

PHẦN IV: THIẾT KẾ TRỤ CẦU

TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I.1.Số liệu tính toán :

I.2.Yêu cầu thiết kế :

- Tính toán trụ T1 :
- Tải trọng : HL93, đơn người 300(kg/m²)
- Kết cấu nhịp trên trụ :
- + Nhịp trái : dầm bê tông CT dul 36m
- + Nhịp phải : dầm bê tông CT dul 36m
- Khổ cầu :
$$B = (10.5 + 2 \times 2 + 2 \times 0.5 + 2 \times 0.25) = 16 \text{ (m)}$$
- Mặt cắt ngang gồm 8 dầm BTCT cách nhau 2m.
- Sông thông thuyền cấp IV.

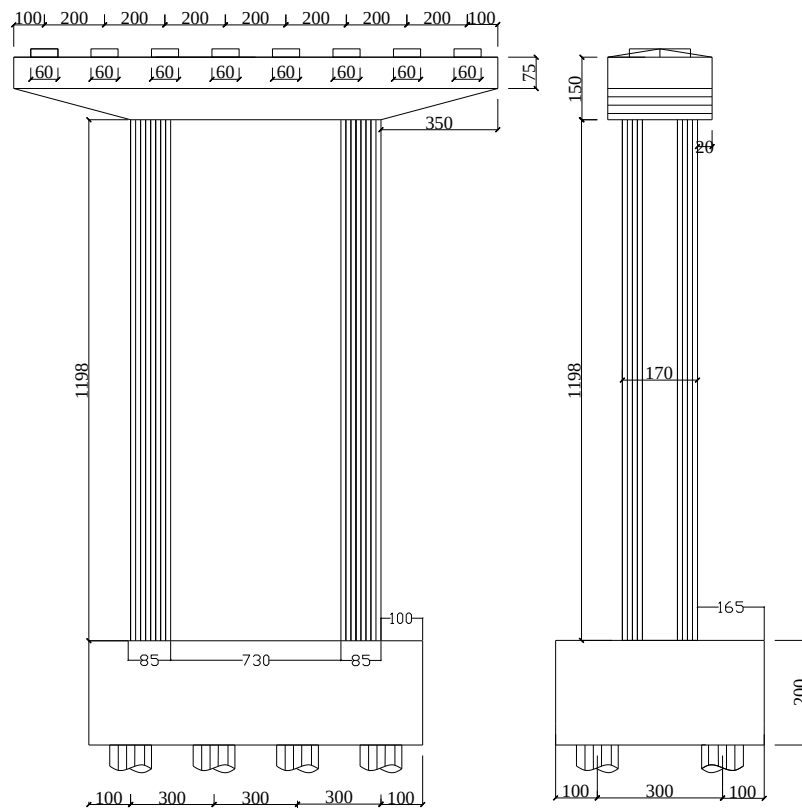
I.3.Quy trình thiết kế :

- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

I.4.Kích thước trụ : (đơn vị cm)

Sơ đồ cầu :

Sơ đồ trụ :

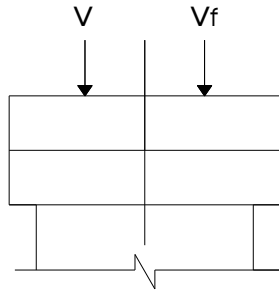
**1. Vị trí cao độ :**

- Cao độ MNCN: +5,5
- Cao độ MNTT: +3
- Cao độ MNTN: +0,4

2. Các lớp địa chất :

- lớp 1 :sét pha cát
- lớp 2 :sét cát xám dẻo
- lớp 3 :cát hạt vừa
- lớp 4 :cát lẫn sỏi
- lớp 5 :sét pha cát có vỏ sò
- lớp 6 :sét cát xám vàng
- lớp 7 :đá gốc

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 l- ợng k/c nhịp(KN).
- + V_{DC}^f : phản lực gối phải do trọng l- ợng k/c 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 l- ợng k/c nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dc}^f :trọng l- ợng k/c nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dw}^{tr} :trọng l- ợng lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)
- g_{dw}^f :trọng l- ợng lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

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

a) Tính tải bản thân trụ :

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng nh- 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 l- ợng riêng t- ợng ứng thành phần thứ i.

-Trọng l- ợng (mũ trụ +đá tảng):

$$+ \text{Khối l- ợng mũ trụ } V_{xm} = 16 \times 1,5 \times 2,1 - 2,1(3,5 \times 0,75 \times 0,5 \times 2) = 44,89 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow P_{mt} = V \times \gamma_{bt} = 44,89 \times 2,5 = 112,225 \text{ T} = 1122,25 \text{ KN}$$

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

$$+ \text{Khối l- ợng thân trụ : } V_{tt} = (7,3 \times 1,7 + 3,14/4 \times 1,7^2) \times 11,98 = 175,85 (\text{m}^3)$$

$$\Rightarrow P_{tr} = V \gamma_{bt} = 175,85 \times 2,5 = 439,625 \text{ T} = 4396,25 \text{ KN} .$$

-Trọng l- ợng bộ móng :

$$+ \text{Khối l- ợng móng trụ : } V_{mt} = 5 \times 2 \times 11 = 110 (\text{m}^3)$$

$$P_m = V_m \times \gamma_{bt} = 110 \times 2,5 = 275 \text{ T} = 2750 \text{ KN}$$

b) Tính tải kết cấu phần trên

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm $g_1 = 18.77 \text{ KN/m}$
- Tính tải phần 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 đường ảnh hưởng với cường độ 19.452 KN/m
 - + Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài đường ảnh hưởng với cường độ $6,33 \text{ KN/m}$

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 18.77 + 19.452 = 38.222 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 18.77 + 19.452 = 38.222 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 6,33 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 38.222 \times \frac{36}{2} = 688 \text{ KN}$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 38.222 \times \frac{36}{2} = 688 \text{ KN}$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 6,33 \times \frac{36}{2} = 113.94 \text{ KN}$$

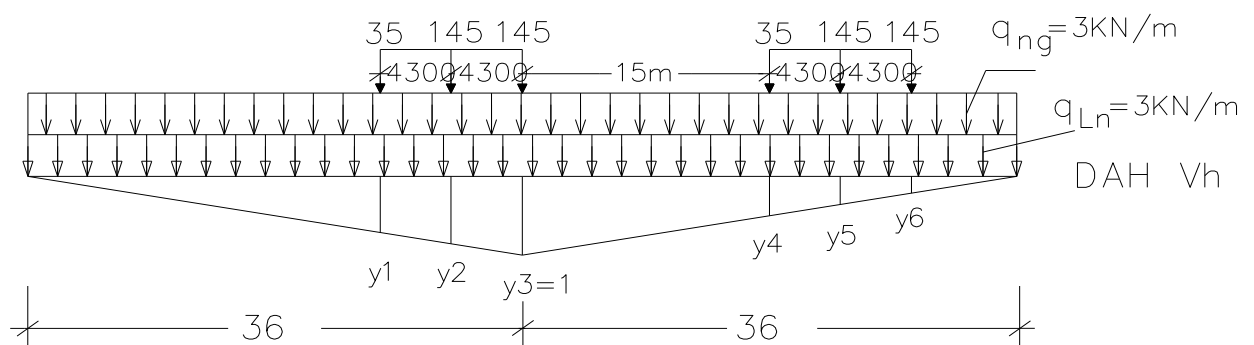
$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 6,33 \times \frac{36}{2} = 113.94 \text{ KN}$$

4. Hoạt tải thẳng đứng :

* Trên nhịp hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe) :

(vì hai nhịp giống nhau $l^r = l^f = 30\text{m} \rightarrow$ tính cho $V_{ht}(\text{max})$)

Trên nhịp $V_{ht}(\text{max})$:



+ V_{ht} : do xe tải 3 trục :

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

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 0.9 \times 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times [145(0.881 + 1 + 0.464 + 0.344) + 35(0.761 + 0.583)] = 1720,5 \text{ KN}$$

$+V_{ht}$: do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 \times q_{LN} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{LN} = 0.9 \times 9.3 \times (36 + 36) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 2109,24 \text{ KN}.$$

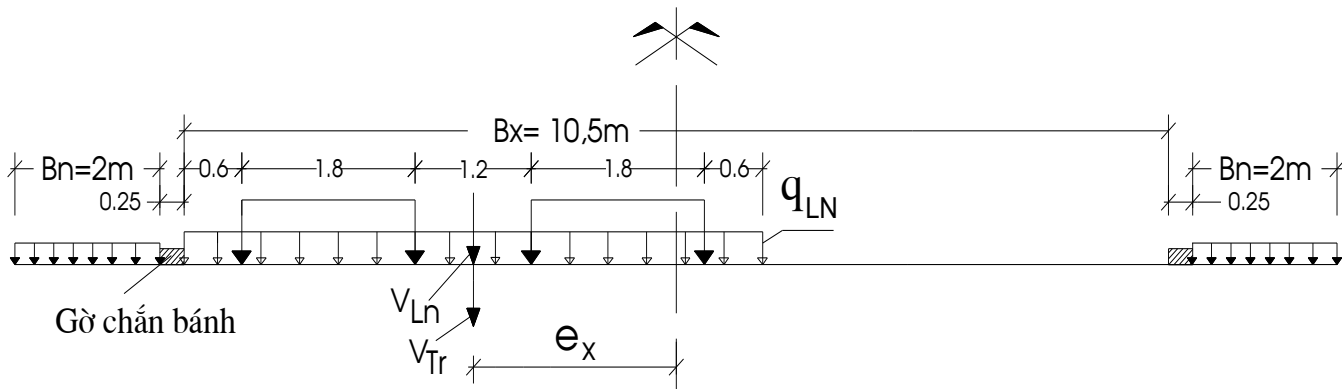
$+V_{ht}$: do tải trọng ng- ời :

$$V_{ht}^{Ng} = 0.9 \times q_{Ng} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{Ng} = 0.9 \times 3 \times (36 + 36) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 680,4 \text{ KN}$$

4.2. Phân bố ngang cầu (gồm 8 dầm T đặt cách nhau 2m) :

- Gần đúng xem nh- các tải trọng trực tiếp tác dụng lên mũ trụ ,tuỳ theo cấu tạo mặt cắt ngang → có các sơ đồ tác dụng của tải trọng :

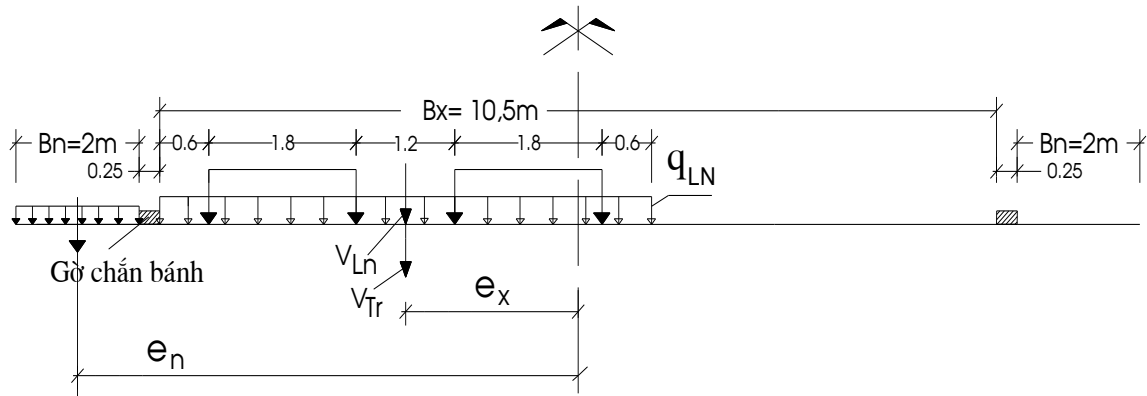
a. Chất 2 làn xe +2 làn ng- ời :



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 2,25 \text{ m}$$

b. Chất 2 làn xe +1 làn ng- ời :

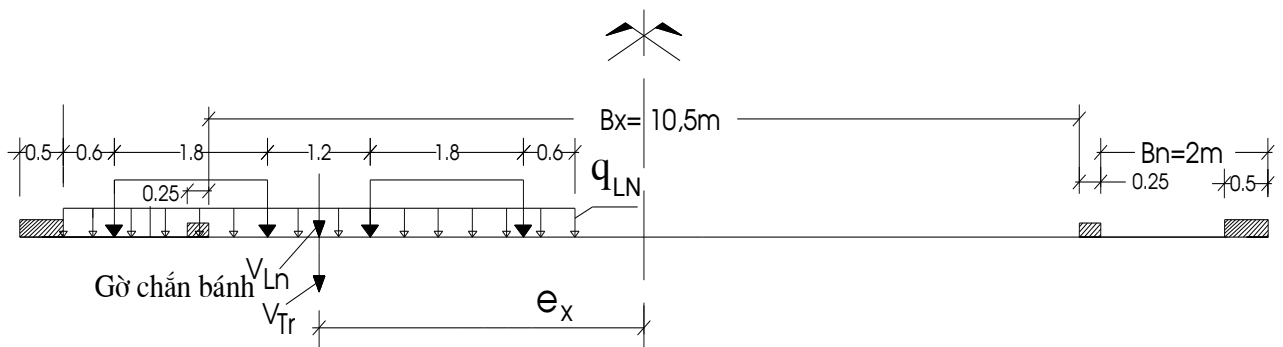


Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 2.25m$$

$$e_n = \frac{B_x}{2} + 0.25 + \frac{B_n}{2} = 6,5m$$

c.Chất 2 làn xe:



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - (1.8 - 0.25 - (2 - 0,6)) = 4,5m$$

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

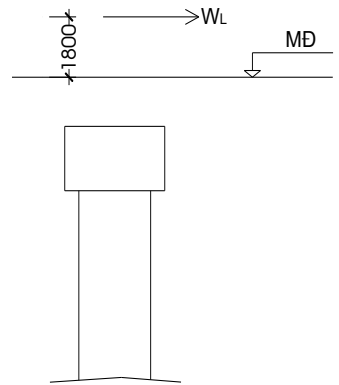
nhau. Do các tài liệu tra cứu không có ghi chép về tỉ lệ ảnh hưởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.

- 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 $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325 \text{ KN}$.

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

$$\Rightarrow W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L = 0.25 \times 585 \times 2 \times 1 = 292.5 \text{ KN}$$

6. Lực gió (gió ngang) :

6.1. Dọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

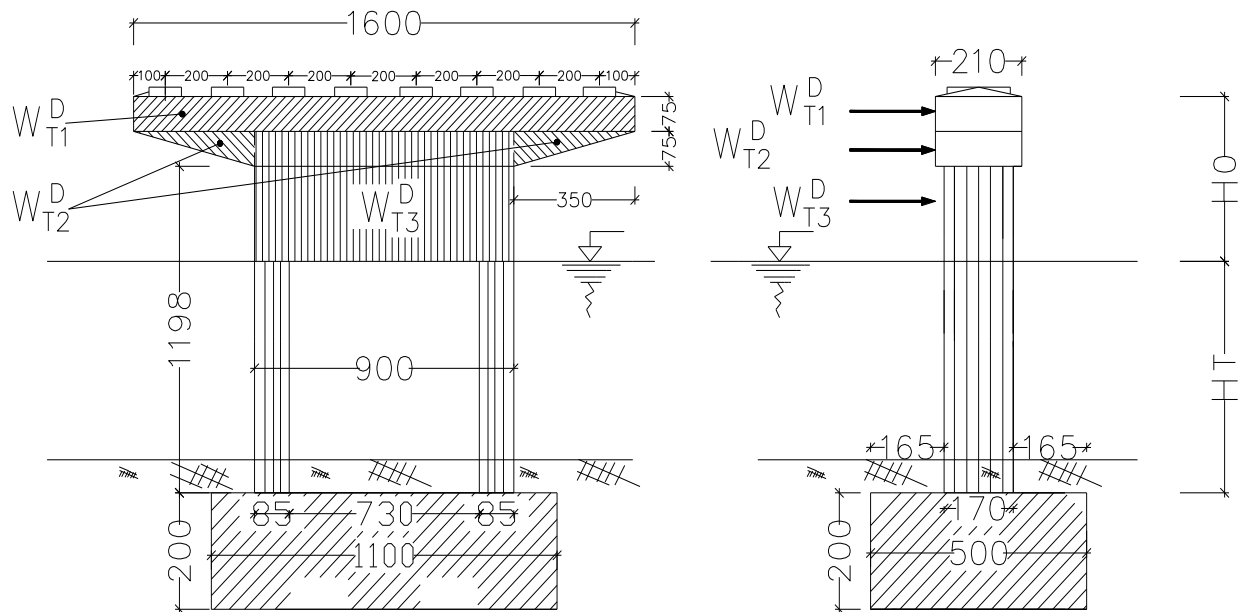
$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d > 1.8.A_t(\text{KN})$$

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 $\rightarrow$ chia nhỏ để tìm trọng tâm.



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 $S = 1.09$, với khu vực mặt thoáng n-ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n-ớc thông thuyền là 5,8 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \times S = 53 \times 1.09 = 57,77 \left(\frac{m}{s} \right).$$

Từ hình vẽ :

$$A_t = (3,25 \times 9 + 16 \times 0,75 + 1/2 \times 2 \times 3,5 \times 0,75) = 43,875 (m^2).$$

Suy ra :

$$W_{Ti}^D = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t \cdot C_d = 0.0006 \times 57,77^2 \times 43,875 \times 1 = 87,86 KN > 1.8 \cdot A_t = 78,975 (KN)$$

→ **thoả mãn.**

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe :

$$W_x^D = q_G^D \cdot B$$

Trong đó :

+B:là chiều rộng toàn bộ cầu .

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

+ W_x^D :tác dụng cách cao độ mặt đ- ờng 1800mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D . B = 0.75 \times 16 = 12 \text{ KN} .$$

6.2. Theo ph- ơng 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 n- ớc đến đỉnh trụ.

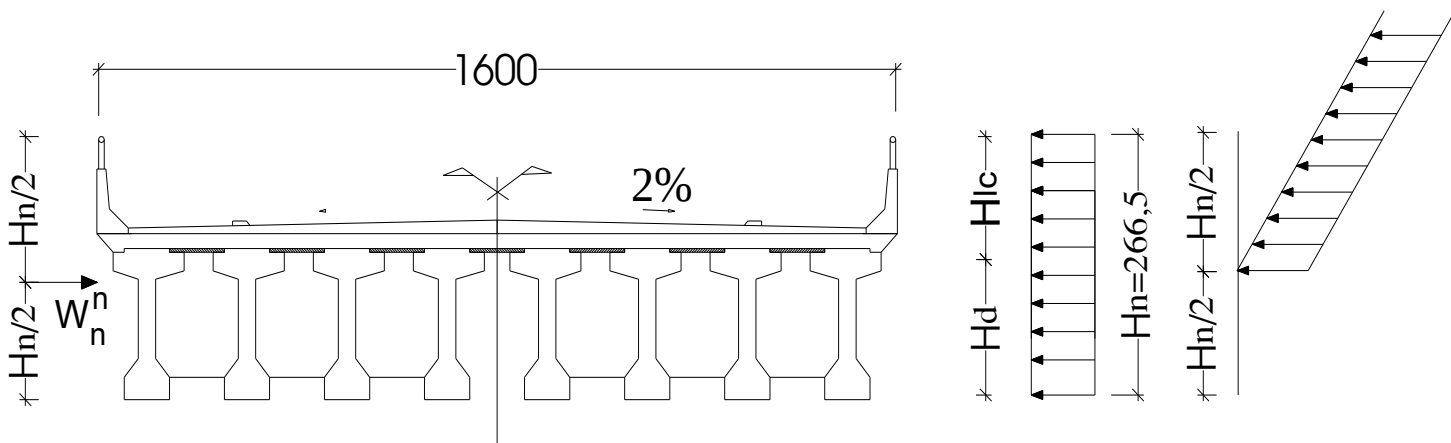
+ B_t :chiều rộng trụ (dọc cầu) .

$$\Rightarrow A_t = H_0 . B_t = 2,5 \times 1,7 + 0,75 \times 2 \times 2,1 = 7,4 (m^2)$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006 . V^2 . A_t = 0.0006 \times 57.77^2 \times 7,4 = 14,82 \text{ KN} > 1.8 A_t = 13,32 \text{ KN}$$

→ **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 ph- ơng ngang cầu.

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

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

h_{lc} :chiều cao lan can .

h_d :chiều cao dầm chủ .

+ W_n^n :là lực tập trung ,đặt tại giữa chiều cao của H_n ,tác dụng theo ph- ơng ngang cầu →khi 2 nhịp dầm đơn giản .

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0.0006 \times 57,77^2 \times (0.865 + 1.8) \times \frac{(36 + 36)}{2} = 192,1 \text{KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe :

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

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

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

7. Tải trọng do n-ớc :

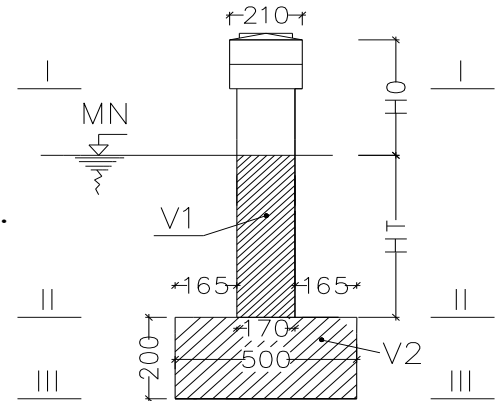
a. Áp lực đẩy nổi :

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ dưới 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 : Hình vẽ (bên)



Từ hình vẽ $\Rightarrow$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

$$V = V_1 = \left(\frac{3.14 \times 1.7^2}{4} + 7.3 \right) \times 9.48 \times 1.7 = 154,21 m^3$$

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

$$V = V_1 + V_2 = 154,21 + 2 \times 11 \times 5 = 264,21 m^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9.81.V = 9.81 \times 154,21 = 1512,8 \text{KN}$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 264,21 = 2591,9 \text{KN}$$

8. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải được xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt trượt. Khi thích hợp cần xét đến các tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt trượt 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 T4 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 CD 1:

- Các hệ số tải trọng tính : $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp + lực hãm ,2 xe tải dọc cầu + làn + ng-òì.
- Mực nước cao nhất: 5,5m

a. Mặt cắt II-II:

• **Tổng lực dọc :**

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

$$N_{II} = 1.25 \times (1122.25 + 4396.25 + 688 + 688) + 1.5 \times (113.94 + 113.94) + 1720.5 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75 \times (2109.24 + 680.4) - 1.25 \times 154.21$$

$$\Rightarrow N_{II} = 17412,65 \text{ KN}$$

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

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

$$M_{II} = -(1,25 \times 688 + 1,5 \times 113,94) \times 0,5 + (1,25 \times 688 + 1,5 \times 113,94) \times 0,5 + 1,75 \times 1,25 \times 292,5 \times 17,68$$

$$\Rightarrow M_{II} = 11312,44 \text{ KN.m}$$

• **Tổng lực ngang :**

$$W_{II} = 1.75 \times 1.25 \times W_L = 1.75 \times 1.25 \times 292.5 = 639.84 \text{ KN}$$

Trong đó :

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

Theo hình vẽ :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8m = 13,48 + 0.4 + 1,8 + 0.2 + 1.8 = 17,68m$$

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

H_g : Chiều cao gối + đá tảng (m).

H_{dch} : Chiều cao dầm chủ (m).

$e_T = e_f = 0.5$ (m) : Khoảng cách từ tim trụ đến tim gối cầu.

b. Mặt cắt III-III:

• **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m, \text{ với } V_{dn}^m = V_m = 11 \times 2 \times 5 = 110m^3 \text{ (thể tích bệ móng).}$$

$$\Rightarrow N_{III} = 17412,65 + 1.25 \times 2750 - 1.25 \times 110 = 20712,65 \text{ KN}$$

• **Tổng Mômen :**

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 11312,44 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2 = 12592,13 \text{ KN.m}$$

• **Tổng Lực ngang :**

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

2. Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mắt cắt II-II:

• **Tổng Lực dọc:**

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

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 1122,25 + 4396,25 + 688 + 688 + 113,94 + 113,94 + 1.25 \times 1720,5 + 2109,24 + 680,4 - 154,21$$

$$= 12216,9KN$$

Tổng Mômen :

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

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(688 + 113,94) \times 0,5 + (688 + 113,94) \times 0,5 + 1.25 \times 292,5 \times 17,68 = 6464,25KN.m$$

• **Tổng Lực ngang :**

$$W_{II}^{SD} = 1.25.W_L = 1.25 \times 292,5 = 365,62KN$$

b. Mắt cắt III-III:

• **Tổng Lực dọc:**

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 12216,9 + 2750 - 110 = 14856,9KN$$

• **Tổng Mômen :**

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 6464,25 + 1.25 \times 292,5 \times 2 = 7195,5KN.m$$

• **Tổng Lực ngang :**

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD} = 365,62KN$$

II.2. Theo ph- ơng ngang cầu : mắt cắt II-II và III-III.

1. Ngang cầu TTGH c- ờng độ 1 :

- Hệ số tĩnh tải >1 , $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe +1 ng- ời lệch tâm về bên trái .
- Mực n- ớc cao nhất : + 5,5m

a. Mắt cắt II-II:

T- ơng tự nh- dọc cầu –trừ đi 1 nửa phản lực gối do tải trọng ng- ời.

• **Tổng Lực dọc:**

$$N_{II}^N = N_{II} - 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} , \text{ Với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CĐ1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 17412,65 - 1.75 \times \frac{680,4}{2} = 16817,3KN$$

• **Tổng Mômen :**

$$M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times V_{ht}^{TR} + 1.75 \times V_{ht}^{LN}) \times e_x + 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} \times e_n$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1720,5 + 1.75 \times 2109,24) \times 4,5 + 1.75 \times \frac{680,4}{2} \times 6,5 = 20643KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1.25xP_m - 1.25xV_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 16817,3 + 1.25x2750 - 1.25x110 = 20117,3KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 20643KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

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

2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 12216,9 - \frac{680,4}{2} = 12557,1KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 20643KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 12557,1 + 2750 - 110 = 15197,1KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 20643KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

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

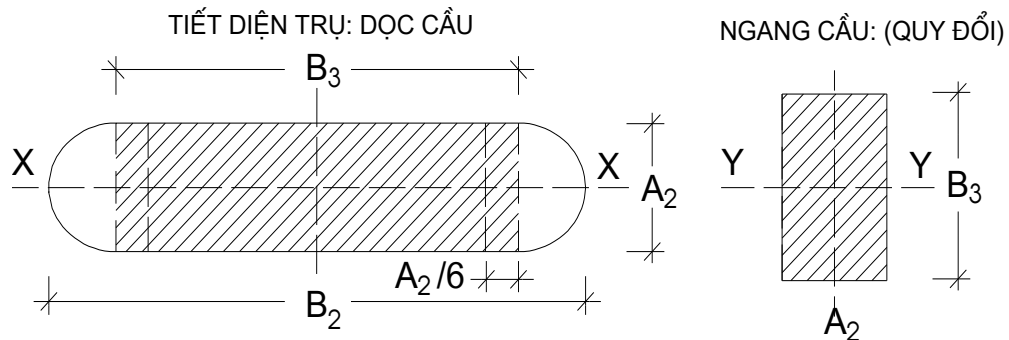
BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

Mặt cắt	Ph- ong dọc cầu			Ph- ong ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	17412,65	11312,44	639.84	16817,3	20643	0
III-III	20712,65	12592,13	639.84	20117,3	20643	0
	TTGH SD1			TTGH SD1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	12216,9	6464,25	365.62	12557,1	20643	0
III-III	14856,9	7195,5	365.62	15197,1	20643	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 .

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 $J_x = B_3 x \frac{A_2^3}{12}$.

+ $F = B_3 x A_2$.

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

Số liệu : $B_2 = 9m$, $A_2 = 1.7m$, trụ cao $H_t = 13,48m$.

Suy ra :

$$B_3 = 9 - 1.7 + \frac{1.7}{3} = 7.87m$$

$$F = B_3 \times A_2 = 7.87 \times 1.7 = 13.38m^2$$

$$J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12} = 7.87 \times \frac{1.7^3}{12} = 3.22m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{3.22}{13.38}} = 0.49m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 13.48}{0.49} = 27.5 > 22 \rightarrow \text{xét đến hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo phương ngang cầu :

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

Ta có : $J_y = A_2 \times \frac{B_3^3}{12} = 1.7 \times \frac{7.87^3}{12} = 69.05m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{69.05}{13.38}} = 2.27m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 13.48}{2.27} = 5.94 \lll 22 \Rightarrow \text{thỏa mãn.}$$

2. Kiểm tra ứng suất tại mặt cắt II – II:

$$N_{\max} = 17412.65KN, M_{\max} = 20643 (KN.m)$$

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

Trong đó: R_n là cường độ của bê tông M300 ($R_n = 15000 KN/m^2$)

F – Diện tích đáy móng : $F_m = 13.38 (m^2)$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a \times b^2}{6} = \frac{7.87 \times 1.7^2}{6} = 3.8 (m^3)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{17412.65}{13.38} + \frac{20643}{3.8} = 6733.76 (KN/m^2) < R_n = 15000 (KN/m^2)$$

$\Rightarrow$ **đạt**

Vậy: Kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu.

3. Kiểm tra ứng suất đáy trụ tại mặt cắt III – III

$$N_{\max} = 20712.65KN, M_{\max} = 20643 (KN.m)$$

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

Trong đó: R_n là cường độ của Bê tông ($R_n = 15000 \text{ KN/m}^2$)

F – Diện tích đáy móng ($F_m = 11 \times 5 = 55 \text{ m}^2$)

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{11 \cdot 5^2}{6} = 45,83 (\text{m}^3)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{20712,65}{55} + \frac{20643}{45,83} = 827,02 (\text{KN/m}^2)$$

$$= 827,02 \text{ KN/m}^2 < R_n = 15000 (\text{KN/m}^2) \text{ đạt}$$

Vậy kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu.

4. 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 $\rho_t = 0.015$

Nh- vậy diện tích cốt thép trong trụ là :

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 13.38 \times 10^6 = 200700 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Số l- ượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 217 \text{ thanh}$$

Vậy : bố trí 230 thanh cốt thép $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

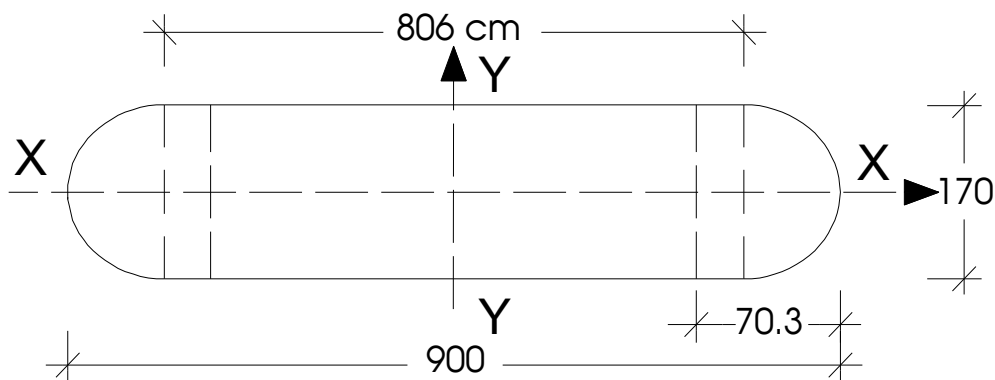
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

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

5. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đ- ọc bo tròn theo một bán kính bằng 0.85m, 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.



6. 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 tương 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 ph-ơng (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 : độ lệch tâm theo ph-ơng x $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$ (mm)

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

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

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

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

Ta có : $0,1 \phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 13.38 \times 1000 = 36126 \text{KN}$

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-ơng 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-ơng.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 8.06} = 0.28$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 1.7} = 1.34$$

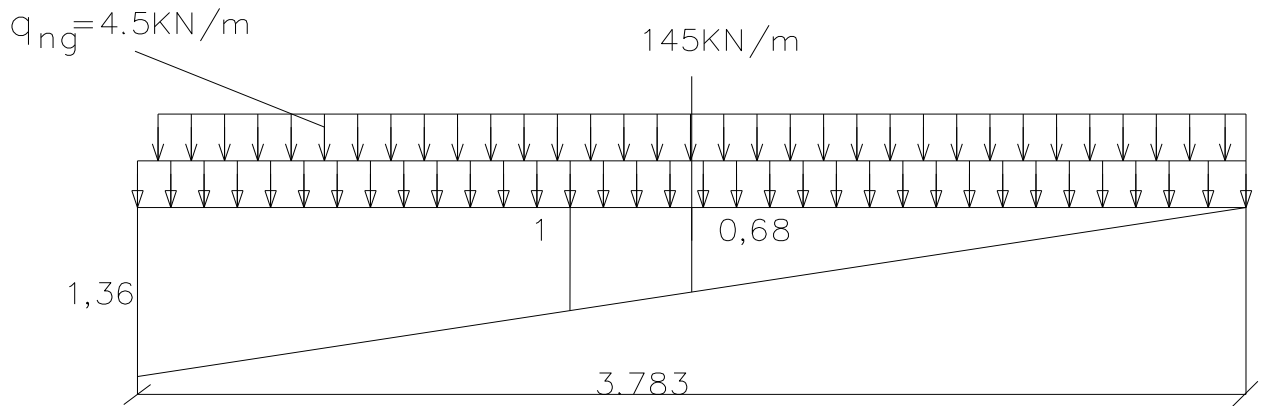
$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0.28 \times 0,85 = 0.238$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1.34 \times 0,85 = 1.14$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(8.06 - 0,132 - \frac{0.238}{2} \right) = 348312.64 \text{KNm}$$

+ Do tĩnh tải phần bên trên : $P_1 = \frac{P_{D,W} + P_{dc+dn}}{6} = \frac{113,94 + 688}{6} = 133,66(\text{KN})$

+ Do hoạt tải:



$$\omega = \frac{1.36 * 3.783}{2} = 2.57:$$

$$M_{ht} = 1.75[1.25*(145*0.68 + 4.5*2.57) + 9.3*2.57] = 282,8.m$$

Nội lực tính toán :

+ Mômen:

$$M = \frac{g_1 * l_t^2}{2} + \frac{P * l_a}{2} + M_{ht} = \frac{106,4 * 3.783^2}{2} + \frac{133,66 * 3.783}{2} + 282,8 = 1297(\text{KNm})$$

*. Tính và bố trí cốt thép:

- Bê tông mũ trụ dùng mác 300 có $R_u = 150\text{kg/cm}^2$

- Chọn cốt thép loại AII có $R_a = 2400\text{kg/cm}^2$

với $h_0 = h - a = 150 - 5 = 145 \text{ cm}$ (lấy $a = 5\text{cm}$)

$$A = \frac{M}{R_u * b * h_0^2} = \frac{1297 * 10^4}{150 * 160 * 145^2} = 0.0257$$

$$\rightarrow \gamma = 0,5 * (1 + \sqrt{1 - 2A}) = 0.5 * (1 + \sqrt{1 - 2 * 0.0257}) = 0.987$$

$$\Rightarrow F_a = \frac{M}{R_a * \gamma * h_0} = \frac{1297 * 10^4}{2400 * 0.987 * 145} = 37,76 (\text{cm}^2)$$

Chọn 10 thanh $\phi 22$ có $F_a = 38,7 \text{ cm}^2$ với $a = 15\text{cm}$.

Để an toàn ta chọn 12 thanh $\phi 22$ với $a = 15\text{cm}$

IV. TÍNH TOÁN MÓNG CỌC KHOAN NHỒI:

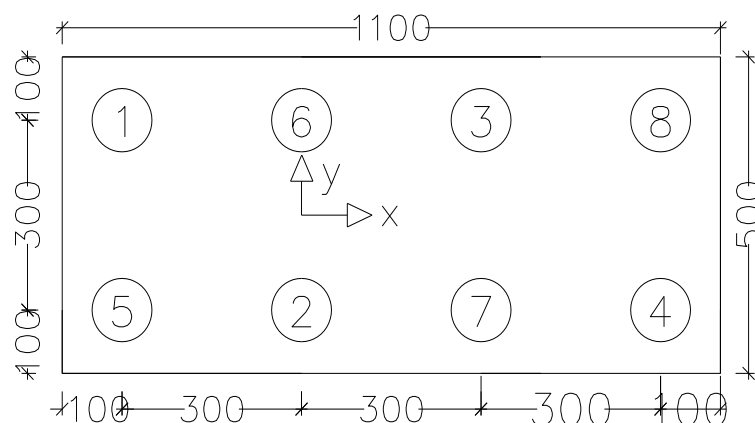
Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c-ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

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	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	-5,18	m
Cao độ đáy bệ cọc	-7,18	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-25,18	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	18	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	3000	mm
Cự li cọc theo ph-ơng ngang cầu	3000	mm

Bố trí cọc trên mặt bằng:



1. Xác định sức chịu tải cọc:

+ Chọn cọc khoan nhồi bằng BTCT đ-ờng kính $D = 1,0\text{m}$, khoan xuyên qua các lớp đất địa chất vào trong lớp đá gốc khoảng 1m

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực 20 ϕ 25 có c-ờng độ 420MPa. đai tròn ϕ 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 $R_a = 240 \text{ MPa}$

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc $D = 1000 \text{ mm}$

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 $P_n = C$ - ứng 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 :

ϕ = Hệ số sức kháng, $\phi = 0,75$

m_1, m_2 : Các hệ số điều kiện làm việc.

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

$f_y = 240 \text{ MPa}$: Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = 3,14 \times 1000^2 / 4 = 785000 \text{ mm}^2$$

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

Hàm lượng cốt thép dọc thường hợp lý chiếm vào khoảng 1.5-3%. với hàm lượng 2% ta có:

$$A_{st} = 0,02 \times A_c = 0,02 \times 785000 = 15700 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0,75 \times 0,85 \times (0,85 \times 30 \times (785000 - 15700) + 240 \times 15700) = 16709,6 \times 10^3 \text{ (N)}.$$

$$\text{Hay } P_v = 1670,9 \text{ (T)}.$$

1.2. Tính toán sức kháng của cọc theo đất nền

Số liệu địa chất:

- Lớp 1: sét pha cát
- Lớp 2: sét cát xám dẻo
- Lớp 3: cát hạt vừa
- Lớp 4: cát lẫn sỏi
- Lớp 5: sét pha cát có vỏ sò

Lớp 6: sét cát xám vàng

Lớp 7: đá gốc

Theo đất nền

Theo điều 10.7.3.2 sức kháng đỡ của cọc đ- ợc tính theo công thức sau:

$$Q_R = \varphi Q_n = \varphi_{qp} Q_p$$

$$\text{Với } Q_p = q_p A_p;$$

Trong đó:

Q_p : Sức kháng đỡ mũi cọc

q_p : Sức kháng đơn vị mũi cọc (Mpa)

φ_{qp} : Hệ số sức kháng $\varphi_{qp} = 0.5$ (10.5.5.3)

A_p : Diện tích mũi cọc (mm²)

Xác định sức kháng mũi cọc :

$$q_p = 3q_u K_{sp} d \quad (10.7.3.5)$$

Trong đó :

K_{sp} : khả năng chịu tải không thứ nguyên.

d : hệ số chiều sâu không thứ nguyên.

$$K_{sp} = \frac{(3 + \frac{s_d}{D})}{10 \sqrt{1 + 300 \frac{t_d}{s_d}}} \quad (10.7.3.5-2)$$

$$d = 1 + 0,4 \cdot \frac{H_s}{D_s} \leq 3,4$$

q_u : C- ờng độ chịu nén dọc trục trung bình của lõi đá (Mpa), $q_u = 26$ Mpa

K_{sp} : Hệ số khả năng chịu tải không thứ nguyên

S_d : Khoảng cách các đ- ờng nứt (mm). Lấy $S_d = 400$ mm.

t_d : Chiều rộng các đ- ờng nứt (mm). Lấy $t_d = 6$ mm.

D : Chiều rộng cọc (mm); $D = 1000$ mm.

H_s : Chiều sâu chôn cọc trong hố đá (mm). $H_s = 2000$ mm.

D_s : Đ- ờng kính hố đá (mm). $D_s = 1200$ mm.

$$\Rightarrow d = 1 + 0,4 \cdot \frac{2}{1,2} = 1,67$$

$$\Rightarrow K_{SP} = \frac{(3 + \frac{400}{1000})}{10 \sqrt{1 + 300 \frac{6}{400}}} = 0.145$$

$$\text{Vậy } q_p = 3 \times 26 \times 0.145 \times 1.67 = 18.885 \text{ Mpa} = 1888.5 \text{ T/m}^2$$

Sức chịu tải tính toán của cọc (tính theo công thức 10.7.3.2-1) là :

$$Q_R = \varphi \cdot Q_n = \varphi q_p \cdot A_p = 0.5 \times 1888.5 \times 0.5^2 \pi = 741.6 \text{ T}$$

Trong đó:

Q_R : Sức kháng tính toán của các cọc.

φ : Hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc đã được quy định trong bảng 10.5.5-3

A_s : Diện tích mặt cắt ngang của mũi cọc

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

Đối với móng cọc đài thấp thì tải trọng nằm ngang coi như 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 được tính toán ở phần trên

Tải trọng tác động lên đầu cọc đã được 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, $n = 8$
- 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 phương x, y .

Kiểm toán cọc với $P_c = 7416 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_Z = 20117.3 \text{ KN}$$

$$M_X = 20643 \text{ KNm}$$

$$M_Y = 12592,13 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X^2_i (m ²)	Y^2_i (m ²)	N_i (KN)	Yêu cầu
1	-4.5	1.5	20.25	2.25	4659.9	đạt
2	-1.5	-1.5	2.25	2.25	6898.5	đạt
3	1.5	1.5	2.25	2.25	6898.5	đạt
4	4.5	-1.5	20.25	2.25	4659.9	đạt
5	-4.5	-1.5	20.25	2.25	4659.9	đạt
6	-1.5	1.5	2.25	2.25	6898.5	đạt
7	1.5	-1.5	2.25	2.25	6898.5	đạt
8	4.5	1.5	20.25	2.25	4659.9	đạt