

# TÍNH TOÁN MÓNG CỌC M3

## 1. Tính toán số lượng cọc và bố trí cọc

+ Chọn sơ bộ số lượng cọc theo công thức:

$$n_c = \beta \cdot \frac{\Sigma N^{tt}}{Q_a}$$

**Trong đó:**

$\Sigma N^{tt}$  – Tổng tải trọng thẳng đứng tác động tại đáy đài cọc (Bao gồm: tải trọng ngoài, tường, đà kiềng và đài);

$Q_a = 97,4$  (T) – Sức chịu tải cho phép của một cọc;

$\beta$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng của moment tác động lên móng cọc, lấy từ 1 đến 1,5 tùy giá trị của moment (lấy  $\beta = 1,5$ ).

**\*Ta có các thông số sơ bộ như sau:**

-Lực dọc tính toán tại chân cột:  $N_0^{tt} = 350$  T

-Dung trọng trung bình đất và bê tông :  $\gamma_{tb} = 2$  T/m<sup>3</sup>.

-Độ sâu chôn móng :  $D_f = 1,5$  m

-Cạnh cọc  $d = 0,35$ m.

-Khoảng cách các cọc bố trí trong đài là  $3d = 1,05$ m.

-Diện tích sơ bộ đài cọc :

$$F_d = L \times B = 2,8 \times 1,8 = 5,04 \text{ m}^2$$

-Trọng lượng của đài và đất trên đài

$$N_d = n \cdot F_d \cdot D_f \cdot \gamma_{tb} = 1,15,04 \cdot 1,5 \cdot 2 = 16,63 \text{ T}$$

**-Lực dọc tính toán tại cao trình đáy đài:**

$$N^{tt} = N_0^{tt} + N_d = 350 + 16,63 = 366,63 \text{ T}$$

- Chọn số lượng cọc :

$$n = \frac{\beta \cdot N^{tt}}{Q_a} = \frac{1,5 \cdot 366,63}{97,4} = 5,64$$

Vậy chọn số lượng cọc là 6 cọc.

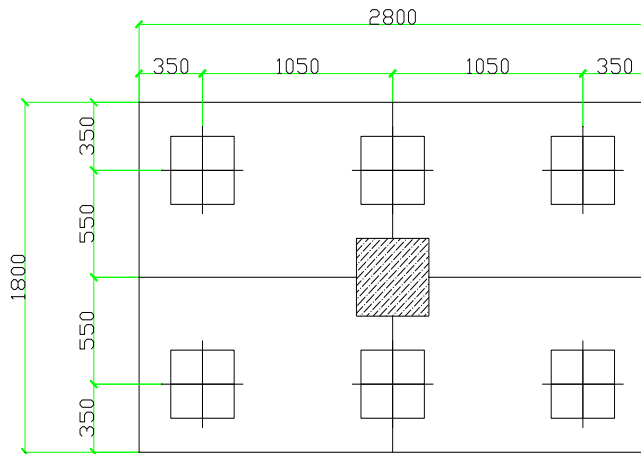
### + **Bố trí cọc trong đài:**

Để các cọc làm việc theo nhóm thì khoảng cách giữa các cọc được bố trí từ **3d – 6d** (*d* là cạnh cọc).

Khoảng cách từ tim cọc biên đến mép đài là **d**

Cọc có thể bố trí theo lưới ô vuông, lưới tam giác đều hoặc tam giác cân.

**\*Bố trí như hình vẽ :vẽ lại**



-L= 2,8 m –cạnh dài của đài móng.

-B=1,8 m –cạnh ngắn của đài móng.

Diện tích thực của đài sau khi bố trí cọc

$$F_d = L \cdot B = 2,8 \cdot 1,8 = 5,04 \text{ m}^2$$

## 2. Kiểm tra tải trọng tác động lên các cọc trong móng cọc

Khi móng cọc chịu lực lệch tâm, tải tác động lên mỗi cọc trong nhóm không đều nhau và được xác định theo công thức sau:

$$P_{(x,y)} = \frac{\sum N^t}{n} + \frac{M_y^t x_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_x^t y_i}{\sum y_i^2}$$

**Trong đó:**

$\sum N^t = 366,63 \text{ T}$  – Tổng tải trọng thẳng đứng tác động tại đáy đài cọc;

$n = 6$  – Số lượng cọc trong móng;

$M_x$  – Moment của tải ngoài quanh trục x, nếu tải ngang không nằm ở đáy thì phải tính vào ( $H_y \cdot h$  :  $h$  là cánh tay đòn);

$M_y$  – Moment của tải ngoài quanh trục  $y$ , nếu tải ngang không nằm ở đáy thì phải tính vào ( $H_x \cdot h$  :  $h$  là cánh tay đòn);

$x_i, y_i$  – Tọa độ cọc thứ  $i$  trong tọa độ trục  $x, y$  ở đáy đài (Tâm gốc tọa độ  $O$  ở tâm cột).

$$M_x = M^{tt} + H_y \cdot h = 30 + 5,5 \cdot 1,5 = 38,25 \text{ (T.m)}$$

**Bảng tính sức chịu tải của từng cọc**

Cọc	$x_i$	$y_i$	$x_{i2}$	$y_{i2}$	$P(x,y)T$
1	0,55	-1,05	0,3	1,1	59,0
2	0,55	0	0,3	0	61,1
3	0,55	1,05	0,3	1,1	63,2
4	-0,55	-1,05	0,3	1,1	59,0
5	-0,55	0	0,3	0	61,1
6	-0,55	1,05	0,3	1,1	63,2
<b>Tổng</b>			1,8	4,4	

- Điều kiện an toàn cho các cọc trong móng cọc như sau:

$$P_{\max} + W \leq P_c (Q_{tk})$$

$$P_{\min} \geq 0$$

Trong đó:

$P_{\max} = 63,2$  (T) – Lực tác động lên cọc lớn nhất;

$P_{\min} = 59$  (T) – Lực tác động lên cọc nhỏ nhất có thể là lực nhỏ;

$W$  – Trọng lượng 1 cọc.

$$W = 1,1 \cdot F_c \cdot L_c \cdot \gamma_{bt} = 1,1 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 23 \cdot 2,5 = 7,748 \text{ (T)}.$$

$$P_{\max} + W = 63,2 + 7,748 = 70,948 \text{ (T)} \leq P_c (Q_{tk}) = 97,4 \text{ (T)}$$

⇒ Thỏa điều kiện làm việc của cọc.

$$P_{\min} = 59 \text{ (T)} \geq 0$$

⇒ Thỏa điều kiện cọc không bị nhổ.

### 3. Tính toán đài cọc

#### + Kiểm tra móng cọc đài thấp

$$D_f \geq 0,7 h_{\min}$$

$$h_{\min} = tg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \sqrt{\frac{\sum 2H}{\gamma \cdot b}}$$

#### Trong đó:

b = 1,75 (m) – Cạnh của đáy đài theo phương vuông góc với lực ngang

H;

$\varphi = 10,39^\circ$  - góc ma sát trong

H = 5,5 (T) – Lực ngang tác động lên móng;

$\gamma$  - dung trọng của đất từ đáy đài trở lên;

$$\gamma = \frac{1,747 \cdot 1 + 0,773 \cdot 0,5}{1,5} = 1,422 \text{ T} / \text{m}^3$$

$$h_{\min} = tg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \sqrt{\frac{\sum 2H}{\gamma \cdot b}} = tg(45^\circ - \frac{10,39^\circ}{2}) \sqrt{\frac{2 \cdot 5,5}{1,422 \cdot 1,75}} = 1,75 \text{ m}$$

$D_f \geq 0,7 h_{\min} \Rightarrow$  thỏa điều kiện cọc làm việc đài thấp.

#### + Kiểm tra điều kiện chọc thủng:

- Bê tông đài cọc Mác 300 :  $R_n = 130 \text{ kg/cm}^2$ ,  $R_k = 100 \text{ kg/cm}^2$

- Tiết diện cột:  $L_c \times B_c = 0,4 \times 0,4 \text{ m}$

- Tiết diện đài:  $L_d \times B_d = 2,8 \times 1,8$

- Tiết diện cọc:  $b_c \times h_c = 0,35 \times 0,35$

- Chọn H = 1,2m.

-  $h_0 = 1,05 \text{ m}$ .

#### \* Kích thước đáy chọc thủng với góc nghiêng từ mép cột $45^\circ$ .

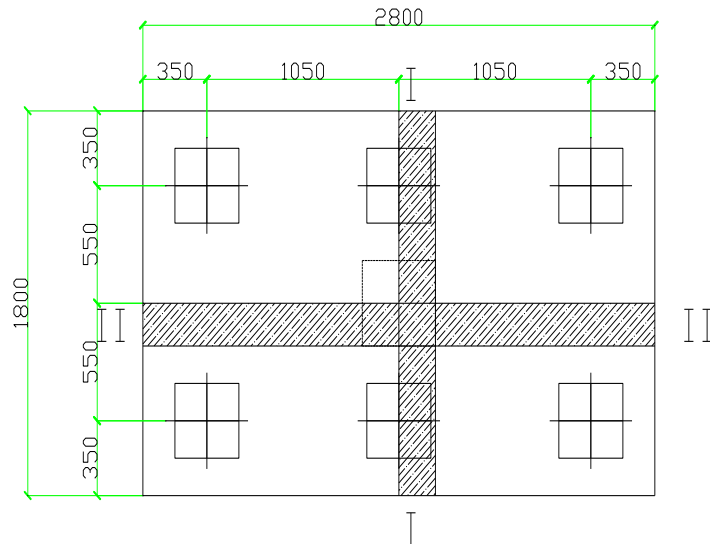
$$L_{ct} = L_c + 2h_0 \tan(45^\circ) = 0,4 + 2 \cdot 1,05 \cdot \tan(45^\circ) = 2,5 \text{ m}$$

$$B_{ct} = B_c + 2h_0 \tan(45^\circ) = 0,4 + 2 \cdot 1,05 \cdot \tan(45^\circ) = 2,5 \text{ m}$$

Tháp chọc thủng phủ ra ngoài các cọc nên đài không có khả năng bị chọc thủng cũng như khả năng bị phá hoại cắt.

**+ Tính nội lực và bố trí thép cho đài cọc.**

- Đài cọc cấu tạo bê tông M300,  $R_n = 130 \text{ kg/cm}^2$
- Thép AII,  $R_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$
- Tiết diện cột trên móng: 40x40 cm



**- Mô menet quay quanh mặt ngàm I-I:**

$$M_I = \sum P_i \cdot r_i$$

**Trong đó:**

$P_i$  – Phản lực đầu cọc thứ  $i$  tác dụng lên đáy đài;

$r_i$  – Khoảng cách từ mặt ngàm I-I đến tim cọc thứ  $i$ ;

$$M = \sum P_i d_i = (P_3 + P_6) \cdot d_1 = (63,2 + 63,2) \cdot 1,05 = 132,7 \text{ T.m}$$

**- Diện tích tiết diện ngang cốt thép chịu  $M_I$**

$$F_{al} = \frac{M_I}{0,9 R_a h_0} = \frac{132,7 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 2800 \cdot 1,05} = 50,15 \text{ cm}^2$$

- Số thanh cần bố trí:

$$\text{Chọn thép } \phi 18 \Rightarrow F_a = 2,545 \text{ cm}^2$$

$$\text{Chọn } 20 \phi 18 \Rightarrow F_a = 2,545 \cdot 20 = 50,9 \text{ cm}^2 > 50,15 \text{ cm}^2$$

Chọn khoảng cách giữa hai tim thép  $a = 140 \text{ mm}$

Vậy thép cần bố trí là:  $20\phi 18 \quad a = 140 \text{ mm}$ .

- Kiểm tra hàm lượng:

$$\mu_{\max} = \frac{\zeta_R \cdot R_n}{R_a} = \frac{0,609 \cdot 130}{2800} \cdot 100\% = 2,83\%$$

$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} \cdot 100 = \frac{50,15}{280 \cdot 105} \cdot 100\% = 0,17\%$$

$\mu_{\max} = 2.83 \% > \mu = 0.17 \% > \mu_{\min} = 0.05 \%$ , hàm lượng cốt thép thỏa.

Tương tự:

**Moment tương ứng với mặt ngàm II-II:**

$$M_{II} = \sum P_i \cdot r_i^2$$

**Trong đó:**

$P_i$  – Phản lực đầu cọc thứ  $i$  tác dụng lên đáy đài;

$r_i^2$  – Khoảng cách từ mặt ngàm II-II đến tim cọc thứ  $i$ ;

$$M_{II} = \sum P_i \cdot d_i = (P_4 + P_5 + P_6) \cdot d_2 = (59 + 61,1 + 63,2) \cdot 0,55 = 100,82 \text{ T.m}$$

- **Diện tích tiết diện ngang cốt thép chịu  $M_{II}$**

$$F_{all} = \frac{M_{II}}{0,9 R_a h_0} = \frac{100,82 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 2800 \cdot 105} = 38,1 \text{ cm}^2$$

- Số thanh cần bố trí:

$$\text{Chọn thép } \phi 18 \Rightarrow F_a = 2,545 \text{ cm}^2$$

$$\text{Chọn } 15 \phi 18 \Rightarrow F_a = 2,545 \cdot 15 = 38,2 \text{ cm}^2 > 38,1 \text{ cm}^2$$

Chọn khoảng cách giữa hai tim thép  $a = 120 \text{ mm}$

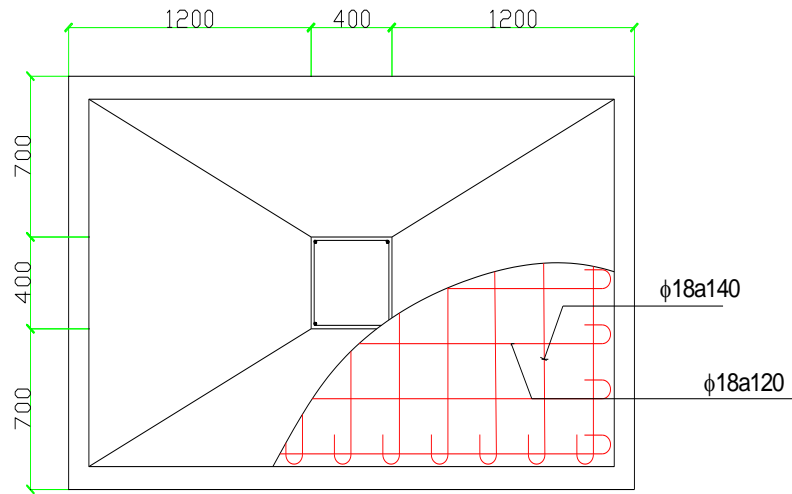
Vậy thép cần bố trí là:  $15 \phi 18 \ a = 120 \text{ mm}$ .

- Kiểm tra hàm lượng:

$$\mu_{\max} = \frac{\zeta_R \cdot R_n}{R_a} = \frac{0,609 \cdot 130}{2800} \cdot 100\% = 2,83\%$$

$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} \cdot 100 = \frac{38,1}{180 \cdot 105} \cdot 100\% = 0,2\%$$

$\mu_{\max} = 2.83 \% > \mu = 0.2 \% > \mu_{\min} = 0.05 \%$ , hàm lượng cốt thép thỏa.



#### 4. Tính lún cho móng cọc

##### a. Xác định móng khối qui ước

###### + Bề rộng móng khối B

$$B = b + 2L_c \cdot \text{tg}\alpha$$

###### + Chiều dài móng khối L

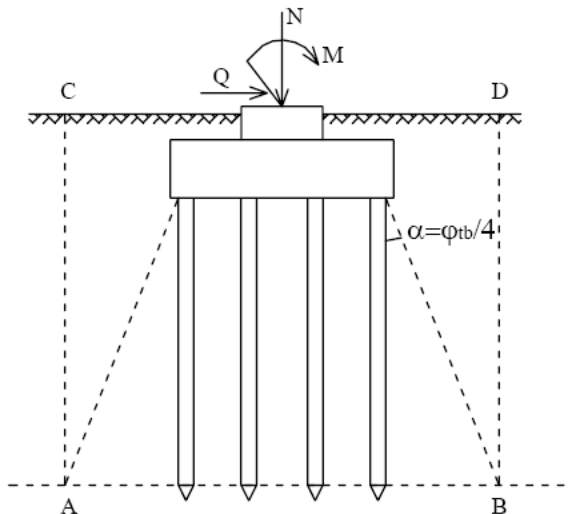
$$L = l + 2L_c \cdot \text{tg}\alpha$$

###### + Chiều cao móng khối H

$$H = L_c + D_f$$

**Trong đó:**

- b-d: bề rộng đài
- l-d : chiều dài đài
- $L_c$ : chiều dài cọc
- $D_f$ : Chiều sâu chôn đài
- $\alpha$ : góc mở rộng so với trục thẳng đứng kể từ mép ngoài của hàng cọc biên,



theo quy định  $\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4}$ , với  $\varphi_{tb} = \frac{\sum \varphi_i \cdot l_i}{\sum l_i}$

$$\varphi_{tb} = \frac{h_i \cdot \varphi_i}{\sum h_i} = \frac{7,1.8,304 + 10,4.20,08 + 4,9.17,48}{22,4} = 15,78^\circ$$

-Góc truyền lực

$$\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4} = \frac{15,78}{4} = 3,94^\circ$$

- Chiều dài đáy móng khối qui ước:

$$L_{qu} = (L_d - d) + 2l_c \cdot \tan \alpha \quad (\text{m})$$

Trong đó:

$L_d$ : cạnh dài của đáy đài: 2,8m

$d$ : là cạnh cọc: 0,35m

$l_c$ : chiều dài cọc: 22,4m

$$L_{qu} = (2,8 - 0,35) + 2 * 22,4 \tan(3,94^\circ) = 5,54m$$

-Tính chiều rộng đáy móng khối qui ước:

$$B_{qu} = (L_d - d) + 2l_c \cdot \tan \alpha \quad (\text{m})$$

Trong đó:

$B_d$ : cạnh dài của đáy đài: 1,75m

$$B_{qu} = (1,8 - 0,35) + 2 * 22,4 * \tan(3,94^\circ) = 4,54m$$

-Diện tích đáy móng khối qui ước:

$$F_{qu} = B_{qu} \cdot L_{qu} = 5,54 * 4,54 = 25,15m^2$$

-Trọng lượng bản thân của cọc:

$$N_c^{tc} = n_c \cdot F_c \cdot l_c \cdot \gamma_{bt} = 6 * 0,35 * 0,35 * 22,4 * 2,5 = 41,16 \text{ T}$$

-Trọng lượng của đài:

$$N_d^{tc} = F_d \cdot h_0 \cdot \gamma_{bt} = 2,8 * 1,8 * 1,05 * 2,5 = 13,23 \text{ T}$$

-Trọng lượng đất của móng khối qui ước:

$$N_{dqu} = F_{qu} \cdot \gamma_{tb} \cdot H_{qu} \quad (\text{T})$$



Trong đó:

$H_{qu}$ : là chiều cao móng khối qui ước tính từ mặt đất tới mũi cọc. (23,9m)

$\gamma_{bt}$ : là trọng lượng riêng trung bình của móng khối qui ước tính từ mặt đất

tới mũi cọc.

$$\gamma_{tb} = \frac{1,747 + 0,5 * 0,773 + 7,1 * 0,561 + 10,4 * 0,919 + 4,9 * 0,908}{23,9} = 0,842 \text{ T/m}^3$$

$$N_{dqu} = 5,54 * 4,54 * 0,842 * 23,9 = 500,57 \text{ T}$$

- Tổng trọng lượng móng khối qui ước:

$$N_{qu} = N_c + N_d + N_{dqu} = 41,16 + 9,1875 + 500,57 = 506,15 \text{ T}$$

## b. Kiểm tra áp lực tại đáy khối móng quy ước

+ Ứng suất dưới đáy khối móng quy ước

$$\sigma_{\max/\min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} \left( 1 \pm \frac{6e_B}{B_{qu}} \pm \frac{6e_L}{L_{qu}} \right)$$

$$e_B = \frac{M_y^{tc} + H_x \cdot h}{\sum N^{tc}}; \quad e_L = \frac{M_x^{tc} + H_y \cdot h}{\sum N^{tc}}$$

**Trong đó:**

$e_B$  – độ lệch tâm theo phương B (phương x)

$e_L$  – độ lệch tâm theo phương L (phương y)

$h$  – cánh tay đòn ( $L_c$ )

**Trong đó:**

$$\sum N_{qu}^{tc} = N^{tc} + N_{qu}^{tc} = \frac{366,63}{1,15} + 506,15 = 825 \text{ T}$$

+ Moment vuông góc với trục x:

$$M_x^{tc} = M^{tc} + H^{tc} \cdot L_c = \frac{38,25}{1,15} + \frac{5,5}{1,15} * 22,4 = 140,4 \text{ (T.m)}$$

$$e_L = \frac{140,4}{825} = 0,17 \text{ (m)}$$

**Trong đó:**  $\sum N_{qu}^{tc} = N^{tc} + N_{qu}^{tc} = \frac{366,63}{1,15} + 506,15 = 825 \text{ T}$

$$\sigma_{\max}^{tc} = \frac{825}{5,54 * 4,54} * \left(1 + \frac{6 * 0,17}{5,54}\right) = 38,8 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = \frac{825}{5,54 * 4,54} * \left(1 - \frac{6 * 0,156}{4,54}\right) = 25,4 \text{ T/m}^2$$

+ Cường độ đất nền tại đáy khối móng quy ước

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

**Trong đó:**

$\gamma'_{II} = 0,842 \text{ (T/m}^3)$  – dung trọng của đất từ đáy móng trở lên mặt đất;

$\gamma_{II} = 0,908 \text{ (T/m}^3)$  – dung trọng của đất từ đáy móng trở xuống;

A, B, D – các hệ số sức chịu tải phụ thuộc vào góc ma sát trong  $\varphi$ ,

$m_1, m_2 = 1,2$  – các hệ số điều kiện làm việc của nền đất và của công trình tác động qua lại với nền đất.

$k_{tc} = 1$  – hệ số độ tin cậy

-Lực dính:  $C_{II} = 0,568 \text{ T/m}^2$  lực dính lớp đất dưới đáy móng

$$\varphi = 17,48^\circ \Rightarrow A = 0,4122 \quad B = 2,6486 \quad D = 5,2263$$

$$R_{II} = 1,2(0,4122 * 4,54 * 0,908 + 2,6486 * 23,9 * 0,842 + 5,2263 * 0,568) = 69,56 \text{ T/m}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max} = 38,8 \text{ T/m}^2 < 1,2 R_{II} = 69,56 \text{ T/m}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{\min} = 25,4 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ thỏa điều kiện tính lún.}$$

### c. Kiểm tra độ lún móng cọc

+ Tính ứng suất tại đáy móng

$$p = \frac{\sum N^{tc}}{F_{qu}}$$

**Trong đó:**  $\sum N^{tc} = 825 \text{ (T)}$  – Tổng tải trọng thẳng đứng tác động tại đáy móng khối qui ước (bao gồm: tải trọng ngoài, tường, đà kiềng, đất, đài, cọc)

$F_{qu} = 25,15 \text{ (m}^2)$  – diện tích đáy móng khối qui ước;

$$\gamma_{nb} = \frac{1,747 + 0,5 * 0,773 + 7,1 * 0,561 + 10,4 * 0,919 + 4,9 * 0,908}{23,9} = 0,842 \text{ (T/m}^3)$$

$$P = \frac{825}{25,15} = 32,8 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

**+ Tính ứng suất gây lún**

$$p_{gl} = p - \gamma_{tb} * H_{qu} = 32,8 - (0,842 * 23,9) = 12,68 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

**+ Tính lún bằng phương pháp cộng lún từng lớp (tổng phân tố)**

**Ứng suất do tải trọng bản thân**

$$\text{Khi: } z = 0 \text{ m} \Rightarrow \sigma_{bt} = \sigma'_{vp} = 20,123 \text{ T/m}^2$$

$$z = 5 \text{ m} \Rightarrow \sigma_{bt} = 20,123 + (0,908 * 5) = 24,663 \text{ T/m}^2$$

**Bảng tính lún:**

Lớp đất phân tố	hi	l/b	z	z/b	K <sub>0</sub>	σ <sub>z</sub>	σ <sub>bt</sub>	σ <sub>bt</sub> /σ <sub>z</sub>
	0		0	0	1	12,68	20,123	
1	1,816	1,2	1,816	0,4	0,822	10,42	21,77	
2	1,816	1,2	3,632	0,8	0,488	6,19	23,42	
3	0,908	1,2	4,54	1	0,373	4,73	24,25	5,1

Lớp đất phân tố	σ <sub>z</sub>	σ <sub>bt</sub>	P <sub>1i</sub>	P <sub>2i</sub>	e <sub>1i</sub>	e <sub>2i</sub>	S <sub>i</sub> (m)
	12,68	20,123					
			20,95	32,5	0,871	0,865	0,006
1	10,42	21,77					
			22,6	30,9	0,870	0,866	0,004
2	6,19	23,42					
			23,74	29,2	0,869	0,867	0,001
3	4,73	24,25					
Tổng							0,011

$$\Rightarrow S_{\infty} = 11(\text{mm}) < S_{gh} = 80(\text{mm}) \text{ (thỏa điều kiện)}$$

