

### 3.5 Bài tập ví dụ

#### 3.5.1 Ví dụ 3.1

Thiết kế móng đơn dưới cột của một nhà khung bê tông cốt thép có tường chèn. Tiết diện cột 30 x 40 (cm). Tải trọng tính toán dưới chân cột đặt tại mặt đất tự nhiên như sau:

$$N_o^t = 750 \text{ kN}; \quad M_o^t = 85 \text{ kNm}; \quad Q_o^t = 48 \text{ kN};$$

Nền đất từ trên xuống gồm 3 lớp, có chiều dày không đổi. Mực nước ngầm ở độ sâu -9,1 m kể từ mặt đất tự nhiên. Chỉ tiêu cơ lý của các lớp như sau:

Lớp 1 dày 3,8 m; Lớp 2 dày 2,8m..

Lớp	W	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	γ <sub>w</sub> kN/m <sup>3</sup>	Tỷ trọng hạt	φ (độ)	c (kPa)	Kết quả thí nghiệm nén ép e-p với áp lực nén p (kPa)				q <sub>c</sub> (MPa)
								100	200	300	400	
1	30,0	32,2	26,4	1,82	2,66	11 <sup>0</sup> 35'	0,09	0,821	0,789	0,764	0,744	1,33
2	28,2	38,4	23,7	1,91	2,71	16 <sup>0</sup> 25'	0,28	0,780	0,757	0,737	0,719	2,52

Lớp 3, chiều dày chưa kết thúc dưới đáy hố khoan:

Lớp	Thành phần hạt (%) tương ứng với các cỡ hạt											Độ ẩm tự nhiên (%)	Tỷ trọng hạt	P <sub>t</sub> (MPa)
	Hạt sỏi			Hạt cát					Hạt bụi		Hạt sét			
				Thô	To	Vừa	Nhỏ	Mịn						
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,001	0,001-0,002	<0,002			
1				7.5	7	30	35	15.5	3.5	1.5	0	19.5	2.64	6.8

Trình tự tính toán như sau:

#### Bước 1: Đánh giá về điều kiện địa chất công trình

Căn cứ vào bảng số liệu địa chất ở trên, xác định tên, trạng thái của đất và tính toán các chỉ tiêu có liên quan.

##### Lớp 1:

- Xác định tên đất theo chỉ số dẻo:

$$I_p = W_L - W_P = 0,322 - 0,164 = 0,058;$$

Theo bảng 6 - TCVN 9362:2012,  $I_p = 0,058 < 0,07$ ; đất thuộc loại á cát.

- Xác định trạng thái của đất theo chỉ số sệt:

$$I_s = \frac{W - W_P}{I_p} = \frac{0,300 - 0,264}{0,058} = 0,621$$

Theo bảng 7 - TCVN 9362:2012,  $0,50 < I_s = 0,621 < 0,75$ ; đất ở trạng thái dẻo mềm.

Vậy lớp 1 thuộc loại á cát dẻo mềm.

- Hệ số rỗng tự nhiên:

$$e_o = \frac{\Delta\gamma_s(1+W)}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,66 \times 1 \times (1+0,30)}{1,82} - 1 = 0,921$$

- Mô-đun biến dạng E, xác định từ kết quả xuyên tĩnh, Theo bảng E.5 – TCVN 9362:2012, với đất á cát, khi  $1 \text{ MPa} < q_c < 3,5 \text{ MPa}$  thì  $3 < \alpha < 5$ . Ở đây,  $q_c = 1,33 \text{ MPa}$ , lấy  $\alpha = 3$ . Ta có:

$$E = \alpha q_c = 3 \times 1,33 = 3,99 \text{ MPa}.$$

- Xác định hệ số nén trong khoảng áp lực 100 - 200 kPa (1-2 kG/cm<sup>2</sup>):

$$a_{100-200} = \frac{e_{100} - e_{200}}{P_{200} - P_{100}} = \frac{0,821 - 0,789}{200 - 100} = 0,00032 \text{ kPa}^{-1}$$

Kết hợp với kết quả thí nghiệm hiện trường,  $N = 6$ , cho thấy lớp 1 là á cát dẻo mềm thuộc loại trung bình.

**Lớp 2:**

- Xác định tên đất theo chỉ số dẻo:

$$I_p = W_L - W_P = 0,384 - 0,237 = 0,147;$$

Theo bảng 6 - TCVN 9362:2012,  $0,07 < I_p = 0,147 < 0,17$ ; đất thuộc loại á sét.

- Xác định trạng thái của đất theo chỉ số sệt:

$$I_s = \frac{W - W_P}{I_p} = \frac{0,282 - 0,237}{0,147} = 0,306$$

Theo bảng 7 - TCVN 9362:2012,  $0,25 < I_s = 0,306 < 0,50$ ; đất ở trạng thái dẻo cứng.

Vậy lớp 2 thuộc loại á sét dẻo cứng.

- Hệ số rỗng tự nhiên:

$$e_o = \frac{\Delta \gamma_n (1+W)}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,71 \times 1 \times (1+0,28)}{1,92} - 1 = 0,807$$

- Mô-đun biến dạng E, xác định từ kết quả xuyên tĩnh, Theo bảng E.5 – TCVN 9362:2012, với đất á sét dẻo cứng, khi  $q_c < 1,5 \text{ MPa}$  thì  $5 < \alpha < 8$ . Ở đây,  $q_c = 2,52 \text{ MPa}$ , lấy  $\alpha = 4$ . Ta có:

$$E = \alpha q_c = 4 \times 2,52 = 10,08 \text{ MPa.}$$

- Xác định hệ số nén trong khoảng áp lực 100 - 200 kPa ( $1-2 \text{ kG/cm}^2$ ):

$$a_{100-200} = \frac{e_{100} - e_{200}}{P_{200} - P_{100}} = \frac{0,780 - 0,757}{200 - 100} = 0,00023 \text{ kPa}^{-1}$$

Kết hợp với kết quả thí nghiệm hiện trường,  $N = 17$ , cho thấy lớp 2 là á sét dẻo cứng thuộc loại tương đối tốt.

**Lớp 3:**

- Xác định tên đất: lượng hạt có đường kính  $> 0,1 \text{ mm}$ :

$$35 + 30 + 7 + 7,5 = 79,5\% > 75\%$$

Theo bảng 2 - TCVN 9362:2012, đất thuộc loại cát mịn.

- Xác định trạng thái của đất: căn cứ kết quả xuyên tĩnh  $q_c = 6,8 \text{ MPa}$ ;  $12 \text{ MPa} > q_c > 4 \text{ MPa}$ ; tra bảng 5 - TCVN 9362:2012, đất thuộc loại chặt vừa. Tương ứng hệ số rỗng  $e = 0,6 \div 0,75$ , nội suy từ  $q_c$  tìm được  $e = 0,6525$ .

Vậy lớp 1 thuộc loại cát mịn chặt vừa.

- Xác định dung trọng tự nhiên:

$$\gamma_w = \frac{\Delta \gamma_n (1+W)}{1+e} = \frac{2,64 \times 10 \times (1+0,195)}{1+0,6525} = 19,10 \text{ kN/m}^3$$

- Độ bão hòa:

$$G = \frac{\Delta W}{e} = \frac{2,64 \times 0,195}{0,6525} = 0,789$$

Theo bảng 4 - TCVN 9362:2012, G trong khoảng  $1 \div 0,8$ ; vậy cát ở trạng thái no nước.

- Góc ma sát trong và lực dính: sử dụng hệ số rỗng  $e = 0,6525$  với cát hạt mịn, tra bảng B1 - TCVN 9362:2012, tìm được  $\varphi^{tc} = 32,0^\circ$ ;  $c^{tc} = 0$ . Trong tính toán dùng  $\varphi^{tt} = \varphi^{tc}/1,1 = 29,1^\circ \approx 29^\circ 2'$ .

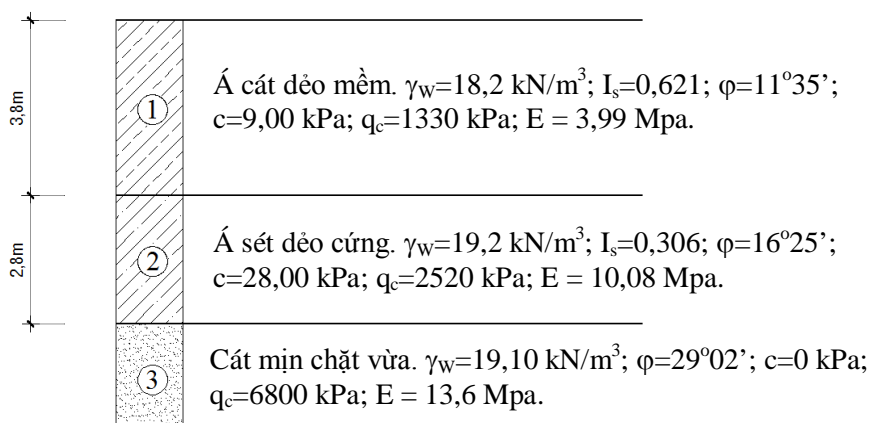
- Mô-đun biến dạng E, xác định từ kết quả xuyên tĩnh, Theo bảng E.5 – TCVN 9362:2012, với đất cát mịn, khi  $q_c > 2$  MPa thì  $1,5 < \alpha < 3$ . Ở đây,  $q_c = 6,80$  MPa, lấy  $\alpha = 2$ . Ta có:

$$E = \alpha q_c = 2 \times 6,80 = 13,60 \text{ MPa.}$$

Ở đây lưu ý rằng nếu E tính từ hệ số rỗng e, theo bảng B1 - TCVN 9362:2012 sẽ có giá trị là  $E = 28,00$  MPa. Cần so sánh giữa E tính từ sức kháng xuyên tĩnh  $q_c$  và theo hệ số rỗng e, lấy giá trị nhỏ hơn (13,60 MPa) để đảm bảo an toàn.

Lớp 3 thuộc là lớp đất tốt.

Trụ hố khoan được thể hiện trên hình vẽ dưới đây.



**Hình 3.2** – Trụ địa chất công trình.

Căn cứ vào đặc điểm địa chất công trình và quy mô tải trọng đã cho, có thể sử dụng nhiều phương án nền móng khác nhau. Tuy nhiên, ví dụ này trình bày về phương án móng nông trên nền gia cố đệm cát.

**Bước 2: Xác định tải trọng tiêu chuẩn tác dụng xuống móng.**

Giá trị tiêu chuẩn xác định theo công thức:

$$A^{tc} = \frac{A^{tt}}{k_{tc}}$$

Với  $k_{tc}$  - hệ số vượt tải, có thể lấy trung bình cho các loại tải trọng do kết cấu bên trên là 1,15. Ta tìm được tải trọng tiêu chuẩn như sau:

$$N_o^{tc} = 652,20 \text{ kN}; M_o^{tc} = 73,92 \text{ kNm}; Q_o^{tc} = 41,74 \text{ kN};$$

**Bước 3: Xác định cường độ tính toán của đất nền**

Cát làm đệm chọn loại cát trung chặt vừa, dung trọng tự nhiên  $\gamma_w = 19,54 \text{ kN/m}^3$ ; mô-đun biến dạng  $E = 27,5 \text{ MPa}$ .

Cường độ tính toán của đất nền xác định theo công thức:

$$R = R_o \left[ 1 + k_1 \left( \frac{b-b_1}{b_1} \right) \right] \left( \frac{h+h_1}{2h_1} \right)$$

Trong đó:

$R_o = 400 \text{ kPa} = 40 \text{ T/m}^2$  ứng với kích thước móng quy ước  $b_1 = 1 \text{ m}$ ,  $h_1 = 2 \text{ m}$ ;

Chọn chiều sâu đặt móng  $h = 1,5 \text{ m}$ ;

Giả thiết chiều rộng móng  $b = 1,3 \text{ m}$ ;

$k_1 = 0,125$  (cát)

Cường độ tính toán của đất nền xác định theo công thức:

$$R = R_o \left[ 1 + k_1 \left( \frac{b-b_1}{b_1} \right) \right] \left( \frac{h+h_1}{2h_1} \right) = 400 \times \left[ 1 + 0,125 \left( \frac{1,3-1,0}{1,0} \right) \right] \times \left( \frac{1,5+2,0}{2 \times 2} \right) = 355,25 \text{ kPa.}$$

**Bước 4: Xác định kích thước sơ bộ của đáy móng.**

Diện tích sơ bộ đáy móng xác định theo công thức:

$$A_{sb} = k \frac{N_o^{tc}}{R - \gamma_{tb} h} = 1,2 \times \frac{652,20}{355,25 - 20 \times 1,5} = 2,41 \text{ m}^2$$

Do móng chịu tải lệch tâm nên chọn đáy móng hình chữ nhật, tỷ số giữa các cạnh  $k_n = 1,5$ . Cạnh ngắn của móng là:

$$b = \sqrt{\frac{A_{sb}}{k_n}} = \sqrt{\frac{2,41}{1,5}} = 1,27 \text{ m}$$

Cạnh dài:  $l = k_n b = 1,5 \times 1,27 = 1,91 \text{ m}$

Chọn kích thước móng  $b \times l = 1,3 \times 2,0 \text{ (m)}$

**Bước 5: Kiểm tra điều kiện áp lực tại đáy móng**

Điều kiện kiểm tra:

$$\begin{cases} p_{tb}^{tc} \leq R \\ p_{max}^{tc} \leq 1,2R \end{cases}$$

Áp lực tiêu chuẩn trung bình tại đáy móng:

$$p_{max,min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{lb} \left( 1 \pm \frac{6e}{l} \right)$$

Trong đó:

$$N^{tc} = N_o^{tc} + G = 652,20 + 1,3 \times 2,0 \times 1,5 \times 20 = 730,20 \text{ kN};$$

$$M^{tc} = M_o^{tc} + Q_o^{tc} h_Q = 73,92 + 41,74 \times 1,5 = 136,53 \text{ kNm.}$$

$$e = \frac{M^{tc}}{N^{tc}} = \frac{136,53}{730,20} = 0,19 \text{ m}$$

Thay số vào ta có:

$$p_{max,min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{lb} \left( 1 \pm \frac{6e}{l} \right) = \frac{730,20}{2,0 \times 1,3} \left( 1 \pm \frac{6 \times 0,19}{2,0} \right)$$

$$p_{\max}^{\text{tc}} = 440,93 \text{ kPa}; p_{\min}^{\text{tc}} = 120,76 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = \frac{p_{\max}^{\text{tc}} + p_{\min}^{\text{tc}}}{2} = \frac{440,93 + 120,76}{2} = 280,85 \text{ kPa}$$

So sánh:  $p_{\max}^{\text{tc}} = 440,93 \text{ kPa} > 1,2R = 1,2 \times 355,25 = 426,30 \text{ kPa};$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 280,85 \text{ kPa} < R = 355,25 \text{ kPa}$$

Kích thước móng không thỏa mãn điều kiện áp lực tại đáy móng. Tăng kích thước móng lên thành  $b \times l = 1,4 \times 2,1 \text{ (m)}$ .

Trong đó:

$$N^{\text{tc}} = N_o^{\text{tc}} + G = 652,20 + 1,4 \times 2,1 \times 1,5 \times 20 = 740,40 \text{ kN};$$

$$M^{\text{tc}} = M_o^{\text{tc}} + Q_o^{\text{tc}} h_Q = 73,92 + 41,74 \times 1,5 = 136,53 \text{ kNm.}$$

$$e = \frac{M^{\text{tc}}}{N^{\text{tc}}} = \frac{136,53}{740,40} = 0,185 \text{ m}$$

Thay số vào ta có:

$$p_{\max, \min}^{\text{tc}} = \frac{N^{\text{tc}}}{lb} \left( 1 \pm \frac{6e}{l} \right) = \frac{740,40}{2,1 \times 1,4} \left( 1 \pm \frac{6 \times 0,185}{2,1} \right)$$

$$p_{\max}^{\text{tc}} = 385,06 \text{ kPa}; p_{\min}^{\text{tc}} = 118,62 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = \frac{p_{\max}^{\text{tc}} + p_{\min}^{\text{tc}}}{2} = \frac{385,06 + 118,62}{2} = 251,84 \text{ kPa}$$

Tính lại R với chiều rộng móng  $b = 1,4 \text{ m}$ , có  $R = 357,00 \text{ kPa}$ .

So sánh:  $p_{\max}^{\text{tc}} = 385,06 \text{ kPa} > 1,2R = 1,2 \times 357,00 = 428,40 \text{ kPa}$

$$p_{\text{tb}}^{\text{tc}} = 251,84 \text{ kPa} < R = 357,00 \text{ kPa}$$

Chênh lệch cặp  $p_{\max}^{\text{tc}}$  và  $1,2R$ :

$$\Delta = \frac{428,40 - 385,06}{428,40} = 0,101 \approx 10\%$$

Kích thước móng đã chọn thỏa mãn điều kiện áp lực dưới đáy móng.

### **Bước 6: Kiểm tra điều kiện áp lực tại đáy đệm cát**

Sơ bộ chọn chiều dày đệm cát là  $1,0 \text{ m}$ .

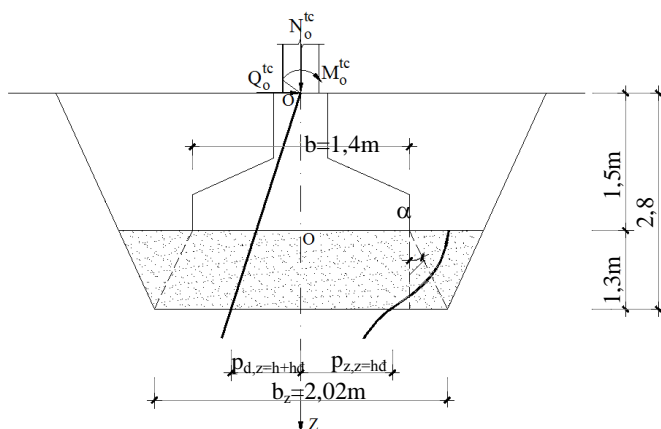
Điều kiện kiểm tra:

$$p_{z, z=hd} + p_{d, z=h+hd} \leq R_z$$

Trong đó:

$p_{z, z=hd}$  - áp lực phụ thêm do tải trọng công trình, (kPa);

$p_{d, z=h+hd}$  - áp lực do trọng lượng bản thân của đất, (kPa);



**Hình 3.3** - Sơ đồ tính toán móng.

- Áp lực do trọng lượng bản thân của đất tại đáy móng:

$$p_{d,z=1,5m} = \gamma_1 h_{11} = 19,54 \times 1,5 = 29,31 \text{ kPa}$$

- Áp lực do trọng lượng bản thân của đất tại đáy đệm cát:

$$p_{d,z=2,5m} = 19,54 \times 2,5 = 48,85 \text{ kPa}$$

- Áp lực phụ thêm do tải trọng công trình tại đáy móng:

$$p_o = p_{tb}^{tc} - p_{dz=1,5m} = 251,84 - 29,31 = 222,53 \text{ kPa}$$

- Áp lực phụ thêm do tải trọng công trình tại đáy đệm cát:

$$p_{z,z=1,0m} = \alpha p_o$$

$$\alpha = f\left(\frac{1}{b}; \frac{2z}{b}\right) = f\left(\frac{2,1}{1,4} = 1,5; \frac{2 \times 1,0}{1,4} = 1,43\right) = 0,606$$

$$p_{z,z=1,0m} = 0,606 \times 222,53 = 134,85 \text{ kPa}$$

Tổng áp lực tại đỉnh lớp đất yếu:

$$p_{z,z=1,0m} + p_{d,z=2,5m} = 137,52 + 48,85 = 183,70 \text{ kPa}$$

Cường độ tính toán của lớp đất yếu:

$$R_z = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b_z \gamma_{II} + B h_z \gamma'_{II} + D c_{II})$$

Trong đó:

$m_1 = 1,1$  - nền là á sét dẻo mềm; chỉ số sệt  $I_s = 0,621$

$m_2 = 1,0$ ;

$k_{tc} = 1,0$  - các chỉ tiêu cơ lý của đất xác định bằng thí nghiệm trực tiếp;

$\varphi_{II} = \varphi_{tc} = 11^\circ 35'$ ; tra bảng có:  $A = 0,219$ ;  $B = 1,900$ ;  $C = 4,370$ ;

$\gamma_{II} = 18,20 \text{ kN/m}^3$ ;

$c_{II} = 0,09 \text{ kG/cm}^2 = 9 \text{ kPa}$ ;

$\gamma'_{II} = 19,54 \text{ kN/m}^3$ ;

Diện tích đáy móng quy ước:

$$A_z = \frac{N^{tc}}{p_{oz}} = \frac{740,4}{134,85} = 5,49 \text{ m}^2$$

$$a = \frac{1-b}{2} = \frac{2,1-1,4}{2} = 0,35 \text{ m}$$

Chiều rộng móng khối quy ước:

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a = \sqrt{5,49 + 0,35^2} - 0,35 = 2,02 \text{ m}$$

Thay số vào công thức trên, ta có:

$$R_z = \frac{1,1 \times 1,0}{1,0} (0,219 \times 2,02 \times 18,2 + 1,90 \times 2,5 \times 19,54 + 4,37 \times 9,0)$$

$$R_z = 154,22 \text{ kPa}$$

So sánh:  $p_{z,z=1,0\text{m}} + p_{d,z=2,5\text{m}} = 183,70 \text{ kPa} > R_z = 154,22 \text{ kPa}$ , không thỏa mãn điều kiện áp lực tại đỉnh lớp đất yếu.

Có thể giải quyết bằng nhiều cách: tăng chiều dày đệm cát, hoặc tăng kích thước móng hoặc tăng độ sâu chôn móng. Ở đây giới thiệu các giải quyết bằng cách tăng chiều dày đệm lên thành 1,3m:

- Áp lực do trọng lượng bản thân của đất tại đáy đệm cát:

$$p_{d,z=2,8\text{m}} = 19,54 \times 2,8 = 54,71 \text{ kPa}$$

- Áp lực phụ thêm do tải trọng công trình tại đáy đệm cát:

$$p_{z,z=1,3\text{m}} = \alpha p_o$$

$$\alpha = f\left(\frac{1}{b}; \frac{2z}{b}\right) = f\left(\frac{2,1}{1,4} = 1,5; \frac{2 \times 1,3}{1,4} = 1,86\right) = 0,467$$

$$p_{z,z=1,3\text{m}} = 0,467 \times 222,53 = 103,92 \text{ kPa}$$

Tổng áp lực tại đỉnh lớp đất yếu:

$$p_{z,z=1,3\text{m}} + p_{d,z=2,8\text{m}} = 103,92 + 54,71 = 158,63 \text{ kPa}$$

Diện tích đáy móng quy ước:

$$A_z = \frac{N^{tc}}{p_{oz}} = \frac{740,4}{103,92} = 7,12 \text{ m}^2$$

Chiều rộng móng khối quy ước:

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a = \sqrt{7,12 + 0,35^2} - 0,35 = 2,34 \text{ m}$$

Thay số vào công thức trên, ta có:

$$R_z = \frac{1,1 \times 1,0}{1,0} (0,219 \times 2,34 \times 18,2 + 1,90 \times 2,8 \times 19,54 + 4,37 \times 9,0)$$

$$R_z = 167,87 \text{ kPa}$$

So sánh:  $p_{z,z=1,3\text{m}} + p_{d,z=2,8\text{m}} = 158,63 \text{ kPa} < R_z = 167,87 \text{ kPa}$ , thỏa mãn điều kiện áp lực tại đỉnh lớp đất yếu.

### **Bước 7: Kiểm tra nền theo trạng thái giới hạn I và II**

Công trình không nằm trong phạm vi mái dốc, các móng trong công trình không có khả năng xảy ra trượt cục bộ hoặc bị lật, do vậy không cần kiểm tra nền theo trạng thái giới hạn I.

Công trình thuộc dạng nhà khung bê tông cốt thép có tường chèn, theo bảng 16 - TCVN 9362:2012 có:

- Độ lún tuyệt đối lớn nhất  $S_{gh} = 8 \text{ cm}$ ;

- Độ lún lệch tương đối  $[\Delta S/L]_{gh} = 0,001$ .

Tính toán độ lún theo phương pháp tổng độ lún các lớp phân tố bằng cách chia nền đất thành những lớp phân tố đồng nhất có chiều dày  $h_i \leq b/4$ .

Áp lực phụ thêm do tải trọng công trình ở độ sâu  $z$  kể từ đáy móng:

$$p_z = \alpha p_o ; \text{ với } p_o = 222,53 \text{ kPa}$$

Trong đó  $\alpha$  - hệ số tra bảng phụ thuộc vào tỷ số  $2z/b$  và  $l/b$ .

Lập bảng tính toán độ lún như sau:

Lớp đất	Điểm	$z$ (m)	$2z/b$	$\alpha$	$p_z = \alpha p_o$ (kPa)	$p_{dz}$ (kPa)
Đệm cát	0	0,0	-	1,000	222,53	29,31
	1	0,3	0,429	0,964	214,52	35,17
	2	0,6	0,857	0,829	184,48	41,03
	3	0,9	1,286	0,659	146,65	46,90
	4	1,2	1,714	0,510	113,49	52,76
	5	1,3	1,857	0,468	104,14	54,71
Á cát dẻo mềm	6	1,6	2,286	0,363	80,78	60,17
	7	1,9	2,714	0,285	63,42	65,63
	8	2,2	3,143	0,228	50,74	71,09
	9	2,3	3,286	0,212	47,18	72,91
Á sét dẻo cứng	10	2,6	3,714	0,174	38,72	78,67
	11	2,9	4,143	0,144	32,04	84,43
	12	3,2	4,571	0,121	26,93	90,19
	13	3,5	5,000	0,104	23,14	95,95
	14	3,8	5,429	0,089	19,81	101,71
	15	4,1	5,857	0,078	17,36	107,47
	16	4,4	6,286	0,068	15,13	113,23
	17	4,7	6,714	0,060	13,35	118,99
	18	5,0	7,143	0,053	11,79	124,75
	19	5,1	7,286	0,051	11,35	126,67

Tại đáy lớp 19 có  $p_z = 13,35 \text{ kPa} < 0,1 p_{dz} = 12,67 \text{ kPa}$ , do vậy ta dừng tính lún tại lớp này.

- Độ lún của lớp đệm cát:

$$S_i = \beta \sum_1^n \frac{p_i h_i}{E_i} = \frac{0,8}{27500} \left[ 0,3 \left( \frac{222,53}{2} + 214,52 + 184,48 + 146,65 + 113,49 \right) + 0,1 \times \frac{104,14}{2} \right]$$

$$= 0,0069 \text{ (m)}$$

- Độ lún của lớp á sét, do lớp này có kết quả thí nghiệm nén lún, độ lún của các lớp phân tố xác định theo công thức:

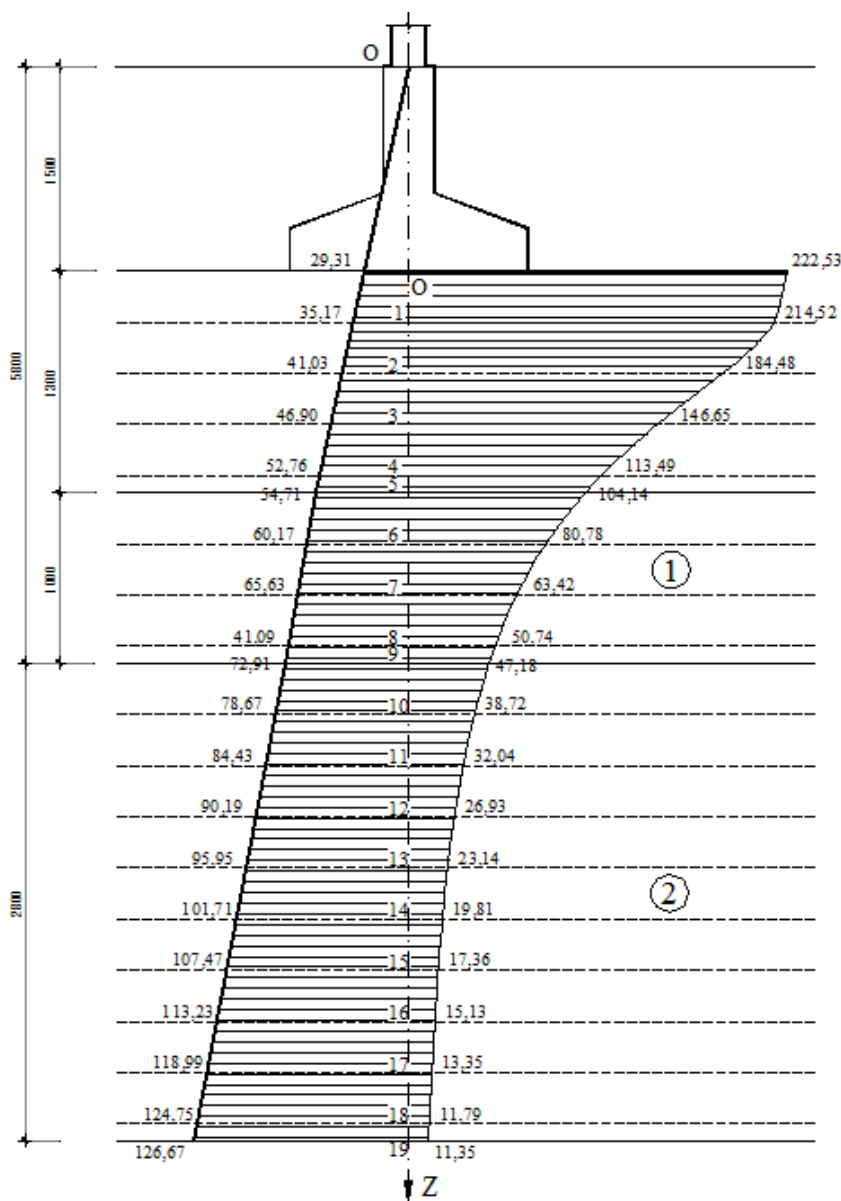
$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

Trong đó:

$e_{1i}$  - hệ số rỗng ứng với áp lực nén  $p_{1i}$  (do trọng lượng bản thân của đất);

$e_{2i}$  - hệ số rỗng ứng với áp lực nén  $p_{2i}$  (do trọng lượng bản thân của đất và áp lực phụ thêm do tải trọng công trình).

Lưu ý: Các giá trị  $p_{1i}$  và  $p_{2i}$  được tính tại điểm giữa của các lớp phân tố.



**Hình 3.4** - Biểu đồ áp lực do tải trọng bản thân và do tải trọng công trình

Việc tính toán được lập thành bảng sau:

Lớp đất	Chiều dày lớp (m)	$p_z=K_o p_{oz}$ (kPa)	$P_{1i}$ (kPa)	$p_{2i}$ (kPa)	$e_{1i}$	$e_{2i}$	$S_i$ (m)
6	0.3	92.46	57.44	149.90	0.836	0.805	0.0051
7	0.3	72.10	62.90	135.00	0.833	0.810	0.0038
8	0.3	57.08	68.36	125.44	0.830	0.813	0.0028
9	0.1	48.96	72.00	120.96	0.829	0.814	0.0008
10	0.3	42.95	75.79	118.74	0.827	0.815	0.0020

11	0.3	35.38	81.55	116.93	0.825	0.816	0.0015
12	0.3	29.49	87.31	116.80	0.823	0.816	0.0012
13	0.3	25.03	93.07	118.10	0.822	0.815	0.0012
14	0.3	21.47	98.83	120.30	0.821	0.815	0.0010
15	0.3	18.58	104.59	123.17	0.819	0.814	0.0008
16	0.3	16.24	110.35	126.59	0.818	0.812	0.0010
17	0.3	14.24	116.11	130.35	0.816	0.811	0.0008
18	0.3	12.57	121.87	134.44	0.814	0.810	0.0007
19	0.1	11.57	125.71	137.28	0.813	0.809	0.0002
Cộng $S_2$							0,0227

- Độ lún tổng cộng:

$$S = S_1 + S_2 = 0,0069 + 0,0227 = 0,0296 \text{ m} = 2,96 \text{ cm} < S_{gh} = 8 \text{ cm}$$

Thỏa mãn điều kiện về độ lún giới hạn.

**Bước 8: Tính toán độ bền và cấu tạo móng**

Trình tự tính toán tương tự như ví dụ 2.1 (chương 2).