

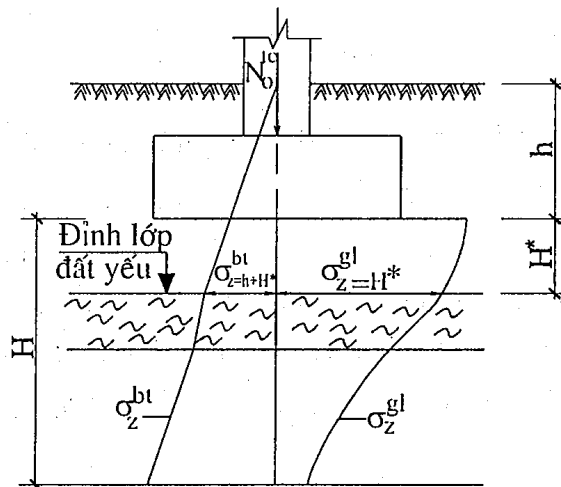
Hình 2.9. Móng chịu tải lệch tâm 2 phương

$M_{0x}^{tc}, M_{0y}^{tc}, Q_{0x}^{tc}, Q_{0y}^{tc}$ - lần lượt là trị số các mômen và lực ngang tiêu chuẩn tại đỉnh móng

$$e_l = \frac{M_{0y}^{tc} + Q_{0x}^{tc} \cdot h_m}{N_0^{tc}}; \quad e_b = \frac{M_{0x}^{tc} + Q_{0y}^{tc} \cdot h_m}{N_0^{tc}}$$

Nếu một trong các điều kiện của (2.6) không thỏa mãn thì căn cứ vào kết quả kiểm tra điều chỉnh $l \times b \rightarrow$ tính R , $p_{min}^{tc} \rightarrow$ kiểm tra lại. Lặp quá trình trên cho đến khi chọn được cặp $l \times b$ hợp lý.

Bước 6: Kiểm tra điều kiện áp lực lên lớp đất yếu



Hình 2.10. Điều kiện áp lực lên lớp đất yếu

Nếu trong phạm vi chiều sâu chịu nén của nền, ở chiều sâu H^* kể từ đáy móng, có lớp đất có độ bền nhỏ hơn độ bền các lớp bên trên (dựa trên trị số E , φ , c trạng thái vật lý) như hình 2.10, kích thước móng phải được kiểm tra theo điều kiện:

$$\sigma_{z=H}^{gl*} + \sigma_{z=h+H}^{bt*} \leq R_{dy} \quad (2.8)$$

trong đó:

$\sigma_{z=H}^{gl*}$ và $\sigma_{z=h+H}^{bt*}$ - lần lượt là ứng suất gây lún và ứng suất bản thân tại đỉnh lớp "đất yếu".

R_{dy} - cường độ tính toán của nền "đất yếu":

$$R_{dy} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b_y \gamma_{II} + B h_y \gamma'_{II} + D \cdot c_{II}) \quad (2.9)$$

A, B, D - hệ số tra bảng theo góc ma sát trong φ_{II} của "đất yếu";

c_{II} - lực dính đơn vị của "đất yếu";

γ_{II} - trọng lượng riêng hiệu quả của đất đỉnh lớp "đất yếu";

h_y - độ sâu chôn móng quy ước, $h_y = h + H^*$ cho trường hợp móng không nằm trong phạm vi tầng hầm và móng dưới tầng hầm có bề rộng tầng hầm $b \leq 20$ m (không xét đến ảnh hưởng của tầng hầm vì việc thi công tầng hầm ít ảnh hưởng đến trạng thái ứng suất - biến dạng của nền tại mặt lớp "đất yếu"), trường hợp bề rộng tầng hầm > 20 m, h_y được tính từ mặt trên sàn tầng hầm đến đáy móng;

γ'_{II} - trọng lượng riêng hiệu quả trung bình của đất trong phạm vi h_y ;

h - chiều sâu chôn móng kể từ đáy móng được xác định như hình 2.8.

Bề rộng móng quy ước b_y được rút ra trên cơ sở giả thiết rằng tiết diện đáy móng mở rộng đều cả 2 phía xuống lớp đất yếu (trị số này mang tính quy ước nhiều hơn là dựa vào một căn cứ lý thuyết chặt chẽ). Theo TCXD 45-78 có:

$$b_y = \sqrt{A_y + a^2} - a \quad (2.10)$$

$$A_y = \frac{N_0^{tc} + \gamma_{tb} \cdot h' \cdot A_m}{\sigma_{z=H}^{gl*}} = \frac{N_0^{tc}}{\sigma_{z=H}^{gl*}} \quad (2.11)$$

$$a = \frac{l-b}{2} \quad (2.12)$$

trong đó:

l, b - lần lượt là chiều dài và bề rộng của tiết diện đáy móng;

N_0^{tc} - tải trọng tiêu chuẩn đặt tại đỉnh móng.

Nếu điều kiện áp lực lên nền đất yếu không thỏa mãn cần tăng kích thước đáy móng để giảm áp lực tiêu chuẩn lên nền hoặc giảm chiều sâu chôn móng.

Chú ý: Khái niệm "đất yếu" là nói đến sự "yếu hơn" về cường độ của lớp đất đang xét so với các lớp đất bên trên. Nhiều trường hợp lớp đất đang xét có cường độ khá cao nhưng yếu hơn so với các lớp đất phía trên thì vẫn phải kiểm tra.

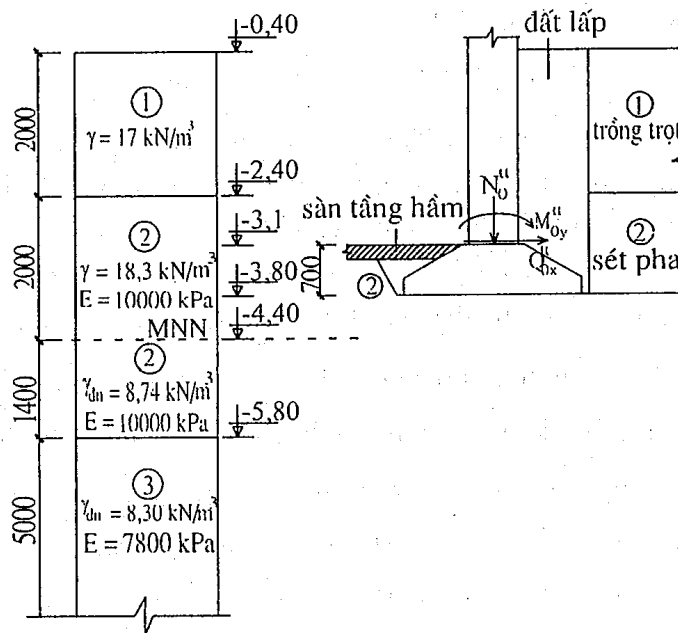
Bước 7: Kiểm tra nền theo trạng thái giới hạn II và I (nếu cần).

• **Ví dụ 2.2.**

Nền đất 3 lớp có các chỉ tiêu cơ lý như sau:

Lớp	Loại đất	Dày (m)	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	W (%)	W _L (%)	W _P (%)	ϕ_{II} (°)	c _{II} (kPa)	E (kPa)
1	Trồng trọt	2	17							
2	Sét pha	3	18,3	26,4	30	34	25	16	28	8000
3	Sét	5	18,4	26,5	38	45	27	12	26	7000

Đất lấp hồ móng có trọng lượng riêng $\gamma_{dl} = 18,5 \text{ kN/m}^3$.



Công trình nhà khung bê tông cốt thép, 1 tầng hầm, bề rộng tầng hầm là 12 m. Cốt nền ngoài nhà là -0,4 m, mặt trên sàn tầng hầm ở cốt -3,1 m, sàn tầng hầm dày 0,2 m. Móng biên tầng hầm đỡ cột tiết diện $b_c.l_c = 0,4.0,5 \text{ m}$. Móng chịu tải trọng tính toán tại đỉnh móng: $N_0^{\text{II}} = 900 \text{ kN}$, $M_{0y}^{\text{II}} = 180 \text{ kNm}$, $Q_{0x}^{\text{II}} = 108 \text{ kN}$. Tải trọng trên đã bao gồm tải trọng từ khung truyền xuống; trọng lượng tường tầng hầm, cột tầng hầm, sàn tầng hầm; áp lực đất lưng tường tầng hầm.

Đáy móng ở cốt -3,8 m. Xác định kích thước sơ bộ đáy móng.

Giải: Tải trọng tiêu chuẩn ở đỉnh móng:

$$N_0^{\text{tc}} = \frac{N_0^{\text{II}}}{1,2} = \frac{900}{1,2} = 750 \text{ kN}$$

$$M_{0y}^{\text{tc}} = \frac{M_{0y}^{\text{II}}}{1,2} = \frac{180}{1,2} = 150 \text{ kNm}$$

$$Q_{0x}^{tc} = \frac{Q_{0x}^{tt}}{1,2} = \frac{108}{1,2} = 90 \text{ kN}$$

Bước 1: Giả thiết một giá trị bề rộng móng $b = 1 \text{ m}$

Bước 2: Xác định cường độ tính toán của nền R:

$$R = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A b \gamma_{II} + B \cdot h \cdot \gamma'_{II} + D c_{II} - \gamma'_{II} \cdot h_0)$$

trong đó:

$$m_1 = 1,1 - \text{nền là sét pha có độ sệt } I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{30 - 25}{34 - 25} = 0,56 > 0,5;$$

$m_2 = 1,0$ - kết cấu khung bê tông cốt thép là kết cấu mềm;

$k_{tc} = 1$ - các chỉ tiêu cơ lý của đất được xác định bằng thí nghiệm trực tiếp.

Đáy móng hạ vào lớp sét pha có $c_{II} = 28 \text{ kPa}$, $\varphi_{II} = 16^\circ$

Với $\varphi_{II} = 16^\circ$ tra bảng 2.2 được: $A = 0,36$; $B = 2,43$; $D = 5$

$\gamma_{II} = \gamma_2 = 18,3 \text{ kN/m}^3$ (đáy móng nằm trên mực nước ngầm).

Bề rộng tầng hầm $12 \text{ m} < 20 \text{ m}$ do đó độ sâu chôn móng h kể từ đáy móng đến cốt thiên nhiên (cốt san nền):

$$h = 3,8 - 0,4 = 3,4 \text{ m}$$

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum_{i=1}^2 \gamma_i h_i}{h} = \frac{17,2 + 18,3 \cdot 1,4}{3,4} = 17,54 \text{ kN/m}^3$$

Chiều cao cột đất quy đổi từ đáy móng đến mặt trên sàn tầng hầm:

$$h_{td} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\gamma'_{II}} = \frac{18,3 \cdot 0,5 + 25 \cdot 0,2}{17,54} = 0,81 \text{ m}$$

$$\rightarrow h_0 = h - h_{td} = 3,4 - 0,81 = 2,59 \text{ m}$$

$$\rightarrow R = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,36 \cdot b \cdot 18,3 + 2,43 \cdot 3,4 \cdot 17,54 + 5 \cdot 28 - 17,54 \cdot 2,59)$$

$$R = 6,44 \cdot b + 263,4$$

$$\rightarrow R_{b=1m} = 6,44 \cdot 1 + 263,4 = 269,9 \text{ kPa}$$

Bước 3: Xác định kích thước sơ bộ đáy móng A_m :

Trọng lượng đất trên móng ở hai bên khác nhau do đó sử dụng chiều sâu chôn móng trung bình.

$$A_m = \frac{N_0^{tc}}{R - \gamma_{tb} \cdot h_{tb}} \times m$$

$$h_{tb} = \frac{h + h_1}{2} = \frac{3,4 + 0,5}{2} = 1,95 \text{ m}$$

h_1 - khoảng cách từ đáy móng đến đáy sàn. Tải trọng sàn tầng hầm đã được kể đến khi xác định tải trọng tại đỉnh móng nên khi xác định trọng lượng của móng và đất trên các bậc móng không kể đến nữa.

Chọn $m = 1,4$

$$\rightarrow A_m = \frac{750}{269,9 - 20 \cdot 1,95} \cdot 1,4 = 4,55 \text{ m}$$

Bước 4: Tính lại giá trị b :

Chọn $\alpha = \frac{l}{b} = 1,2$: $b = \sqrt{\frac{A_m}{\alpha}} = \sqrt{\frac{4,55}{1,2}} = 1,95 \text{ m}$

Chọn $b \times l = 2,0 \times 2,5 \text{ m}$

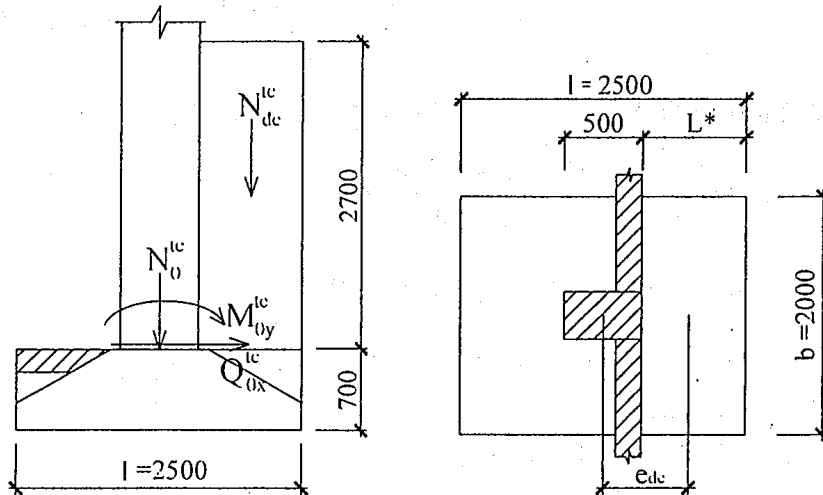
Bước 5: Kiểm tra điều kiện áp lực tiêu chuẩn ở đáy móng:

Tính lại R với $b = 2 \text{ m}$:

$$R = 6,44b + 263,4 = 6,44 \cdot 2 + 263,4 = 276,3 \text{ kPa}$$

Áp lực tiêu chuẩn ở đáy móng:

$$p_{\max}^{\text{tc}} = \frac{N_0^{\text{tc}} + N_{\text{dc}}^{\text{tc}}}{l \cdot b} \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right) + \gamma_{\text{tb}} \cdot h'$$



Hình 2.11. Tải lệch tâm do chênh đất hai bên móng

$$N_{\text{dc}}^{\text{tc}} = 2,7 \cdot L^* \cdot b \cdot \gamma_{\text{dl}}$$

$$L^* = \frac{l - l_c}{2} = \frac{2,5 - 0,5}{2} = 1 \text{ m}$$

$$N_{\text{dc}}^{\text{tc}} = 2,7 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 18,5 = 99,9 \text{ kN}$$

$$e_{dc} = \frac{l_c + L^*}{2} = \frac{0,5 + 1}{2} = 0,75 \text{ m}$$

$$e = \frac{M_{0y}^{tc} + Q_{0x}^{tc} \cdot h_m + N_{dc}^{tc} \cdot e_{dc}}{N_0^{tc} + N_{dc}^{tc}} = \frac{150 + 90 \cdot 0,7 + 99,9 \cdot 0,75}{750 + 99,9} = 0,339 \text{ m}$$

$$\rightarrow p_{\max}^{tc} = \frac{750 + 99,9}{2,5 \cdot 2} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,339}{2,5} \right) + 20 \cdot 0,7$$

$$\rightarrow p_{\max}^{tc} = 322,28 \text{ kPa}$$

$$p_{\min}^{tc} = 45,68 \text{ kPa}$$

$$p_{tb}^{tc} = \frac{322,28 + 45,68}{2} = 183,98 \text{ kPa}$$

Điều kiện áp lực tiêu chuẩn tại đáy móng:

$$\begin{cases} p_{tb}^{tc} \leq R \\ p_{\max}^{tc} \leq 1,2R \\ p_{\min}^{tc} \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 183,98 \text{ kPa} \leq 276,3 \text{ kPa} \\ 322,28 \text{ kPa} \leq 1,2 \cdot 276,3 = 331,6 \text{ kPa} \rightarrow \text{Đạt} \\ 45,68 \text{ kPa} \geq 0 \end{cases}$$

ở đây: $p_{\max}^{tc} \leq 1,2R$ - điều kiện khó đạt nhất.

Kiểm tra sự hợp lý của kích thước đáy móng:

$$\frac{331,6 - 322,28}{331,6} \cdot 100\% = 2,8\% < 5\%$$

→ Kích thước móng tận dụng được tối đa khả năng làm việc của nền trong giai đoạn biến dạng tuyến tính.

Do lớp thứ 3 có $E_3 = 7800 \text{ kPa} < E_2 = 10000 \text{ kPa}$ nên phải kiểm tra điều kiện áp lực lên nền đất “yếu”.

Bước 6: Kiểm tra điều kiện áp lực lên lớp đất yếu

Điều kiện kiểm tra:

$$\sigma_{z=5,4m}^{bt} + \sigma_{z=2m}^{gl} \leq R_{dy}$$

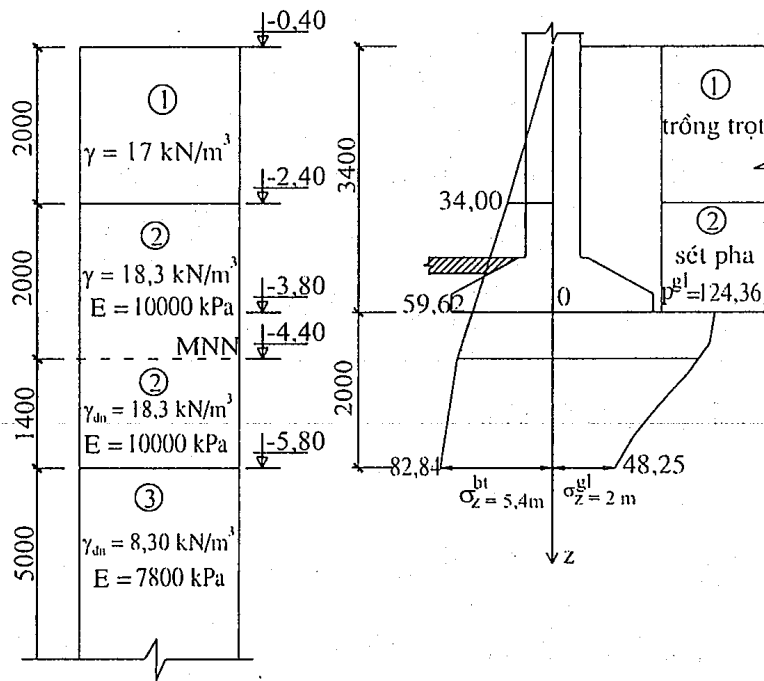
Trọng lượng riêng hiệu quả các lớp đất:

- Từ mặt đất đến đáy lớp 1: $\gamma = \gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3$

- Từ mặt lớp 2 đến mực nước ngầm: $\gamma = \gamma_2 = 18,3 \text{ kN/m}^3$

- Từ mực nước ngầm đến đáy lớp 2: $\gamma = \gamma_{dn2}$

$$\gamma_{dn2} = \frac{(\gamma_s - \gamma_n) \gamma}{\gamma_s (1 + W)} = \frac{(26,4 - 10) 18,3}{26,4 (1 + 0,3)} = 8,74 \text{ kN/m}^3$$



Hình 2.12. Kiểm tra điều kiện áp lực lên lớp đất yếu

- Từ mặt lớp 3 đến đáy lớp 3: $\gamma = \gamma_{dn3}$

$$\gamma_{dn3} = \frac{(\gamma_s - \gamma_n)\gamma}{\gamma_s(1 + W)} = \frac{(26,5 - 10)18,4}{26,5(1 + 0,38)} = 8,30 \text{ kN/m}^3$$

Ứng suất bản thân tại đáy móng:

$$\sigma_{z=3,4m}^{bt} = 17,2 + 18,3 \cdot 1,4 = 59,62 \text{ kPa}$$

Ứng suất bản thân tại mực nước ngầm:

$$\sigma_{z=4,0m}^{bt} = 17,2 + 18,3 \cdot 2 = 70,60 \text{ kPa}$$

Ứng suất bản thân tại đáy lớp 2:

$$\sigma_{z=5,4m}^{bt} = 70,60 + 8,74 \cdot 1,4 = 82,84 \text{ kPa}$$

Áp lực gây lún ở đáy móng:

$$p^{gl} = p_{tb}^{tc} - \sigma_{z=3,4m}^{bt} = 183,98 - 59,62 = 124,36 \text{ kPa}$$

Ứng suất gây lún tại đáy lớp 2:

$$\sigma_{z=2m}^{gl} = K_0 \cdot p^{gl}$$

Tra bảng 2.8:

$$K_0 = f\left(\frac{1}{b}; \frac{2z}{b}\right) = f\left(\frac{2,5}{2} = 1,25; \frac{2 \cdot 2}{2} = 2\right) = 0,388$$

$$\rightarrow \sigma_{z=2m}^{gl} = 0,388 \cdot 124,36 = 48,25 \text{ kPa}$$

Tổng ứng suất tại mặt trên lớp đất yếu:

$$\sigma_{z=5,4m}^{bt} + \sigma_{z=2m}^{gl} \leq 82,84 + 48,25 = 131,09 \text{ kPa}$$

Cường độ tính toán của nền đất yếu:

$$R_{dy} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b_y \gamma_{II} + B h_y \gamma'_{II} + D \cdot c_{II})$$

$$m_1 = 1,1 - \text{nền là sét có độ sệt } I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{38 - 27}{45 - 27} = 0,61 > 0,5;$$

$m_2 = 1,0$ - kết cấu khung bê tông cốt thép là kết cấu mềm;

$k_{tc} = 1$ - các chỉ tiêu cơ lý của đất được xác định bằng thí nghiệm trực tiếp.

Đất sét có: $c_{II} = 26 \text{ kPa}$, $\varphi_{II} = 12^\circ$

Với $\varphi_{II} = 12^\circ$ tra bảng 2.2 được: $A = 0,23$; $B = 1,94$; $D = 4,42$.

$\gamma_{II} = \gamma_{dn3} = 8,3 \text{ kN/m}^3$ (mặt lớp đất yếu nằm dưới mực nước ngầm).

$h_y = 5,4\text{m}$ (bề rộng tầng hầm $12\text{m} < 20\text{m}$ do đó h_y được xác định từ mặt lớp đất yếu đến cốt sàn nền).

$$\gamma'_{II} = \frac{\sigma_{z=h_y}^{bt}}{h_y} = \frac{\sigma_{z=5,4m}^{bt}}{5,4} = \frac{82,84}{5,4} = 15,34 \text{ kN/m}^3$$

Diện tích đáy móng quy ước:

$$A_y = \frac{N^{tc}}{\sigma_{z=2m}^{gl}} = \frac{p_{tb}^{tc} \cdot A}{\sigma_{z=2m}^{gl}} = \frac{183,98 \cdot 2 \cdot 2,5}{48,25} = 19,07 \text{ m}^2$$

Bề rộng đáy móng quy ước:

$$b_y = \sqrt{A_y + a^2} - a = \sqrt{19,07 + 0,25^2} - 0,25 = 4,12 \text{ m}$$

$$\text{Với: } a = \frac{l-b}{2} = \frac{2,5-2}{2} = 0,25 \text{ m}$$

$$\rightarrow R_{dy} = \frac{1,1 \cdot 1}{1} (0,23 \cdot 4,12 \cdot 8,3 + 1,94 \cdot 5,4 \cdot 15,34 + 4,42 \cdot 26) = 311,84 \text{ kPa}$$

$$\text{Có: } \sigma_{z=2m}^{gl} + \sigma_{z=5,4m}^{bt} = 131,09 \text{ kPa} < R_{dy} = 311,84 \text{ kPa}$$

\rightarrow Đảm bảo điều kiện áp lực lên nền đất yếu.

Bước 7: Kiểm tra nền theo trạng thái giới hạn I và II. Xem ví dụ 2.10.

2.2.2. Móng tròn

Ký hiệu đường kính mặt bằng công trình D_1 (hình 2.13).

Bước 1: Chọn sơ bộ đường kính móng $D = D_1$.