

BÀI THIẾT KẾ MÔN HỌC NỀN MÓNG

PHẦN I: BÁO CÁO KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Cấu trúc địa chất và đặc điểm của các lớp đất

Lớp 1 : Sét màu xám vàng, nâu đỏ, trạng thái nửa cứng.

Lớp đất số 1 gặp ở lỗ khoan BH2 ở trạng thái nửa cứng.

Chiều dày của lớp là 2.50 m. Cao độ mặt lớp là 0.00 m, cao độ đáy là -2.50 m.

Độ rỗng là: $n=0.411$

Lớp 2 : Sét pha, màu xám, trạng thái dẻo mềm.

Lớp đất số 2 gặp ở lỗ khoan BH2, phân bố dưới lớp 1. Chiều dày của lớp 22.8m. Cao độ mặt lớp là -2.50 m, cao độ đáy lớp là -25.30 m .

Độ rỗng là: $n=0.487$

Lớp 3 : Sét pha, màu xám vàng, nâu đỏ, trạng thái cứng.

Lớp đất số 3 gặp ở lỗ khoan BH2, phân bố dưới lớp 2. Chiều dày của lớp 8.7 m. Cao độ mặt lớp là -25.30 m, cao độ đáy lớp là -34.00 m .

Độ rỗng là: $n=0.315$

Nhận xét và kiến nghị:

Theo tài liệu khảo sát địa chất công trình, phạm vi nghiên cứu và quy mô công trình dự kiến xây dựng, chúng tôi có một số nhận xét và kiến nghị sau đây:

*Nhận xét:

- 1- Điều kiện địa chất công trình trong phạm vi khảo sát tương đối phức tạp, các lớp đất phân bố không đều nhau.
- 2- Lớp đất số 1 là lớp đất mỏng, rất dễ bị xói khi xây dựng trụ cầu tại đây.

*Kiến nghị

- 1- Với đặc điểm địa chất công trình tại đây - đất yếu và tải trọng bên trên lớn vì vậy nên sử dụng giải pháp móng cọc ma sát bằng BTCT đường kính nhỏ có $D=450\text{mm}$ cho công trình cầu và lấy lớp đất số 3 làm tầng dựa đầu cọc.
- 2- Nên để cho cọc ngập sâu vào trong lớp đất số 3 để tận dụng khả năng ma sát của cọc.

PHẦN II: THIẾT KẾ KỸ THUẬT

II: LỰA CHỌN KÍCH THƯỚC CÔNG TRÌNH

1. Kích thước và cao độ của bê cọc

Vị trí xây dựng trụ cầu nằm ở xa bờ, sự thay đổi cao độ mực nước giữa MNCN và MNTN là bình thường, sông không thông thuyền. Xét cả điều kiện mỹ quan trên sông chọn cao độ đỉnh bê thấp hơn MNTN là 1,7 m.

Các thông số thiết kế như sau:

* Cao độ đỉnh bê là (CĐĐB): 0 m

* Bề dày bê móng $H_b = 2,00$ m

* Cao độ đáy bê sẽ là (CĐĐ_aB): -2,0 m

2. Kích thước và cao độ của mũi cọc

Theo tính chất của công trình cầu có tải trọng truyền xuống móng là tương đối lớn, địa chất của lớp đất chịu lực là khá sâu (Tại lớp số 03), nên chọn giải pháp là móng cọc ma sát BTCT.

Cọc được chọn là cọc BTCT đúc sẵn, đường kính vừa có kích thước 450x450 mm. Mũi cọc được đóng đến lớp đất số 03 là sét pha, màu xám vàng, trạng thái cứng.

Có cao độ mũi cọc là - 31,0 m.

- Chiều dài của cọc (L_c) được xác định như sau (chưa kể chiều sâu cọc ngàm vào bê):

$$L_c = CĐĐB - H_b - CĐMC$$

$$L_c = 0 - 2,0 - (-31,0)$$

$$L_c = 29,0 \text{ m}$$

Trong đó:

CĐĐB = 0 m : Cao độ đỉnh bê

$H_b = 2,0$ m : Chiều dày bê cọc

CĐMC = -31,0 m : Cao độ mũi cọc

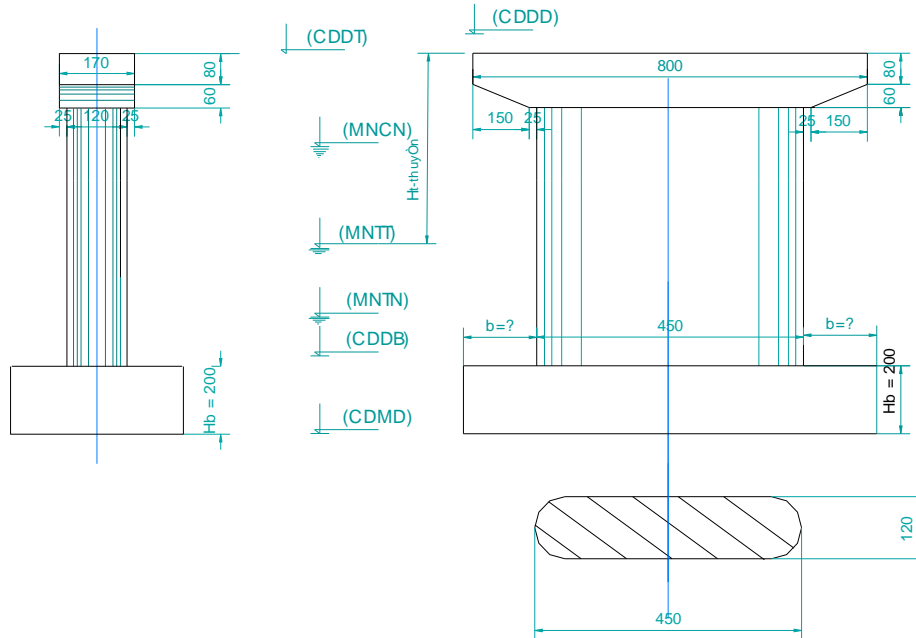
- Tính tỷ lệ $\frac{L_c}{D} = \frac{29,0}{0,45} = 64,44 < 70 \Rightarrow$ thỏa mãn yêu cầu độ mảnh

- Vậy tổng chiều dài đúc cọc sẽ là: $L_{cd} = L_c + 1 = 29,0 + 1 = 30,0$ m

- Cọc được tổ hợp từ 3 đốt cọc với tổng chiều dài đúc cọc là :
30m = 10m + 10m + 10m. Các đốt cọc sẽ được nối với nhau bằng hàn trong quá trình thi công đóng cọc.

III: LẬP SỐ LIỆU TẢI TRỌNG TRONG QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ

1. Tính toán thể tích trụ.



Các ký hiệu sử dụng trong tính toán:

MNCN = +3,7 m : Mức nước cao nhất

MNTN = +1,7 m : Mức nước thấp nhất

CĐĐB = 0 m : Cao độ đỉnh bệ

CĐĐT = MNCN + 0,5 = 3,7 + 0,5 = 4,2 m : Cao độ đỉnh trụ

CDMT = 0,8 + 0,6 = 1,4 m : Chiều dày mũ trụ.

2. Tính chiều cao cột trụ

$$H_c = C\grave{D}\grave{D}T - C\grave{D}\grave{D}B - CDMT$$

$$H_c = 4,2 - 0 - 1,4$$

$$H_c = 2,8 \text{ m}$$

3. Thể tích toàn phần (chưa kể bệ cọc):

$$V_{tr} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$= 10,88 + 6,63 + 14,25$$

$$= 31,76 \text{ m}^3$$

Trong đó:

$$V_1 = 8 \times 0,8 \times 1,7 = 10,88 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot (8 + 5) \times 0,6 \times 1,7 = 6,63 \text{ m}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \times 1,2^2}{4} \times 2,8 + (4,5 - 1,2) \times 1,2 \times 2,8 = 14,25 \text{ m}^3$$

4. Thể tích phần trụ ngập nước (không kể bê cọc)

$$V_{\text{tn}} = S_{\text{tr}} (\text{MNTN} - \text{CĐĐB})$$

$$= \left(\frac{\pi \times 1,2^2}{4} + (4,5 - 1,2) \times 1,2 \right) \times (1,7 - 0)$$

$$= 8,655 \text{ m}^3$$

Trong đó:

MNTN = +1,7 m : Mực nước thấp nhất

CĐĐB = 0 m : Cao độ đỉnh bệ

5. Lập các tổ hợp tải trong thiết kế với MNTN:

Các ký hiệu và giá trị dùng trong công thức lấy từ số liệu đầu bài:

$P_h = 4900 \text{ kN}$: Lực thẳng đứng ở trạng thái giới hạn sử dụng do hoạt tải tác dụng tại đỉnh trụ.

$P_t = 8000 \text{ kN}$: Lực thẳng đứng ở trạng thái giới hạn sử dụng do tĩnh tải tác dụng tại đỉnh trụ.

$H_h = 120 \text{ kN}$: Lực ngang ở trạng thái giới hạn sử dụng do hoạt tải tác dụng theo phương ngang cầu.

$M_h = 1800 \text{ kNm}$: Mômen ở trạng thái giới hạn sử dụng do hoạt tải tác dụng theo phương ngang cầu.

$\gamma_{\text{bt}} (\text{kN/m}^3) = 24,5 \text{ kN}(\text{kN/m}^3)$: Trọng lượng riêng của bê tông.

$\gamma_n = 10 (\text{kN/m}^3)$: Trọng lượng riêng của nước

$V_{\text{tr}} = 31,76 \text{ m}^3$: Thể tích toàn bộ trụ chưa kể bê cọc.

$V_{\text{tn}} = 8,655 \text{ m}^3$: Thể tích trụ ngập nước chưa kể bê cọc

$n_h = 1,75$: Hệ số tải trọng do hoạt tải.

$n_t = 1,25$: Hệ số tải trọng do tĩnh tải.

5.1 Tổ hợp tải trọng ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu với MNTN tại đỉnh bệ

(1) Tải trọng thẳng đứng ngang cầu ở trạng thái giới hạn sử dụng:

$$N_{1sd} = P_t + P_h + \gamma_{bt} \times V_{tr} - \gamma_n \times V_m$$

$$N_{1sd} = 8000 + 4900 + 24,5 \times 31,76 - 10 \times 8,655$$

$$N_{1sd} = 13468 \text{ kN}$$

(2) Tải trọng ngang ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu:

$$H_{1sd} = H_h = 120 \text{ kN}$$

(3) Mômen ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu:

$$M_{1sd} = M_h + H_{1sd} \times (C\grave{D}\grave{D}T - C\grave{D}\grave{D}B)$$

$$M_{1sd} = 1800 + 120 \times (4,2 - 0)$$

$$M_{1sd} = 2304 \text{ kNm}$$

5.2. Tổ hợp tải trọng ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu với MNTN tại đỉnh bệ

(1) Tải trọng thẳng đứng ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$N_{1cd} = n_h \times P_h + n_t (P_t + \gamma_{bt} \times V_{tr} - \gamma_n \times V_m)$$

$$N_{1cd} = 1,75 \times 4900 + 1,25 (8000 + 24,5 \times 31,76 - 10 \times 8,655)$$

$$N_{1cd} = 18284,45 \text{ kN}$$

(2) Tải trọng ngang ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$H_{1cd} = 1,75 \times H_h = 1,75 \times 120 = 210 \text{ kN}$$

(3) Mômen ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$M_{1cd} = 1,75 \times M_h + 1,75 \cdot H_{sd} \times (C\grave{D}\grave{D}T - C\grave{D}\grave{D}B)$$

$$M_{1cd} = 1,75 \cdot 1800 + 1,75 \cdot 120 \cdot (4,2 - 0)$$

$$M_{1cd} = 4032 \text{ kNm}$$

Trong đó: C\grave{D}\grave{D}B = 0 m: Cao độ đỉnh bệ

C\grave{D}\grave{D}T = +4,2 m: Cao độ đỉnh trụ

6. Lập bảng tổ hợp tải trọng:

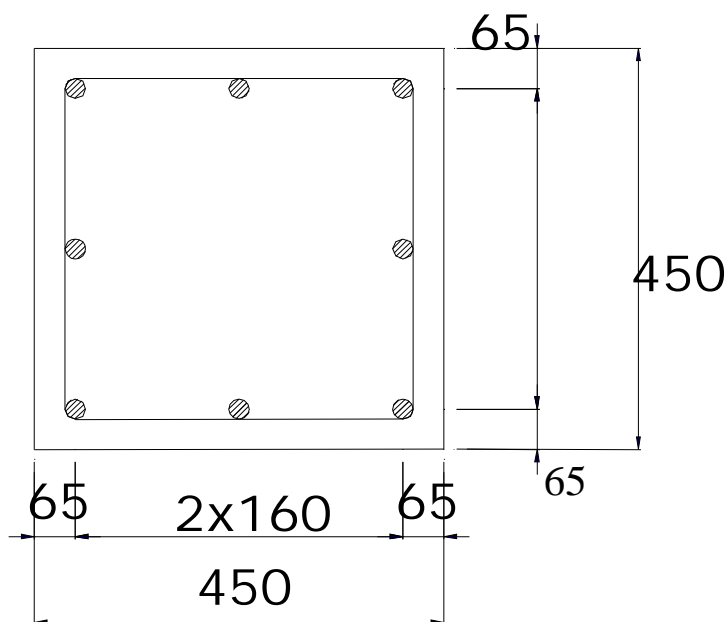
Từ kết quả tính toán ở trên ta đưa vào trong bảng 2-1 sau:

Bảng 2-1: Tổ hợp tải trọng thiết kế với MNTN, đặt tại cao độ đỉnh bệ.

<i>Tên tải trọng</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Sử dụng</i>	<i>Cường độ I</i>
<i>Tải trọng thẳng đứng</i>	<i>KN</i>	13468	18284,45
<i>Tải trọng ngang</i>	<i>KN</i>	120	210
<i>Mômen</i>	<i>KNm</i>	2304	4032

IV: XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI DỌC TRỰC CỦA CỌC

1. Sức chịu tải dọc trục của cọc theo vật liệu



Hình 2-3: Mặt cắt ngang cọc BTCT

Chọn vật liệu làm cọc:

Bê tông có $f'_c = 30$ MPa

Cốt thép dọc 8 thanh $\Phi 25$, $f_y = 414$ MPa, $A_s = 510$ mm²

Do chịu lực dọc trục lớn, coi cọc chỉ chịu lực nén, do đó sức kháng của cọc tính theo vật liệu là:

$$P_r = \varphi \cdot P_n$$

Đối với cấu kiện có cốt thép đai thường : $P_n = 0,8 \cdot \{0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\}$

Trong đó:

f'_c : Cường độ quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày, lấy $f'_c = 3 \cdot 10^4$ KN/m²

A_g diện tích mặt cắt nguyên (mm²), $A_g = 450 \cdot 450 = 202500$ (mm²)

A_{st} diện tích nguyên của cốt thép (mm²) = 8. $A_s = 8 \cdot 510 = 4080$ (mm²)

f_y cường độ giới hạn chảy của cốt thép, $f_y = 420 \cdot 10^5$ KN/m²

φ : Hệ số sức kháng (quy định ở Điều 5.5.4.2), $\varphi = 1.0$

P_r = Sức kháng dọc trục tính toán.

P_n = Sức kháng dọc trục danh định.

Vậy:

$$P_n = 0,8 \cdot \{0,85 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot (202500 \cdot 10^{-6} - 4080 \cdot 10^{-6}) + 4 \cdot 20 \cdot 10^5 \cdot 4080 \cdot 10^{-6}\} = 5418,6 \text{ KN}$$

$$P_r = \varphi \cdot P_n = 1.5540,4 = 5418,6 \text{ KN}$$

2. Sức chịu tải của cọc theo đất nền.

Công thức tính:

$$Q_R = \varphi \cdot Q_n = \varphi_{qp} \cdot Q_p + \varphi_{qs} \cdot Q_s$$

Với: $Q_p = q_p \cdot A_p$

$$Q_s = q_s \cdot A_s$$

Trong đó:

φ_{qp} : Hệ số sức kháng mũi cọc

Đối với đất dính $\varphi_{qp} = 0,70$. $\lambda_v = 0,70 \cdot 1,0 = 0,70$

φ_{qs} : Hệ số sức kháng thân cọc

Đối với đất dính $\varphi_{qs} = 0,70$. $\lambda_v = 0,70 \cdot 1,0 = 0,70$

Q_p : Sức kháng mũi cọc (N)

Q_s : Sức kháng thân cọc (N)

A_p : Diện tích mũi cọc (mm²)

A_s : Diện tích thân cọc (mm²)

q_s : Sức kháng đơn vị thân cọc (KN/m²)

q_p : Sức kháng đơn vị mũi cọc (KN/m²)

2.1 Tính sức kháng ma sát

$$Q_s = q_s \cdot A_s$$

* Đối với đất dính (tính theo phương pháp α)

$$q_s = \alpha \cdot S_u$$

S_u : Cường độ kháng cắt không thoát nước trung bình (MPa)

α : Hệ số kết dính áp dụng cho S_u , tra trong hình 10.7.3.3.2a-1 Các đường cong thiết kế về hệ số kết dính cho cọc đóng vào đất sét (theo Tomlinson, 1987) của sử dụng 22TCN272-05.

Lập bảng :

Tên lớp	Chiều dày(m)	Chuvi cọc(m)	Cường độ kháng cắt(KN/m ²)	Hệ số	Ma sát bề mặt	Tổng ma sát bề mặt
	Li	U	Su	α	q_s	$q_s \cdot A_s$
1	0,2	1,8	48,9	1,00	48,9	17,62
2	22,8	1,8	21,3	1,00	21,3	894,16
3	5,7	1,8	49,7	0,75	37,6	396,27
Tổng cộng ma sát bề mặt Q_s						1308,1

2.2 Sức kháng mũi cọc

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

A_p : diện tích mũi cọc (mm^2)

q_p : sức kháng đơn vị mũi cọc (KN/m^2)

*Đối với đất dính:

$$q_p = 9 \cdot S_u$$

S_u : cường độ kháng cắt không thoát nước của sét gần chân cọc (KN/m^2)

Lập bảng :

Tên lớp	Diện tích mũi cọc (m^2)	Cường độ kháng cắt (KN/m^2)	Sức kháng đv mũi cọc	Tổng sức kháng mũi cọc
	A_p	S_u	q_p	$q_p \cdot A_p$
3	0,2025	49,7	447,3	90,68
Tổng cộng sức kháng mũi cọc Q_p				90,68

3. Sức kháng tính toán của cọc đơn

$$P_u = \min(P_{vl}; Q_R)$$

Với $Q_R = \varphi \cdot Q_n = \varphi_{qp} \cdot Q_p + \varphi_{qs} \cdot Q_s = 0,70 \cdot 1308,1 + 0,70 \cdot 90,68 = 980,2$ (KN/m^2)

$$\square P_u = 980,2$$
 (KN/m^2)

V : TÍNH TOÁN SỐ LƯỢNG CỌC VÀ BỐ TRÍ CỌC TRONG MÓNG

1. Tính số lượng cọc:

Số lượng cọc sơ bộ được tính theo công thức:

$$n_c \geq \frac{N_{cd}}{P_{tt}} = \frac{18284,45}{980,2} = 18,65$$

Chọn số cọc thiết kế là : $n_c = 28$ cọc

Trong đó:

n_c : Số cọc trong móng.

$N_{cd} = 18284,45$ KN : lực thẳng đứng ở trạng thái cường độ (lấy theo bảng 2-1)

$P_{tt} = 980,2$ KN : Sức kháng tính toán chịu nén của cọc đơn

2. Bố trí cọc trong móng:

2.1 Bố trí cọc trong móng đơn:

- Các cọc được bố trí theo hình thức lưới ô vuông trên mặt bằng và hoàn toàn thẳng đứng trên mặt đứng, với các thông số:

- Tổng số cọc trong móng: **$n_c = 28$**

- Số hàng cọc theo phương dọc cầu: **$n = 4$**

Bố trí khoảng cách tim các hàng cọc theo phương dọc cầu: **$a = 1200$ mm**

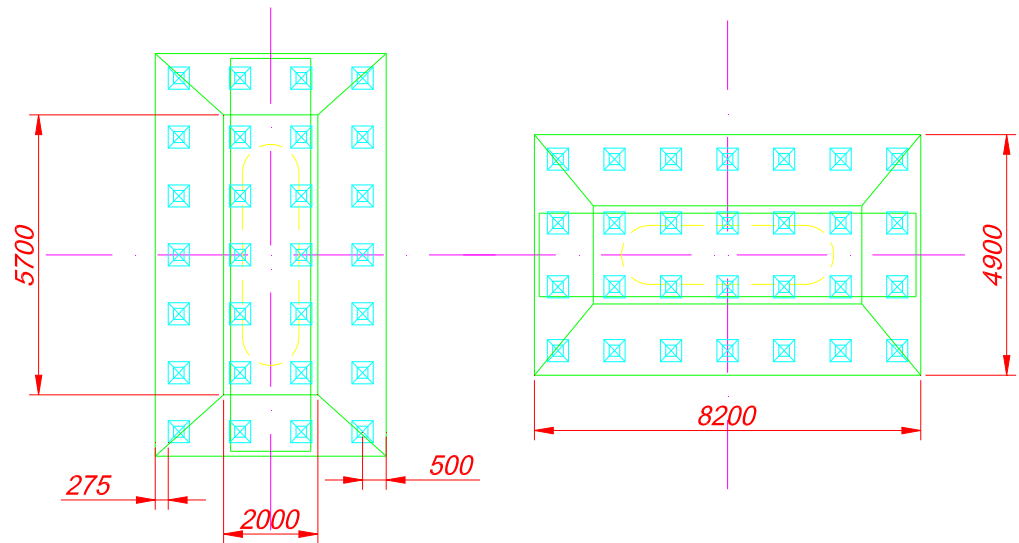
- Số hàng cọc theo phương ngang cầu: **$m = 7$**

Bố trí khoảng cách tim hàng cọc theo phương ngang cầu: **$b = 1200$ mm**

Thỏa mãn : $\begin{cases} \geq 2,5.d = 2,5.450 = 1125mm \\ \geq 750mm \end{cases}$

-Khoảng cách từ tim cọc ngoài cùng đến mép bệ theo cả hai phương dọc cầu và ngang cầu là: $c_1 = c_2 = 500$ mm

2.2 Kích thước bộ cọc sau khi bố trí:



Hình 4: Hình chiếu bằng trụ cầu cụ thể hiện cọc cọc.

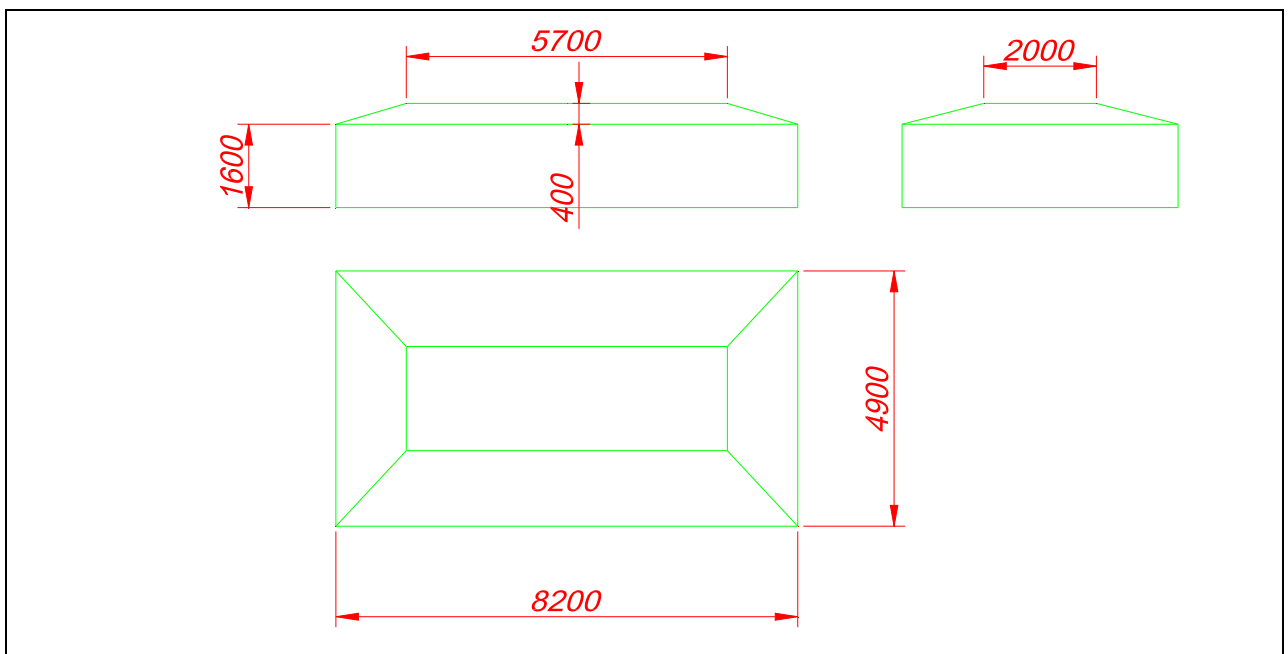
Kích thước mặt trên

$$L \times B = 5700 \times 2000 \text{ mm}^2$$

Kích thước mặt dưới

$$B' = 3 \times 1200 + 450 + 2 \times 275 = 4600 \text{ mm}$$

$$L' = 6 \times 1200 + 450 + 2 \times 275 = 8200 \text{ mm}$$



Hình 5: Hình chiếu bộ cọc.

2.3 Tính thể tích bê cốt

$$V_{bê} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$= 8,2 \times 4,6 \times 1,6 + 5,7 \times 2 \times 0,4 + 4 \times \frac{1}{3} \times 1,25 \times 1,45 \times 0,4 + 0,4 \times 1,25 \times 2 + 0,4 \times 1,45 \times 5,7 = 70,12 \text{ m}^3$$

3. Chuyển tổ hợp tải trọng về đáy bê:

(1) Tải trọng ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu.

- Tải trọng thẳng đứng ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu :

$$N_{sd} = N_{1sd} + (\gamma_{bt} - \gamma_n) \times V_{be}$$

$$N_{sd} = 13468 + (24,5 - 10) \times 70,12$$

$$N_{sd} = 14449,6 \text{ kN}$$

Tải trọng ngang ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu :

$$H_{sd} = H_{1sd} = 120 \text{ kN}$$

- Mô men ở trạng thái giới hạn sử dụng theo phương ngang cầu :

$$M_{sd} = M_{1sd} + H_{1sd} \times h_b$$

$$M_{sd} = 2304 + 120 \times 2$$

$$M_{sd} = 2544 \text{ kNm}$$

(2) Tổ hợp tải trọng tính ở trạng thái giới hạn cường độ :

- Tải trọng thẳng đứng ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$N_{cd} = N_{1cd} + n_t (\gamma_{bt} - \gamma_n) \times V_{be}$$

$$N_{cd} = 18284,45 + 1,25 (24,5 - 10) \times 70,12$$

$$N_{cd} = 19503,5 \text{ kN}$$

- Tải trọng ngang ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$H_{cd} = H_{1cd} = 210 \text{ kN}$$

- Mômen ở trạng thái giới hạn cường độ theo phương ngang cầu:

$$M_{cd} = M_{1cd} + H_{1cd} \times h_b$$

$$M_{cd} = 4032 + 210 \times 2$$

$$M_{cd} = 4452 \text{ kNm}$$

Bảng 2-3: Bảng tải trọng thiết kế tính đến MNTN tại cao độ đáy bê

Tên tải trọng	Đơn vị	Sử dụng	Cường độ I
Tải trọng thẳng đứng	kN	14449,6	19503,5
Tải trọng ngang	kN	120	210
Mômen	kNm	2544	4452

VI: KIỂM TOÁN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ I

1. Kiểm toán sức kháng dọc trục cọc đơn:

1.1 Tính nội lực tác dụng lên đầu cọc.

Kết quả tính từ phần mềm FB-Pier:

 ***** Final Maximums for all load cases *****

Result Type	Value	Load	Comb.	Pile
*** Maximum pile forces ***				
Max shear in 2 direction	0.2461E+02 KN		1	0 14
Max shear in 3 direction	0.6485E+01 KN		1	0 25
Max moment about 2 axis	0.7344E+00 KN-M		1	0 18
Max moment about 3 axis	-0.3491E+01 KN-M		1	0 14
Max axial force	-0.8429E+03 KN		1	0 18
Max torsional force	0.0000E+00 KN-M		0	0 0
Max demand/capacity ratio	0.2117E+00		1	0 18
*** Maximum soil forces ***				
Max axial soil force	0.8654E+02 KN		1	0 18
Max lateral in X direction	0.1839E+02 KN		1	0 14
Max lateral in Y direction	-0.5781E+01 KN		1	0 25
Max torsional soil force	-0.5743E-02 KN-M		1	0 25

Input File = "doanngochung " Analysis Run on 11-22-2008 at 19:56 Page 126

 ***** Final Maximums for all load cases *****

Result Type	Value	Load	Comb.	Pile
*** Maximum pile head displacements ***				
Max displacement in axial	0.2348E-02 M		1	0 18
Max displacement in x	0.1124E-03 M		1	0 1
Max displacement in y	0.2599E-05 M		1	0 23

1.2. Kiểm toán sức kháng dọc trục cọc đơn:

Công thức kiểm toán sức kháng dọc trục cọc đơn:

$$N_{max} + \Delta N \leq P_n$$

$$842,9 + 85,15 = 928,05 \text{ kN} < 980,2 \text{ kN} \Rightarrow \text{Đạt}$$

Trong đó:

$N_{max} = 842,9 \text{ kN}$. Nội lực tác dụng lớn nhất lên một cọc

$\Delta N = L_c \times F_{cx} (\gamma_{br} - \gamma_n) = 29 \times 0,2025 \times (24,5 - 10) = 85,15 \text{ kN}$: Trọng lượng bản thân của cọc.

$P_{tt} = 980,2 \text{ kN}$ Sức kháng tính toán chịu nén của cọc đơn.

2. Kiểm toán sức kháng dọc trục nhóm cọc

$$V_c \leq Q_R = \varphi_g \cdot Q_g = \varphi_g^1 Q_G^1 + \varphi_g^2 Q_G^2 + \varphi_g^3 Q_G^3$$

Trong đó:

V_c : Tổng lực gây nén nhóm cọc đã nhân hệ số

Q_R : Sức kháng đỡ dọc trục tính toán của nhóm cọc

φ_g : Hệ số sức không cho sức không của nhóm cọc được tính toán bằng cách sử dụng tổng của các sức không riêng rẽ của từng cọc, lấy như giá trị cho sức không của cọc đơn cho trong bảng 10.5.5-2 (22TCN272-05) với đất dính $\varphi_g = 0,65$

Q_g : Sức kháng đỡ dọc trục danh định của nhóm cọc xác định như sau:

□ Với lớp đất I (đất dính)

$Q_g^1 = \text{Min}(\eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn}; \text{Sức kháng trụ tương đương})$

Nội suy trong khoảng từ 2,5d đến 6d ta được : $\eta = 0,7$

$$Q_{g1}^1 = \eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn} \\ = 0,7 \times 28 \times 17,62 = 355,3 \text{ kN}$$

$$Q_{g2}^1 = \text{Sức không trụ tương đương} = 2(X+Y)Z \bar{s}_u + X Y N_c S_u$$

Với

$$\frac{Z}{X} \leq 2,5 \Rightarrow N_c = 5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot X}{Y} \right) \left(1 + \frac{0,2 \cdot Z}{X} \right) = 5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot 3,600}{7,200} \right) \left(1 + \frac{0,2 \cdot 0,2}{3,600} \right) = 5,56$$

$$\rightarrow Q_{g2}^1 = 2 \times (3,6 + 7,2) \times 0,2 \times 48,9 + 3,6 \times 7,2 \times 5,56 \times 21,3 = 3280,9 \text{ kN}$$

$$\rightarrow Q_g^1 = 355,3 \text{ kN}$$

Trong đó Z : Chiều sâu tính toán của lớp I

X : Chiều rộng của nhóm cọc

Y : Chiều dài của nhóm cọc

\bar{s}_u : Cường độ chịu cắt không thoát nước trung bình dọc theo chiều sâu của cọc (MPa)

S_u : Cường độ chịu cắt không thoát nước tại đáy móng (MPa)

□ Với lớp đất II (đất dính)

$Q_g^2 = \text{Min}(\eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn; Sức kháng trụ tương đương})$

Nội suy trong khoảng từ 2,5d đến 6d ta được : $\eta = 0,7$

$$Q_{g1}^2 = \eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn} \\ = 0,7 \times 28 \times 894,16 = 19126,3 \text{ kN}$$

$$Q_{g2}^2 = \text{Sức kháng trụ tương đương} = 2(X+Y)Z \bar{s}_u + X Y N_c S_u$$

$$\text{Với } \frac{Z}{X} \geq 2,5 \Rightarrow N_c = 7,5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot X}{Y} \right) = 7,5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot 3,600}{7,200} \right) = 8,25$$

$$\rightarrow Q_{g2}^2 = 2 \times (3,6 + 7,2) \times 22,8 \times 21,3 + 3,6 \times 7,2 \times 8,25 \times 49,7 = 21118 \text{ kN}$$

$$\rightarrow Q_g^2 = 19126,3 \text{ kN}$$

Trong đó Z : Chiều sâu tính toán của lớp II

□ Với lớp đất III (đất dính)

$Q_g^3 = \text{Min}(\eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn; Sức kháng trụ tương đương})$

Nội suy trong khoảng từ 2,5d đến 6d ta được : $\eta = 0,7$

$$Q_{g1}^3 = \eta \times \text{Tổng sức kháng dọc trục của các cọc đơn} \\ = 0,7 \times 28 \times (396,27 + 90,68) = 10418,9 \text{ kN}$$

$$Q_{g2}^3 = \text{Sức không trụ tương đương} = 2(X+Y)Z \bar{s}_u + XYN_c S_u$$

Với

$$\frac{Z}{X} \leq 2,5 \Rightarrow N_c = 5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot X}{Y} \right) \left(1 + \frac{0,2 \cdot Z}{X} \right) = 5 \left(1 + \frac{0,2 \cdot 3,600}{7,200} \right) \left(1 + \frac{0,2 \cdot 5,7}{4,600} \right) = 6,86$$

$$\rightarrow Q_{g2}^3 = 2 \times (3,6 + 7,2) \times 5,7 \times 49,7 + 3,6 \times 7,2 \times 6,86 \times 49,7 = 14956,3 \text{ kN}$$

$$\rightarrow Q_g^3 = 10418,9 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_R = \varphi_g^1 Q_g^1 + \varphi_g^2 Q_g^2 + \varphi_g^3 Q_g^3 = 0,65 \cdot 355,3 + 0,65 \cdot 19126,3 + 0,65 \cdot 10418,9 = 19535,3 \text{ kN}$$

$$V_C = 19503,1 \text{ kN} \leq Q_R = 19535,3 \text{ kN} \Rightarrow \text{Đạt !}$$

VII: KIỂM TOÁN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

1. Xác định độ lún ổn định.

1.1 Xác định ứng suất có hiệu do trọng lượng bản thân các lớp đất theo chiều sâu, tính đến trọng tâm của lớp đất.

Công thức
$$\sigma'_0 = \sum_{i=1}^n \gamma_{dni} \cdot h_i$$

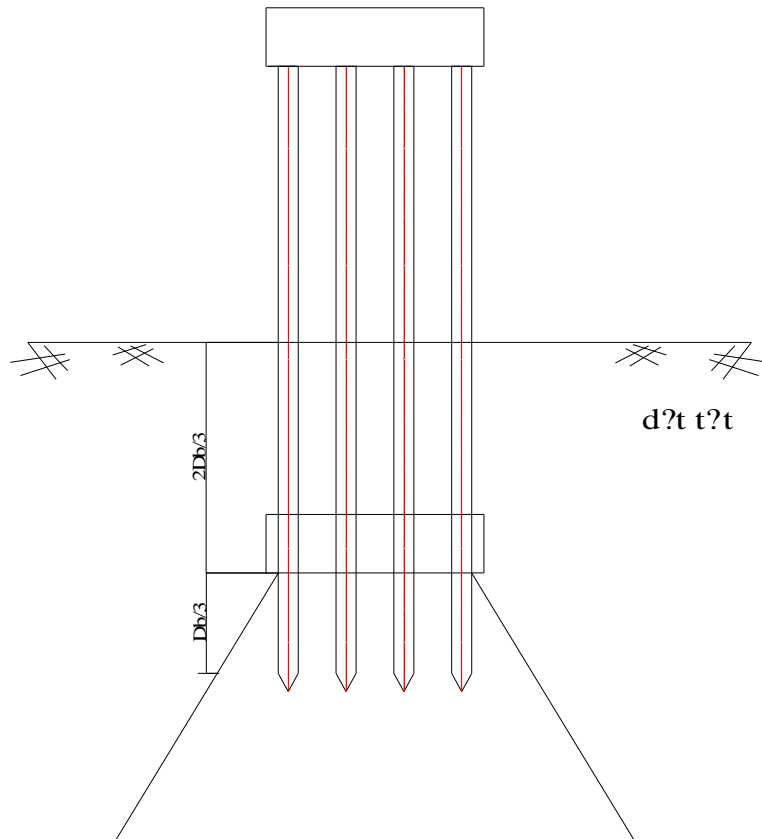
γ_{di} : là trọng lượng thể tích đầy nổi của đất

h_i : Chiều sâu tính đến trọng tâm của lớp đất

Vậy:

$$\sigma'_0 = \sum_{i=1}^n \gamma_{dni} \cdot h_i = \gamma_{dn1} \cdot h_1 + \gamma_{dn2} \cdot h_2 + \frac{\gamma_{dn3} \cdot h_3}{2} = 10,01 \cdot 0,2 + 8,671 \cdot 2,28 + 11,652 \cdot 4,35 = 250,387 \text{ kN/m}^2$$

1.2 Xác định ứng suất gia tăng do tải trọng ở trạng thái giới hạn sử dụng gây ra



Ta cú $D_b=5,7m$ suy ra $\frac{2D_b}{3} = 3,8 m$

Độ sâu đặt móng tương đương là: $H_{td}=25,3+3,8=29,1m$

Ta có ứng suất có hiệu tại giữa lớp đất do tải trọng ngoài gây ra là:

$$\Delta\sigma' = \frac{V}{(B_g + z_i).(L_g + z_i)} = \frac{14449,6}{(4,05 + 0,55).(7,65 + 0,55)} = 383,075kN / m^2$$

Trong đó:

$\Delta\sigma'$: là độ tăng ứng suất có hiệu tại giữa lớp đất do tải trọng ngoài gây ra

V : tải trọng thẳng đứng theo trạng thái giới hạn sử dụng

B_g : chiều rộng trên mặt bằng của nhóm cọc (khoảng cách mép 2 cọc ngoài cùng)

L_g : chiều dài trên mặt bằng của nhóm cọc (khoảng cách mép 2 cọc ngoài cùng)

Z_i : khoảng cách từ vị trí $2D_b/3$ đến trọng tâm lớp đất cần tính

Với áp lực tiền cố kết $\sigma'_p = \sigma_p = 424,0 kN/m^2$ (đầu bài cho)

Ta thấy $\sigma'_0 < \sigma'_p \Rightarrow$ Đất quá cố kết ban đầu \Rightarrow Công thức xác định độ lún là :

$$S_c = \left[\frac{H_c}{(1+e_0)} \right] \left(C_r \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} + C_c \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_p} \right)$$

Bảng kết quả tính lún :

Tên lớp	Chiều dày lớp đất	Chỉ số nén	Chỉ số nén lại	áp lực tiền cố kết	Hệ số rỗng ban đầu	ứngsuất có hiệu do trọng lượng đất gây ra	ứngsuất có hiệu do tải trọng ngoài gây ra	ứngsuất thẳng đứng cuối cùng hữu hiệu	độ lún cố kết của lớp thứ 3
	Hc	C_c	C_r	σ'_p	e_0	σ'_0	$\Delta\sigma$	σ'_f	Sc(mm)
3	4,9	0,16	0,024	424	0,459	250,387	383,075	633,462	102

Vậy độ lún tổng cộng của nền dưới móng cọc là 102 mm

2. Kiểm toán chuyển vị ngang của đỉnh cọc

Chuyển vị ngang theo phương ngang cầu : $U_x = 0,1124 \text{ mm} \leq 38\text{mm} \Rightarrow \text{đạt !}$

Chuyển vị ngang theo phương dọc cầu : $U_y = 0,2599.E-2 \text{ mm} \leq 38\text{mm} \Rightarrow \text{đạt !}$

Vậy thỏa mãn điều kiện chuyển vị ngang!

VIII: CƯỜNG ĐỘ CỐT THÉP CỌC, TÍNH MỐI NỘI THỰC CÔNG CỌC

1. Tính và bố trí cốt thép cọc cho cọc:

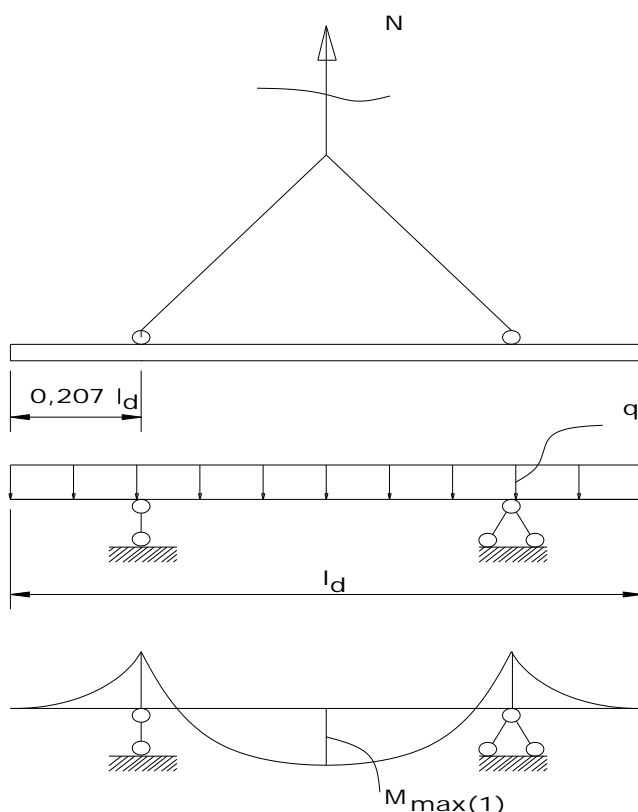
a) Tính mô men theo sơ đồ cầu cọc và treo cọc :

Mô men lớn nhất dùng để bố trí cốt thép $M_{tt} = \max(M_{\max(1)}, M_{\max(2)})$

Trong đó : $M_{\max(1)}$: mô men trong cọc theo sơ đồ cầu cọc

$M_{\max(2)}$: mô men trong cọc theo sơ đồ treo cọc

+ Theo sơ đồ cầu cọc :



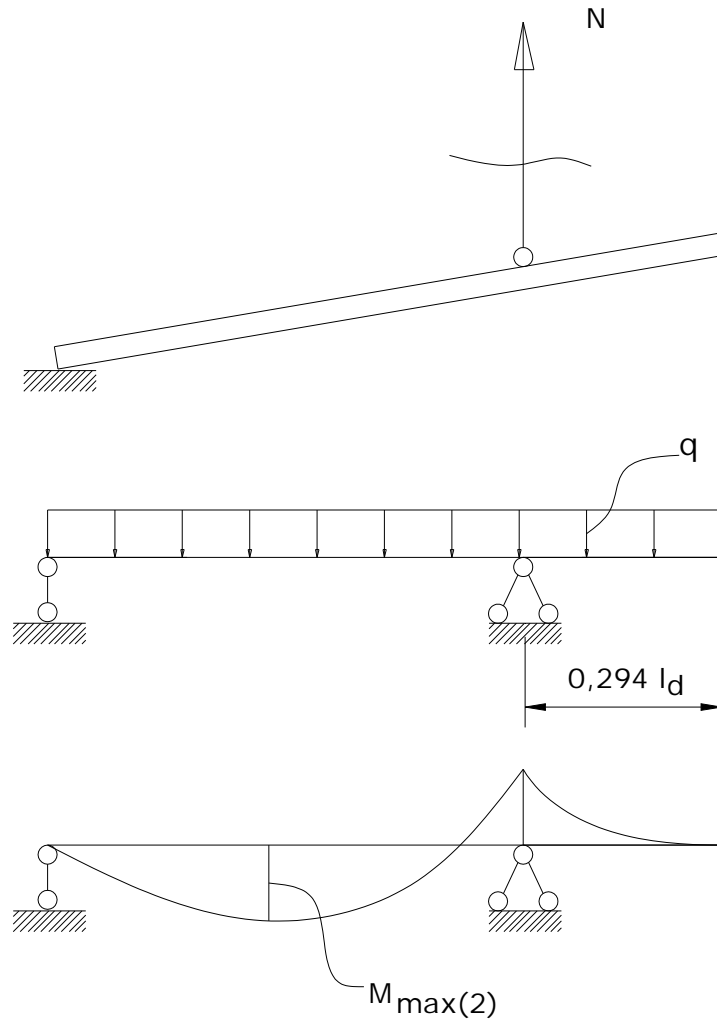
Chiều dài đặt vị trí móc cầu: $a = 0,207 l_d = 0,207 \times 10 = 2,070 \text{ m}$

Tải trọng rải đều tương đương: $q = F \cdot \gamma_{bt} = 0,45 \times 0,45 \times 24,5 = 4,961 (\text{kN} / \text{m})$

Mô men lớn nhất:

$$M_{\max(1)} = \frac{q l_d (l_d - 4a)}{8} = \frac{4,961 \cdot 10 \cdot (10 - 4 \cdot 2,070)}{8} = 10,67 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

+Theo sơ đồ treo cọc:



Chiều dài vị trí móc cầu: $a = 0,294 l_d = 0,294 \times 10 = 2,940 \text{ m}$

Tải trọng rải đều tương đương: $q = F \cdot \gamma_{bt} = 0,45 \times 0,45 \times 24,5 = 4,961 (\text{kN} / \text{m})$

Mô men lớn nhất

$$M_{\max(2)} = \frac{q(l_d^2 - 2al_d - a^2)}{8} = \frac{4,961 \cdot (10^2 - 2 \cdot 2,940 \cdot 10 - 2,940^2)}{8} = 20,19 (\text{kN.m})$$

+Vậy ta có:

$$M_{tt} = \max(M_{\max(1)}, M_{\max(2)}) = \max(10,67; 20,19) = 20,19 (\text{kN.m})$$

b) Tính lượng cốt thép cần thiết (theo môn học kết cấu bê tông)

- Tính toán mặt cắt bê tông cốt thép chịu uốn khi cầu hoặc treo, chỉ tính toán cốt thép chịu kéo các cốt thép bố trí còn lại coi như là cốt thép cấu tạo do đó tính như đối với mặt cắt chữ nhật đặt cốt thép đơn (ở đây là mặt cắt hình vuông cạnh $d = 450$ mm)

- Mô men kháng uốn danh định cần thiết: $M_n = \frac{M_{tt}}{\varphi} = \frac{20,19}{0.9} = 22,43 \text{ kN.m}$

M_{tt} : mô men uốn cường độ = 20,19 kN.m

φ : hệ số sức kháng quy ước (với cấu kiện chịu uốn $\varphi = 0.9$)

- Chiều cao khối ứng suất nén: $a = d_e \left[1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_n}{0.85 f'_c d d_e^2}} \right] =$
 $= 0.385 \left[1 - \sqrt{1 - 2 \frac{0.02243}{0.85 \times 30 \times 0.45 \times 0.385^2}} \right] = 0.0051 \text{ m} = 5,1 \text{ mm}$

d_c : chiều cao có hiệu (chiều cao làm việc) của cọc có thể lấy : $d_c = (0.8-0.9)d$ hoặc $d_c = d - d_1$ với d_1 là trọng tâm cốt thép chịu kéo đến thớ chịu kéo của dầm, ở đây lấy $d_c = 0.8d$

- Kiểm tra điều kiện dẻo của mặt cắt: $c = a / \beta_1$

β_1 = hệ số chuyển đổi biểu đồ ứng suất quy định trong Điều 5.7.2.2 như sau :

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{khi } f'_c \leq 28 \text{ MPa} \\ 0.85 - 0.05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) & \text{khi } 38 \text{ MPa} \leq f'_c \leq 56 < \text{ MPa} \\ 0.65 & \text{khi } f'_c \geq 56 \text{ MPa} \end{cases}$$

ở đây $f'_c = 30 \text{ Mpa} \Rightarrow \beta_1 = 0,836 \Rightarrow c = 3/0,836 = 3,59 \text{ mm}$

$c/d_c = 3,59/360 = 0,001 < 0.42 \Rightarrow$ mặt cắt thỏa mãn điều kiện dẻo

- Tính toán diện tích cốt thép:

$$A_s = \frac{0.85ad f'_c}{f_y} = \frac{0.85 \times 5,1 \times 450 \times 30}{420} = 139,34 \text{ mm}^2$$

f'_c = cường độ chịu nén quy định của bê tông ở tuổi 28 ngày = 30 MPa

f_y = giới hạn chảy quy định của cốt thép = 420 MPa

=> Chọn 3 thanh cốt thép số 25 có tổng diện tích là 1530 mm^2 và bố trí với chiều dày lớp bê tông bảo vệ là 65 mm (khoảng cách từ tim cốt thép tới mép bê tông) (lựa chọn này để được mặt cắt giống như đã chọn ban đầu)

Tương ứng với cách bố trí này chiều cao có hiệu của mặt cắt vẫn là: $d_c = 360 \text{ mm}$

- Chiều cao khối ứng suất thực tế sau khi bố trí cốt thép:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c d} = \frac{1530 \times 420}{0,85 \times 30 \times 450} = 56 \text{ mm}$$

- Kiểm tra điều kiện dẻo của mặt cắt: $c = a / \beta_1 = 56 / 0,76 = 73,68 \text{ mm}$

$c / d_c = 73,68 / 360 = 0,2 < 0,42 \Rightarrow$ *thỏa mãn*

- Kiểm toán điều kiện cường độ của mặt cắt:

$$M_n = A_s f_y (d_c - a/2) = 1530 \times 420 (360 - 56/2) = 213343200 \text{ N.mm} = 162,35 \text{ kN.m}$$

Suy ra $M_n > 22,43 \text{ kN.m} \Rightarrow$ *thỏa mãn*

Vậy mặt cắt ngang cọc như hình vẽ.

2. Bố trí cốt thép đai cho cọc :

Do cọc chịu lực cắt nhỏ nên không cần cường độ cốt thép đai mà chỉ cần bố trí theo yêu cầu cấu tạo

Sử dụng cốt đai thường, chọn cốt thép đai đường kính 8. Bước cốt đai 50 mm ở đầu cọc, 100 cho đoạn tiếp và 150 mm ở giữa đốt cọc

3. Tính toán và bố trí đường hàn

Cọc được nối tại đầu các đốt cọc bằng phương pháp hàn nối, các bản nối là 4 thanh thép góc L-100x100x12 để tấp vào 4 góc của cọc rồi sử dụng đường hàn để

liên kết hai đầu cọc, để tăng an toàn cho mỗi nôi sử dụng thêm 4 bản tấp. Kích thước cụ thể xem bản vẽ.