

CHƯƠNG 5: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG CỌC

5.1. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG CỌC TRỤC B-2: (MÓNG M2)

5.1.1. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, thủy văn khu vực xây dựng:

- Theo Báo cáo kết quả khảo sát địa chất công trình của khu vực xây dựng ta thấy nền của khu vực xây dựng được cấu tạo bởi các lớp chính sau.

+ Lớp 1: Đất đắp cát hạt trung màu xám vàng lẫn cuội sỏi, dày 0,8m.

+ Lớp 2: Sét pha màu xám vàng, dày 3,2m.

+ Lớp 3: Sét màu xám vàng, dày 4,0m.

+ Lớp 4: Cát hạt trung màu vàng xám trắng, chưa gặp đáy lớp đất trong phạm vi lỗ khoan sâu 30m.

BẢNG CHỈ TIÊU CƠ LÝ CỦA CÁC LỚP ĐẤT

STT	Tên lớp đất	Chiều dày (m)	Tỷ trọng	(T/m ³)	W (%)	W _{nh} (%)	W _d (%)	(^o)	C (T/m ²)	E (T/m ²)	N
1	Đất đắp	0,8	-	1,70	-	-	-	-	-		-
2	Sét pha	3,2	2,68	1,92	30	38	24	1 8	1,8	450	8
3	Sét	4,0	2,72	1,90	35	50	25	1 7	2,2	600	10
4	Cát hạt trung	8	2,64	2,01	20	-	-	3 3	0,3	2400	42

Nền nhà cốt ±0,000m tôn nền cao hơn mặt đất tự nhiên 0,2m.

Mức nước ngầm cách mặt đất tự nhiên 4,0m.

a. Đánh giá các trạng thái các lớp đất:

a1. Lớp 1: Lớp đất đắp có chiều dày h = 0,8m.

a2. Lớp 2: Lớp sét pha có chiều dày h = 3,2m.

Chỉ số dẻo: $A = W_{nh} - W_d = 38 - 24 = 14$

Độ sệt: $B = \frac{W - W_d}{A} = \frac{30 - 24}{14} = 0,43$

Ta thấy: $0,25 < B < 0,5$. Nên đây là lớp đất sét pha ở trạng thái dẻo.

a3. Lớp 3: Lớp đất sét có chiều dày h = 4,0m.

Chỉ số dẻo: $A = W_{nh} - W_d = 50 - 25 = 25$

Độ sệt:
$$B = \frac{W - W_d}{A} = \frac{35 - 25}{25} = 0,4$$

Ta thấy: $0,25 < B < 0,5$. Nên đây là lớp đất sét ở trạng thái dẻo.

a4. Lớp 4: Lớp cát hạt trung.

Chỉ tiêu đánh giá trạng thái của đất rời là hệ số rỗng e_0 và độ bão hòa G .

$$e_0 = \frac{\Delta \cdot \gamma_n \cdot (1 + 0,01 \cdot W)}{\gamma_w} - 1 = \frac{2,64 \cdot 1 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)}{2,01} - 1 = 0,58$$

Ta thấy: $0,55 < e_0 < 0,65$. Nên lớp cát hạt trung có trạng thái chặt vừa, đây là lớp đất tốt

$$G = \frac{0,01 \cdot W \cdot \Delta}{e_0} = \frac{0,01 \cdot 20 \cdot 2,64}{0,58} = 0,91$$

Ta thấy: $G = 0,91 > 0,8$. Nên đất nền ở trạng thái bão hoà nước.

5.1.2. Đề xuất các phương án móng:

Với công trình này ta sử dụng giải pháp kết cấu khung bê tông cốt thép toàn khối, công trình được xây dựng trong thành phố, xung quanh là khu dân cư, ta chọn phương án móng cọc dưới cột để thi công công trình.

So với các loại móng khác thì móng cọc có nhiều ưu điểm rõ rệt hơn như: giảm khối lượng làm đất, tiết kiệm được vật liệu, có thể cơ giới hoá thi công được dễ dàng. Nó không những đáp ứng yêu cầu về biến dạng và cường độ tương đối tốt mà còn có thể chịu được lực ngang và lực nhổ một cách hữu hiệu.

Do công trình cao tầng, tải trọng truyền lớn nên chọn giải pháp cọc ép hoặc cọc khoan nhồi. Do công trình ở trung tâm thành phố nên việc triển khai thi công cọc khoan nhồi gặp rất nhiều khó khăn và không kinh tế nên phương án này không khả thi. Vì vậy phương án móng cọc ép là hiệu quả nhất.

5.1.3. Xác định tải trọng tác dụng xuống móng.

Dựa vào bảng “TỔ HỢP NỘI LỰC” khung trục 2 ta xác định được các cặp nội lực tính toán bất lợi nhất tại đỉnh đài thuộc tổ hợp sau:

$$N_{max} = -367,72 \text{ T}, M_{tur} = -36,89 \text{ Tm}, Q_{tur} = 13,552 \text{ T}$$

Khi tính toán với TTGH1 dùng tải trọng tính toán.

Khi tính toán với TTGH2 dùng tải trọng tiêu chuẩn.

Do khi tính toán khung ta dùng tải trọng tính toán nên nội lực trong khung là nội lực tính toán. Để xác định tổ hợp nội lực tiêu chuẩn ta phải tính khung chịu tải trọng tiêu chuẩn, nhưng để đơn giản trong tính toán nội lực tiêu chuẩn có thể lấy như sau:

$$N^{TC} = \frac{N^{TT}}{1,2}; \quad M^{TC} = \frac{M^{TT}}{1,2}; \quad Q^{TC} = \frac{Q^{TT}}{1,2}$$

(Trong đó: n=1,2: là hệ số vượt tải).

$$N_o^{TC} = \frac{N_o^{TT}}{n} = \frac{367,72}{1,2} = 306,43T$$

$$M_o^{TC} = \frac{M_o^{TT}}{n} = \frac{36,89}{1,2} = 30,74Tm$$

$$Q_o^{TC} = \frac{Q_o^{TT}}{n} = \frac{13,552}{1,2} = 11,29T$$

5.1.4. Chọn độ sâu đặt đế đài.

- Đối với móng cọc đài thấp: $h_m \geq 0,7.h_{min}$

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

Trong đó: φ : góc ma sát trong của lớp đất tại đáy đài $\varphi = \varphi_2 = 18^\circ$.

+ $H = Q^{TT} = 13,552T$: tổng lực xô ngang tác dụng lên đài.

+ γ : Trọng lượng riêng của lớp đất tại đáy đài $\gamma = 1,92T/m^3$.

+ $b = 1,6m$: bề rộng của đài theo phương vuông góc với phương của lực xô ngang.

$$\Rightarrow h_{min} = tg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \cdot \sqrt{\frac{H}{\gamma \cdot b}} = tg(45^\circ - \frac{18}{2}) \cdot \sqrt{\frac{13,552}{1,92 \cdot 1,6}} = 1,52m$$

$$\Rightarrow 0,7.h_{min} = 0,7 \cdot 1,52 = 1,064m$$

Vậy chọn $h_m = 2,0m$. tính từ mặt đất tự nhiên.

Lớp lót bê tông đá 4x6 M100, dày 100.

5.1.5. Chọn vật liệu, loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện, biện pháp thi công:

a. Chọn vật liệu:

Bê tông :

+ Sử dụng bê tông M300.

+ Khối lượng riêng : $\gamma = 2500 \text{ kG/m}^3$

+ Cường độ chịu nén tính toán : $R_n = 130 \text{ kG/cm}^2$

+ Cường độ chịu kéo tính toán : $R_k = 10 \text{ kG/cm}^2$

+ Môđun đàn hồi : $E = 290.10^3 \text{ kG/cm}^2$

Cốt thép :

- Thép AI: thép A_{II} < 10

- + Cường độ chịu nén, kéo tính toán : 2300 kG/cm²
- + Cường độ chịu cắt khi tính cốt ngang : 1800 kG/cm²
- + Mô đun đàn hồi : 21.10⁵ kG/cm²
- Thép AII: thép 10
 - + Cường độ chịu nén, kéo tính toán : 2800 kG/cm²
 - + Cường độ chịu cắt khi tính cốt ngang : 2200 kG/cm²
 - + Mô đun đàn hồi : 21.10⁵ kG/cm²

b. Sơ bộ chọn kích thước cọc:

- Tải trọng tác dụng xuống móng khá lớn, cần cứ vào điều kiện địa chất công trình ở trên ta dùng loại cọc ma sát cắm vào lớp đất cát.
- Sử dụng cọc đúc sẵn bằng BTCT, tiết diện (30x30), F_{cọc} = 0,09m².
- Cốt thép cọc dùng 4 16, f_a = 8,04cm².
- Chọn chiều dài cọc L_{cọc} = 11m.
- Cọc ngầm vào đài cọc một đoạn 30d = 50cm, phần đập vỡ đầu cọc dài 35cm.
- Vì công trình được xây dựng ở trong thành phố, xung quanh là khu dân dụng nên sử dụng biện pháp ép hạ cọc, dùng kích thủy lực phù hợp với lực ép đầu cọc.

5.1.6. Xác định sức chịu tải của cọc.

a. Sức chịu tải theo vật liệu làm cọc:

$$P_{VL} = \gamma \cdot (R_b \cdot F_b + R_a \cdot F_a)$$

Trong đó:

γ : hệ số uốn dọc = 1;

R_b: Cường độ chịu nén của bê tông, R_b=130(kG/cm²);

R_a: Cường độ chịu nén của cốt thép, R_a=2800(kG/cm²);

F_a: Diện tích cốt thép, F_a=8,04(cm²);

F_b: Diện tích tiết diện cọc, F_b=(30x30-8,04)=892(cm²);

$$\Rightarrow P_{VL} = 1 \cdot (130 \cdot 892 + 2800 \cdot 8,04) = 138472 \text{ kG} = 138,5 \text{ T}$$

b. Sức chịu tải của cọc theo đất nền.

- Xác định theo phương pháp thống kê theo công thức:

$$P_{gh} = m \cdot (m_R \cdot R \cdot F + u \cdot \sum_{i=1}^n m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i)$$

Trong đó:

m: hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất. Đối với cọc chữ nhật m= 1

$m_R; m_{fi}$: hệ số điều kiện làm việc của đất, kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc. Với cọc loại 1, $m_R; m_{fi}$ tra theo Bảng 3 – 20TCN 21-86.

F : diện tích tiết diện ngang chân cọc.

u : chu vi tiết diện ngang cọc.

l_i : chiều dày lớp đất thứ i tiếp xúc với cọc.

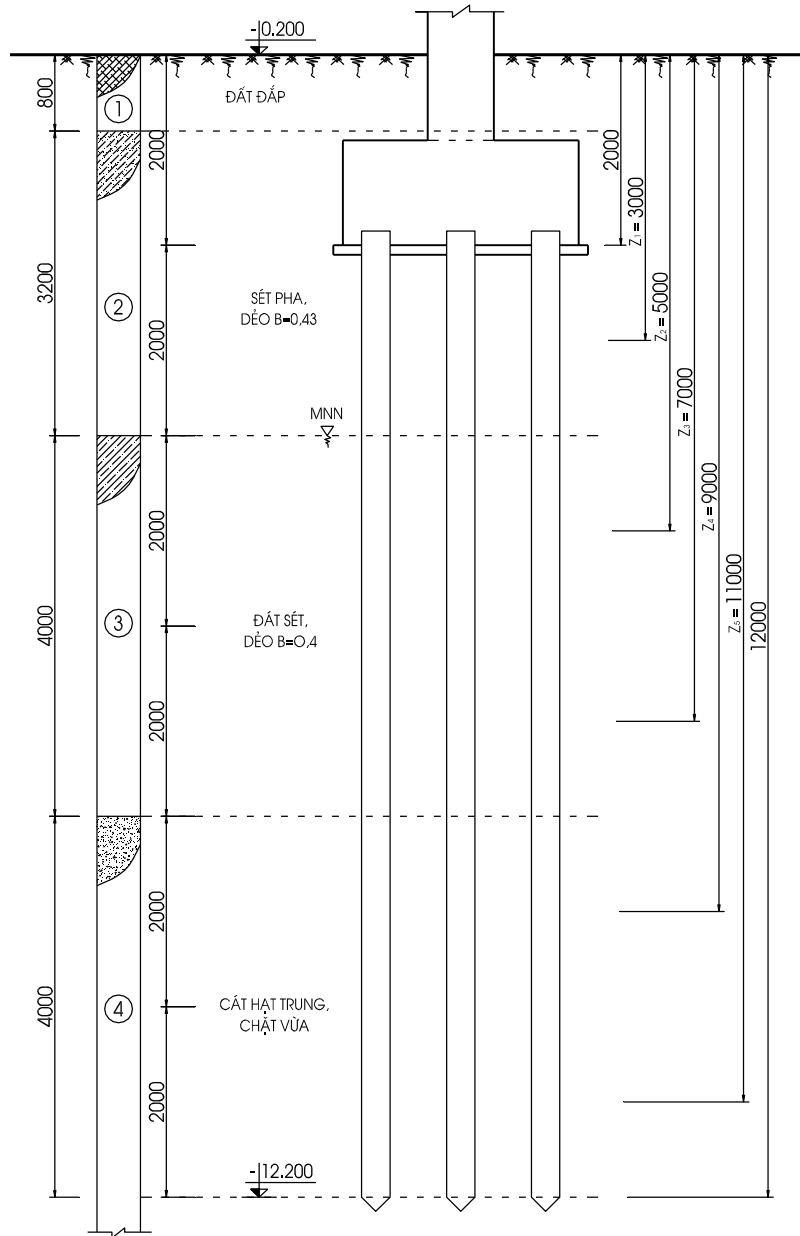
f_i : cường độ tính toán của ma sát thành lớp đất thứ i với bề mặt xung quanh cọc, tra theo bảng 2 – 20TCN 21-86.

R : cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc. Tra theo bảng 1–20TCN21-86

- Chia đất nền thành các lớp đất đồng chất, (chiều dày mỗi lớp này = 2m, ở đây Z_i và H tính từ cốt thiên nhiên -0.200.

- Độ sâu hạ mũi cọc là 12,0m, tra theo bảng 1-20TCN21-86 ta có:

$$R = 4160\text{Kpa} = 416,0\text{T/m}^2$$



Lớp đất	h (m)	Tên đất	z_i (m)	f_i (T/m ²)	l_i (m)	m_{fi}	$f_i \cdot l_i \cdot m_{fi}$
2	3,2	Sét pha dẻo , B =0,43	3,0	2,35	2,0	0,9	4,23
3	4,0	Sét dẻo , B =0,4	5,0	2,9	2,0	0,9	5,22
			7,0	3,2	2,0	0,9	5,76
4	>4,0	Cát hạt trung, chặt vừa	9,0	6,35	2,0	1,0	12,7
			11,0	6,64	2,0	1,0	13,28
Tổng cộng:							41,19

$$\Rightarrow P_{gh} = m.(m_k.R.F + u. \sum_{i=1}^n m_{fi}.f_i.l_i) = 1.(1,2.416.0,3.0,3 + 0,3.4.41,19) = 94,36T$$

$$\Rightarrow P_{dn} = \frac{P_{gh}}{1,4} = \frac{94,36}{1,4} = 67,4T$$

c. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT.

Dựa vào SPT xác định sức chịu tải của cọc.

Xác định theo công thức:

$$P = m.N.F + n.\bar{N}.F_s$$

Trong đó :

P : sức chịu tải, KN.

m : cọc ép m = 400.

N : số SPT của đất ở chân cọc.

\bar{N} : số SPT trung bình của đất trong phạm vi chiều dài cọc.

n : hệ số, n = 2 với cọc ép.

F : diện tích tiết diện ngang chân cọc.

F_s : diện tích mặt xung quanh cọc.

$$\bar{N} = \frac{l_1.N_1 + l_2.N_2 + l_3.N_3}{l_1 + l_2 + l_3} = \frac{3,2.8 + 4.10 + 4.42}{3,2 + 4 + 4} = 20,8$$

$$P = m.N.F + n.\bar{N}.F_s = 400.42.0,3.0,3 + 2.20,8.0,3.4.11,2 = 2071KN$$

$$\Rightarrow P = 207,1 T$$

Tải trọng cho phép xuống cọc:

$$P' = \frac{P}{F_s} = \frac{207,1}{3} = 69,0T . (F_s: \text{hệ số an toàn, } F_s = 2,5 \quad 3)$$

Ta có:

$$P_{vl} = 139,5 T$$

$$P_{dn} = 67,4 T$$

$$P' = 69,0 T$$

$$\Rightarrow P_{tk} = \min(P_{vl}, P_{dn}, P') = 67,4 T$$

5.1.7. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng.

a. Xác định số lượng cọc:

- Để các cọc ít ảnh hưởng lẫn nhau, có thể coi là cọc đơn, các cọc bố trí trong mặt bằng sao cho khoảng cách tim các cọc a = 3d.

- Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài là:

$$P^{tt} = \frac{P_{tk}}{(3.d)^2} = \frac{67,4}{(3.0,3)^2} = 83,2T / m^2$$

- Diện tích sơ bộ đáy đài:

$$F_{sb} = \frac{N_o^{tt}}{P^{tt} \cdot \gamma_{tb} \cdot h_m \cdot n}$$

Trong đó:

N_o^{tt} : Lực dọc tính toán ở cốt đỉnh đài.

h_m : Độ sâu đặt đáy đài, $h_m = 2,0m$

n : hệ số vượt tải, $n = 1,1$.

γ_{tb} : Khối lượng riêng trung bình của đài và đất đắp trên đài. $\gamma_{tb} = 2 T/m^3$

$$\Rightarrow F_{sb} = \frac{N_o^{tt}}{P^{tt} \cdot \gamma_{tb} \cdot h_m \cdot n} = \frac{367,72}{83,2 - 2.2 \cdot 0.1,1} = 4,7m^2$$

- Trọng lượng tính toán sơ bộ của đài và đất đắp trên đài:

$$N_{sb}^{tt} = n \cdot F_{sb} \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 4,7 \cdot 2 \cdot 2 = 20,68 T$$

- Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán đến mặt phẳng đáy đài sẽ là:

$$N_o^{tt} + N_{sb}^{tt} = 367,72 + 20,68 = 388,4 T$$

- Số lượng cọc sơ bộ:

$$n_c = \frac{N_o^{tt}}{P_{tk}}$$

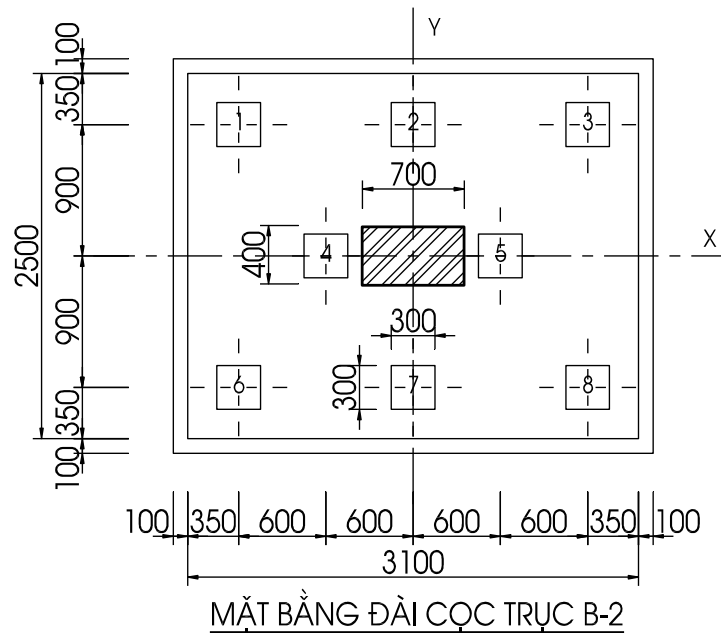
Với β : là hệ số xét đến ảnh hưởng của Mô men, và trọng lượng đài. ($\beta = 1,2 - 2,0$)

$$n_c = \beta \cdot \frac{N_o^{tt}}{P_{tk}} = 1,2 \cdot \frac{388,4}{67,4} = 6,9 \text{ cọc}$$

\Rightarrow **Chọn 8 cọc**

b. Bố trí cọc:

Bố trí cọc thỏa mãn các yêu cầu cấu tạo.



Diện tích đáy đài thực tế:

$$F'_d = 3,1.2,5 = 7,75m^2$$

5.1.8. Tính toán móng cọc theo trạng thái giới hạn thứ nhất: (về cường độ và độ Ổn định)

a. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc: Dùng tổ hợp tải trọng tính toán.

Trọng lượng tính toán của đài và đất đắp trên đài:

$$N_{\bar{n}}^{tt} = n.F_{\bar{n}}' . h_{m.tb} = 1,1.7,75.2,0.2 = 34,1T$$

Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng đến mặt phẳng đáy đài:

$$N^{tt} = N_0'' + N_{\bar{n}}'' = 367,72 + 34,1 = 401,82 T$$

Mô men tính toán xác định tương đương với trọng tâm diện tích tiết diện các cọc tại đáy đài:

$$M^{tt} = M_0^{tt} + Q_0^{tt} . h \text{ (với } h \text{ là chiều dày đài cọc, } h = 1,1m)$$

$$M^{tt} = M_0^{tt} + Q_0^{tt} . h = 36,89 + 13,552.1,1 = 50,44 Tm$$

Lực truyền xuống cọc dãn biên:

$$P_{\min}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n'_c} - \frac{M_y . x_{\max}}{x_i^2}$$

Toạ độ cọc: $x_{\max} = 1,2m; \quad x_i^2 = 4.1,2^2 + 2.0,6^2 = 6,48m^2$

$$P_{\min}'' = \frac{N''}{n'_c} - \frac{M_y . x_{\max}}{x_i^2} = \frac{401,82}{8} - \frac{50,44.1,2}{6,48}$$

$$P_{\max}'' = 59,57T$$

$$P_{\min}'' = 40,88T$$

Trọng lượng tính toán của cọc:

$$P_c = 0,3.0,3.10,5.1,1 = 2,475T$$

Ta thấy

$$P_{\max}'' + P_c = 59,57 + 2,475 = 62,04T < P_{TK} = 67,4T$$

$$P_{\min}'' = 40,88T > 0$$

Cọc chịu nén nên không cần kiểm tra theo điều kiện chống nhổ.

Cọc không bị phá hoại.

b. Kiểm tra tải trọng ngang tác dụng lên cọc:

Công thức kiểm tra:

$$H^{tt} \leq \frac{H^{tt}}{n} \leq H_{gh}$$

Trong đó:

H^{tt} : tải trọng ngang tính toán tác dụng lên mỗi cọc (giả thiết tải trọng ngang phân phối đều trên các cọc).

H_{gh} : Sức chịu tải giới hạn theo phương ngang của cọc (xác định theo quy phạm với chuyển vị ngang đầu cọc là $n_g = 1cm$). Tra bảng ta có $H_{gh} = 6T$

$$\Rightarrow H'' = \frac{H^{tt}}{n} = \frac{13,552}{8} = 1,694 \leq 6. \text{ Vậy điều kiện kiểm tra được thỏa mãn.}$$

c. Kiểm tra sức chịu tải và ổn định của nền móng cọc:

- Sức chịu tải của nền móng cọc ma sát bao gồm sức chịu tải của nền đất dưới mũi cọc và sức chịu do ma sát:

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F' + \sum_{i=1}^n m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i$$

Trong đó:

N_{gh} : Sức chịu tải trọng đứng giới hạn của nền móng cọc ma sát.

R_{gh} : Cường độ giới hạn của nền dưới móng cọc ma sát ứng với trạng thái cân bằng giới hạn của nền xác định theo công thức Xôkôlôvski tính với móng có đáy là đường nối mép ngoài các cọc biên.

m_{fi} : hệ số điều kiện làm việc của đất, kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc. Tra theo bảng 3 – 20TCN 21-86.

F' : Diện tích đáy móng tạo bởi ở trên.

u : Chu vi của móng có diện tích F'

f_i : cường độ tính toán của ma sát thành lớp đất thứ i với bề mặt xung quanh cọc, tra theo bảng 2 – 20TCN 21-86.

- Để nền ổn định thì:

$$N_o^{tt} \quad N_M^{tt} \quad \frac{N_{gh}}{1,2}$$

Trong đó:

N_M^{tt} : là trọng lượng tính toán của khối có diện tích đáy F' , chiều cao từ chân cọc đến cốt nền.

1,2: hệ số ổn định đất nền.

- Ta có: $a'=2,7m$, $b'=2,1m \Rightarrow F'=a' \cdot b'=2,7 \cdot 2,1=5,67m^2$; $u=(2,7+2,1) \cdot 2=9,6m$.

Tính toán N_M^{tt} :

+ Đối với lớp đất dưới mực nước ngầm tính theo dung trọng đẩy nổi

Dựa vào bảng chỉ tiêu cơ lý ta có:

+ Lớp đất sét: (lớp thứ 3): $e_o = 0,93$

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1) \cdot \gamma_n}{1 + e_o} = \frac{(2,72 - 1) \cdot 1}{1 + 0,93} = 0,891.$$

+ Lớp cát hạt trung: (lớp thứ 4): $e_o = 0,58$

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1) \cdot \gamma_n}{1 + e_o} = \frac{(2,64 - 1) \cdot 1}{1 + 0,58} = 1,038.$$

+ Trong phạm vi từ đáy đài trở lên tính theo công thức

$$N_1^{tt} = n \cdot F' \cdot h_{m.tb} = 1,1 \cdot 5,67 \cdot 2,0 \cdot 2 = 24,95T$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ đáy đài đến mực nước ngầm:

$$N_2^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_2 = 1,1 \cdot (5,67 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 2,0 \cdot 1,92 = 20,9T$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ mực nước ngầm đến đáy lớp thứ 3:

$$N_3^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_3 \cdot \gamma_{dn} = 1,1 \cdot (5,67 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 0,891 = 19,41T$$

+ Trọng lượng từ đáy lớp 4 đến mũi cọc:

$$N_4^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_4 \cdot \gamma_{dn} = 1,1 \cdot (5,67 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 1,038 = 22,61T$$

+ Trọng lượng tính toán của các cọc:

$$N_5^{tt} = 8 \cdot 10,15 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,5 \cdot 1,1 = 20,1T$$

Vậy $N_M^{tt} = N_1^{tt} + N_2^{tt} + N_3^{tt} + N_4^{tt} + N_5^{tt} = 107,97T$

$$N_o^{tt} = N_M^{tt} + N_5^{tt} = 367,72 + 107,97 = 475,69T$$

$$R_{gh} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A \cdot b_{II} + B \cdot h_{II} + D \cdot c_{II} - h_o)$$

Trong đó:

m_1 : hệ số điều kiện làm việc của nền, lấy theo bảng 2.2, $m_1 = 1,2$

m_2 : hệ số điều kiện làm việc của công trình, lấy theo bảng 2.2, $m_2 = 1,3$.

K_{tc} : hệ số tin cậy; chỉ tiêu cơ lý lấy theo thí nghiệm trực tiếp thì $K_{tc} = 1,0$.

A, B, D: các hệ số phụ thuộc vào góc ma sát trong, tra bảng 2.1.

b : bề rộng đáy móng, b= 2,1.

h : độ sâu chôn móng, h = 12,0m.

γ_{II} : trị tính toán trung bình dung trọng của đất nằm trực tiếp dưới đế móng.

γ'_{II} : trị tính toán trung bình dung trọng của đất kể từ đáy móng trở lên.

c_{II} : trị tính toán thứ hai của lực dính đơn vị của đất nằm trực tiếp dưới đế móng.

h_o : Chiều sâu khi có tầng hầm, nếu không có tầng hầm $h_o = 0$

$$\gamma'_{II} = \frac{3,2 \cdot 1,92 + 4,0 \cdot 0,891 + 4,0 \cdot 0,1,038}{3,2 + 4,0 + 4,0} = 1,238 \text{ T/m}^3$$

$$c_{II} = 0,3 \text{ T/m}^2$$

Lớp đất đặt mũi cọc $\alpha = 33^\circ$

$$A = 1,445 ; B = 6,78 ; D = 8,88$$

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

$$\frac{1,2 \cdot 1,3}{1} \cdot (1,445 \cdot 2,1 \cdot 1,038 + 6,78 \cdot 12 \cdot 0,1,238 + 8,88 \cdot 0,3) = 166,198 \text{ T/m}^2$$

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F' + u \cdot m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i$$

$$= 166,198 \cdot 6,51 + 10,4 \cdot 41,19 = 1510,32 \text{ T}$$

Để nền ổn định thì:

$$N'' = N''_o + N''_M = 475,69 \text{ T} < \frac{N_{gh}}{1,2} = \frac{1510,32}{1,2} = 1258,6 \text{ T}$$

Vậy nền ổn định.

5.1.9. Tính toán móng cọc theo trạng thái giới hạn thứ hai: (Theo điều kiện biến dạng)

- Ta kiểm tra độ lún của nền dưới móng cọc.

- Để tính độ lún ta coi móng như một móng khối quy ước trên cơ sở quan niệm rằng: Nhờ ma sát xung quanh cọc và đất bao quanh, tải trọng của móng được truyền trên một diện tích rộng hơn xuất phát từ mép ngoài cọc tại đáy đài và nghiêng một góc α . Móng khối quy ước nói trên đặt tại mặt phẳng mũi cọc được giới hạn bởi các mặt như hình vẽ.

$$\alpha = \frac{1}{4} \cdot \varphi_{ib} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varphi_i \cdot l_i}{l_i} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varphi_1 \cdot h_1 + \varphi_2 \cdot h_2 + \varphi_3 \cdot h_3}{h_1 + h_2 + h_3}$$

Trong đó: $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$: góc ma sát trong các lớp đất trong khối móng quy ước;

$h_1 + h_2 + h_3$: chiều dày các lớp đất cọc đi qua;

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{4} \cdot \frac{18.1,9 + 17.4 + 33.4}{1,9 + 4 + 4} = 6^\circ$$

Kích thước của đáy móng khối quy ước:

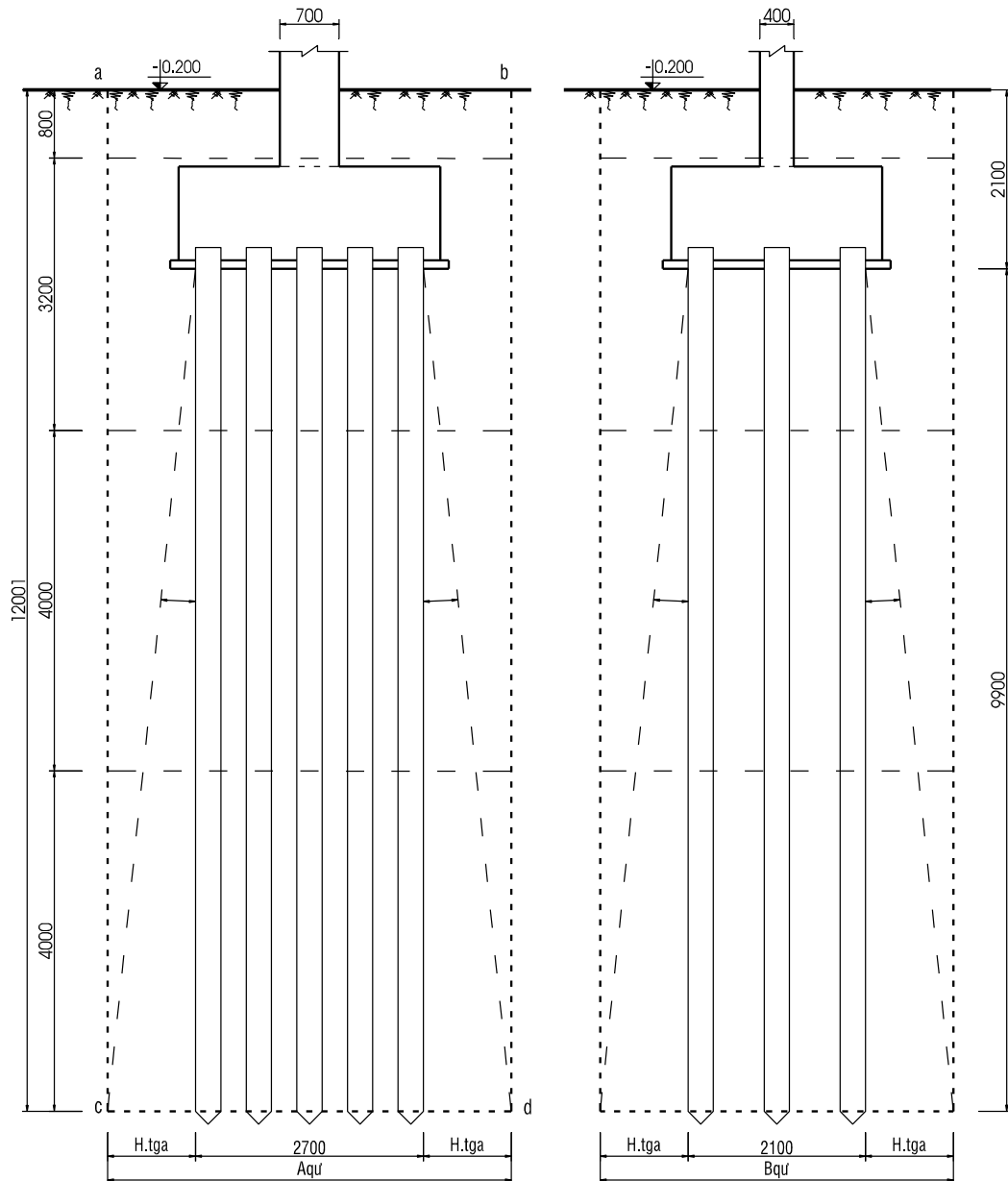
$$A_{qr} = 2 \cdot h \cdot \text{tg} \alpha + 2,7 = 2 \cdot 9,9 \cdot \text{tg} 6^\circ + 3,1 = 4,78\text{m}$$

$$B_{qr} = 2 \cdot h \cdot \text{tg} \alpha + 2,1 = 2 \cdot 9,9 \cdot \text{tg} 6^\circ + 2,1 = 4,18\text{m}$$

Diện tích khối móng quy ước:

$$F_{qr} = A_{qr} \cdot B_{qr} = 4,78 \cdot 4,18 = 19,98\text{m}^2$$

Độ sâu khối móng quy ước: $H_M = 12,2\text{m}$



SƠ ĐỒ KHỐI MÓNG QUY ƯỚC

Giả thiết biến dạng của bản thân của các cọc được bỏ qua. Để tính độ lún của nền, trước hết ta phải kiểm tra điều kiện áp lực tại đáy móng khối quy ước :

Điều kiện để kiểm tra:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{A_{qu} \cdot B_{qu}} \cdot R^{tc}$$

$$\sigma_{max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_A}{A_{qu}}\right) \cdot 1,2 \cdot R^{tc}$$

Trong đó:

N_{abcd}^{tc} : trọng lượng tiêu chuẩn của móng khối quy ước có mặt cắt abcd.

e_A : độ lệch tâm theo phương cạnh dài.

$$e_A = \frac{M^{tc}}{N^{tc}}$$

M^{tc} : mô men tiêu chuẩn tương ứng với trọng tâm đáy móng khối quy ước.

$$M^{tc} = M_o^{tc} + Q_o^{tc} \cdot H = 30,74 + 11,29 \cdot 11,1 = 154,93 \text{ Tm}$$

R^{tc} : Cường độ tiêu chuẩn của nền đất tại mặt phẳng đáy của móng khối quy ước:

$$R^{tc} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A \cdot b_{II} + B \cdot h_{II} + D \cdot c_{II} - \gamma_{II} h_o)$$

Theo kết quả tính toán ở phần trên ta có:

$$R^{tc} = \frac{1,2 \cdot 1,3}{1} \cdot (1,445 \cdot 2,1 \cdot 1,038 + 6,78 \cdot 12,0 \cdot 1,238 + 8,88 \cdot 0,3) = 166,198 \text{ T/m}^2$$

Xác định N_{abcd}^{tc} :

+ Trọng lượng vi từ đáy đài trở lên tính theo công thức

$$N_1^{tc} = F_{qu} \cdot h_{m.tb} = 4,78 \cdot 4,18 \cdot 2,0 = 79,92 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ đáy đài đến mực nước ngầm:

$$N_2^{tc} = (F_{qu} - n \cdot d^2) \cdot h_{2.dn2} = (4,78 \cdot 4,18 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 2,0 = 73,96 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ mực nước ngầm đến đáy lớp thứ 3:

$$N_3^{tc} = (F_{qu} - n \cdot d^2) \cdot h_{3.dn3} = (4,78 \cdot 4,18 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 = 68,64 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất lớp thứ 4 đến mũi cọc:

$$N_4^{tc} = (F_{qu} - n \cdot d^2) \cdot h_{4.dn4} = (4,78 \cdot 4,18 - 8 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 = 79,97 \text{ T}$$

+ Trọng lượng của các cọc:

$$N_5^{tc} = 8 \cdot 10,15 \cdot 0,3 = 25,2 \text{ T}$$

$$\Rightarrow N_{abcd}^{tc} = \sum N_i^{tc} = 320,76 \text{ T}$$

$$e_A = \frac{M^{tc}}{N^{tc}} = \frac{154,93}{306,43 + 320,76} = 0,247 \text{ m}$$

- Ứng suất trung bình tại đáy móng khối quy ước:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{A_{qu} \cdot B_{qu}} = \frac{306,43 + 320,76}{4,78 \cdot 4,18} = 31,39 \text{ T/m}^2$$

- Ứng suất max tại đáy móng khối quy ước:

$$\sigma_{\max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_A}{A_{qu}}\right) = \frac{306,43 + 320,76}{4,78 \cdot 4,18} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,247}{4,78}\right) = 41,12 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 31,39 < R^{tc} = 166,198 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\max}^{tc} = 41,12 < 1,2 \cdot R^{tc} = 199,43 \text{ T/m}^2$$

Vậy thỏa mãn điều kiện áp lực. Do đó ta có thể tính được độ lún của nền theo quan niệm nền biến dạng tuyến tính.

- Xác định áp lực gây lún:

$$\sigma_z^{gl} = \sigma_{tb}^{tc} - \sigma^{bt}$$

Xét ứng suất bản thân:

+ Tại đáy lớp đất đắp: $\sigma_z^{bt} = 1,7 \cdot 0,8 = 1,36 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy lớp đất số 2: $\sigma_z^{bt} = 1,36 + 3,2 \cdot 1,92 = 7,5 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy lớp đất số 3: $\sigma_z^{bt} = 7,5 + 4,0 \cdot 0,891 = 11,06 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy móng khối quy ước: $\sigma^{bt} = 11,06 + 4,0 \cdot 1,038 = 15,21 \text{ T/m}^2$

Vậy $\sigma_z^{gl} = \sigma_{tb}^{tc} - \sigma^{bt} = 30,15 - 15,21 = 14,94 \text{ T/m}^2$

Chia đất nền dưới đáy móng khối quy ước thành từng lớp phân tổ có chiều

dày bằng nhau và bằng: $h_i = \frac{1}{5} \cdot B_{qu} = \frac{1}{5} \cdot 4,18 = 0,836 \text{ m}$.

BẢNG TÍNH ĐỘ LÚN MÓNG

Lớp đất	Điểm m	Độ sâu z (m)	A _{qu} /B _{qu} (m)	2z/B _{qu} (m)	Koi	^{gl} _{zi} (T/m ³)	^{bt} _{zi} (T/m ³)	Pi (T/m ³)	Si (m)
cát hạt trung	0	0,000	1,24	0,000	1,000	14,94	15,21		
	1	0,836		0,400	0,969	14,47	16,08	14,71	0,0041
	2	1,672		0,800	0,834	12,45	16,94	13,46	0,0038
	3	2,508		1,200	0,658	9,83	17,81	11,14	0,0031
	4	3,344		1,600	0,503	7,52	18,67	8,67	0,0024
	5	4,180		2,000	0,386	5,76	19,54	6,64	0,0019
	6	5,016		2,400	0,300	4,48	20,41	5,12	0,0014
	7	5,852		2,800	0,237	3,55	21,27	4,02	0,0011
	8	6,688		3,200	0,192	2,86	22,14	3,20	0,0009

	9	7,524		3,600	0,157	2,34	23,00	2,60	0,0007
	10	8,360		4,000	0,131	1,95	23,87	2,15	0,0006

Độ lún của nền xác định theo công thức:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{E_i} \cdot P_i \cdot h_i$$

Trong đó:

S_i : Độ lún của lớp thứ i

h_i : Chiều dày lớp thứ i

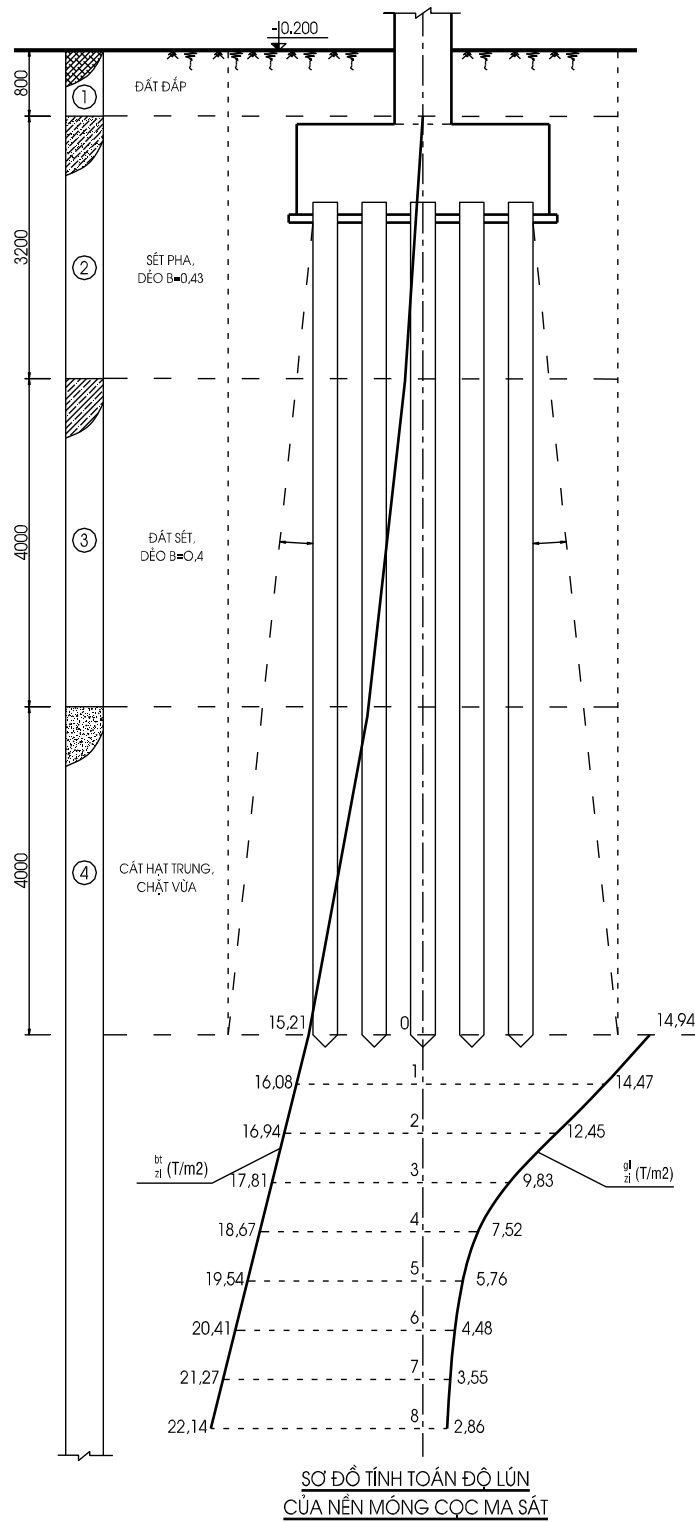
E_i : Môđun biến dạng của lớp thứ i

$$i = 0,8$$

P_i : Ứng suất phụ thêm trung bình của lớp thứ i . $P_i = \frac{\sigma_{z,i-1}^{gl} + \sigma_{z,i}^{gl}}{2}$

n : Số lớp tính lún.

Phạm vi lớp đất tính lún là: $\sigma_z^{gl} < \frac{1}{5} \sigma_z^{bt}$ ú



- Tại điểm 7 ($z_i = 5,852\text{m}$) ta có: $\sigma_z^{gl} = 3,55T < \frac{1}{5} \sigma_z^{bt} = 0,2.21,27 = 4,25T$

- Độ lún tổng cộng $S_i = 0,018\text{m} = 1,8\text{cm} < S_{gh} = 8\text{cm}$.

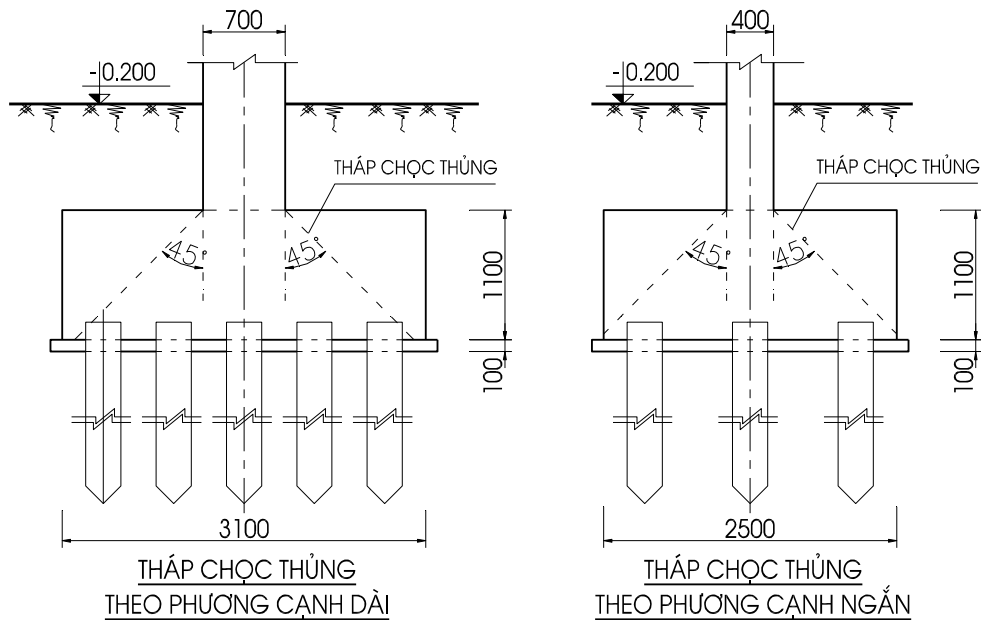
Vậy điều kiện biến dạng được thỏa mãn.

5.1.10. Tính toán độ bền và cấu tạo đài cọc:

Dùng bê tông M300, cốt thép AII. Đài có chiều dày $h = 1,1\text{m}$, dưới đáy làm lớp bê tông lót dày $0,1\text{m}$.

a. Kiểm tra điều kiện chọc thủng.

Vẽ hình tháp chọc thủng ta thấy đáy hình tháp chọc thủng nằm trùm ngoài trục các cọc dây biên. Như vậy đài cọc không bị đâm thủng.



b. Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiêng theo lực cắt:

Xét tiết diện nghiêng xuất phát từ mép cột và đi tới mép trong của hàng cọc biên. Điều kiện cường độ được viết như sau:

$$Q \leq \beta \cdot b \cdot h_0 \cdot R_k$$

Trong đó:

Q: tổng phản lực của các cọc nằm ngoài tiết diện nghiêng.

$$Q = 3 \cdot P_{\max}^t = 3 \cdot 59,57 = 178,71\text{T}$$

b: bề rộng của đài, $b = 2,5\text{m}$

h_0 : chiều cao làm việc của tiết diện, $h_0 = 1,1 - 0,15 = 0,95\text{m}$

R_k : Cường độ chịu kéo của bê tông, $R_k = 10\text{kG/cm}^2 = 100\text{T/m}^2$

β : hệ số xác định theo công thức

$$\beta = 0,7 \cdot \sqrt{1 + \frac{h_0}{c}} = 0,7 \cdot \sqrt{1 + \frac{0,95}{0,6}} = 1,31$$

$$Q = 178,71\text{T} \leq \beta \cdot b \cdot h_0 \cdot R_k = 1,31 \cdot 2,5 \cdot 0,95 \cdot 100 = 311,125\text{T}$$

Vậy đài cọc đảm bảo cường độ trên tiết diện nghiêng.

Tính toán đài chịu uốn:

Đài tuyệt đối cứng, xem đài làm việc như bản cong son ngàm vào mép cột.

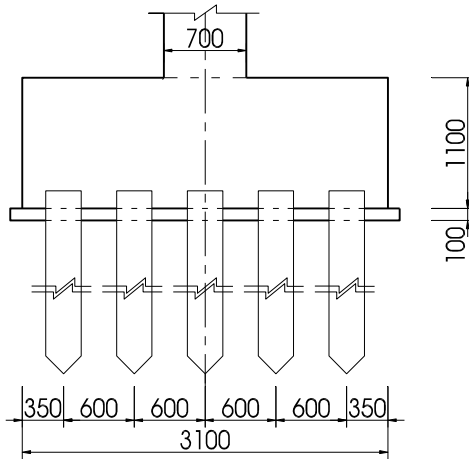
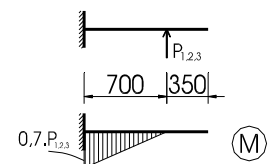
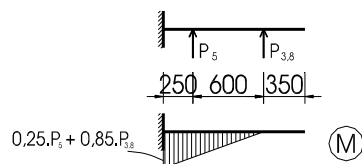
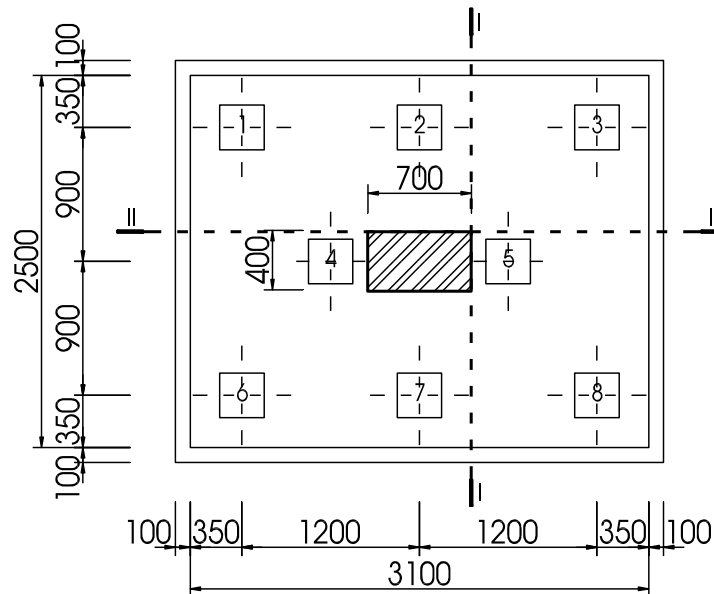
$$P_{xi}'' = \frac{N''}{n'_c} \cdot \frac{M_y'' \cdot x_i}{x_i^2}$$

$$P_1 = P_6 = P_{\min}'' = 40,88T$$

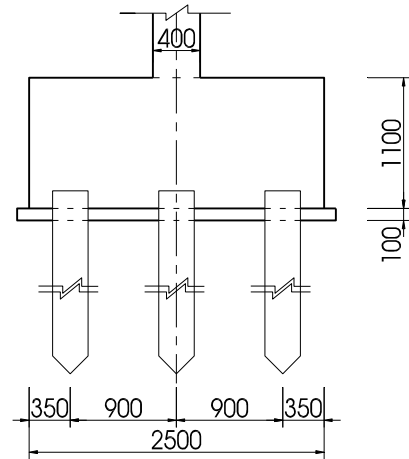
$$P_3 = P_8 = P_{\max}'' = 59,57T$$

$$P_2 = P_7 = \frac{P_{\max}'' + P_{\min}''}{2} = \frac{59,57 + 40,88}{2} = 50,22T$$

$$P_{\frac{4}{5}}'' = \frac{401,82}{8} \cdot \frac{50,44 \cdot 0,6}{6,48} = \begin{matrix} P_4 = 54,89T \\ P_5 = 45,56T \end{matrix}$$



MẶT NGÀM I-I



MẶT NGÀM II-II

Mômen ứng với mặt ngàm I-I:

$$M_{I-I} = r_1 \cdot (P_3 + P_8) + r_1 \cdot P_5 = 0,85 \cdot 2.59,57 + 0,25 \cdot 54,89 = 114,99 \text{Tm}$$

Tính toán tiết diện: $a = 15 \text{cm}$, $h_0 = 110 - 15 = 95 \text{cm}$.

$$F_a = \frac{M_{I-I}}{R_a \cdot \gamma \cdot h_0} = \frac{114,99 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9 \cdot 95} = 48,03 \text{cm}^2$$

Chọn thép 16j20 có $F_{ac} = 50,24 \text{cm}^2$

Khoảng cách giữa hai tim cốt thép cạnh nhau:

$$a = \frac{250 - 100 - 2}{15} = 10 \text{cm}, \text{ chọn } a = 10 \text{cm}$$

Mômen ứng với mặt ngàm II-II:

$$M_{II-II} = r_2 \cdot (P_1 + P_2 + P_3) = 0,7 \cdot (40,88 + 50,22 + 59,57) = 105,47 \text{Tm}$$

Tính toán tiết diện: $a = 16 \text{cm}$, $h_0 = 110 - 16 = 94 \text{cm}$.

$$F_a = \frac{M}{R_a \cdot \gamma \cdot h_0} = \frac{105,47 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9 \cdot 94} = 44,52 \text{cm}^2$$

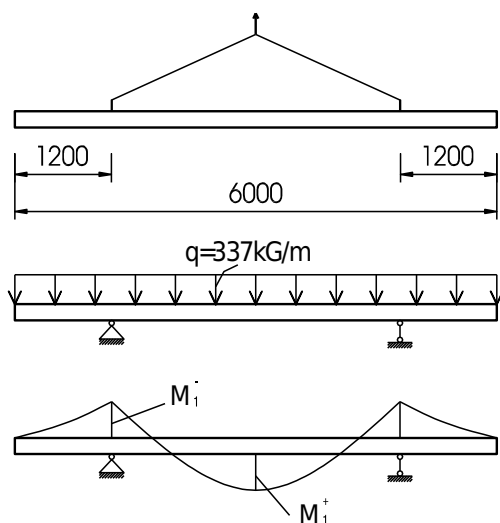
Chọn thép 15j20 có $F_{ac} = 47,25 \text{cm}^2$

Khoảng cách giữa hai tim cốt thép cạnh nhau:

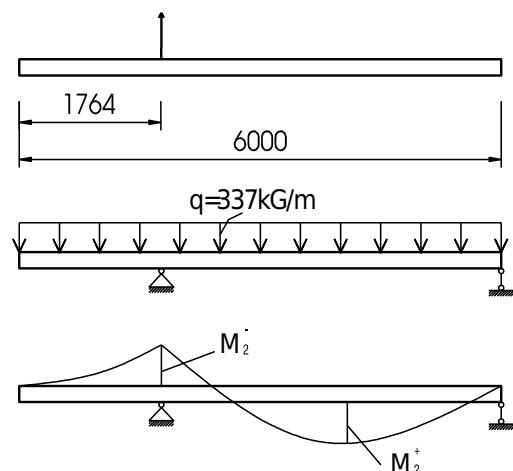
$$a = \frac{310 - 100 - 2}{14} = 14,8 \text{cm}, \text{ chọn } a = 15 \text{cm}$$

5.1.11. Kiểm tra cường độ của cọc khi vận chuyển và khi treo lên giá búa:

- Cọc dài 12m ta dùng giải pháp nối cọc. Chia làm 2 đoạn.
- Nối cọc bằng phương pháp hàn.
- Khi vận chuyển và khi treo cọc lên giá búa thì cọc sẽ chịu lực theo sơ đồ sau:



BIỂU ĐỒ MÔMEN CỌC KHI VẬN CHUYỂN



BIỂU ĐỒ MÔMEN CỌC KHI CẦU LẮP

Trọng lượng bản thân cọc (tính với hệ số vượt tải 1,5)

$$q = F_c \cdot n = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 0,337 \text{ T/m}$$

Bố trí móc cầu như hình vẽ theo điều kiện chịu lực cắt tốt nhất

- Khi vận chuyển cọc:

Khi vận chuyển, cọc được đặt lên hai gối tựa theo hai vị trí như sơ đồ sao cho M_1^+ và M_1^- xấp xỉ bằng nhau. Giá trị $a = 0,207 \cdot L_{cọc} = 0,207 \cdot 6 = 1,2 \text{ m}$.

Nội lực tại gối và nhíp:

$$M_1 = M_1^+ = M_1^- = \frac{q \cdot a^2}{2} = \frac{0,337 \cdot 1,2^2}{2} = 0,24 \text{ Tm}$$

- Khi treo cọc lên giá búa:

Cọc được treo lên một đầu còn đầu kia thì lên mặt đất, sơ đồ làm việc của cọc như hình vẽ trên. Để cho M_2^+ và M_2^- xấp xỉ bằng nhau. Giá trị $b = 0,294 \cdot L_{cọc} = 0,294 \cdot 6 = 1,764 \text{ m}$.

Ta có:

$$M_2 = M_2^+ = M_2^- = \frac{q \cdot b^2}{2} = \frac{0,337 \cdot 1,764^2}{2} = 0,52 \text{ Tm}$$

Kiểm tra tiết diện cọc:

Ta thấy $M_1 < M_2$ nên ta dùng M_2 để tính toán kiểm tra.

$$A = \frac{M}{R_a \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{0,52 \cdot 10^5}{130 \cdot 30 \cdot (30 - 4)^2} = 0,0113$$

$$0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A}) = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0113}) = 0,994$$

$$M_{td} = R_a \cdot F_a \cdot h_0 = 2800 \cdot 4,02 \cdot 0,994 \cdot (30 - 4) = 290900,064 \text{ kGcm} = 2,9 \text{ Tm}$$

Ta có: $M_{td} = 2,9 \text{ T} > M_2 = 0,52 \text{ T}$

Vậy cọc đảm bảo độ bền khi vận chuyển và treo lên giá.

d. Tính toán cốt thép làm móc cầu:

- Lực kéo ở móc cầu trong trường hợp cầu lắp cọc: $F_k = q \cdot l_{cọc}$

- Lực kéo ở một nhánh, tính gần đúng:

$$F'_k = F_k / 2 = q \cdot l_{cọc} / 2 = 0,337 \cdot 6 / 2 = 1,011 \text{ T}$$

- Diện tích cốt thép của móc cầu: $F_a = F'_k / R_a = 1,011 / 28000 = 0,361 \text{ cm}^2$

- Chọn thép móc cầu Ø12 có $F_a = 1,13 \text{ cm}^2$

5.1.12. Thể hiện bản vẽ cấu kiện móng, cọc, các chi tiết móng.

Xem bản vẽ **KC-06/08**.

5.2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG CỌC TRỤC E-2: (MÓNG M4)

5.2.1. Đánh giá điều kiện địa chất công trình, thủy văn khu vực xây dựng:

Theo mục 5.1.1

5.2.2. Đề xuất các phương án móng:

Theo mục 5.1.2

5.2.3. Xác định tải trọng tác dụng xuống móng.

Dựa vào bảng “TỔ HỢP NỘI LỰC” khung trục 2 ta xác định được các cặp nội lực tính toán bất lợi nhất tại đỉnh đài thuộc tổ hợp sau:

$$N_{\max} = -236,73 \text{ T}; M_{\text{tr}} = +17,67 \text{ Tm}; Q_{\text{tr}} = 7,507 \text{ T}$$

Khi tính toán với TTGH1 dùng tải trọng tính toán.

Khi tính toán với TTGH2 dùng tải trọng tiêu chuẩn.

Do khi tính toán khung ta dùng tải trọng tính toán nên nội lực trong khung là nội lực tính toán. Để xác định tổ hợp nội lực tiêu chuẩn ta phải tính khung chịu tải trọng tiêu chuẩn, nhưng để đơn giản trong tính toán nội lực tiêu chuẩn có thể lấy như sau:

$$N^{TC} = \frac{N^{TT}}{1,2}; \quad M^{TC} = \frac{M^{TT}}{1,2}; \quad Q^{TC} = \frac{Q^{TT}}{1,2}$$

(Trong đó: n=1,2: là hệ số vượt tải).

$$N_o^{TC} = \frac{N_o^{TT}}{n} = \frac{236,73}{1,2} = 197,28T$$

$$M_o^{TC} = \frac{M_o^{TT}}{n} = \frac{17,67}{1,2} = 14,73Tm$$

$$Q_o^{TC} = \frac{Q_o^{TT}}{n} = \frac{7,507}{1,2} = 6,26T$$

5.2.4. Chọn độ sâu đặt đế đài.

- Đối với móng cọc đài thấp: $h_m \geq 0,7 \cdot h_{\min}$

$$\text{Với: } h_{\min} = \left(\frac{H}{\gamma \cdot b} \right)^{1/2} \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

Trong đó: φ : góc ma sát trong của lớp đất tại đáy đài $\varphi = \varphi_2 = 18^\circ$.

$H = Q^{TT} = 7,507T$: tổng lực xô ngang tác dụng lên đài.

γ : Trọng lượng riêng của lớp đất tại đáy đài $\gamma = 1,92T/m^3$.

$b = 1,6m$: bề rộng của đài theo phương vuông góc với phương của lực xô ngang.

$$\Rightarrow h_{\min} = \left(\frac{H}{\gamma \cdot b} \right)^{1/2} \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \left(\frac{7,507}{1,92 \cdot 1,6} \right)^{1/2} \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{18}{2}\right) = 1,14m$$

$$\Rightarrow 0,7 \cdot h_{\min} = 0,7 \cdot 1,14 = 0,798m$$

Vậy chọn $h_m = 2,0m$. tính từ mặt đất tự nhiên.

Lớp lót bê tông đá 4x6 M100, dày 100.

5.2.5. Chọn vật liệu, loại cọc, chiều dài, kích thước tiết diện, biện pháp thi công:

a. Chọn vật liệu:

Bê tông :

+ Sử dụng bê tông M300.

- + Khối lượng riêng : $\rho = 2500 \text{ kG/m}^3$
- + Cường độ chịu nén tính toán : $R_n = 130 \text{ kG/cm}^2$
- + Cường độ chịu kéo tính toán : $R_k = 10 \text{ kG/cm}^2$
- + Mô đun đàn hồi : $E = 290.10^3 \text{ kG/cm}^2$

Cốt thép :

- Thép AI: thép < 10
 - + Cường độ chịu nén, kéo tính toán : 2300 kG/cm^2
 - + Cường độ chịu cắt khi tính cốt ngang : 1800 kG/cm^2
 - + Mô đun đàn hồi : 21.10^5 kG/cm^2
- Thép AII: thép 10
 - + Cường độ chịu nén, kéo tính toán : 2800 kG/cm^2
 - + Cường độ chịu cắt khi tính cốt ngang : 2200 kG/cm^2
 - + Mô đun đàn hồi : 21.10^5 kG/cm^2

b. Sơ bộ chọn kích thước cọc:

- Tải trọng tác dụng xuống móng khá lớn, cần cứ vào điều kiện địa chất công trình ở trên ta dùng loại cọc ma sát cắm vào lớp đất cát.
- Sử dụng cọc đúc sẵn bằng BTCT, tiết diện (30x30), $F_{cọc} = 0,09\text{m}^2$.
- Cốt thép cọc dùng 4 $\phi 16$, $f_a = 8,04\text{cm}^2$.
- Chọn chiều dài cọc $L_{cọc} = 11\text{m}$.
- Cọc ngầm vào đài cọc một đoạn $30d = 50\text{cm}$, phần đập vỡ đầu cọc dài 35cm.
- Vì công trình được xây dựng ở trong thành phố, xung quanh là khu dân dụng nên sử dụng biện pháp ép hạ cọc, dùng kích thủy lực phù hợp với lực ép đầu cọc.

5.2.6. Xác định sức chịu tải của cọc.

a. Sức chịu tải theo vật liệu làm cọc:

$$P_{VL} = \gamma \cdot (R_b \cdot F_b + R_a \cdot F_a)$$

Trong đó:

- γ : hệ số uốn dọc $= 1$;
 - R_b : Cường độ chịu nén của bê tông, $R_b=130(\text{kG/cm}^2)$;
 - R_a : Cường độ chịu nén của cốt thép, $R_a=2800(\text{kG/cm}^2)$;
 - F_a : Diện tích cốt thép, $F_a=8,04(\text{cm}^2)$;
 - F_b : Diện tích tiết diện cọc, $F_b=(30 \times 30 - 8,04)=892(\text{cm}^2)$;
- $\Rightarrow P_{VL} = 1 \cdot (130 \cdot 892 + 2800 \cdot 8,04) = 138472\text{kG} = 138,5\text{T}$

b. Sức chịu tải của cọc theo đất nền.

- Xác định theo phương pháp thống kê theo công thức:

$$P_{gh} = m \cdot (m_R \cdot R \cdot F + u \cdot \sum_{i=1}^n m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i)$$

Trong đó:

m: hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất. Đối với cọc chữ nhật $m=1$
 m_R ; m_{fi} : hệ số điều kiện làm việc của đất, kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc. Với cọc loại 1, m_R ; m_{fi} tra theo Bảng 3 – 20TCN 21-86.

F: diện tích tiết diện ngang chân cọc.

u: chu vi tiết diện ngang cọc.

l_i : chiều dày lớp đất thứ i tiếp xúc với cọc.

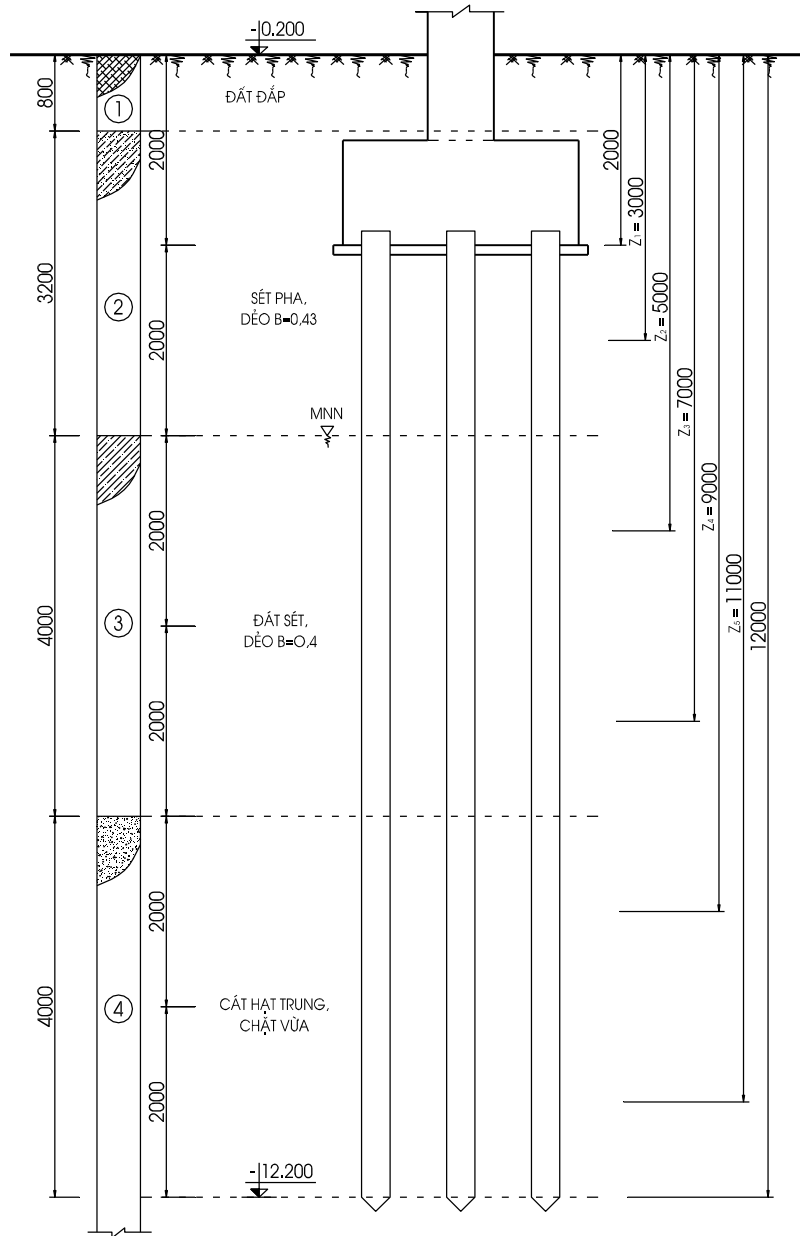
f_i : cường độ tính toán của ma sát thành lớp đất thứ i với bề mặt xung quanh cọc, tra theo bảng 2 – 20TCN 21-86.

R: cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc. Tra theo bảng 1–20TCN21-86

- Chia đất nền thành các lớp đất đồng chất, (chiều dày mỗi lớp này = 2m, ở đây Z_i và H tính từ cốt thiên nhiên -0.200.

- Độ sâu hạ mũi cọc là 12,0m, tra theo bảng 1-20TCN21-86 ta có:

$$R = 4160 \text{Kpa} = 416,0 \text{T/m}^2$$



Lớp đất	h (m)	Tên đất	z_i (m)	f_i (T/m ²)	l_i (m)	m_{fi}	$f_i \cdot l_i \cdot m_{fi}$
2	3,2	Sét pha dẻo , B =0,43	3,0	2,35	2,0	0,9	4,23
3	4,0	Sét dẻo , B =0,4	5,0	2,9	2,0	0,9	5,22
			7,0	3,2	2,0	0,9	5,76
4	>4,0	Cát hạt trung, chặt vừa	9,0	6,35	2,0	1,0	12,7
			11,0	6,64	2,0	1,0	13,28
Tổng cộng:							41,19

$$\Rightarrow P_{gh} = m \cdot (m_k \cdot R \cdot F + u \cdot \sum_{i=1}^n m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i) = 1 \cdot (1,2 \cdot 416 \cdot 0,3 \cdot 0,3 + 0,3 \cdot 4 \cdot 41,19) = 94,36T$$

$$\Rightarrow P_{dn} = \frac{P_{gh}}{1,4} = \frac{94,36}{1,4} = 67,4T$$

c. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT.

Dựa vào SPT xác định sức chịu tải của cọc.

Xác định theo công thức:

$$P = m \cdot N \cdot F + n \cdot \bar{N} \cdot F_s$$

Trong đó :

P : sức chịu tải, KN.

m : cọc ép m = 400.

N : số SPT của đất ở chân cọc.

\bar{N} : số SPT trung bình của đất trong phạm vi chiều dài cọc.

n : hệ số, n = 2 với cọc ép.

F : diện tích tiết diện ngang chân cọc.

F_s : diện tích mặt xung quanh cọc.

$$\bar{N} = \frac{l_1 \cdot N_1 + l_2 \cdot N_2 + l_3 \cdot N_3}{l_1 + l_2 + l_3} = \frac{3,2 \cdot 8 + 4 \cdot 10 + 4 \cdot 42}{3,2 + 4 + 4} = 20,8$$

$$P = m \cdot N \cdot F + n \cdot \bar{N} \cdot F_s = 400 \cdot 42 \cdot 0,3 \cdot 0,3 + 2 \cdot 20,8 \cdot 0,3 \cdot 4 \cdot 11,2 = 2071KN$$

$$\Rightarrow P = 207,1 T$$

Tải trọng cho phép xuống cọc:

$$P' = \frac{P}{F_s} = \frac{207,1}{3} = 69,0T \text{ . (} F_s \text{: hệ số an toàn, } F_s = 2,5 \text{)}$$

Ta có:

$$P_{vl} = 139,5 T$$

$$P_{dn} = 67,4 T$$

$$P' = 69,0 T$$

$$\Rightarrow P_{tk} = \min(P_{vl}, P_{dn}, P') = 67,4 T$$

5.2.7. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng.

a. Xác định số lượng cọc:

- Để các cọc ít ảnh hưởng lẫn nhau, có thể coi là cọc đơn, các cọc bố trí trong mặt bằng sao cho khoảng cách tim các cọc a ≥ 3d.

- Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài là:

$$P^{tt} = \frac{P_{tk}}{(3 \cdot d)^2} = \frac{67,4}{(3 \cdot 0,3)^2} = 83,2T / m^2$$

- Diện tích sơ bộ đáy đài:

$$F_{sb} = \frac{N_o^{tt}}{p^{tt} \cdot \gamma_{tb} \cdot h_m \cdot n}$$

Trong đó:

N_o^{tt} : Lực dọc tính toán ở cốt đỉnh đài.

h_m : Độ sâu đặt đáy đài, $h_m = 2,0m$

n : hệ số vượt tải, $n = 1,1$.

γ_{tb} : Khối lượng riêng trung bình của đài và đất đắp trên đài. $\gamma_{tb} = 2 T/m^3$

$$\Rightarrow F_{sb} = \frac{N_o^{tt}}{p^{tt} \cdot \gamma_{tb} \cdot h_m \cdot n} = \frac{236,73}{83,2 - 2.2 \cdot 0.1 \cdot 1} = 3,0m^2$$

- Trọng lượng tính toán sơ bộ của đài và đất đắp trên đài:

$$N_{sb}^{tt} = n \cdot F_{sb} \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 3,0 \cdot 2,0 \cdot 2 = 13,2 T$$

- Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán đến mặt phẳng đáy đài sẽ là:

$$N_o^{tt} + N_{sb}^{tt} = 236,73 + 13,2 = 249,93 T$$

- Số lượng cọc sơ bộ:

$$n_c = \beta \cdot \frac{N_o^{tt}}{P_{tk}}$$

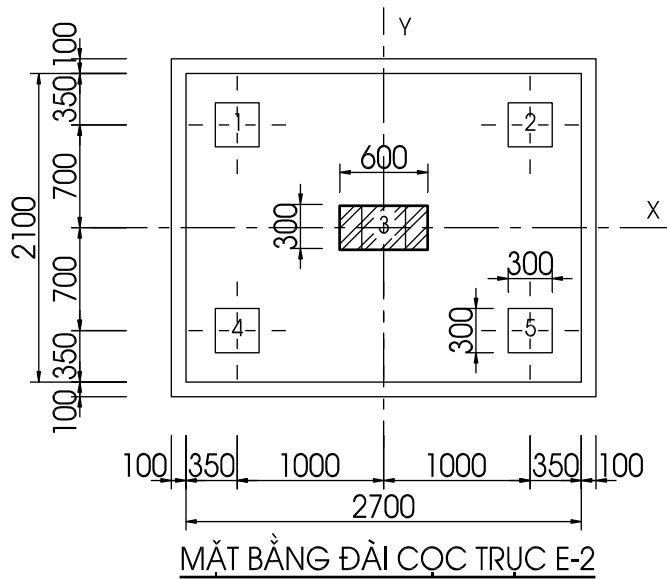
Với β : là hệ số xét đến ảnh hưởng của Mô men, và trọng lượng đài. ($\beta = 1,2 - 2,0$)

$$n_c = \beta \cdot \frac{N_o^{tt}}{P_{tk}} = 1,2 \cdot \frac{249,93}{67,4} = 3,7 \text{ cọc}$$

\Rightarrow Chọn 5 cọc

b. Bố trí cọc:

Bố trí cọc thỏa mãn các yêu cầu cấu tạo.



Diện tích đáy đài thực tế:

$$F'_d = 2,7 \cdot 2,1 = 5,67 \text{m}^2$$

5.2.8. Tính toán móng cọc theo trạng thái giới hạn thứ nhất: (về cường độ và độ ổn định)

a. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc: Dùng tổ hợp tải trọng tính toán.

Trọng lượng tính toán của đài và đất đắp trên đài:

$$N_n^{tt} = n \cdot F_n' \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 5,67 \cdot 2,0 \cdot 2 = 24,95 \text{T}$$

Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng đến mặt phẳng đáy đài:

$$N^{tt} = N_0'' + N_n^{tt} = 236,73 + 24,95 = 261,68 \text{ T}$$

Mô men tính toán xác định tương đương với trọng tâm diện tích tiết diện các cọc tại đáy đài:

$$M^{tt} = M_0^{tt} + Q_0^{tt} \cdot h \quad (\text{với } h \text{ là chiều dày đài cọc, } h = 1,1 \text{m})$$

$$M^{tt} = M_0^{tt} + Q_0^{tt} \cdot h = 17,67 + 7,507 \cdot 1,1 = 25,93 \text{ Tm}$$

Lực truyền xuống cọc dẫy biên:

$$P_{\max/\min}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n'_c} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{x_i^2}$$

Toạ độ cọc: $x_{\max} = 1,0 \text{m}; \quad x_i^2 = 4 \cdot 1,0^2 = 4,0 \text{m}^2$

$$P_{\max/\min}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n'_c} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{x_i^2} = \frac{261,68}{5} \pm \frac{25,93 \cdot 1,0}{4,0}$$

$$P_{\max}^{tt} = 58,12 \text{T}$$

$$P_{\min}^{tt} = 45,85 \text{T}$$

Trọng lượng tính toán của cọc:

$$P_c = 0,3.0,3.10.2,5.1,1 = 2,475T$$

Ta thấy

$$P''_{\max} + P_c = 58,12 + 2,475 = 60,6T < P_{TK} = 67,4T$$

$$P''_{\min} = 45,85T > 0$$

Cọc chịu nén nên không cần kiểm tra theo điều kiện chống nhổ.

Cọc không bị phá hoại.

b. Kiểm tra tải trọng ngang tác dụng lên cọc:

Công thức kiểm tra:

$$H^{tt} \leq \frac{H^{tt}}{n} \leq H_{gh}$$

Trong đó:

H^{tt} : tải trọng ngang tính toán tác dụng lên mỗi cọc (giả thiết tải trọng ngang phân phối đều trên các cọc).

H_{gh} : Sức chịu tải giới hạn theo phương ngang của cọc (xác định theo quy phạm với chuyển vị ngang đầu cọc là $n_g = 1cm$). Tra bảng ta có $H_{gh} = 6T$

$$\Rightarrow H^{tt} = \frac{H^{tt}}{n} = \frac{13,552}{8} = 1,694 \leq 6. \text{ Vậy điều kiện kiểm tra được thỏa mãn.}$$

c. Kiểm tra sức chịu tải và ổn định của nền móng cọc:

- Sức chịu tải của nền móng cọc ma sát bao gồm sức chịu tải của nền đất dưới mũi cọc và sức chịu do ma sát:

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F' + \sum_{i=1}^n m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i$$

Trong đó:

R_{gh} : Sức chịu tải trọng đứng giới hạn của nền móng cọc ma sát.

R_{gh} : Cường độ giới hạn của nền dưới móng cọc ma sát ứng với trạng thái cân bằng giới hạn của nền.

m_{fi} : hệ số điều kiện làm việc của đất, kể đến ảnh hưởng của phương pháp thi công đối với cường độ tính toán của đất dưới mũi cọc và xung quanh cọc. Tra theo bảng 3 – 20TCN 21-86.

F' : Diện tích đáy móng tạo bởi ở trên.

u : Chu vi của móng có diện tích F'

f_i : cường độ tính toán của ma sát thành lớp đất thứ i với bề mặt xung quanh cọc, tra theo bảng 2 – 20TCN 21-86.

- Để nền ổn định thì:

$$N_o^{tt} \leq N_M^{tt} \leq \frac{N_{gh}}{1,2}$$

Trong đó:

N_M^{tt} : là trọng lượng tính toán của khối có diện tích đáy F' , chiều cao từ chân cọc đến cốt nền.

1,2 : hệ số ổn định đất nền.

- Ta có: $a'=2,3m$, $b'=1,7m \Rightarrow F'=a'.b'=2,3.1,7=3,91m^2$; $u=(2,3+1,7).2=8,0m$.

Tính toán N_M^{tt} :

- Đối với lớp đất dưới mực nước ngầm tính theo dung trọng đẩy nổi

Dựa vào bảng chỉ tiêu cơ lý ta có:

+ Lớp đất sét: (lớp thứ 3): $e_o = 0,93$

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1) \cdot \gamma_n}{1 + e_o} = \frac{(2,72 - 1) \cdot 1}{1 + 0,93} = 0,891.$$

+ Lớp cát hạt trung: (lớp thứ 4): $e_o = 0,58$

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1) \cdot \gamma_n}{1 + e_o} = \frac{(2,64 - 1) \cdot 1}{1 + 0,58} = 1,038.$$

+ Trong phạm vi từ đáy đài trở lên tính theo công thức

$$N_1^{tt} = n \cdot F' \cdot h_{m.tb} = 1,1 \cdot 3,91 \cdot 2,0 \cdot 2 = 17,2T$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ đáy đài đến mực nước ngầm:

$$N_2^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_2 = 1,1 \cdot (3,91 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 2,0 \cdot 1,92 = 14,62T$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ mực nước ngầm đến đáy lớp thứ 3:

$$N_3^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_{3.dn} = 1,1 \cdot (3,91 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 0,891 = 13,56T$$

+ Trọng lượng từ đáy lớp 4 đến mũi cọc:

$$N_4^{tt} = n \cdot (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_{4.dn} = 1,1 \cdot (3,91 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 1,038 = 15,8T$$

+ Trọng lượng tính toán của các cọc:

$$N_5^{tt} = 5 \cdot 10,15 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,5 \cdot 1,1 = 12,56T$$

Vậy $N_M^{tt} = N_1^{tt} + N_2^{tt} + N_3^{tt} + N_4^{tt} + N_5^{tt} = 73,74T$

$$N'' = N_o'' + N_M'' = 236,73 + 73,74 = 310,47T$$

$$R_{gh} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A \cdot b_{II} + B \cdot h_{II} + D \cdot c_{II} - h_o)$$

Trong đó :

m_1 : hệ số điều kiện làm việc của nền, lấy theo bảng 2.2, $m_1 = 1,2$

m_2 : hệ số điều kiện làm việc của công trình, lấy theo bảng 2.2, $m_2 = 1,3$.

K_{tc} : hệ số tin cậy; chỉ tiêu cơ lý lấy theo thí nghiệm trực tiếp thì $K_{tc} = 1,0$.

A, B, D : các hệ số phụ thuộc vào góc ma sát trong , tra bảng 2.1.

b : bề rộng đáy móng, $b = 2,1$.

h : độ sâu chôn móng, $h = 12,0m$.

γ_{II} : trị tính toán trung bình dung trọng của đất nằm trực tiếp dưới đế móng.

γ'_{II} : trị tính toán trung bình dung trọng của đất kể từ đáy móng trở lên.

c_{II} : trị tính toán thứ hai của lực dính đơn vị của đất nằm trực tiếp dưới đế móng.

h_0 : Chiều sâu khi có tầng hầm, nếu không có tầng hầm $h_0 = 0$

$$\gamma'_{II} = \frac{3,2 \cdot 1,92 + 4,0 \cdot 0,891 + 4,0 \cdot 1,038}{3,2 + 4,0 + 4,0} = 1,238 \text{ T/m}^3$$

$$c_{II} = 0,3 \text{ T/m}^2$$

Lớp đất đặt mũi cọc $\alpha = 33^\circ$

$$A = 1,445 ; B = 6,78 ; D = 8,88$$

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

$$= \frac{1,2 \cdot 1,3}{1} \cdot (1,445 \cdot 2,1 \cdot 1,038 + 6,78 \cdot 12 \cdot 0,1 \cdot 1,238 + 8,88 \cdot 0,3) = 166,198 \text{ T/m}^2$$

$$N_{gh} = R_{gh} \cdot F' + u \cdot m_{fi} \cdot f_i \cdot l_i$$

$$= 166,198 \cdot 6,51 + 10,4 \cdot 41,19 = 1510,32 \text{ T}$$

Để nền ổn định thì:

$$N'' = N''_o + N''_M = 310,47 \text{ T} < \frac{N_{gh}}{1,2} = \frac{1510,32}{1,2} = 1258,6 \text{ T}$$

Vậy nền ổn định.

5.2.9. Tính toán móng cọc theo trạng thái giới hạn thứ hai: (Theo điều kiện biến dạng)

- Ta kiểm tra độ lún của nền dưới móng cọc.

- Để tính độ lún ta coi móng như một móng khối quy ước trên cơ sở quan niệm rằng: Nhờ ma sát xung quanh cọc và đất bao quanh, tải trọng của móng được truyền trên một diện tích rộng hơn xuất phát từ mép ngoài cọc tại đáy đài và nghiêng một góc α . Móng khối quy ước nói trên đặt tại mặt phẳng mũi cọc được giới hạn bởi các mặt như hình vẽ.

$$\alpha = \frac{1}{4} \cdot \varphi_{tb} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varphi_i \cdot l_i}{l_i} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varphi_1 \cdot h_1 + \varphi_2 \cdot h_2 + \varphi_3 \cdot h_3}{h_1 + h_2 + h_3}$$

Trong đó: $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$: góc ma sát trong các lớp đất trong khối móng quy ước;

$h_1 + h_2 + h_3$: chiều dày các lớp đất cọc đi qua;

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{4} \cdot \frac{18 \cdot 1,9 + 17,4 + 33 \cdot 4}{1,9 + 4 + 4} = 6^\circ$$

Kích thước của đáy móng khối quy ước:

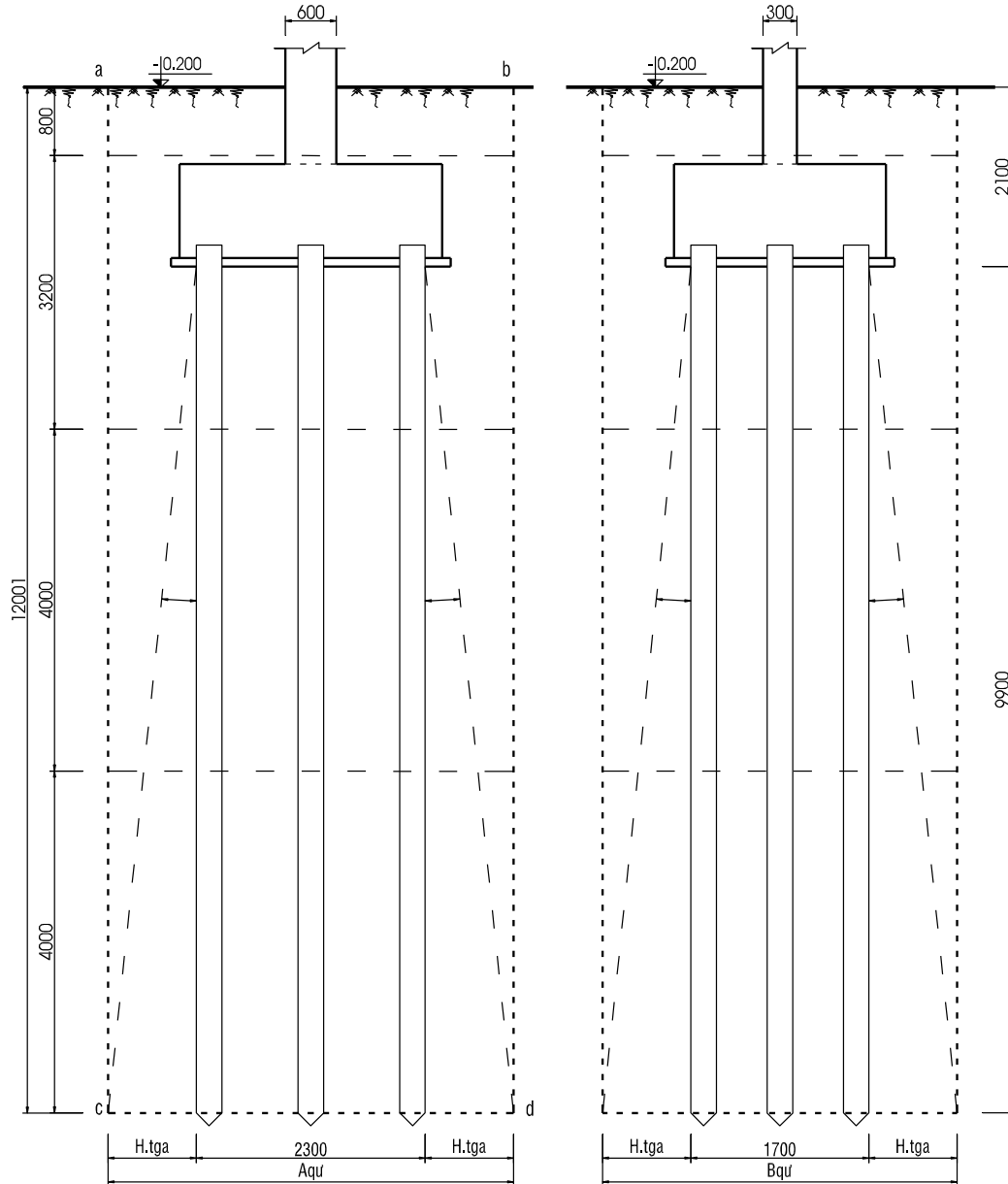
$$A_{qr} = 2.h.tg \alpha + 2,3 = 2.9,9.tg6^\circ + 2,3 = 4,38m$$

$$B_{qr} = 2.h.tg \beta + 1,7 = 2.9,9.tg6^\circ + 1,7 = 3,78m$$

Diện tích khối móng quy ước:

$$F_{qr} = A_{qr} \cdot B_{qr} = 4,38 \cdot 3,78 = 16,56m^2$$

Độ sâu khối móng quy ước: $H_M = 12,2m$



SƠ ĐỒ KHỐI MÓNG QUY ƯỚC

Giả thiết biến dạng của bản thân của các cọc được bỏ qua.

Để tính độ lún của nền, trước hết ta phải kiểm tra điều kiện áp lực tại đáy móng khối quy ước :

Điều kiện để kiểm tra:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{A_{qu} \cdot B_{qu}} R^{tc}$$

$$\sigma_{max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_A}{A_{qu}}\right) 1,2 \cdot R^{tc}$$

Trong đó:

N_{abcd}^{tc} : trọng lượng tiêu chuẩn của móng khối quy ước có mặt cắt abcd.

e_A : độ lệch tâm theo phương cạnh dài.

$$e_A = \frac{M^{tc}}{N^{tc}}$$

M^{tc} : mô men tiêu chuẩn tương ứng với trọng tâm đáy khối quy ước.

$$M^{tc} = M_o^{tc} + Q_o^{tc} \cdot H = 14,73 + 6,26 \cdot 11,1 = 84,22 \text{ Tm}$$

R^{tc} : Cường độ tiêu chuẩn của nền đất tại mặt phẳng đáy của móng khối quy ước:

$$R^{tc} = \frac{m_1 \cdot m_2}{K_{tc}} (A \cdot b_{II} + B \cdot h_{II} + D \cdot c_{II} - h_o)$$

Theo kết quả tính toán ở phần trên ta có:

$$R^{tc} = \frac{1,2 \cdot 1,3}{1} \cdot (1,445 \cdot 2,1 \cdot 1,038 + 6,78 \cdot 12,0 \cdot 1,238 + 8,88 \cdot 0,3) = 166,198 \text{ T/m}^2$$

Xác định N_{abcd}^{tc} :

+ Trọng lượng từ đáy đài trở lên tính theo công thức

$$N_1^{tc} = F'_{qu} \cdot h_m \cdot \gamma_{tb} = 4,38 \cdot 3,78 \cdot 2,0 \cdot 2 = 66,22 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ đáy đài đến mực nước ngầm:

$$N_2^{tc} = (F'_{qu} - n' \cdot d^2) \cdot h_2 \cdot \gamma_2 = (4,38 \cdot 3,78 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 2,0 \cdot 1,92 = 61,85 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất giới hạn từ mực nước ngầm đến đáy lớp thứ 3:

$$N_3^{tc} = (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_3 \cdot \gamma_{dn3} = (4,38 \cdot 3,78 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 0,891 = 57,4 \text{ T}$$

+ Trọng lượng khối đất lớp thứ 4 đến mũi cọc:

$$N_4^{tc} = (F'_d - n' \cdot d^2) \cdot h_4 \cdot \gamma_{dn4} = (4,38 \cdot 3,78 - 5 \cdot 0,3^2) \cdot 4,0 \cdot 1,038 = 66,87 \text{ T}$$

+ Trọng lượng của các cọc:

$$N_5^{tc} = 5 \cdot 10,15 \cdot 0,3 \cdot 2,5 = 11,41 \text{ T}$$

$$\Rightarrow N_{abcd}^{tc} = N_i^{tt} = 263,74 \text{ T}$$

$$e_A = \frac{M^{tc}}{N^{tc}} = \frac{84,22}{197,28 + 263,74} = 0,182 \text{ m}$$

- Ứng suất trung bình tại đáy móng khối quy ước:

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} = \frac{N_o^{tc} + N_{abcd}^{tc}}{A_{qu} \cdot B_{qu}} = \frac{197,28 + 263,74}{4,38 \cdot 3,78} = 27,85 \text{ T/m}^2$$

- Ứng suất max tại đáy móng khối quy ước:

$$\sigma_{max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qu}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_A}{A_{qu}}\right) = \frac{197,28 + 263,74}{4,38 \cdot 3,78} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,182}{4,38}\right) = 34,79 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = 27,85 < R^{tc} = 166,198 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{max}^{tc} = 34,79 < 1,2 \cdot R^{tc} = 199,43 \text{ T/m}^2$$

Vậy thỏa mãn điều kiện áp lực. Do đó ta có thể tính được độ lún của nền theo quan niệm nền biến dạng tuyến tính.

- Xác định áp lực gây lún:

$$\sigma_z^{gl} = \sigma_{tb}^{tc} - \sigma^{bt}$$

Xét ứng suất bản thân:

+ Tại đáy lớp đất đắp: $\sigma_z^{bt} = 1,7 \cdot 0,8 = 1,36 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy lớp đất số 2: $\sigma_z^{bt} = 1,36 + 3,2 \cdot 1,92 = 7,5 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy lớp đất số 3: $\sigma_z^{bt} = 7,5 + 4,0 \cdot 0,891 = 11,06 \text{ T/m}^2$

+ Tại đáy móng khối quy ước: $\sigma^{bt} = 11,06 + 4,0 \cdot 1,038 = 15,21 \text{ T/m}^2$

Vậy $\sigma_z^{gl} = \sigma_{tb}^{tc} - \sigma^{bt} = 27,85 - 15,21 = 12,64 \text{ T/m}^2$

Chia đất nền dưới đáy móng khối quy ước thành từng lớp phân tố có chiều

dày bằng nhau và bằng: $h_i = \frac{1}{5} \cdot B_{qu} = \frac{1}{5} \cdot 3,78 = 0,756 \text{ m}$.

BẢNG TÍNH ĐỘ LÚN MÓNG

Lớp đất	Điểm m	Độ sâu z (m)	A _{qu} /B _{qu} (m)	2z/B _{qu} (m)	Koi	^{gl} _{zi} (T/m ³)	^{bt} _{zi} (T/m ³)	Pi (T/m ³)	Si (m)
cát hạt trung	0	0,000	1,16	0,000	1,000	12,64	15,21		
	1	0,756		0,400	0,966	12,21	15,99	12,43	0,0031
	2	1,512		0,800	0,824	10,41	16,78	11,31	0,0029
	3	2,268		1,200	0,643	8,12	17,56	9,27	0,0023
	4	3,024		1,600	0,486	6,15	18,34	7,13	0,0018
	5	3,780		2,000	0,370	4,68	19,13	5,41	0,0014
	6	4,536		2,400	0,286	3,62	19,91	4,15	0,0010
	7	5,292		2,800	0,226	2,85	20,69	3,24	0,0008
	8	6,048		3,200	0,181	2,29	21,48	2,57	0,0006
	9	6,804		3,600	0,148	1,87	22,26	2,08	0,0005
	10	7,560		4,000	0,123	1,56	23,04	1,71	0,0004

Độ lún của nền xác định theo công thức:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{E_i} \cdot P_i \cdot h_i$$

Trong đó:

S_i : Độ lún của lớp thứ i

h_i : Chiều dày lớp thứ i

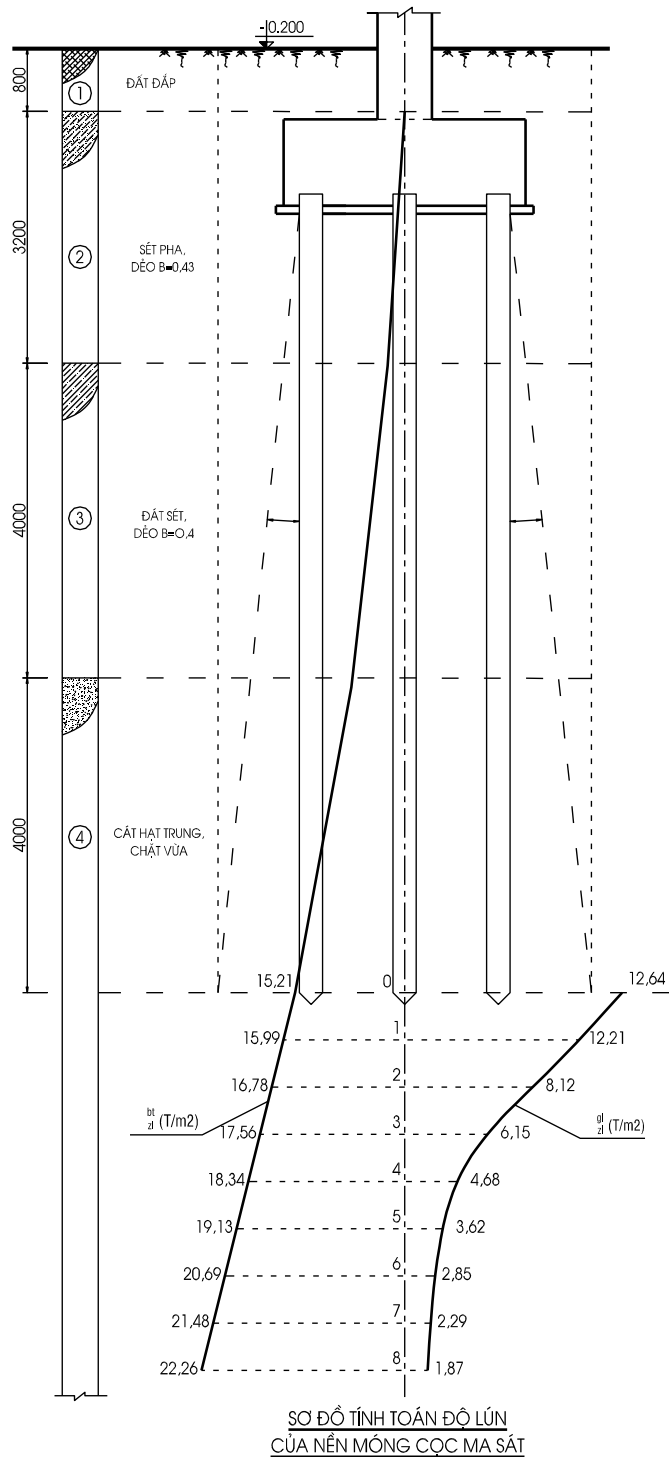
E_i : Môđun biến dạng của lớp thứ i

$$\beta_i = 0,8$$

P_i : Ứng suất phụ thêm trung bình của lớp thứ i . $P_i = \frac{\sigma_{z,i-1}^{gl} + \sigma_{z,i}^{gl}}{2}$

n : Số lớp tính lún.

Phạm vi lớp đất tính lún là: $\sigma_z^{gl} < \frac{1}{5} \sigma_z^{bt}$



- Tại điểm 6 ($z_i = 4,536\text{m}$) ta có: $\sigma_z^{gl} = 3,62T < \frac{1}{5}\sigma_z^{bt} = 0,2.19,91 = 3,98T$

- Độ lún tổng cộng $S_i = 0,013\text{m} = 1,3\text{cm} < S_{gh} = 8\text{cm}$.

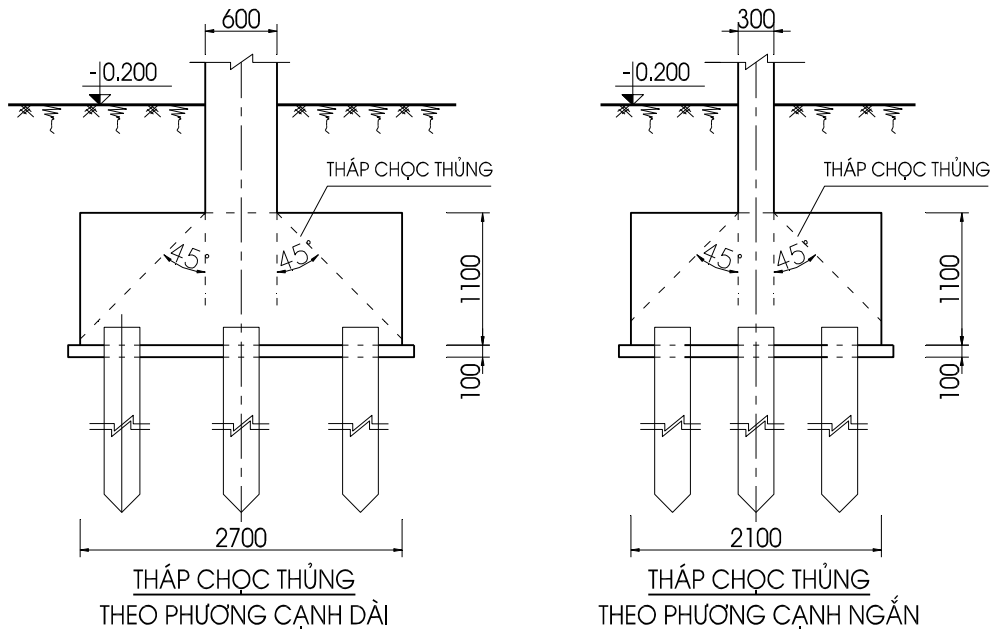
Vậy điều kiện biến dạng được thỏa mãn.

5.2.10. Tính toán độ bền và cấu tạo đài cọc:

Dùng bê tông M300, cốt thép AII. Đài có chiều dày $h = 1,1\text{m}$, dưới đáy làm lớp bê tông lót dày $0,1\text{m}$.

a. Kiểm tra điều kiện chọc thủng.

Vẽ hình tháp chọc thủng ta thấy đáy hình tháp chọc thủng nằm trùm ngoài trục các cọc dầm biên. Như vậy đài cọc không bị đâm thủng.



b. Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiêng theo lực cắt:

Xét tiết diện nghiêng xuất phát từ mép cột và đi tới mép trong của hàng cọc biên. Điều kiện cường độ được viết như sau:

$$Q \leq \beta \cdot b \cdot h_0 \cdot R_k$$

Trong đó:

Q: tổng phân lực của các cọc nằm ngoài tiết diện nghiêng.

$$Q = 3 \cdot P_{\max}^{\text{tt}} = 2.58,12 = 116,24T$$

b: bề rộng của đài, $b = 2,1m$

h_0 : chiều cao làm việc của tiết diện, $h_0 = 1,1 - 0,15 = 0,95m$

R_k : Cường độ chịu kéo của bê tông, $R_k = 10kG/cm^2 = 100T/m^2$

β : hệ số xác định theo công thức

$$\beta = 0,7 \cdot \sqrt{1 + \frac{0,95}{0,6}} = 0,7 \cdot \sqrt{1 + \frac{0,95}{0,6}} = 1,31$$

$$Q = 116,24T \leq \beta \cdot b \cdot h_0 \cdot R_k = 1,31 \cdot 2,5 \cdot 0,95 \cdot 100 = 311,125T$$

Vậy đài cọc đảm bảo cường độ trên tiết diện nghiêng.

Tính toán dầm chịu uốn:

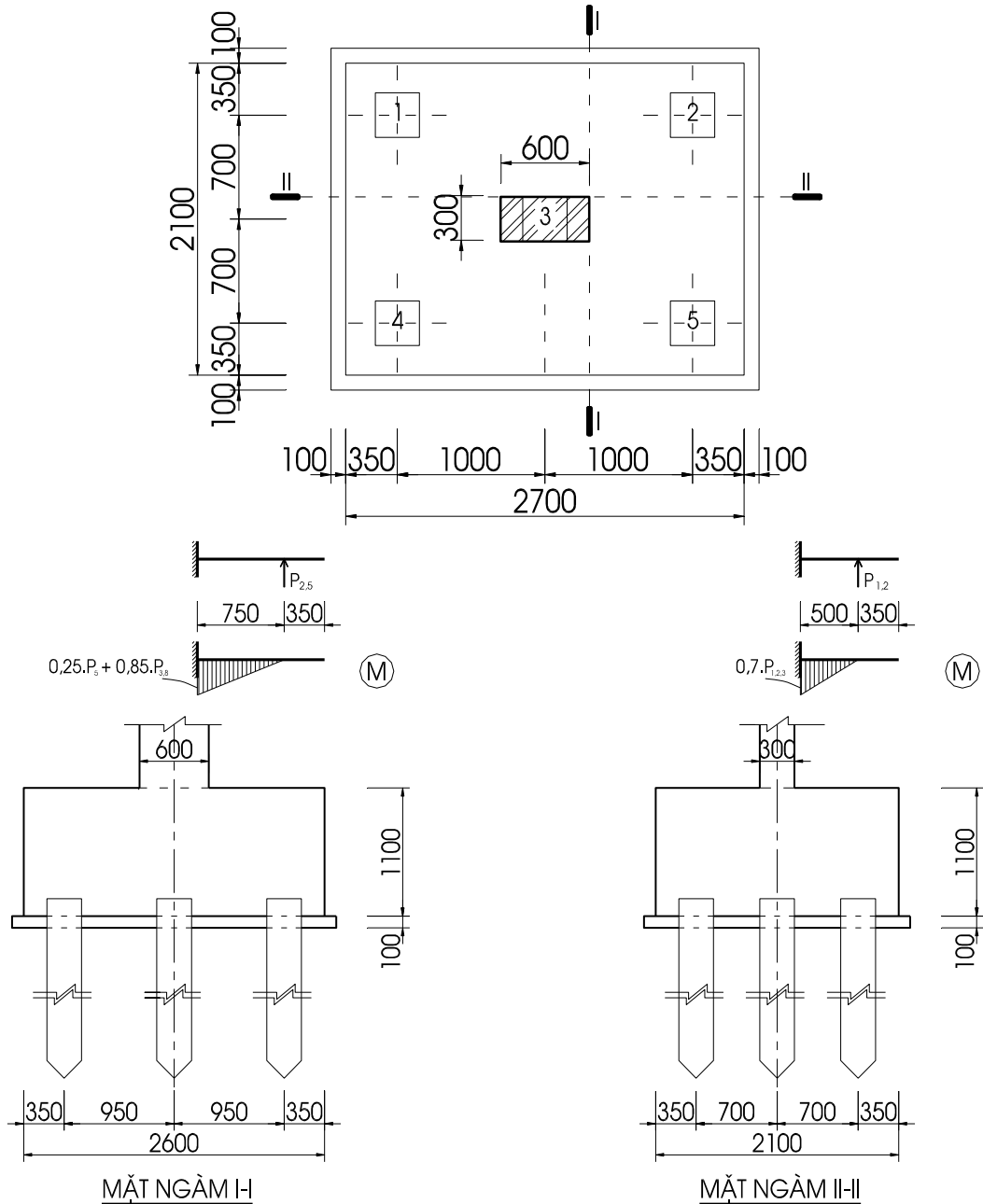
Dầm tuyệt đối cứng, xem đài làm việc như bản cong son ngàm vào mép cột.

$$P_{xi}'' = \frac{N''}{n'_c} \cdot \frac{M_y'' \cdot x_i}{x_i^2}$$

$$P_1 = P_4 = P_{\min}'' = 45,85T$$

$$P_2 = P_5 = P_{\max}'' = 58,12T$$

$$P_3 = \frac{P_{\max}'' + P_{\min}''}{2} = \frac{58,12 + 45,85}{2} = 51,98T$$



Mômen ứng với mặt ngàm I-I:

$$M_{I-I} = r_1 \cdot (P_2 + P_5) = 0,7 \cdot 2 \cdot 58,12 = 81,37Tm$$

Tính toán tiết diện: a = 15cm, h_o = 110 - 15 = 95cm.

$$F_a = \frac{M_{I-I}}{R_a \cdot \gamma \cdot h_0} = \frac{81,37 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9 \cdot 95} = 33,99 \text{ cm}^2$$

Chọn thép 11i20 có $F_{ac} = 34,54 \text{ cm}^2$

Khoảng cách giữa hai tim cốt thép cạnh nhau:

$$a = \frac{210 - 100 - 2}{10} = 10 \text{ cm}$$

Mômen ứng với mặt ngàm II-II:

$$M_{II-II} = r_2 \cdot (P_1 + P_2) = 0,55 \cdot (45,85 + 58,12) = 57,18 \text{ Tm}$$

Tính toán tiết diện: $a = 16 \text{ cm}$, $h_0 = 110 - 16 = 94 \text{ cm}$.

$$F_a = \frac{M}{R_a \cdot \gamma \cdot h_0} = \frac{57,18 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9 \cdot 94} = 24,14 \text{ cm}^2$$

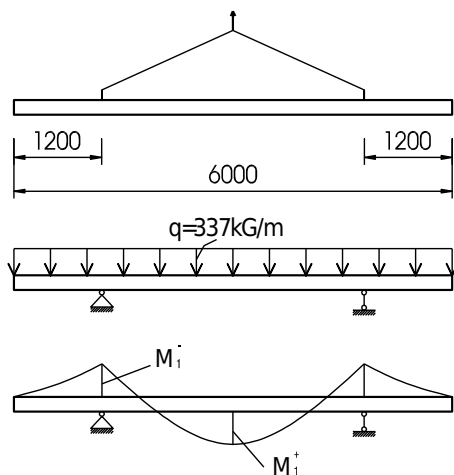
Chọn thép 10i18 có $F_{ac} = 25,45 \text{ cm}^2$

Khoảng cách giữa hai tim cốt thép cạnh nhau:

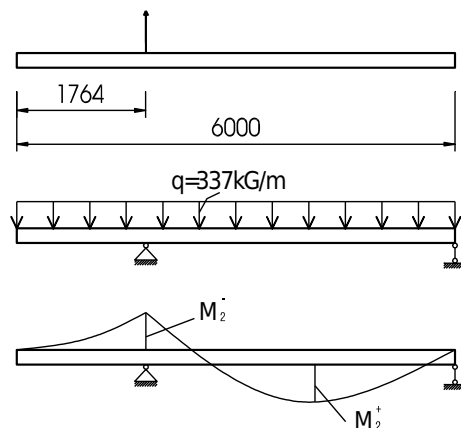
$$a = \frac{270 - 100 - 1,8}{9} = 18,6 \text{ cm}$$

5.2.11. Kiểm tra cường độ của cọc khi vận chuyển và khi treo lên giá búa:

- Cọc dài 12m ta dùng giải pháp nối cọc. Chia làm 2 đoạn, mỗi đoạn dài 6m.
- Nối cọc bằng phương pháp hàn.
- Khi vận chuyển và khi treo cọc lên giá búa thì cọc sẽ chịu lực theo sơ đồ sau:



BIỂU ĐỒ MÔMEN CỌC KHI VẬN CHUYỂN



BIỂU ĐỒ MÔMEN CỌC KHI CẦU LẮP

Trọng lượng bản thân cọc (tính với hệ số vượt tải 1,5)

$$q = F_c \cdot \gamma_n = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 0,337 \text{ T/m}$$

Bố trí móc cầu như hình vẽ theo điều kiện chịu lực cắt tốt nhất

- Khi vận chuyển cọc:

Khi vận chuyển, cọc được đặt lên hai gối tựa theo hai vị trí như sơ đồ sao cho M_1^+ và M_1^- xấp xỉ bằng nhau. Giá trị $a=0,207.L_{cọc} = 0,207.6=1,2m$.

Nội lực tại gối và nhịp:

$$M_1 = M_1^+ = M_1^- = \frac{q.a^2}{2} = \frac{0,337.1,2^2}{2} = 0,2Tm .$$

- Khi treo cọc lên giá búa:

Cọc được treo lên một đầu còn đầu kia thì lên mặt đất, sơ đồ làm việc của cọc như hình vẽ trên. Để cho M_2^+ và M_2^- xấp xỉ bằng nhau. Giá trị $b=0,294.L_{cọc} = 0,294.6=1,764m$.

Ta có:

$$M_2 = M_2^+ = M_2^- = \frac{q.b^2}{2} = \frac{0,337.1,764^2}{2} = 0,3Tm$$

Kiểm tra tiết diện cọc:

Ta thấy $M_1 < M_2$ nên ta dùng M_2 để tính toán kiểm tra.

$$A = \frac{M}{R_n . b . h_0^2} = \frac{0,3.10^5}{130.30.(30-4)^2} = 0,0113$$

$$0,5.(1 + \sqrt{1 - 2.A}) = 0,5.(1 + \sqrt{1 - 2.0,0113}) = 0,994$$

$$M_{td} = R_a . F_a . h_0 = 2800.4,02.0,994.(30-4) = 290900,064kGcm = 2,9Tm$$

Ta có: $M_{td} = 2,9T > M_2 = 0,3T$

Vậy cọc đảm bảo độ bền khi vận chuyển và treo lên giá.

d. Tính toán cốt thép làm móng cầu:

- Lực kéo ở móng cầu trong trường hợp cầu lắp cọc: $F_k = q.l_{cọc}$

- Lực kéo ở một nhánh, tính gần đúng:

$$F'_k = F_k/2 = q.l_{cọc}/2 = 0,337.6/2 = 1,011T$$

- Diện tích cốt thép của móng cầu: $F_a = F'_k/R_a = 1,011/28000 = 0,361cm^2$

- Chọn thép móng cầu 14 có $F_a = 1,539cm^2$

5.2.12. Thể hiện bản vẽ cấu kiện móng, cọc, các chi tiết móng.

Xem bản vẽ [KC-06/08](#).