

TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI CỌC THEO TCVN 10304-2014

A. SỨC CHỊU TẢI THEO CƯỜNG ĐỘ ĐẤT NỀN

Công thức chung xác định sức chịu tải cực hạn $R_{c,u}$, tính bằng kN, của cọc theo đất là:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum f_i l_i \quad (G.1)$$

G.2.1 Sức chịu tải cực hạn của cọc theo đất xác định theo công thức G.1. Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc được xác định theo công thức:

$$q_b = (c N'_c + q'_{\gamma,p} N'_q) A_b, \quad (G.2)$$

trong đó:

N'_c , N'_q là các hệ số sức chịu tải của đất dưới mũi cọc;

$q'_{\gamma,p}$ là áp lực hiệu quả lớp phủ tại cao trình mũi cọc (có trị số bằng ứng suất pháp hiệu quả theo phương đứng do đất gây ra tại cao trình mũi cọc).

Cường độ sức kháng của đất dính thuần túy không thoát nước dưới mũi cọc:

$$q_b = c_u N'_c \quad (G.3)$$

Thông thường lấy $N'_c = 9$ cho cọc đóng, đối với cọc khoan nhồi đường kính lớn lấy $N'_c = 6$.

Cường độ sức kháng của đất rời ($c = 0$) dưới mũi cọc:

$$q_b = q'_{\gamma,p} N'_q A_b, \quad (G.4)$$

A. SỨC CHỊU TẢI THEO CƯỜNG ĐỘ ĐẤT NỀN

Nếu chiều sâu mũi cọc nhỏ hơn Z_L thì $q'_{\gamma,p}$ lấy theo giá trị bằng áp lực lớp phủ tại độ sâu mũi cọc;
Nếu chiều sâu mũi cọc lớn hơn Z_L thì lấy giá trị $q'_{\gamma,p}$ bằng áp lực lớp phủ tại độ sâu Z_L . Có thể xác định các giá trị Z_L và hệ số k và N'_q trong Bảng G.1, được trích dẫn từ tiêu chuẩn AS 2159-1978.

Bảng G.1 - Giá trị các hệ số k , Z_L và N'_q cho cọc trong đất cát

Trạng thái đất	Độ chặt tương đối D	Z_L/d	k		N'_q	
			Cọc đóng	Cọc khoan nhồi và Barrette	Cọc đóng	Cọc khoan nhồi và Barrette
Rời	Từ 0,2 đến 0,4	6	0,8	0,3	60	25
Chặt vừa	Từ 0,4 đến 0,75	8	1,0	0,5	100	60
Chặt	Từ 0,75 đến 0,90	15	1,5	0,8	180	100

CHÚ THÍCH: Đối với cọc Barrette, d là đường kính quy đổi từ tiết diện chữ nhật của barrette sang tiết diện tròn có cùng diện tích.

A. SỨC CHỊU TẢI THEO CƯỜNG ĐỘ ĐẤT NỀN

Đối với đất dính cường độ sức kháng trung bình trên thân cọc trong lớp đất thứ i có thể xác định theo phương pháp ô, theo đó f_i được xác định theo công thức:

$$f_i = \alpha c_{ui} \quad (G.5)$$

trong đó:

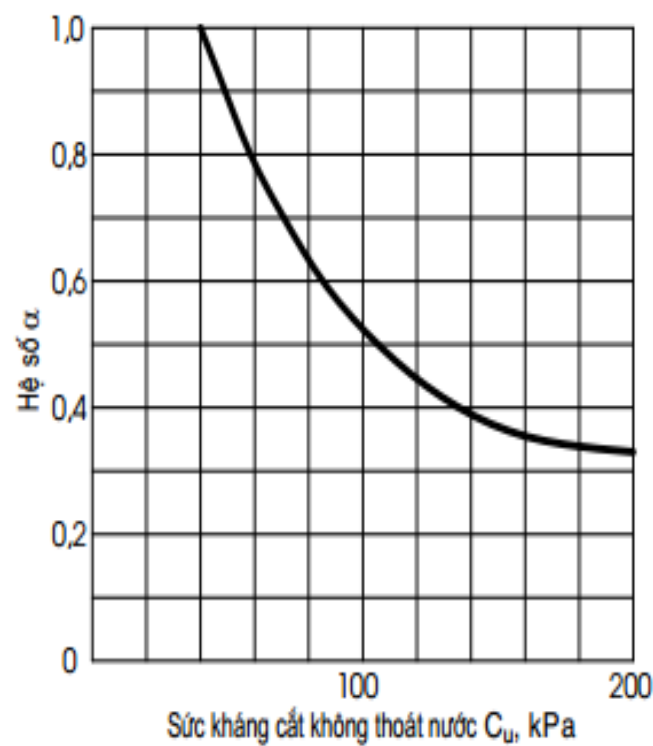
c_{ui} là cường độ sức kháng không thoát nước của lớp đất dính thứ " i ";

α là hệ số phụ thuộc vào đặc điểm lớp đất nằm trên lớp dính, loại cọc và phương pháp hạ cọc, cổ kết của đất trong quá trình thi công và phương pháp xác định c_u . Khi không đầy đủ những thông tin này có thể tra α trên biểu đồ Hình G.1 (theo Phụ lục A của tiêu chuẩn AS 2159 -1978).

c_u là cường độ sức kháng cắt không thoát nước của đất dính, khi không có số liệu sức kháng cắt không thoát nước c_u xác định trên các thiết bị thí nghiệm cắt đất trực tiếp hay thí nghiệm nén ba trục có thể xác định từ thí nghiệm nén một trục nở ngang tự do ($c_u = q_u / 2$), hoặc từ chỉ số SPT trong đất dính: $c_{ui} = 6,25 N_{ui}$ tính bằng kPa, trong đó N_{ui} là chỉ số SPT trong đất dính.

A. SỨC CHỊU TẢI THEO CƯỜNG ĐỘ ĐẤT NỀN

α là hệ số phụ thuộc vào đặc điểm lớp đất nằm trên lớp dính, loại cọc và phương pháp hạ cọc, cổ kết của đất trong quá trình thi công và phương pháp xác định c_u . Khi không đầy đủ những thông tin này có thể tra α trên biểu đồ Hình G.1 (theo Phụ lục A của tiêu chuẩn AS 2159 -1978).



Cu	alpha
0	1
20	1
40	1
60	0.79
80	0.63
100	0.52
120	0.45
140	0.39
160	0.36
180	0.34
200	0.33
1000	0.33

Hình G.1 - Biểu đồ xác định hệ số α

A. SỨC CHỊU TẢI THEO CƯỜNG ĐỘ ĐẤT NỀN

Đối với đất rời, cường độ sức kháng trung bình trên thân cọc trong lớp đất cát thứ "i":

$$f_i = k_i \bar{\sigma}_{v,z} \operatorname{tg} \delta_i \quad (\text{G.6})$$

trong đó:

k_i là hệ số áp lực ngang của đất lên cọc, phụ thuộc vào loại cọc: cọc chuyển vị (đóng, ép) hay cọc thay thế (khoan nhồi hoặc barrette);

$\bar{\sigma}_{v,z}$ là ứng suất pháp hiệu quả theo phương đứng trung bình trong lớp đất thứ "i";

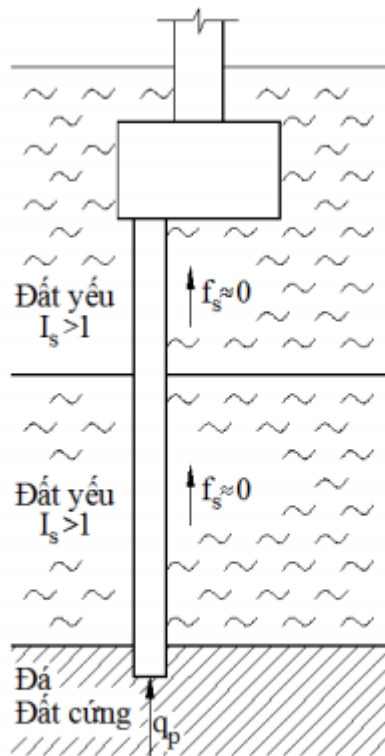
δ_i là góc ma sát giữa đất và cọc, thông thường đối với cọc bê tông δ_i lấy bằng góc ma sát trong của đất φ_i , đối với cọc thép δ_i lấy bằng $2\varphi/3$.

Trên đoạn cọc có độ sâu nhỏ hơn Z_L , $f_i = k \bar{\sigma}'_{v,z}$,

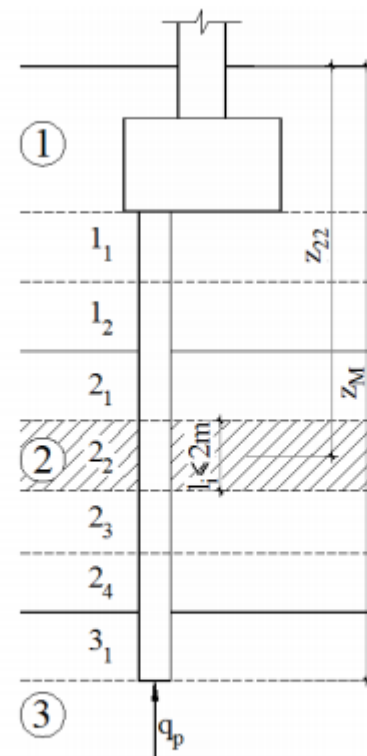
Trên đoạn cọc có độ sâu bằng và lớn hơn Z_L , $f_i = k \bar{\sigma}'_{v,ZL}$.

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC MA SÁT HẠ CỌC BẰNG ĐÓNG HOẶC ÉP



Hình 3.20 - Cọc chống



Hình 3.21 - Sơ đồ tính toán cọc ma sát

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC MA SÁT HẠ CỌC BẰNG ĐÓNG HOẶC ÉP

7.2.2.1 Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$, tính bằng kN, của cọc treo, kể cả cọc ống có lõi đất, hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép, được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc:

$$R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{ci} f_i l_i) \quad (10)$$

γ_c là hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất, $\gamma_c = 1$;

q_b là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, lấy theo Bảng 2;

u là chu vi tiết diện ngang thân cọc;

f_i là cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ "i" trên thân cọc, lấy theo Bảng 3;

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC MA SÁT HẠ CỌC BẰNG ĐÓNG HOẶC ÉP

A_b là diện tích cọc tựa lên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc, cọc ống có bịt mũi; bằng diện tích tiết diện ngang lớn nhất của phần cọc được mở rộng và bằng diện tích tiết diện ngang không kể lõi của cọc ống không bịt mũi;

l_i là chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ "i";

γ_{cq} và γ_{cf} tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất (xem Bảng 4).

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC KHOAN NHỒI

7.2.3.1 Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$, tính bằng kN, của cọc đóng hoặc ép nhồi và cọc khoan nhồi mở hoặc không mở rộng mũi và cọc ống moi đất và nhồi bê tông vào bên trong, được xác định theo công thức:

$$R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i) \quad (12)$$

trong đó :

γ_c là hệ số điều kiện làm việc của cọc, khi cọc tựa trên nền đất dính với độ bão hoà $S_r < 0,9$ và trên đất hoàng thổ lấy $\gamma_c = 0,8$; với các trường hợp khác $\gamma_c = 1$;

γ_{cq} là hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc, lấy như sau:

$\gamma_{cq} = 0,9$ cho trường hợp dùng phương pháp đổ bê tông dưới nước;

đối với trụ đường dây tải điện trên không hệ số γ_{cq} lấy theo chỉ dẫn trong Điều 14;

đối với các trường hợp khác $\gamma_{cq} = 1$;

γ_{cf} là hệ số điều kiện làm việc của đất trên thân cọc, phụ thuộc vào phương pháp tạo lỗ và điều kiện đổ bê tông – xem Bảng 5;

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC KHOAN NHỒI

7.2.3.2 Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc qb được xác định như sau:

a) Đối với đất hòn vụn thô lẫn cát và đất cát ở nền cọc đóng hoặc ép nhồi và cọc khoan nhồi có hoặc không mở rộng mũi, cọc ống khi hạ moi hết lõi đất bên trong, qb được tính theo công thức (13), còn ở nền cọc ống khi hạ có giữ lại lõi đất, là những loại đất kể trên, với chiều cao lõi tối thiểu 0,5 m, qb tính theo công thức (14):

$$q_b = 0,75\alpha_4 (\alpha_1 \gamma'_1 d + \alpha_2 \alpha_3 \gamma_1 h) \quad (13)$$

$$q_b = \alpha_4 (\alpha_1 \gamma'_1 d + \alpha_2 \alpha_3 \gamma_1 h) \quad (14)$$

trong đó:

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, và α_4 là các hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào trị số góc ma sát trong tính toán φ_1 của nền đất và được lấy theo Bảng 6, nhân với hệ số chiết giảm 0,9;

γ'_1 là dung trọng tính toán của nền đất dưới mũi cọc (có xét đến tác dụng đẩy nổi trong đất bão hoà nước);

γ_1 là dung trọng tính toán trung bình (tính theo các lớp) của đất nằm trên mũi cọc (có xét đến tác động đẩy nổi trong đất bão hoà nước);

B. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ TIÊU VẬT LÝ

SCT CỌC KHOAN NHỒI

d là đường kính cọc đóng hoặc ép nhồi, cọc khoan nhồi và cọc ống, đường kính phần mở rộng (cho cọc có mở rộng mũi) hay đường kính hố khoan dùng cho cọc – trụ, liên kết với đất bằng vữa xi măng - cát;

h là chiều sâu hạ cọc, kể từ mặt đất tự nhiên hoặc mặt đất thiết kế (khi có thiết kế đào đất) tới mũi cọc hoặc tới đáy phần mở rộng mũi; đối với trụ cầu h được kể từ cao độ đáy hố sau xói có kể đến mực nước lũ tính toán.

b) Đối với đất dính q_b được lấy theo Bảng 7

C. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ SỐ SPT

G.3.1 Công thức của Meyerhof:

Sức chịu tải cực hạn của cọc xác định theo đất theo công thức (G.1)

Đối với trường hợp nền đất rời Meyerhof (1976) kiến nghị công thức xác định cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc q_b và cường độ sức kháng của đất ở trên thân cọc f_t trực tiếp từ kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn như sau:

$$q_b = k_1 N_P \quad (G.7)$$

$$f_t = k_2 N_{s,i} \quad (G.8)$$

trong đó:

k_1 là hệ số, lấy $k_1 = 40 \text{ h/d} \leq 400$ đối với cọc đóng và $k_1 = 120$ đối với cọc khoan nhồi;

N_P là chỉ số SPT trung bình trong khoảng $4d$ phía dưới và $1d$ phía trên mũi cọc;

k_2 là hệ số lấy bằng 2,0 cho cọc đóng và 1,0 cho cọc khoan nhồi;

u là chu vi tiết diện ngang cọc;

h là chiều sâu hạ cọc;

$N_{s,i}$ là chỉ số SPT trung bình của lớp đất thứ "i" trên thân cọc.

CHÚ THÍCH: Trường hợp mũi cọc được hạ vào lớp đất rời còn trên phạm vi chiều dài cọc có cả đất rời và đất dính thì f_t trong lớp đất rời tính theo công thức G.8, còn f_t trong lớp đất dính tính theo phương pháp α theo công thức G.5, hoặc theo công thức G.11.

C. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ SỐ SPT

G.3.2 Công thức của Viện kiến trúc Nhật Bản (1988)

Sức chịu tải cực hạn của cọc xác định theo công thức G.1 được viết lại dưới dạng:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum (f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i}) \quad (G.9)$$

q_b là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc xác định như sau:

Khi mũi cọc nằm trong đất rời $q_b = 300 N_p$ cho cọc đóng (ép) và $q_b = 150 N_p$ cho cọc khoan nhồi.

Khi mũi cọc nằm trong đất dính $q_b = 9 c_u$ cho cọc đóng và $q_b = 6 c_u$ cho cọc khoan nhồi.

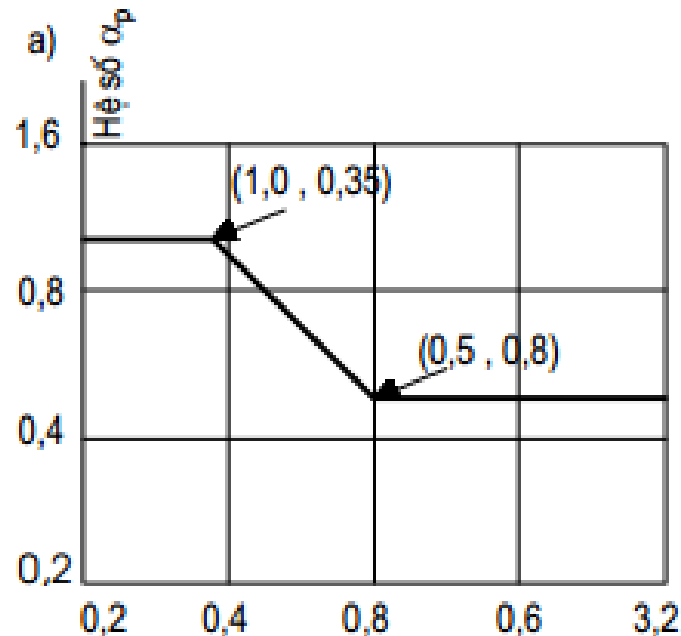
Đối với cọc đóng, cường độ sức kháng trung bình trên đoạn cọc nằm trong lớp đất rời thứ "i":

$$f_{s,i} = \frac{10N_{s,i}}{3} \quad (G.10)$$

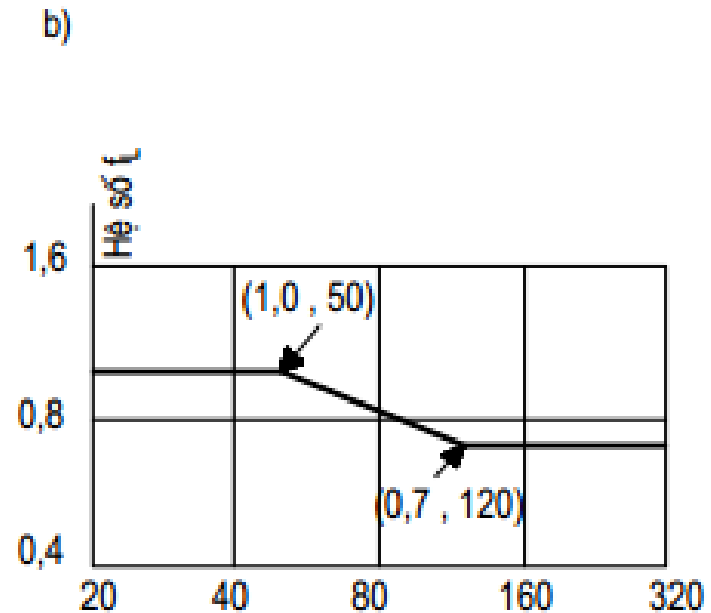
và cường độ sức kháng trên đoạn cọc nằm trong lớp đất dính thứ "i":

$$f_{c,i} = \alpha_p f_L c_{u,i} \quad (G.11)$$

C. SỨC CHỊU TẢI THEO CHỈ SỐ SPT



Sức kháng cắt / áp lực hiệu quả thẳng đứng : c_u/σ'_v



Chiều sâu cọc/ đường kính cọc : L/d

Hình G.2 - Biểu đồ xác định hệ số α_p và f_L

D. BỐ TRÍ CỌC TRONG ĐÀI

Xác định sơ bộ số lượng cọc:

$$n_c = \frac{N''}{Q_{aTK}} \beta \quad (2.37)$$

N'' - lực dọc tính toán tại chân cột (ngoại lực tác dụng lên móng)

Q_{aTK} - sức chịu tải thiết kế của cọc

β - hệ số xét đến do moment và lực ngang tại chân cột, trọng đài và đất nền trên đài, tùy theo giá trị của moment và lực ngang mà chọn giá trị β hợp lý. Thường $\beta = 1.2 \div 1.5$

n_c - chỉ là số lượng cọc sơ bộ, cần được kiểm tra ở các bước tiếp theo.

D. BỐ TRÍ CỌC TRONG ĐÀI

7.1.11 Cọc nằm trong móng hoặc cọc đơn chịu tải trọng dọc trục đều phải tính theo sức chịu tải của đất nền với điều kiện:

Đối với cọc chịu nén:

$$N_{c,d} \leq \frac{\gamma_0}{\gamma_n} R_{c,d}; \quad R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k} \quad (2)$$

γ_k là hệ số tin cậy theo đất lấy như sau:

- Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất tốt, cọc chống chịu nén không kể đài thấp hay đài cao lấy $\gamma_k = 1,4$ (1,2). Riêng trường hợp móng một cọc chịu nén dưới cột, nếu là cọc đóng hoặc ép chịu tải trên 600 kN, hoặc cọc khoan nhồi chịu tải trên 2500 kN thì lấy $\gamma_k = 1,6$ (1,4);
- Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài cao, hoặc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất biến dạng lớn, cũng như cọc treo hay cọc chống chịu tải trọng kéo trong bất cứ trường hợp móng cọc đài cao hay đài thấp, trị số γ_k lấy phụ thuộc vào số lượng cọc trong móng như sau:

móng có ít nhất 21 cọc $\gamma_k = 1,40$ (1,25);

móng có 11 đến 20 cọc $\gamma_k = 1,55$ (1,4);

móng có 06 đến 10 cọc $\gamma_k = 1,65$ (1,5);

móng có 01 đến 05 cọc $\gamma_k = 1,75$ (1,6).

D. BỐ TRÍ CỌC TRONG ĐÀI

γ_0 là hệ số điều kiện làm việc, kể đến yếu tố tăng mức độ đồng nhất của nền đất khi sử dụng móng cọc, lấy bằng 1 đối với cọc đơn và lấy bằng 1,15 trong móng nhiều cọc;

γ_n là hệ số tin cậy về tầm quan trọng của công trình, lấy bằng 1,2; 1,15 và 1,1 tương ứng với tầm quan trọng của công trình cấp I, II và III (xem Phụ lục F)

D. BỐ TRÍ CỌC TRONG ĐÀI

Khoảng cách giữa các cọc có thể xác định những điều kiện sau:

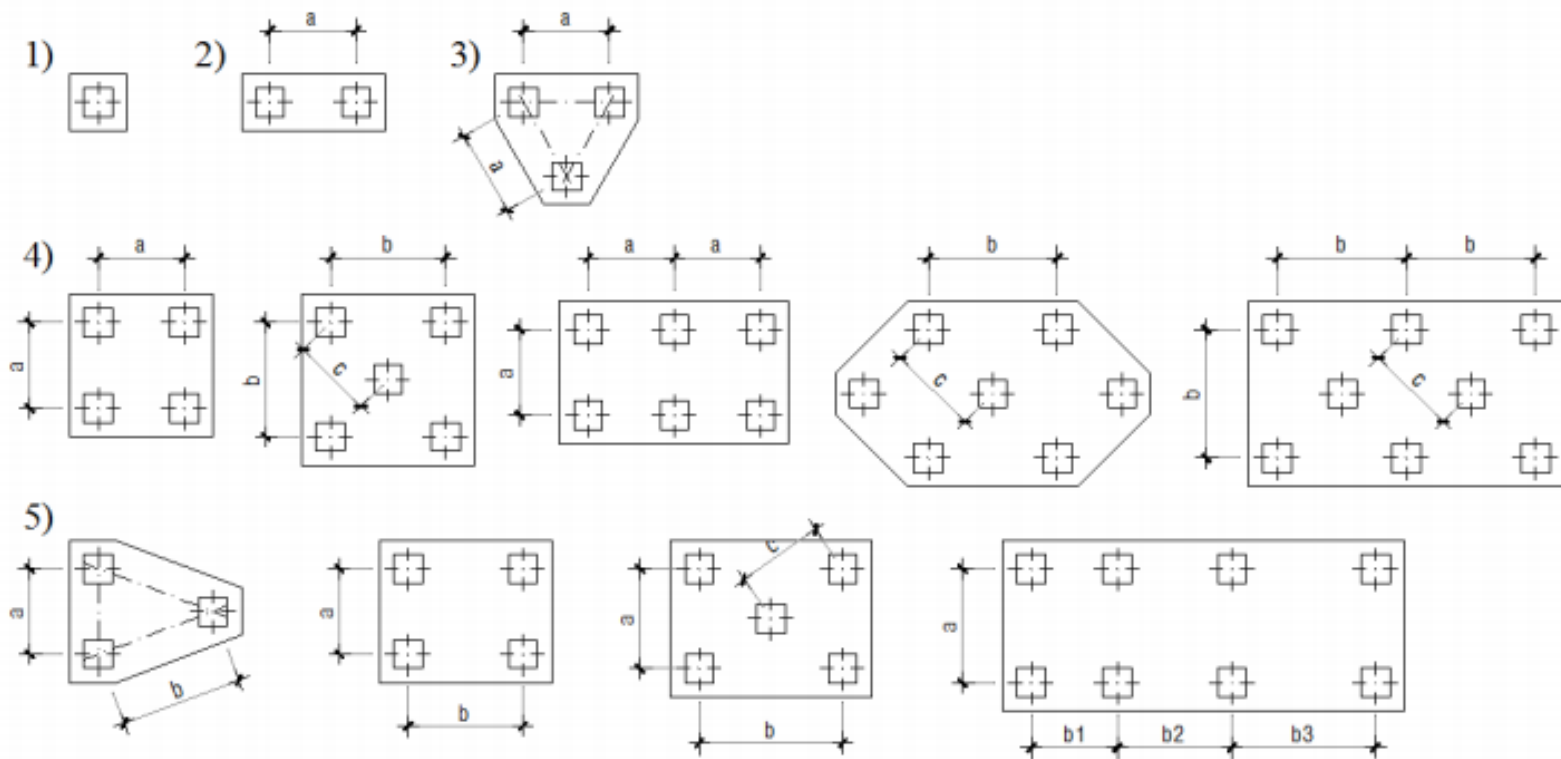
- Phương pháp thi công (cọc đóng hay cọc nhồi);
- Khả năng chịu tải của nhóm cọc.

Thông thường, khoảng cách tâm giữa hai cọc kề nhau lên lấy như sau:

- + Cọc ma sát không nhỏ hơn $3d$;
- + Cọc chống không nhỏ hơn $2d$;

Cọc trong nhóm chịu tải trọng lệch tâm nên bố trí sao cho điểm đặt của hợp lực tải là gần nhất so với trọng tâm của mặt bằng nhóm cọc. Tùy thuộc vào số lượng cọc trong móng, có thể bố trí theo một số dạng như tham khảo trong hình 3.25.

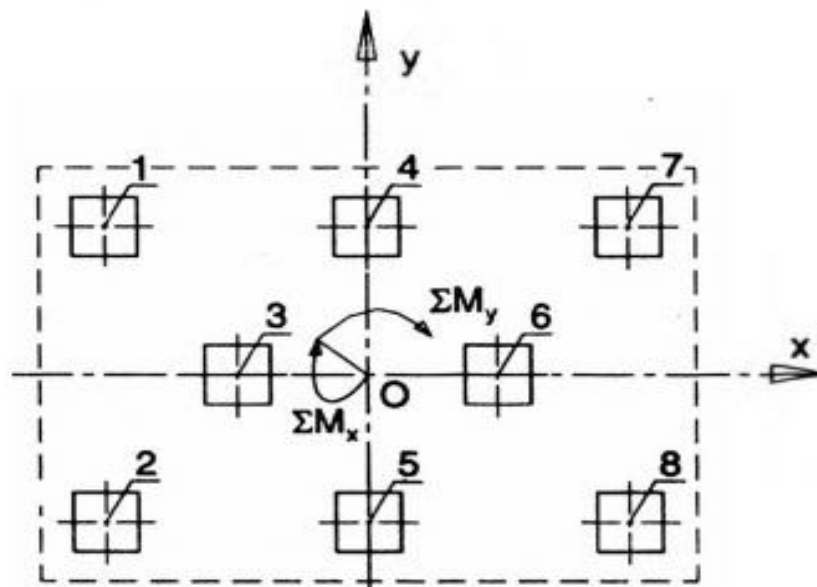
D. BỐ TRÍ CỌC TRONG ĐÀI



Hình 3.25 - Một số dạng bố trí cọc trên mặt bằng

1) Móng 1 cọc; 2) Móng 2 cọc; 3) Móng 3 cọc; 4) Móng bố trí lưới cọc đều nhau; 5) Móng bố trí cọc không đều

E. KIỂM TRA ÁP LỰC TÁC DỤNG XUỐNG CỌC



Hình 2.14 Sơ đồ lực tác dụng lên cọc

$$P_i^{\text{tt}} = \frac{\sum N^{\text{tt}}}{n} + \frac{\sum M_Y^{\text{tt}} \times x_i}{\sum x_i^2} + \frac{\sum M_X^{\text{tt}} \times y_i}{\sum y_i^2}$$

n - số lượng cọc

x_i, y_i - khoảng cách từ tim cọc thứ i đến trục đi qua trọng tâm các cọc tại mặt phẳng đáy đài.

E. KIỂM TRA ÁP LỰC TÁC DỤNG XUỐNG CỌC

- Kiểm tra sức chịu tải của cọc:

$$\begin{cases} P_{\max} \leq Q_{aTK} \\ P_{\min} > 0 \end{cases} \quad (2.39)$$

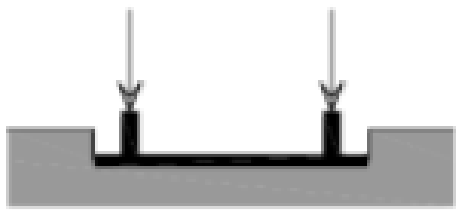
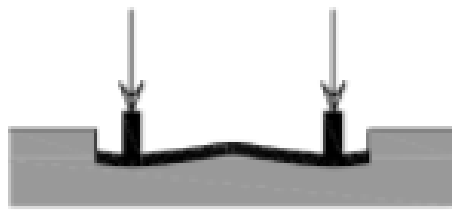
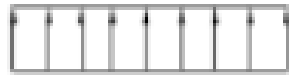
Nếu $P_{\min} < 0$, thì phải kiểm tra cọc chịu nhổ:

$$Q_{a \text{ nhỏ}} + W > |P_{\min}| \quad (2.40)$$

W - trọng lượng của cọc (lấy hệ số vượt tải do trọng lượng bản thân < 0.9)

$Q_{a \text{ nhỏ}}$ - sức chịu nhổ an toàn của cọc (sức chịu tải cho phép của cọc do phần ma sát gây ra).

E. KIỂM TRA ÁP LỰC TÁC DỤNG XUỐNG CỌC

Sơ đồ		
Phản lực nền đất		
Biểu đồ mô men		
	Biểu đồ mô men đất cứng	Biểu đồ mô men đất mềm

❖ Theo cơ học đất:

$$T = 10 \left(\frac{E_0}{E_b} \right) \left(\frac{L}{2B} \right)^3$$

- $T > 10$: móng cứng
- $T < 10$: móng mềm

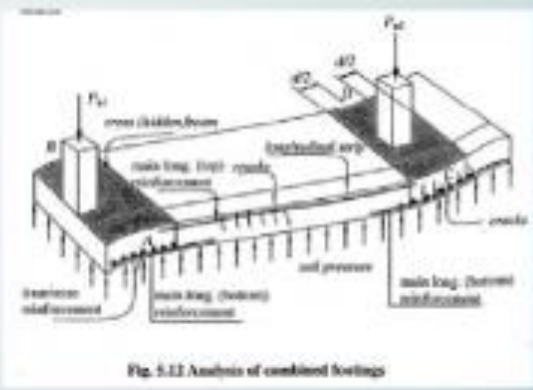
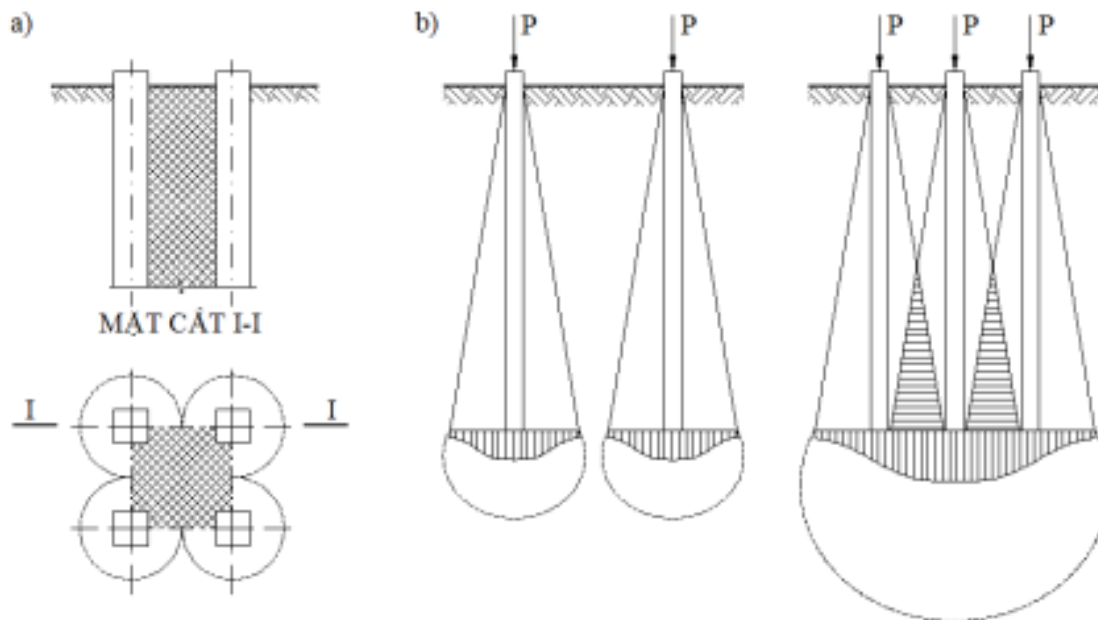


Fig. 5.12 Analysis of combined footings

F. KIỂM TRA CỌC LÀM VIỆC THEO NHÓM

Do sự tương tác giữa các cọc trong nhóm nên độ lún của nhóm cũng như sức chịu tải của cọc trong nhóm sẽ khác với cọc đơn. Hiệu ứng này cần được xét đến trong thiết kế. Chiều sâu và vùng ảnh hưởng phần đất dưới nhóm cọc phụ thuộc vào kích thước của nhóm và độ lớn của tải trọng.



F. KIỂM TRA CỌC LÀM VIỆC THEO NHÓM

Trong nền đất dính, sức chịu tải của nhóm cọc ma sát nhỏ hơn tổng sức chịu tải của các cọc đơn trong nhóm. Mức độ giảm sức chịu tải của nhóm cọc trong trường hợp này phụ thuộc vào khoảng cách giữa các cọc trong nhóm, đặc tính của nền đất, độ cứng của đài cọc và sự tham gia truyền tải công trình của đài xuống cọc và đất.

Đối với cọc chống, sức chịu tải của nhóm cọc bằng tổng sức chịu tải của các cọc đơn trong nhóm.

Có thể kể đến hiệu ứng nhóm η theo công thức Labarre:

$$\eta = 1 - \arctg \frac{d_c}{l_c} \frac{(m-1)n + (n-1)m}{90mn} \quad (3.75)$$

trong đó:

d_c - đường kính cọc, (m);

l_c - khoảng cách giữa các cọc, (m);

m - số hàng cọc;

n - số cọc trong mỗi hàng;

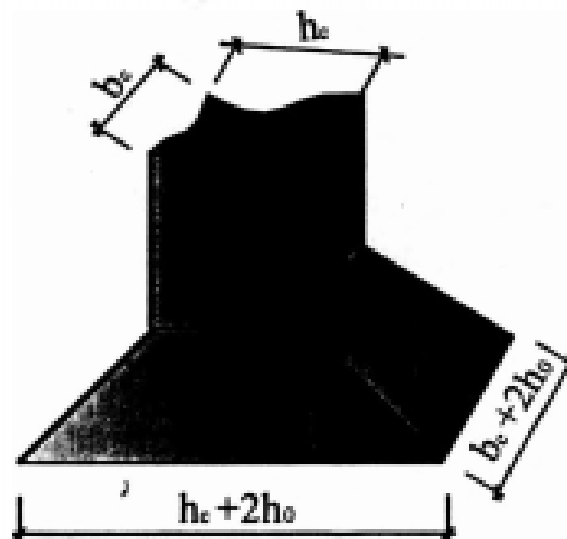
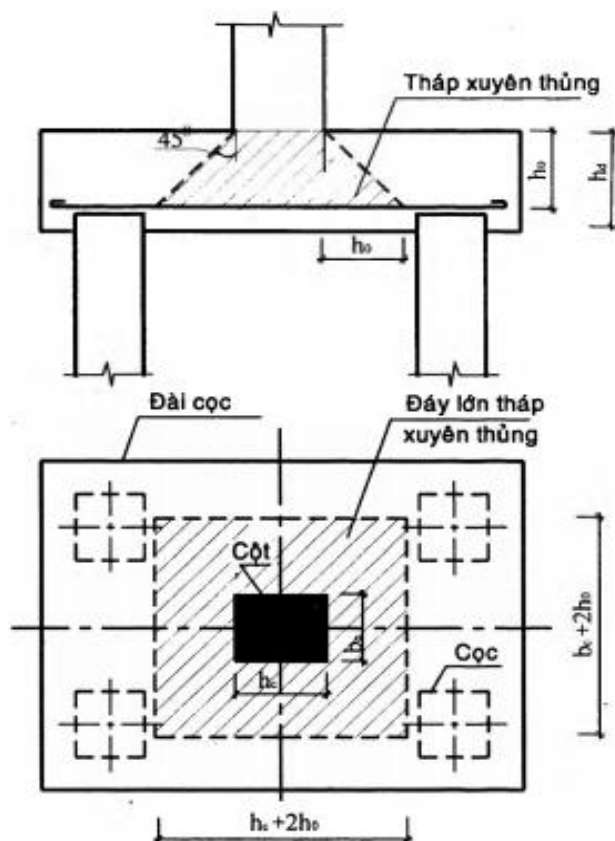
mn - tổng số cọc trong móng.

G. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN XUYÊN THÙNG

$$P_{xt} \leq P_{cx}$$

P_{xt} - lực gây xuyên thủng (kN)

P_{cx} - lực chống xuyên thủng (kN)



Hình 2.27 Khi mặt bên của tháp nén thủng nghiêng 45° (đáy tháp nén thủng không phủ lên các cọc)

G. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN XUYÊN THÙNG

Lực xuyên thùng P_{xt} lấy bằng lực tác dụng lên tháp xuyên thùng, trừ đi phản lực đầu cọc nằm hoàn toàn trong phạm vi tháp xuyên tháp xuyên thùng:

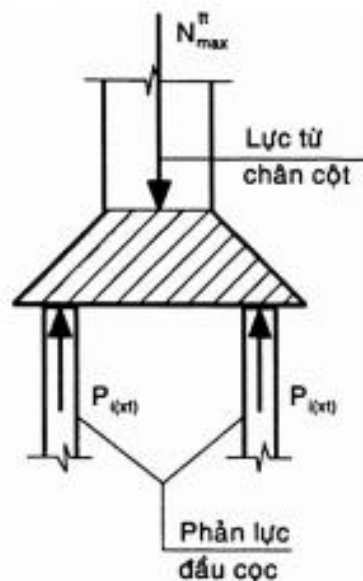
$$P_{xt} = N^{tt} - \sum P_{i(xt)} \quad (2.84)$$

N^{tt} - lực dọc tính toán tại chân cột (lấy tổ hợp N^{tt}_{max})

$\sum P_{i(xt)}$ - phản lực đầu cọc nằm trong phạm vi đáy lớn tháp xuyên thùng.

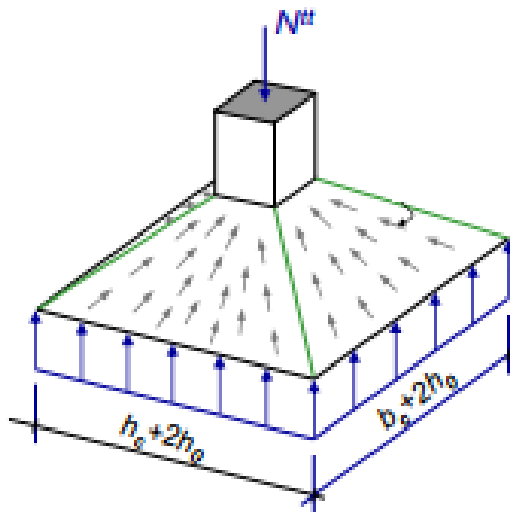
Để thiên về an toàn phản lực đầu cọc chỉ do lực dọc gây ra (không xét đến moment, lực ngang, trọng lượng bản thân đài và đất nền trên đài) và được tính với hệ số vượt tải $n = 0.9$.

$$P_{i(xt)} = \frac{P_i}{1.15} \cdot 0.9 \quad (2.85)$$



Hình 2.31 Các lực tác dụng lên tháp xuyên thùng

G. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN XUYÊN THÙNG



$$P_{0(cx)} = \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_0 \quad (2.86)$$

h_0 - chiều cao làm việc của tiết diện (lấy từ mặt trên của đài đến trọng tâm lớp dưới cốt thép của đài)

R_{bt} - cường độ chịu kéo của bê tông

α - hệ số, lấy theo bảng 1.21:

Bảng 2.21 Xác định hệ số α

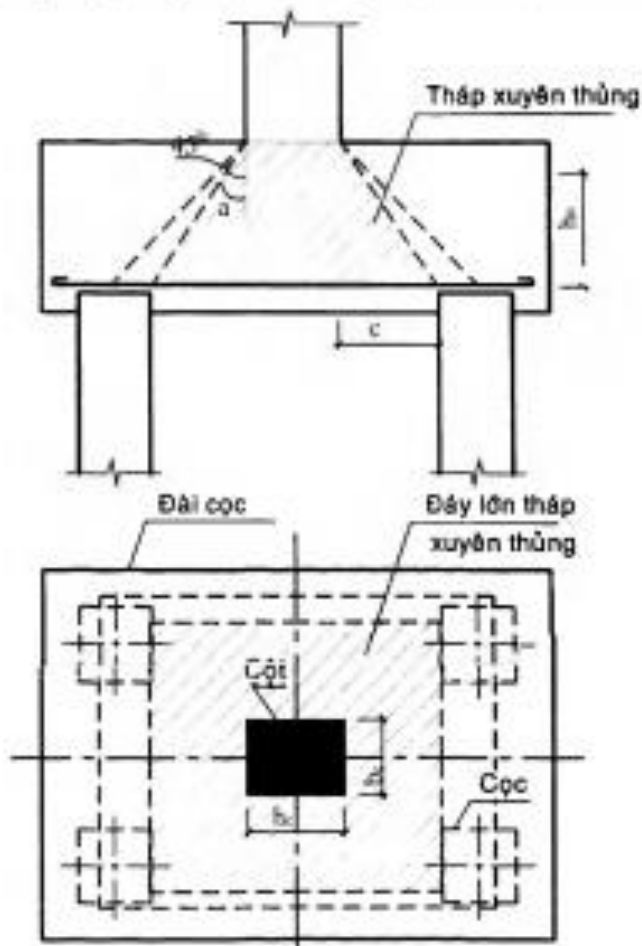
Loại bê tông	Bê tông nặng	Bê tông hạt nhỏ	Bê tông nhẹ
α	1,00	0,85	0,80

u_m - giá trị trung bình của chu vi đáy trên và đáy dưới tháp nén thùng hình thành khi bị nén thùng, trong phạm vi chiều cao làm việc của tiết diện:

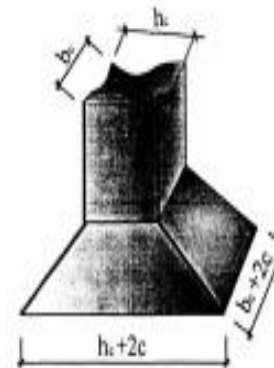
$$u_m = 2(h_c + b_c + 2h_0) \quad (2.87)$$

G. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN XUYÊN THÙNG

- 2- Trường hợp 2:** Khi đáy lớn của tháp xuyên 45° bao phủ một phần của cọc
- Trường hợp này tháp xuyên thùng được xác định như sau:



Hình 2.29 Khi mặt bên của tháp nền thùng nghiêng với góc nhỏ hơn 45° (đáy lớn tháp xuyên thùng ứng với góc xuyên 45° phủ lên một phần cọc)



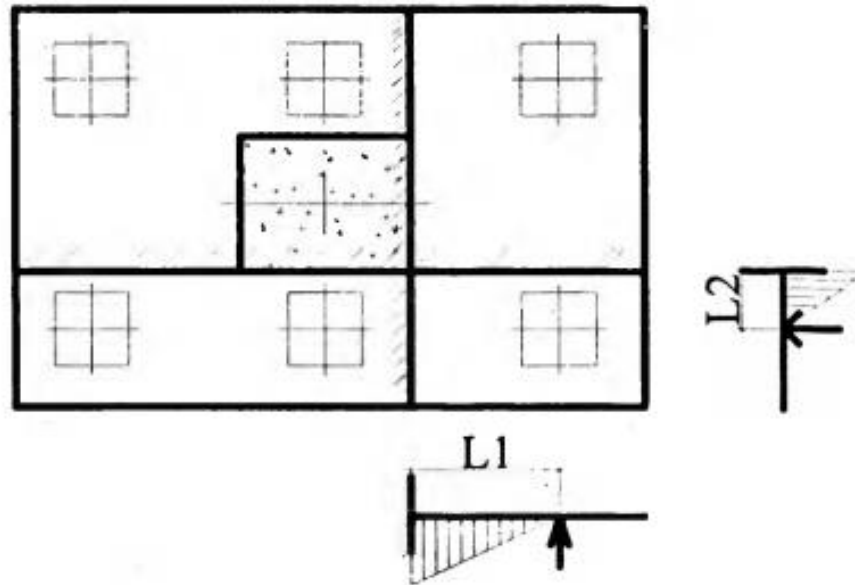
Hình 2.30 Hình không gian của tháp xuyên thùng (góc nghiêng $< 45^\circ$)

$$P_{0(cx)} = \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_o \cdot \frac{h_o}{c}$$

$$u_m = 2(h_c + b_c + 2c)$$

H. TÍNH TOÁN THÉP CHO ĐÀI CỌC

- Xem đài là bản consol có một đầu ngàm vào mép cột và đầu kia tự do (H.2.32), với giả thiết đài là tuyệt đối cứng.



Hình 2.32 Sơ đồ cọc tác dụng lực lên đài

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG

3- Đối với móng cọc có số cọc ≥ 3 cọc hoặc cọc nhúng moment và lực ngang nằm trong mặt phẳng 2 cọc.

- Moment đã chuyển thành lực dọc trong cọc, vì vậy moment đầu cọc $M_0 = 0$

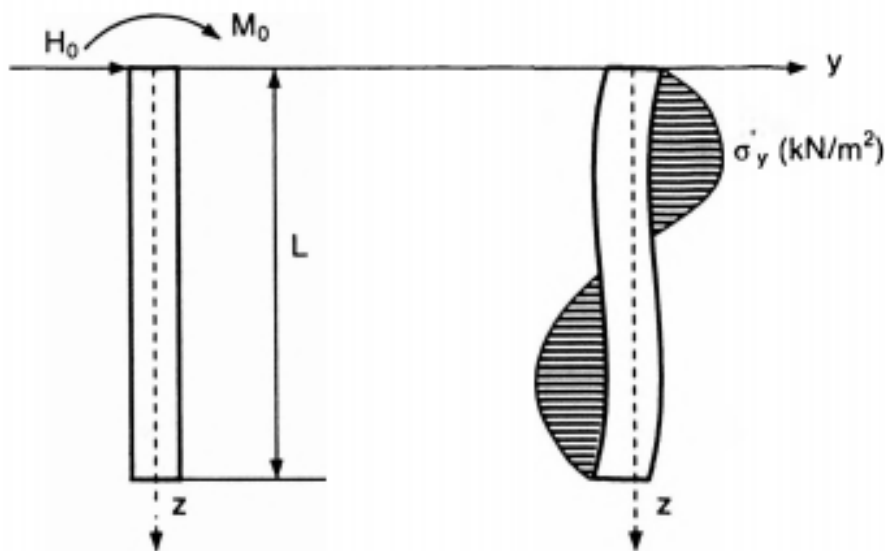
- Lực ngang ở đỉnh cọc được xác định như sau (xem đài móng cứng tuyệt đối)

$$\begin{cases} H_0 = \frac{H}{n} \\ M_0 = 0 \end{cases} \quad (2.66)$$

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG

Xác định moment và chuyển vị ngang dọc theo trục của một cọc thẳng đứng chịu tác động moment M_0 và lực ngang H_0 tại cao trình mặt đất đã được nhiều tác giả nghiên cứu. Cũng như ổn định của nền đất xung quanh cọc này đã được Terzaghi đề cập tới trong các bài báo và giáo trình của ông trong những năm 1950.

Xét một cọc có chiều dài L , chịu hệ tải trọng tác dụng như hình sau:



Hình 2.25 Sơ đồ làm việc cọc chịu tải ngang

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG

Khi tính toán cọc chịu tải ngang, đất xung quanh cọc được xem như môi trường đàn hồi tuyến tính được mô phỏng bằng mô hình nền Winkler.

$$\sigma'_y = C^z_y y \Rightarrow C^z_y = \frac{\sigma'_y}{y} \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad (2.67)$$

Phương trình trục uốn của cọc có dạng:

$$E_b I \frac{d^4 y}{dz^4} + \sigma^z_y = 0 \quad (2.68)$$

Với hệ số nền theo phương ngang, $C^z_y = K.z$, thay đổi tuyến tính theo chiều sâu.

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG

Từ lời giải của phương trình trên, ta suy ra các đại lượng cần thiết: áp lực tính toán, σ_z (kN/m²), moment uốn M_z (kNm), lực cắt Q_z (kN), trong các tiết diện của cọc như sau:

$$\sigma_z = \frac{K}{\alpha_{bd}} z_e \left(y_0 A_1 - \frac{\psi_0}{\alpha_{bd}} B_1 + \frac{M_0}{\alpha_{bd}^2 E_b I} C_1 + \frac{H_0}{\alpha_{bd}^3 E_b I} D_1 \right) \quad (2.69)$$

$$M_z = \alpha_{bd}^2 E_b I y_0 A_3 - \alpha_{bd} E_b I \psi_0 B_3 + M_0 C_3 + \frac{H_0}{\alpha_{bd}} D_3 \quad (2.70)$$

$$Q_z = \alpha_{bd}^3 E_b I y_0 A_4 - \alpha_{bd}^2 E_b I \psi_0 B_4 + \alpha_{bd} M_0 C_4 + H_0 D_4 \quad (2.71)$$

trong đó: z_e - chiều sâu tính tải, $z_e = \alpha_{bd} z$

l_e - chiều dài cọc trong đất tính đối, $l_e = \alpha_{bd} l$

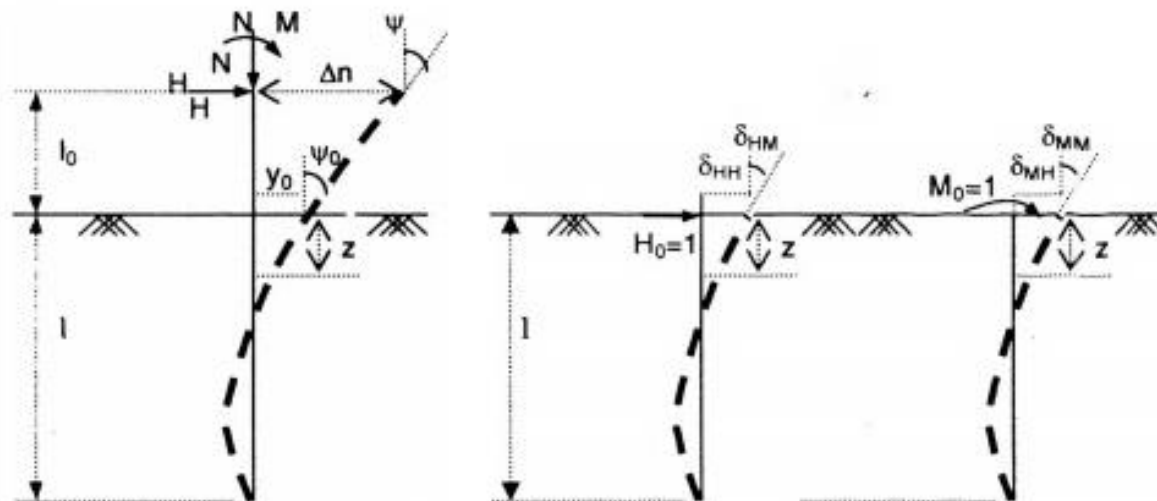
$$\text{- hệ số biến dạng } \alpha_{bd} = \sqrt[5]{\frac{K b_c}{E_b I}} \quad (2.72)$$

b_c - chiều rộng quy ước của cọc:

+ khi $d \geq 0,8\text{m}$ thì $b_c = d + 1\text{m}$

+ khi $d < 0,8\text{ m}$ thì $b_c = 1,5d + 0,5\text{m}$

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG



Hình 2.26 Sơ đồ tác động của moment và tải ngang lên cọc

Các chuyển vị δ_{HH} , δ_{HM} , δ_{MH} , δ_{MM} của cọc ở cao trình mặt đất, do các ứng lực đơn vị đặt cao trình này.

$$\delta_{HH} = \frac{1}{\alpha_{bd}^3 E_b I} A_0 \quad (2.73)$$

$$\delta_{MH} = \delta_{HM} = \frac{1}{\alpha_{bd}^2 E_b I} B_0 \quad (2.74)$$

$$\delta_{MM} = \frac{1}{\alpha_{bd} E_b I} C_0 \quad (2.75)$$

A_0 , B_0 , C_0 , D_0 , tra trong bảng 2.19.

I. KIỂM TRA CỌC CHỊU TẢI TRỌNG NGANG

Moment uốn và lực cắt của cọc tại cao trình mặt đất:

$$H_0 = H \quad (2.76)$$

$$M_0 = M + Hl_0 \quad (2.76a)$$

Chuyển vị ngang y_0 và góc xoay ψ_0 , tại cao trình mặt đất.

$$y_0 = H_0\delta_{HH} + M_0\delta_{HM} \quad (2.77)$$

$$\psi_0 = H_0\delta_{MH} + M_0\delta_{MM} \quad (2.78)$$

Chuyển vị của cọc ở cao trình đặt lực hoặc đáy đài:

$$\Delta_n = y_0 + \psi_0 l_0 + \frac{Hl_0^3}{3E_b I} + \frac{Ml_0^2}{2E_b I} \quad (2.79)$$

Góc xoay của cọc ở cao trình đặt lực hoặc đáy đài:

$$\psi = \psi_0 + \frac{Hl_0^2}{2E_b I} + \frac{Ml_0}{E_b I} \quad (1.80)$$