

CHƯƠNG III : TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. Số liệu tính toán :

I.1. Yêu cầu thiết kế :

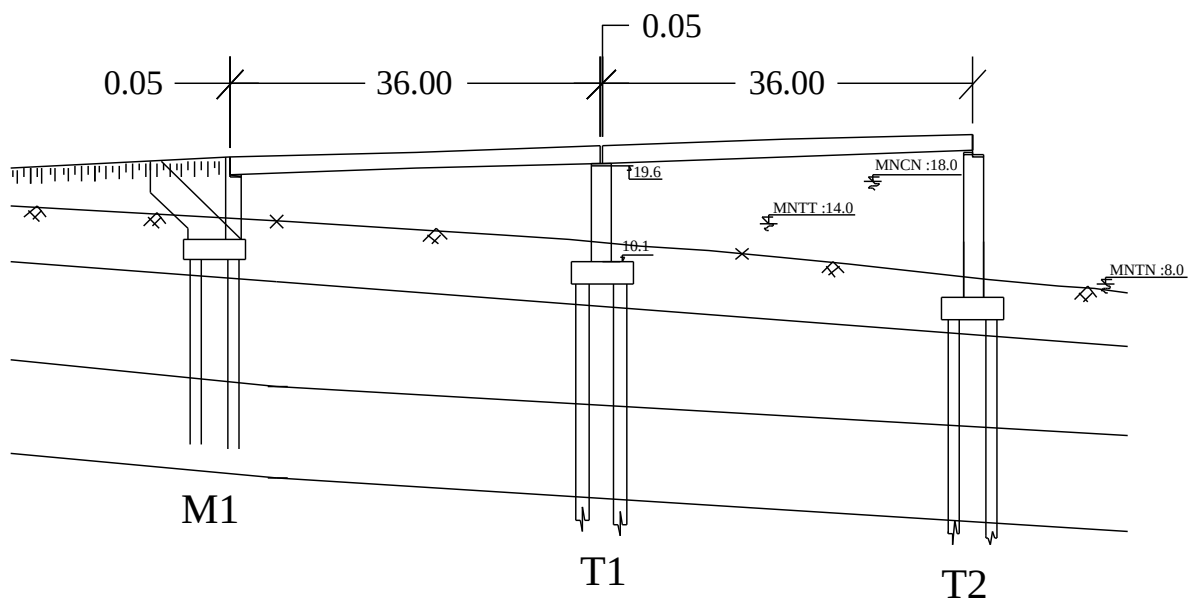
- Tính toán trụ T1 : ph-ong án 1 .
- Tải trọng : HL93.
- Kết cấu nhịp trên trụ :
 - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 36m : $l_{tt} = 36$ (m)
 - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 36m : $l_{tt} = 36$ (m)
- Khổ cầu :
 - $B = 10$ (m)
 - Bề rộng toàn cầu : $10 + 2 \cdot 0,5 = 11$ (m)
- Mặt cắt ngang gồm 6 dầm BTCT cách nhau 1.8 m.
- Sông thông thuyền cấp III .

I.2. Quy trình thiết kế :

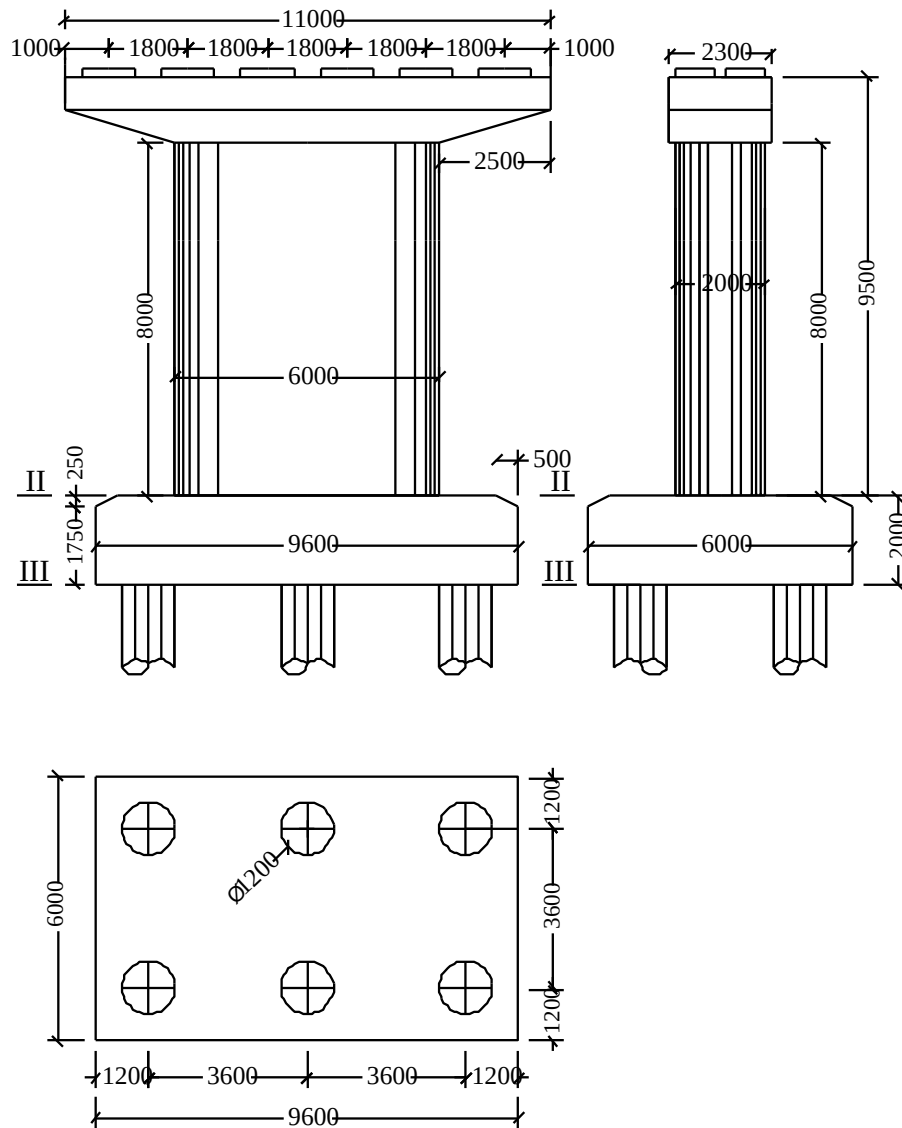
- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

I.3. Kích thước trụ :

Sơ đồ cầu : đơn vị (m)



Sơ đồ trụ : đơn vị (mm)



1. Vị trí cao độ :

- Cao độ MNCN: +18.0
- Cao độ MNTT: +14.0
- Cao độ MNTN: +8.0

2. Các lớp địa chất :

- Lớp 1 : sét dẻo cứng
- Lớp 2 : cát pha sét
- Lớp 3 : cát mịn
- Lớp 4 : cát chặt vừa.

3. Tải trọng tác dụng :

3.1. Tính tải tác dụng (không hệ số):

3.1.1. Tính tải Theo phương dọc cầu :

+ V_{DC}^{tr} : phản lực gối trái do trọng lượng nhịp (KN).

+ V_{DC}^f : phản lực gối phải do trọng lượng nhịp (KN).

+ V_{DW}^{tr} : phản lực gối trái do lớp phủ (KN).

+ V_{DW}^f : phản lực gối phải do lớp phủ (KN).

Với

- g_{dc}^{tr} : trọng lượng nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

- g_{dc}^f : trọng lượng nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

- g_{dw}^{tr} : trọng lượng lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)

- g_{dw}^f : trọng lượng lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

Tính tải tác dụng lên trụ có thể chia thành các tải trọng như sau:

a) Tính tải bản thân trụ :

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng như của bộ móng.

Công thức xác định: $P_i = V_i \gamma_i$

Trong đó:

+ P_i : tải trọng bản thân thành phần thứ i của trụ

+ V_i : thể tích khối thành phần thứ i của trụ

+ γ_i : trọng lượng riêng tương ứng thành phần thứ i.

- Trọng lượng mũ trụ +đá tảng):

$$+ \text{Khối lượng mũ trụ } V_{xm} = 0,75.11.2,3 + 0,5.(11+6).0,75.2,3 = 33,6375 \text{ m}^3$$

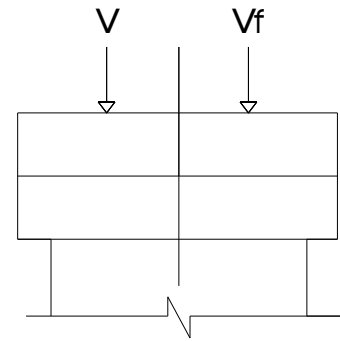
$$\Rightarrow P_{mt} = V * \gamma_{bt} = 33,6375.2,5 = 84,09 \text{ T} = 840,9 \text{ KN}$$

- Trọng lượng phần thân trụ (từ I-I đến II-II) :

$$+ \text{Khối lượng thân trụ : } P_{tr} = V \gamma_{bt} = 11,14.8.2,5 = 222,8 \text{ T} = 2228 \text{ KN} .$$

- Trọng lượng bộ móng :

$$+ \text{Khối lượng móng trụ : } P_m = V_m \gamma_{bt} = 105,83.2,5 = 264,575 \text{ T} = 2645,75 \text{ KN}$$



b) Tính tải kết cấu phân trên

- Tính tải phân 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm

$$g_1 = 115,428 \text{ KN/m}$$

- Tính tải phân 2: bao gồm toàn bộ trọng lượng bản thân của các lớp phủ mặt cầu, lan can, gờ chắn cũng như một số thiết bị, công trình phục vụ trên cầu

+Tính tải ,dầm ngang, tấm đan, lan can: phân bố đều trên toàn chiều dài dầm ảnh hưởng với cường độ : 84,108 KN/m

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài dầm ảnh hưởng với cường độ : 15,75 KN/m

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 115,428 + 84,108 = 199,536 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 115,428 + 84,108 = 199,536 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 15,75 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 199,536 * \frac{36}{2} = 3591,648 \text{ KN}$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 199,536 * \frac{36}{2} = 3591,648 \text{ KN}$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 15,75 * \frac{36}{2} = 283,5 \text{ KN}$$

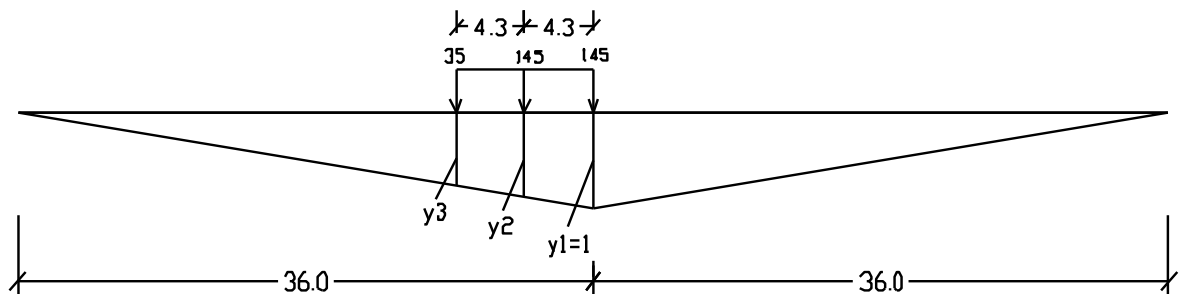
$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 15,75 * \frac{36}{2} = 283,5 \text{ KN}$$

4. Hoạt tải thẳng đứng :**4.1. Dọc cầu :**

+ V_{ht}^{tr} : phản lực gối trái do hoạt tải .

+ V_{ht}^f : phản lực gối phải do hoạt tải .

- **Tổ hợp 1 :** xếp 1 xe 3 trục



-Do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = n_L * m_L * [145(y_1 + y_2) + 35y_3]$$

Trong đó :

+ n_L : số làn chất tải .

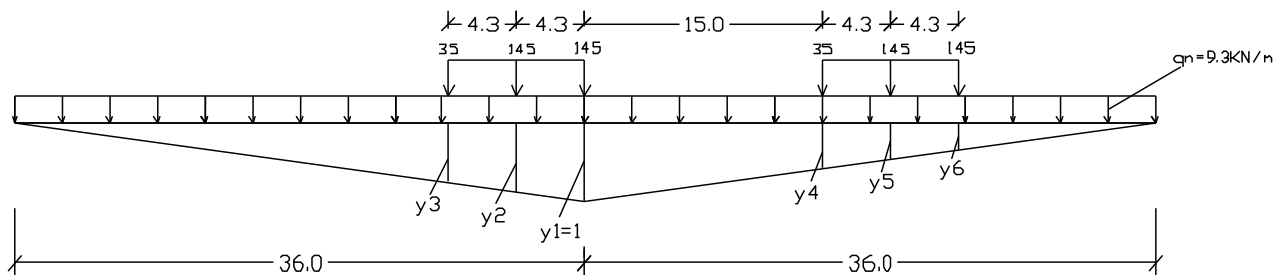
+ m_L : hệ số làn xe. $\rightarrow$ 1 làn xe $m_L = 1.2$.

2 làn xe $m_L = 1$.

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 2 \times 1 * [145(1 + 0.88) + 35 * 0.76] = 598,4 \text{ KN}$$

• **Tổ hợp 2 :** xếp 2 xe 3 trục

(vì hai nhịp giống nhau : $l^r = l^f \rightarrow$ tính $V_{ht} \text{ max}$)



+ V_{ht} : do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = 0.9 * n_L * m_L * [145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)]$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 0.9 * 2 * 1 * [145(0.88 + 1 + 0.464 + 0.34) + 35(0.76 + 0.583)] = 785,133 \text{ KN}$$

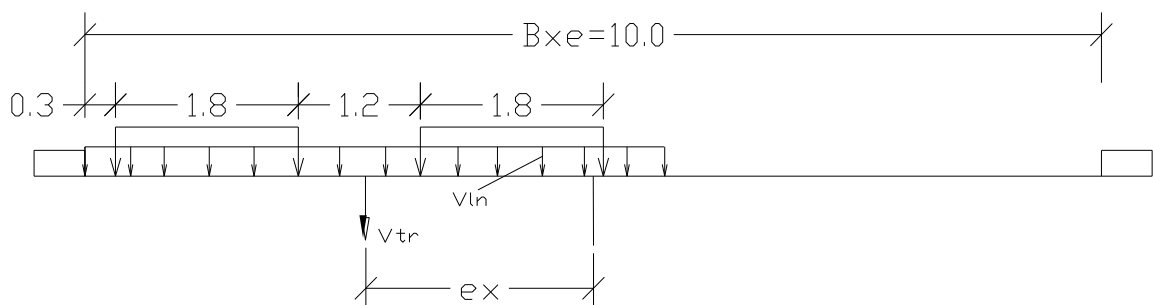
+ V_{ht} : do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 * q_{LN} * l * n_L * m_L = 0.9 * 9.3 * 36 * 2 * 1 = 602.64 \text{ KN} .$$

4.2.Ph- ong ngang cầu(gồm 6 dầm I đặt cách nhau 1.8m) :

-Gần đúng xem nh- các tải trọng trực tiếp tác dụng lên mũ trụ ,tùy theo cấu tạo mặt cắt ngang

Chất 2 làn xe :



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.3 - 1.8 - 0.6 = 2.3m$$

5. Lực hãm xe (lực nằm ngang theo ph- ơng dọc cầu): W_L (có hệ số).

- Đ- ợc lấy theo điều 3.6.4 (22TCN 272-05)
 - Lực hãm xe được truyền từ kết cấu trên xuống trụ qua gối đỡ. Tùy theo từng loại gối cầu và dạng liên kết mà tỉ lệ truyền của lực ngang xuống trụ khác nhau. Do các tài liệu tra cứu không có ghi chép về tỉ lệ ảnh h- ưởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.
 - Lực hãm đ- ợc lấy bằng 25% trọng l- ợng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn đ- ợc đặt trong tất cả các làn thiết kế đ- ợc chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi nh- đi cùng một chiều. Các lực này đ- ợc coi nh- tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đ- ờng 1800mm theo cả hai chiều dọc để gây ra hiệu ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải đ- ợc chất tải đồng thời đối với cầu và coi nh- đi cùng một chiều trong t- ơng lai.
 - Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2
- + W_L : đặt cách mặt đ- ờng 1800mm.

$$W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L$$

Trong đó:

$\sum p_i$: là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

+ Nếu dọc cầu chỉ xếp 1 xe thì $\sum p_i = 35 + 2 * 145 = 325KN$.

+ Nếu dọc cầu xếp 2 xe tải thì : $\sum p_i = 0.9 * 325 * 2 = 585KN$.

$$\Rightarrow W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L = 0.25 * 585 * 2 * 1 = 292.50KN$$

6. Lực gió (gió ngang):

6.1. Dọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2.A_t.C_d > 1.8.A_t(KN)$$

Trong đó: + A_t : Diện tích chắn gió (m^2)

+ C_d : Hệ số cản với trụ đặc $C_d = 1$.

Vì diện tích chắn gió thay đổi → chia nhỏ để tìm trọng tâm.

$$A_t = (4,1.6 + 11.0,75 + 0,5.(11+6).0,75) = 39,225 (m^2).$$

Theo điều 3.8.1.1 quy trình 22TCN-272-05

Tốc độ gió thiết kế V phải được xác định theo công thức:

$$V = V_B \times S.$$

+ V : vận tốc gió.

+ V_B : vận tốc gió tra theo vùng quy định của Việt Nam (m/s).

⇒ lấy ở vùng III có $V_B = 53$ (m/s).

+ S : Hệ số điều chỉnh với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định, tra bảng

3.8.1.1-2

Tra $S = 1.12$, với khu vực mặt thoáng n-ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n-ớc là 6 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \times S = 53 \times 1.12 = 59.4 \left(\frac{m}{s} \right).$$

Suy ra :

$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d = 0.0006 * 59.4^2 * 39.225 * 1 = 83.04 KN > 1.8.A_t = 70.605 (KN)$$

→ thỏa mãn.

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe :

$$W_x^D = q_G^D.B$$

Trong đó :

+ B : là chiều rộng toàn bộ cầu.

+ q_G^D : cường độ gió dọc tác dụng lên xe = 0.75 KN/m.

+ W_x^D : tác dụng cách cao độ mặt đường 1800mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D.B = 0.75 * 11 = 8.25 KN.$$

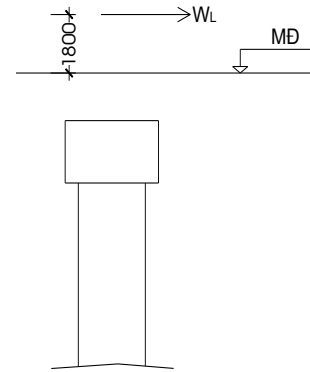
6.2. Theo phương ngang cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

$$W_T^N = 0.0006.V^2.A_t > 1.8.A_t$$

Trong đó :

+ A_t : diện tích chắn gió.



Từ hình vẽ : $A_t = H_0.B_t$

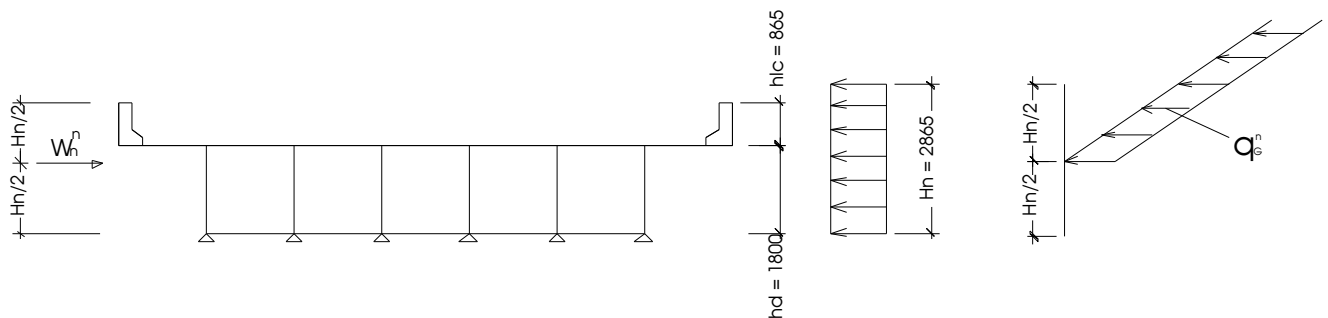
+ H_0 : là chiều cao từ mực nước đến đỉnh trụ.

+ B_t : chiều rộng trụ (dọc cầu).

$$\Rightarrow A_t = H_0.B_t = 5.6 * 6 = 33.6(m^2)$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006.V^2.A_t = 0.0006 * 59.4^2 * 33.6 = 71.132KN > 1.8A_t = 60.48KN \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

b. Gió ngang tác dụng vào kết cấu nhịp : W_n^n



+ q_G^n : tải trọng gió phân bố đều (KN/m) theo phương ngang cầu.

$$q_G^n = 0.0006.V^2.H_n \quad \text{Với } H_n = h_{lc} + h_d + h_b.$$

Công thức này xem lan can là đặc, dầm đặc.

h_{lc} : chiều cao lan can.

h_b : chiều dày bản mặt cầu.

h_d : chiều cao dầm chủ.

+ W_n^n : là lực tập trung, đặt tại giữa chiều cao của H_n , tác dụng theo phương ngang cầu $\rightarrow$ khi 2 nhịp dầm đơn giản.

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0.0006 * 59.4^2 * 2.865 * \frac{(36 + 36)}{2} = 218.35KN$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe :

W_x^n đặt ở cao độ cách mặt đường xe chạy 1800mm.

$$W_x^n = 1.5 * \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 1.5 * \frac{36 + 36}{2} = 54KN$$

(Với 1.5 kn/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

7. Tải trọng do n-ớc :

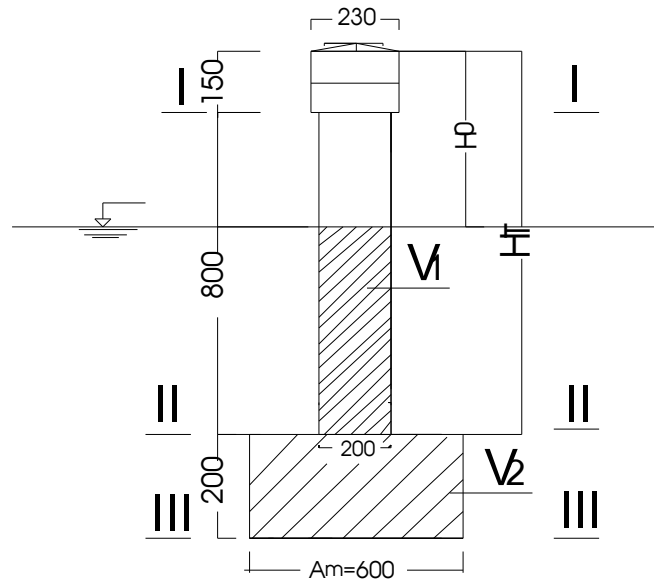
a. Áp lực đẩy nổi :

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ d-ới lên trụ p_{dn} .

$$p_{dn} = 9.81.V$$

Với V : là thể tích trụ bị chìm trong n-ớc –từ mực n-ớc tính toán đến mặt cắt trụ (m^3).

Sơ đồ :



Từ hình vẽ $\Rightarrow$

+Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

$$V = V_1 = \left(\frac{3.14 \times 2^2}{4} + 4 \times 2 \right) \times 3.9 \times 1.6 = 43.446 m^3$$

+Nếu tính nội lực tại mặt cắt III-III:

$$V = V_1 + V_2 = 43.446 + 2 \times 9.6 \times 6 = 158.646 m^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9.81.V = 9.81 \times 43.446 = 426.21 KN$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 158.646 = 1556.32 KN$$

8. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải đ-ợc xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt tr-ợt. Khi thích hợp cần xét đến các tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt tr-ợt hay xoay đối với hệ số ma sát. Và trong các tổ hợp thì không thể lấy đồng thời tải trọng hãm và lực ma sát mà phải lấy giá trị lớn hơn, tuy

nhiên ở trụ T3 có đặt gối cố định với giả thiết là lực hãm sẽ truyền xuống trụ theo tỷ lệ 100% nên trong tính toán coi nh- lực ma sát không đáng kể.

II. TÍNH NỘI LỰC:

Để tính thân trụ, móng nội lực thường tính ít nhất 3 mặt cắt. Yêu cầu đồ án ta đi tính tại mặt cắt II-II và III-III.

II.1. Theo phương dọc cầu : mặt cắt II-II và III-III.

1. Dọc cầu : TTGH CĐ 1:

- Các hệ số tải trọng tĩnh : $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1. + \gamma_L, \gamma_L = 1.75$.

- IM: lực xung kích của xe, khi tính mỗi trụ đặc thì $(1 + \frac{IM}{100}) = 1.25$

- Hoạt tải 2 nhịp + lực hãm, 2 xe tải dọc cầu + làn + ng-ời.

- Mức nước cao nhất: +18.0

a. Mặt cắt II-II:

• Tổng lực dọc :

$$N_{II} = 1.25(p_{mt} + p_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1.5(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr} \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1.25V_{dn}^{II}$$

$$N_{II} = 1.25(840.9 + 2228 + 3591.648 + 3591.648) + 1.5(283.5 + 283.5) + 785.133 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75602.64 - 1.25 \times 426.21$$

$$\Rightarrow N_{II} = 15905.081 \text{ KN}$$

- **Tổng mômen :** lực hãm tác dụng từ trái sang phải và mômen theo chiều kim đồng hồ là (+) và ngược lại là (-)

$$M_{II} = -(1.25V_{DC}^{tr} + 1.5V_{DW}^{tr}).e_t + (1.25V_{DC}^f + 1.5V_{DW}^f).e_f + 1.75 \times 1.25 \times W_L \times H_{II} + 1.75 \times 1.25 \times V_{ht}^{tr} \times e_t.$$

$$M_{II} = -(1.25 \times 3591.648 + 1.5 \times 283.5) \times 0.325 + (1.25 \times 3591.648 + 1.5 \times 283.5) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 13.77 + 1.75 \times 1.25 \times 785.133 \times 0.325$$

$$\Rightarrow M_{II} = 9368.83 \text{ KN.m}$$

• Tổng lực ngang :

$$W_{II} = 1.75 \times 1.25 \times W_L = 1.75 \times 1.25 \times 292.50 = 639.84 \text{ KN}$$

Trong đó :

H_{II} : là khoảng cách từ điểm đặt lực hãm W_L đến mặt cắt II-II.

Theo hình vẽ :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_b + H_{lp} + 1.8m = 9.5 + 0.4 + 1.8 + 0.2 + 0.07 + 1.8 = 13.77m$$

Với : H_{lp} : chiều dày lớp phủ mặt cầu (m).

H_b : chiều dày bản mặt cầu (m).

H_g : chiều cao gối + đá tảng (m).

H_{dch} : chiều cao dầm chủ (m)

b. Mặt cắt III-III:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25P_{dn}^m, \text{ với } P_{dn}^m = 1556.32 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow N_{III} = 15905.081 + 1.25 * 2645.75 - 1.25 * 1156.32 = 17766.869 \text{ KN}$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{III} = M_{II} + W_L * 1.75 * 1.25 * H_m.$$

$$\Rightarrow M_{III} = 9368.83 + 292.5 * 1.75 * 1.25 * 2 = 10648.518 \text{ KN.m}$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{III} = W_{II} = 639.84 \text{ KN}.$$

2. Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mặt cắt II-II:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + 1.25.V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - V_{dn}^{II}$$

$$N_{II}^{SD} = 840.9 + 2228 + 3591.648 * 2 + 283.5 * 2 + 1.25 * 785.133 + 602.64 - 426.21$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 11977.042 \text{ KN}$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{II}^{SD} = -(V_{DC}^{tr} + V_{DW}^{tr}).e_t + (V_{DC}^f + V_{DW}^f).e_f + 1.25.W_L.H_{II} + 1.25.V_{ht}^{tr}.e_t$$

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(3591.648 + 283.5) * 0.325 + (3591.648 + 283.5) * 0.325 + 1.25 * 292.5 * 13.77 + 1.25 * 785.133 * 0.325 = 5353.62 \text{ KN.m}$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{II}^{SD} = 1.25.W_L = 1.25 * 292.50 = 365.62 \text{ KN}$$

b. Mặt cắt III-III:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - P_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{SD} = 11977.042 + 2645.75 - 1156.32 = 13466.472 KN$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m$$

$$\Rightarrow M_{III}^{SD} = 5353.62 + 1.25 * 292.5 * 2 = 6084.87 KN.m$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD}$$

$$\Rightarrow W_{III}^{SD} = 365.62 KN$$

3. Ngang cầu TTGH c- ở độ 1 :

+Hệ số tĩnh tải > 1 , $\gamma = 1$.

+Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe)

+mức nước cao nhất : +18.0

a. Mặt cắt II-II:

T- ởng tự nh- dọc cầu

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{II}^N = N_{II} , \text{ Với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CĐ1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 15905.081 KN$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{II}^N = (1.25 * 1.75 * V_{ht}^{TR} + 1.75 * V_{ht}^{LN}) * e_x$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 * 1.75 * 785.133 + 1.75 * 602.64) * 2.3 = 6375.826 KN.m$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{II}^N = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1.25 * P_m - 1.25 * P_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 17766.869 KN$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 6375.826 KN.m$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{III}^N = 0$$

4. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :

a. Mặt cắt II-II:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGH SD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 11977.042KN$$

- **Tổng Mômen :**

$$M_{II}^{NSD} = (1.25 * V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN}) * e_x = 3643.329KN.m$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III}^{NSD} = N_{II}^{NSD} + P_m - P_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 13466.472KN$$

- **Tổng Mômen :**

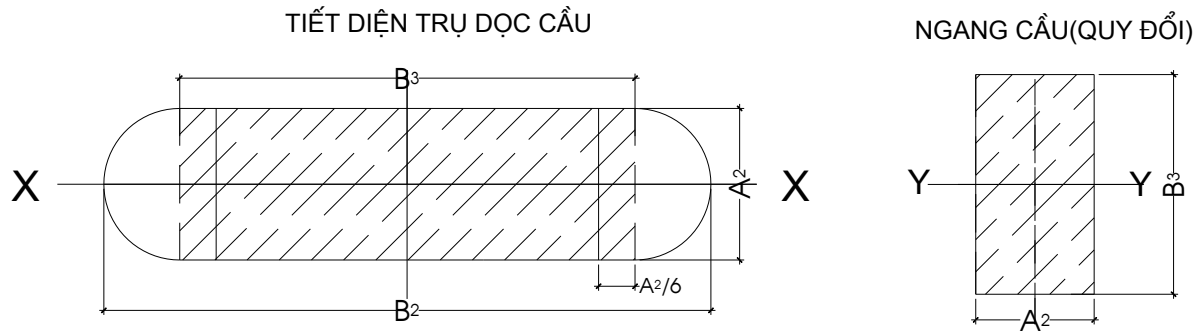
$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 3643.329KN.m$$

- **Tổng Lực ngang :**

$$W_{III}^{NSD} = 0$$

BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC

Mặt cắt	Ph- ơng dọc cầu			Ph- ơng ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	15905.081	9368.83	639.84	15905.081	6375.826	0
III-III	17766.869	10648.518	639.84	17766.869	6375.826	0
Mặt cắt	TTGH SD			TTGH SD		
II-II	11977.042	5353.62	365.62	11977.042	3643.329	0
III-III	13466.472	6084.87	365.62	13466.472	3643.329	0

III. Kiểm tra tiết diện thân trụ theo TTGH:**1. Kiểm tra sức kháng tiết diện trụ MC II-II (TTGH CĐ1):****1.1. Xét hiệu ứng độ mảnh của trụ : $\frac{K.L_u}{r}$** 

Gần đúng quy đổi tiết diện trụ về hình chữ nhật có chiều rộng là A_2 , chiều dài là B_3 .

$$\text{Với } B_3 = B_2 - A_2 + \frac{A_2}{3}.$$

a. Theo dọc cầu :

+K : hệ số = 1.

+ L_u : chiều dài chịu nén = H_t .

+ r_x : bán kính quán tính $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$.

+ J_x : Mômen quán tính $J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12}$.

+ $F = B_3 \times A_2$.

Nếu tỷ số : $\frac{K.L_u}{r} < 22 \rightarrow$ bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.

Số liệu : $B_2 = 6m$, $A_2 = 2m$, trụ cao $H_t = 9.5m$.

Suy ra :

$$B_3 = 6 - 2 + \frac{2}{3} = 4.67m$$

$$F = B_3 \times A_2 = 4.67 \times 2 = 9.34m^2$$

$$J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12} = 4.67 \times \frac{2^3}{12} = 3.113m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{3.113}{9.34} = 0.577m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1*9.5}{0.577} = 16.46 < 22 \rightarrow \text{Bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b.Theo ph- ơng ngang cầu :

$$\frac{K.L_u}{r} \lll 22$$

Ta có :

$$J_y = A_2 * \frac{B_3^3}{12} = 2 * \frac{4.67^3}{12} = 16.975m^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \frac{16.6975}{9.34} = 1.348m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1*9.5}{1.348} = 7.047 \lll 22 \Rightarrow \text{thoả mãn.}$$

2. Kiểm tra ứng suất đáy trụ tại mặt cắt II – II

$$N_{\max} = 15905.081 \text{ KN}, M_{\max} = 9368.83 \text{ (KN.m)}$$

$$\text{-Công thức kiểm tra: } \sigma = \frac{N}{F_m} \pm \frac{M}{W_m} \leq R_n$$

Trong đó: R_n là c- ờng độ của bê tông M300 ($R_n = 15000 \text{ KN/m}^2$)

F – Diện tích thân trụ $F = 9.34 \text{ (m}^2\text{)}$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a*b^2}{6} = \frac{4.67*2^2}{6} = 3.113 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{15905.081}{9.34} + \frac{9368.83}{3.113} = 4712.48 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$= 4712.48 \text{ KN/m}^2 < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \text{ đạt}$$

Vậy kích th- ớc đáy móng chọn đạt yêu cầu .

3. Giả thiết cốt thép trụ:

Trong Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn ACI' trang 517 cho rằng vùng hiệu quả nhất của ρ_t là từ 1-2%, trong đó ρ_t là tỉ lệ cốt thép trong tiết diện cột. Nh- ng vì trụ cầu chịu tải trọng và mô men uốn lớn, do đó ta giả thiết l- ượng cốt thép trong trụ lấy $\rho_t = 0.014$

Nh- vậy diện tích cốt thép trong trụ là :

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.014 \times 9.34 \times 10^6 = 130760 \text{ mm}^2$$

Bố trí cốt thép theo cả hai ph- ơng ta chọn đ- ờng kính cốt thép là $\phi 25$

$$\text{Số l- ượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 266 \text{ thanh}$$

Vậy bố trí 270 thanh cốt thép D25

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

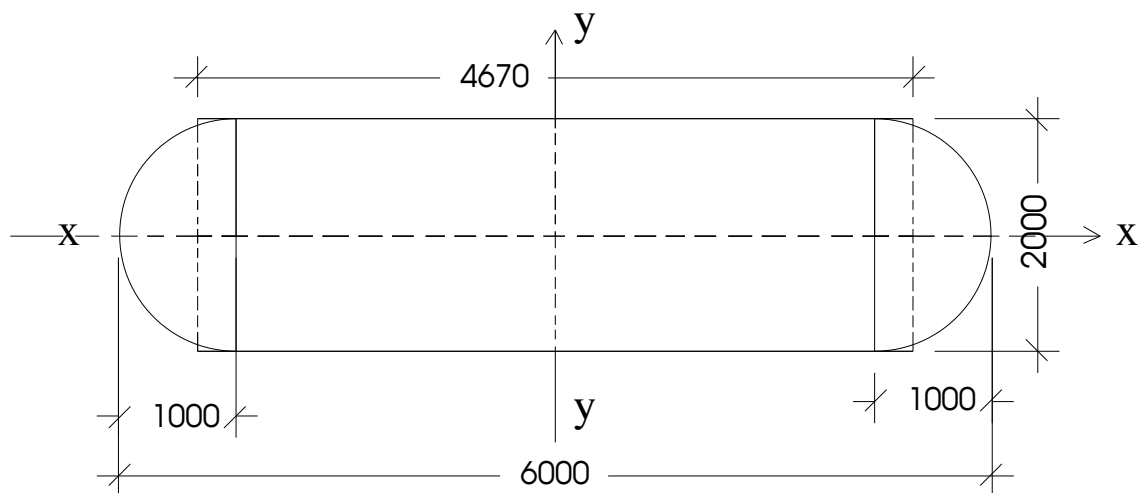
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đ- ờng kính $\phi 16$.

4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đ- ọc bo tròn theo một bán kính bằng 0.8m, khi tính toán quy đổi tiết diện về hình chữ nhật để gần với mô hình tính toán theo lý thuyết.

+ Cách quy đổi ra một hình chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng trụ, chiều dài lấy giá trị sao cho diện tích mặt cắt quy đổi bằng diện tích thực. Diện tích cốt thép theo 2 cạnh của tiết diện quy đổi vẫn nh- cũ.



quy đổi tiết diện tính toán thân trụ (đơn vị mm)

5. Kiểm tra sức kháng uốn theo 2 phương MC II-II:

Xác định tỷ số khoảng cách giữa các tâm của lớp thanh cốt thép ngoài biên lên chiều dày toàn bộ cột.

Chọn cốt đai có đường kính $\Phi 16$

Chọn lớp bảo vệ cốt thép từ mép đến tim của cốt thép chịu lực là 100mm

Cốt thép chịu lực chọn $\Phi 25$ khoảng cách từ mép tiết diện đến tim cốt thép là : 100mm

Tính toán tỷ số khoảng cách tâm lớp thanh cốt thép đến biên ngoài :

Thay cho việc tính dựa trên cơ sở cân bằng và phương thích biến dạng cho trường hợp uốn hai chiều, các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :

So sánh :

+ Nếu lực dọc : $N < 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$ thì kiểm tra :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1$$

+ Nếu lực dọc : $N \geq 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$ thì kiểm tra :

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{P_0} \Rightarrow P_{rxy} = \frac{1}{\frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} + \frac{1}{P_0}} \geq P_u$$

Trong đó :

+ ϕ : hệ số sức kháng ck chịu nén dọc trục : $\phi = 0.9$.

+ A_g : diện tích tiết diện trụ .

+ M_{ux} : mômen uốn theo trục x (N.mm).

+ M_{uy} : mômen uốn theo trục y (N.mm).

+ M_{rx} : sức kháng uốn tiết diện theo trục x

+ M_{ry} : sức kháng uốn tiết diện theo trục y.

+ P_{rxy} : sức kháng dọc trục khi uốn theo 2 phương (lực dọc tiết diện chịu đ-ợc).

+ P_{rx} : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm e_y (N)

+ P_{ry} : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm e_x (N)

$$+e_x : \text{độ lệch tâm theo ph-ong } x \rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u} \text{ (mm)}$$

$$+e_y : \text{độ lệch tâm theo ph-ong } y \rightarrow e_y = \frac{M_{ux}}{P_u} \text{ (mm)}$$

$+P_u$: lực dọc tính theo TTGH CĐ1 (lực dọc N)

$$+P_0 = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y \text{ (N)}$$

$$+M_{rx} = \phi * A_s f_y (d_s - \frac{a}{2}).$$

$$\text{Ta có : } 0,10 \phi f'_c A_g = 0,1 * 0,9 * 30 * 9.34 * 1000 = 25218 \text{KN}$$

Giá trị này lớn hơn tất cả các giá trị lực nén dọc trục N_z ở trong các tổ hợp ở TTGHCD, vì thế công thức kiểm toán là :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$$

Xác định M_{rx} , M_{ry} : sức kháng tính toán theo trục x,y (Nmm)

$$M_{rx} = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d_s - \frac{a}{2})$$

T-ong tự với M_{ry}

Trong đó:

+ d_s : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép tới mép ngoài cùng chịu nén (trừ đi lớp bê tông bảo vệ và đ-ờng kính thanh thép).

+ f_y : giới hạn chảy của thép.

+ A_s : bố trí sơ bộ rồi tính diện tích thép cần dùng theo cả hai ph-ong.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0.0923 * 420}{0,85 * 0,85 * 30 * 4.67} = 0.383$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0.0403 * 420}{0,85 * 0,85 * 30 * 2} = 0.39$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0.383 * 0,85 = 0.326$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 0.39 * 0,85 = 0.332$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0.9 * 0.0923 * 420 \cdot 10^3 \left(4.67 - 0.153 - \frac{0.326}{2} \right) = 151908.448 \text{KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0.9 * 0.0403 * 420.10^3 \left(2 - 0.153 - \frac{0.332}{2} \right) = 25607.345 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0.85$$

+b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi phương là khác nhau).

Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều:

Tổ hợp	M_x	M_y	M_{rx}	M_{ry}	$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$	Kết Luận
Tải trọng	KN.m	KN.m	KN.m	KN.m		
CĐ1	9368.83	6375.826	151908.448	25607.345	0.311	đạt
TTSD	5353.62	3643.329	151908.448	25607.345	0.178	đạt

6. Tính Toán Mũ Trụ:

Sơ đồ:

- Mũ trụ làm việc nh- ngàm công xôn

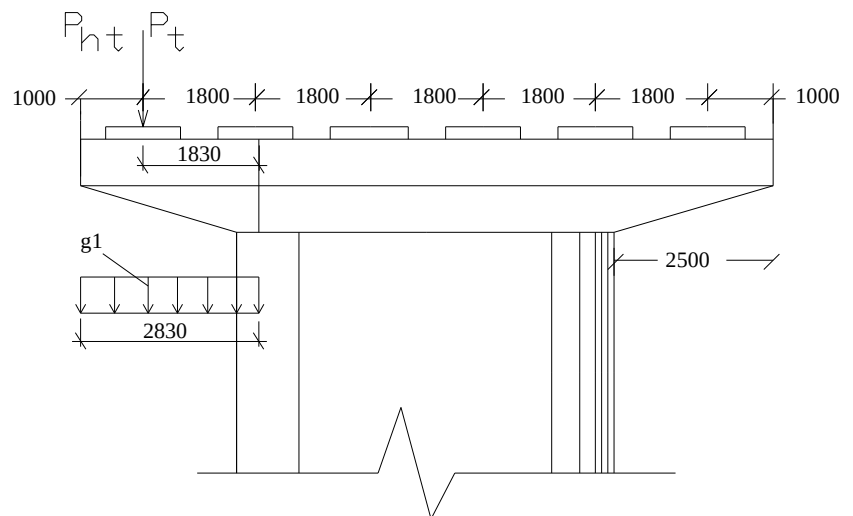
$$l_{tt} = 2.5 + \frac{R}{3} = 2.25 + \frac{1}{3} = 2.83 \text{ (m)}$$

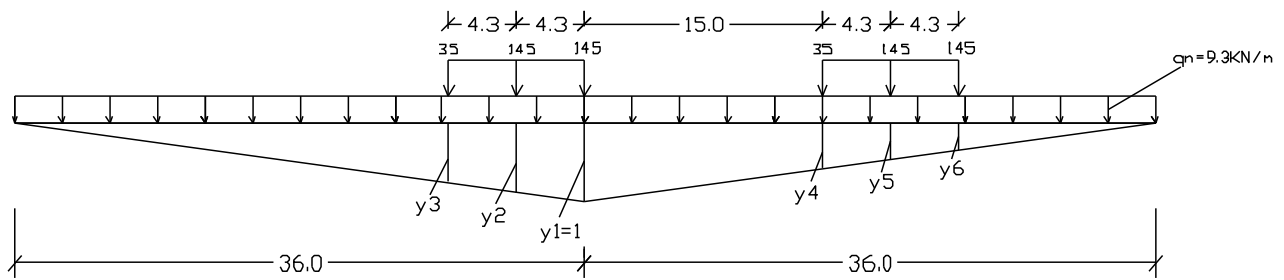
- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

+ Do trọng lượng bản thân: $g_1 = 6.45 \text{ (KN/m)}$

+ Do tính tải phân bên trên : $P_t = P_{dc+dn+td+bmc+lc} + P_{lp} = 1291.716 \text{ KN}$.

+ Do hoạt tải:





$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times m g_{tr} \times [145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)]$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 0.732 \times [145(0.88 + 1 + 0.464 + 0.34) + 35(0.76 + 0.583)] = 628.6 \text{ kN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 0.9 \times 1.75 \times 9.3 \times \frac{(36 + 36)}{2} \times m g_{lan} = 0.9 \times 1.75 \times 9.3 \times \frac{(36 + 36)}{2} \times 0.732 = 386 \text{ kN}$$

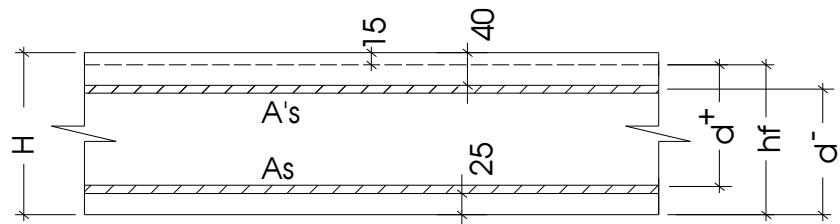
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} = 1014.6 \text{ kN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25 \times g \times \frac{l_u^2}{2} + (1.25 \times P_t + P_{ht}) \times y = 1.25 \times 6.45 \times \frac{2.83^2}{2} + 1.83 \times (1.25 \times 1291.716 + 1014.6) = 4843.8 \text{ kN.m}$$

*. Tính và bố trí cốt thép:

Sơ đồ: (Hình bên)



- chiều dày mũ trụ $H=1500\text{mm}$, lớp bảo vệ $15\text{mm} \rightarrow h_f = 1500 - 15 = 1485\text{mm}$

- sơ bộ chọn: $d=1485-25-22/2=1449\text{mm}$.

- bê tông có $f'_c = 50\text{MPa}$, cốt thép $f_y = 400\text{MPa}$

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{4843.8 \times 10^3}{330 \times 1449} = 10.13 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Để an toàn ta chọn 16 thanh $\phi 22$, $a = 15 \text{ cm}$.

IV. Tính toán móng cọc khoan nhồi :

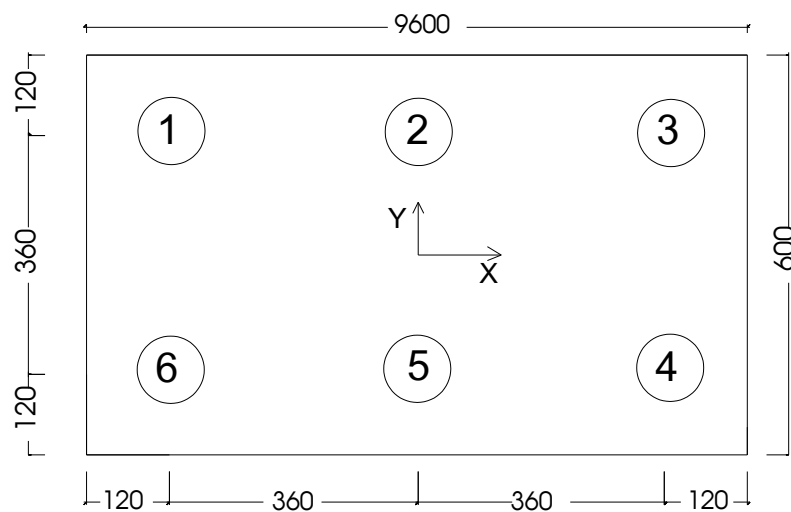
Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c-ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

Với nội lực đầu cọc xác định đ-ợc, ta sẽ tiến hành kiểm tra khả năng chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và khả năng chịu tải của lớp đá gốc đầu mũi cọc.

Số liệu tính toán:

Đ- ờng kính thân cọc	1200	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	+10.1	m
Cao độ đáy bệ cọc	+8.1	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-23.9	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	32	m
Đ- ờng kính thanh cốt thép dọc	25	mm
C- ờng độ bê tông cọc	30	Mpa
C- ờng độ cốt thép cọc	420	Mpa
Cự li cọc theo ph- ơng dọc cầu	3600	mm
Cự li cọc theo ph- ơng ngang cầu	3600	mm

Bố trí cọc trên mặt bằng



1.Xác định sức chịu tải cọc:

+ Chọn cọc khoan nhồi bằng BTCT đường kính $D = 1,2\text{m}$, khoan xuyên qua các lớp đất cát có góc ma sát (φ)_i và lớp cát sỏi cuội có góc ma sát $\varphi = 45^\circ$.

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực $25\phi 25$ có cường độ 420MPa . đai tròn $\phi 10$ a200.

1.1.Xác định sức chịu tải trọng nén của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc:

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30\text{MPa}$

- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400\text{kg/cm}^2$

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc $D = 1200\text{mm}$

Theo điều A5.7.4.4-TCTK sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức sau

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với P_n = Cường độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn tính theo công thức :

$$P_n = \phi \cdot \{m_1 \cdot m_2 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} = 0,75 \cdot 0,85 \{0,85 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\}$$

Trong đó : $\phi = 1$

ϕ = Hệ số sức kháng, $\phi = 0,75$

m_1, m_2 : Các hệ số điều kiện làm việc: lấy bằng 0,85

$f_c' = 30\text{MPa}$: Cường độ chịu nén nhỏ nhất của bê tông

$f_y = 420\text{MPa}$: Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = 3,14 \times 1200^2 / 4 = 1130400 \text{ mm}^2$$

A_{st} : Diện tích của cốt thép dọc (mm^2).

$$A_{st} = 12271,85 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0,75 \times 0,85 \times 0,85 \times [30 \times (1130400 - 12271,85) + 420 \times 12271,85] = 20969,5 \times 10^3 (\text{N}).$$

$$\text{Hay } P_v = 2096,95 (\text{T}).$$

1.2.Xác định sức chịu lực nén của cọc đơn theo cường độ đất nền:

Số liệu địa chất:

-Lớp 1 : sét dẻo cứng

-Lớp 2 : cát pha sét

-Lớp 3 : cát mịn

-Lớp 4 :cát chặt vừa.

*. Sức chịu tải của cọc theo đất nền: $P_n = P_{dn}$

-Sức chịu tải của cọc đ- ợc tính theo công thức sau: (10.7.3.2-2 22TCN-272-05)

Với cọc ma sát: $P_{dn} = \varphi_{pq} \cdot P_p + \varphi_{qs} \cdot P_s$

Có: $P_p = q_p \cdot A_p$

$P_s = q_s \cdot A_s$

+ P_p : sức kháng mũi cọc (N)

+ P_s : sức kháng thân cọc (N)

+ q_p : sức kháng đơn vị mũi cọc (MPa)

+ q_s : sức kháng đơn vị thân cọc (MPa)

$q_s = 0,0025 \cdot N_i \leq 0,19 \text{ (MPa)}$ _Theo Quiros&Reese(1977)

+ A_s : diện tích bề mặt thân cọc (mm^2)

+ A_p : diện tích mũi cọc (mm^2)

+ φ_{qp} : hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc quy định cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph- ơng pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất cát $\varphi_{qp} = 0,55$.

+ φ_{qs} : hệ số sức kháng đối với sức kháng thân cọc cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph- ơng pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất sét $\varphi_{qs} = 0,65$. Đối với đất cát $\varphi_{qs} = 0,55$.

- Sức kháng thân cọc của Trụ :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc trụ T4 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P = 3,77 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	6	2	Vừa	12	7.54	30	226.2
Lớp 2	10	10	Vừa	14	37.7	35	1319.5
Lớp 3	9	9	Vừa	22	33.93	55	1866.15
Lớp 4	∞	11	Chặt	32	41.47	80	3317.6
ΣP_s							6729.45

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 32 \cdot 1000 = 1824(\text{KN})$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \times 1824 + 0,55 \times 6729,45 = 4704.4(\text{KN})$$

$$= 470.44(\text{T})$$

*Tính số cọc cho móng trụ: $n = \beta \cdot P / P_{cọc}$

Trong đó: β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta = 1.5$ cho trụ, $\beta = 2.0$ cho mố (mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trọng tải của đất đắp trên mố).

$P(T)$: Tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng mố, trụ đã tính ở trên.

$$P_{cọc} = \min(P_{vl}, P_{nd})$$

Hạng mục	Tên	P_{vl}	P_{nd}	$P_{cọc}$	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T1	2096.95	470.44	470.44	1776.69	1.5	5.66	6

2. Tính toán nội lực tác dụng lên các cọc trong móng:

Đối với móng cọc đài thấp thì tải trọng nằm ngang coi nh- đất nền chịu, nội lực tại mặt cắt đáy móng

Công thức kiểm tra:

$$P_{\max} \leq P_c$$

Trong đó:

- $P_{\max}$: Tải trọng tác động lên đầu cọc
- P_c : Sức kháng của cọc đã đ- ợc tính toán ở phần trên

Tải trọng tác động lên đầu cọc đ- ợc tính theo công thức

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Trong đó :

- P : tổng lực đứng tại đáy đài .
- n : số cọc, $n = 6$
- x_i, y_i : toạ độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm
- M_x, M_y : tổng mômen của tải trọng ngoài so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại đáy đài theo 2 ph- ơng x, y .

Kiểm toán cọc với $P_c = 4704.4 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I : $N_z = 17766.869 \text{ KN}$

$$M_x = 10648.518 \text{ KNm}$$

$$M_y = 6375.826 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m^2)	Y_i^2 (m^2)	N_i (KN)	Yêu cầu
1	-3.6	1.8	12.96	3.24	4389.98	đạt
2	0	1.8	0	3.24	3947.12	đạt
3	3.6	1.8	12.96	3.24	4389.98	đạt
4	-3.6	-1.8	12.96	3.24	4389.98	đạt
5	0	1.8	0	3.24	3947.12	đạt
6	3.6	-1.8	12.96	3.24	4389.98	đạt