có khoảng cách  $\leq 1,5m$  theo chiều dài của tiết diện cọc.

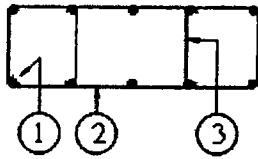


Hình VIII - 9: Sơ đồ cấu tạo lồng cốt thép trong cọc barét (một thí dụ về cọc barét 0,8m x 2,8m sâu 55m tại nhà 22 tầng, có 2 tầng hầm của công trình Vietcombank Tower ở Hà Nội)

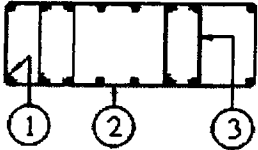
*Ghi chú:*

Cấu tạo của lồng cốt thép thì rất đa dạng, tùy theo tư vấn thiết kế; tùy theo kích thước cọc barét, tùy theo điều kiện địa chất, tùy theo tải trọng công trình và tùy theo thiết kế thi công mà có thể thay đổi cho phù hợp, nhưng về cơ bản phải đảm bảo như các quy định tại các điểm a, b, c, d.

Sau đây sẽ giới thiệu tiết diện lồng cốt thép của hai cọc ngắn hơn:



Cọc barét 1,0m x 2,2m dài 20m  
(1) 10 $\Phi$ 16AII, (2)  $\Phi$ 16AII, (3)  $\Phi$ 16AII.



Cọc barét 1,0m x 2,2m dài 30m  
(1) 16 $\Phi$ 20AII, (2)  $\Phi$ 16AII, (3)  $\Phi$ 16AII.

Hình VIII - 10: Tiết diện lồng cốt thép

### VIII.5.5. Thiết kế đài cọc barét

Do cọc barét có tiết diện rất đa dạng nên đài cọc barét cũng có cấu tạo đa dạng. Ở đây chỉ giới thiệu những loại đài cọc thông dụng cho cọc barét hình chữ nhật. Những loại đài cọc này có thể là đài cọc cho một cọc đơn, đài cọc cho một nhóm cọc và đài cọc cho một tổ hợp cho nhiều cọc (dạng móng bè).

#### 1. Bố trí cọc và đài cọc

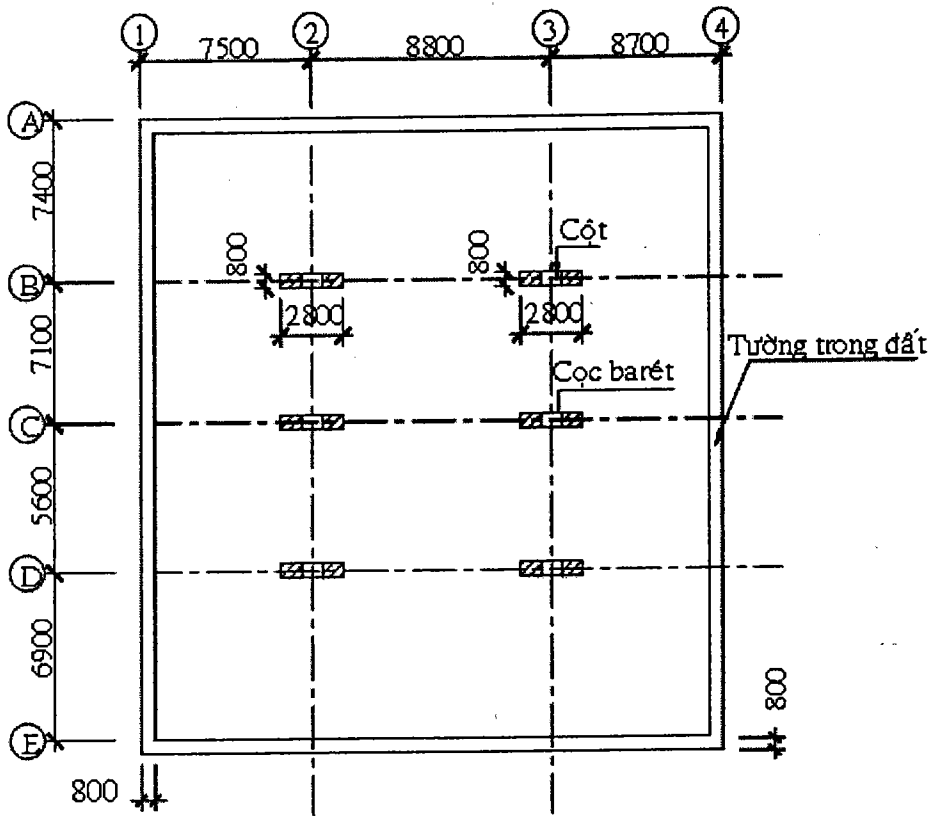
##### a. Bố trí cọc đơn

Thí dụ tại công trình Harbour View Tower (thành phố Hồ Chí Minh) dùng 3210m<sup>2</sup> tường trong đất dày 0,60m sâu 30m để làm 2 tầng hầm. Dùng 6 cọc barét 0,80m x 2,80m, sâu 44,50m + 46,5m. Công trình cao 19 tầng. Bố trí cọc barét như ở hình VIII - 11.

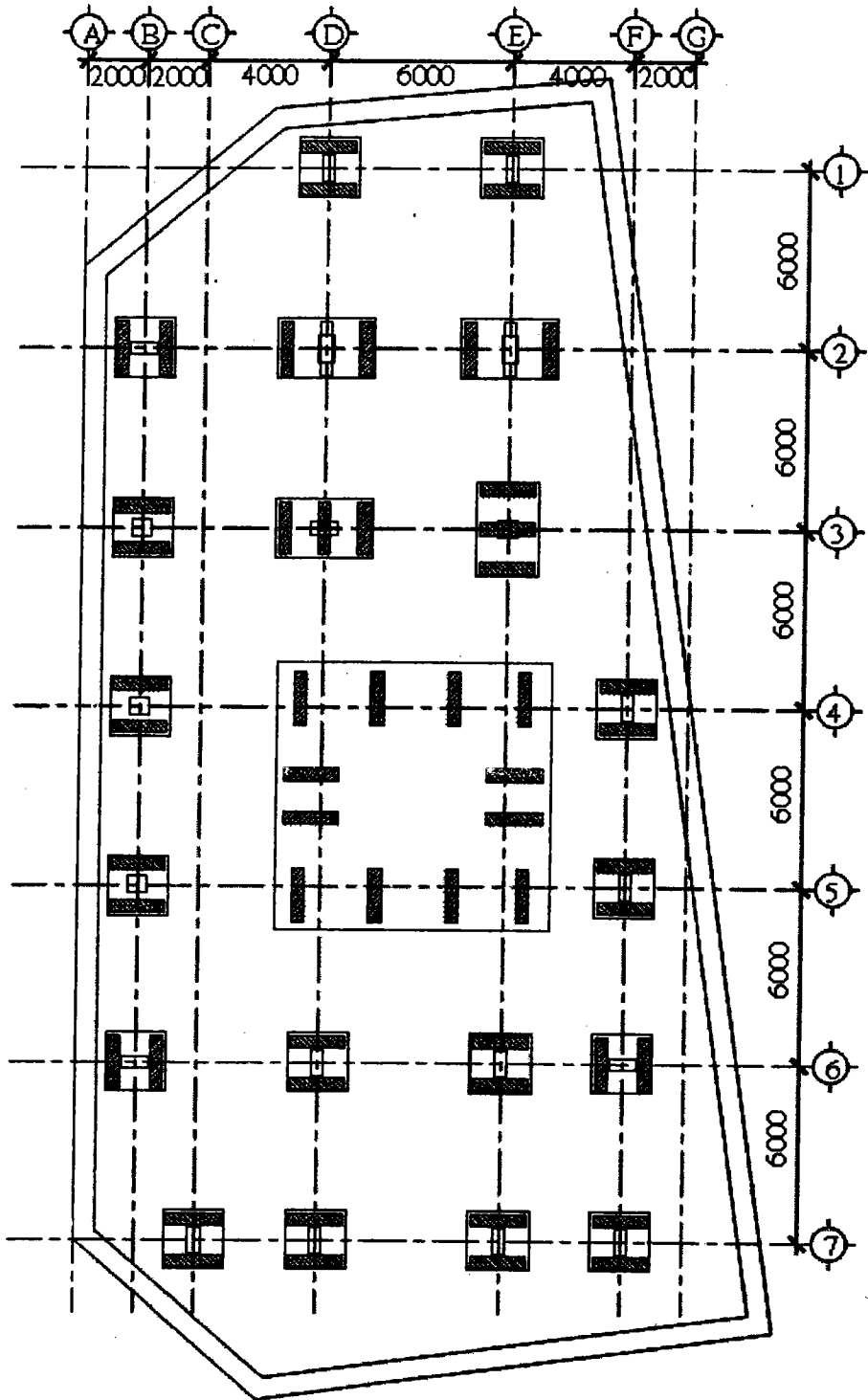
##### b. Bố trí đài cọc của các nhóm cọc

Thí dụ bố trí đài cọc của các nhóm cọc ở công trình Vietcombank Tower tại Hà Nội có hai tầng hầm và 22 tầng lầu (hình VIII - 12).

Tại công trình Vietcombank Tower đã dùng 2500m<sup>2</sup> tường trong đất dày 0,80m, sâu khoảng 22m và 58 cọc barét 0,80m x 2,8m sâu 55m. Nói chung, phần lớn các loại đài cọc đều của hai nhóm cọc gồm 2 đến 3 cọc barét, riêng lõi nhà chứa cầu thang máy có đài cọc dạng móng bè gồm nhiều cọc barét và đặc biệt có một móng đơn và một móng chữ T.



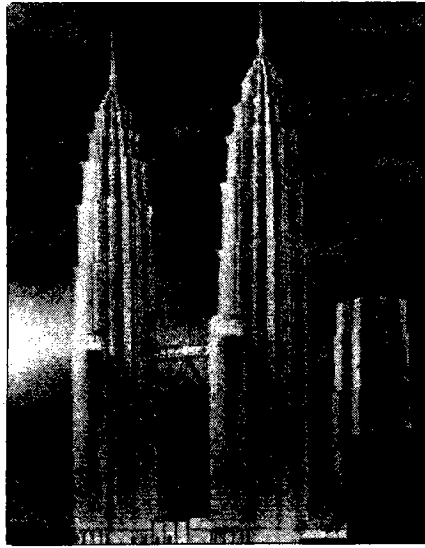
Hình VIII - 11: Bố trí cọc barét đơn chiếc



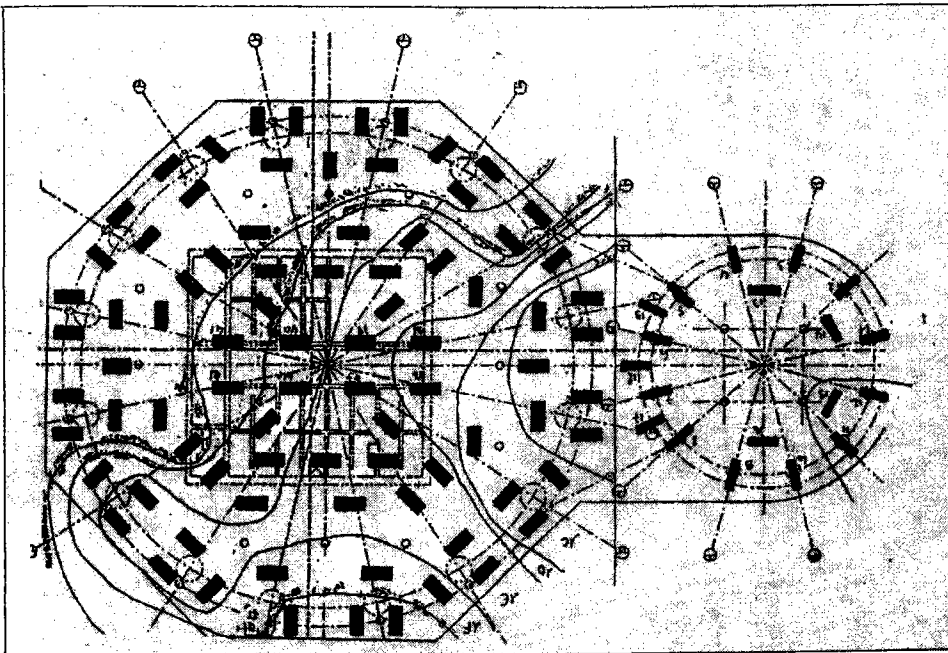
Hình VIII - 12: Bố trí dài cọc cho các nhóm cọc barét

c. *Bố trí đài cọc cho tổ hợp nhiều cọc barét (dạng móng bè)*

Thí dụ dưới đây là móng bè cọc barét của tháp Petronas (Malaysia) nổi tiếng (hình VIII – 14).



Hình VIII - 13: *Petronas Tower (Malaysia)*



Hình VIII - 14: *Móng bè cọc barét của tháp Petronas Tower (Malaysia)*

Tháp đôi Petronas nổi tiếng của Malaysia cao 1476 feet tức là khoảng 450m. Ở công trình này đã dùng  $29000\text{m}^2$  tường trong đất bằng bê tông cốt thép dày 0,80m, sâu 30m để làm các tầng hầm. Đã dùng hai loại cọc barét 1,20m x 2,80m sâu từ 60m đến 125m và cọc 0,80m x 2,80m sâu từ 40m đến 60m. Đài cọc của các cọc barét này là loại móng bè dày 4,50m làm bằng bê tông cốt thép. Tường trong đất có chân đặt vào lớp sét cứng, còn tất cả các cọc barét đều chống vào đá gốc nên rất vững chắc. Tháp Petronas hoàn thành vào năm 1996, hiện nay vào loại cao nhất thế giới.

## 2. Thiết kế đài cọc đơn (móng có 1 cọc)

Khi thi công cọc barét, người ta phải dùng Bentonite để đảm bảo cho thành hố đào bằng gầu cạp không bị sập lở; do đó khi đổ bê tông cọc bằng phương pháp vữa dâng, thì bao giờ trên đầu cọc cũng có một đoạn bê tông xấu (đoạn bê tông xấu này thường cao 1,50m). Như vậy phải đập lớp bê tông xấu này đi cho đến lớp bê tông tốt đúng với yêu cầu thiết kế. Lớp bê tông xấu thường có mác thấp (khoảng 100<sup>#</sup>) vì nó lẫn với Bentonite và đất mùn cặn. Chỉ cần đập bỏ bê tông xấu, còn cốt thép vẫn giữ nguyên để cắm vào, cấu tạo vào đài cọc. Do đó trong mọi trường hợp dù là cọc đơn cũng phải làm đài cọc.

### a. Vật liệu làm đài cọc

- Bê tông thường dùng mác 250<sup>#</sup> ÷ 350<sup>#</sup>.
- Cốt thép thường dùng  $\Phi 12$  ÷  $\Phi 32$  loại AII.

### b. Kích thước đài cọc

- Chiều cao đài cọc  $h_d \geq 1,5b$  (b là chiều rộng tiết diện cọc barét).
- Kích thước tiết diện đài cọc:

$$\text{Cạnh dài } A \geq a + 2 \text{ (250 ÷ 300mm)}$$

$$\text{Cạnh ngắn } B \geq b + 2 \text{ (250 ÷ 300mm)}$$

Trong đó a là cạnh dài của tiết diện cọc barét.

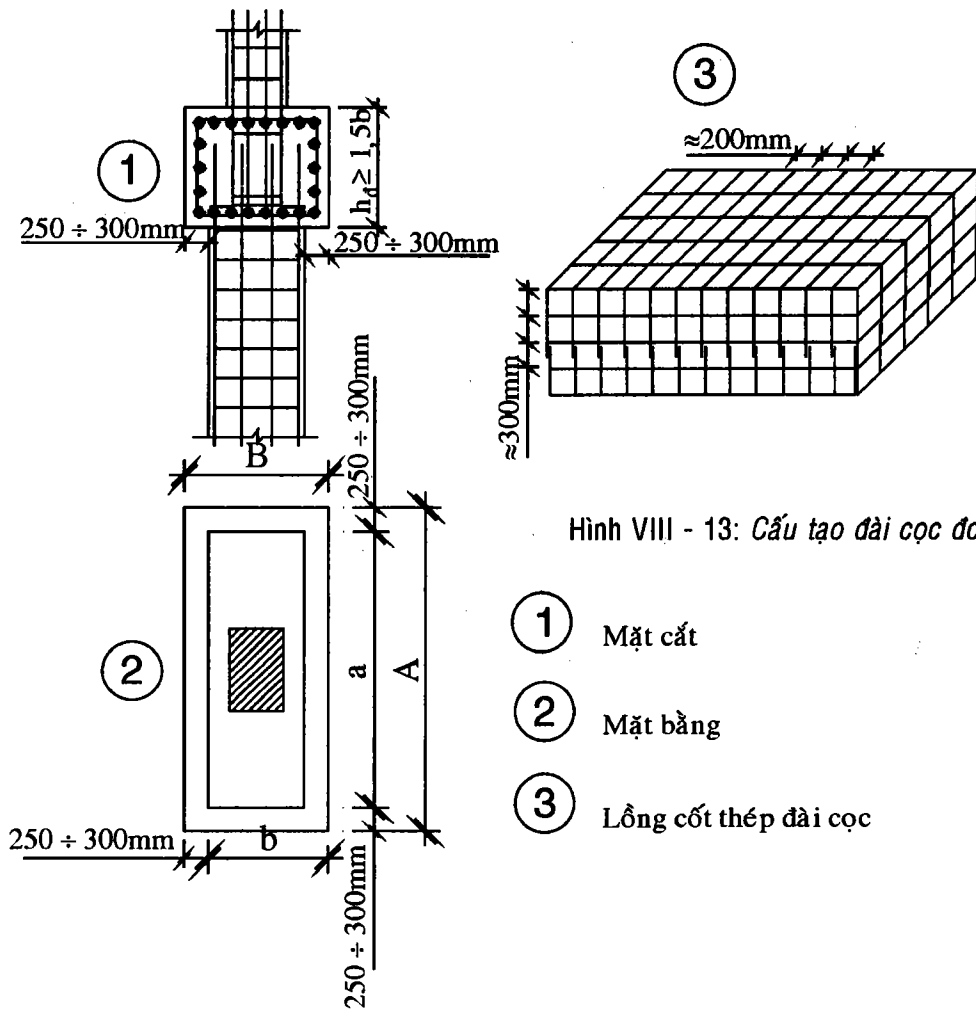
### c. Bố trí cốt thép

- Ở mặt trên và mặt dưới của đài cọc, dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng lớn thì dùng thép có đường kính càng lớn và ngược lại) đặt thép có trục tim cách nhau  $\approx 200\text{mm}$ .

- Ở 4 mặt bên của đài cọc, cũng dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng lớn thép càng to và ngược lại), đặt thép có trục tim cách nhau  $\approx 300\text{mm}$ .

Thép đài cọc thường cấu tạo thành hai nửa mảng khung, rồi nối với nhau.

Kích thước và bố trí cốt thép cho đài cọc đơn xem hình VIII – 15.



Hình VIII - 13: Cấu tạo đài cọc đơn

- ① Mặt cắt
- ② Mặt bằng
- ③ Lồng cốt thép đài cọc

### 3. Thiết kế đài có hai cọc barét

Loại đài cọc có hai cọc barét rất phổ biến trong nhiều công trình.

#### a. Vật liệu làm đài cọc

- Thường dùng bê tông mác 250<sup>#</sup> đến 350<sup>#</sup>.
- Cốt thép thường dùng  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII.

#### b. Kích thước đài cọc (xem hình VIII - 16)

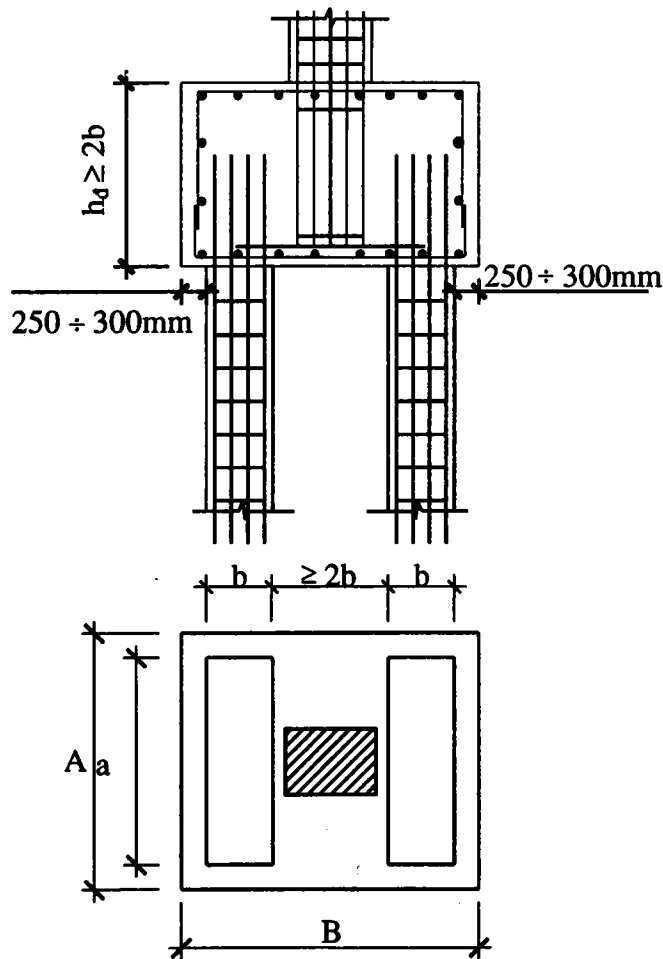
- Chiều cao đài cọc  $h_d \geq 2b$  (b là chiều rộng cọc barét).
- Kích thước tiết diện đài cọc

$$\text{Cạnh dài } A \geq a + 2(250 \div 300\text{mm})$$

$$\text{Cạnh ngắn } B \geq 4b + 2(250 \div 300\text{mm})$$

Chú ý:

Khoảng cách giữa hai mép cọc barét  $\geq 2b$ .



Hình VIII - 16: Cấu tạo đài cọc có 2 cọc barét

#### c. Bố trí cốt thép

- Ở mặt trên và mặt dưới của đài cọc, dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng lớn thì dùng thép có đường kính càng lớn và ngược lại), đặt thép có tim trục cách nhau  $\approx 200\text{mm}$ .

- Ở 4 mặt bên của đài cọc, cũng dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng to thì dùng thép càng lớn), đặt thép có tim trục cách nhau khoảng  $\approx 300\text{mm}$ .

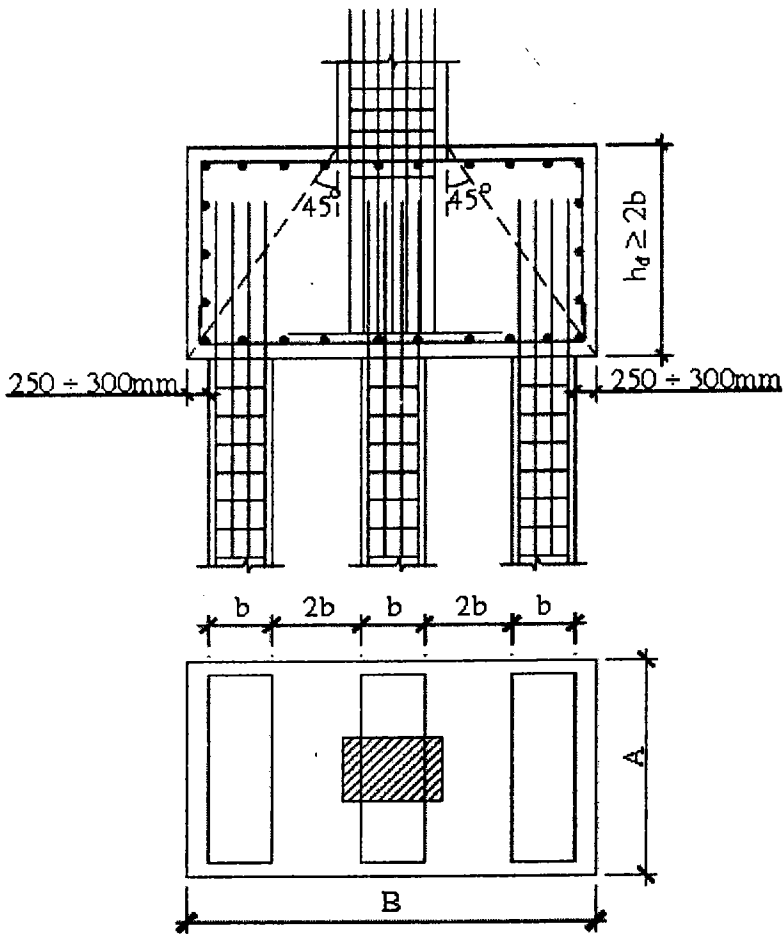
Lồng cốt thép đài cọc cấu tạo từ hai mảng nửa khung nối với nhau, giống như đài 1 cọc (xem hình 3 của VIII - 15).

#### 4. Thiết kế đài cọc có 3 cọc barét

Loại đài có 3 cọc barét thường gặp trong các công trình lớn.

Cấu tạo đài cọc (xem hình VIII - 17).





Hình VIII - 17: Cấu tạo đài có 3 cọc barét

a. Vật liệu làm cọc barét và đài cọc barét như nhau

- Bê tông thường dùng mức 250<sup>#</sup> đến 350<sup>#</sup>.
- Cốt thép thường dùng  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII.

b. Kích thước đài cọc (xem hình VIII - 17)

- Chiều cao đài cọc:

$$h_d \geq 2,5b \text{ (đối với cọc có } b = 0,60\text{m và } b = 0,80\text{m).}$$

$$h_d \geq 2b \text{ (cho cọc có } b = 1,0\text{m; } b = 1,2\text{m và } b = 1,5\text{m).}$$

- Kích thước tiết diện đài cọc:

$$\text{Cạnh dài } A \geq a + 2 \text{ (} 250 \div 300\text{mm)}$$

$$\text{Cạnh ngắn } B \geq 7b + 2 \text{ (} 250 \div 300\text{mm)}$$

Chú ý:

Khoảng cách giữa hai mép cọc barét  $\geq 2b$ .

### c. Bố trí cốt thép

- Ở mặt trên và mặt dưới của đài cọc thường dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng lớn thì dùng cốt thép có đường kính càng lớn và ngược lại), đặt thép có tim trục cách nhau  $\approx 200\text{mm}$ .

- Ở 4 mặt bên của đài cọc, cũng dùng thép  $\Phi 12$  đến  $\Phi 32$  loại AII (đài càng to thì dùng thép càng lớn) đặt thép có tim trục cách nhau khoảng  $\approx 300\text{mm}$ . Lồng cốt thép đài cọc cấu tạo từ hai mảng nửa khung nối với nhau, giống như đài 1 cọc (xem hình 3 của VIII – 15).

### 5. Thiết kế đài cọc dạng móng bè có nhiều cọc barét

Dạng móng bè có nhiều cọc barét chỉ dùng cho lõi cứng chứa lồng cầu thang máy của nhà cao tầng (xem hình VIII – 12), hoặc dùng móng toàn khối của tất cả cọc barét trong móng các công trình tháp rất lớn và rất cao (xem hình VIII – 14).

Thí dụ ở công trình Vietcombank Hà Nội (hình VIII – 12) có móng cho lõi cứng chứa lồng cầu thang cấu tạo bởi đài cọc dạng móng bè rộng  $12,60\text{m} \times 13,15\text{m}$ , dày  $2,40\text{m}$  và 12 cọc barét có kích thước  $0,8\text{m} \times 2,8\text{m}$  sâu  $55\text{m}$ .

Ở tháp Petronas (Malaysia, xem hình VIII – 14), phần tháp chính có móng bè cọc với đài cọc có đường kính  $50\text{m}$ , dày  $4,50\text{m}$ ; với 170 cọc barét  $1,20\text{m} \times 2,80\text{m}$  sâu từ  $60\text{m}$  đến  $125\text{m}$  (do mặt lớp đá gốc rất thay đổi).

Tùy theo tình hình cụ thể, tư vấn thiết kế nghiên cứu, cân nhắc và quyết định kích thước đài cọc cho thích hợp. Tuy nhiên, có thể chấp nhận 2 điều quy định cơ bản sau đây:

1. Khoảng cách giữa các cọc barét (theo cạnh ngắn của tiết diện cọc) là  $2b$  tính theo mép cọc, hoặc  $\geq 3b$  tính theo trục tim cọc ( $b$  là cạnh ngắn của tiết diện cọc barét).

2. Chiều dày của đài cọc  $h_d \geq 3b$ .

Còn cốt thép bố trí trong đài cọc thì tùy theo tính toán mà quyết định. Tuy nhiên cần bố trí ở mặt trên và mặt dưới của đài cọc các lưới thép ô vuông có khoảng cách giữa các trục tim thanh thép khoảng  $\approx 200\text{mm}$  và các lưới thép ở cạnh bên hoặc chu vi đài cọc có khoảng cách  $\approx 300\text{mm}$ .

Tùy theo kích thước của đài cọc mà dùng đường kính và loại thép cho thích hợp. Nên dùng thép  $\Phi 16$  đến  $\Phi 32$  loại AII.

*Chú ý:* Hiện nay các công ty chuyên nghiệp đã có các chương trình tính thép cho các loại đài cọc.

## VIII.6. THI CÔNG CỌC BARÉT

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 cốt thép. Thi công cọc khoan nhồi thì dùng lưới khoan hình ống tròn và lồng cốt thép hình ống tròn,

còn thi công cọc barét thì dùng loại gầu ngoạm hình chữ nhật và lồng cốt thép có tiết diện hình chữ nhật.

Các công việc thi công cọc barét như sau:

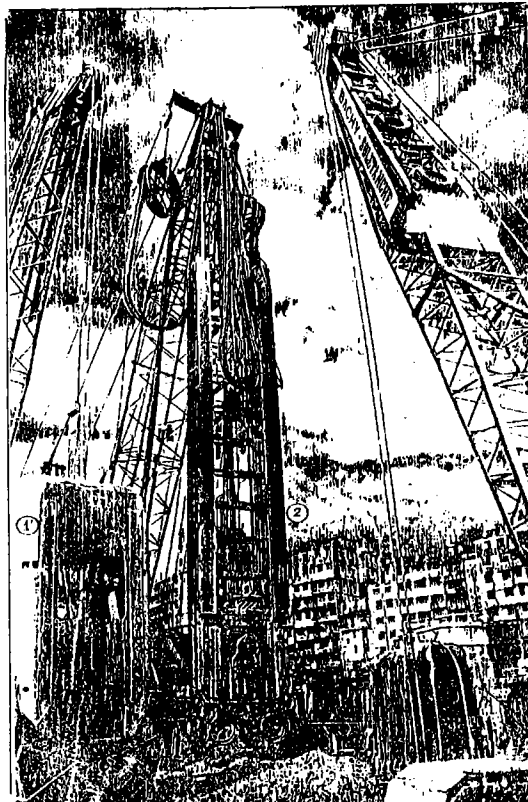
- Đào hố cọc
- Chế tạo lồng cốt thép và thả vào lòng hố đào cho cọc barét
- Đổ bê tông cọc barét

### VIII.6.1. Đào hố cọc

#### 1. Thiết bị đào hố

Có thể nói, hiện nay thiết bị đào hố cọc barét rất đa dạng. Ở nước ngoài, mỗi Tổng công ty chuyên nghiệp có thể có các loại riêng. Tuy nhiên nói chung thì các loại gầu ngoạm để đào hố có tiết diện hình chữ nhật với cạnh ngắn từ 0,60m  $\times$  1,50m, cạnh dài từ 2,00m  $\div$  4,00m (đại bộ phận là 3,00m), còn chiều cao thì có thể từ 6,00m  $\div$  12,00m.

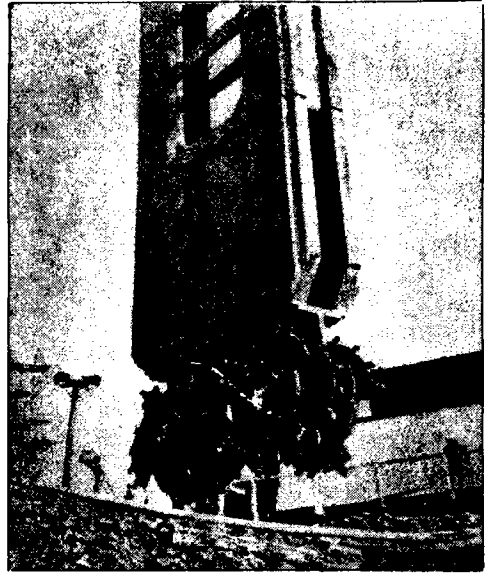
Thiết bị đào có loại gầu ngoạm để đào đất loại sét và loại cát. Còn khi cần phá đá thì dùng loại đầu phá với những bánh xe răng cưa cỡ lớn có gắn lưỡi kim cương (xem hình VIII - 18, một loại thiết bị của hãng Bachy Soletanche - Pháp).



Hình VIII - 18: Thiết bị đào hố làm cọc barét (1) gầu đào (2) gầu phá đá.  
(chi tiết của gầu đào và gầu phá đá xem hình VIII - 19 và hình VIII - 20)



Hình VIII - 19: Gầu đào



Hình VIII - 20: Gầu phá

## 2. Chuẩn bị hố đào

Để đảm bảo cho gầu đào đúng vị trí và xuống thẳng, cần phải làm như sau:

a. Đào bằng tay một hố có tiết diện đúng bằng kích thước thiết kế của tiết diện cọc barét và sâu khoảng  $0,80m \div 1,00m$ .

b. Đặt vào hố đào nói trên một khung cữ bằng thép chế tạo sẵn (xem chi tiết (1) trên hình VIII - 21).

c. Nếu không có khung cữ bằng sắt chế tạo sẵn, thì có thể đổ bằng bê tông hoặc xây bằng gạch tốt với xi măng mác cao.



Hình VIII - 21: Đặt cữ định hướng hố đào

Sau khi đổ bê tông cọc xong thì bỏ khung cữ bằng sắt ở miệng hố ra hoặc đập bỏ phần bê tông hoặc gạch xây cữ định hướng này đi (lớp bê tông dày khoảng 14cm, hoặc lớp gạch dày khoảng 20cm).

Cần chú ý thêm rằng để đảm bảo đào hố đúng kỹ thuật, thì phải có công nhân điều khiển thiết bị thành thạo và tay nghề cao.

### 3. Chế tạo dung dịch Bentonite (bùn khoan)

Dung dịch Bentonite để giữ cho thành hố đào của cọc barét không bị sạt lở.

#### a. Tính chất dung dịch Bentonite mới (trước khi dùng)

Bentonite bột được chế tạo sẵn trong nhà máy, thường đóng thành từng bao 50 KG (giống như bao xi măng). Hiện nay nước ta phải nhập Bentonite từ nước ngoài, chủ yếu từ Đức do Công ty Erbsloh chế tạo. Tùy theo yêu cầu kỹ thuật khoan, đào và tính chất địa tầng, mà hòa tan từ 20 KG đến 50 KG bột Bentonite vào  $1m^3$  nước.

Một dung dịch mới, trước lúc sử dụng phải có các đặc tính sau đây:

- Tỷ trọng nằm trong khoảng từ 1,01 đến 1,05 (trừ trường hợp loại bùn sét đặc biệt, có thể có tỷ trọng đến 1,15)
- Độ nhớt Marsh > 35 giây.
- Độ tách nước dưới  $30cm^3$ .
- Hàm lượng cát bằng 0.
- Đường kính hạt dưới 3mm.

*Ghi chú:*

- Tỷ trọng thông thường được đo bằng cân tỷ trọng (thí dụ cân BAROID).
- Độ nhớt Marsh được đo trong một cái phễu tiêu chuẩn có vòi lỗ chảy đường kính 4,75mm để cho 1 lít dung dịch Bentonite chạy qua. Thời gian chạy hết 1 lít dung dịch Bentonite phải lớn hơn 35 giây.
- Độ tách nước được đo bởi một dụng cụ lọc ép BAROID dưới áp lực 0,7 MPa trong 30 phút.
- Hàm lượng cát được đo bởi một dụng cụ "élutriomètre".
- Đường kính hạt đo bằng rây tiêu chuẩn có đường kính lỗ rây thích hợp.

#### b. Sử dụng và xử lý dung dịch Bentonite (bùn khoan)

Quá trình chế tạo, sử dụng, thu hồi, xử lý và tái sử dụng dung dịch Bentonite (dung dịch khoan, bùn khoan) được thể hiện trên sơ đồ tại hình VIII – 22.

Quá trình thực hiện như sau :

*Chế tạo dung dịch Bentonite mới gồm*

(a) Các bao Bentonite bột được chứa trong kho (bao) hoặc trong SILO (bột).

(b) Chế tạo dung dịch Bentonite:

- Có thể dùng phễu trộn đơn giản (hình VIII – 22b1).
- Có thể dùng máy trộn (hình VIII – 22b2).

Thường trộn 20 KG đến 50 KG bột Bentonite với  $1m^3$  nước (tùy theo yêu cầu của thiết kế). Ngoài ra tùy theo yêu cầu kỹ thuật cụ thể, mà có thể cho thêm vào dung dịch một số chất phụ gia mục đích làm cho nó nặng thêm, khắc phục khả năng vón cục của nó, tăng thêm độ sệt của nó; hoặc ngược lại giảm

độ sệt bằng cách chuyển nó thành thể lỏng, chống lại sự nhiễm bẩn của nó bởi xi măng hoặc thạch cao, giảm độ pH của nó hoặc tăng lên, giảm tính tách nước của nó, v.v...

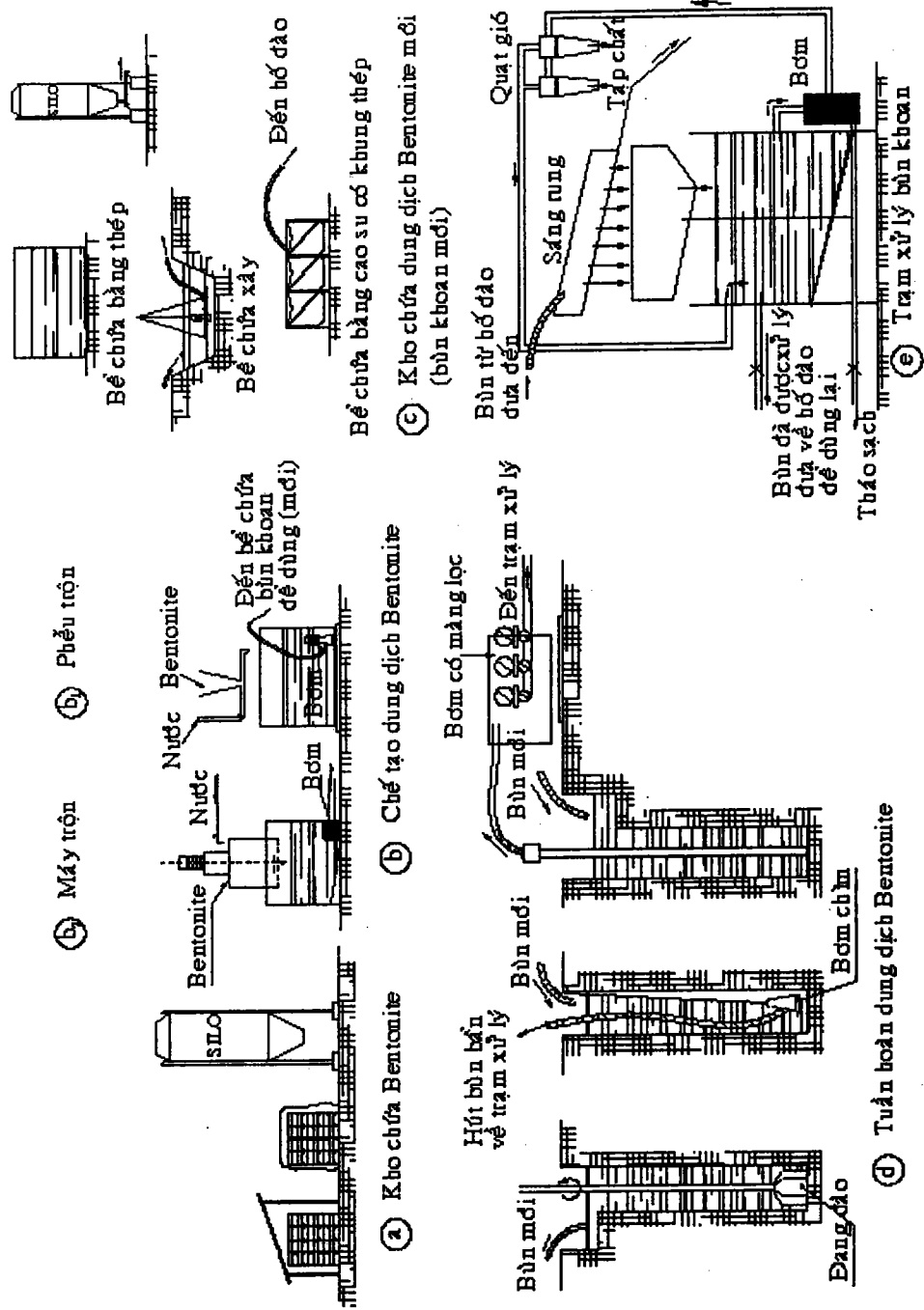
(c) Sau khi đổ dung dịch khoan mới được chứa vào bể chứa bằng thép, bể chứa xây gạch, bể chứa bằng cao su có khung thép hoặc là bằng SILO (tùy từng điều kiện cụ thể mà sử dụng loại bể chứa nào).

Sử dụng dung dịch Bentonite một cách tuần hoàn: xem hình VIII – 22, chi tiết d). Trong khi khoan hoặc đào hố phải luôn luôn đổ đầy dung dịch khoan trong hố. Dung dịch khoan này là dung dịch mới. Gầm đào xuống sâu đến đâu thì phải bổ sung dung dịch khoan ngay cho đầy hố. Trong khi đào thì dùng dung dịch Bentonite bị nhiễm bẩn, mà đã nhiễm bẩn (do đất, cát) thì giữ ổn định thành hố không tốt, do đó phải thay thế. Để làm việc đó, phải hút bùn bẩn từ hố khoan, đào lên để đưa về trạm xử lý. Có thể dùng loại bơm chìm đặt ở đáy hố đào hoặc bơm hút có màng lọc để ở trên mặt đất.

Dung dịch khoan (bùn khoan) được đưa về trạm xử lý (e). Các tạp chất bị khử đi, còn lại là dung dịch khoan như mới để tái sử dụng.

Dung dịch sau khi được xử lý phải có các đặc tính sau:

- Tỷ trọng dưới 1,2 (trừ loại dung dịch nặng đặc biệt).
- Độ nhớt Marsh nằm giữa 35 và 40 giây.
- Độ tách nước dưới  $40\text{cm}^3$ .
- Hàm lượng cát  $\leq 5\%$ .



Hình VIII - 22: Sơ đồ quá trình chế tạo, sử dụng và xử lý dung dịch Bentonite (bùn khoan)

#### 4. Đào hố cọc barét bằng gầu ngoạm

Dùng loại kích thước gầu đào thích hợp để đảm bảo được kích thước hố đào đúng với kích thước cọc barét theo thiết kế. Gầu đào phải thả đúng cỡ định hướng đặt sẵn (như hình VIII – 21). Hố đào phải đảm bảo đúng vị trí và thẳng đứng. Hiện nay đã có thiết bị kiểm tra kích thước hình học và độ thẳng đứng của hố khoan, hố đào (ví dụ tại Viện khoa học – công nghệ Giao thông vận tải).

Trong lúc đào, phải cung cấp thường xuyên dung dịch Bentonite (bùn khoan) mới, tốt vào đầy hố đào. Mặt khác, mức cao của dung dịch Bentonite trong hố đào bao giờ cũng cao hơn mực nước ngầm ngoài hố đào tối thiểu là 2m. Dung dịch Bentonite được tuần hoàn và xử lý trong hố đào thường xuyên để có dung dịch Bentonite tốt, sạch, mới (như mục 3). Phải đảm bảo cho kích thước hình học (tiết diện và chiều sâu) hố đào đúng thiết kế và không bị sạt lở thành hố. Muốn vậy, phải đảm bảo cho dung dịch Bentonite thu hồi chỉ chứa cặn lắng đất cát dưới 5%. Đồng thời cũng có thể kiểm tra độ thẳng đứng và hiện tượng sạt lở hố đào thường xuyên một cách đơn giản bằng dây dọi với đầu dây là quả dọi đủ nặng.

Khi đào đến độ sâu thiết kế, phải tiến hành thổi rửa bằng nước có áp để làm sạch đáy hố. Có thể dùng loại bơm chìm để hút cặn lắng bằng đất, cát nhỏ lên. Còn cát to, cuội sỏi, đá vụn thì dùng gầu ngoạm vét sạch rồi đưa lên. Lượng cặn lắng thường rất khó vét sạch được hoàn toàn, do đó trong thực tế có thể cho phép chiều dày lớp cặn lắng dưới đáy hố đào nhỏ hơn 10cm.

Để kiểm tra chiều dày lớp cặn lắng có thể dùng dây dọi với quả nặng đủ để người đo có thể cảm nhận được hoặc dùng thiết bị đo bằng phương pháp chênh lệch điện trở kiểu CZ.IIB do Trung Quốc mới chế tạo.

*Chú ý:* Việc thổi rửa đáy hố đào rất quan trọng và phải hết sức cẩn thận. Do đó phải sử dụng thiết bị chuyên dùng, thích hợp và người thực hiện phải có tay nghề thành thạo, có kinh nghiệm và có tinh thần trách nhiệm. Đảm bảo được đáy hố càng sạch, thì sức chịu tải của cọc càng tốt.

Sau khi đào xong hố cọc barét, phải kiểm tra lại lần cuối cùng kích thước hình học của nó. Kích thước cạnh ngắn của tiết diện chỉ được phép sai số  $\pm 5\text{cm}$ , kích thước cạnh dài của tiết diện chỉ được phép sai số  $\pm 10\text{cm}$ , chiều sâu hố chỉ được sai số trong khoảng  $\pm 10\text{cm}$  và độ nghiêng của hố theo cạnh ngắn chỉ được sai số trong khoảng 1% so với chiều sâu hố đào.

#### VIII.6.2 Chế tạo lồng cốt thép và thả vào lòng hố đào cho cọc barét

Chế tạo lồng cốt thép theo đúng thiết kế (xem mục VIII.5.4).

Sai số cho phép về kích thước hình học của lồng cốt thép như sau:

- Cự ly giữa các cốt thép chủ:  $\pm 1\text{mm}$ .
- Cự ly giữa các cốt thép đai:  $\pm 2\text{mm}$ .
- Kích thước cạnh ngắn tiết diện:  $\pm 5\text{mm}$ .
- Kích thước cạnh dài tiết diện:  $\pm 10\text{mm}$ .



- Độ dài tổng cộng của lồng cốt thép:  $\pm 50\text{mm}$ .

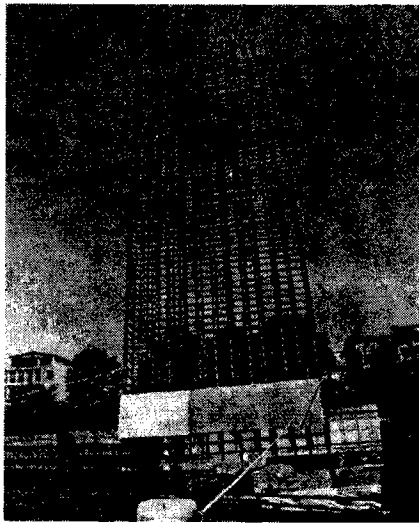
Chiều dài của mỗi đoạn lồng cốt thép, tùy theo khả năng của cầu, thường dài từ 6m đến 12m. Ngoài việc phải tổ hợp lồng cốt thép như thiết kế, tùy tình hình thực tế, nếu cần còn có thể tăng cường các thép đai chéo (có đường kính lớn hơn cốt đai) để gông lồng cốt thép lại cho chắc chắn, không bị xô lệch khi vận chuyển.

Khi thả từng đoạn lồng cốt thép vào hố đào sẵn cho cọc barét, phải cân chỉnh cho chính xác, phải thẳng đứng và không được va chạm vào thành hố đào.

Nối các đoạn lồng cốt thép với nhau khi thả xong từng đoạn có thể dùng phương pháp buộc (nếu cọc chỉ chịu nén) và dùng phương pháp hàn điện (nếu cọc chịu cả lực nén, lực uốn và lực nhỏ).

*Chú ý:*

- Khi thả xong từng đoạn lồng cốt thép xuống hố đào, phải có các thanh thép hình đủ khỏe ngáng giữ vào miệng hố để nó khỏi rơi xuống hố.
- Trong trường hợp đỉnh của lồng cốt thép nằm dưới mặt đất, hoặc nằm dưới mức của dung dịch Bentonite, thì phải có dấu hiệu để biết được vị trí của lồng cốt thép.



Hình VIII - 23: Thả lồng cốt thép vào hố để làm cọc barét

### VIII.6.3. Đổ bê tông cọc barét

Sau khi vét sạch đáy hố (trong dung dịch Bentonite), trong khoảng thời gian không quá 3 giờ, phải tiến hành đổ bê tông. Đổ bê tông bằng phương pháp vừa dâng hay còn gọi là đổ bê tông trong nước.

Cấp phối bê tông thông thường như sau: Dùng cốt liệu nhỏ (1x2cm hoặc 2x3cm) bằng sỏi hay đá dăm; cát vàng khoảng 45%, tỷ lệ nước trên xi măng khoảng 50%; dùng lượng xi măng PC30 khoảng 370 đến 400 KG cho mỗi m<sup>3</sup> bê tông. Độ sụt của bê tông trong khoảng từ 13 đến 18cm.

Có thể dùng thêm phụ gia, nhưng phải thận trọng.

Trước khi đổ bê tông phải lập đường cong đổ bê tông cho mọi cọc barét, theo từng ô tô bê tông một. Một đường cong đổ bê tông có ít nhất 5 điểm phân bố đều đặn trên chiều dài cọc.

Đổ bê tông bằng phễu hoặc máng nghiêng nối với ống dẫn. Ống dẫn làm bằng kim loại, có đường kính trong lớn hơn đường kính của cốt liệu hạt và thường  $\geq 120\text{mm}$ . Ống dẫn được tổ hợp bằng các đoạn ống có chiều dài khoảng 2 đến 3m, được nối với nhau rất kín khít bằng ren, nhưng đồng thời dễ tháo lắp.

Trước khi đổ bê tông vào phễu hoặc máng nghiêng, phải có nút tạm (bằng vữa xi măng cát ướt) ở đầu ống dẫn. Khi bê tông đã đầy áp phễu, trọng lượng bê tông sẽ đẩy nút vữa xuống để dòng bê tông chảy liên tục xuống hố cọc. Làm như vậy để tránh cho bê tông bị phân tầng.

Ống đổ bê tông có chiều dài toàn bộ bằng chiều dài cọc. Trước lúc đổ bê tông, nó chạm đáy, sau đó được nâng lên khoảng 15cm để dòng bê tông (sau khi bỏ nút tạm) chảy liên tục xuống đáy hố cọc và dâng dần lên trên.

Khi bê tông từ dưới đáy hố dâng lên dần dần, thì cũng rút ống dẫn bê tông dần dần lên, nhưng luôn luôn đảm bảo cho đầu ống dẫn ngập trong bê tông tươi một đoạn từ 2m đến 3m. Làm như vậy để bê tông không bị phân tầng và sau khi ninh kết xong thì bê tông không bị khuyết tật.

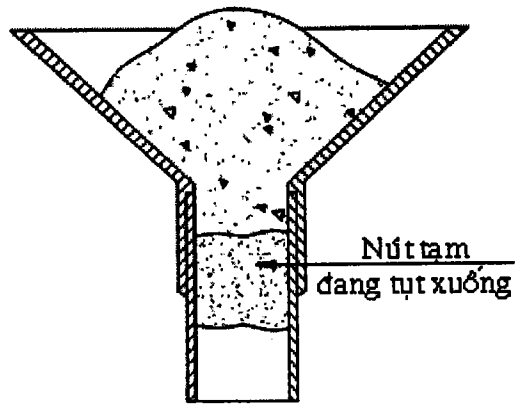
Tốc độ đổ bê tông không được chậm quá và cũng không được nhanh quá. Tốc độ đổ bê tông hợp lý là 0,60m<sup>3</sup>/phút.

Không nên bắt đầu đổ bê tông vào ban đêm mà nên bắt đầu đổ bê tông cho mỗi cọc vào buổi sáng sớm. Phải đổ bê tông liên tục (không được ngưng nghỉ) cho từng cọc trong một ngày.

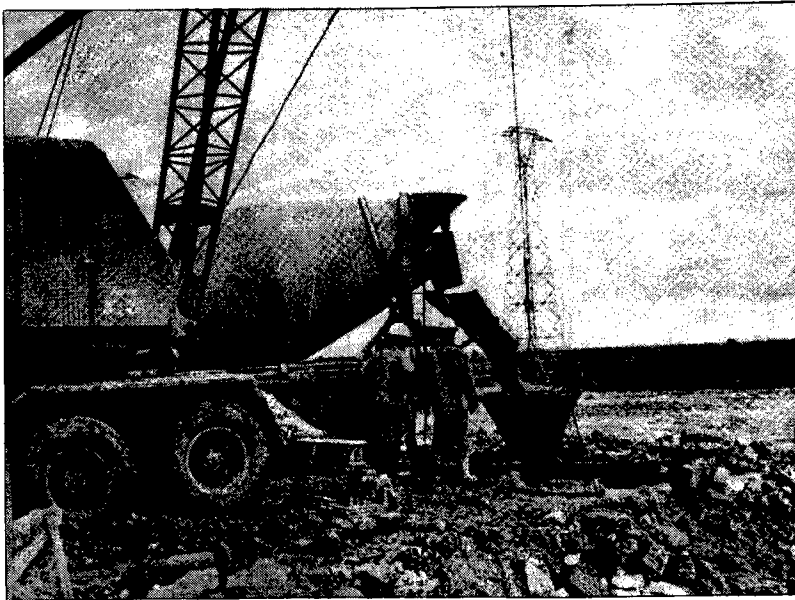
Phải thường xuyên theo dõi và ghi chép mức cao của mặt bê tông tươi dâng lên sau mỗi xe ô tô (mích) đổ bê tông vào hố cọc. Phải tính được khối lượng bê tông cần thiết để đổ xong cho mỗi cọc; như vậy có thể chủ động trong việc chuẩn bị số xe bê tông cần thiết một cách hợp lý, đầy đủ và kịp thời.

Khối lượng bê tông thực tế thường nhiều hơn khối lượng bê tông tính toán (theo kích thước hình học của hố đào cho cọc) khoảng từ 5% đến 20%. Nếu quá 20% thì phải báo cáo cho thiết kế kiểm tra lại.

Quá trình đổ bê tông cọc barét được thể hiện ở các hình vẽ sau:



Hình VIII - 24: Nút tạm bằng vữa xi măng cát ướt



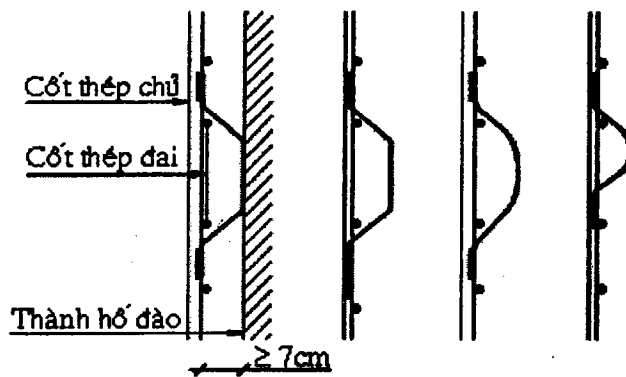
Hình VIII - 25: Đổ bê tông cọc barét



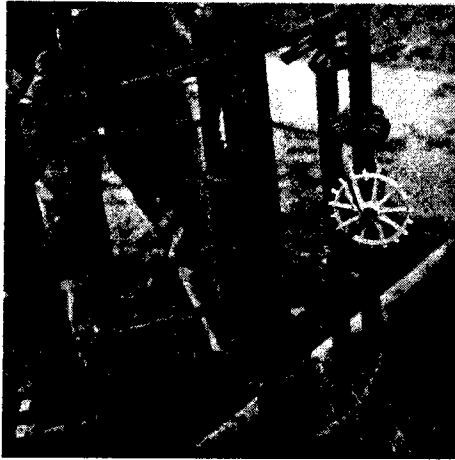
Hình VIII - 26: Vừa đổ bê tông vừa rút ống dẫn lên từ từ

Một số điểm cần chú ý thêm:

- Khi đổ bê tông đến vài ba mét ở đỉnh cọc thì ống dẫn bê tông chỉ cần ngấp trong bê tông tươi khoảng 1m.
- Nên đổ bê tông cao hơn mức đỉnh cọc lý thuyết khoảng 5cm. Khi rút ống dẫn ra khỏi cọc phải nhẹ nhàng, từ từ để tránh cho bê tông khỏi bị xáo trộn.
- Phải đảm bảo cho lớp bê tông bảo vệ cốt thép dày hơn hay tối thiểu cũng là 7cm. Có thể làm như hình VIII - 27 hoặc VIII - 28.



Hình VIII - 27: Làm cữ bằng thép để đảm bảo cho lớp bê tông bảo vệ  $\geq 7\text{cm}$



Hình VIII - 28: Bánh xe làm cũ bằng chất dẻo

- Chỉ được đào hố cọc bên cạnh hố đang đổ bê tông cọc với điều kiện:

- Khoảng cách giữa 2 mép cạnh cọc barét  $\geq 2b$  (trong đó  $b$  là cạnh ngắn của tiết diện cọc).
- Bê tông ở cọc đã đổ xong trên 6 tiếng đồng hồ (vì sau 6 giờ thì bê tông cọc mới đủ độ cứng cần thiết).

- Chiều cao giới hạn để cất đầu cọc (đoạn bê tông xấu để lòi cốt thép cấu tạo vào đài cọc) tính từ giữa mặt phẳng đài cọc theo lý thuyết và đài cọc lúc kết thúc là:

- 0,3 (Z + 1)m, khi cao độ lý thuyết của mặt phẳng đài cọc nằm ở chiều sâu Z (m) dưới mặt sàn công tác nhỏ hơn 5m.
- Bằng 1,8m, khi cao độ lý thuyết của mặt phẳng đầu cọc nằm ở chiều sâu dưới mặt sàn công tác, lớn hơn 5m. Chiều cao tối thiểu để cất đầu cọc được xác định bởi người thi công, sao cho bê tông ở đầu cọc thực tế là tốt.

- Khi đào hố thi công cọc và lúc đổ bê tông cọc phải chú ý không được thực hiện khi trong chiều sâu của cọc có dòng nước ngầm đang chảy, vì nó sẽ làm sụt lở thành hố và hỏng bê tông. Trong trường hợp này phải báo cho tư vấn thiết kế để xử lý. Có thể xử lý bằng cách hạ ống vách bằng thép.

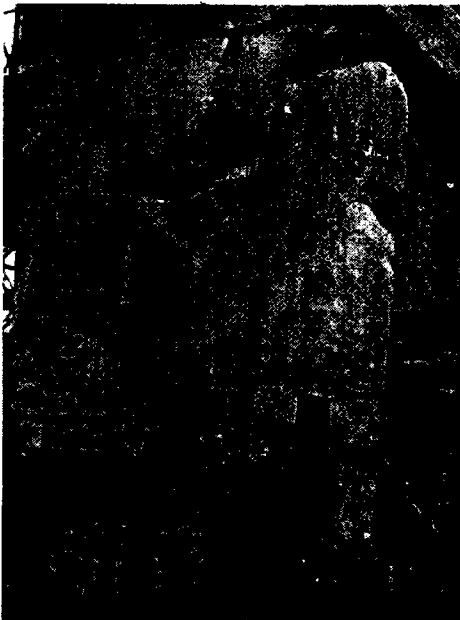
### VIII.7. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊ TÔNG CỌC BARÉT

Quy trình đảm bảo chất lượng thi công cọc barét cũng giống như cọc khoan nhồi, thực hiện theo TCXD. 206: 1998 – Cọc khoan nhồi – yêu cầu về chất lượng thi công. Khi bê tông đã ninh kết xong (sau 28 ngày) thì kiểm tra chất lượng bằng phương pháp không phá hủy.

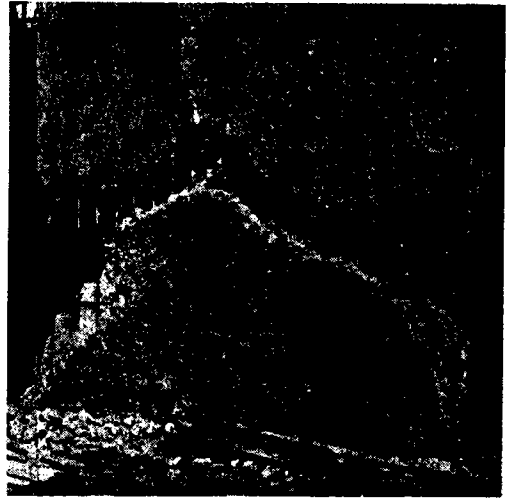
Có nhiều phương pháp để kiểm tra chất lượng bê tông cọc, nhưng chúng tôi chỉ giới thiệu một phương pháp phổ biến nhất và đảm bảo độ tin cậy hơn cả – đó là phương pháp siêu âm truyền qua.

Nhờ phương pháp siêu âm truyền qua, người ta đã phát hiện được các khuyết tật của bê tông trong thân cọc một cách tương đối chính xác.

Sau đây là hai hình ảnh thí nghiệm thực tế; qua kiểm tra bằng siêu âm, người ta phát hiện được cọc barét bị hỏng nghiêm trọng, rồi quyết định đào ra để xem (hình VIII – 29 và hình VIII - 30).



Hình VIII - 29: Một đoạn cọc barét bị mất lớp bê tông bảo vệ và thủng nhiều chỗ



Hình VIII - 30: Một đoạn cọc barét bị đứt khúc

### VIII.7.1. Thiết bị và phương pháp kiểm tra siêu âm truyền qua

#### 1. Nguyên lý cấu tạo thiết bị

Thiết bị kiểm tra chất lượng bê tông cọc nhồi, cọc barét, tường trong đất, v.v... theo phương pháp siêu âm truyền qua có sơ đồ cấu tạo như trong xem hình VIII – 31 và hình VIII – 32.

- Một đầu đo phát sóng dao động đàn hồi (xung siêu âm) có tần số truyền sóng từ 20 đến 100KHz.

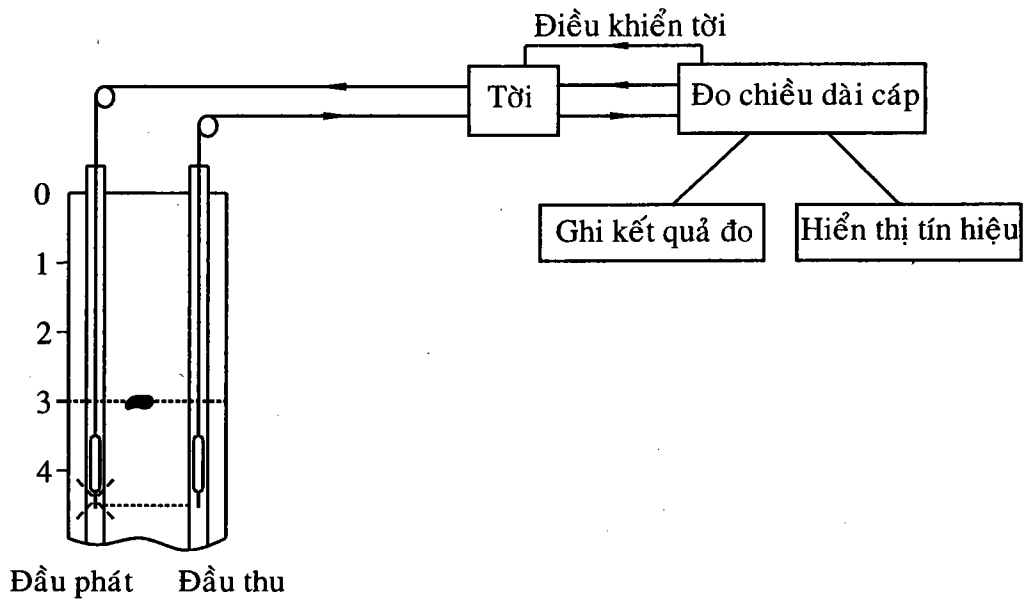
- Một đầu đo thu sóng: đầu phát và đầu thu được điều khiển lên xuống đồng thời nhờ hệ thống cáp tời điện và nằm trong hai ống đựng đầy nước sạch.

- Một thiết bị điều khiển các dây cáp được nối với các đầu đo cho phép tự động đo chiều sâu hạ đầu đo.

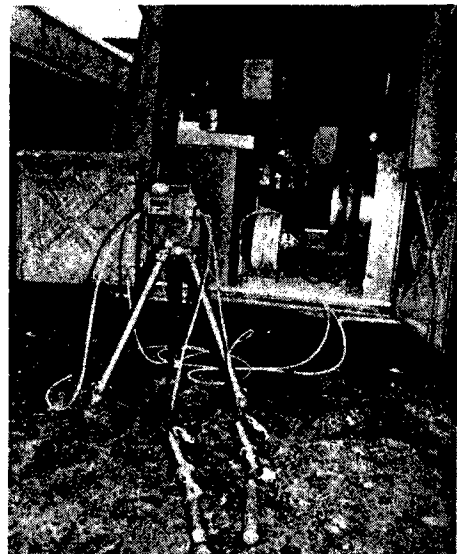
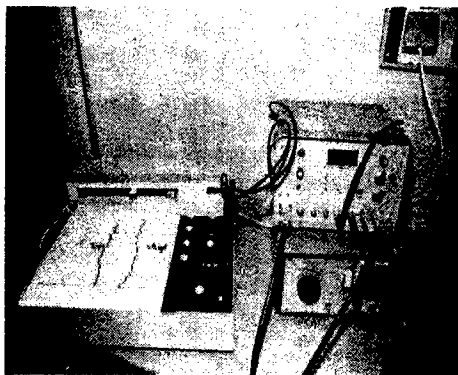
- Một bộ thiết bị điện tử để ghi nhận và điều chỉnh tín hiệu thu được.

- Một hệ thống hiển thị tín hiệu.

- Một hệ thống ghi nhận và biến đổi tín hiệu thành những đại lượng vật lý đo được.
- Cơ cấu định tâm cho hai đầu đo trong ống đo.



Hình VIII - 31: Sơ đồ cấu tạo thiết bị siêu âm truyền qua

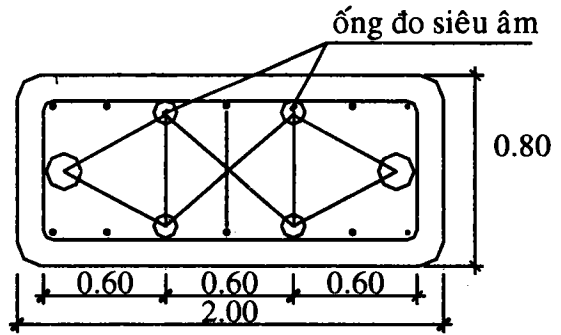


Hình VIII - 32: Bộ thiết bị kiểm tra chất lượng bê tông cọc nhồi, cọc barét và tường trong đất bằng siêu âm truyền qua

## 2. Bố trí ống đo siêu âm truyền qua

Bố trí ống đo siêu âm truyền qua để kiểm tra chất lượng bê tông cọc barét thực hiện như bản vẽ thiết kế.

Khoảng cách giữa các ống đo siêu âm phải  $\leq 1,5\text{m}$  (xem hình VIII – 33).



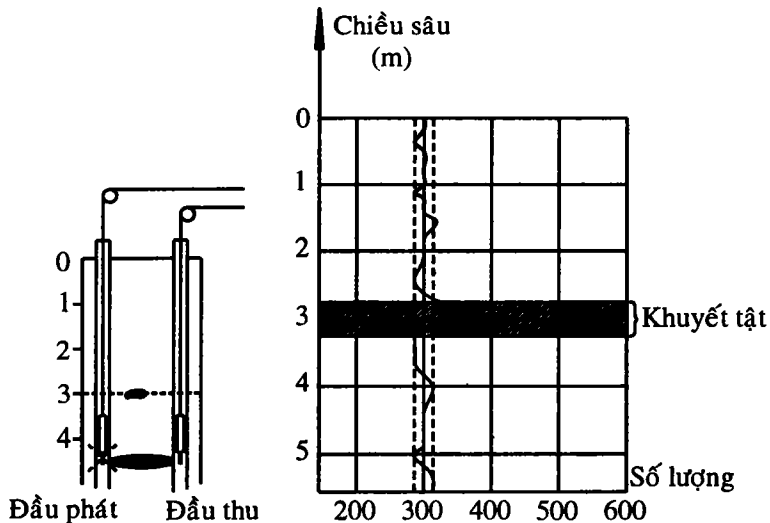
Hình VIII - 33: Bố trí ống đo siêu âm truyền qua trong cọc barét

## 3. Phương pháp kiểm tra

Các bước tiến hành như sau:

- Phát xung siêu âm từ một đầu đo đặt trong ống đo đựng đầy nước sạch và truyền qua bê tông cọc.
- Thu sóng siêu âm ở một đầu đo thứ hai đặt trong một ống đo khác cũng chứa đầy nước sạch, ở cùng mức cao độ với đầu phát.
- Đo thời gian truyền sóng giữa hai đầu đo trên suốt chiều dài của ống đặt sẵn, từ đầu cọc đến chân cọc (mũi cọc).
- Ghi sự biến thiên biên độ của tín hiệu thu được (trong ca-ta-lô của máy ghi rõ cách điều khiển thiết bị).

Quá trình đo siêu âm và hiển thị kết quả như một thí dụ ở hình VII – 34.



Hình VIII - 34: Quá trình đo siêu âm và hiển thị kết quả



Nhờ sóng siêu âm truyền qua mà thiết bị có thể ghi lại ngay tình hình truyền sóng qua bê tông của cọc và các khuyết tật của bê tông trong cọc.

Trong cọc, người ta tiến hành đo siêu âm từng đôi ống đo gần nhau để xác định được chất lượng bê tông của toàn bộ cọc.

Ghi chú:

- Khi đổ bê tông xong mỗi cọc, phải đập nắp các ống đo để các dị vật khỏi rơi vào.

- Chỉ tiến hành kiểm tra chất lượng bê tông cọc sau khi ninh kết xong (sau 28 ngày).

### VIII.7.2 Nhận xét kết quả kiểm tra

Đánh giá chất lượng bê tông trong cọc nhồi, cọc barét, tường bê tông trong đất qua kết quả kiểm tra bằng phương pháp siêu âm truyền qua căn cứ vào các số liệu sau đây:

a. Theo biểu đồ truyền sóng (xem hình VIII - 34).

Nếu biểu đồ truyền sóng đều đều, biến đổi ít trong một biên độ nhỏ, chứng tỏ chất lượng bê tông đồng đều; nếu biên độ truyền sóng biến đổi lớn và đột ngột, chứng tỏ bê tông có khuyết tật.

b. Căn cứ vào vận tốc âm truyền qua

Vận tốc sóng âm truyền qua bê tông càng nhanh, chứng tỏ bê tông càng đặc chắc và ngược lại.

Có thể căn cứ vào các số liệu trong bảng VIII - 2:

Bảng VIII - 2: Đánh giá chất lượng bê tông thân cọc theo vận tốc truyền âm.

Vận tốc âm (m/sec)	< 2000	2000 ÷ 3000	3000 ÷ 3500	3500 ÷ 4000	> 4000
Chất lượng bê tông	Rất kém	Kém	Trung bình	Tốt	Rất tốt

c. Quan hệ giữa cường độ bê tông và vận tốc âm

Có thể tham khảo tài liệu sau đây của TS. Nguyễn Hữu Đẩu (Viện khoa học - Công nghệ giao thông vận tải).

Bảng VIII - 3: Quan hệ giữa cường độ bê tông và vận tốc âm.

Vận tốc âm (m/sec)	Cường độ nén MPa	Vận tốc âm (m/sec)	Cường độ nén MPa
3000 ÷ 3250	20	3500 ÷ 3750	30
3250 ÷ 3500	25	3750 ÷ 4000	35

### **VIII.7.3. Số lượng cọc barét cần kiểm tra**

Căn cứ TCXD.206: 1998 “Cọc khoan nhồi – Yêu cầu về chất lượng thi công” có thể thực hiện như sau:

- Số cọc cần đặt ống siêu âm là 50%.
- Số cọc cần kiểm tra ngẫu nhiên là 25%.

# CHƯƠNG IX

## THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG TƯỜNG TRONG ĐẤT

### IX.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TƯỜNG TRONG ĐẤT

#### IX.1.1 Định nghĩa tường trong đất

Tường trong đất là một bộ phận kết cấu công trình bằng bê tông cốt thép được đúc tại chỗ hoặc lắp ghép (bằng các tấm panen đúc sẵn) trong đất.

Tên của loại kết cấu này thường được gọi như sau:

- Tiếng Việt: Tường trong đất.
- Tiếng Pháp: Paroi moulée dans le sol.
- Tiếng Anh: Diaphragm wall.
- Tiếng Nga: CTEHA B ГРЬНТЕ

Trong cuốn chỉ dẫn kỹ thuật này chỉ giới thiệu loại tường trong đất đúc tại chỗ, là loại phổ biến nhất.

#### IX.1.2. Tóm tắt về thi công tường trong đất

Thi công tường trong đất thực chất là thi công các barét, được nối liền nhau qua các gioăng chống thấm để tạo thành một bức tường trong đất, bằng bê tông cốt thép.

Các barét thường có tiết diện hình chữ nhật, với chiều rộng từ 0,50m đến 1,50m, chiều dài từ 2,50m đến 3,00m và chiều sâu thông thường từ 12m đến 30m, cá biệt có những cái sâu đến 100m. Việt Nam đã làm 4 công trình có tường trong đất rộng từ 0,60m đến 0,80m và sâu từ 18 đến 22m.

#### IX.1.3. Phạm vi áp dụng tường trong đất

Tường trong đất có thể áp dụng trong các trường hợp sau:

- Làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng.
- Làm các công trình ngầm như: Đường tàu điện ngầm, đường cầu chui, cống thoát nước lớn, các gara ô tô ngầm dưới đất v.v...
- Làm kè bờ cảng, làm tường chắn đất v.v...

Trong cuốn chỉ dẫn kỹ thuật này chỉ chủ yếu giới thiệu về việc áp dụng tường trong đất để làm các tầng hầm cho nhà cao tầng.

### IX.2. MỘT SỐ ĐIỀU CẦN CHÚ Ý VỀ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Công tác khảo sát địa chất công trình cho tường trong đất về cơ bản cũng giống như cho cọc barét (xem mục VIII.2)

Ngoài ra, cần chú ý các vấn đề sau:

1. Căn cứ vào tính chất làm việc của tường trong đất

Khi dùng tường trong đất làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng, thì tường trong đất có tác dụng và bảo đảm các yêu cầu:

- Bảo vệ thành hố đào sâu, đồng thời bảo vệ nền móng công trình lân cận.

- Đảm bảo cho nước ngầm không vào được tầng hầm trong quá trình thi công cũng như sử dụng.

- Đảm bảo cho tường trong đất được ổn định, nghĩa là không bị nghiêng, không bị lún quá giới hạn cho phép.

2. Những ngoại lực tác dụng vào tường trong đất

- Áp lực đất lên mặt tường.

- Áp lực nước dưới đất lên mặt tường.

- Tải trọng công trình.

- Tác dụng của lực chống hoặc neo vào tường.

3. Khi khảo sát, phải xác định cho được một tầng đất sét hoặc sét pha đủ dày và đủ cứng để dựa chân tường trong đất vào đó. Có như vậy, thì mới có thể chấn được nước dưới đất vào tầng hầm và đảm bảo cho tường không bị lún quá giới hạn cho phép.

Đất loại sét và sét pha là loại đất có hệ số thấm nước rất nhỏ nên cách nước tốt. Đất này phải có trạng thái dẻo cứng, nửa cứng và cứng để chịu được tốt tải trọng do công trình và do bản thân bức tường truyền xuống. Chiều dày của lớp đất sét này dưới chân tường phải  $\geq 4b$  (trong đó  $b$  là chiều rộng của tường trong đất). Đất sét và sét pha phải có độ sệt  $I_L \leq 0,30$  và có hệ số thấm nước  $K \leq 3 \times 10^{-10}$  m/sec.

4. Xác định cao trình và sự thay đổi mực nước dưới đất theo các mùa trong năm, xác định tính chất ăn mòn của nước.

### IX.3. THIẾT KẾ TƯỜNG TRONG ĐẤT

Trong phần này chỉ trình bày giải pháp thiết kế cho tường trong đất dùng làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng. Nội dung các công việc thiết kế như sau:

#### IX.3.1. Kiểm tra sức chịu của đất nền dưới chân tường

Tường trong đất khi dùng làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng, thì có thể hoặc không chịu tải trọng thẳng đứng  $N^{tc}$  do công trình bên trên gây nên.

Trường hợp tổng quát, thì phải đảm bảo cho sức chịu của đất nền dưới chân tường lớn hơn tải trọng của công trình cộng với tải trọng bản thân của bức tường gây nên tại chân tường, tức là:

$$P^{tc} = \frac{N^{tc} + G^{tc}}{b} \leq R^{tc} \quad (IX - 1)$$

Trong đó:

$P^{tc}$ : Áp lực tiêu chuẩn dưới chân tường ( $T/m^2$ ).

$N^{tc}$ : Tải trọng công trình trên mỗi mét dài ( $T/m$ ).

$G^{tc}$ : Trọng lượng bản thân của mỗi mét dài tường (T/m).

$R^{tc}$ : Sức chịu của đất nền dưới chân tường (T/m<sup>2</sup>).

b: Chiều rộng của tường trong đất

Xác định theo công thức:

$$R^{tc} = Aby + Bhy' + DC^{tc} \quad (IX - 2)$$

Trong đó:

b: Chiều rộng bức tường (chiều rộng barét) (m).

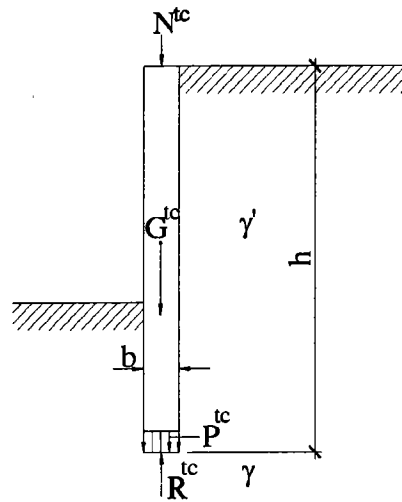
h: Chiều sâu bức tường (m).

$\gamma$ : Dung trọng lớp đất dưới chân tường (T/m<sup>3</sup>).

$\gamma'$ : Dung trọng bình quân của các lớp đất từ chân tường đến mặt đất (T/m<sup>3</sup>).

$C^{tc}$ : Lực dính tiêu chuẩn của lớp đất dưới chân tường (T/m<sup>2</sup>).

A, B, D: Các thông số phụ thuộc góc ma sát trong  $\varphi^0$  của lớp đất dưới chân tường, tra theo bảng IX - 1.



Hình IX - 1: Sơ đồ kiểm tra sức chịu của đất nền dưới chân tường trong đất

Bảng IX - 1 : Các thông số A, B, C phụ thuộc  $\varphi^0$

$\varphi^0$	A	B	D	$\varphi^0$	A	B	D
0	0	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,35	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,21	9,21
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,25	9,98
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	5,00	40	2,46	10,84	11,73
18	0,43	0,72	5,31	42	2,87	12,50	12,77
20	0,51	3,06	5,66	44	3,37	14,48	13,96
22	0,61	3,34	6,04	46	3,66	15,64	14,64

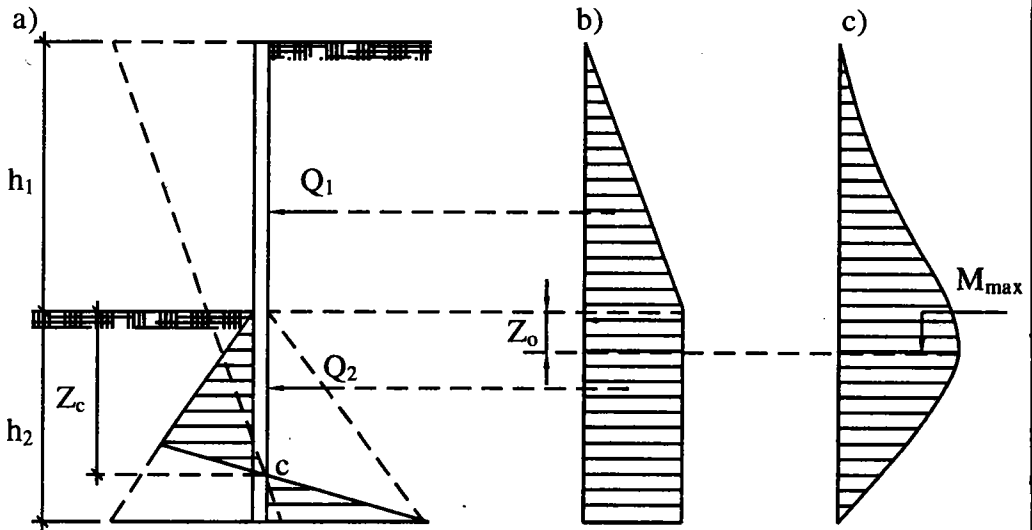
*Ghi chú:*

Tường trong đất bằng bê tông cốt thép gồm các barét nối liền với nhau qua các gioăng chống thấm, cho nên có thể tính cho mỗi mét dài tường hay tính cho mỗi cái barét cũng được.

### IX.3.2. Tính toán tường chắn không neo

Trường hợp này chỉ áp dụng cho nhà có tầng hầm không sâu hơn 4m.

Sơ đồ tính được trình bày trong hình IX - 2 dưới đây:



Hình IX - 2: Sơ đồ tính toán tường tầng hầm không neo

a) Sơ đồ tường; b) Sơ đồ áp lực đất; c) Biểu đồ momen

Quan niệm rằng tường bằng bê tông cốt thép là một vật cứng, nên dưới tác dụng của áp lực đất, thì nó sẽ bị quay quanh một điểm C, gọi là điểm ngàm, cách đáy hố đào một đoạn là  $Z_c = 0,8h_2$  (trong đó  $h_2$  là chiều sâu tường dưới đáy hố đào).

Ở đây phải xác định hai số liệu quan trọng, đó là độ sâu cần thiết của tường và mômen uốn  $M_{max}$  để tính cốt thép cho tường. Trình tự tiến hành như sau:

a). Xác định các hệ số áp lực chủ động và áp lực bị động của đất vào tường:

- Hệ số áp lực chủ động:

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (\text{IX} - 3)$$

- Hệ số áp lực bị động:

$$\lambda_p = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (\text{IX} - 4)$$

- Hiệu số của hai hệ số áp lực chủ động và áp lực bị động là:

$$\lambda = \lambda_p - \lambda_a$$

b). Xác định áp lực giới hạn của đất nền dưới chân tường:

$$q_{gh} = \gamma[(h_1 - h_2) - h_2 \lambda_a] \quad (IX - 5)$$

c). Áp lực chủ động của đất ở sau tường:

$$Q_1 = \frac{\gamma h_2^2 \cdot \lambda_a}{2} \quad (IX - 6)$$

$$Q_2 = \gamma Z_c \cdot \lambda_a \quad (IX - 7)$$

d). Lực đẩy ngang lớn nhất dưới chân tường vào đất:

$$q_{max} = \frac{[\gamma h_2^2 \lambda - 2(Q_1 + Q_2)]^2}{\gamma h_2^3 \lambda - 2Q_1(h_1 + 3h_2) - 3Q_2(2h_2 - Z_c)} - \gamma h_2 \lambda \quad (IX - 8)$$

*Ghi chú:* Trong các công thức trên

$\gamma$ : Dung trọng của đất.

$\varphi$ : Góc ma sát trong của đất.

e). Chiều sâu ngàm của bức tường vào đất cần thiết để cho tường được ổn định khi đảm bảo điều kiện:

$$q_{max} \leq q_{gh} \quad (IX - 9)$$

g). Xác định mômen uốn lớn nhất  $M_{max}$  của tường. Mômen lớn nhất  $M_{max}$  tác dụng vào điểm nằm dưới đáy hố đào một đoạn  $Z_0$ :

$$Z_0 = h_1 \frac{\lambda_a}{\lambda} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda}{\lambda_a}} \right] \quad (IX - 10)$$

$$M_{max} = Q_1 \left[ \frac{h_1}{2} + Z_0 + \frac{Z_0^2}{h_1} \right] - \frac{\gamma \lambda}{6} Z_0^3 \quad (IX - 11)$$

Coi tường là một kết cấu công-sơn, từ  $M_{max}$  tính được cốt thép chủ cho tường theo phương pháp thông thường của kết cấu bê tông cốt thép.

### IX.3.3. Tính toán tường chắn có một hàng neo

Sơ đồ tính toán được thể hiện trên hình IX - 3 dưới đây:

Sơ đồ tính này thường áp dụng cho nhà cao tầng có hai tầng hầm (với hố đào sâu khoảng 8 đến 10m).

Điều kiện cân bằng ổn định của tường như sau:

$$Q_1 \left[ \frac{2}{3}(h_1 + h_2) - a \right] \leq m Q_2 \left[ h_1 + \frac{2}{3} h_2 - a \right] \quad (IX - 12)$$

Trong đó:

$Q_1$ : Áp lực chủ động của đất

$Q_2$ : Áp lực bị động của đất

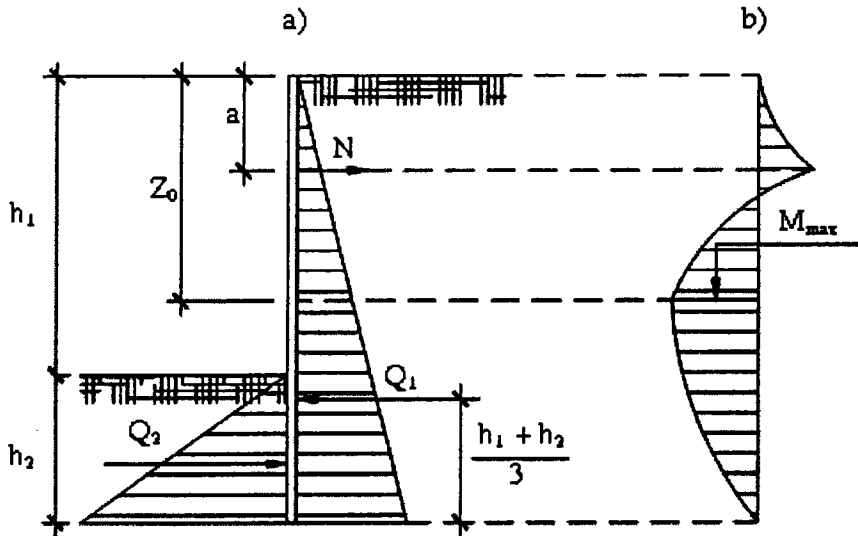
$m$ : Hệ số điều kiện làm việc,  $m = 0,7 \div 1$

Phản lực của neo là:

$$N = Q_1 - Q_2 \quad (IX - 13)$$

Điểm tác dụng của mômen uốn lớn nhất vào tường là điểm cách mặt đất một đoạn  $Z_0$ .

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2N}{\gamma\lambda_a}} \quad (\text{IX} - 14)$$



Hình IX - 3: Sơ đồ tính toán tường có một hàng neo  
a) Sơ đồ tính; b) Biểu đồ mômen

Ở đây:

$\gamma$ : Dung trọng của đất

$\lambda_a$ : Hệ số áp lực chủ động

Giá trị của mômen uốn lớn nhất vào tường  $M_{max}$ :

$$M_{max} = N(Z_0 - a) - \frac{\gamma\lambda_a}{6} Z_0^3 \quad (\text{IX} - 15)$$

Từ  $M_{max}$  tính được cốt thép chủ do tường chịu uốn theo phương pháp thông thường của kết cấu bê tông cốt thép.

### IX.3.4. Tính toán tường chắn có nhiều hàng neo

Áp lực đất lên tường cứ được xác định theo phương pháp của K.Tersaghi. Biểu đồ rút gọn áp lực bên của đất lên tường có nhiều gối (do các thanh chống khi thi công) hoặc có nhiều neo (tạm thời hay lâu dài) đối với đất rời và đất dính được thể hiện ở hình IX - 4.

Trị số cực đại áp lực ngang của đất tác dụng lên tường chắn đối với đất rời:

$$P_{max} = 0,75 P_a \quad (\text{IX} - 16)$$

Đối với đất dính:

$$P_{max} = \gamma_d \cdot H - 4 \tau \quad (\text{IX} - 17)$$

Trong đó:



$\gamma_d$ : Dung trọng tự nhiên của đất.

$\tau$ : Kháng lực cắt của đất dính.

$P_a$ : Áp lực chủ động của đất lên tường.

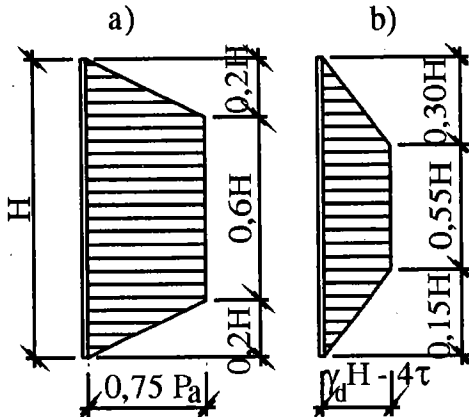
$$P_a = \gamma_d Z \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{IX} - 18)$$

Ở đây:

Z: Khoảng cách từ tiết diện của tường đang xét đến đỉnh tường.

$\varphi$ : Góc ma sát trong của đất.

Dùng  $P_{\max}$  để xác định các nội lực trong tường chắn.



Hình IX - 4: Biểu đồ rút gọn áp lực bên của đất lên tường chắn có nhiều hàng neo.

- a) Đất rời  
b) Đất dính

Các mômen uốn trong tường và các phản lực ở gối (hoặc neo) được xác định như trong những dầm một nhịp có chiều dài bằng khoảng cách giữa các gối (hoặc neo). Phần trên cùng của tường được tính như một dầm công-sơn có chiều dài bằng khoảng cách từ đỉnh tường đến hàng gối tựa (hoặc neo) thứ nhất. Gối tựa dưới cùng đặt tại đáy hố móng.

Khi tính toán các tường cừ có neo ứng suất trước, thì phải tính các ứng suất phụ phát sinh trong tường và neo do việc căng neo.

Khi tính toán các ứng lực do căng trước neo, để đơn giản tính toán, người ta xem tường như cứng tuyệt đối, tức là không xét ảnh hưởng của độ võng tường đến sự phân bố của phản lực đất phát sinh khi căng neo, còn đất sau tường coi là nền đàn hồi Winkler với hệ số nền thay đổi tuyến tính theo chiều sâu.

Sơ đồ lực tác dụng vào tường khi có các neo ứng suất trước được trình bày trên hình IX - 5.

Mômen  $M_{Za}$  và lực cắt  $Q_{Za}$  trong tường cừ do căng trước neo được xác định theo công thức kinh nghiệm của V.M.Zubkov:

$$M_{Za} = \sum_{n=1}^K S_n \cdot \theta - \left( \frac{Z}{L} \right)^3 \left\{ 2Q_s L \left[ 1,5 - \frac{Z}{L} \right] - 3M_s \left[ 1,33 - \frac{Z}{L} \right] \right\} \quad (\text{IX} - 19)$$

$$Q_{Za} = \sum_{n=1}^K \eta S_n \cdot \theta - \left( \frac{Z}{L} \right)^2 \left\{ 8Q_s \left[ 1,25 - \frac{Z}{L} \right] - 12 \left( \frac{M_s}{L} \right) \left[ 1 - \frac{Z}{L} \right] \right\} \quad (\text{IX} - 20)$$

Trong đó:

$S_n$ : Thành phần nằm ngang của lực căng neo ở hàng thứ  $n$  trên một mét dài tường (N/m)

$Z$ : Khoảng cách từ đỉnh tường đến tiết diện đang xét (m)

$K$ : Số lượng hàng neo theo chiều cao tường

$n$ : Số liệu của hàng neo ( $n = 1, 2, 3 \dots k$ )

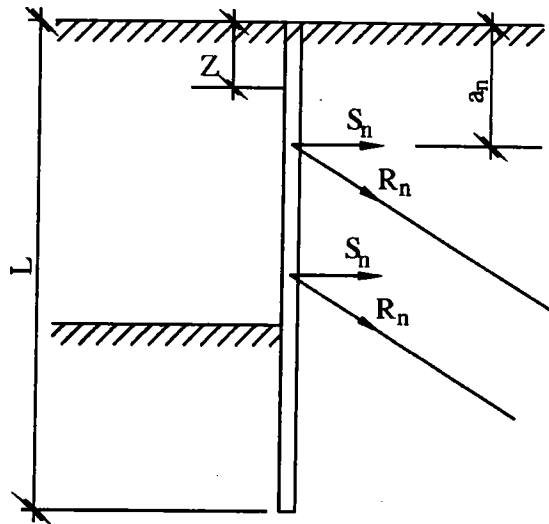
$L$ : Chiều sâu tường (khoảng cách từ đỉnh tường đến chân tường) (m)

$$\theta = \begin{cases} Z - a_n & \text{nếu } Z > a_n \\ 0 & \text{nếu } Z \leq a_n \end{cases}$$

$a_n$ : Khoảng cách từ đỉnh tường đến neo thứ nhất (m)

$$\eta = \begin{cases} 1 & \text{nếu } Z > a_n \\ 0 & \text{nếu } Z \leq a_n \end{cases}$$

$$Q_S = \sum_{n=1}^K S_n ; \quad M_S = \sum_{n=1}^K S_n a_n$$



Hình IX - 5: Sơ đồ lực tác dụng vào tường cừ khi có các neo ứng suất trước

Nội lực tổng cộng trong tường và neo:

$$M_Z = M_{Z0} + M_0$$

$$Q_Z = M_{Z0} + Q_0$$

$$R_n = S_n + R_0$$

Ở đây  $M_{Z0}$ ,  $Q_{Z0}$  và  $R_0$  tương ứng là mômen, lực cắt và ứng lực trong neo nhận được khi tính toán bình thường tường tựa lên gối kê mà không có neo dự ứng lực.

Từ  $M_z$ , tính ra thép chủ và từ  $Q_z$  tính ra thép đai cho mỗi mét dài tường trong đất bằng bê tông cốt thép theo phương pháp thông thường của kết cấu bê tông cốt thép.

Về cơ bản cấu tạo thép trong tường, trong đất cũng giống như trong barét (xem mục VIII.5.4).

*Chú ý* : Có loại tường trong đất thi công bằng cách đổ bê tông ngay tại chỗ, trên hiện trường và còn có loại đúc sẵn trong công xưởng rồi lắp ghép tại hiện trường. Loại tường lắp ghép thường không sâu bằng tường đúc tại chỗ. Khi tính thép cho tường lắp ghép cần phải chú ý việc vận chuyển và cấu lắp các barét nên cốt thép trong tường lắp ghép có nhiều hơn trong tường đúc tại chỗ.

#### **IX.4. THI CÔNG TƯỜNG TRONG ĐẤT**

Về cơ bản, thi công tường trong đất cũng giống như thi công cọc barét (xem mục VIII.6). Tường trong đất là gồm các barét được nối với nhau theo cạnh ngắn của tiết diện; giữa các barét có gioăng chống thấm.

Trình tự thi công tường trong đất bằng phương pháp đổ bê tông tại chỗ được thực hiện như sau:

##### **IX.4.1. Đào hố cho panen (barét) đầu tiên**

Đào hố cho panen đầu tiên phải thực hiện 3 bước:

- Bước 1: Dùng gầu đào thích hợp đào một phần hố đến chiều sâu thiết kế. Chú ý, đào đến đâu, phải kịp thời cung cấp dung dịch Bentonite đến đó cho đầy hố đào, để giữ cho thành hố đào khỏi bị sụt lở (xem phần 1, hình IX - 6).

- Bước 2: Đào phần hố bên cạnh, cách phần hố đầu tiên một dải đất. Làm như vậy để cung cấp dung dịch Bentonite vào hố sẽ không làm lở thành hố cũ (xem phần 2, hình IX - 6).

- Bước 3: Đào nốt phần đất còn lại (đào trong dung dịch Bentonite) để hoàn thành một hố cho panen đầu tiên theo thiết kế (xem phần 3, hình IX - 6).

##### **IX.4.2. Hạ lồng cốt thép, đặt gioăng chống thấm và đổ bê tông cho panen (barét) đầu tiên**

Các bước thực hiện như sau:

- Bước 4: Hạ lồng cốt thép vào hố đào sẵn trong dung dịch Bentonite. Sau đó đặt gioăng chống thấm CWS (nhờ có bộ gá lắp bằng thép chuyên dụng) vào vị trí (xem phần 4, hình IX - 7).

Gioăng chống thấm CWS và bộ gá lắp chuyên dụng của hãng Bachy - Soletanche trình bày trên hình IX - 7a.

- Bước 5: Đổ bê tông theo phương pháp vữa dâng, thu hồi dung dịch Bentonite về trạm xử lý. Bê tông của tường trong đất thường có mác 250<sup>#</sup> đến 300<sup>#</sup>. Ống đổ bê tông phải luôn luôn chìm trong bê tông tươi một đoạn khoảng 3m để tránh cho bê tông bị phân tầng, bị rỗ (xem phần 5, hình IX - 8).

- Bước 6: hoàn thành đổ bê tông cho toàn bộ panen (barét) thứ nhất (xem phần 6, hình IX - 8).

*Chú ý:*

Phải đổ bê tông cao hơn cốt thiết kế một đoạn không ít hơn 0.50m để sau này đập đi phần bê tông xấu là vừa.

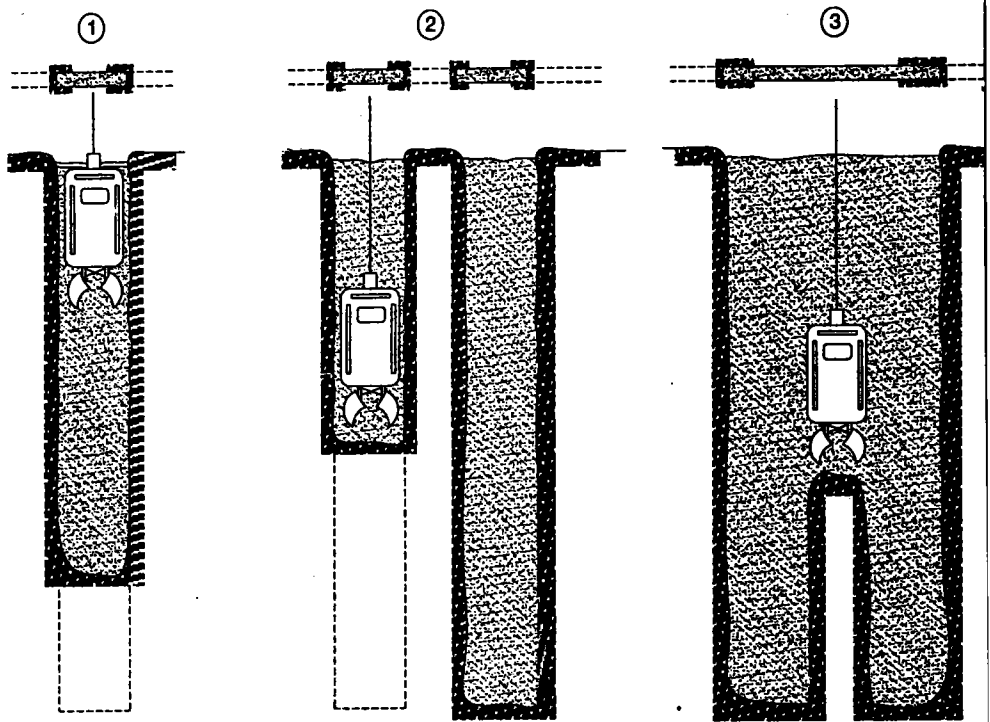
### IX.4.3. Đào hố cho panen (barét) tiếp theo và tháo bộ gá lắp gioăng chống thấm

- Bước 7: Đào một phần hố sâu đến cốt thiết kế đáy panen (đào trong dung dịch Bentonite). Chú ý đào các panen đầu tiên (sau khi bê tông của panen đó đã ninh kết được  $\geq 8$  giờ) một dải đất (xem hình IX - 9, phần 7).

- Bước 8: Đào tiếp đến sát panen số 1 (xem phần 8 trên hình IX - 9).

- Bước 9: Gỡ bộ gá lắp gioăng chống thấm bằng gầu đào khỏi cạnh panen số 1, nhưng gioăng chống thấm CWS vẫn nằm tại chỗ tiếp giáp giữa hai panen (xem phần 9 trên hình IX - 9).

### IX.4.4. Hạ lồng cốt thép, đặt gioăng chống thấm và đổ bê tông cho panen (barét) thứ hai



Hình IX - 6: Đào hố cho panel (barét) đầu tiên  
1) Đào một phần hố; 2) Đào phần hố bên cạnh  
3) Đào phần còn lại để hoàn thiện hố đào

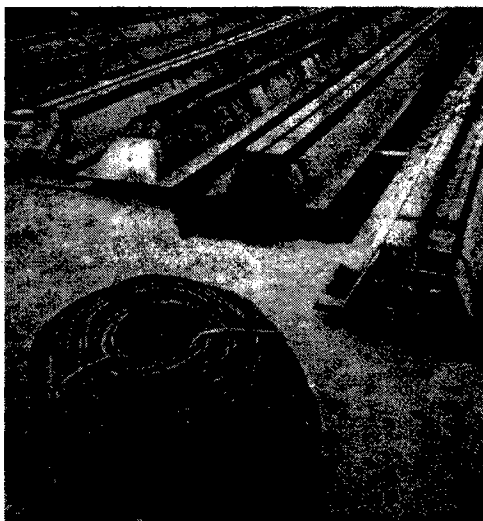
- Bước 10: Hạ lồng cốt thép xuống hố đào chứa đầy dung dịch Bentonite. Đặt bộ gá lắp cùng với gioăng chống thấm CWS vào vị trí (xem phần 10 trên hình IX - 10).

- Bước 11: Đổ bê tông cho panen (barét) thứ hai bằng phương pháp vữa dâng, như panen số 1 (xem phần 11 trên hình IX - 10).

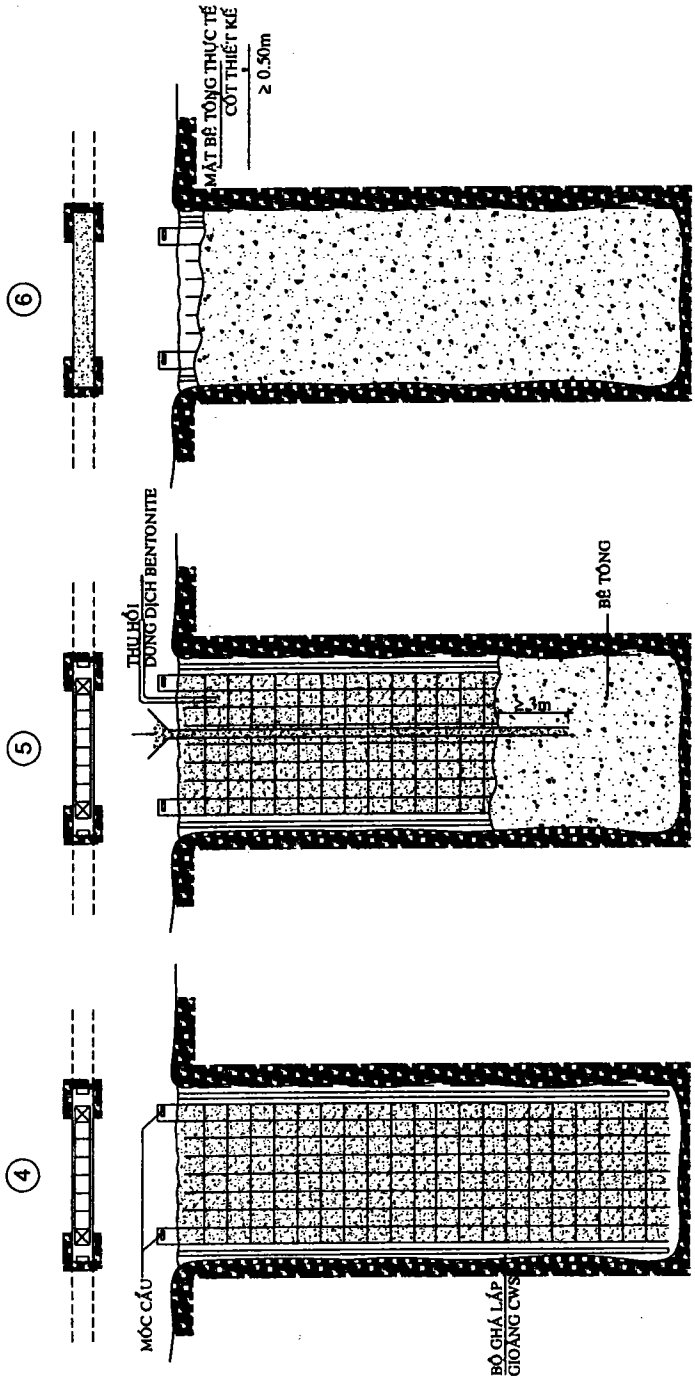
- Bước 12: Tiếp tục đào hố cho panen thứ ba ở phía bên kia của panen số 1 (xem phần 12 trên hình IX - 10). Thực hiện việc hạ lồng cốt thép, đặt bộ gá lắp cùng với gioăng chống thấm và đổ bê tông cho panen thứ 3 giống như đã thực hiện cho các panen trước.

Tiếp tục theo quy trình thi công như vậy để hoàn thành toàn bộ bức tường trong đất theo thiết kế.

*Chú ý:* Phải đặt các ống siêu âm để kiểm tra chất lượng bê tông trong từng panen giống như trong cọc barét (xem mục VIII.7.).

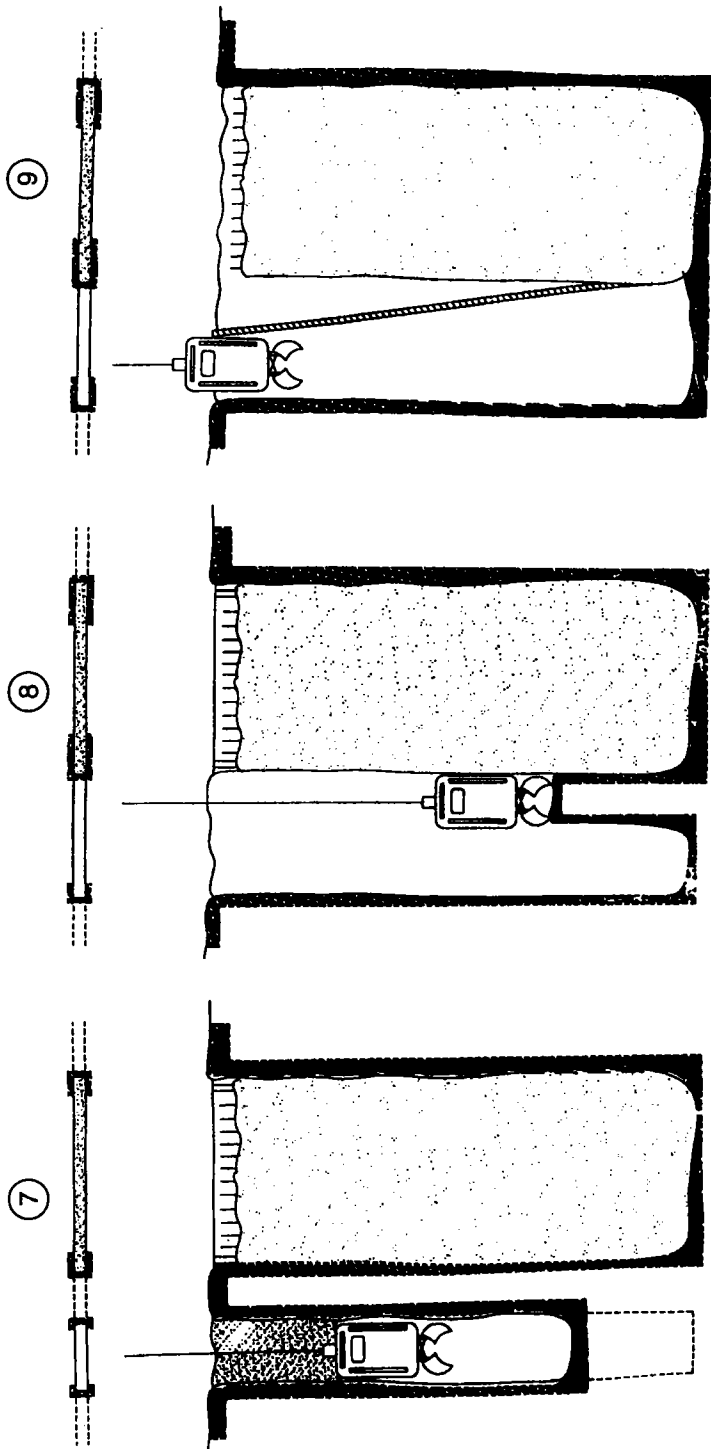


Hình IX - 7: Bộ gá lắp và gioăng CWS

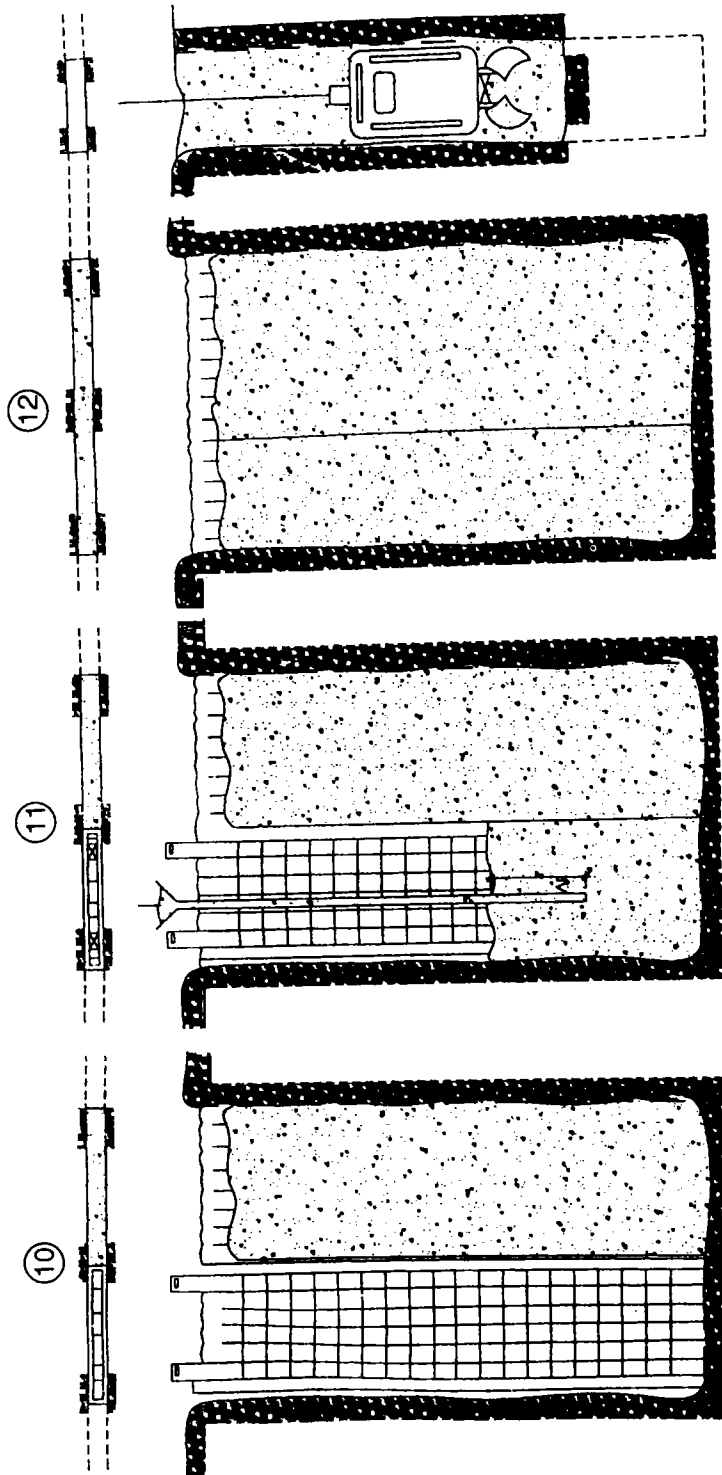


Hình IX – 8: Hạ lổng cốt thép, đặt gioăng chống thấm và đổ bê tông cho panen đầu tiên

4) Hạ lổng cốt thép và đặt gioăng chống thấm; 5) Đổ bê tông theo phương pháp vữa dâng; 6) Đổ bê tông xong



Hình IX – 9: Đào hố cho panen thứ hai, tháo bộ gá lắp và tu sửa gioăng chống thấm CWS  
 7) Đào hố thứ nhất; 8) Đào hoàn chỉnh hố cho panen thứ hai; 9) Tháo bộ gá lắp gioăng



Hình IX - 10: Hạ lồng cốt thép, đặt gioăng chống thấm, đổ bê tông cho panen thứ hai và tiếp tục đào hố để thi công cho panen thứ ba

- 10) Hạ lồng cốt thép và đặt gioăng chống thấm cho panen thứ hai
- 11) Đổ bê tông cho panen thứ hai
- 11) Đổ bê tông xong cho panen thứ hai, rồi đổ bê tông cho panen thứ ba



## **IX.5. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG TƯỜNG TRONG ĐẤT**

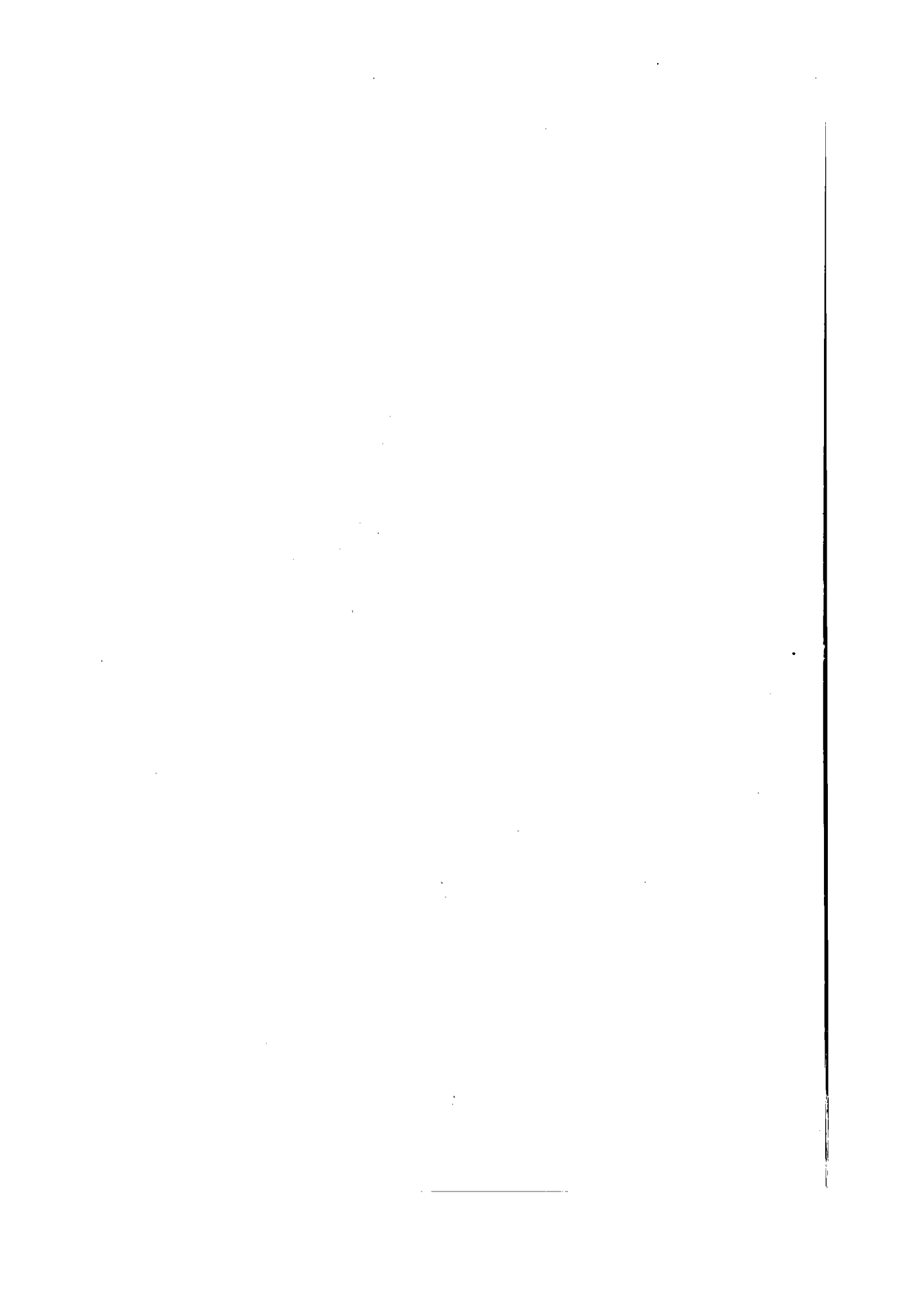
### **IX.5.1. Kiểm tra chất lượng bê tông**

Dùng phương pháp siêu âm truyền qua giống như kiểm tra cọc barét (xem mục 10 chương I).

### **IX.5.2 Kiểm tra chất lượng chống thấm nước qua tường**

Chủ yếu kiểm tra thấm qua các gioăng cách nước giữa các panen bằng cách quan sát thực địa. Nếu bị thấm thì phải có biện pháp xử lý.

Thông thường dùng vữa chống thấm chuyên dụng (thí dụ vữa Sika).

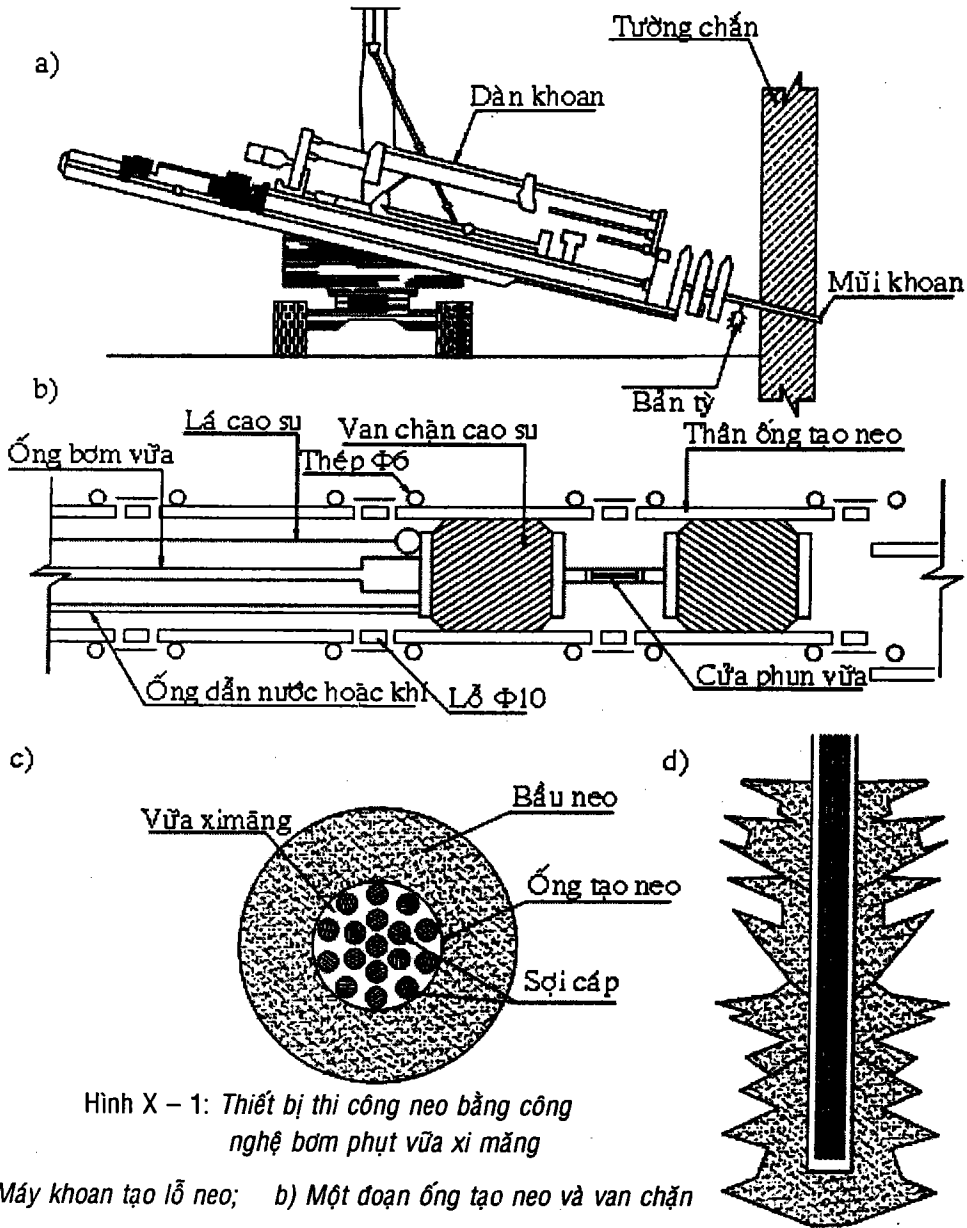


# CHƯƠNG X

## THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG NEO TRONG ĐẤT

### X.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG

#### X.1.1. Giới thiệu về “Neo phụt”



Hình X - 1: Thiết bị thi công neo bằng công nghệ bơm phụt vữa xi măng

- a) Máy khoan tạo lỗ neo; b) Một đoạn ống tạo neo và van chặn  
c) Cắt ngang qua bầu neo; d) Cắt dọc neo

Neo trong đất có nhiều loại; nhưng ở đây chỉ trình bày về loại “Neo phụt”. Đây là loại neo trong đất hiện đại nhất hiện nay và thông dụng nhất khi xây dựng tầng hầm nhà cao tầng.

Bằng loại máy khoan chuyên dụng người ta khoan qua bức tường chắn để tạo lỗ neo trong đất (xem hình X - 1).

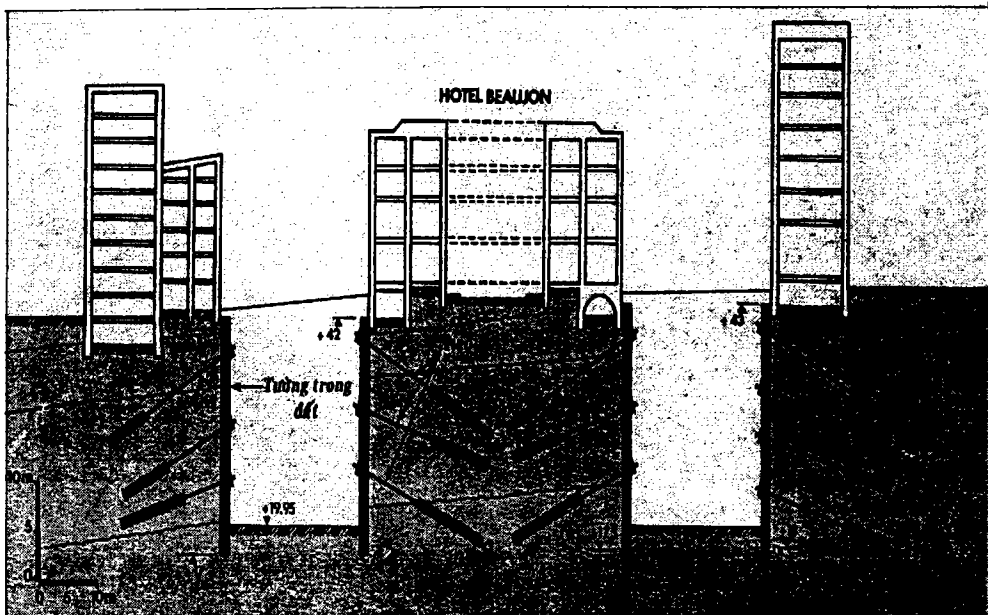
Sau đó đưa ống tạo neo vào lỗ khoan đến chiều dài thiết kế. Ống tạo neo bằng kim loại hoặc bằng nhựa chịu áp lực có đường kính khoảng  $80 \div 245\text{mm}$ . Trên đoạn tạo bầu neo có đục các lỗ  $\Phi 10\text{mm}$  với ghen cao su để phụt vữa xi măng. Để tạo hiệu quả phụt vữa xi măng tốt, trong ống còn có các van chặn bằng cao su. Một đoạn ống tạo neo và van chặn được trình bày ở phần b trên hình X - 1.

Với áp suất đủ lớn, bầu neo được hình thành xung quanh thanh neo bằng bó cáp bằng thép không gỉ (xem phần c trên hình X - 1).

Bầu neo tạo nên sức ma sát rất lớn giữa thanh neo với đất xung quanh neo. Do đó tạo cho neo một sức chịu khá lớn (có thể trên 100 tấn cho mỗi cái neo). Chi tiết cắt dọc cho đoạn bầu neo được trình bày trên phần d của hình X - 1.

Hiện nay người ta thường dùng các thanh neo bằng các bó cáp được kéo căng trước để tạo nên các neo ứng suất trước có hiệu quả rất tốt.

### X.1.2. Phạm vi áp dụng “Neo phụt”



Hình X - 2: Neo cho phần ngầm của khách sạn Beaujon ở Pháp

Neo phụt thường áp dụng để:

- Neo các tường tầng hầm cho nhà cao tầng.
- Neo tường thành hố đào sâu cho các công trình ngầm đô thị như hầm tàu điện ngầm, hầm cầu chui, gara ô tô ngầm công cộng v.v...



Hình X -3: Neo tường công trình ngầm rất lớn ở New York (Mỹ)



Hình X - 4: Vietcombank Tower Hà Nội



Hình X - 5: Neo tường chắn Vietcombank

## X.2. MỘT SỐ ĐIỀU CẦN CHÚ Ý VỀ KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Những tài liệu về khảo sát địa chất công trình cần thiết cho việc thiết kế và thi công neo trong đất bao gồm:

## 1. Cấu tạo địa tầng trong chiều sâu và chiều rộng cần thiết của phạm vi neo.

Cần thiết phải xác định được tầng đất tốt để cấu tạo bầu neo. Tốt nhất là tìm được tầng cát trung hoặc cát thô để cấu tạo bầu neo trong đó. Nếu không có, thì cũng phải tìm được tầng cát pha hoặc sét pha ở trạng thái dẻo cứng để cấu tạo bầu neo. Không được đặt bầu neo trong các lớp đất yếu.

## 2. Thí nghiệm để xác định tất cả các tính chất cơ lý của đất

Thành phần hạt %, dung trọng thiên nhiên  $\gamma_w$ , dung trọng khô  $\gamma_k$ , độ ẩm  $W\%$ , tỷ trọng  $\gamma_s$ , giới hạn dẻo  $W_d$ , giới hạn chảy  $W_T$ , chỉ số dẻo  $W_n$ , độ sệt  $I_L$ , hệ số nén, lực dính  $C$ , góc ma sát trong  $\varphi$ , hệ số thấm  $K$ , v.v...

## 3. Thí nghiệm tính chất hóa học của đất và của nước dưới đất

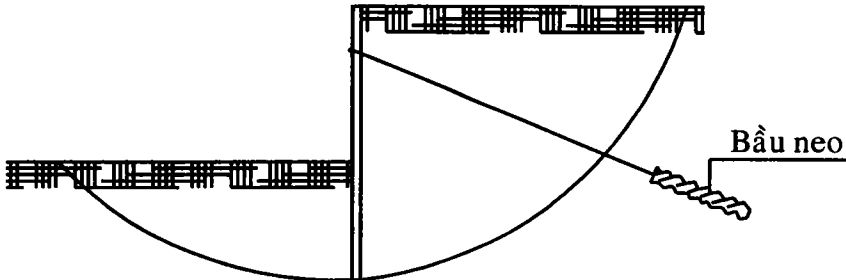
Để xác định tính chất ăn mòn của chúng đối với vật liệu làm neo như cốt (cáp) thép và xi măng.

Đặc biệt chú ý khi công trình xây dựng gần các cơ sở có chất thải mang tính ăn mòn của hóa chất.

## X.3. THIẾT KẾ NEO PHỤT

### X.3.1. Những nguyên tắc chung

#### 1. Bầu neo phải nằm ngoài cung trượt



Hình X - 6: Vị trí của bầu neo đối với cung trượt

Khi thiết kế neo trong đất, người ta giả thiết rằng trong trường hợp bất lợi nhất là khi bức tường bị mất ổn định làm cho khối đất sau tường bị trượt theo cung tròn giả định như hình vẽ. Để cho neo có hiệu quả, thì bầu neo phải nằm ngoài cung trượt (xem hình X - 6). Trường hợp đất sau tường có thể hình thành cung trượt khi nền đất là đất yếu hoặc gồm nhiều lớp không đồng nhất.

#### 2. Phải đảm bảo sự cân bằng ổn định của tường chắn

Khi đào hố sâu, thì tường chắn sẽ bị đẩy ra do áp lực chủ động của đất sau tường (biểu đồ áp lực (1)) và gây nên áp lực bị động ở chân tường (biểu đồ áp lực (2)).

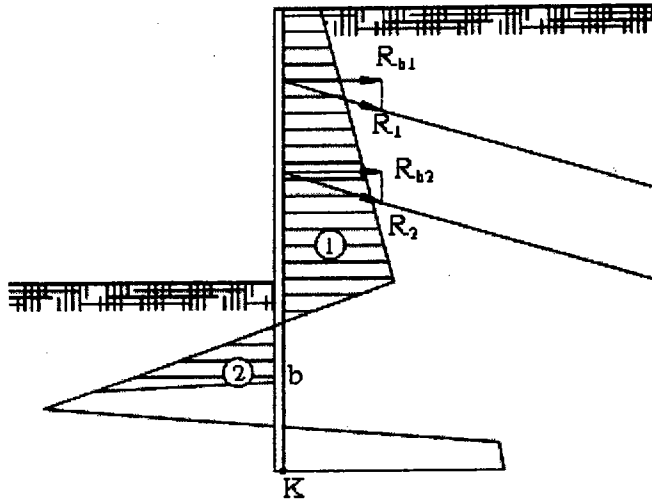
Tại điểm ngàm thì lực đẩy bằng không. Phải đảm bảo hai điều kiện sau:

a. Điểm ngàm b không được trùng với đáy tường K.

Nếu hai điểm đó trùng nhau thì có nguy cơ chân tường bị đẩy ngang làm cho tường bị mất ổn định.

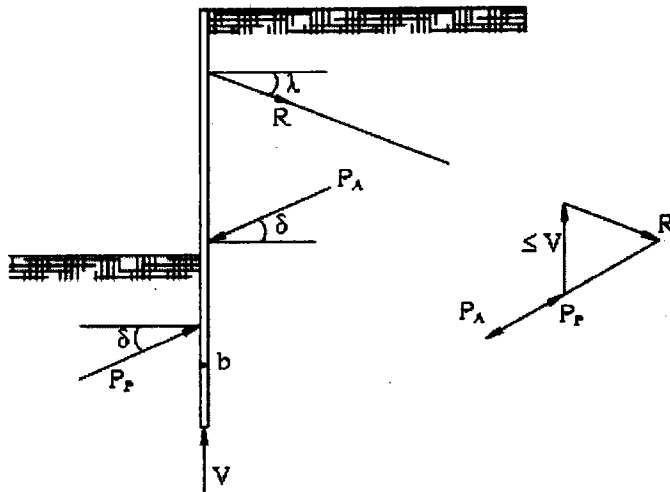
b. Phải đảm bảo cân bằng lực đẩy do áp lực chủ động của đất sau tường với lực giữ do tường được ngàm trong đất và lực kéo của các thanh neo, tức là:

$$\textcircled{1} = R_h + \textcircled{2} \text{ tức là } P_A \leq R_h + P_p \quad (X - 1)$$



Hình X - 7: Cân bằng của các lực ngang tác dụng vào tường chắn

3. Phải đảm bảo cho tổng các lực thẳng đứng nhỏ hơn phản lực ở đáy tường, tức là nhỏ hơn sức chịu của đất ở đáy tường



Hình X - 8: Đối với đất rời

Khi độ dốc của thanh neo lớn, thì sẽ tạo nên các lực thẳng đứng tác dụng vào tường càng lớn, do đó có thể làm cho tường bị lún quá giới hạn cho phép. Vì vậy phải kiểm tra để đảm bảo cho sức chịu của đất lớn hơn các lực thẳng đứng tác dụng vào tường.

a. Đối với đất rời (xem hình X - 8)

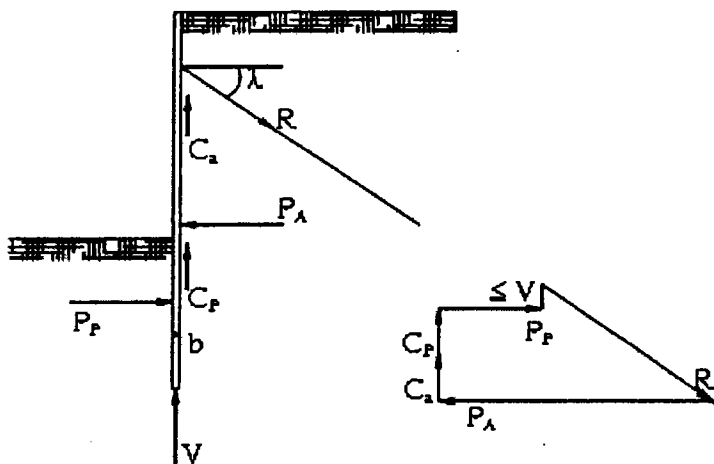
Vẽ đa giác lực: Trong đó  $R$  là lực kéo của thanh neo;  $P_A$  là lực đẩy của đất vào sau lưng tường;  $P_p$  là lực tựa do tường được ngàm vào đất;  $b$  là điểm ngàm.

Phải đảm bảo cho thành phần lực thẳng đứng khép kín của đa giác lực nhỏ hơn phản lực ở đáy tường ( $\leq V$ ).

b. Đối với đất dính (xem hình X - 9)

Vẽ đa giác lực: Trong đó  $R$  là lực kéo của thanh neo;  $P_A$  là áp lực chủ động;  $P_p$  là áp lực bị động;  $C_a$  là lực dính ở thân tường;  $C_p$  là lực dính của đất ở chân tường.

Phải đảm bảo cho thành phần lực thẳng đứng khép kín của đa giác lực nhỏ hơn phản lực ở chân tường ( $\leq V$ ).



Hình X - 9: Đối với đất dính

### X.3.2. Lý thuyết về sức chịu của neo phụt và ổn định của tường chắn

Sức chịu của neo phụt tạo nên bởi lực ma sát giữa bầu neo và đất xung quanh. Khi neo làm việc thì sức căng của neo được đảm bảo bằng sự ổn định của khối đất sau tường  $\textcircled{M}$ , xem hình X - 10.

Trên hình vẽ thể hiện: Khối đất  $M$  sau tường do lực kéo của bầu neo tạo nên nằm trong giới hạn  $b c e f$

Trong đó:

Đường cong  $bc$  là đường cong phá hoại

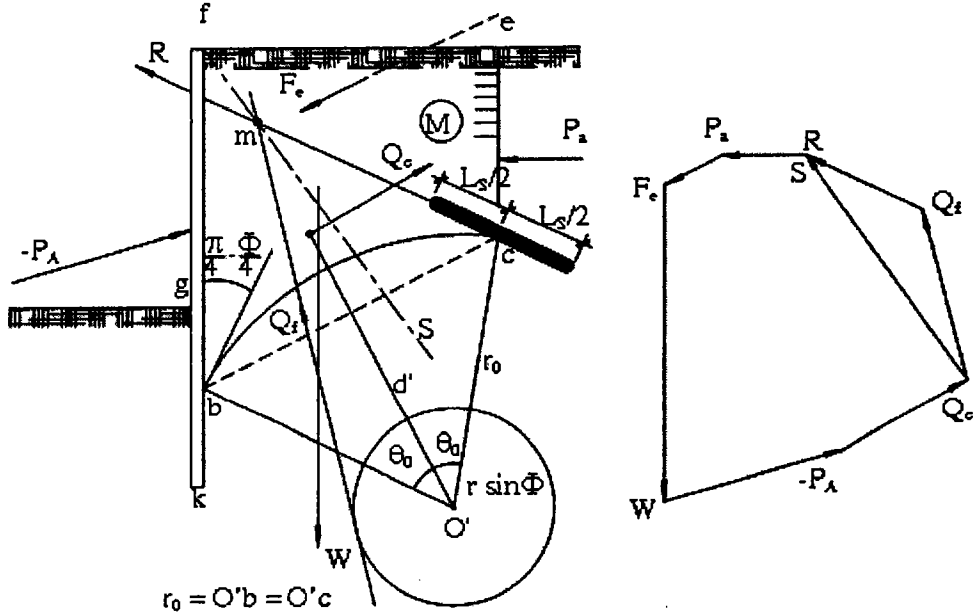


Mặt đứng  $ce$  là mặt phẳng neo giả tưởng

$b$  là điểm ngàm, có lực cắt bằng không.

$c$  là một điểm trên trục của bầu neo, cách đầu bầu neo một đoạn bằng  $\frac{L_s}{2}$ , nếu  $B \leq \frac{L_s}{2}$  hoặc bằng  $B$  nếu  $B > \frac{L_s}{2}$

(Trong đó  $B$  là khoảng cách giữa các thanh neo theo chiều ngang và  $L_s$  là chiều dài của bầu neo).



Hình X - 10: Xác định sức chịu của neo  $R$  bằng phương pháp đồ giải

Đường cong phá hoại  $bc$  là một cung tròn cắt vách tại  $b$  với một góc bằng  $\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi}{2}$  (ở đây  $\Phi$  là góc ma sát trong của đất và đi qua điểm  $C$ ).

Các lực hiện diện như sau:

- Trọng lượng của khối đất  $(M)$  là  $W$ .
- Phản lực  $-P_A$  của vách, bằng và ngược chiều với lực đẩy của đất và hoạt tải trên chiều cao  $bf$  của vách tường.
- Lực đẩy  $P_a$ , trong đó kể cả hoạt tải trên mặt phẳng neo giả tưởng  $ce$  ( $P_a$  nói chung là nằm ngang).
- Hợp lực  $F_e$  của các ngoại lực (lực ngoài, áp lực dòng chảy).
- Phản lực neo  $R$ .
- Hợp lực của các phản lực trên mặt phẳng phá hoại  $bc$  gồm:
  - Thành phần do lực dính  $c$  là  $Q_c = 2Cr_0 \sin\theta_0$ , song song với  $bc$  và cách tâm  $O'$  của vòng tròn  $O'$  một đoạn  $d' = r_0\theta_0/\sin\theta_0$ .

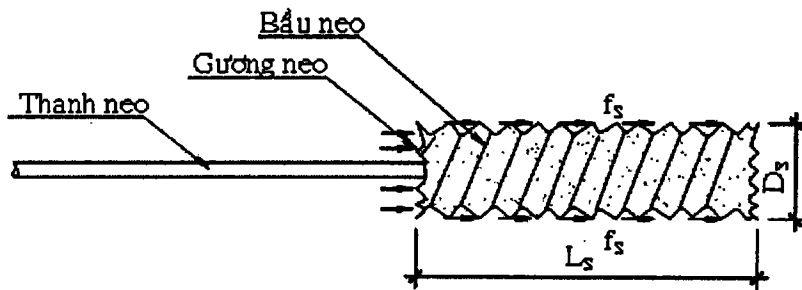
- Thành phần  $Q_r$  do ma sát, tiếp tuyến với vòng tròn  $O'$  có bán kính bằng  $r_0 \sin \Phi$ .

Cách xác định phần lực neo  $R$  bằng phương pháp đồ giải:

Bắt đầu xác định đường tác dụng của tổng hợp lực  $S$  (của các lực  $W$ ,  $P_a$ ,  $P_A$ ,  $F_e$  và  $Q_c$ ). Rồi từ giao điểm  $m$  của đường tác dụng đó với trục của thanh neo, kẻ tiếp tuyến với vòng tròn  $O'$  có bán kính bằng  $r_0 \sin \theta$ . Đó là đường tác dụng của thành phần  $Q_r$  của các phần lực lên bc. Chỉ cần mang đường tác dụng đó sang biểu đồ để xác định các trị số  $Q_r$  và phần lực của neo  $R$  (xem đa giác lực trên hình X - 10).

Sức chịu của neo thường lấy bằng  $1,5R$  tức là phải dùng một phần lực  $R_{max} = 1,5R$  để thiết kế sức chịu của neo. Như vậy là thiết kế với hệ số an toàn của neo bằng 1,5. Tuy nhiên, khi cho neo làm việc, thì chỉ cần kéo neo với sức chịu  $R$  cần thiết là đủ.

### X.3.3. Tính sức chịu của neo



Hình X - 11: Sơ đồ cấu tạo neo

Sức chịu của neo được tạo nên bởi hai phần:

- Phần chủ yếu là lực ma sát giữa mặt xung quanh của bầu neo và đất.
- Phần phụ là phản lực của đất vào gương neo.

$C^{lc}$ : Lực dính tiêu chuẩn của đất

(MPa)

$\gamma$ : Dung trọng thiên nhiên của đất  
(KN/m<sup>2</sup>)

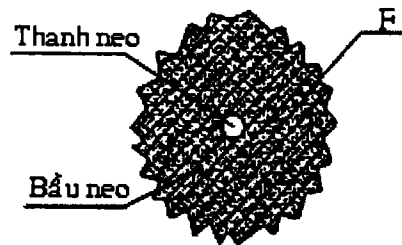
$h$ : Khoảng cách từ đầu bầu neo đến mặt đất (m)

$F$ : Diện tích tiết diện vành khăn của bầu neo (m<sup>2</sup>, chú ý phải trừ đi tiết diện thanh neo, xem hình X - 12)

Sức chịu của neo được xác định theo công thức:

$$R = Km[(f_s L_s)u + (AC^{lc} + B\gamma h)F] \quad (X - 2)$$

Trong đó:



Hình X - 12: Diện tích mặt dương bầu neo

K: Hệ số đồng nhất của đất (lấy K = 0,6)

m: Hệ số điều khiển làm việc (m = 1)

f<sub>s</sub>: Sức ma sát của đất (MPa) lấy theo bảng (X - 1)

L<sub>s</sub>: Chiều dài của bầu neo (m)

u: Chu vi mặt ngoài của bầu neo (m)

A, B: Các hệ số không thứ nguyên, phụ thuộc vào góc ma sát trong của đất, lấy theo bảng (X - 2).

Bảng X - 1: Sức ma sát của đất f<sub>s</sub>

Chiều sâu trung bình của lớp (m)	F <sub>s</sub> của đất cát, độ chặt trung bình, MPa					
	Cát trung cát thô	Cát nhỏ	Cát bụi			
Đất sét có độ sệt I <sub>L</sub>						
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
3	0,048	0,035	0,025	0,020	0,008	0,004
5	0,056	0,040	0,029	0,024	0,010	0,006
7	0,060	0,043	0,032	0,025	0,011	0,007
10	0,065	0,046	0,034	0,026	0,012	0,008
15	0,072	0,051	0,038	0,028	0,014	0,010
20	0,079	0,056	0,041	0,030	0,016	0,012
25	0,086	0,061	0,044	0,032	0,018	-

Bảng X - 2: Các giá trị A và B

φ <sup>o</sup>	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
A	7,1	7,7	8,6	9,6	11,1	13,5	16,8	21,2	26,9	43,4	44,6	59,6
B	2,8	3,3	3,8	4,5	5,5	7,0	9,2	12,2	16,5	22,5	31,0	44,4

Tính bán kính bầu neo:

$$r = \sqrt{\frac{(c+e).V}{e\pi.L_s}} \quad (X - 3)$$

Trong đó:

V: Khối lượng vữa phụ (m<sup>3</sup>)

e: Hệ số rỗng của đất

L<sub>s</sub>: Chiều dài của bầu neo (m)

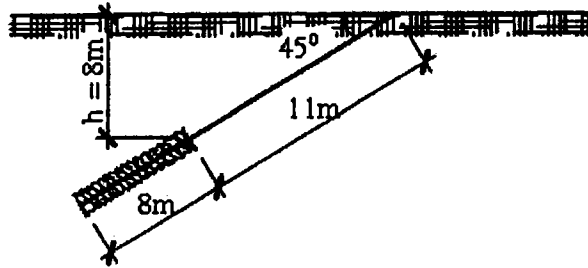
Thí dụ tính toán:

Tính sức chịu của neo có cấu tạo như hình X - 13.

Cho biết: Đường kính lỗ khoan  $\Phi = 0,015\text{m}$ ; lượng vữa phụt là  $V = 1,2\text{m}^3$ .  
Đất là cát hạt trung ở trạng thái chặt vừa có hệ số rỗng  $e = 0,8$ ; góc ma sát trong  $\varphi = 34^\circ$ , dung trọng tự nhiên  $\gamma = 0,018\text{MN/m}^3$  và lực dính  $C = 0,004\text{MN/m}^2$ .

Ta có bán kính bầu neo:

$$r = \sqrt{\frac{(1 + 0,8) \cdot 1,2}{0,8 \cdot 3 \cdot 14,8}} = 0,325\text{m}$$



Hình X - 13: Sơ đồ thí dụ tính sức chịu của neo

Tra bảng X - 1, ứng với cát trung chặt vừa ở chiều sâu 10m ta có sức ma sát của đất  $f_s = 0,065\text{MPa}$ ; ứng với góc ma sát trong của đất  $\varphi = 34^\circ$ , tra bảng X - 2 ta có các hệ số  $A = 44,6$  và  $B = 31,0$ .

Do đó sức chịu tải của neo là:

$$R = 0,6[(0,065 \times 8)(2 \times 3,14 \times 0,325) + (44,6 \times 0,004 + 31,0 \times 0,018 \times 8)(3,14 \times 0,325^2)] = 1,6\text{MN}.$$

### X.3.4 Xác định chiều dài bầu neo $L_S$

(Theo phương pháp thực nghiệm của M. Bustamante)

Chiều dài của bầu neo  $L_S$  xác định theo công thức:

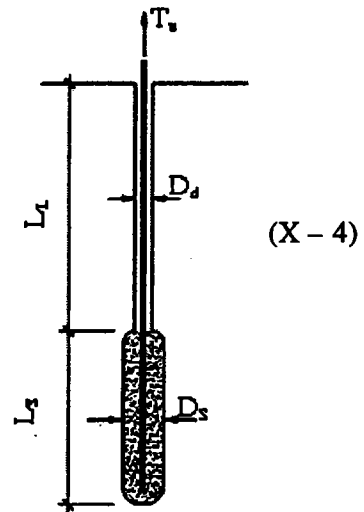
$$L_S = \frac{T_u}{\pi \cdot D_S \cdot q_S}$$

Trong đó:

$T_u$ : Lực kéo giới hạn của neo.

$D_S$ : Đường kính của bầu neo.

$q_S$ : Lực ma sát của đất (xem biểu đồ X - 1, X - 2, X - 3, X - 4).



Hình X - 14

Đường kính bầu neo  $D_s$  phụ thuộc vào đường kính lỗ khoan  $D_d$ , tính chất của đất, kỹ thuật phun tạo bầu bằng xi măng, được xác định theo công thức:

$$D_s = \alpha \cdot D_d \quad (X - 5)$$

Hệ số  $\alpha$  được xác định theo bảng X - 3.

Giá trị lực ma sát  $q_s$  của đất phụ thuộc vào tính chất của đất như độ chặt của đất thể hiện bằng áp lực giới hạn  $P_l$  (xác định bằng thí nghiệm Pressiomètre), sức kháng ở đầu mũi  $q_c$  (xác định bằng thí nghiệm xuyên tĩnh CPT) và chỉ số  $N$  (trong thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT). Những quan hệ đó và giá trị của sức ma sát  $q_s$  được tra theo bảng X - 4 và các biểu đồ trên các hình X - 6, hình X - 7, hình X - 8, hình X - 9 và hình X - 10.

Những số liệu trên các biểu đồ được xây dựng trên thực nghiệm nên mức độ tin cậy khá cao. Tuy nhiên đây là những số liệu thực nghiệm do M. Bustamante thực hiện ở Pháp với các điều kiện là đường kính lỗ khoan  $\Phi = 85 \div 245\text{mm}$ ; chiều dài bầu neo  $L_s = 3 \div 18\text{m}$  (chủ yếu là  $L_s = 8\text{m}$ ) và bầu neo được chôn vùi dưới đất ở độ sâu trên 5m. Cho nên những giá trị  $q_s$  là những số liệu tham khảo tốt đối với chúng ta.

Một điều cần chú ý nữa là: Để thiết kế sơ bộ (trước khi thí nghiệm), thì nên dùng lực kéo làm việc  $T_s$  bằng hoặc nhỏ hơn một nửa lực kéo giới hạn của neo  $T_u$ , tức là:  $T_s \leq \frac{T_u}{2}$ .

Bảng X - 3 : Hệ số  $\alpha$  để xác định đường kính bầu neo  $d_s$  (theo Bustamente)

Loại đất	Hệ số $\alpha$		Điều kiện phun vừa xi măng		Tỷ lệ nước / xi măng
	Bơm phụt IRS $P_i \geq P_l$	Bơm phụt IGU $P_i < P_l$	Thể tích vừa thực tế cần dùng $V_i$		
Cuội sỏi	1,8	1,3 ÷ 1,4	1,5 $V_s$		
Cuội sỏi lẫn cát	1,6 ÷ 1,8	1,2 ÷ 1,4	1,5 $V_s$		
Cát lẫn cuội sỏi	1,5 ÷ 1,6	1,3 ÷ 1,3	1,5 $V_s$		
Cát thô	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 $V_s$		1,7 ÷ 2,4
Cát trung	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 $V_s$		
Cát nhỏ	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 $V_s$		
Cát bụi	1,4 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,2	1,5 ÷ 2 $V_s$ cho IRS: 1,5 $V_s$ cho IGU		
Cát pha nhẹ	1,4 ÷ 1,6	1,1 ÷ 1,2	2 $V_s$ cho IRS: 1,5 $V_s$ cho IGU		1,7 ÷ 2,4
Sét và sét pha	1,8 ÷ 2,0	1,2	2,5 ÷ 3 $V_s$ cho IRS: 1,5 ÷ 2 $V_s$ cho IGU		
Đá Marnes	1,8	1,1 ÷ 1,2	1,5 ÷ 2 $V_s$ đối với tầng cứng		
Đá vôi	1,8	1,1 ÷ 1,2	2 ÷ 6 $V_s$ đối với tầng gãy nứt		1,7 ÷ 2,4
Đá vôi biến chất hoặc mảnh vụn	1,8	1,1 ÷ 1,2	1,1 ÷ 1,5 $V_s$ đối với tầng có nứt nhỏ		
Đá phong hóa hoặc mảnh vụn	1,2	1,1	≥ 2 $V_s$ đối với tầng gãy nứt		1,7 ÷ 2,4

Ghi chú:

$P_i$ : Áp lực phun ở đầu lỗ khoan

$P_l$ : Áp lực giới hạn của đất ( xác định theo Pressiomètre )

$V_s$ : Thể tích vữa lý thuyết cho bầu neo

IRS: Bơm ép vữa lặp nhiều lần với áp suất cao  $\leq 4$  MPa

IGU: Bơm ép vữa một lần với áp suất thấp  $\approx 1$ MPa. Cả 2 trường hợp, số măng sét trong mỗi mét dài của ống phun phải có từ 2 đến 3 cái để đảm bảo phun vữa cho tốt.

Bảng X - 4: Hướng dẫn sử dụng các biểu đồ xác định  $q_s$ .

Loại đất	Tên của biểu đồ	Kỹ thuật phun vữa	
		IRS khi $P_i \geq P_l$	IGU khi $P_i < P_l$
Cuội sỏi Cuội sỏi lẫn cát Cát lẫn cuội sỏi Cát thô Cát trung Cát nhỏ Cát bụi	III-3-5	SG-1	SG-2
Cát pha nhẹ Sét và sét pha	III-3-5	AL -1	AL -2
Đá Marnes Đá vôi Đá vôi biến chất hoặc mảnh vụn	III-3-7	MC- 1	MC- 2
Đá phong hóa hoặc mảnh vụn	III-3-8	$\geq R.1$	$\geq R.2$

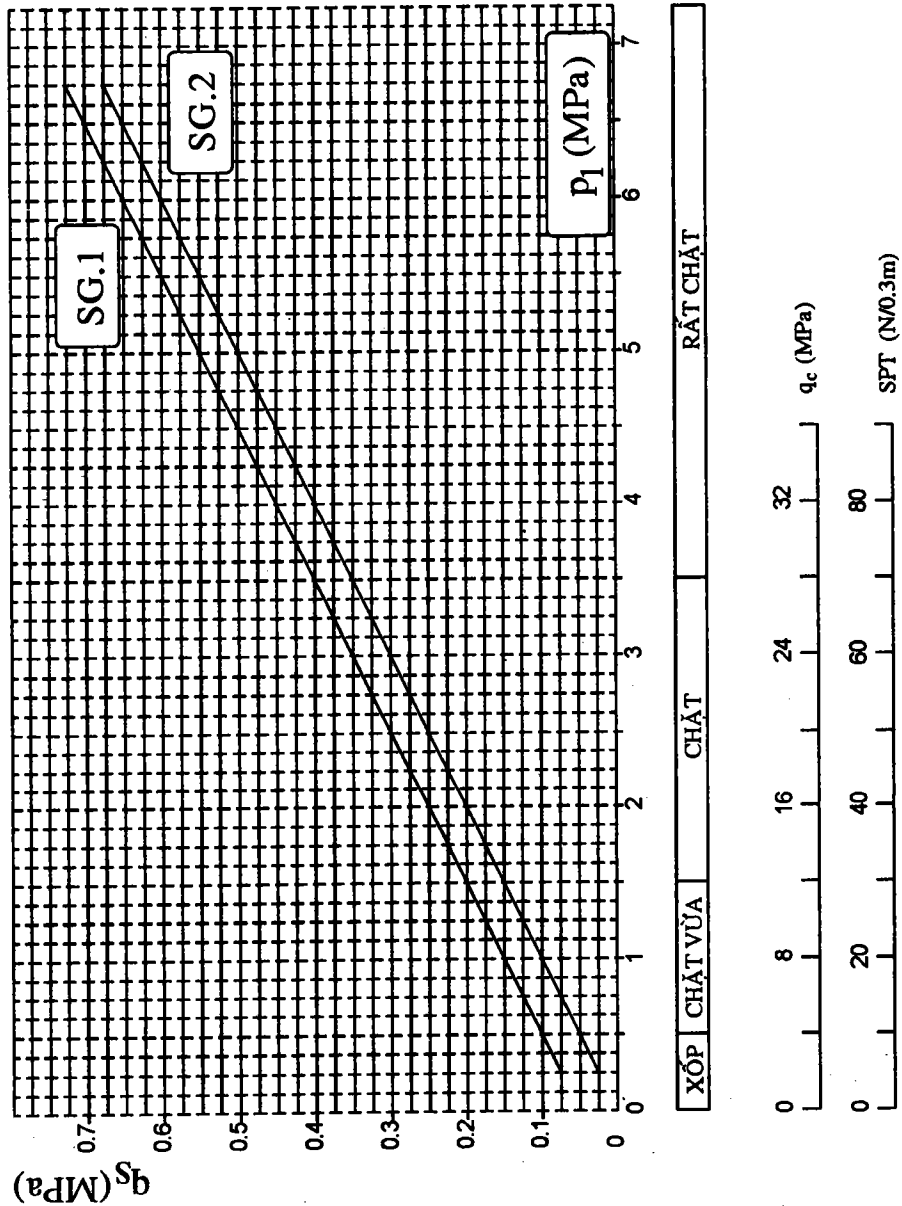
### X.3.5. Một số điều cần chú ý khi thiết kế neo

1. Phải đặt bầu neo vào lớp đất tốt và ngoài vùng trượt.
2. Chiều dài tự do của neo  $L_L$  (xem hình X - 14) phụ thuộc vào vị trí của bầu neo.
3. Bán kính của bầu neo xác định theo công thức (X - 3). Thông thường có đường kính lỗ khoan  $\Phi = 85 \div 245$ mm và đường kính bầu neo  $D_S = 150 \div 650$ mm.
4. Chiều dài bầu neo  $L_S$  xác định theo công thức (X - 4). Bầu neo thường có chiều dài  $L_S = 3 \div 18$ m (phổ biến là  $L_S = 8$ m).

5. Góc dốc của neo (xem hình X - 8) thông thường  $\lambda \leq 45^\circ$  phụ thuộc vào vị trí bầu neo.

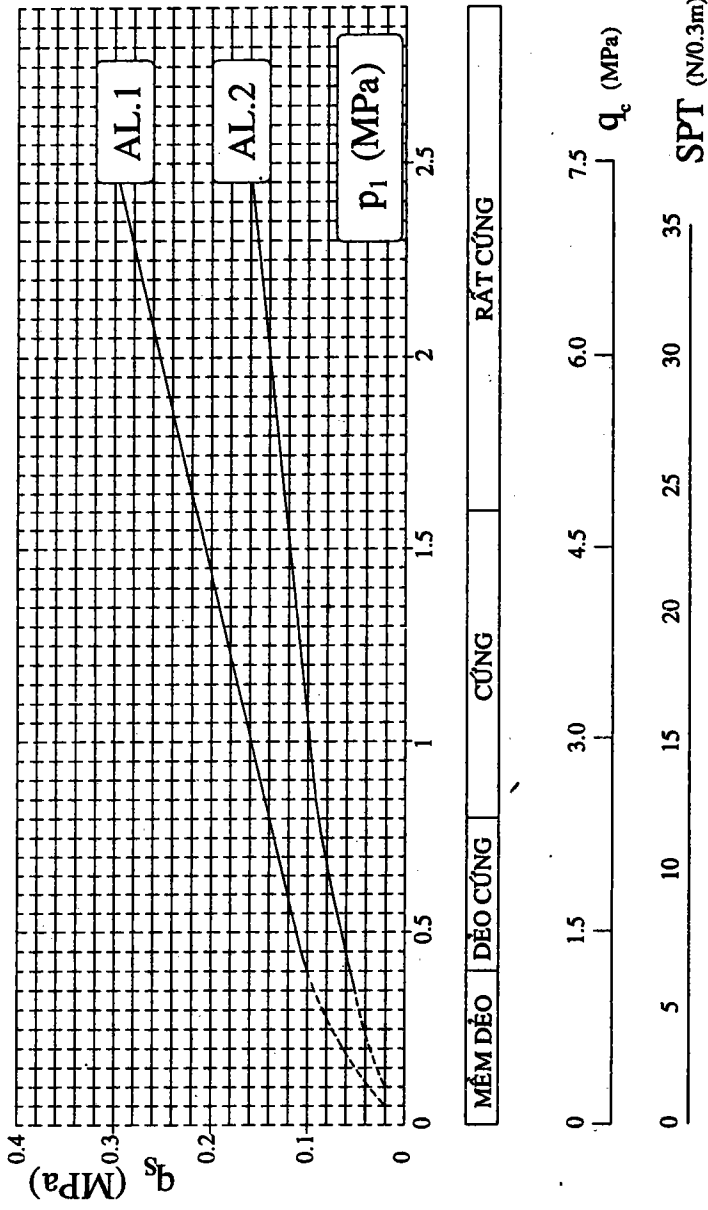
6. Cốt thép có cường độ cao, không bị tụt trượt trong bầu neo. Có thể dùng cốt thép thường hoặc cốt thép có ứng suất trước. Nếu môi trường có tính ăn mòn thì cốt thép phải được mạ kẽm.

7. Dùng xi măng thông thường PC30 hoặc PC40. Nếu môi trường có tính ăn mòn thì dùng xi măng bền sulfat.

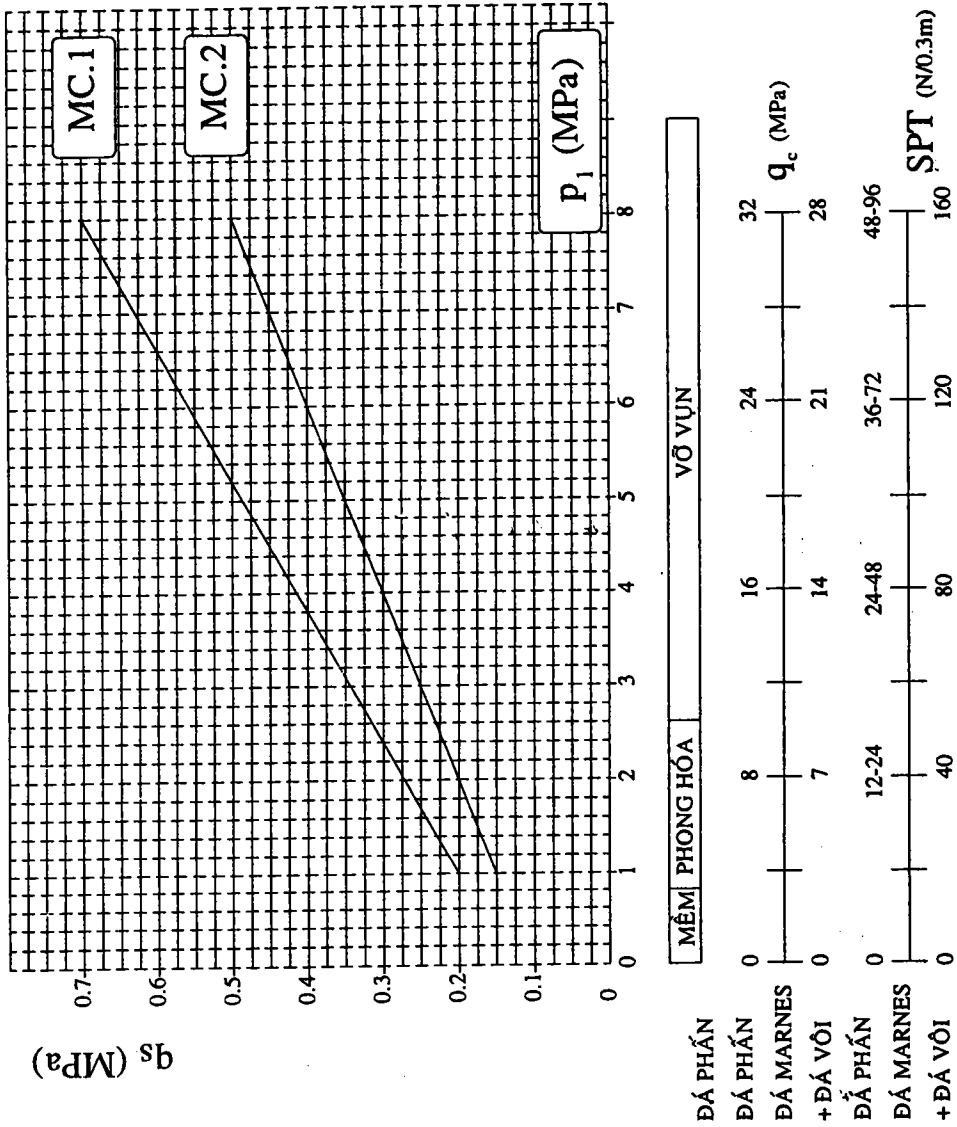


Biểu đồ X - 1: Cát + cuội sỏi

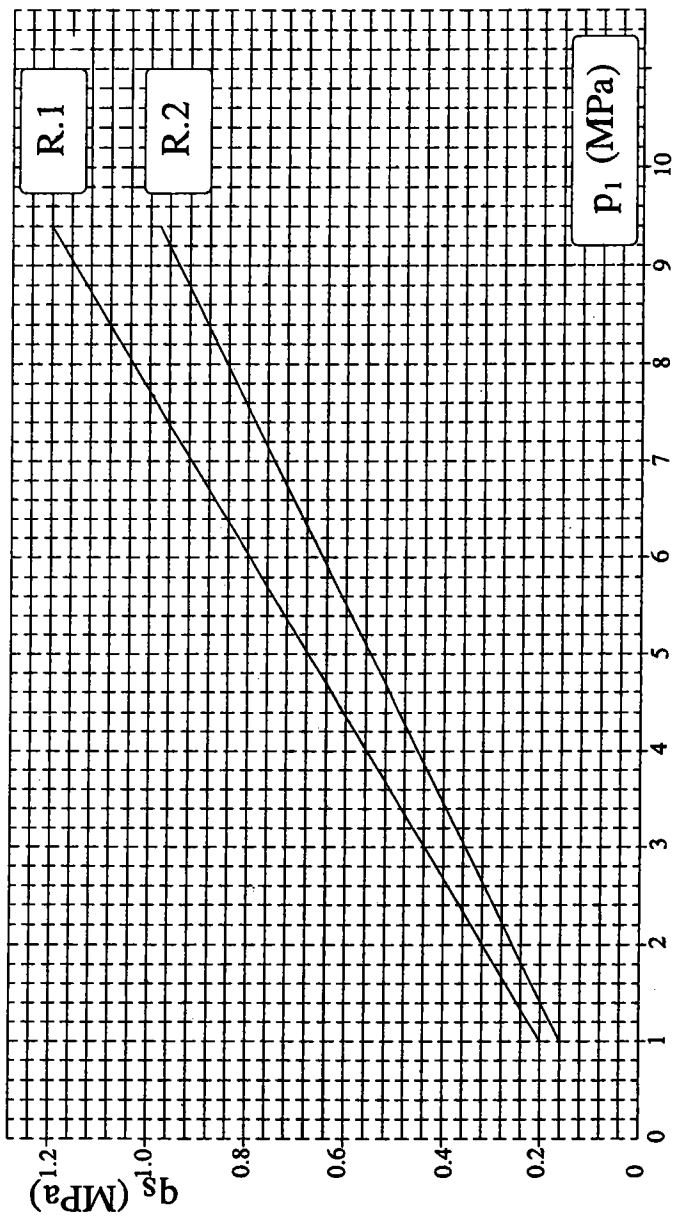




Biểu đồ X - 2: Sét + sét pha + cát pha nhẹ

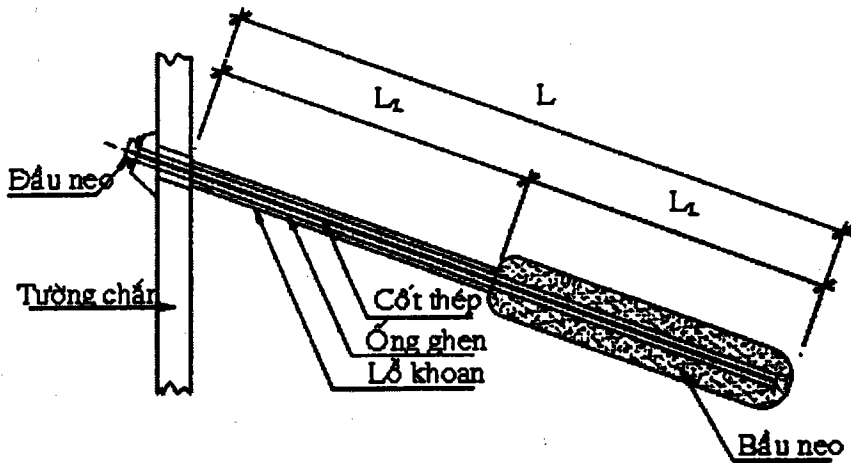


Biểu đồ X - 3: Đá Marnes + đá vôi phong hóa



Biểu đồ X - 4: Đá phong hóa hoặc mảnh vụn

## X.4. THI CÔNG NEO PHỤT



Hình X - 15: Sơ đồ cấu tạo của neo phụt

Sơ đồ cấu tạo chung của neo phụt thể hiện trên hình X - 15.

Trình tự thi công và yêu cầu kỹ thuật của neo phụt như sau:

### X.4.1. Khoan tạo lỗ

Sử dụng máy khoan chuyên dùng để khoan tạo lỗ. Lỗ khoan thông thường có đường kính  $\Phi = 85 \div 245\text{mm}$ . Khoan đến chiều dài thiết kế. Nếu khoan gặp chướng ngại vật thì phải phá bỏ bằng lưỡi khoan phá chuyên dụng. Nếu thành hố đào bằng đất sụt lở thì phải dùng Bentonite để giữ thành. Nếu dung dịch Bentonite vẫn không giữ được thành khối lỗ, thì phải dùng ống vách tạm bằng thép. Phải đảm bảo cho hố khoan tạo lỗ đúng kích thước hình học theo thiết kế và thuận tiện cho việc lắp ống ghen và cốt thép (bó cáp thép) vào hố khoan.

*Chú ý:* Khi thiết kế và thi công phải tránh khoan tạo lỗ neo vào móng (nhất là cọc móng) của các công trình lân cận (nếu có) và các hệ thống công trình ngầm khác.

Lỗ khoan phải thẳng (không bị cong queo) và có độ nghiêng đúng với thiết kế. Sai số cho phép về độ nghiêng là  $\pm 2,5^\circ$ .

Thiết bị khoan xem ở phần a trên phần X - 1.

### X.4.2. Phun phụt vữa tạo bầu neo

Sau khi kiểm tra lỗ khoan đạt yêu cầu kỹ thuật, thiết bị phun vữa chuyên dụng được đặt vào lỗ khoan.

Vữa phun được chế tạo bằng xi măng Portland thông thường PC30 hoặc PC40, hòa trộn với nước sạch với tỷ lệ nước trên xi măng bằng 1,7 đến 2,4. Vữa xi măng có thể trộn thêm phụ gia khi cần.

Nếu lượng vữa tiêu thụ quá lớn (lượng vữa thực tế gấp hơn hai lần lượng vữa tính toán) thì nên dùng vữa xi măng cát.

Nếu môi trường quanh neo có tính ăn mòn mạnh, thì dùng xi măng bèn sulfat.

Áp lực phun có thể áp dụng như sau:

- Bơm ép vữa lặp lại nhiều lần với áp suất khoảng 4 MPa, đối với môi trường địa chất là đá nứt nẻ hoặc đất loại sét.

- Bơm ép vữa một lần với áp suất khoảng 1 MPa đối với môi trường địa chất là đất rời (cát).

Khối lượng vữa phun có thể dùng từ 1,1 đến 6 lần lượng vữa tính toán lý thuyết, tùy thuộc vào phương pháp phun ép vữa và điều kiện địa chất (xem bảng X – 3).

Việc phun vữa tạo bầu neo được coi là hoàn thành khi lượng vữa phản hồi bằng lượng vữa phun vào, tức là bầu neo đã no vữa, không tiếp nhận thêm nữa.

### X.4.3. Lắp đặt thanh neo

Bảng X – 5: Các kích thước tiêu chuẩn và độ bền đặc trưng của thép làm thanh neo ứng suất trước.

Loại thép	Đường kính danh định (mm)	Độ bền đặc trưng quy định (KN)	Diện tích tiết diện (mm <sup>2</sup> )
<b>Thép không hợp kim:</b>			
- Loại dây	7,0	60,4	38,5
- Loại cáp 7 sợi	12,9	186	100
	15,2	232	139
	15,7	265	150
- Loại cáp xoắn 7 dây	12,7	209	112
	15,2	300	165
	18,0	380	223
<b>Thép thanh hợp kim thấp:</b>			
- Cấp 1030/815	26,5	568	552
	32	830	804
	36	1048	1018
	40	1300	1257
- Cấp 1230/1080	25	600	491
	32	990	804
	36	1252	1018
<b>Thép không rỉ:</b>			
- Loại dây	7	44,3	38,5
- Loại thanh	25	600	491
	32	990	804
	40	1300	1257

Thanh neo thường làm bằng thép tròn có gai cường độ cao hoặc bằng các bó cáp chế tạo sẵn.

Thép làm thanh neo thường có các loại sau:

**a. Thép không hợp kim:**

- Loại dây đơn  $\Phi = 7\text{mm}$ .
- Loại cáp 7 sợi, có đường kính bó cáp  $d = 12,9 \div 15,7\text{mm}$ .
- Loại cáp xoắn 7 sợi, có đường kính bó cáp  $d = 12,7 \div 18\text{mm}$ .

**b. Thép thanh hợp kim thấp, có đường kính  $\Phi = 25 \div 40\text{mm}$ .**

**c. Thép không rỉ:**

- Loại dây đơn  $\Phi = 7\text{mm}$ .
- Loại thanh có  $\Phi = 25 \div 40\text{mm}$ .

Thanh neo có thể làm bằng thép thường hoặc thép ứng suất trước. Khi thiết kế và dùng trong thi công loại thép ứng suất trước có thể tham khảo về kích cỡ tiêu chuẩn và độ bền của thép ghi trong bảng X – 5.

Quy định về tỷ lệ tiết diện dây neo trong lỗ khoan như sau:

Diện tích tiết diện ngang của dây neo thép không vượt quá 15% diện tích lỗ khoan đối với các dây gồm nhiều loại song song và 20% diện tích lỗ khoan đối với dây neo đơn.

Thanh neo được đặt vào ống ghen trong lỗ khoan.

Nếu thanh nặng quá 200 KG, thì phải dùng thiết bị nâng cơ khí. Thanh neo phải đặt vào ống ghen khi vữa xi măng trong ống còn đang ở thể lỏng, chưa sơ ninh. Sau đó phun ép vữa tiếp vào ống ghen để cho thanh neo bằng thép (hoặc bó cáp) được liên kết chặt chẽ với bầu neo khi vữa xi măng đông cứng.

#### **X.4.4. Đặt neo vào chế độ làm việc**

Sau khi bầu neo được tạo nên bởi vữa xi măng đã đông cứng (cường độ đã đạt trên  $30\text{N/mm}^2$ ) thì mới được đặt neo vào chế độ làm việc.

Các dây neo được khóa bằng các chốt niêm (khi dây neo gồm nhiều sợi, xem hình X- 16a), hoặc khóa bằng các bu lông khóa (khi có thanh neo đơn xem hình X – 16b).

Sai số cho phép về trục dây neo, khi khóa bằng chốt niêm cho dây neo gồm nhiều sợi là  $\pm 5^0$  và khóa bằng bu lông neo cho dây neo đơn là  $\pm 2,5^0$  (xem hình X – 16).

Có hai cách sử dụng neo:

a) Neo tạm thời, là neo chỉ dùng trong một thời gian ngắn (dưới 18 tháng) thường dùng khi thi công tầng hầm cho nhà cao tầng. Sau khi làm xong tầng hầm thì giải phóng neo.

b) Neo vĩnh cửu, là neo có thời gian sử dụng lâu dài (trên 18 tháng) thường dùng khi neo các tường chắn trong các công trình giao thông.

*Chú ý:* Trong cuốn chỉ dẫn kỹ thuật này chỉ nói đến neo tạm thời.

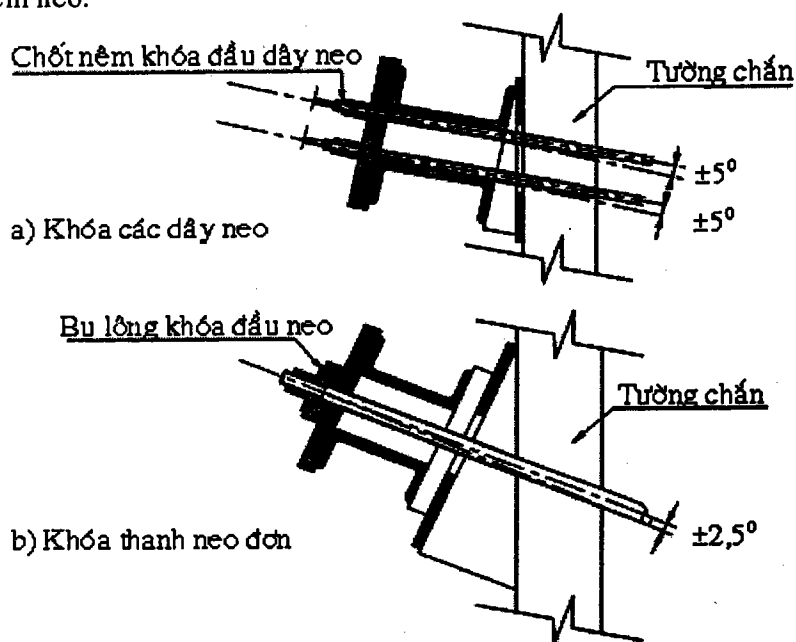
Quy định về lực kéo của neo như sau:

- Đối với thanh neo ứng suất trước thì chỉ được thực hiện lực kéo sử dụng  $T_s \leq 0,75T_p$  (trong đó  $T_p$  là lực kéo của thép ở giới hạn dẻo).

- Lực kéo thử để đưa neo vào sử dụng là:

$T_e = 1,15T_s$  (trong đó  $T_s$  là lực kéo sử dụng).

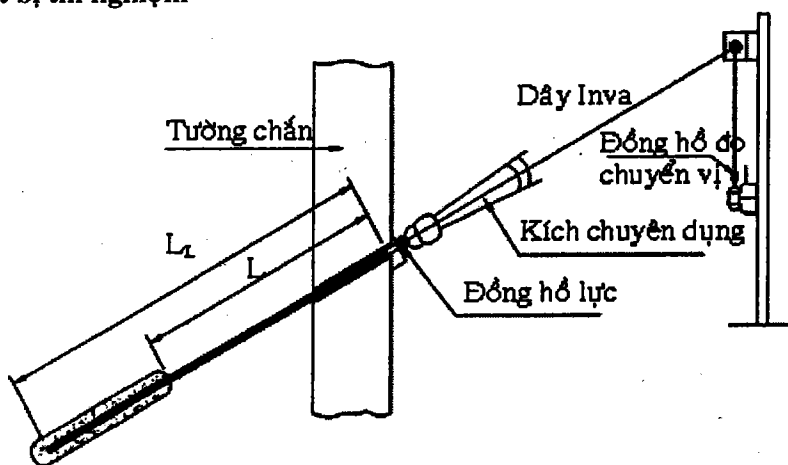
Việc xác định lực kéo sử dụng  $T_s$  thực tế cần phải căn cứ vào kết quả thí nghiệm neo.



Hình X - 16: Khóa đầu neo và sai số cho phép

#### X.4.5. Thí nghiệm neo

##### 1. Thiết bị thí nghiệm



Hình X - 17: Sơ đồ thí nghiệm neo

## 2. Thí nghiệm đến phá hoại

a. Mục đích thí nghiệm: Xác định sức chịu tối đa của neo.

b. Số lượng thí nghiệm: 3 cái.

Lực thử  $T_{cmax} \leq 0,75T_P$  (trong đó  $T_P$  là lực kéo giới hạn ở trạng thái dẻo của thép). Như vậy, tiết diện cốt thép phải chọn đủ lớn để cho  $1,5 T_{cmax} \leq T_P$ , khi đó neo bị phá hoại không phải do cốt thép bị đứt, mà do bầu neo bị phá hoại, tức là ma sát giữa bầu neo và đất xung quanh bị phá hoại.

Gia tải từng cấp, mỗi cấp bằng 10%  $T_{cmax}$ , cho đến khi neo bị phá hoại. Thời gian thí nghiệm kéo dài khoảng 60 phút. Lực kéo lớn nhất lúc neo bị phá hoại tức là sức chịu tối đa của neo  $R_{max}$  hay là lực kéo tới hạn  $T_u$  của cả neo.

$$\text{Từ đó, quy định lực kéo sử dụng là } T_S = \frac{R_{max}}{2} = \frac{T_u}{2}.$$

*Chú ý:* Không dùng neo đã bị thí nghiệm phá hoại cho công trình.

## 3. Thí nghiệm kiểm tra

a. Mục đích: Kiểm tra sức chịu tải của neo để chịu được lực kéo sử dụng  $T_S$ .

b. Số lượng thí nghiệm:

Tổng số lượng neo n	Số lượng neo cần thí nghiệm N
Tối: 200 cái	2 cái
201 ÷ 500 cái	3 cái
501 ÷ 1000 cái	4 cái
1001 ÷ 2000 cái	5 cái
2001 ÷ 4000 cái	6 cái

c. Lực thử  $T_e = 1,15 T_S$ .

d. Các cấp gia tải là 10%  $T_e$ , thực hiện trong 60 phút. Các cấp dỡ tải là 10%, thực hiện trong 60 phút.

e. Chất lượng neo: Với lực thử  $T_e = 1,15 T_S$ , độ giãn hay chuyển vị của neo  $\Delta e = 10^{-4} L_L$  (trong đó  $L_L$  là chiều dài tự do của thanh neo).

*Ghi chú:*

- Trừ các neo thí nghiệm, tất cả các neo trước khi đưa vào sử dụng đều phải kéo thử với lực kéo sử dụng  $T_S$ .

- Trong thực tế, việc thi công đúng quy trình và đảm bảo chất lượng của từng công đoạn, thì bao giờ cũng đảm bảo được điều kiện  $\Delta e \leq 10^{-4} L_L$ . Nếu không đảm bảo được điều kiện đó, chứng tỏ neo không đảm bảo chất lượng, thì tư vấn thiết kế phải xử lý.



- Những neo thực hiện thí nghiệm kiểm tra đạt yêu cầu, được dùng vào công trình.

- Những neo tạm thời được dùng để neo tường tầng hầm nhà cao tầng trong thời gian thi công, khi xây dựng xong tầng hầm thì cần phải giải phóng neo bằng cách tháo bu lông khóa đầu neo hoặc chốt nêm khóa đầu neo. Tẩy sạch đầu neo, trát xi măng cát mác cao, rồi hoàn thiện bề mặt tường tầng hầm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TSKH Nguyễn Văn Quảng, KS. Nguyễn Hữu Kháng, KS. Ưông Đình Chất.  
Nền móng các công trình dân dụng - công nghiệp.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng, năm 1996.
2. GS.TSKH Nguyễn Văn Quảng chủ biên.  
Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng, năm 1998.
3. Công tác khảo sát đất nền móng nông và móng sâu.  
Tài liệu kỹ thuật thống nhất DTU của Pháp.  
Đại học Xây dựng Hà Nội, năm 1991.
4. PTS. Nguyễn Thế Hùng.  
Công nghệ thi công công trình ngầm bằng phương pháp tương trong đất.  
Nhà Xuất Bản Giao Thông Vận Tải, năm 1998.
5. A.N.TETITOR – Vũ Mạnh Hùng và Nguyễn Văn Liên dịch.  
Thiết kế và thi công các kết cấu móng một cách hợp lý và tiết kiệm.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng, năm 1981.
6. GS. Bùi Danh Lưu.  
Neo trong đất đá.  
Nhà Xuất Bản Giao Thông Vận Tải, năm 1999.
7. TCXD – 205:1998.  
Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.
8. CONCEPTION ET CALCUL DES STRUCTURES DE BATIMENT  
Tom 2  
HENRY THONIER  
École Nationale des Ponts et Chausseés, Paris, 1993.
9. NORMALISATION FRANÇAISE: P11 – 212, DTU – 13 – 2.  
Fondation profondes pour le bâtiment, Paris, 1992.
10. SETRA – CTOA – Utilisation des pieux exécutés suivant le Procédé starsol  
dans les fondations d'ouvrages d'art., 1995.
11. SETRA, LCPC. Les pieux forés. Recueil de règles de l'art, Paris, 1978.
12. Recommandations T.A.95: Tirants d'ancrage (Comité Français de la  
Mécanique des sols et des Travaux de Fondations).

13. Tiêu chuẩn Anh: BS – 8081: 1989 – Neo trong đất.  
Bản dịch - Nhà Xuất Bản Xây Dựng – 2001.
14. PGS. Nguyễn Bá Kế: Thi công cọc khoan nhồi.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng – 1997.
15. TS. Nguyễn Hữu Đẩu – Công nghệ mới đánh giá chất lượng cọc.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng – 2000.
16. Một số tài liệu về cọc barét, tường trong đất và neo trong đất do tập đoàn  
BACHY SOLETANCHE (Pháp) thực hiện trên thế giới và Việt Nam.
17. GS. TSKH. Nguyễn Văn Quảng.  
Chỉ dẫn thiết kế và thi công cọc Barét, tường trong đất và neo trong đất.  
Nhà Xuất Bản Xây Dựng – 2003.

**GS.TSKH. NGUYỄN VĂN QUẢNG**

**NỀN MÓNG NHÀ CAO TẦNG**

*(Xuất bản lần thứ 3)*

Chịu trách nhiệm xuất bản	:	GS.TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập	:	TRỊNH QUANG TRUNG HUỠNH TRUNG HIẾU
Sửa bài	:	NGUYỄN VĂN QUẢNG HỒ LÊ VIỆT DŨNG HUỠNH TRUNG HIẾU
Bìa	:	NGUYỄN QUANG

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội  
**CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
28 Đồng Khởi – 12 Hồ Huân Nghiệp, Q.1, Tp.HCM  
ĐT: (08) 8225062 – 8296628 – 8290228

Mã số  $\frac{6X6}{KHKT - 2007}$  476 – 2007/CXB/ 95 –18/KHKT

---

In 1.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm, tại Công ty TNHH In Lê Nhân.  
Giấy phép xuất bản số 476 – 2007/CXB/ 95 –18/KHKT  
In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2007.

