

ĐỒ ÁN MÔN HỌC NỀN MÓNG THIẾT KẾ MÓNG CỌC ĐÀI THẤP

1- Tài liệu về công trình

- Kích thước mặt bằng của kết cấu phần trên: Chiều dài $l = 8 \text{ m}$, $b = 3 \text{ m}$ (Hình 1)
- Các tải trọng tác dụng lên công trình:

TẢI TRỌNG TÍNH TOÁN:	
- Tải trọng thẳng đứng	$N_{tt} =$
- Tải trọng nằm ngang	$T_{tt} =$
- Mô men uốn	$M_{tt} =$
TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN:	
- Tải trọng thẳng đứng	$N_{tc} =$
- Tải trọng nằm ngang	$T_{tc} =$
- Mô men uốn	$M_{tc} =$

- Độ lún giới hạn : $S_{gh} = 9 \text{ cm}$

2- Tài liệu về địa chất

a) Đề bài từ số 1 đến số 20.

Đất nền gồm hai lớp :

- Lớp trên là đất cát hạt vừa, độ chặt trung bình; góc ma sát trong $\varphi = 30^0$; trọng lượng riêng $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$. Lớp đất này dày 8 m kể từ mặt đất.

- Lớp dưới là đất á sét có độ sệt $B = 0,3$; hệ số rỗng $\varepsilon = 0,6$; góc ma sát trong $\varphi = 16^0$, lực dính $c = 15 \text{ KN/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$, môđun biến dạng $E_0 = 30000 \text{ KN/m}^2$. Mực nước sông sâu 5 m.

b) Đề bài từ số 21 đến số 40.

Đất nền gồm hai lớp :

- Lớp trên là đất cát hạt vừa, độ chặt trung bình; góc ma sát trong $\varphi = 28^0$; trọng lượng riêng $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$. Lớp đất này dày 8 m kể từ mặt đất.

- Lớp dưới là đất á sét có độ sệt $B = 0,3$; hệ số rỗng $\varepsilon = 0,6$; góc ma sát trong $\varphi = 18^0$, lực dính $c = 16 \text{ KN/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$, môđun biến dạng $E_0 = 30000 \text{ KN/m}^2$. Mực nước sông sâu 5 m.

c) Đề bài từ số 41 đến số 60.

Đất nền gồm hai lớp :

- Lớp trên là đất cát hạt vừa, độ chặt trung bình; góc ma sát trong $\varphi = 30^0$; trọng lượng riêng $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$. Lớp đất này dày 8 m kể từ mặt đất.

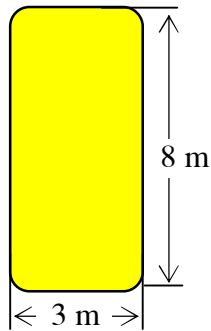
- Lớp dưới là đất á sét có độ sệt $B = 0,3$; hệ số rỗng $\varepsilon = 0,6$; góc ma sát trong $\varphi = 18^0$, lực dính $c = 16 \text{ KN/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$, môđun biến dạng $E_0 = 30000 \text{ KN/m}^2$. Mực nước sông sâu 5 m.

d) Đề bài từ số 61 đến số 80.

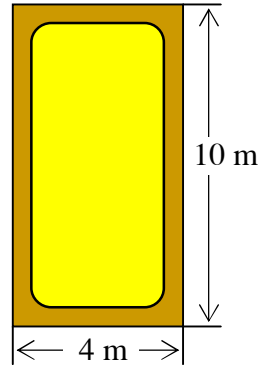
Đất nền gồm hai lớp :

- Lớp trên là đất cát hạt vừa, độ chặt trung bình; góc ma sát trong $\varphi = 28^\circ$; trọng lượng riêng $\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$. Lớp đất này dày 8 m kể từ mặt đất.

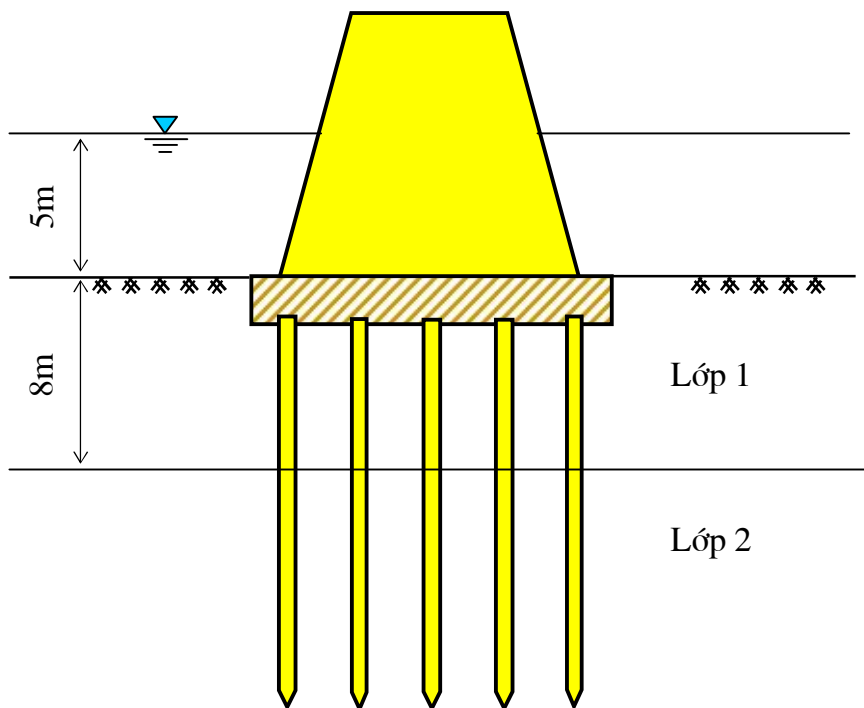
- Lớp dưới là đất á sét có độ sệt $B = 0,3$; hệ số rỗng $\varepsilon = 0,6$; góc ma sát trong $\varphi = 18^\circ$, lực dính $c = 15 \text{ KN/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$, môđun biến dạng $E_0 = 30000 \text{ KN/m}^2$. Mực nước sông sâu 5 m.



Hình 1: Kích thước mặt bằng
Kết cấu phần trên



Hình 2: Kích thước sơ bộ chọn
của đài cọc



Hình 3: Sơ đồ
Móng cọc trong
2 lớp đất

3- Yêu cầu về văn bản thiết kế

- Văn bản thiết kế phải được bố cục hợp lý, trình bày rõ ràng, sạch sẽ trên giấy trắng khổ A4.
- Các hình vẽ rõ ràng, nghiêm túc. Những biểu đồ biểu diễn các đại lượng cần phải thể hiện hệ tọa độ và chọn tỷ lệ thích hợp, vẽ trên giấy kẻ ly khổ A4.
- Quá trình tính toán các đại lượng như: tính sức kháng ma sát của đất xung quanh cọc, tính ứng suất bản thân, ứng suất tăng thêm trong nền dưới khối móng quy ước, tính lún cho từng lớp đất chia v.v... phải được thể hiện bằng hình vẽ và bảng biểu thích hợp.
- Bản đồ án được đóng thành quyển; chữ trên bìa được in theo nội dung quy định (có ghi số đề bài) và phải nộp đúng hạn.

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC

TÍNH TOÁN MÓNG CỌC ĐÀI THẤP

Các bước thiết kế cơ bản:

1. Chọn loại móng cọc:

- Căn cứ vào tài liệu địa chất, tầng đá hoặc lớp đất cứng nằm khá sâu, vì thế chọn loại móng cọc ma sát là thích hợp.

- Phương trục cọc: Trong thiết kế móng cọc, tùy thuộc vào trị số tải trọng ngang tác dụng lên đầu cọc mà người ta quyết định bố trí cọc thẳng đứng, nghiêng một chiều hoặc hai chiều. Vì tải trọng ngang của công trình tương đối nhỏ ($T_u = 700 \div 900$ KN) nên chỉ bố trí các cọc thẳng đứng. Sau này khi đã xác định được số lượng cọc (n), ta có thể kiểm tra lại theo công thức:

$$H_{ng} = \frac{T_u}{n} < P_{ngc} \quad (1)$$

Trong đó: H_{ng} – Tải trọng ngang tác dụng lên một cọc; P_{ngc} – Sức chịu tải tính toán theo phương ngang cọc

2. Chọn độ sâu đặt đài cọc và sơ bộ chọn kích thước đài cọc:

a) Chọn độ sâu đặt đài cọc: - Hiện nay người ta cho rằng móng cọc đài thấp có đài đặt sâu trong đất, sao cho tải trọng nằm ngang tác dụng vào đài hoàn toàn do đất phía trước đài chịu; như vậy bản thân các cọc không chịu lực ngang, mà chỉ chịu tải trọng dọc trục. Muốn vậy thì độ sâu đặt đài cọc phải thỏa mãn điều kiện sau đây :

$$h_b \geq \alpha h_{\min} \quad (2)$$

Hệ số $\alpha < 1$, thường lấy $\alpha = 0,7$, dùng để xét ảnh hưởng của lực ma sát giữa đáy và mặt bên của đài với đất. Độ sâu tối thiểu đặt đài cọc h_{\min} rút ra từ điều kiện cân bằng giữa tổng tải trọng ngang (T_u) và áp lực bị động của đất từ đáy đài trở lên (E_b) :

$$h_{\min} = \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \sqrt{\frac{2T_u}{l_b \gamma}} \quad (3)$$

- Trên thực tế thì ngay trong trường hợp đài thấp có khi cọc vẫn phải chịu lực ngang, và vẫn có quy định kiểm tra khả năng chịu tải ngang của cọc. Vì vậy, tốt nhất cần căn cứ vào điều kiện làm việc của công trình đồng thời tham khảo điều kiện (2) để chọn sơ bộ độ sâu đặt đáy đài cọc, sau đó kiểm tra theo điều kiện (1). Ở đây do đặc điểm của công trình ta chọn $h_b = 1$ m kể từ mặt đất tự nhiên.

b) Kích thước đài cọc thường chọn lớn hơn kích thước phân trên công trình và phải đảm bảo đủ diện tích để bố trí các cọc trong móng.

3. Chọn loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện và phương án thi công:

Chọn loại cọc bê tông đúc sẵn, chiều dài 20,4 m (phần cọc ngàm vào đài là 0,4 m), tiết diện cọc $0,3 \times 0,3$ m, bê tông mác 300, cốt thép dọc chịu lực gồm 4 ϕ 26 loại có gờ cán nóng CT5. Vì móng chịu mô men khá lớn nên ngàm cọc vào đài bằng cách phá vỡ một phần bê tông đầu cọc cho trơ cốt thép dọc trên một đoạn 0,2 m, và chôn thêm một đoạn cọc 0,2 m còn giữ nguyên vào đài. Dùng búa diêzen để đóng cọc.

4. Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và theo đất nền:

a) Theo vật liệu làm cọc, khả năng chịu lực của cọc được xác định theo công thức:

$$P_{vl} = m_c (m_{cb} R_b F_b + R_a F_a) \quad (4)$$

trong đó, m_c -Hệ số điều kiện làm việc, lấy đối với cọc được chế tạo trong đất bằng 0,6; đối với các cọc còn lại bằng 1,0;

m_{cb} -hệ số làm việc của bê tông;

R_b, R_a - sức kháng nén tính toán tương ứng của bê tông và cốt thép;

F_b, F_a - diện tích tiết diện ngang tương ứng của bê tông và cốt thép

F_b có thể lấy bằng diện tích tiết diện cọc; với cốt thép CT5 thì có thể chọn $R_a = 24.000 \text{ T/m}^2$.

b) Theo cường độ của đất nền, khả năng chịu lực của cọc được xác định theo công thức:

$$P_{dn} = m_c (m_R R F + u \sum m_f f_i l_i); \quad (5)$$

trong đó, m_c - hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất có thể lấy $m = 1$;

R - sức kháng tính toán của đất dưới mũi cọc, tra bảng V-1;

F - diện tích tựa lên đất của cọc, lấy bằng diện tích tiết diện ngang của cọc;

u - chu vi của cọc;

f_i - sức kháng tính toán của lớp đất thứ i ở mặt bên của cọc, tra bảng V-2;

l_i - chiều dày lớp đất thứ i tiếp giáp với mặt bên cọc, theo TCXD cần chia các lớp đất với $l_i \leq 2 \text{ m}$;

m_R, m_f - các hệ số điều kiện làm việc của đất tương ứng dưới mũi cọc và bề mặt bên cọc, phụ thuộc vào phương pháp hạ cọc và sức kháng của đất, tra bảng V-3.

Khả năng chịu tải của cọc lấy với giá trị nhỏ nhất trong hai trị số P_{vl} và P_{dn} .

5. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng:

a) - Số lượng cọc (n) trong móng được xác định theo công thức:

$$n = \beta \frac{N}{P_c} \quad (6)$$

trong đó, β - hệ số xét đến sự gia tăng số cọc, tùy thuộc mức độ lệch tâm của tải trọng, có thể lấy bằng 1,1 ÷ 1,3.

N - tải trọng dọc trục cọc tác dụng tại đáy đài $N = N_{tt} + G_{dc}$;

G_{dc} - là trọng lượng của đài cọc, được tính với trọng lượng riêng bê tông $\gamma_{bt} = 25 \text{ KN/m}^3$;

P_c - khả năng chịu tải của cọc, $P_c = \frac{P_{dn}}{k_c}$, (7)

k_c - hệ số tin cậy có thể lấy bằng 1,4.

Số lượng cọc nên chọn sao cho khi bố trí cọc đảm bảo số cọc trong mỗi hàng là như nhau.

b) Bố trí cọc: Có thể bố trí cọc theo hai cách:

- Bố trí các cọc để chúng chịu tải trọng công trình truyền xuống như nhau. Theo cách này thì khoảng cách các cọc sẽ không đều nhau, tiết kiệm được số lượng cọc, nhưng thi công phức tạp.

- Bố trí khoảng cách các cọc đều nhau. Theo cách này các cọc sẽ chịu lực khác nhau, nhưng thi công đơn giản hơn nên thực tế thường hay được áp dụng.

Theo quy định, khoảng cách giữa tâm của các cọc phải lớn hơn 3 lần và nhỏ hơn 6 lần đường kính hay cạnh cọc, còn khoảng cách từ mép đài cọc đến tâm của cọc gần nhất không nhỏ hơn 1,5 lần đường kính hoặc cạnh cọc.

6. Kiểm tra khả năng chịu tải của cọc:

Để đảm bảo ổn định về mặt cường độ, trước hết từng cọc phải đảm bảo được tải trọng mà công trình truyền xuống cho nó, nghĩa là phải thỏa mãn các điều kiện sau:

a) Đối với tải trọng thẳng đứng:

$$P_{max} \leq P_c ; \quad P_{min} > 0 \quad (8)$$

trong đó, P_{max}, P_{min} là tải trọng thẳng đứng truyền cho cọc ở biên (cọc chịu lực lớn nhất và nhỏ nhất tương ứng).

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N}{n} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\sum x_i^2} \quad (9)$$

trong đó, N -tải trọng dọc trục cọc tác dụng tại đáy đài (đã tính ở trên),

n -số cọc trong móng,

M_y -mô men đối với trục y tại đáy đài; $M_y = M_{tt} + T_{tt} \cdot h$; $h = 1$ m ;

x_{\max} -khoảng cách cọc ở ngoài biên, x_i -khoảng cách từng cọc thứ i tới trục y.

b) Đối với lực tác dụng ngang: các cọc cần đảm bảo điều kiện sau,

$$P_{ng} \leq P_{ngc} \quad (10)$$

trong đó, P_{ng} -tải trọng ngang truyền cho một cọc (giả thiết tải trọng ngang truyền đều cho các cọc trong móng, $P_{ng} = T_{tt}/n$).

P_{ngc} -khả năng chịu tải cho phép của cọc được lấy theo điều 4.4.1 của Tiêu chuẩn thiết kế Móng cọc - TCXD 205 :1998. Trong phạm vi đồ án, có thể dùng cách tra bảng: với loại đất cát cỡ hạt trung bình, trạng thái chặt vừa, cọc thuộc loại bê tông cốt thép tiết diện $0,3 \times 0,3$ có thể lấy $P_{ngc} = 60$ KN.

Chú ý: - Nếu các điều kiện trên không thoả mãn thì cần phải hoặc là tăng thêm số cọc, hoặc là tăng thêm chiều dài hay tiết diện cọc.

- Trong bài này, do trị số tải trọng ngang nhỏ nên không cần kiểm tra khả năng mang tải của nền móng cọc, nghĩa là không cần kiểm tra sự trượt cắt ngang qua cọc hoặc cắt sâu xuống nền.

7. Kiểm tra móng cọc và nền của nó theo trạng thái giới hạn về biến dạng.

Vì lực ngang nhỏ so với lực thẳng đứng nên ở đây chỉ yêu cầu kiểm tra độ lún của móng cọc ma sát. Độ lún của nền móng cọc (khối móng quy ước) tính theo TCXD 205 :1998. Để tính toán cần thực hiện các bước sau:

a) Xác định kích thước của móng khối quy ước:

Cần thể hiện hình vẽ mặt cắt của móng khối quy ước, trong đó:

$$\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4} ; \quad (11)$$

$$\varphi_{tb} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots}{h_1 + h_2 + \dots} ; \quad (12)$$

- Chiều rộng của khối móng quy ước, $B_m = b_c + 2 h_c \operatorname{tg}(\varphi_{tb} / 4)$; (13)

- Chiều dài của khối móng quy ước, $L_m = l_c + 2 h_c \operatorname{tg}(\varphi_{tb} / 4)$; (14)

trong đó: h_c - chiều dài cọc trong đất kể từ đáy đài; b_c, l_c - khoảng cách hai mép cọc ngoài cùng theo chiều rộng và chiều dài của móng cọc.

b) Xác định cường độ áp lực thẳng đứng trên mặt nền của khối móng quy ước:

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N_{tc}}{B_m L_m} \left(1 \pm \frac{6e}{B_m} \right); \quad P_{tb} = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2} \quad (15)$$

Độ lệch tâm $e = \frac{M_{tc}}{N_{tc}}$ (16)

c) Tính độ lún của khối móng quy ước:

- Điều kiện để áp dụng công thức tính lún là cần đảm bảo đất nền làm việc trong giai đoạn biến dạng tuyến tính, nghĩa là cần đảm bảo điều kiện:

$$P_{tb} \leq R_{tc} \quad \text{và} \quad P_{\max} \leq 1,2 R_{tc} \quad (17)$$

R_{ic} là cường độ tiêu chuẩn của đất nền dưới khối móng cọc quy ước, xác định như sau:

$$R_{ic} = \frac{m_1 m_2}{k} (A \cdot \gamma_1 \cdot B_m + B \cdot \gamma_2 \cdot H_m + D \cdot c); \quad (18)$$

trong đó, γ_1 - trọng lượng riêng của đất nền dưới đáy móng cọc.

γ_2 - trọng lượng riêng của đất phía trên đáy móng.

A, B, D - các hệ số phụ thuộc góc trong φ của đất nền dưới móng cọc quy ước.

c - lực dính đơn vị của lớp đất nền dưới móng cọc quy ước.

B_m, L_m, H_m - kích thước khối móng quy ước.

m_1 - hệ số làm việc, phụ thuộc loại đất, có thể xác định bằng cách tra bảng. Với đất nền là đất sét có độ sệt $B = 0,3$, lấy $m_1 = 1,2$.

m_2 - hệ số phụ thuộc độ cứng của công trình và loại đất. Công trình không thuộc loại tuyệt đối cứng cho nên lấy $m_2 = 1$.

k - hệ số phụ thuộc cách chọn các chỉ tiêu cơ lý của đất. Vì các chỉ tiêu cơ lý ở đây lấy theo số liệu thí nghiệm trực tiếp đối với đất, cho nên lấy $k = 1$.

Sau khi kiểm tra theo điều kiện (17) thỏa mãn, ta có thể tính độ lún của nền theo quan niệm nền biến dạng tuyến tính. Theo tiêu chuẩn xây dựng, cần tính cho điểm giữa của móng. Theo phương pháp cộng lún từng lớp, độ lún xác định theo công thức sau,

$$S = \frac{\beta}{E_o} \sum \sigma_{zi} h_i \quad (19)$$

trong đó: β - hệ số, lấy bằng 0,8 ;

E_o - môđun biến dạng, bằng 30.000 KN/m² ;

σ_{zi} - ứng suất gây lún ở giữa lớp đất thứ i ;

h_i - chiều dày lớp đất thứ i .

Để tính toán độ lún cần thực hiện một số bước:

- Vẽ biểu đồ ứng suất bản thân $\sigma_{zd} = \sum \gamma_i \cdot h_i$. Đường quan hệ giữa σ_{zd} và z này có gốc tọa độ tại mặt đất tự nhiên ($z=0, \sigma_{zd} = 0$).

- Vẽ biểu đồ ứng suất gây lún (ứng suất tăng thêm) cùng trục với ứng suất bản thân tại điểm giữa móng (quan hệ σ_z với z).

Tại đáy khối móng quy ước có: $\sigma_{zo} = p_{tb} - \sigma_{zd}$, với σ_{zd} có giá trị tại $z = H_m$.

Tại độ sâu z_i có: $\sigma_{zi} = K \cdot \sigma_{zo}$.

Hệ số phân bố ứng suất K phụ thuộc tỷ số L'_m / B'_m và z / B'_m , tính cho các điểm giữa móng, có thể tra bảng thích hợp trong môn Cơ Học Đất.

Lưu ý: -Quá trình tính toán ứng suất phải được trình bày thành bảng.

- Chiều sâu vùng chịu nén H_a theo tiêu chuẩn xây dựng, lấy tới độ sâu tại đó $\sigma_z = 0,2 \sigma_{zd}$.

- Chia vùng chịu nén thành từng lớp có bề dày $h_i \leq H_a/10$, tính độ lún S_i của từng lớp theo công thức:

$$S_i = \frac{\beta}{E_o} \sigma_{zi} h_i ; \quad (20)$$

sau đó tính độ lún của toàn bộ lớp nền dày H_a tại điểm giữa móng khối quy ước.

- Kiểm tra theo điều kiện $S \leq S_{gh}$. Trong thực tế khi tải trọng đặt lệch tâm lớn thì cần phải tính độ lún lệch tương đối của móng, và khi có lực ngang lớn thì còn cần kiểm tra chuyển dịch ngang ở đầu cọc.

Lưu ý: Trị số biến dạng giới hạn cho phép được xác định tùy thuộc vào loại công trình, cấp công trình, mục đích sử dụng công trình ... :

(1)- Đối với công trình cầu:

- Độ lún đều $S_{gh} = 1,5 \sqrt{l}$, (cm)

- Độ lún lệch giữa 2 trụ cầu $\Delta S_{gh} = 0,75 \sqrt{l}$, (cm)

- Chuyển vị ngang của đỉnh trụ $U_{gh} = 0,5 \sqrt{l}$, (cm)

l- Chiều dài của nhịp ngắn nhất tiếp giáp với trụ (tính bằng m.), lấy ít nhất là 25 m.

(2)- Đối với nhà cửa và các công trình khác:

Trị số biến dạng giới hạn cho phép lấy theo quy định của CNIP 2.02.01-83, phụ lục 4, trang 47 (bản gốc- NXB Mockba, 2000).

$$S_{gh} = 8 \div 15 \text{ cm.}$$

$$\left[\frac{\Delta S}{L} \right]_{gh} = 0,002 \div 0,006$$