

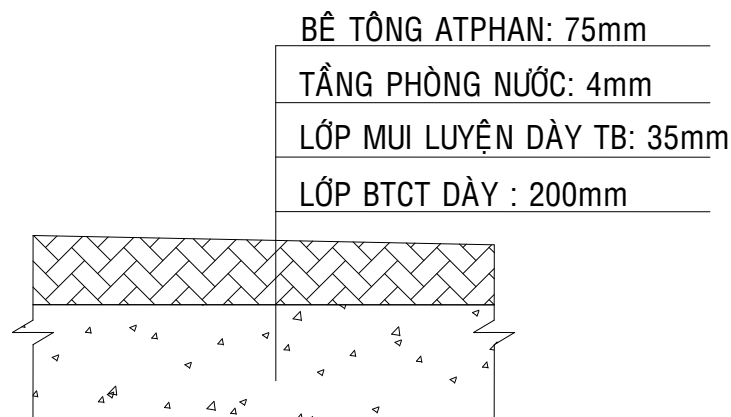
PHẦN II : THIẾT KẾ KỸ THUẬT

CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

1.1.Cấu tạo bản mặt cầu

Bản mặt cầu có cấu tạo :

- Phần bê tông cốt thép dày 200mm
- Lớp phòng nước dày 4mm
- Lớp mui luyện trung bình dày 35mm
- Lớp phủ bê tông asfan dày 75 mm



1.2 .xác định tính tải

Tính cho 1 m chiều rộng của dải bản

1.2.1. Trọng lượng bản thân mặt cầu phần kê 2 cạnh:

$$W_S = H_B \cdot \gamma_C = 200 \cdot 24 \cdot 10^{-5} = 480 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm})$$

Trong đó: γ_C : trọng lượng riêng của bản mặt cầu

$$\gamma_C = 24 (\text{T/m}^3) = 24 (\text{KN/m}^3) = 24 \cdot 10^{-6} (\text{N/mm}^3)$$

1.2.2. Trọng lượng bản mút thừa :

$$W_0 = H_0 \cdot \gamma_C = (H_B + 80) \cdot \gamma_C = (200 + 80) \gamma_C$$

$$\begin{aligned} \rightarrow W_0 &= 280 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 6720 \cdot 10^{-6} (\text{N/mm}^2) \\ &= 672 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm}^2) \end{aligned}$$

1.2.3. Trọng lượng của lớp phủ :

$$W_{DW} = H_{DW} \cdot \gamma_{DW}$$

+ Lớp phủ BT atfan :

$$W_{DW1} = 75 \cdot 24 \cdot 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm})$$

+Lớp mui luyện:

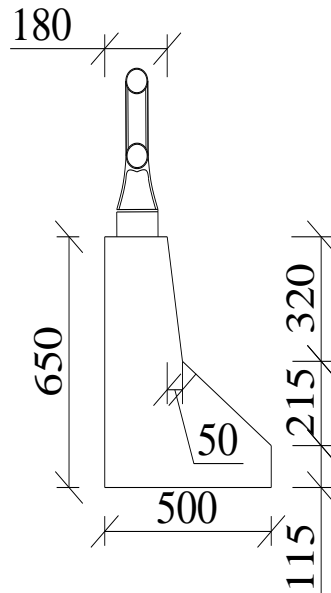
$$W_{DW2} = 35 \cdot 24 \cdot 10^{-5} = 0,84 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm})$$

+Lớp phòng nước:

$$W_{DW3} = 4.1,1.10^{-5} = 0,044.10^{-3} \text{ (N/mm)}$$

$$\Rightarrow W_{DW} = W_{DW1} + W_{DW2} + W_{DW3} = 2,68.10^{-3} \text{ (N/mm)} = 268.10^{-5} \text{ (N/mm)}$$

1.2.4. Trọng lượng của lan can:



- Trọng lượng tay vịn bằng ống INOX trên một mét dài: $P_{tv} = 0,04 \text{ (N)}$

- Trọng lượng lan can:

$$P_{lc} = [(650.180) + (500 - 180).115 + 50.215 + 320.50/2 + (500 - 230).215/2] \cdot 24.10^{-6}$$

6

$$= 4,8 \text{ (N)}$$

\Rightarrow Trọng lượng lan can, tay vịn:

$$P_b = 0,04 + 4,8 = 4,84 \text{ (kN/m)}$$

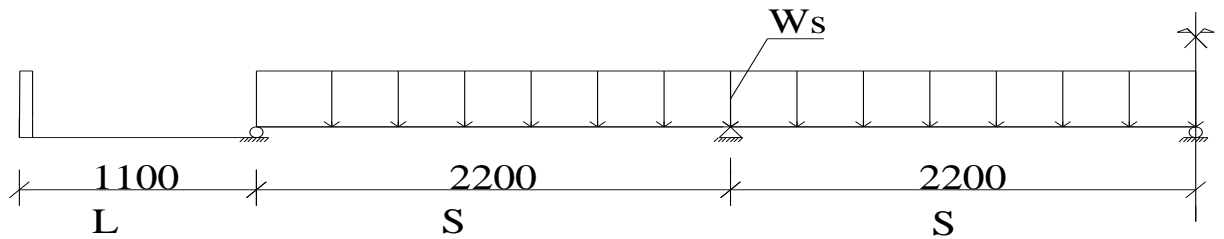
1.3. Tính nội lực bản mặt cầu:

- Sơ đồ tính của BMC là 1 dải bản ngang được giả thiết .Như 1dầm liên tục kê lên các gối cứng là các dầm chủ

Nội lực tính cho dải bản ngang có chiều rộng 1mm

1.3.1. Nội lực do tĩnh tải

1.3.1.1 Nội lực do BMC W_s

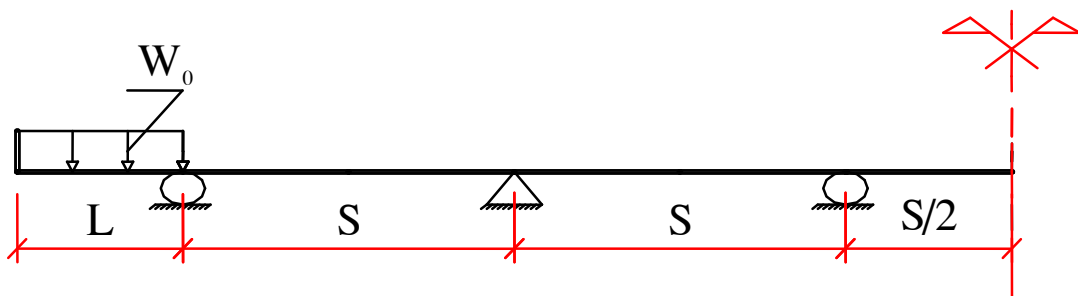


$$\begin{aligned} V_{200} &= W_s \cdot w \cdot S = W_s \cdot 0,3928 \cdot S \\ &= 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3928 \cdot 2200 = 4,15 \text{ (N/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= W_s \cdot w = W_s \cdot 0,0772 \cdot S^2 \\ &= 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0772 \cdot 2200^2 \\ &= 1793,5 \text{ (Nmm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= W_s \cdot w = W_s \cdot (-0,1071) \cdot s^2 \\ &= 480 \cdot 10^{-5} \cdot (-0,1071) \cdot 2200^2 \\ &= -2488 \text{ (Nmm)} \end{aligned}$$

1.3.1.2 Nội Lực do bản hằng



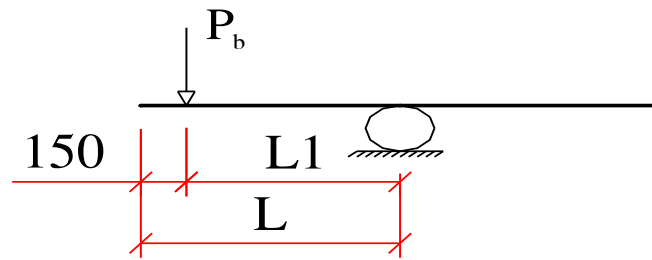
$$\begin{aligned} V_{200} &= W_0 \cdot w \cdot L = W_0 \left(1 + 0,635 \cdot \frac{L}{S} \right) \cdot L \\ &= 672 \cdot 10^{-5} \cdot \left(1 + 0,635 \cdot \frac{1100}{2200} \right) \cdot 1100 = 9,74 \text{ (N)} \end{aligned}$$

$$M_{200} = -W_0.L^2/2 = -672.10^{-5} \cdot \frac{1100^2}{2} = -4065,6 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = W_0.w.L^2 = 672.10^{-5} \cdot 1100^2 \cdot (-0,2460) = -2000,3 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = W_0.w.L^2 = 672.10^{-5} \cdot 1100^2 \cdot (0,1350) = 1097,7 \text{ (Nmm)}$$

1.3.1.3 Nội lực do lan can, tay vịn .



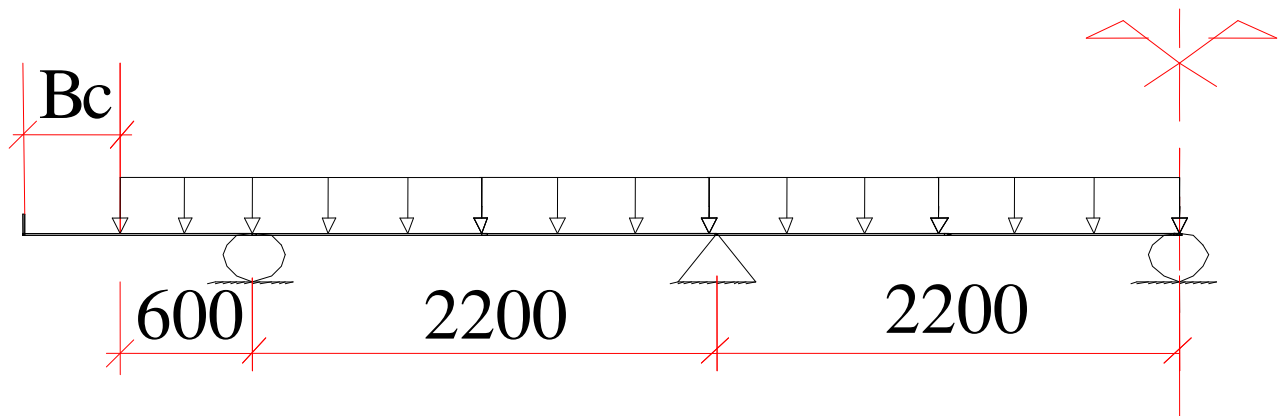
$$V_{200} = P_b \cdot \left(1 + 1,270 \cdot \frac{L1}{S} \right) = 4,84 \cdot \left(1 + 1,270 \cdot \frac{950}{2200} \right) = 7,5 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = P_b \cdot (-1 \cdot L_1) = 4,84 \cdot (-950) = -4598 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = P_b \cdot (-0,4920 \cdot L_1) = 4,84 \cdot (-0,4920 \cdot 950) = -2262,2 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = P_b \cdot (-0,27 \cdot L_1) = 4,84 \cdot (-0,27 \cdot 950) = -1241,5 \text{ (Nmm)}$$

1.3.1.4. Nội lực cho lớp phủ



$$V_{200} = W_{DW} \cdot \left[\left(1 + 0,635 \cdot \frac{L_2}{S} \right) \cdot L_2 + 0,3928S \right]$$

$$= 268.10^{-5} \cdot \left[\left(1 + 0,635 \cdot \frac{600}{2200} \right) \cdot 600 + 0,3928 \cdot 2200 \right] = 4,2 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = W_{DW} \cdot (-0,5) L_2^2 = 268.10^{-5} \cdot [(-0,5) \cdot 600^2] = -482,4 \text{ (Nmm)}$$

$$\begin{aligned}
 M_{204} &= W_{DW} \cdot [(-0,246) \cdot L_2^2 + 0,0772 \cdot S^2] \\
 &= 268 \cdot 10^{-5} \cdot [(-0,246) \cdot 600^2 + 0,0772 \cdot 2200^2] \\
 &= 764 \text{ (Nmm)} \\
 M_{300} &= W_{DW} \cdot [(0,135) \cdot L_2^2 + (-0,1071) \cdot S^2] \\
 &= 268 \cdot 10^{-5} \cdot [(0,135) \cdot 600^2 + (-0,1071) \cdot 2200^2] = -1259 \text{ (Nmm)}
 \end{aligned}$$

1.3.2. Nội lực do hoạt tải

1.3.2.1- Tính bản kê 2 cạnh. (bản nằm giữa 2 s- ờn dầm)

a) Mômen d- ơng lớn nhất do hoạt tải bánh xe

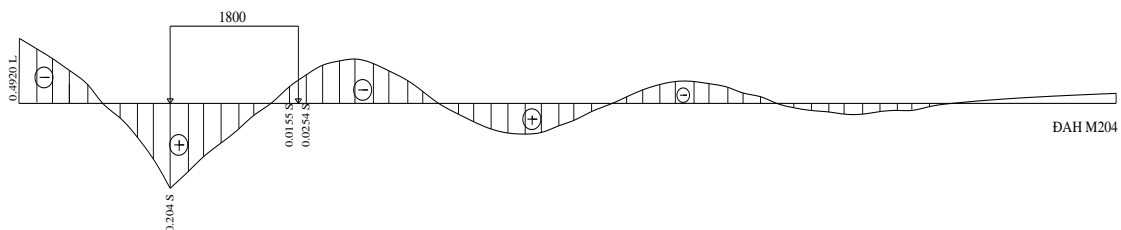
+ Chỉ tính nội lực với tải trọng trục sau của xe 3 trục, không tính tải trọng Ln
(S = 2200 (mm) < 4600 (mm))

+ Với các nhịp bằng nhau (S), Mômen d- ơng lớn nhất gần đúng tại điểm 204

+ Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính M(+)

$$\begin{aligned}
 S_w^+ &= 660 + 0,55 \cdot S \text{ (mm)} \\
 &= 660 + 0,55 \cdot 2200 \text{ (mm)} \\
 &= 1870 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

* Tr- ờng hợp 1: Khi xếp một làn xe:



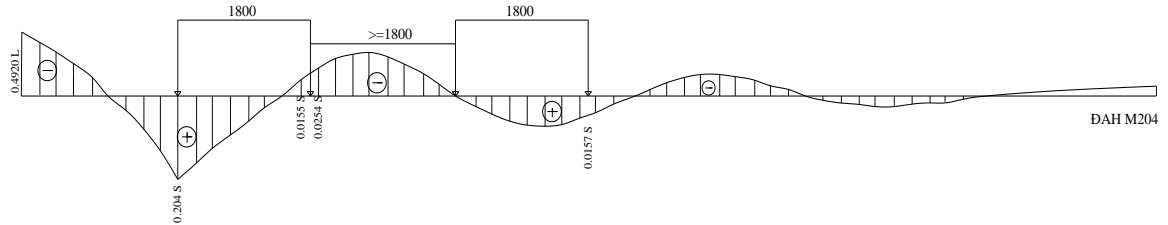
$$M_{204} = m(y_1 + y_2)S \cdot W/S_w^+ \text{ (N.mm/mm)}$$

$$\text{Với } y_1 = 0,204 ; y_2 = -0,0205$$

Với: m là hệ số làn xe = 1.2

$$\begin{aligned}
 W &= 72.5 \text{ KN} \Rightarrow M_{204} = 1,2(0,204 - 0,0205)2200 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1870 \\
 &= 18782 \text{ (N.mm)}
 \end{aligned}$$

* Tr-ờng hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



Khoảng cách 2 xe là 1200 là giá trị min, có thể tăng lên để lấy hiệu ứng max nhất

$$M_{204} = m(\sum y_i^M) S \cdot W / S_w^+$$

Với $m = 1$; $y_1 = 0,204$; $y_2 = -0,0205$; $y_3 = 0,0$; $y_4 = 0,0157$

$$\Rightarrow M_{204} = 1 \cdot (0,204 - 0,0205 + 0,0 + 0,0157) \cdot 2200 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1870 = 16990 \text{ (N.mm)}.$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{204} = 18782 \text{ (N.mm)}$. \Rightarrow Vậy TH xếp 1 làn xe đ-ợc khống chế.

b) Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe

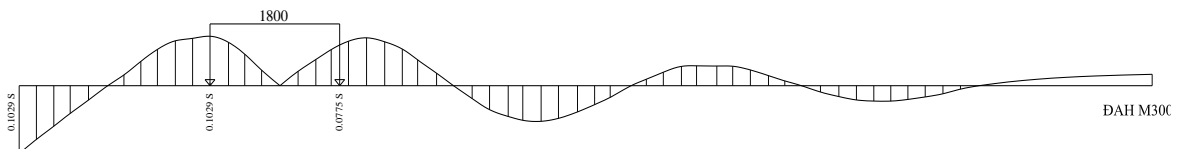
+ Th-ờng mômen âm lớn nhất đặt tại gối 300

+ Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính $M(-)$:

$$S_w^- = 1220 + 0,25 \cdot S = 1220 + 0,25 \cdot 2200 = 1770 \text{ (mm)}$$

* Tr-ờng hợp 1: Khi xếp một làn xe:

Đ-ờng ảnh h-ởng có tung độ lớn nhất tại 206

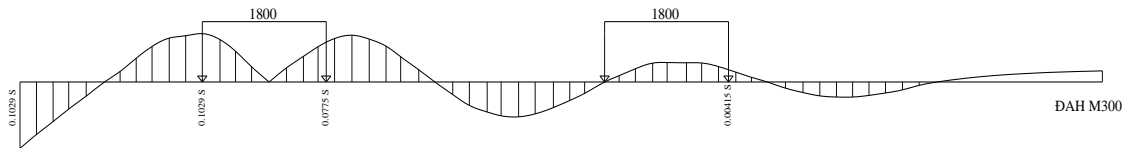


$$M_{300} = m(\sum y_i^M) S^* W / S_w^-$$

Hệ số làn xe $m = 1,2$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0775$

$$M_{300} = -1,2(0,1029 + 0,0775) \cdot 2200 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1770 = -19508 \text{ (N.mm)}$$

* Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



$$M_{300} = m(\sum y_i^M) S^* W / S_w^-$$

Với $m = 1$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0775$; $y_3 = 0,0$; $y_4 = -0,00415$

$$\Rightarrow M_{300} = 1 \cdot (-0,1029 - 0,0775 + 0,0 - 0,00415) \cdot 2200 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1770 = -15882 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{300} = -19508 \text{ (N.mm)}$. \Rightarrow Vậy TH xếp 1 làn xe đ-ợc không chế.

c) Lực cắt lớn nhất do hoạt tải bánh xe

Lực cắt lớn nhất tại gối 200

* Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:

$$V_{200} = m(\sum y_i^V) W / S_w^0 \quad \text{Với } m = 1,2; y_1 = 1; y_2 = 0,1672$$

$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833 \cdot 300 = 1389 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow V_{200} = 1,2(1 + 0,1672) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1389 = 73,1 \text{ (N)}$$

* Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:

$$V_{200} = m(\sum y_i^V) W / S_w^+$$

Với $m = 1$; $y_1 = 1$; $y_2 = 0,1672$; $y_3 = 0,0$; $y_4 = 0,0106$

$$\Rightarrow V_{200} = 1(1 + 0,1672 + 0,0 + 0,0106) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1389 = 61,5 \text{ (N)}$$

Vậy chọn $V = 73,1 \text{ (N)}$

Vậy TH 1 làn xe đ-ợc không chế.

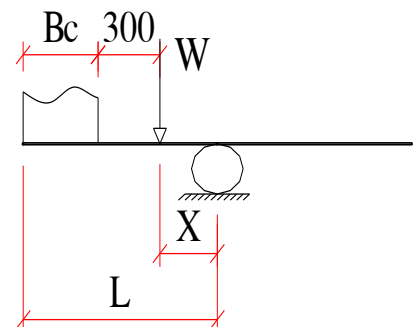
1.3.2.2- Tính bản hẫng (mút thừa):

Điều kiện tính M^- bản hẫng :

$$X = L - B_C - 300 > 0$$

Trong trường này $X = 1100 - 500 - 300 = 300 \text{ (mm)}$

Chiều rộng tính toán của dải bản



$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833.300 = 1389 \text{ (mm)}$$

$$M_{200} = m.W.y/S_w^0 = 1,2.72,5.10^3 .(-0,10) / 1389 = -6,26 \text{ (N.mm)}$$

1.3.3. Tổ hợp nội lực của bản:

Nội lực cuối cùng phải đ- ợc tổ hợp theo các TTGH

- TTGH c- ồng độ 1:

$$M_u = \eta * [\gamma_{P1}(M_{WS} + M_{W0} + M_{Pb}) + \gamma_{P2}M_{WDw} + \gamma_{LL}(IM)M_{LL}]$$

$$V_u = \eta * [\gamma_{P1}(V_{WS} + V_{W0} + V_{Pb}) + \gamma_{P2}V_{WDw} + \gamma_{LL}(IM)V_{LL}]$$

Trong đó:

- $\eta = 0,95$: Hệ số điều chỉnh tải trọng

- γ_{P1} : Hệ số v- ợt tải của tĩnh tải 1: $\gamma_{P1} = 1,25$; $\gamma_{P1} = 0,9$

- γ_{P2} : Hệ số v- ợt tải của tĩnh tải 2 : $\gamma_{P2} = 1,5$; $\gamma_{P2} = 0,65$

(Các hệ số $\gamma_p < 1$ khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải ng- ợc dấu)

- $\gamma_{LL} = 1,75$: Hệ số v- ợt tải của hoạt tải

- (IM) : Hệ số xung kích của hoạt tải (chỉ tính với xe ô tô) = 1,25

+ M_{WS} ; V_{WS} : Mômen và lực cắt do trọng l- ợng bản mặt cầu

+ M_{W0} ; V_{W0} : Mômen và lực cắt do bản hằng

+ M_{Pb} ; V_{Pb} : Mômen và lực cắt do lan can, tay vịn

+ M_{WDw} ; V_{WDw} : Mômen và lực cắt do lớp phủ

+ M_{LL} ; V_{LL} : Mômen và lực cắt do hoạt Tải xe

$$V_{200} = 0,95[1,25(4,53 + 10,62 + 7,5) + 1,5.4,7 + 1,75.1,25.77,71] = 195,09 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = 0,95[1,25(-4834,4 - 5808) + 1,5.(-656,6) + 1,75.1,25.(-5,91)] = -13585,79 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{204} = 0,95[1,25.2134,43 + 0,9(-2328,24 - 2857,54) + 1,5.868,67 + 1,75.1,25.19350,91] = 39552,26 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{300} = 0,95[1,25.(-2961,10) + 0,9.(1306,36 + 1568,16) + 1,5(-1475,99) + 1,75.1,25.(-20926,4)] = -49104,79 \text{ (N.mm)}$$

- Theo TTGH sử dụng :

$$M_u = M_{WS} + M_{W0} + M_{WPb} + M_{WDw} + (IM)M_{LL}$$

TTGH sử dụng chỉ có hệ số xung kích do xe tải, các hệ số khác đều bằng 1.

$$V_{200} = 4,53 + 10,62 + 7,5 + 4,7 + 77,71.1,25 = 124,49 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = -4834,4 - 5808 - 656,6 - 5,91 \cdot 1,25 = -11306,39 (\text{N.mm})$$

$$M_{204} = 2134,43 - 2328,24 - 2857,54 + 868,67 + 19350,91 \cdot 1,25 \\ = 22005,96 (\text{N.mm})$$

$$M_{300} = -2961,10 + 1306,36 + 1586,16 - 1475,99 - 1,25 \cdot 20926,4 \\ = -27702,57 (\text{N.mm})$$

1.4. Tính toán cốt thép và kiểm tra tiết diện

1.4.1. Tính cốt thép:

C- ờng độ vật liệu:

Bê tông : $f'_c = 30 \text{ MPa}$

Cốt thép: $f_y = 400 \text{ MPa}$

Lớp bảo vệ lấy theo bảng [A5.12.3.1]

Chiều dày tính toán của bản $h_f = (h_{\text{bản}} - 15) = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$

Trong đó: - Lớp bảo vệ phía trên bê tông dày 30 mm

-Lớp bảo vệ bê tông phía d- ới dày 25 mm

Giả thiết dùng thép N^o 15 ; $d_b = 16 \text{ mm}$; $A_b = 200 \text{ mm}^2$

- $d^+ = h_f - 25 - d_b / 2 = 185 - 25 - 16 / 2 = 152 \text{ mm}$

- $d^- = h_f - 30 - d_b / 2 = 185 - 30 - 16 / 2 = 147 \text{ mm}$

Tính cốt thép chịu mô men d- ơng :

$$A_s = \frac{M_u}{330d}$$

M_u : Mômen theo TTGH CĐ 1

d: Chiều cao có hiệu (d^+ hoặc d^- tùy theo khi tính thép chịu M^+ hoặc thép chịu M^-

$$A_s = \frac{39552,26}{330 \cdot 152} = 0,78 (\text{mm}^2)$$

Theo phụ lục B, bảng 4 chọn N^o 15a 200mm ; có $A_s = 1,000 (\text{mm}^2)$

Tính cốt thép chịu mô men âm :

$$A'_s = \frac{M_u}{330d -} = \frac{49104,79}{330 \cdot 147} = 1 (\text{mm}^2)$$

-Theo phụ lục B, bảng B4 chọn N^o 15a 200mm ; có $A'_s = 1,000 (\text{mm}^2)$

2- Kiểm tra cốt thép

2.1- Kiểm tra điều kiện hàm l- ợng cốt thép:

Kiểm tra cho cốt thép chịu mômen dương:

Phải kiểm tra cả CT l-ới trên và CT l-ới d-ới của BMC

+ Kiểm tra hàm l-ợng thép tối đa:

CT lớn nhất bị giới hạn bởi yêu cầu về độ dẻo dai $\epsilon \leq 0.42d$ hoặc $a \leq 0.42 \beta_1 d$

Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b} \leq 0.42 \beta_1 d \quad \text{Với } b = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Trong đó } \beta_1 = 0.85 - 0.05 \left(\frac{f_c' - 28}{7} \right) = 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{30 - 28}{7} \right) = 0.836$$

$$\Rightarrow a = \left(\frac{1,00.400}{0.85.1.30} \right) = 15,68 < 0,42.0,836.152 = 49,85 \text{ (mm)}$$

\Rightarrow Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm l-ợng thép tối thiểu:

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} \geq 0.03 \frac{f_c'}{f_y}$$

$$\rho = \frac{1,000}{1.152} = 6,58.10^{-3} > 0,03 \frac{30}{400} = 2,3.10^{-3}$$

\Rightarrow Đảm bảo điều kiện

+ Kiểm tra hàm l-ợng CT phân bố:

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\% \quad \text{CT tính toán}$$

Trong đó S_c là chiều dài có hiệu của nhịp bản = $S - b_{\text{S-ôn DC}} = 2400 - 200 = 2200 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{2200}} = 82\% \text{. Dừng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67.1,00 = 0,67 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc bên dưới dùng N^o 10a 150 (mm)

Có $A_s = 0,75 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Kiểm tra cốt thép chịu mômen âm

Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa

$$a = \frac{A'_s f_y}{0.85 f'_c b} \leq 0.42 \beta_1$$

$$+b = 1 \text{ mm} ; \beta_1 = 0,836$$

$$a = \frac{1,000.400}{0,85.30.1} = 15,68 < 0,42.0,836.147 = 48,1 \text{ (mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu

+Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho = \frac{1,000}{1.147} = 6,8.10^{-3} > 0,03. \frac{30}{400} = 2,3.10^{-3}$$

+ Kiểm tra hàm l- ượng CT phân bố:

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\% \text{ CT tính toán}$$

Trong đó S_c là chiều dài có hiệu của nhịp bản = $S - b_{s- ờn DC} = 2400 - 200 = 2200 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{2200}} = 82\%. \text{ Dừng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67.1 = 0,67 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc bên trên dùng N^o 10a 150 (mm)

C ó $A_s = 0,75 \text{ (mm}^2\text{)}$

2.2- Kiểm tra c- ờng độ theo mômen:

Phải kiểm tra cả biên trên và biên d- ưới của BMC

Lấy mômen với tâm vùng nén của BMC

Công thức kiểm tra:

$$\phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq M_u \quad \text{Với } \phi = 0.9$$

$$M_n = 0,9.1,00.400. \left(152 - \frac{15,68}{2}\right) = 48297,6 \text{ (N.mm)}$$

$$M_u = 39552,26 \text{ (N.mm)}$$

$$\Rightarrow M_n = 48297,6 \text{ (N.mm)} > M_u = 39552,26 \text{ (N.mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu.

2.3- Kiểm tra nứt:

+ Kiểm tra cho momen dương :

Nút đ-ợc kiểm tra bằng cách giới hạn ứng suất kéo trong cốt thép d-ới tác dụng của tải trọng sử dụng f_s , nhỏ hơn ứng suất kéo cho phép f_{sa}

$$f_s \leq f_{sa} \leq 0.6 f_y$$

Trong đó:

$$* f_s = n \frac{M}{I_{CT}} \times y$$

(Ứng suất kéo trong cốt thép ; Để tính ứng suất kéo trong cốt thép dùng momen theo TTGHSD với $y = 7$)

$$- n = \frac{E_s}{E_c} \text{ (Hệ số quy đổi từ thép sang BT)}$$

Môđun đàn hồi của cốt thép $E_s = 2.10^5 \text{ MPa}$

Môđun đàn hồi của bê tông $E_c = 0.043 \gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$

Trong đó $\gamma_c = 2400 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$; $f'_c = 30$

$$\Rightarrow E_c = 0.043.2400^{1.5} \cdot \sqrt{30} = 27691,465 \text{ (Mpa)}$$

$$- n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{27691,465} = 7,2 \Rightarrow \text{chọn } n = 7 \text{ (Hệ số quy đổi từ thép sang BT)}$$

- M: Mômen uốn tính theo TTGH SD

$$M = M_{WS} + M_{W0} + M_{pb} + M_{WDW} + 1.25M_{LL}$$

- I_{CT} : Mômen quán tính của tiết diện nứt (Tính theo ĐTHH tiết diện nứt)

+ Giả thiết $x < d'$

$$d = 152 \text{ (mm)} ; b = 1 \text{ (mm)} ; h_f = H_b - 15 = 200 - 15 = 185 \text{ (mm)}$$

Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

$$0.5bx^2 = n A'_s (d' - x) + n A_s (d - x) \quad (1)$$

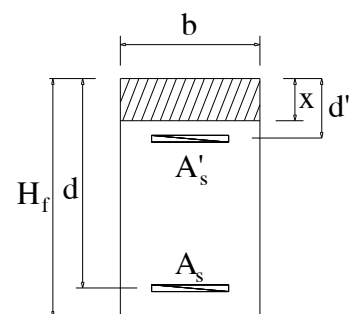
Giải pt tìm x.

$$(1) \Leftrightarrow 0,5.1.x^2 = 7.1.(38-x) + 7.1.(152-x)$$

$$\Rightarrow x_1 = 37,2 < d' = 38 \text{ (T/M)}$$

$$x_2 = -66,32 < 0 \text{ (loại)}$$

$$\rightarrow I_{CT} = \frac{bx^3}{3} + n A'_s (d' - x)^2 + n A_s (d - x)^2$$



$$\rightarrow I_{CT} = \frac{1.37,2^3}{3} + 7. 1.(38 - 37,2)^2 + 7. 1.(152 - 37,2)^2$$

$$\rightarrow I_{CT} = 94045,3 \text{ (mm}^4\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo :

$$f_s = n. \frac{M}{I_{CT}}.y$$

Trong đó :

- M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

- y = d - x = 152 - 37,2 = 104,8 (mm)

$$\Rightarrow f_s = 7. \frac{22005,96}{94045,3} 104,8 = 171,17 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

$$f_{scl} = \frac{Z}{d_c.A^{\frac{1}{3}}}$$

Trong đó :

- Z : Tham số chiều rộng của vết nứt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt.

$$Z=23000 \text{ (N/mm)}$$

- d_c : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất. d = 33 mm

- A : Diện tích bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chịu kéo

$$A = 2 d_c .S \text{ với } S = 200(\text{mm}) - \text{b- ốc thép}$$

$$\Rightarrow A = 2.33.200 = 13200 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow f_{sa} = \frac{23000}{(33.13200)^{1/3}} = 303,41 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{Lại có : } 0,6f_y = 0,6.400 = 240(\text{Mpa})$$

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s \leq f_{sa} \leq 0.6 f_y$

$$f_s = 171,17 < f_{sa} = 303,41 > 0,6 f_y = 240 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{lấy } f_{sa} = 0.6 f_y = 0,6.400 = 240 \text{ (Mpa)} > f_s = 165,40 \text{ (Mpa)}$$

\Rightarrow Đạt

+ Kiểm tra cho mômen âm :

- Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

Tương tự phần trên ta có phương trình:

$$(\text{v ới } x > d')$$

$$0.5bx^2 + (n - 1) A_s'(x - d') = nA_s(d - x)$$

$$0,5.1. x^2 + 6. 1.(x - 33) = 7. 1.(147 - x)$$

$$0,5 x^2 + 13x - 1190 = 0$$

Giải phương trình tìm được $x = 36,75 > d' = 33 \Rightarrow (T/M)$

$$\begin{aligned} \rightarrow I_{CT} &= \frac{bx^3}{3} + (n - 1) A_s'(x - d')^2 + nA_s(d - x)^2 \\ &= \frac{1.36,75^3}{3} + 6.1.(36,75 - 33)^2 + 7.1.(147 - 36,75)^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow I_{CT} = 101714,2 \text{ (mm}^4\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo :

$$f_s = n. \frac{M}{I_{CT}}.y$$

Trong đó :

- M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

- y = d - x = 147 - 36,75 = 110,25 (mm)

$$\Rightarrow f_s = 7. \frac{27702,57}{101714,2} .110,25 = 210,19 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

$$f_{scl} = \frac{Z}{d_c.A^{\frac{1}{3}}}$$

Trong đó :

- z : Tham số chiều rộng của vết nứt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt.

$$z = 23000 \text{ (N/mm)}$$

- d_c : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất. d = 38 mm

- A : Diện tích bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chịu kéo

$$A = 2 d_c .S \text{ với } S = 200(\text{mm}) - \text{b-ớc thép}$$

$$\Rightarrow A = 2.38.200 = 15200 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow f_{sa} = \frac{23000}{38.15200^{\frac{1}{3}}} = 276,17 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{Lại có : } 0,6f_y = 0,6.400 = 240 \text{ (Mpa)}$$

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s \leq f_{sa} \leq 0.6 f_y$

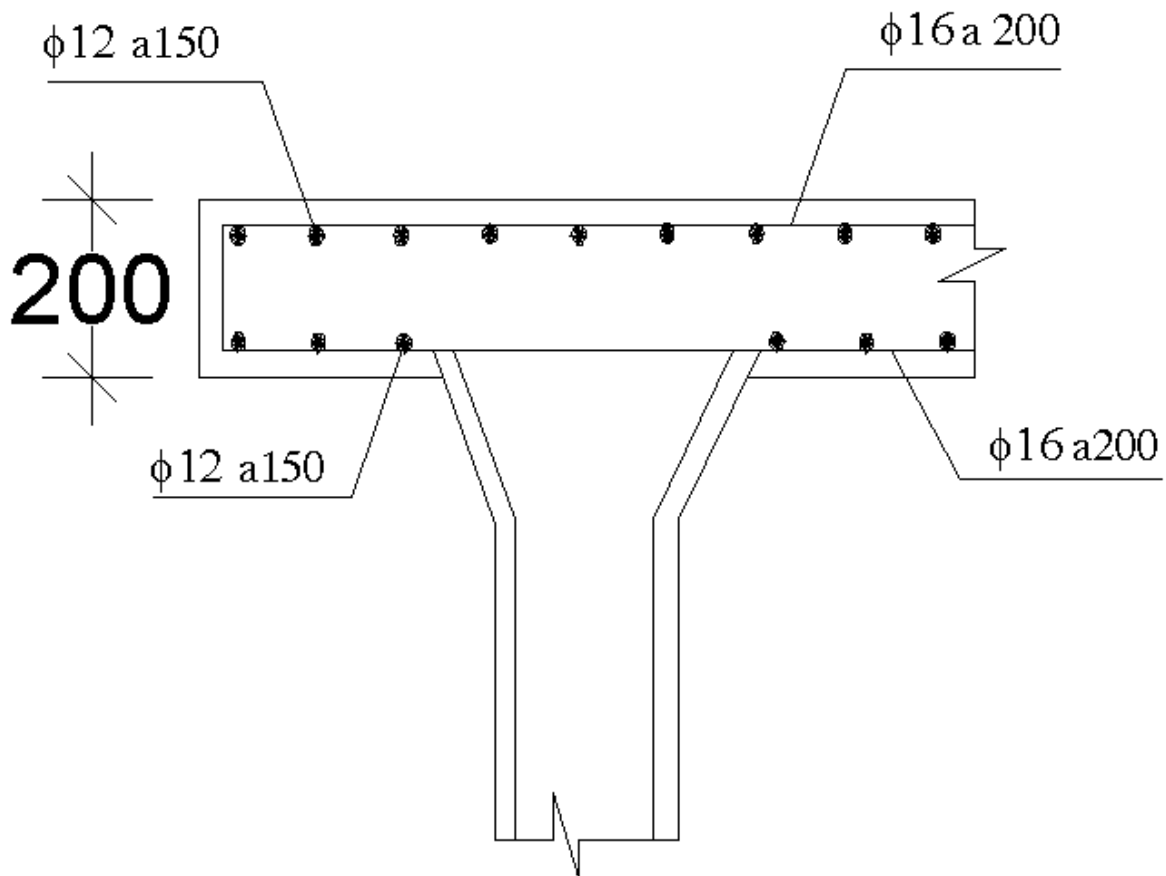
$$f_s = 210,19 < f_{sa} = 276,17 > 0,6 f_y = 240 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{lấy } f_{sa} = 0,6 f_y = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ (Mpa)} > f_s = 206,98 \text{ (Mpa)}$$

⇒ Đạt

3, Bố trí cốt thép:

- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (+) ta dùng $\varnothing 16$ a 200.
- Đối với cốt thép ngang bên trên chịu mômen (-) ta dùng $\varnothing 16$ a 200.
- Đối với cốt thép dọc bên dưới ta dùng $\varnothing 12$ a 150
- Đối với cốt thép dọc bên trên ta dùng $\varnothing 12$ a 150



CHƯƠNG II : TÍNH TOÁN NỘI LỰC DẦM CHỦ

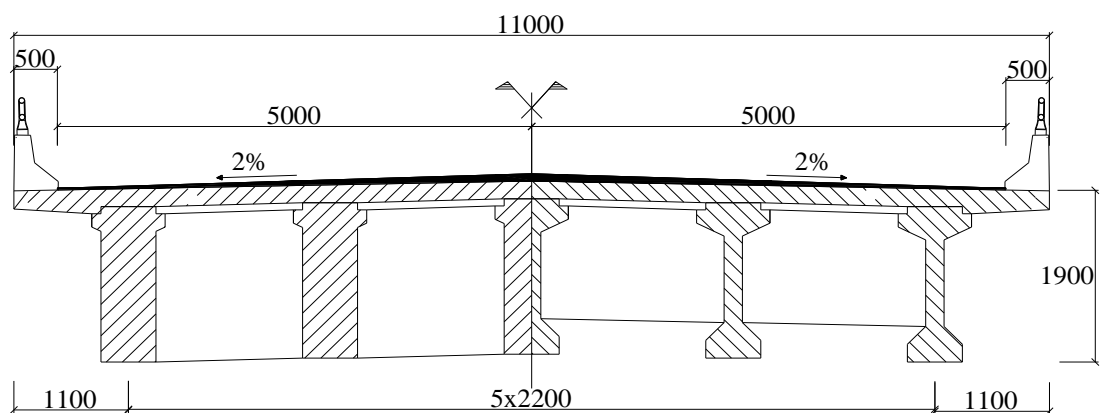
2.1. Tính nội lực dầm chủ:

Dầm chủ là dầm bê tông dự ứng lực tiết diện liên hợp căng sau, khi tính nội lực chỉ tính cho 1 dầm bất lợi nhất, các dầm khác thiết kế theo dầm đó.

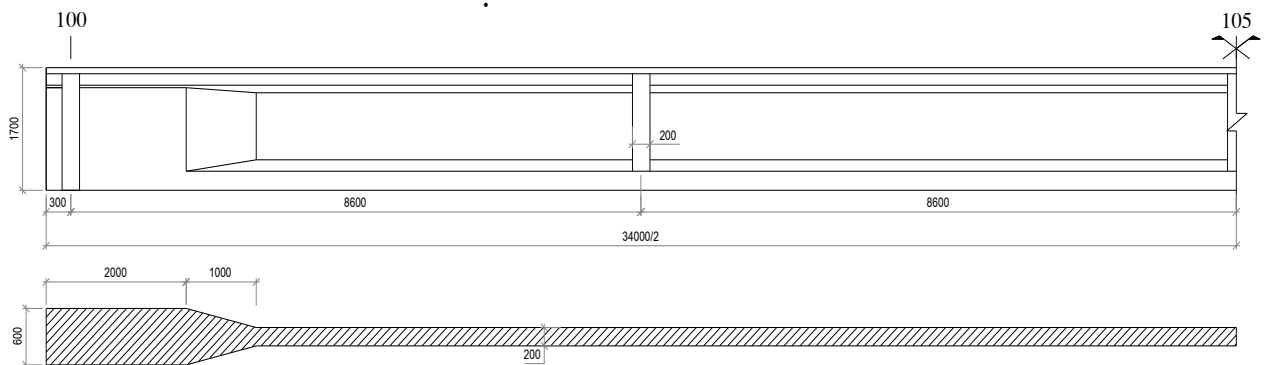
MẶT CẮT NGANG DẦM

1/2 MẶT CẮT TRÊN TRỤ

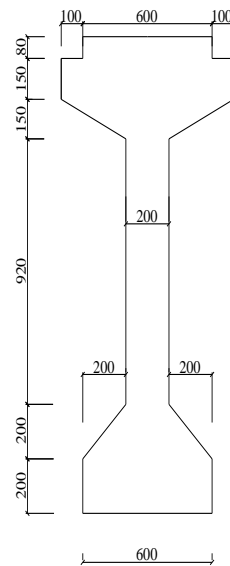
1/2 MẶT CẮT GIỮA NHỊP



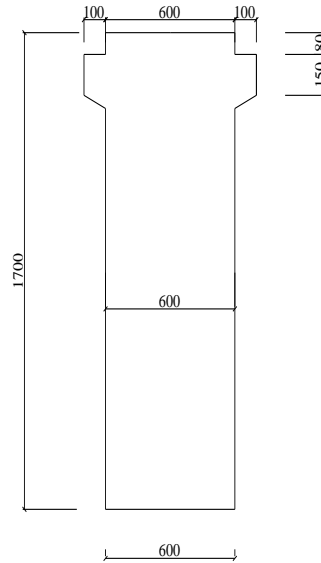
MẶT CẮT 1/2 DẦM CHỦ



MẶT CẮT- 100



MẶT CẮT- 105



$$H = 1,90\text{m}$$

$$H_b = 0,2\text{m}$$

$$b_w = 0,2\text{m}$$

2.1.1. Tính tải cho 1 dầm:

2.1.1.1. Tính tải giai đoạn 1 (g_1) - (giai đoạn căng kéo cốt thép DU'L):

$$H = \frac{1}{18} \cdot L = \frac{1}{18} \cdot 34 = 1,9(\text{m}) \rightarrow \text{Chọn } H = 1,9(\text{m}) ; H_b = 0,2(\text{m})$$

$$A_{105} = [(H - H_b)b_w + (0,6 - b_w)0,2 + (0,6 - b_w)0,2/2 + (0,6 - b_w)0,08 + (0,8 - b_w)0,15 + (0,8 - b_w)0,15/2] (\text{m}^2)$$

$$A_{105} = [(1,9 - 0,2) \cdot 0,2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,2/2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 + (0,8 - 0,2) \cdot 0,15 + (0,8 - 0,2) \cdot 0,15/2] = 0,63(\text{m}^2)$$

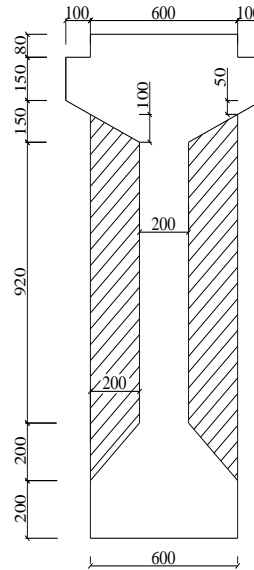
$$A_{105} = 0,63 (\text{m}^2)$$

$$A_{100} = (H - H_b)0,6 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,05 \cdot 0,1 (\text{m}^2)$$

$$= (1,9 - 0,2) \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,05 \cdot 0,1$$

$$A_{100} = 1,06(\text{m}^2)$$

+ Phần đổ liên với dầm chủ: (g_{dn}^o)



$$g_{dn}^o = \frac{\gamma_c \cdot (0,92 + 1,220) \cdot 0,2 \cdot 0,2}{l_1}$$

$$\rightarrow g_{dn}^o = \frac{24 \cdot (0,92 + 1,22) \cdot 0,2 \cdot 0,2}{8,50} = 0,24 \text{ (kN/m)}$$

$$\Rightarrow g_1 = [A_{105} \cdot (34 - 2 \cdot (2 + 1)) + A_{100} \cdot 2,2 + \frac{A_{100} + A_{105}}{2} \cdot 2,1] \cdot \frac{\gamma_c}{35} + g_{dn}^o$$

$$\Rightarrow g_1 = [0,63 \cdot (34 - 2 \cdot (2 + 1)) + 1,06 \cdot 2,2 + \frac{1,06 + 0,63}{2} \cdot 2,1] \cdot \frac{24}{34} + 0,24$$

$$g_1 = 16,88 \text{ (kN/m)}$$

2.1.1.2-Tính tải giai đoạn 2 (khi đổ bản mặt cầu): (g_2)

1. Trọng lượng bản: $g_b = S \cdot h_b \cdot \gamma_c = 2,2 \cdot 0,2 \cdot 24 = 10,56 \text{ (kN/m)}$

2. Trọng lượng tấm đan:

$G_{td} = (S - 0,6) \cdot 0,08 \cdot \gamma_c = (2,2 - 0,6) \cdot 0,08 \cdot 24 = 3,07 \text{ (kN/m)}$

3. Trọng lượng dầm ngang đổ tại chỗ: $g_{dn} = \frac{(S - 0,6) \cdot (1,7 - 0,3) \cdot 0,2 \cdot \gamma_c}{8,50}$

$$g_{dn} = \frac{(2,2 - 0,6) \cdot (1,7 - 0,3) \cdot 0,2 \cdot 24}{8,50} = 1,26 \text{ (kN/m)}$$

$$\Rightarrow g_2 = g_b + g_{td} + g_{dn} = 10,56 + 3,07 + 1,26 = 14,89 \text{ (kN/m)}$$

2.1.1.3.Tính tải giai đoạn 3 (khai thác): (g_3)

1. Lan can, tay vịn: (trực tiếp)

$$g_{lc} = 4,84 \cdot 2/5 = 1,94 \text{ (kN/m)}$$

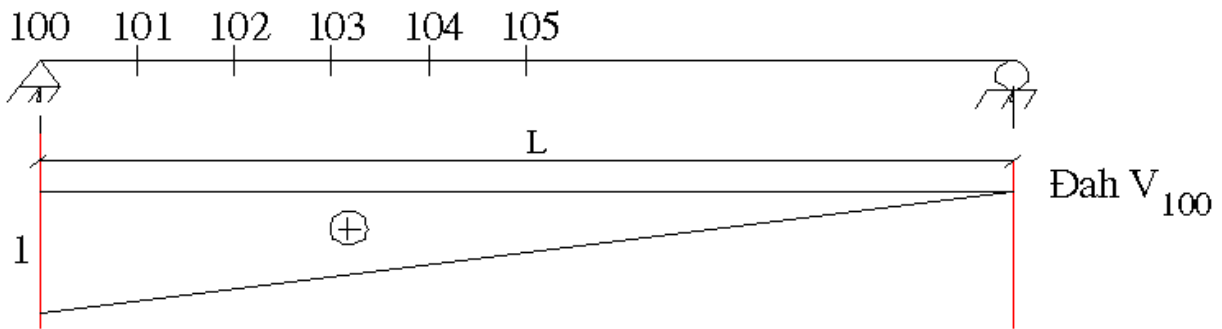
2. Lớp phủ: $g_{lp}=2,684.7/5=3,75$ (kN/m)

$\Rightarrow g_3 = g_{lc} + g_{lp} = 5,69$ (kN/m)

2.2. Vẽ đường ảnh hưởng M và V:

a, Vẽ đường ảnh hưởng M và V: tại các tiết diện: 100, 101, 102, 103, 104, 105:

- Tại tiết diện 100: $x = L/1 = 34,4$ (m)

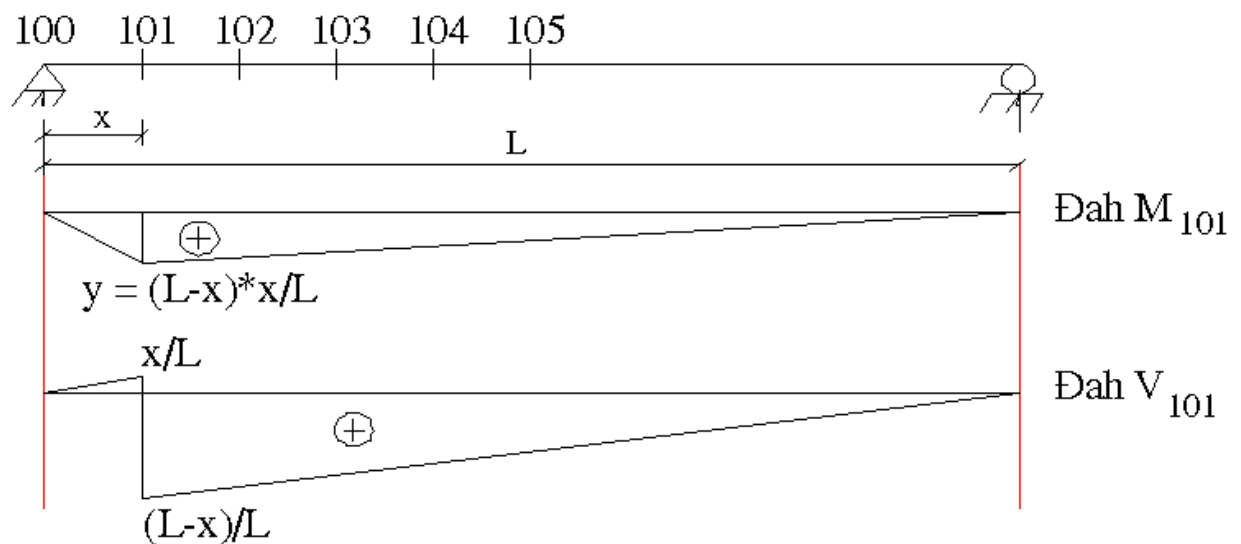


$$\omega_{M_{100}} = 0$$

$$\omega_{+V_{100}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot 1 = \frac{33,4}{2} = 16,7 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\omega_{-V_{100}} = 0$$

- Tại tiết diện 101: $x = L/10 = 3,34$ (m)



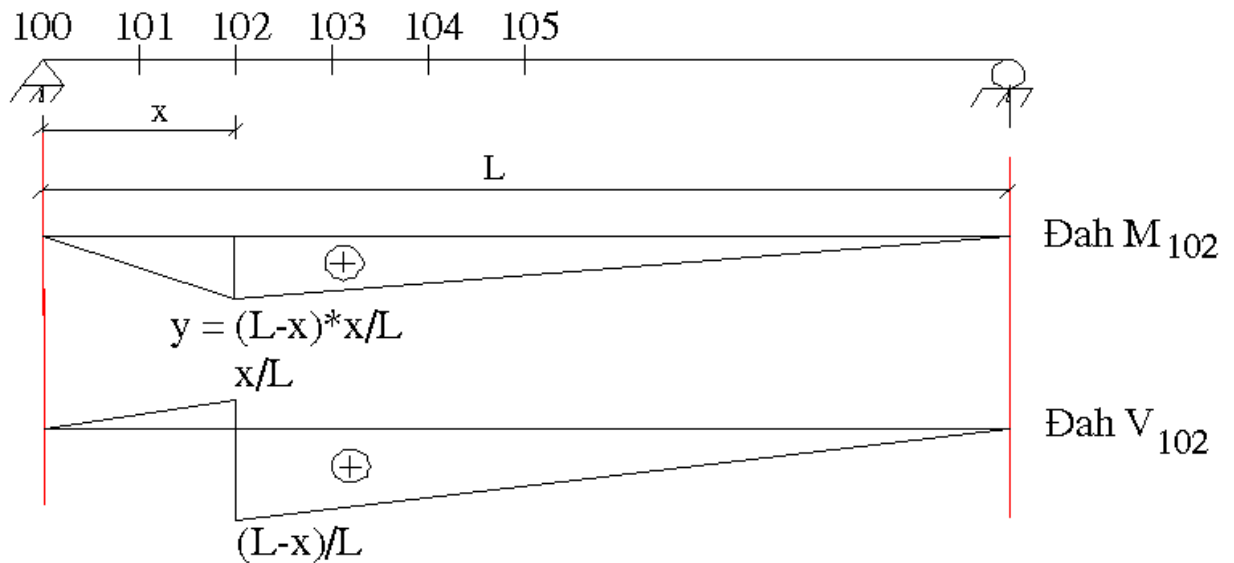
$$\omega_{M_{101}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{33,4-3,34}{33,4} \cdot 3,34 \cdot \frac{33,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_2} = 50,2$$

$$\omega_{+V_{101}} = \frac{(L-x)^2}{2L} = \frac{(33,4-3,34)^2}{2 \cdot 33,4} = 13,5$$

$$\omega - v_{101} = \frac{x^2}{2L} = \frac{3,34^2}{2 \cdot 33,4} = 0,17$$

-Tại tiết diện 102 : $x=L/5 = 6,68$ (m)



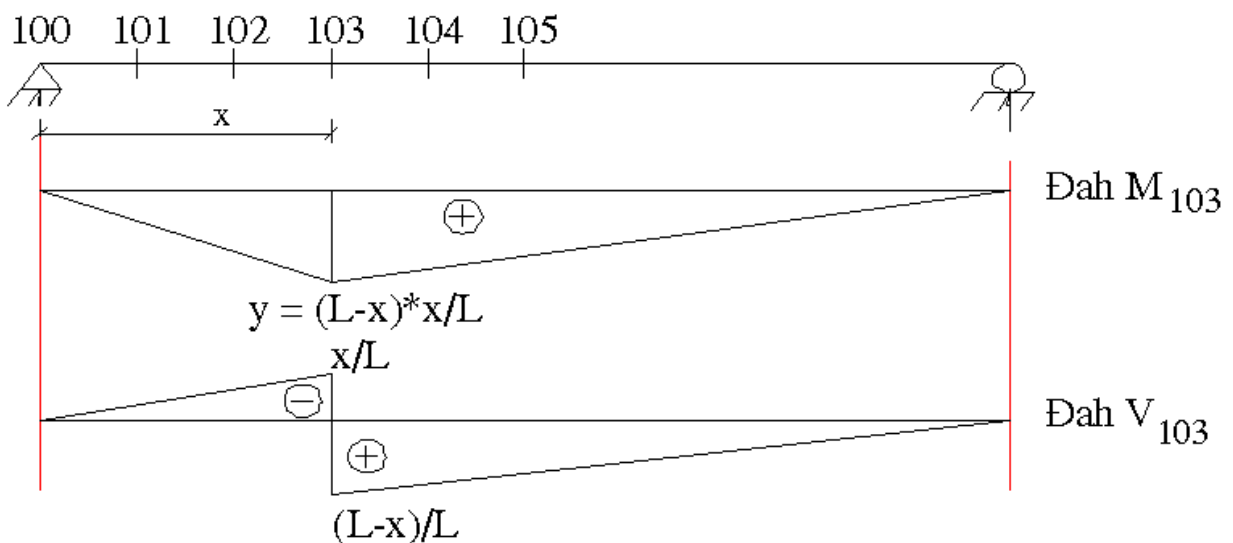
$$\omega_{M_{102}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{33,4-6,68}{33,4} \cdot 6,68 \cdot \frac{33,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{102}} = 89,2$$

$$\omega_{+v_{102}} = \frac{L-x}{2L} = \frac{(33,4-6,68)^2}{2 \cdot 33,4} = 10,688$$

$$\omega_{-v_{102}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{6,68^2}{2 \cdot 33,4} = 0,668$$

-Tại tiết diện 103 : $x=\frac{3L}{10} = 10,02$ (m)



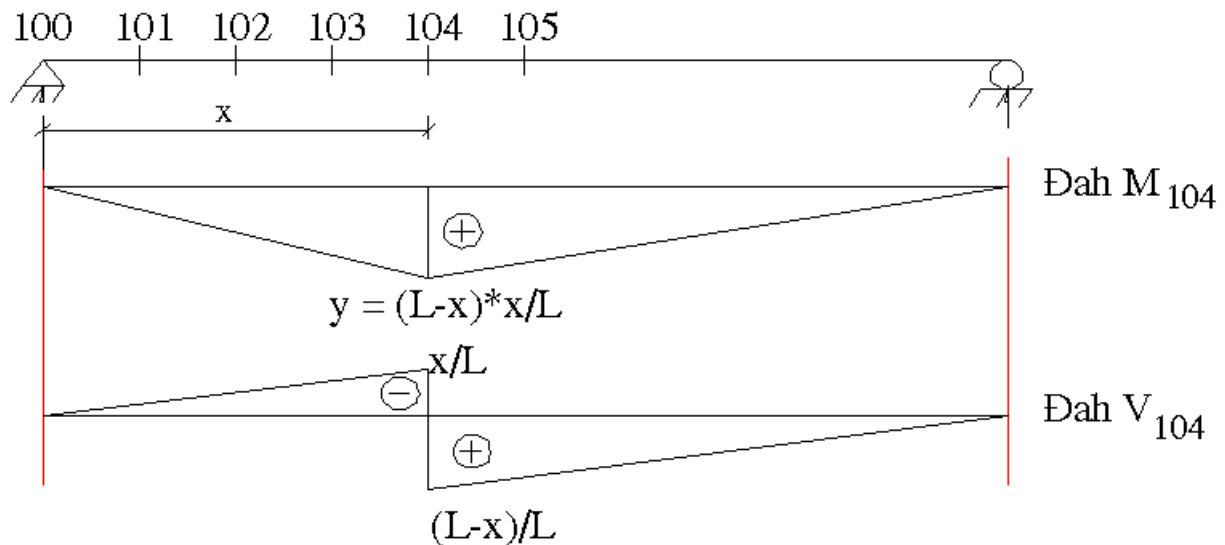
$$\omega_{M_{103}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{33,4-10,02}{33,4} \cdot 10,02 \cdot \frac{33,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{103}} = 117$$

$$\omega +_{V_{103}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{(33,4-10,02)^2}{2.33,4} = 8,18$$

$$\omega -_{V_{103}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{10,02^2}{2.33,4} = 1,5$$

$$\text{-Tại tiết diện 104 : } x = \frac{2L}{5} = 13,36 \text{ (m)}$$



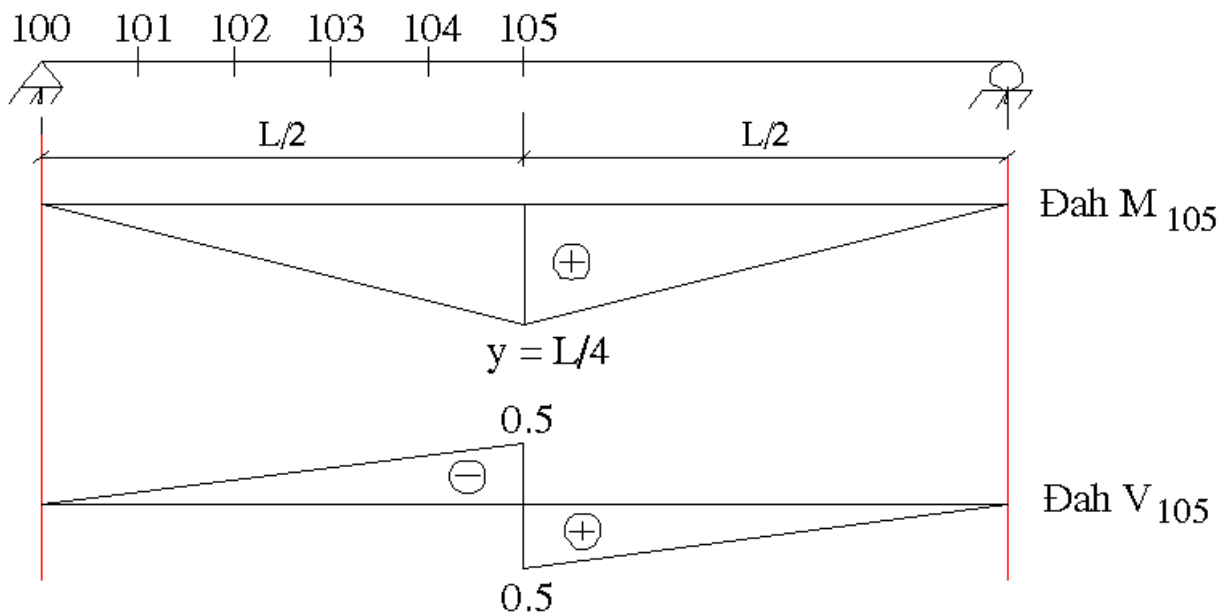
$$\omega_{M_{104}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{33,4-13,36}{33,4} \cdot 13,36 \cdot \frac{33,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{104}} = 133,86$$

$$\omega +_{V_{104}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{(33,4-13,36)^2}{2.33,4} = 6$$

$$\omega -_{V_{104}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{13,36^2}{2.33,4} = 2,67$$

-Tại tiết diện 105 $\frac{L}{2} = 16,7$ (m)



$$\omega_{M_{105}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{33,4-16,7}{33,4} \cdot 16,7 \cdot \frac{33,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{105}} = 139,45$$

$$\omega_{+V_{105}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{(33,4-16,7)^2}{2 \cdot 33,4} = 4,175$$

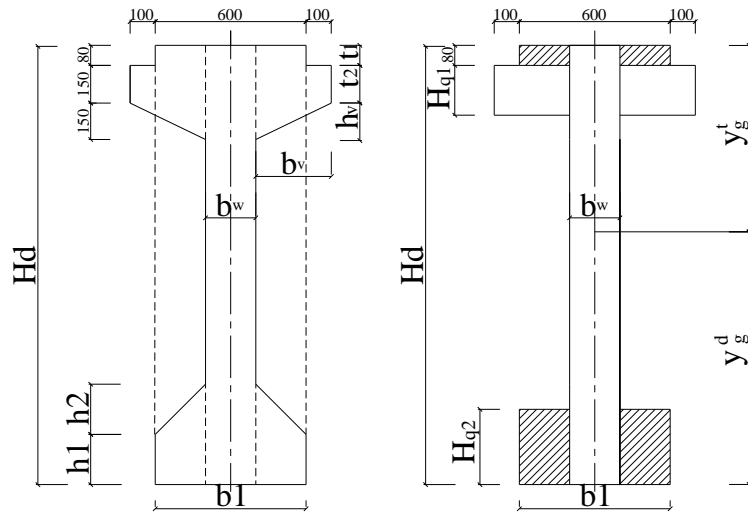
$$\omega_{-V_{105}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{16,7^2}{2 \cdot 33,4} = 4,175$$

2.3. Lập bảng tính nội lực tĩnh tải (không có hệ số):

	Tĩnh tải (KN/m)				Mômen (KN/m)					Lực cắt (KN)						
	g_1	g_2	g_{lc}	g_{lp}	ω_M	M_1	M_2	M_{lc}	M_{lp}	ω_-	ω_+	$\Sigma \omega$	V_1	V_2	V_{lc}	V_{lp}
100	16,88	14,89	1,94	3,75	0	0	0	0	0	0	16,7	16,7	282	249	32	63
101					50,2	847,38	747,5	97,39	188,25	0,17	13,5	13,33	225	198	25	50
102					89,2	1505,7	1328,2	173,1	334,5	0,67	10,69	10,02	169	149	19	38
103					117	1974,9	1742	226,9	438,7	1,5	8,18	6,68	113	100	13	25
104					133,86	2259,5	1993	259,7	502	2,67	6	3,33	56,2	50	6	12
105					139,45	2353,9	2076,4	270,5	523	4,18	4,18	0	0	0	0	0

2.4. Tính hệ số phân phối mômen và hệ số phân phối lực cắt:

2.4.1-Đặc tr- ng hình học tác dụng phân đúc sẵn :



$$+ H_{q1} = 150 + \frac{h_v}{2} = 150 + \frac{150}{2} = 225 \text{ mm}$$

$$+ H_{q2} = h_1 + \frac{h_2}{2} = 200 + \frac{200}{2} = 300 \text{ mm}$$

$$+ A_g = b_v \cdot H_d + (0,6 - b_w) \cdot 0,08 + b_w \cdot H_{q1} \cdot 2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2}$$

$$A_g = 0,2 \cdot 1,7 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 + 0,2 \cdot 0,225 \cdot 2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,3$$

$$A_g = 0,582 \text{ m}^2$$

+ Mômen tĩnh với đáy: S_{gd}

$$S_{gd} = b_w \cdot \frac{H_d^2}{2} + (b_1 - b_w) \cdot 0,08 \cdot (H_d - \frac{0,08}{2}) + 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (H_d - 0,08 - \frac{H_{q1}}{2}) + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^2}{2}$$

$$S_{gd} = 0,2 \cdot \frac{1,7^2}{2} + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 \cdot (1,7 - \frac{0,08}{2}) + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,225 \cdot (1,7 - 0,08 - \frac{0,225}{2}) +$$

$$+ (0,6 - 0,2) \cdot \frac{0,3^2}{2}$$

$$S_{gd} = 0,737 \text{ m}^3$$

*) Mô men quán tính: I_g

$$+ y_g^d = \frac{S_{gd}}{A_g} = \frac{0,737}{0,592} = 1,24 \text{ m}$$

$$+ y_g^t = H_d - y_g^d = 0,51 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 + I_g &= b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_{dg} - \frac{H_d}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_{tg} - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + \\
 &\quad + 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_{tg} - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_{dg} - \frac{H_{q2}}{2})^2 \\
 + I_g &= 0,2 \cdot \frac{1,7^3}{12} + 0,2 \cdot 1,7 \cdot (1,24 - \frac{0,225}{2})^2 + (0,6 - 0,2) \cdot \frac{0,08^3}{12} + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 \cdot (0,51 - \\
 &\quad \frac{0,08}{2})^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{0,225^3}{12} + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,225 \cdot (0,51 - 0,08 - \frac{0,225}{2})^2 + (0,6 - 0,2) \cdot \frac{0,3^3}{12} + \\
 &\quad (0,6 - 0,2) \cdot 0,3 \cdot (1,24 - \frac{0,3}{2})^2 \\
 I_g &= 0,69 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

* Tính hệ số: $K_g = n(I_g + A_g \cdot e_g^2)$

$$+ n = \frac{E_b}{E_d} \quad \text{trong đó} \quad E_b : \text{mô đun đàn hồi bê tông bản có } f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$E_d : \text{mô đun đàn hồi bê tông dầm có } f_c' = 50 \text{ Mpa}$$

$$+ E_b = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 27691 \text{ Mpa}$$

$$+ E_d = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 50^{0,5} = 35750 \text{ Mpa}$$

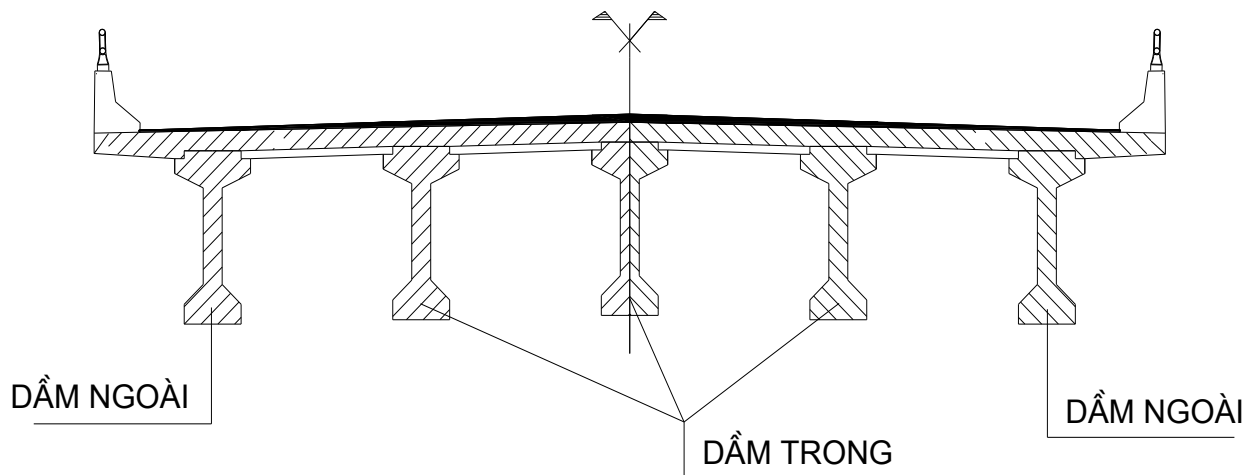
$$+ n = \frac{E_b}{E_d} = 0,774$$

$$+ e_g = y_g^t + \frac{t_s}{2} = y_g^t + \frac{h_b - 0,015}{2} = 0,51 + \frac{0,2 - 0,015}{2} = 0,6$$

* Thay vào ta có:

$$K_g = n(I_g + A_g \cdot e_g^2) = 0,774 \cdot (6,9 \cdot 10^{11} + 5,92 \cdot 10^5 \cdot 600) = 0,53 \cdot 10^{12}$$

2.4.2. Tính hệ số phân phối mô men:



1) Dầm trong:

- Một làn xe:

$$mg_M^1 = 0,06 + \left(\frac{S}{4300} \right)^{0,4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,3} \left(\frac{K_{tg}}{L * t_s^3} \right)^{0,1}$$

$$mg_M^1 = 0,06 + \left(\frac{2200}{4300} \right)^{0,4} \left(\frac{2200}{33400} \right)^{0,3} \left(\frac{0,53 \cdot 10^{12}}{33400 \cdot 185^3} \right)^{0,1} = 0,79$$

- Hai làn xe:

$$mg_M^2 = 0,075 + \left(\frac{S}{2900} \right)^{0,6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,2} \left(\frac{K_{tg}}{L * t_s^3} \right)^{0,1}$$

$$mg_M^2 = 0,075 + \left(\frac{2200}{2900} \right)^{0,6} \left(\frac{2200}{33400} \right)^{0,2} \left(\frac{0,53 \cdot 10^{12}}{33400 \cdot 185^3} \right)^{0,1} = 0,89$$

Trong đó:

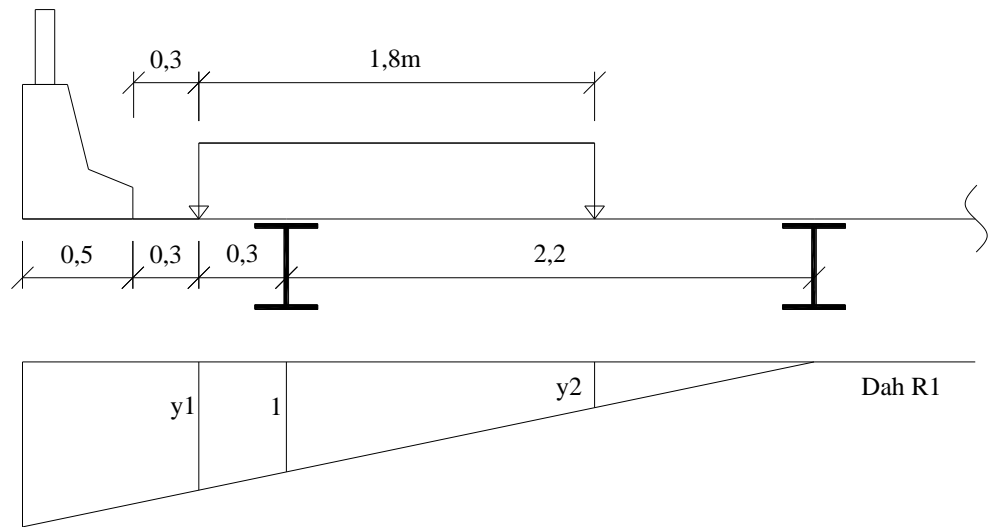
+ S (mm) khoảng cách hai dầm chủ S = 2200 (mm)

+ L = (L_D - 2 x 300) = 34000 - 600 = 33400 (mm)

+ t_s = h_b - 15 = 200 - 15 = 185 (mm)

2) Dầm ngoài:

- Một làn xe : tính theo đòn bẩy =>



$$y_1 = 1,14$$

$$y_2 = 0,32$$

$$mg_M^3 = m_L \frac{y_1 + y_2}{2} = 1,2 \cdot \frac{1,14 + 0,32}{2} = 0,88$$

- Hai làn xe : $mg_M^4 = e \cdot mg_m^2$

$$e = \frac{d_e}{2800} + 0,77 \geq 1$$

+ Với $d_e = L - 500 = 1100 - 500 = 600$ (mm)

$$e = 0,77 + \frac{600}{2800} = 1$$

$$\Rightarrow mg_M^4 = e \cdot mg_M^2 = 1 \cdot 0,89 = 0,89$$

• So sánh 4 mg_M chọn $mg_M = 0,89$

2.4.3. Tính hệ số phân phối lực cắt:

1) Dầm trong :

$$* 1 \text{ làn xe} \rightarrow mg_V^{SI} = 0,36 + \frac{S}{7600}$$

$$\rightarrow mg_V^{SI} = 0,36 + \frac{2200}{7600} = 0,65$$

$$* \geq 2 \text{ làn xe} : mg_V^{MI} = 0,2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700} \right)^2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow mg_v^{MI} &= 0.2 + \frac{2200}{3600} - \left(\frac{2200}{10700} \right)^2 \\ &= 0,77 \end{aligned}$$

2) Dầm ngoài:

- Một làn xe : tính theo nguyên tắc đòn bẩy nh- trên

$$m.g_v^{SI} = 0,88$$

- \geq Hai làn xe:

$$mg_v^{ME} = e.mg_v^{MI}$$

Với $e = 0,6 + \frac{d_e}{3000} = 0,6 + \frac{600}{3000} = 0,8$. Vì $e \geq 1$ nên ta chọn $e = 1$

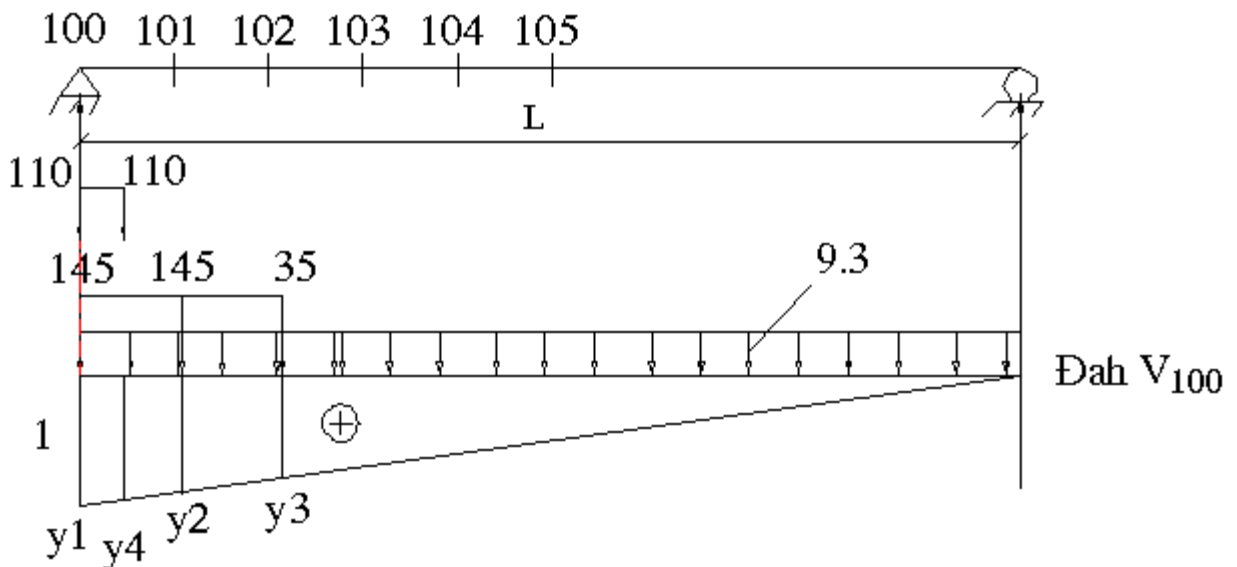
$$\Rightarrow mg_v^{ME} = 1.0,77 = 0,77$$

• So sánh chọn $mg_v = 0,88$

2.5.Tính mô men và lực cắt do hoạt tải:(có hệ số PPN):

Vẽ đồ ảnh hưởng và tính giá trị M và V tại các tiết diện: 100, 101, 102, 103, 104,105:

2.5.1.Tiết diện 100 (Chỉ có lực cắt):



$$+) y_1 = 1$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 4,3}{33,4} = 0,87$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 2,4,3}{33,4} = 0,75$$

$$+) y_4 = \frac{34,4 - 1,2}{34,4} = 0,96$$

+ Lực cắt do xe 3 trục : $V_{100}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3].mg_v$ (KN)

$$= [145.(1 + 0,87) + 35.0,75].0,88$$

$$\Rightarrow V_{100}^{Tr} = 262 \text{ (KN)}$$

+ Lực cắt do xe 2 trục : $V_{100}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4).mg_v$ (KNm)

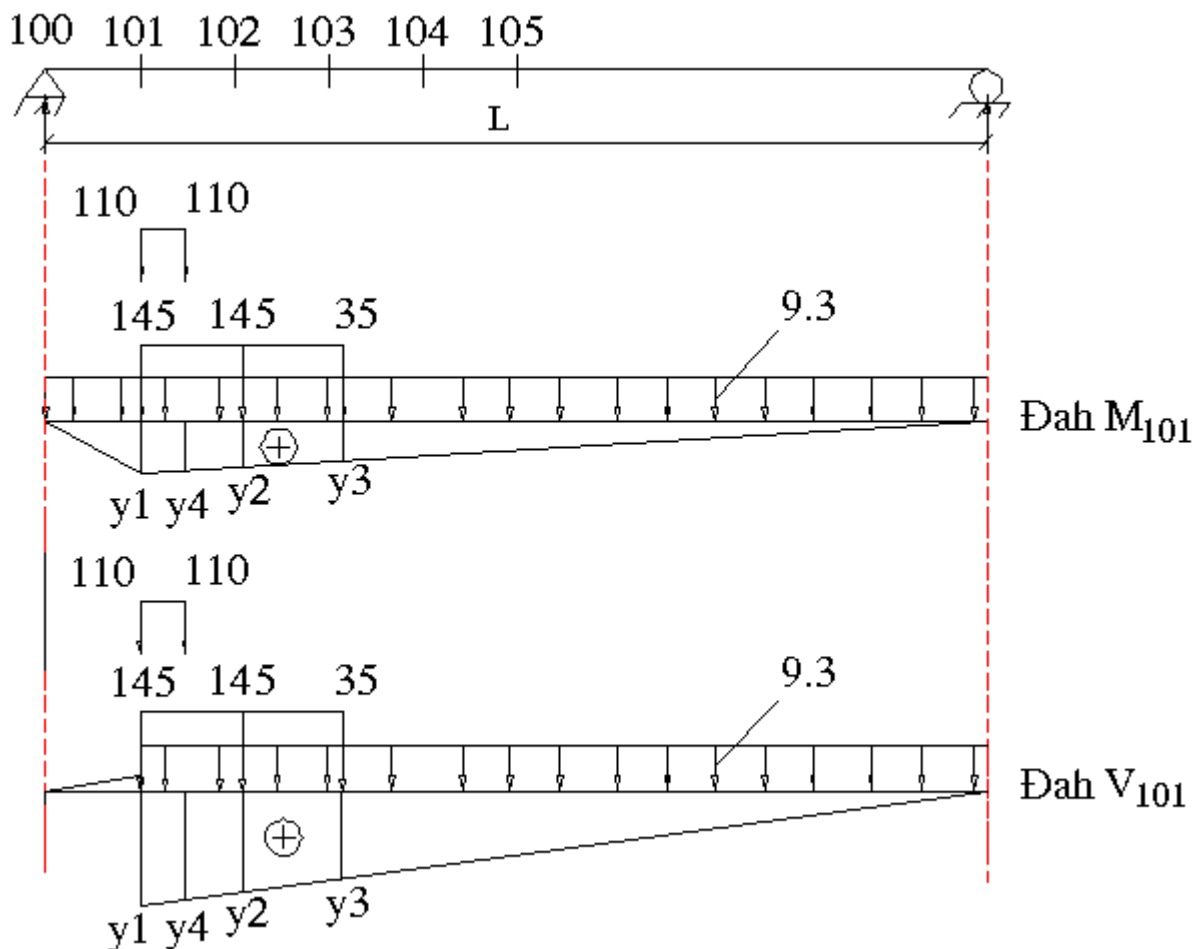
$$\Rightarrow V_{100}^{Ta} = 110.(1 + 0,96).0,88$$

$$= 190 \text{ (KNm)}$$

+ Lực cắt do tải trọng Làn: $V_{100}^{Ln} = 9,3 \omega .mg_v$ (KN)

$$\Rightarrow V_{100}^{Ln} = 9,3 \times 0,5 \times 1 \times 33,4 \times 0,88 = 137 \text{ (KN)}$$

2.5.2. Tiết diện 101 (Có cả M&V) tại $L/10 = 3,34\text{m}$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 3,34}{33,4} . 3,34 = 3$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 3,34 - 4,3}{33,4} \cdot 3,34 = 2,57$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 3,34 - 2,4,3}{33,4} \cdot 3,34 = 2,15$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 3,34 - 1,2}{33,4} \cdot 3,34 = 2,88$$

+ Mômen do xe 3 trục : $M_{101}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$

$$= [145.(3 + 2,57) + 35.2,15] \cdot 0,89$$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 786 \text{ (KNm)}$$

+ Mômen do xe 2 trục: $M_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 110.(3 + 2,88) \cdot 0,89$$

$$= 576 \text{ (KNm)}$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_{101}^{Ln} = 9.3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_{101}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 3 \cdot 3,4 \cdot 3 \cdot 0,89 = 415 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 3,34}{33,4} = 0,9$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 3,34 - 4,3}{33,4} = 0,77$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 3,34 - 2,4,3}{33,4} = 0,65$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 3,34 - 1,2}{33,4} = 0,86$$

+ Do xe 3 trục : $V_{101}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)}$

$$= [145.(0,9 + 0,77) + 35.0,65] \cdot 0,88$$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 233 \text{ (KN)}$$

+ Do xe 2 trục: $V_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V \text{ (KN)}$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 110.(0,9 + 0,86) \cdot 0,88$$

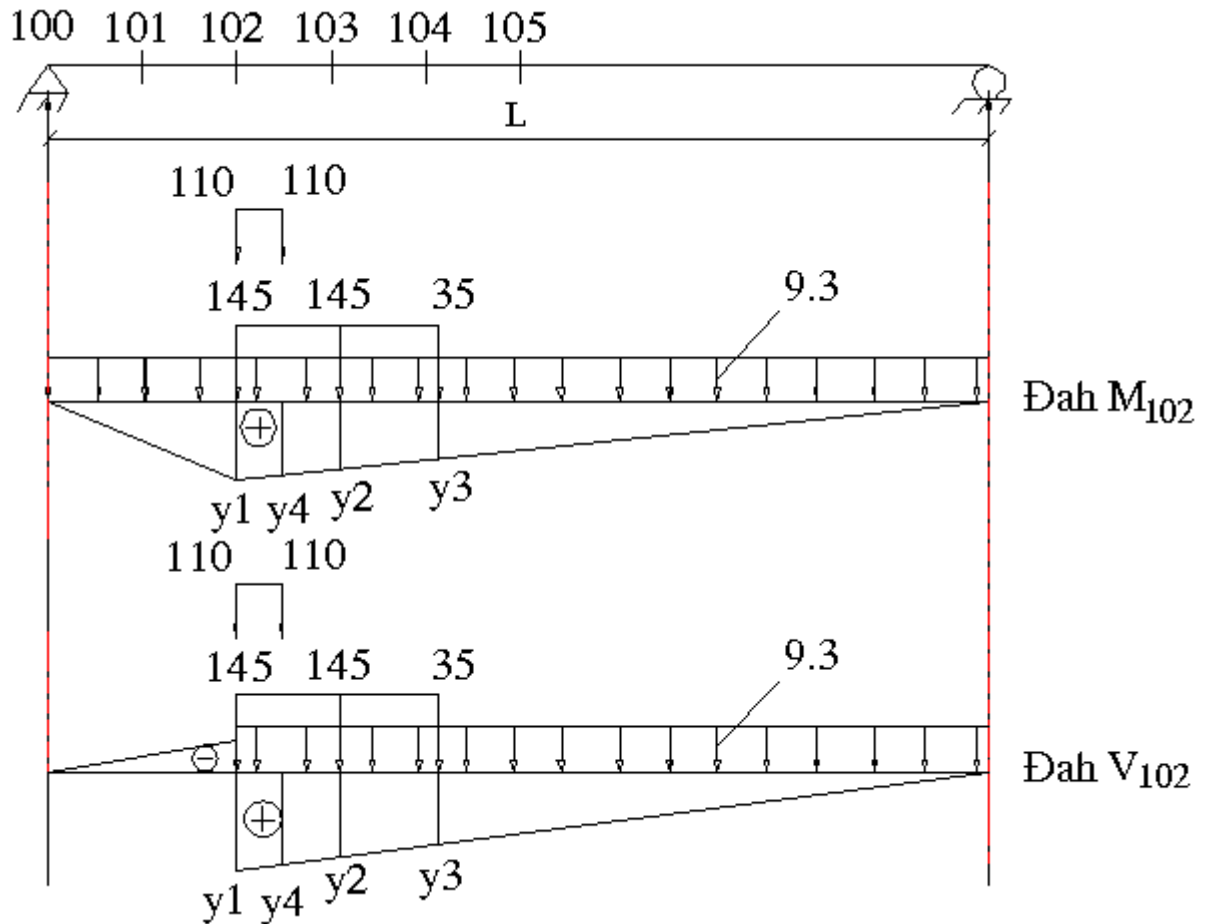
$$= 170,4 \text{ (KN)}$$

+ Do tải trọng Làn: $V_{101}^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ mg}_V \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{101}^{L_1} = \frac{1}{2} \times 9,3 \times 0,9 \times (33,4 - 3,34) \times 0,88$$

$$= 111(\text{KN})$$

2.5.3. Tiết diện 102 tại $L/5 = 6,68\text{m}$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 6,68}{33,4} \cdot 6,68 = 5,34$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 6,68 - 4,3}{33,4} \cdot 6,68 = 4,48$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 6,68 - 2,4,3}{33,4} \cdot 6,68 = 3,62$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 6,68 - 1,2}{33,4} \cdot 6,68 = 5,1$$

$$+ \text{ Mômen do xe 3 trục : } M_{102}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \cdot mg_M \quad (\text{KNm})$$

$$= [145 \cdot (5,34 + 4,48) + 35 \cdot 3,62] \cdot 0,89$$

$$\Rightarrow M_{102}^{Tr} = 1380(\text{KNm})$$

+ Mômen do xe 2 trục: $M_{102}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_M \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_{102}^{Ta} = 110.(5,34 + 5,1).0,89$$

$$= 1022 \text{ (KNm)}$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_{102}^{Ln} = 9.3 \omega_M m g_M \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_{102}^{Ln} = \frac{1}{2} .9.3.33,4.5,34.0,89 = 738 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 6,68}{33,4} = 0,8$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 6,68 - 4,3}{33,4} = 0,67$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 6,68 - 2.4,3}{33,4} = 0,542$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 6,68 - 1,2}{33,4} = 0,76$$

+ Do xe 3 trục : $V_{102}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] m g_V \text{ (KN)}$

$$= [145.(0,8 + 0,67) + 35.0,542].0,88$$

$$\Rightarrow V_{102}^{Tr} = 204.3 \text{ (KN)}$$

+ Do xe 2 trục: $V_{102}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_V \text{ (KN)}$

$$\Rightarrow V_{102}^{Ta} = 110.(0,8 + 0,76).0,88$$

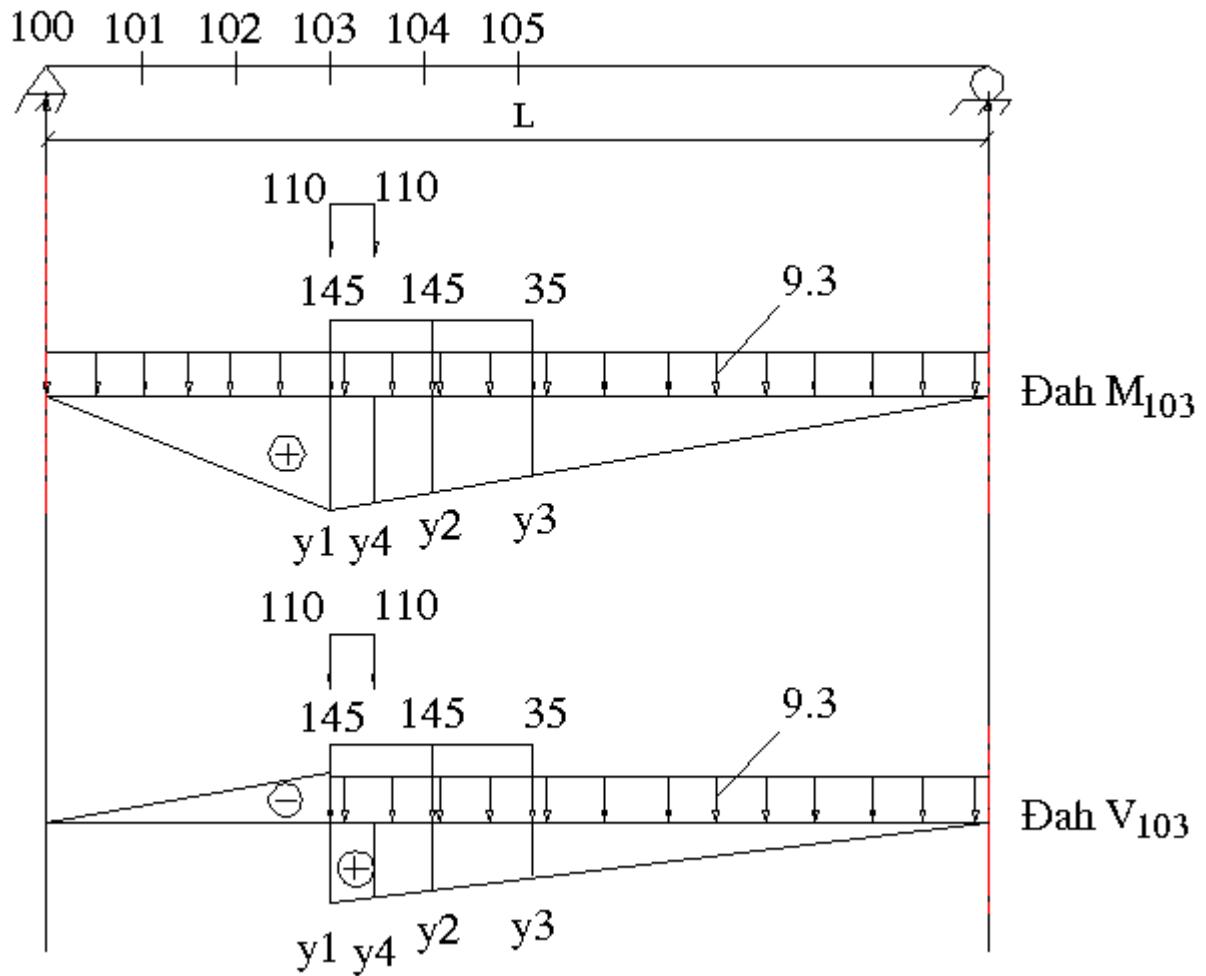
$$= 151 \text{ (KN)}$$

+ Do tải trọng Làn: $V_{102}^{Ln} = 9,3 \omega_V^+ m g_V \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{102}^{Ln} = \frac{1}{2} .9.3.0,8.(33,4 - 6,68).0,88$$

$$= 87.5 \text{ (KN)}$$

2.5.4. Tiết diện 103 tại vị trí $3L/10 = 10,02 \text{ m}$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 10,02}{33,4} \cdot 10,02 = 7,01$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 10,02 - 4,3}{33,4} \cdot 10,02 = 5,72$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 10,02 - 2,4,3}{33,4} \cdot 10,02 = 4,43$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 10,02 - 1,2}{33,4} \cdot 10,02 = 6,65$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trực : } M_{103}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (7,01 + 5,72) + 35 \cdot 4,43] \cdot 0,89 \\ \Rightarrow M_{103}^{Tr} &= 1781 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$+ \text{Mômen do xe 2 trực: } M_{103}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_{103}^{Ta} = 110.(7,01+6,65).0,89$$

$$= 1337(\text{KNm})$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_{103}^{Ln} = 9.3 \omega_M^+ \text{ mg}_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{103}^{Ln} = \frac{1}{2}.9.3.33,4.7,01.0,89$$

$$= 969(\text{KNm})$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{33,4-10,02}{33,4} = 0,7$$

$$+) y_2 = \frac{33,4-10,02-4,3}{33,4} = 0,57$$

$$+) y_3 = \frac{33,4-10,02-2.4,3}{33,4} = 0,44$$

$$+) y_4 = \frac{33,4-10,02-1,2}{33,4} = 0,66$$

+ Do xe 3 trục : $V_{103}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V (\text{KN})$

$$= [145.(0,7+0,57) + 35.0,44].0,88$$

$$\Rightarrow V_{103}^{Tr} = 176 (\text{KN})$$

+ Do xe 2 trục: $V_4^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V (\text{KN})$

$$\Rightarrow V_{103}^{Ta} = 110.(0,7+0,66).0,88$$

$$= 132 (\text{KN})$$

+ Do tải trọng Làn: $V_{103}^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ mg}_V (\text{KNm})$

$$\Rightarrow V_{103}^{Ln} = \frac{1}{2}.9.3.0,7.(33,4 - 10,02).0,88$$

$$= 67(\text{KN})$$

$$= 1523,3(\text{KNm})$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_{104}^{Ln} = 9.3 \omega_M^+ \text{ mg}_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{104}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 33,4 \cdot 8,02 \cdot 0,89$$

$$= 1108,6(\text{KNm})$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{33,4 - 13,36}{33,4} = 0,6$$

$$+) y_2 = \frac{33,4 - 13,36 - 4,3}{33,4} = 0,47$$

$$+) y_3 = \frac{33,4 - 13,36 - 2 \cdot 4,3}{33,4} = 0,34$$

$$+) y_4 = \frac{33,4 - 13,36 - 1,2}{33,4} = 0,564$$

+ Do xe 3 trục : $V_{104}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V (\text{KN})$

$$= [145 \cdot (0,6 + 0,47) + 35 \cdot 0,34] \cdot 0,88$$

$$\Rightarrow V_{104}^{Tr} = 147 (\text{KN})$$

+ Do xe 2 trục: $V_{104}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V (\text{KN})$

$$\Rightarrow V_{104}^{Ta} = 110 \cdot (0,6 + 0,564) \cdot 0,88$$

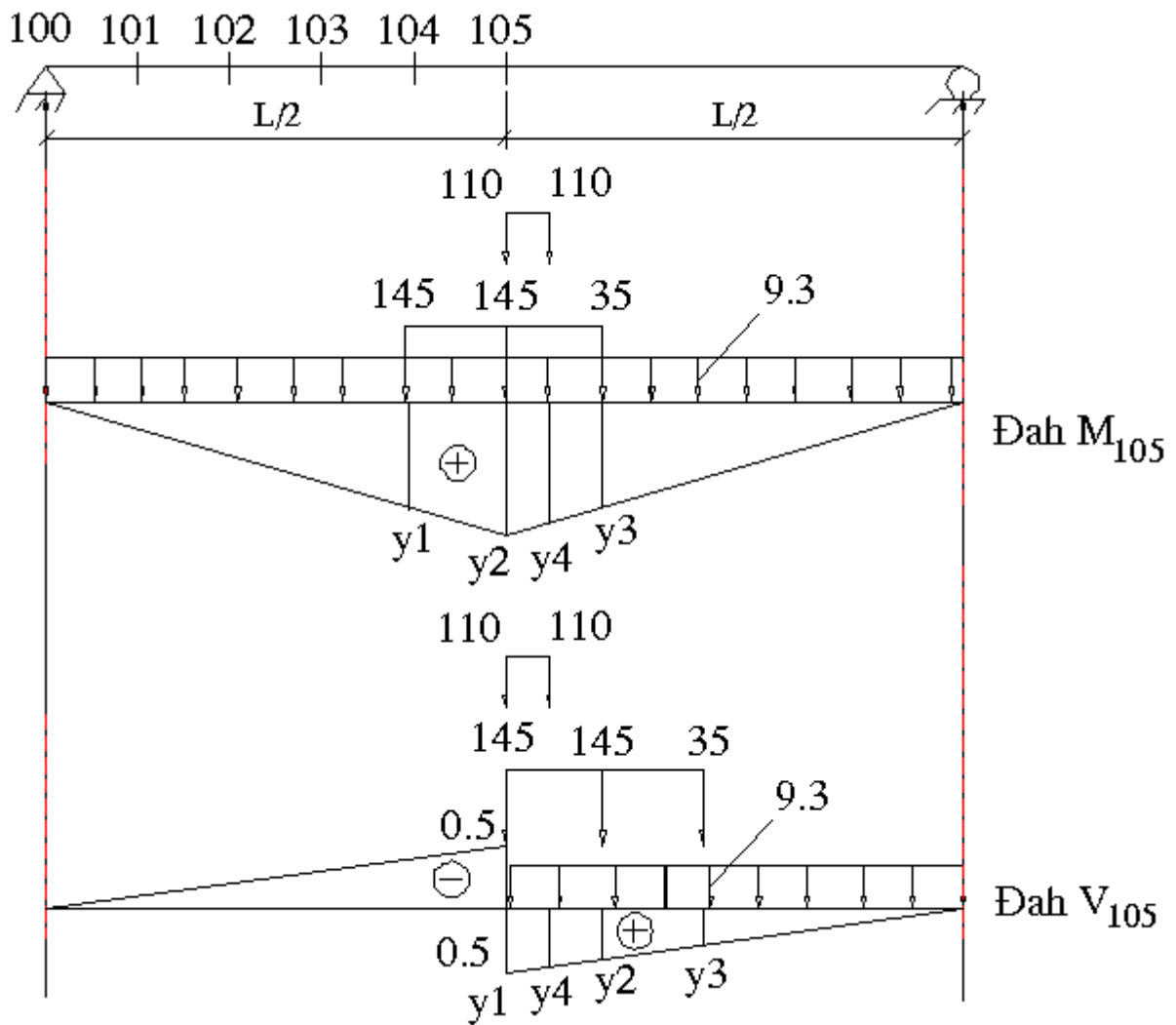
$$= 112,7 (\text{KN})$$

+ Do tải trọng Làn: $V_{104}^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ mg}_V (\text{KNm})$

$$\Rightarrow V_{104}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,6 \cdot (33,4 - 13,36) \cdot 0,88$$

$$= 49,2 (\text{KN})$$

2.5.6. Tiết diện 105 tại vị trí $L/2 = 16,7\text{m}$



a, Mômen

$$+) y_2 = \frac{L}{4} = 8,35$$

$$+) y_1 = \frac{16,7 - 4,3}{16,7} \cdot 8,35 = 6,2$$

$$+) y_3 = y_1 = 6,2$$

$$+) y_4 = \frac{16,7 - 1,2}{16,7} \cdot 8,35 = 7,75$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trực : } M_{105}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (6,2 + 8,35) + 35 \cdot 6,2] \cdot 0,89 \\ \Rightarrow M_{105}^{Tr} &= 2070,8 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 2 trực : } M_{105}^{Ta} &= 110(y_2 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{105}^{Ta} &= 110 \cdot (8,35 + 7,75) \cdot 0,89 \\ &= 1576,2 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_{105}^{Ln} = 9.3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 33,4 \cdot 8,35 \cdot 0,89 = 1154,2 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

$$+ y_1 = 0,5$$

$$+) y_2 = c. 0,5 = 0,37$$

$$+) y_3 = \frac{16,7 - 2 \cdot 4,3}{16,7} \cdot 0,5 = 0,24$$

$$+) y_4 = \frac{17,2 - 1,2}{17,2} \cdot 0,5 = 0,46$$

$$+ \text{Do xe 3 trục: } V_{105}^{Tr} = [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)}$$

$$= [145 \cdot (0,5 + 0,37) + 35 \cdot 0,24] \cdot 0,88$$

$$\Rightarrow V_{105}^{Tr} = 119,7 \text{ (KN)}$$

$$+ \text{Mômen do xe 2 trục: } V_{105}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow V_{105}^{Ta} = 110 \cdot (0,5 + 0,46) \cdot 0,88$$

$$= 92,92 \text{ (KNm)}$$

$$+ \text{Do tải trọng Làn: } V_{105}^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ mg}_V \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow V_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,5 \cdot 16,7 \cdot 0,88$$

$$= 34,2 \text{ (KN)}$$

Chú ý:

- Khi xếp hoạt tải xe tải thiết kế (3 trục) và xe 2 trục phải xếp sao cho hiệu ứng là bất lợi nhất.
- Khi tổng hợp NL do hoạt tải phải nhân với hệ số làn xe m_L . Nếu đã nhân m_L trong HSPPN mg_L thì khi tổng hợp NL do hoạt tải không nhân lại nữa.

2.6. Tổ hợp nội lực theo các TTGH:

$$\text{Số làn xe: } N_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{7000}{3500}$$

Vậy số làn xe là: 2 (làn)

$$N_L = 2 \text{ làn}$$

$$\text{Hệ số làn xe: } m = 1$$

2.6.1. Mô men:

$$M_{CD} = \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})]$$

Trong đó: $\eta=1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

M_1, M_2 : là mô men do tĩnh tải ở các giai đoạn ch-a nhân hệ số.

M_{Lc} : Mômen do lan can.

M_{Lp} : Mômen do lớp phủ gây ra.

M_{Ln} : Mômen do tải trọng làn ch-a nhân hệ số v-ợt tải và hệ số xung kích.

M_{LL} : Mômen do hoạt tải ô tô (3 trục) ch-a nhân hệ số v-ợt tải và hệ số

xung kích.

1. Mặt cắt 100: $M_{100}=0$

2. Mặt cắt 101:

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{101CD} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(1607,1+876+103,4)+1,5.199,9+1,75.(471,08+1,25.869,30) \\ &= 6905,58 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $M_1=1607,1$ (KN.m)
- Giai đoạn 2: $M_2=876$ (KN.m)
- Giai đoạn 3: $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$
 $= 103,4+199,9+1,25. 869,30+471,08=1861,01$ (KN.m)

3. Mặt cắt 102:

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{102CD} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(2857,1+1557,3+183,7)+1,5.355,1+1,75.(835,79+1,25.1522,8) \\ &= 11074,03 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $M_1=2857,1$ (KN.m)
- Giai đoạn 2: $M_2=1557,3$ (KN.m)
- Giai đoạn 3: $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$
 $= 183,7+355,1+1,25. 1522,8+835,79=3278,09$ (KN.m)

4. Mặt cắt 103:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{103CĐ} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3749,9 + 2043,9 + 241,1) + 1,5.466,1 + 1,75.(1097,17 + 1,25.1965,69) \\ &= 14462,77 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $M_1 = 3749,9 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 2: $M_2 = 2043,9 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 3: $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$
 $= 241,1 + 466,1 + 1,25.1965,69 + 1097,17 = 4261,48 \text{ (KN.m)}$

5. Mặt cắt 104:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{104CĐ} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(4285,6 + 2335,9 + 275,5) + 1,5.532,5 + 1,75.(1255,21 + 1,25.2228,94) \\ &= 16492,42 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $M_1 = 4285,6 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 2: $M_2 = 2335,9 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 3: $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$
 $= 275,5 + 532,5 + 1,25.2228,94 + 1255,21 = 4849,39 \text{ (KN.m)}$

6. Mặt cắt 105:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{105CĐ} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(4464,2 + 2433,3 + 286,9) + 1,5.554,6 + 1,75.(1306,87 + 1,25.2287,6) \\ &= 17103,55 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $M_1 = 2228,94 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 2: $M_2 = 2433,3 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 3: $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$
 $= 286,9 + 554,6 + 1,25.2287,6 + 1306,87 = 3831,87 \text{ (KN.m)}$

2.6.2. Lực cắt:

$$V_{CĐ} = \eta [1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

Trong đó: $\eta=1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

V_1, V_2 : là lực cắt do tĩnh tải ở các giai đoạn ch- a nhân hệ số.

V_{Lc} : Lực cắt do lan can gây ra.

V_{Lp} : Lực cắt do lớp phủ gây ra.

V_{Ln} : Lực cắt do tải trọng làn ch- a nhân hệ số v- ợt tải và hệ số xung kích.

V_{LL} : Lực cắt do hoạt tải ô tô (3 trục) ch- a nhân hệ số v- ợt tải và hệ số xung kích.

1. Mặt cắt 100:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{100CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(519+283+33) + 1,5.65 + 1,75.(151,96 + 1,25.283,22) \\ &= 2026,96 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=519$ (KN)
- Giai đoạn 2: $V_2=283$ (KN)
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 33+65+1,25. 283,22+151,96=603,99$ (KN)

2. Mặt cắt 101:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{100CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(415+226+27) + 1,5.52 + 1,75.(123,09 + 1,25.253,03) \\ &= 1681,91 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=415$ (KN)
- Giai đoạn 2: $V_2=226$ (KN)
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 27+52+1,25. 253,03+123,09=518,38$ (KN)

3. Mặt cắt 102:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{102CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(311+170+20) + 1,5.39 + 1,75.(97,26 + 1,25.222,16) \end{aligned}$$

$$=1340,93 \text{ (KN)}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=311$
- Giai đoạn 2: $V_2=170$
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 20+39+1,25. 222,16+97,26=395,35$
(KN)

4.Mặt cắt 103:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{103CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(208+113+13) + 1,5.26 + 1,75.(74,46+1,25.191,28) \\ &= 1005,23 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=208 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2: $V_2=113 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 13+26+1,25. 191,28+74,46=352,56$
(KN)

5.Mặt cắt 104:

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{104CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(104+57+7) + 1,5.13 + 1,75.(54,71+1,25.160,41) \\ &= 676,14 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=104 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2: $V_2=57 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 7+13+1,25. 160,41+54,71=275,22 \text{ (KN)}$

6.Mặt cắt 105:

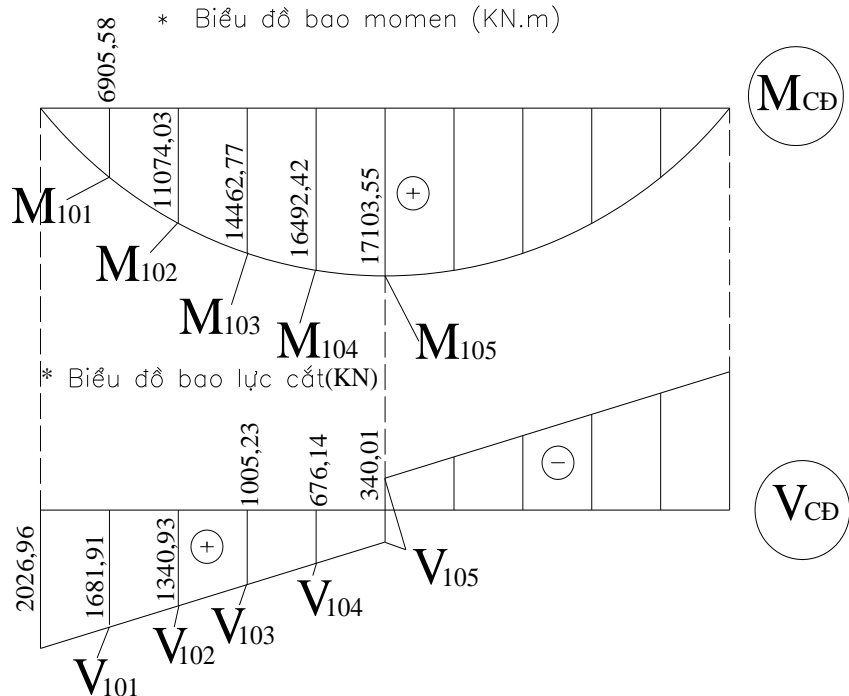
+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} V_{105CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\ &= 1,25(0+0+0) + 1,5.0 + 1,75.(37,99+1,25.128,7) \\ &= 340,01 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1: $V_1=0 \text{ (KN)}$

- Giai đoạn 2: $V_2=0$ (KN)
- Giai đoạn 3: $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 0+0+1,25.128,7+37,99=198,87$ (KN)
- **Vẽ biểu đồ bao mô men và lực cắt theo TTGHCD1**



2.7. TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP D- L:

2.7.1.Sơ bộ:

Sử dụng tạo thép 7 sợi ($\phi 5\text{mm}$) 15.2mm, $A = 140 \text{ mm}^2$.

+ C- ờng độ kéo quy định của thép UST : $f_{pu} = 1860(\text{MPa})$.

+ Giới hạn chảy của thép ứng suất tr- ớc : $f_{py} = 0,9f_{pu} = 1674(\text{MPa})$.

+ Môđun đàn hồi của thép ứng suất tr- ớc : $E_p = 197000(\text{MPa})$.

$$+ A_{ps}^o = \frac{M}{f_T.Z}$$

$$+ f_T = 0,85f_y = 0,85.1674 = 1423 \text{ Mpa}$$

$$+ Z = 0,9 (H_d + t_s) - \frac{t_s}{2} = 0,9 (700 + 185) - \frac{185}{2} = 1604 \text{ mm}^2$$

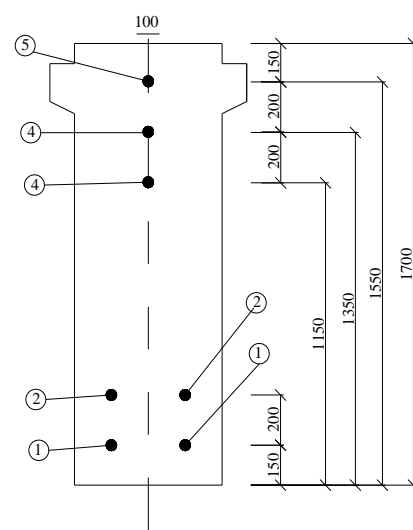
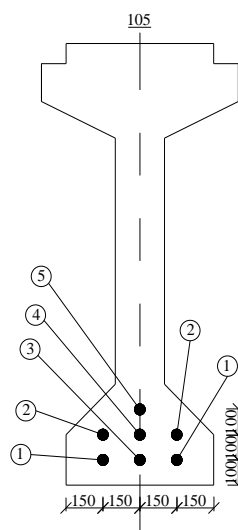
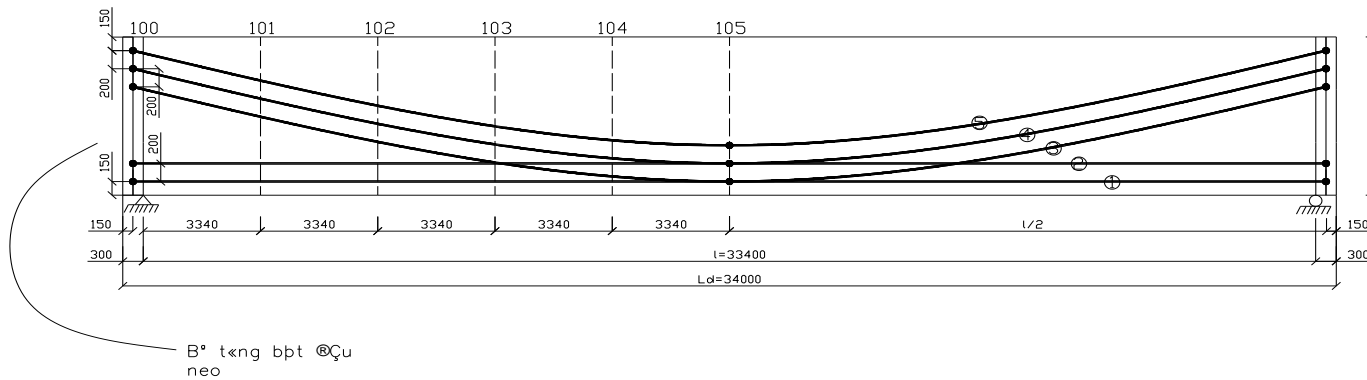
$$+ M_{CD} = 15430,76.10^6 \text{ N.mm}$$

$$+ A_{ps}^0 = \frac{M}{f_T.Z} = \frac{15430,76.10^6}{1423.1649} = 6576$$

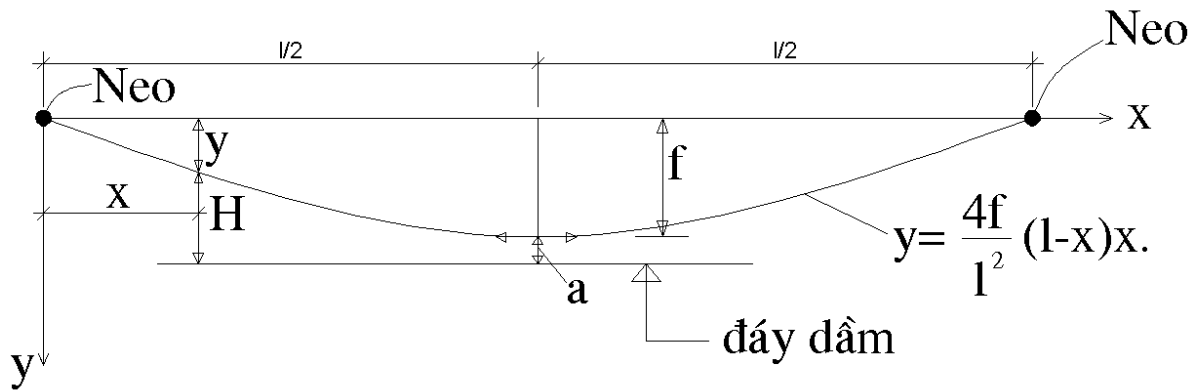
$$+ \text{Số bó: } n = \frac{7289}{140.7} = 6,71 \text{ (bó) chọn 7 bó} \rightarrow A_{ps} = 7600 \text{ mm}^2$$

(1 bó = 7 tao 15.2mm, A(1 tao)=140 mm²)

1- Bố trí và uốn cốt thép DƯL:



• Tất cả các bó uốn cong parabol bậc 2:



• Tính các thông số hình học của các bó cốt thép:

1) Chiều dài 1 bó là $L = l + \frac{8f^2}{3l}$

Bó 1 có $l=33400$, $f_1=150-100=50 \rightarrow L_1=33400+\frac{8.50^2}{3.33400}=33400,2 \text{ mm}$

Bó 2 có $l=33400$, $f_2=350-100-100=150 \rightarrow L_1=33400+\frac{8.150^2}{3.33400}=33401,7 \text{ mm}$

Bó 3 có $l=33400$, $f_3=1700-100-550=1050 \rightarrow L_1=33400+\frac{8.1050^2}{3.33400}=33493,8 \text{ mm}$

Bó 4 có $l=33400$, $f_4=1700-200-350=1150 \rightarrow L_1=33400+\frac{8.1150^2}{3.33400}=33511,6 \text{ mm}$

Bó 5 có $l=33400$, $f_5=1700-300-150=1250 \rightarrow L_1=33400+\frac{8.1250^2}{3.33400}=33531 \text{ mm}$

*Chiều dài trung bình:

$$L_{tb} = \frac{2.(33400,2 + 33401,7) + 33493,8 + 33511,6 + 33531}{7} = 33448,6 \text{ mm}$$

2) Tọa độ y và H:

$$y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x \quad \text{và} \quad H = f + a - y$$

Bó 1 có $a=100 \text{ mm}$

Bó 2 có $a=100+100=200 \text{ mm}$

Bó 3 có $a=100 \text{ mm}$

Bó 4 có $a=200 \text{ mm}$

Bó 5 có $a=300 \text{ mm}$

*Tại MC101 $\rightarrow x=3340 \text{ mm}$

Bó 1: $f=50$, $a=100$, $y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.50}{33400^2} \cdot (33400-3340) \cdot 3340 = 18 \text{ mm}$

$$H=f+a-y=50+100-18=132 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.150}{33400^2} \cdot (3400-3340) \cdot 3340=36 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=150+200-36=314 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1050, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-3340) \cdot 3340=396 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1050+100-396=754 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1200, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1150}{34400^2} \cdot (4400-3440) \cdot 3440=432 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1200+200-432=968 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1250, a=300, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1250}{33400^2} \cdot (3400-3340) \cdot 3340=468 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1250+300-468=1132 \text{ mm}$$

***Tại MC102 -> x=6680 mm**

$$\text{Bó 1: } f=50, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.50}{33400^2} \cdot (3400-6680) \cdot 6680=32 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=50+100-32=118 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.150}{33400^2} \cdot (3400-6680) \cdot 6680=64 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=150+200-64=236 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1050, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-6680) \cdot 6680=704 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1050+100-704=496 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1150}{33400^2} \cdot (3400-6680) \cdot 6680=768 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1150+200-768=632 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1250, a=300, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1250}{33400^2} \cdot (3400-6680) \cdot 6680=832 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1250+300-832=768 \text{ mm}$$

***Tại MC103 -> x=10020 mm**

$$\text{Bó 1: } f=50, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.50}{34400^2} \cdot (4400-10320) \cdot 10320=42 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=50+100-42=108 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.150}{33400^2} \cdot (3400-10020) \cdot 10020=84 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=100+200-84=216 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1050, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-10020) \cdot 10020=924 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1100+100-924=276 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1150}{33400^2} \cdot (3400-10020) \cdot 10020=1008 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1150+200-1008=392 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1250, a=300, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1250}{33400^2} \cdot (3400-10020) \cdot 10020=1092 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1250+300-1092=508 \text{ mm}$$

***Tại MC104 -> x=13360 mm**

$$\text{Bó 1: } f=50, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.50}{33400^2} \cdot (3400-13360) \cdot 13360=48 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=50+100-48=102 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.150}{33400^2} \cdot (3400-13360) \cdot 13360=96 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=150+200-96=204 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1050, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-13360) \cdot 13360=1056 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1100+100-1056=144 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1150}{33400^2} \cdot (3400-13360) \cdot 13360=1152 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1150+200-1152=248 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1250, a=300, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1250}{33400^2} \cdot (3400-13360) \cdot 13360=1248 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1250+300-1248=352 \text{ mm}$$

***Tại MC105 -> x=16700 mm**

$$\text{Bó 1: } f=50, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.50}{33400^2} \cdot (3400-16700) \cdot 16700=50 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=50+100-50=100 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.150}{33400^2} \cdot (3400-16700) \cdot 16700=100 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=150+200-100=200 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1050, a=100, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-16700) \cdot 16700=1100 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1100+100-1100=100 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1150, a=200, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1050}{33400^2} \cdot (3400-16700) \cdot 6700=1200 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1150+200-1200=200 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1250, a=300, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4.1250}{33400^2} \cdot (3400-16700) \cdot 6700=1300 \text{ mm}$$

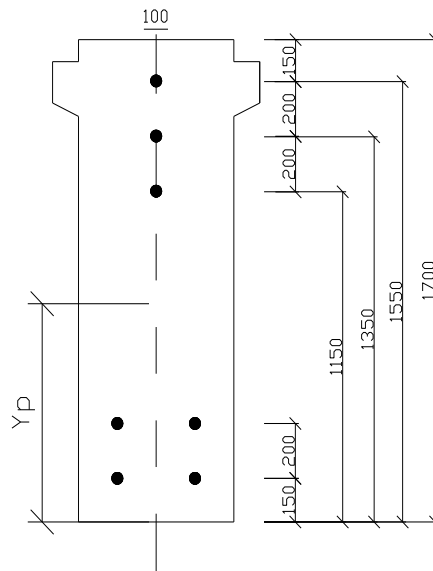
$$H=f+a-y=1250+300-1300=300 \text{ mm}$$

Ta có bảng tọa độ cốt thép DƯL:

Bó	MC100		MC101		MC102		MC103		MC104		MC105	
	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)
1	150	0	132	18	118	32	108	42	102	48	100	50
2	300	0	264	36	236	64	216	84	204	96	200	100
3	1200	0	804	396	496	704	276	924	144	1056	100	1100
4	1400	0	968	432	632	768	392	1008	248	1152	200	1200
5	1600	0	1132	468	768	832	508	1092	352	1248	300	1300

*Tìm trọng tâm cốt thép DƯL:

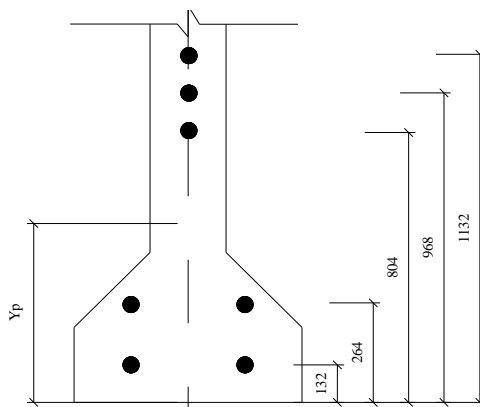
+ MC 100:



$$y_p = \frac{a_b \cdot (50.2 + 350.2 + 1200 + 1400 + 1600)}{7 \cdot a_b} = 721,46 \text{ mm}$$

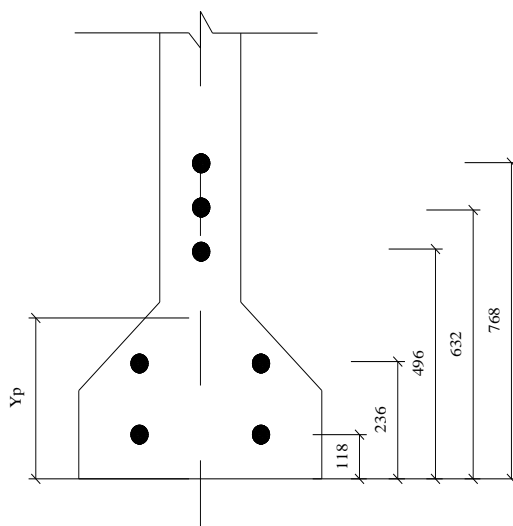
Với a_b : diện tích 1 bó

+MC 101:



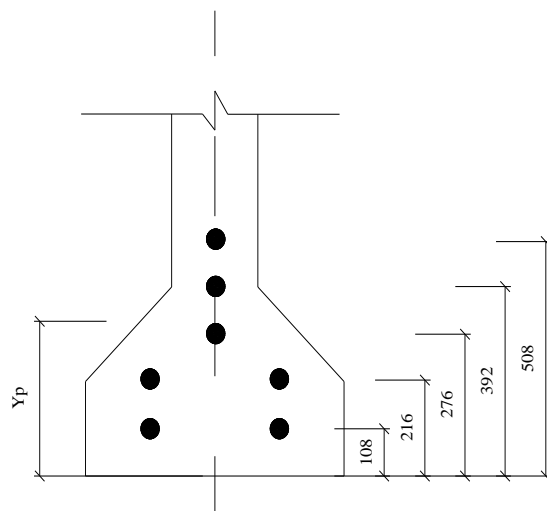
$$y_p = \frac{a_b \cdot (32.2 + 264.2 + 804 + 968 + 1132)}{7 \cdot a_b} = 490,31 \text{ mm}$$

+MC 102:



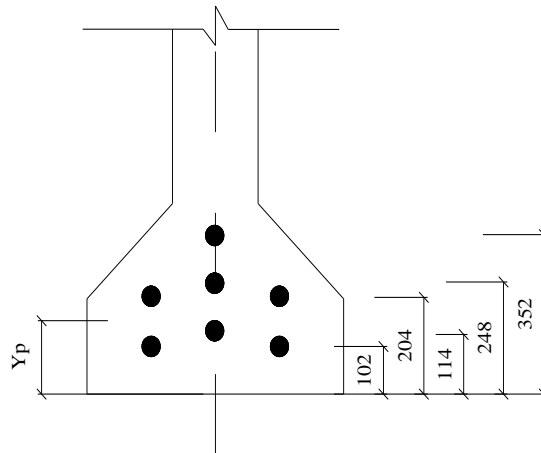
$$y_p = \frac{a_b \cdot (18.2 + 236.2 + 496 + 632 + 768)}{7 \cdot a_b} = 372 \text{ mm}$$

+MC 103:



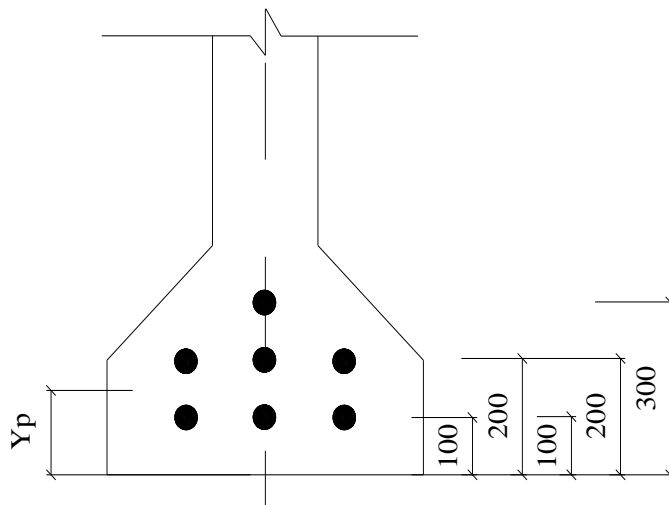
$$y_p = \frac{a_b \cdot (08.2 + 216.2 + 276 + 392 + 508)}{7 \cdot a_b} = 260,57 \text{ mm}$$

+MC 104:



$$y_p = \frac{a_b \cdot (02.2 + 204.2 + 114 + 248 + 352)}{7 \cdot a_b} = 173,14 \text{ mm}$$

+MC 105:

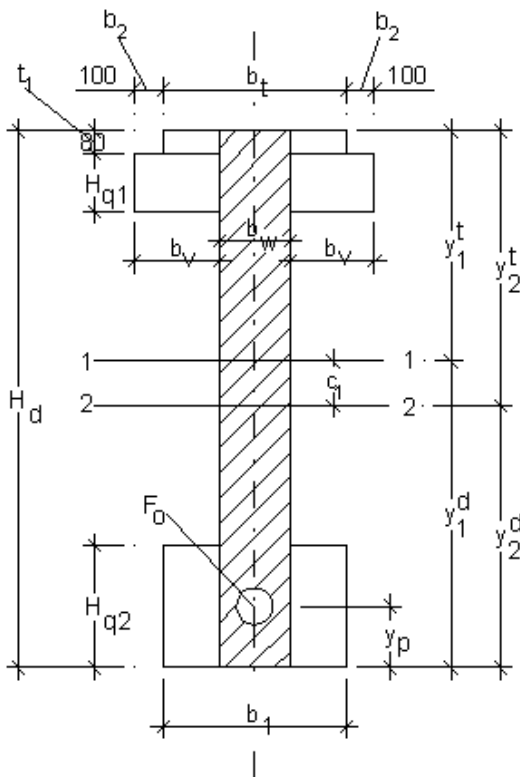


$$y_p = \frac{a_b \cdot (00.2 + 200.2 + 100 + 200 + 300)}{7 \cdot a_b} = 171,43 \text{ mm}$$

2.8. Tính đặc trưng hình học tiết diện:

1. Mặt cắt 105 (giữa nhịp):

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DUL-trừ lỗ rỗng):



$$+F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \cdot \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tính với đáy: } S^0_d, y_p = 171,43 \text{ mm}$$

$$S^0_d = S_{gd} - F_0 y_p = 737000000 - 19782 \cdot 171,43 = 733608771,7 \text{ mm}^3$$

$$+y^d_1 = \frac{S^0_d}{A_1} = 1282,04 \text{ mm}$$

$$+y^t_1 = H_d - y^d_1 = 467,96 \text{ mm}$$

$$+n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y^d_1 - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y^t_1 - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y^t_1 - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y^d_1 - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y^d_1 - y_p)^2$$

$$I_1 = 200 \cdot \frac{1700^3}{12} + 200 \cdot 1700 \cdot (1282,04 - \frac{1700}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot (467,96 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (467,96 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1282,04 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1282,04 - 171,43)^2$$

$$I_1 = 3,06 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y^d_1} = 238999886 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y^t_1} = 653902043 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1282,04 - 171,43 = 1110,6 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 572218 + 5,51.7600 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.7600.(1282,04 - 171,43) = 46507485 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{46507485}{614094} = 75,7 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1282,04 - 75,7 = 1206,34 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1700 - 1206,34 = 543,66 \text{ mm}$$

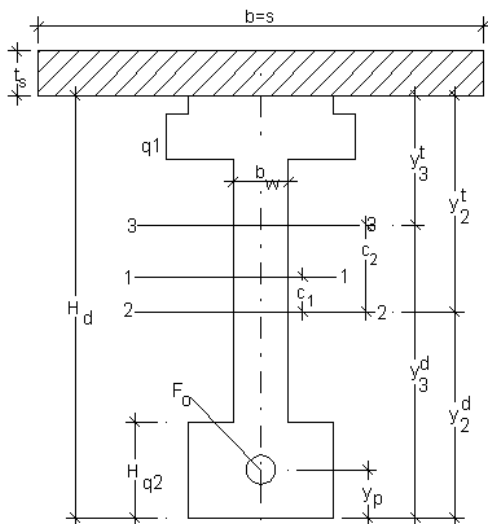
$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,06.10^{11} + 572218 \cdot 75,7^2 + 5,51.7600 \cdot (1206,34 - 171,43)^2 = 3,54.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,54.10^{11}}{1206,34} = 293449608 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,54.10^{11}}{543,66} = 651142258 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 614094 + 0,774.2400.185 = 957750 \text{ mm}^2$$



$$+S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y_2^t - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774.2400.185 \cdot (543,66 - \frac{185}{2}) = 155043841$$

mm^3

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{155043841}{957750} = 161,88 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 1206,34 + 161,88 = 1366,22 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1700 - 1366,22 = 383,78 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b [S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 3,54.10^{11} + 614094.161,88^2 + 0,774 [2400 \cdot \frac{185^3}{12} + 2400.185 \cdot (383,78 + \frac{185}{2})^2]$$

$$I_3 = 4,3.10^{11} \text{ mm}^4$$

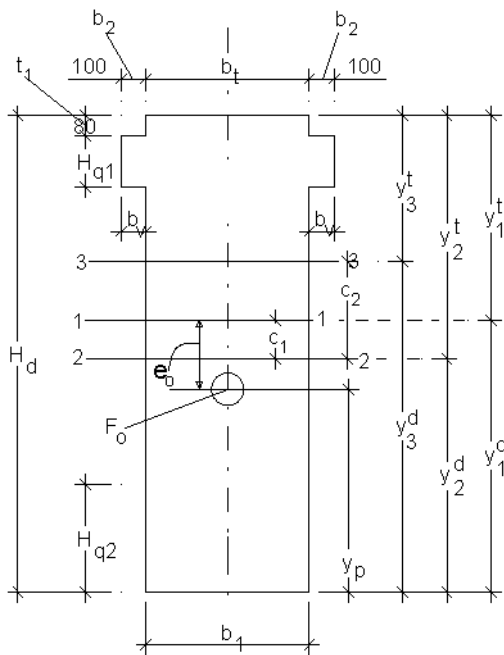
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,3 \cdot 10^{11}}{1366,22} = 311689828 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,3 \cdot 10^{11}}{383,78} = 371291658 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,3 \cdot 10^{11}}{383,78 + 185} = 75600498 \text{ mm}^3$$

2. Mặt cắt 100 (tại gối):

a) Giai đoạn 1 (trục 1-1):



$$b_t = b_1 = 600 \text{ mm}, b_v = b_2 = 100 \text{ mm}, H_{q1} = 225 \text{ mm}$$

$$+F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \times \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+A_1 = A_g - F_0 = 1090000 - 19782 = 1070218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tĩnh với đáy: } S_d^0, y_p = 807,1 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = \frac{b_1 H_d^2}{2} + 2b_v H_{q1} (H_d - t_1 - \frac{H_{q1}}{2}) - F_0 y_p$$

$$= \frac{600 \cdot 1700^2}{2} + 2 \cdot 100 \cdot 225 \cdot (1700 - 80 - c) -$$

$$19782 \cdot 721,46$$

$$= 974500647 \text{ mm}^3$$

$$+y_{d1}^0 = \frac{S_d^0}{A_1} = \frac{974500647}{1070218} = 911 \text{ mm}$$

$$+y_{t1}^t = H_d - y_{d1}^0 = 1700 - 911 = 839 \text{ mm}$$

$$+e_0 = y_{d1}^0 - y_p = 911 - 721,46 = 189,54 \text{ mm}$$

$$+I_1 = b_1 \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_1 \cdot H_d \cdot (y_{d1}^0 - \frac{H_d}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_{t1}^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 - F_0 \cdot e_0^2$$

$$I_1 = 600 \cdot \frac{1700^3}{12} + 600 \cdot 1700 \cdot \left(911 - \frac{1700}{2} \right)^2 + 2 \cdot 100 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 100 \cdot 225 \cdot \left(839 - 80 - \frac{225}{2} \right)^2 -$$

$$19782 \cdot 189,54^2$$

$$I_1 = 2,88 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_{d1}^0} = \frac{2,88 \cdot 10^{11}}{911} = 316136114 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = \frac{2,88.10^{11}}{839} = 343265793 \text{ mm}^3$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 1250218 + 5,51.7600 = 1292094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} e_0 = 5,51.7600.174,9 = 7324112 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{7324112}{1292094} = 5,67 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 911 - 5,67 = 905,33 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1700 - 905,33 = 844,67 \text{ mm}$$

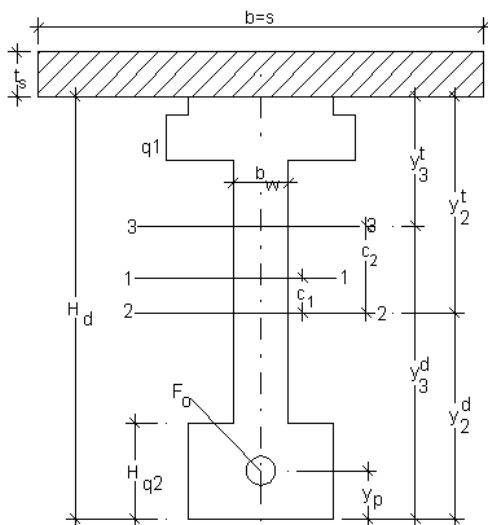
$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 2,88.10^{11} + 1070218.5,67^2 + 5,51.7600.(905,33 - 721,46)^2 = 2,89.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{2,89.10^{11}}{905,33} = 319220616 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{2,89.10^{11}}{844,67} = 342145453 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 1292094 + 0,774.2200.185 = 1635750 \text{ mm}^2$$



$$+S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y_2^t - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774.2200.185.(844,67 - \frac{185}{2}) = 258487734$$

mm^3

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{258487734}{1635750} = 158,02 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 905,33 + 158,02 = 1063,35 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1700 - 1063,35 = 686,65 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b [S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 2,89 \cdot 10^{11} + 1292094 \cdot 158,02^2 + 0,774 \cdot [2200 \cdot \frac{185^3}{12} + 2200 \cdot 185 \cdot (686,65 + \frac{185}{2})^2]$$

$$I_3 = 5,3 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

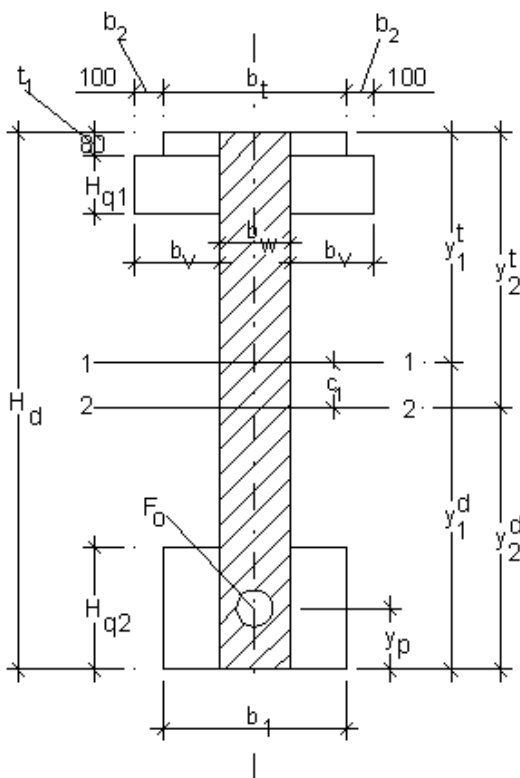
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_d^3} = \frac{5,3 \cdot 10^{11}}{1063,35} = 498424790 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_t^3} = \frac{5,3 \cdot 10^{11}}{686,65} = 771863395 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_t^3 + t_s} = \frac{5,3 \cdot 10^{11}}{686,65 + 185} = 608042219 \text{ mm}^3$$

3. Mặt cắt 101 :

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DƯL-trừ lỗ rỗng):



$$+F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \times \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tính với đáy: $S_d^0, y_p = 490,31 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 737000000 - 19782 \cdot 490,31 = 727300688 \text{ mm}^3$$

$$+y_d^1 = \frac{S_d^0}{A_1} = 1271,02 \text{ mm}$$

$$+y_t^1 = H_d - y_d^1 = 478,98 \text{ mm}$$

$$+n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép}$$

sang bê tông)}

$$+I_1 =$$

$$b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_d^1 - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_t^1 - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_t^1 - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_d^1 - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_d^1 - y_p)^2$$

$$I_1 = 200 \cdot \frac{1700^3}{12} + 200 \cdot 1700 \cdot (1271,02 - \frac{1700}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot (478,98 -$$

$$\frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (478,98 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12}$$

$$+(600-200).300.\left(1271,02-\frac{300}{2}\right)^2-19782.(1271,02-490,31)$$

$$I_1 = 3,13.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 246258910 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 653471961 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1271,02 - 490,31 = 780,71 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 572218 + 5,51.7600 = 530342 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.7600.(1271,02 - 490,31) = 32693012 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{32693012}{530342} = 61,65 \text{ mm}$$

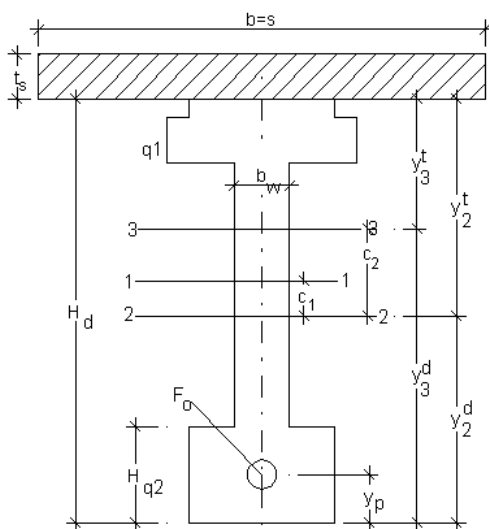
$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1271,02 - 61,65 = 1209,35 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1750 - 1209,35 = 540,65 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1.c_1^2 + n_h.A_{ps}.(y_2^d - y_p)^2 = 3,13.10^{11} + 572218.61,65^2 + 5,51.7600.(1209,35 - 490,31)^2$$

$$= 3,37.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,37.10^{11}}{1209,35} = 278662091 \text{ mm}^3$$



$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,37.10^{11}}{540,65} = 623323777 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s$$

$$= 530342 + 0,774.2200.185 = 873998 \text{ mm}^2$$

$$+S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y_2^t - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774.2200.185.(540,65 - \frac{185}{2}) =$$

$$154009436 \text{ mm}^3$$

$$+ c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{154009436}{873998} = 176,2 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d + c_2 = 1209,35 + 176,2 = 1385,55 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1700 - 1385,55 = 364,45 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b \left[S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s \left(y_3^t + \frac{t_s}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,37 \cdot 10^{11} + 530342 \cdot 176,2^2 + 0,774 \cdot \left[2200 \cdot \frac{185^3}{12} + 2200 \cdot 185 \cdot \left(364,45 + \frac{185}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_3 = 4,26 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

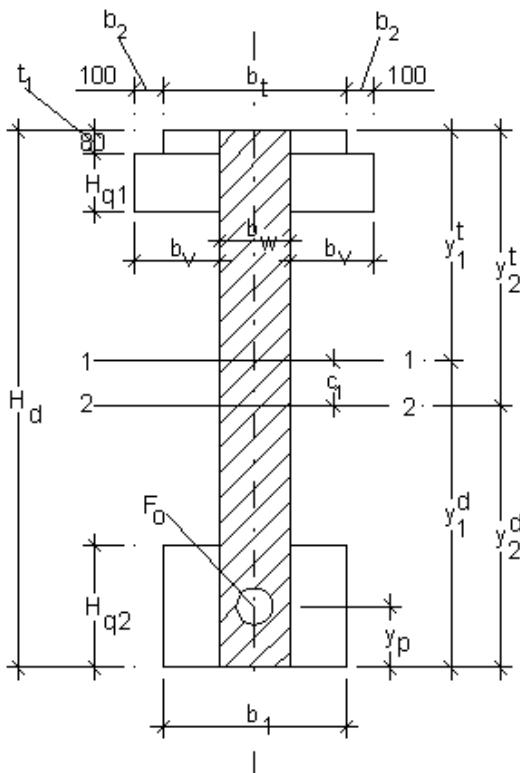
$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,26 \cdot 10^{11}}{1385,55} = 307604832 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,26 \cdot 10^{11}}{364,45} = 1168884621 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,26 \cdot 10^{11}}{364,45 + 185} = 775320775 \text{ mm}^3$$

4. Mặt cắt 102 :

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DUL-trừ lỗ rỗng):



$$+ F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \times \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+ Mô men tĩnh với đáy: $S_d^0, y_p = 372 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 737000000 - 19782 \times 372 = 729641096 \text{ mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 1275 \text{ mm}$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 475 \text{ mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$\begin{aligned}
 +I_1 &= b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + \\
 &\quad + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2 \\
 I_1 &= 200 \cdot \frac{1700^3}{12} + 200 \cdot 1700 \cdot (1275 - \frac{1700}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot (475 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \\
 &\quad \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (475 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1275 - \frac{300}{2})^2 - \\
 &\quad 19782 \cdot (1275 - 372)
 \end{aligned}$$

$$I_1 = 3,2 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 247447604 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 673684211 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1275 - 372 = 903 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 572218 + 5,51 \cdot 7600 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (1275 - 372) = 37814028 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{37814028}{614094} = 61,58 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1275 - 61,58 = 1213,42 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1700 - 1213,42 = 536,58 \text{ mm}$$

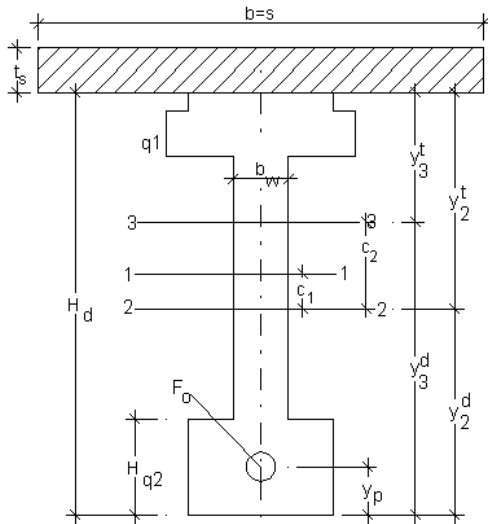
$$\begin{aligned}
 +I_2 &= I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,2 \cdot 10^{11} + 572218 \cdot 61,58^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (1213,42 - 372)^2 \\
 &= 3,5 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,5 \cdot 10^{11}}{1213,42} = 266682922 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,5 \cdot 10^{11}}{536,58} = 652279250 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 614094 + 0,774 \cdot 22200 \cdot 185 = 957750 \text{ mm}^2$$



$$+S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y_2^t - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774 \cdot 2200 \cdot 185 \cdot (536,58 - \frac{185}{2}) = 152610757 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{152610757}{957750} = 159,3 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 1213,42 + 159,3 = 1372,72 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1700 - 1372,72 = 327,28 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b [S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 3,5 \cdot 10^{11} + 614094 \cdot 159,3^2 + 0,774 \cdot [2200 \cdot \frac{185^3}{12} + 2200 \cdot 185 \cdot (327,28 + \frac{185}{2})^2]$$

$$I_3 = 4,4 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{1372,72} = 322354990 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{327,28} = 1165315960 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{327,28 + 185} = 782110989 \text{ mm}^3$$

5. Mặt cắt 103 :

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DU'L-trừ lỗ rỗng):

$$+F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \times \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

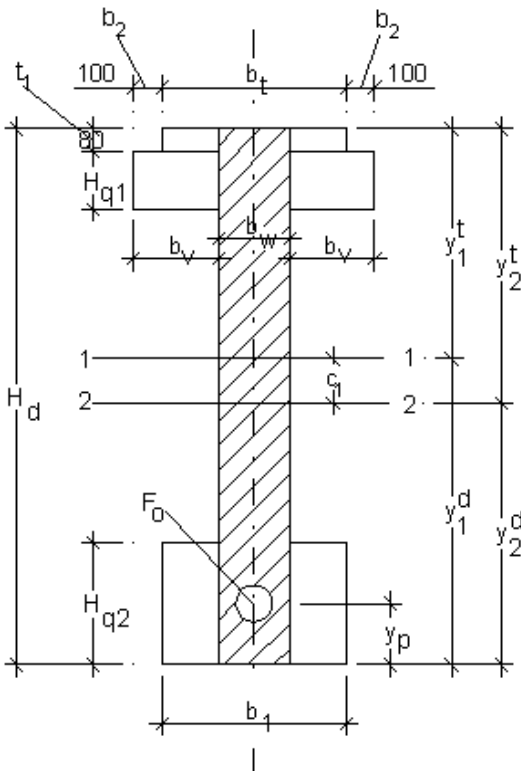
$$+A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tĩnh với đáy: $S_d^0, y_p = 260,57 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 737000000 - 19782 \times 260,57 = 731821953 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 1278,9 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 471,1 \text{ mm}$$



$$+n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_1 = 200 \cdot \frac{1700^3}{12} + 200 \cdot 1700 \cdot (1278,9 - \frac{1700}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot (471,1 - \frac{80}{2})^2$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (471,1 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1278,9 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1278,9 - 260,57)^2$$

$$I_1 = 3,2 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 248058530 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 679261303 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1278,9 - 260,57 = 1018,33 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h \cdot A_{ps} = 572218 + 5,51 \cdot 7600 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (1278,9 - 260,57) = 42643587 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{42643587}{614094} = 69,44 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1278,9 - 69,44 = 1209,46 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1700 - 1209,46 = 540,54 \text{ mm}$$

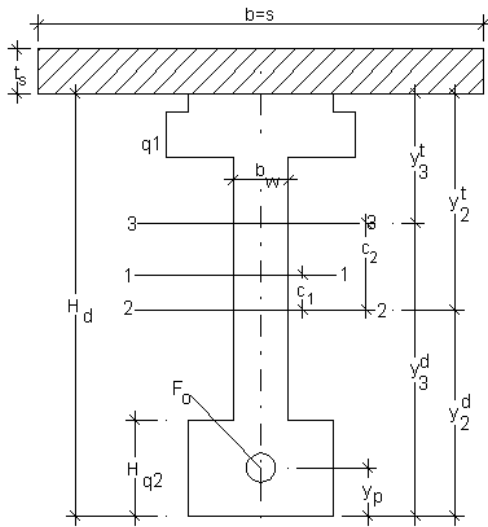
$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,2 \cdot 10^{11} + 572218 \cdot 69,44^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (1209,46 - 260,57)^2 = 3,6 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,6 \cdot 10^{11}}{1209,46} = 298037150 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,6 \cdot 10^{11}}{540,54} = 666000666 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+ A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 614094 + 0,774 \cdot 2200 \cdot 185 = 957750 \text{ mm}^2$$



$$+ S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y_2^t - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774 \cdot 2200 \cdot 185 \cdot (540,54 - \frac{185}{2}) = 153971634 \text{ mm}^3$$

$$+ c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{153971634}{957750} = 160,8 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d + c_2 = 1209,46 + 160,8 = 1370,26 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1700 - 1370,26 = 379,74 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b [S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 3,6 \cdot 10^{11} + 614094 \cdot 160,8^2 + 0,774 \cdot [2200 \cdot \frac{185^3}{12} + 2200 \cdot 185 \cdot (379,74 + \frac{185}{2})^2]$$

$$I_3 = 4,5 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{1370,26} = 330957249 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{379,74} = 1185021330 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{379,74 + 185} = 796826858 \text{ mm}^3$$

6. Mặt cắt 104 :

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DƯL-trừ lỗ rỗng):

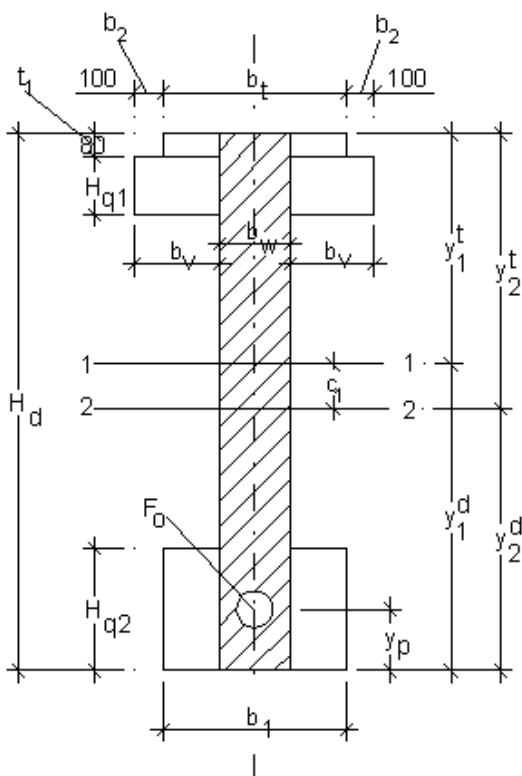
$$+ F_0 = n_b \frac{\pi \times d^2}{4} = 7 \times \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+ Mô men tính với đáy: $S_d^o, y_p = 173,14 \text{ mm}$

$$S_d^o = S_{gd} - F_0 y_p = 737000000 - 19782 \times 173,14 =$$

$$733574945 \text{ mm}^3$$



$$+y_1^d = \frac{S_1^0}{A_1} = 1282 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 468 \text{ mm}$$

$$+n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_1 = 200 \cdot \frac{1700^3}{12} + 200 \cdot 1700 \cdot (1282 - \frac{1700}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot (468 - \frac{80}{2})^2$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (468 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1282 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1282 - 173,14)$$

$$I_1 = 3,2 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 249609984 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 68346860 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1282 - 173,14 = 1108,86 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h \cdot A_{ps} = 572218 + 5,51 \cdot 7600 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (1282 - 173,14) = 46434621 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{46434621}{614094} = 75,6 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1282 - 75,6 = 1206,4 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1700 - 1206,4 = 543,6 \text{ mm}$$

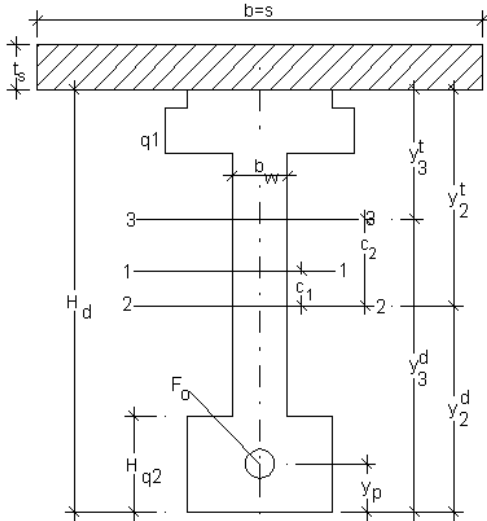
$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,2 \cdot 10^{11} + 572218 \cdot 75,6^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (1206,4 - 173,14)^2 = 3,7 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,7 \cdot 10^{11}}{1206,4} = 306697613 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y'_{t2}} = \frac{3,7 \cdot 10^{11}}{543,6} = 680647535 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 614094 + 0,774 \cdot 2200 \cdot 185 = 957750 \text{ mm}^2$$



$$+S_{2-2} = n_b \times S \times t_s \times (y'_{t2} - \frac{t_s}{2}) =$$

$$= 0,774 \cdot 2200 \cdot 185 \cdot (543,6 - \frac{185}{2}) = \text{mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{155023222}{957750} = 161,8 \text{ mm}$$

$$+y'_{d3} = y'_{d2} + c_2 = 1206,4 + 161,8 = 1368,2 \text{ mm}$$

$$+y'_{t3} = H_d - y'_{d3} = 1700 - 1368,2 = 381,8 \text{ mm}$$

$$*I_3 = I_2 + A_2 \times c_2^2 + n_b [S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 3,7 \cdot 10^{11} + 614094 \cdot 161,8^2 + 0,774 \cdot [2200 \cdot \frac{185^3}{12} + 2200 \cdot 185 \cdot (381,8 + \frac{185}{2})^2]$$

$$I_3 = 4,6 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y'_{d3}} = \frac{4,6 \cdot 10^{11}}{1368,2} = 339338971 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y'_{t3}} = \frac{4,6 \cdot 10^{11}}{381,8} = 1204819277 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y'_{t3} + t_s} = \frac{4,6 \cdot 10^{11}}{381,8 + 185} = 811573747 \text{ mm}^3$$

2.9. Tính ứng suất mất mát trong cốt thép DUL:

2.9.1. Mất do ma sát :

$$\Delta f_{PF} = f_{PI} (1 - e^{-(kx + \mu \alpha)})$$

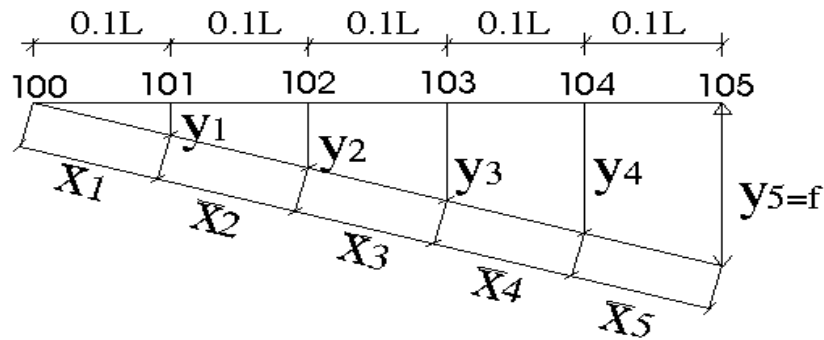
Trong đó :

- f_{PI} : ứng suất khi căng kéo $= 0,8 f_{PU} = 0,8 \times 1860 = 1488 \text{ MP}_a$.

- $K = 6,6 \times 10^{-7} / \text{mm}$

- $\mu = 0,23$.

- x : là chiều dài bố cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính ứng suất mất mát . Tính khi kích 2 đầu :



+vậy X của tất cả các bó tại MC100 đều bằng không .

+X của bó tại mặt cắt 104 bằng 1 nửa chiều dài toàn bộ L_l của nó.

+tính X của 1 bó tại mặt cắt bất kì đ- ợc tính gần đúng nh- sau :

*Tại MC 101:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{(0.1l)^2 + (y_1)^2} \rightarrow X_1 = \overline{X}_1.$$

*Tại MC 102:

$$X_2 = \overline{X}_1 + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

*Tại MC 103:

$$X_3 = \overline{X}_2 + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_3 - y_2)^2}$$

*Tại MC 104:

$$X_4 = \overline{X}_3 + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_4 - y_3)^2}$$

a.Tính cho bó 1:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3340^2 + 18^2} = 3340,05 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3340^2 + (32 - 18)^2} = 3340,03 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3340^2 + (42 - 32)^2} = 3340,01 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3340^2 + (48 - 42)^2} = 3340 \text{ mm.}$$

b.Tính cho bó 2 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3340^2 + 36^2} = 3340,19 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3340^2 + (64 - 36)^2} = 3340,11 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3340^2 + (84 - 64)^2} = 3340,06 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3340^2 + (96 - 84)^2} = 3340,02 \text{ mm.}$$

c.Tính cho bó 3 :

$$\overline{X_1} = \sqrt{3340^2 + 396^2} = 3462,72 \text{ mm}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3440^2 + (704 - 396)^2} = 3353,76 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_3} = \sqrt{3340^2 + (924 - 704)^2} = 3347,03 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3340^2 + (1056 - 924)^2} = 3342,53 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X_1} = \sqrt{3340^2 + 432^2} = 3467,02 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3340^2 + (768 - 432)^2} = 3356,37 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_3} = \sqrt{3340^2 + (1008 - 768)^2} = 3348,36 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3340^2 + (1152 - 1008)^2} = 3343,01 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X_1} = \sqrt{3340^2 + 468^2} = 3371,69 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3340^2 + (832 - 468)^2} = 3359,20 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_3} = \sqrt{3340^2 + (1092 - 832)^2} = 3349,81 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3340^2 + (1248 - 1092)^2} = 3343,54 \text{ mm.}$$

$+\alpha$: là tổng giá trị tuyệt đối các góc uốn của bó ct tính từ vị trí kích đến mặt cắt :

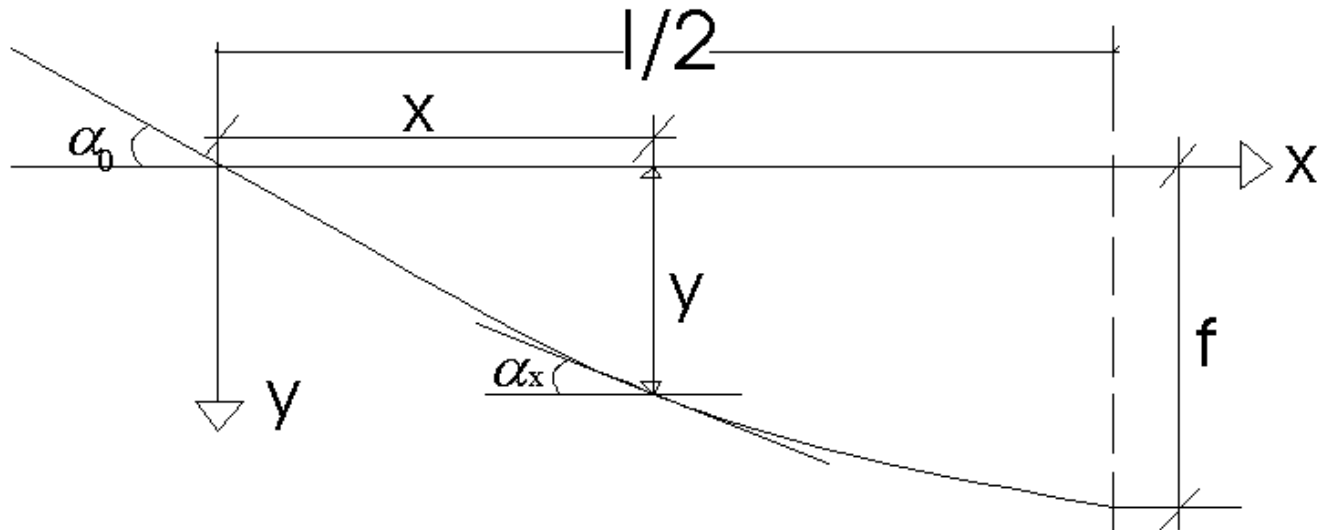
$$\alpha = \alpha_0 - \alpha_x .$$

Với α_0 : là góc tiếp tuyến với đ-ờng cong tại gốc toạ độ .

α_x : là góc giữa tiếp tuyến với đ-ờng cong tại toạ độ x .

-đ-ờng cong bó ct :

$$y = \frac{4f(l-x) \cdot x}{l^2} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) .$$



Tính $\alpha_0, \alpha_x, \alpha$ cho các bó cáp tại các mặt cắt cần tính us mất mát:

+Tính α_0 cho các bó ($x=0$):

-bó 1 : $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l} \right) = \frac{4.50}{33400} \angle -0^\circ = 0.0058 \rightarrow \alpha_0 = 0.3209^\circ = 0.0056 \text{ rad}$

-bó 2 : $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l} \right) = \frac{4.150}{33400} \angle -0^\circ = 0.0116 \rightarrow \alpha_0 = 0.6646^\circ = 0.0116 \text{ rad}$

-bó 3 : $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4.1050}{33400} = 0,1279 \rightarrow \alpha_0 = 7.2886^\circ = 0.1272 \text{ rad}$

-bó 4 : $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4.1150}{33400} = 0,1395 \rightarrow \alpha_0 = 7,9415^\circ = 0.1386 \text{ rad}$

-bó 5 : $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4.1250}{33400} = 0,1512 \rightarrow \alpha_0 = 8,5979^\circ = 0.1501 \text{ rad}$

Lập bảng :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_0 (rad)
Bó 1	0	33400	50	0.0056
Bó 2	0	33400	150	0.0116
Bó 3	0	33400	1050	0.1272
Bó 4	0	33400	1150	0.1386
Bó 5	0	33400	1250	0.1501

+Tính α_x tại các mặt cắt cho các bó :

(+) Tính α cho các bó tại các mặt cắt :

Công thức: $\alpha = \alpha_0 - \alpha_x$

***Tại mặt cắt 101 có :x=3340 mm.**

-bó 1 : $\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l} \right) = \frac{4.50}{33400} \left(1 - \frac{2.3340}{33400} \right) = 0,00465 \rightarrow \alpha_x = 0,00465 \text{ rad.}$

T- ơng tự ta có bảng sau :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (rad)	α_0 (rad)	α (rad)
Bó 1	0	33400	50	0,00465	0,0056	0,0009
Bó 2	0	33400	150	0,0093	0,0116	0,0023
Bó 3	0	33400	1050	0,1023	0,1272	0,0249
Bó 4	0	33400	1150	0,1116	0,1386	0,027
Bó 5	0	33400	1250	0,1209	0,1501	0,0292

***Tại mặt cắt 102 có :x=6680 mm,**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (rad)	α_0 (rad)	α (rad)
Bó 1	0	33400	50	0,0035	0,0056	0,00210
Bó 2	0	33400	150	0,007	0,0116	0,0046
Bó 3	0	33400	1050	0,077	0,1272	0,0502
Bó 4	0	33400	1150	0,084	0,1386	0,0546
Bó 5	0	33400	1250	0,091	0,1501	0,0591

***Tại mặt cắt 103 có :x=10020 mm,**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (rad)	α_0 (rad)	α (rad)
Bó 1	0	33400	50	0,0023	0,0056	0,0033
Bó 2	0	33400	150	0,0046	0,0116	0,007
Bó 3	0	33400	1050	0,0506	0,1272	0,0766
Bó 4	0	33400	1150	0,0552	0,1386	0,0834
Bó 5	0	33400	1250	0,0598	0,1501	0,0903

*Tại mặt cắt 104 có : $x=13360$ mm,

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (rad)	α_0 (rad)	α (rad)
Bó 1	0	33400	50	0,0012	0,0056	0,0044
Bó 2	0	33400	150	0,0024	0,0116	0,0092
Bó 3	0	33400	1050	0,0264	0,1272	0,1008
Bó 4	0	33400	1150	0,0288	0,1386	0,1098
Bó 5	0	33400	1250	0,0312	0,1501	0,1189

*Tại mặt cắt 105 thì tất cả các bó có $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$,

- Tính ứng suất mất mát do ma sát tại các mặt cắt lập thành bảng:

a,Mặt cắt 101:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MPa)
1	33400,2	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	3340,05	0,23	0,0009	2,7182	3,717	3,717	3,72
2	33401,7	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	3340,19	0,23	0,0023	2,7182	4,195	4,195	4,20
3	33493,8	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	3362,72	0,23	0,0249	2,7182	11,910	11,910	11,91
4	33511,6	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	3367,02	0,23	0,027	2,7182	13,119	13,119	13,12
5	33531	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	3371,69	0,23	0,0292	2,7182	13,378	13,378	13,38
$\sum \Delta f_{PF}$										46,32
$\Delta f_{PF} / 7$										6,62

a,Mặt cắt 102:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MPa)
1	33400,2	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	6880,08	0,23	0,00210	2,7182	-0,0051	0,0051	7,53
2	33401,7	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	6880,3	0,23	0,0046	2,7182	-0,0056	0,0056	8,38
3	33493,8	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	6919,48	0,23	0,0502	2,7182	-0,0162	0,0160	23,85
4	33511,6	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	6923,39	0,23	0,0546	2,7182	-0,0172	0,0170	25,34
5	33531	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	6880,08	0,23	0,0591	2,7182	-0,0182	0,0180	26,81
$\sum \Delta f_{PF}$										91,91
$\Delta f_{PF} / 7$										13,13

a, Mặt cắt 103:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MPa)
1	33400,2	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	10320,09	0,23	0,0033	2,7182	-0,0076	0,0076	11,33
2	33401,7	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	10320,36	0,23	0,007	2,7182	-0,0085	0,0085	12,58
3	33493,8	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	10363,51	0,23	0,0766	2,7182	-0,0245	0,0242	36,06
4	33511,6	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	10371,75	0,23	0,0834	2,7182	-0,0261	0,0258	38,33
5	33531	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	10320,09	0,23	0,0903	2,7182	-0,0277	0,0273	40,58
$\sum \Delta f_{PF}$										138,88
$\Delta f_{PF} / 7$										19,84

a, Mặt cắt 104:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MPa)
1	33400,2	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	13360,09	0,23	0,0044	2,7182	-0,0102	0,0101	15,09
2	33401,7	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	13360,38	0,23	0,0092	2,7182	-0,0113	0,0112	16,71
3	33493,8	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	13406,04	0,23	0,1008	2,7182	-0,0324	0,0319	47,43
4	33511,6	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	13414,01	0,23	0,1098	2,7182	-0,0345	0,0339	50,41
5	33531	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	13360,09	0,23	0,1189	2,7182	-0,0365	0,0359	53,37
$\sum \Delta f_{PF}$										183,00
$\Delta f_{PF} / 7$										26,14

Sa, Mặt cắt 105:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MPa)
1	33400,2	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	16700,1	0,23	0,0056	2,7182	-0,0128	0,0127	18,87
2	33401,7	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	16700,9	0,23	0,0116	2,7182	-0,0141	0,0140	20,89
3	33493,8	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	16746,9	0,23	0,1272	2,7182	-0,0408	0,0399	59,43
4	33511,6	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	16746,9	0,23	0,1386	2,7182	-0,0434	0,0425	63,17
5	33531	1488	$6,67 \cdot 10^{-7}$	16765,5	0,23	0,1501	2,7182	-0,0460	0,0450	66,95
$\sum \Delta f_{PF}$										229,31

	$\Delta f_{PF}/7$	32,76
--	-------------------	--------------

2.9.2. Mất do tr-ợt neo :

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta L}{l_{tb}} * E_P$$

Trong đó : lấy $\Delta L = 6mm/1neo$,

$$E_P = 197000MP_a$$

$$l_{tb} = 34448,6 \text{ mm}$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6}{34448,6} \cdot 197000 = 33,3 \text{ MP}_a \text{ (cho tất cả các mặt cắt)}$$

2.9.3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó)

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N-1)}{2N} * \frac{E_P}{E_{ci}} * f_{cgp}$$

Trong đó : $N=7$ bó,

$$E_{ci} = 4800\sqrt{f'_{ci}}, \text{ với } f'_{ci} = 80\% f'_c = 0,8 \times 40 = 32MP_a,$$

f'_{ci} : cường độ bê tông lúc căng,

$$E_{ci} = 27153MP_a$$

$$f_{PI} = 0,8 f_{PU} = 0,8 \times 1860 = 1488,$$

f_{cgp} : ứng suất tại trọng tâm ct do lực căng đã kể đến mất us do ma sát + tụt

neo và do trọng ,

$$\text{-lực căng : } P_i = [f_{pi} - \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA}] \times A_{PS} \times \cos \alpha_x^{tb},$$

Trong đó :

α_x^{tb} : là góc trung bình của tiếp tuyến với các bó tại mặt cắt tính toán

2.9.3.1. Lực căng p_i tại các mặt cắt là :

a, MC 100 :

$$P_i = [1488 - 34,3] \cdot 7600 \cdot 0,998 = 11026023,76 \text{ N.}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0,186 \cdot 2 + 0,418 \cdot 2 + 5,75 + 5,98 + 6,211)/7 = 3,709 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0,998.$$

b, MC 101 :

$$P_i = [1488 - (6,62 + 33,3)] \cdot 7600 \cdot 0,999 = 10986810,19 \text{ N.}$$

c, MC 102 :

$$P_i = [1488 - (13,13 + 33,3)] \cdot 7600 \cdot 0,999 = 10937383,67 \text{ N.}$$

d, MC 103 :

$$P_i = [1488 - (19,84 + 33,3)] \cdot 7600 \cdot 0,999 = 10886438,66 \text{ N.}$$

d, MC 104 :

$$P_i = [1488 - (26,14 + 33,3)] \cdot 7600 \cdot 0,999 = 10838606,54 \text{ N.}$$

e, MC 105 :

$$P_i = [1488 - (32,76 + 33,3)] \cdot 7600 \cdot 1 = 10799144 \text{ N.}$$

2.9.3.2. Tính f_{cgp} cho các mặt cắt :

$$f_{cgp} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i}{I_g} e_g^2 + \frac{M_1}{I_g} e_g$$

Với M_1 : mômen do trọng lượng bản thân g_1 tính theo TTGHSD,

- Tại MC 100 : ($M_1 = 0$).

$$f_{cgp} = -\frac{1102602376}{1090000} - \frac{1102602376 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} = -15,87 \text{ MP}_a$$

- Tại MC 105 :

$$f_{cgp} = -\frac{10799144}{592000} - \frac{10799144 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} + \frac{4464,2}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 600 = -23,88 \text{ MP}_a$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông (Δf_{PES}) là:

- MC 100 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \cdot 197000 \cdot |-15,87|}{2 \cdot 7 \cdot 27153} = 49,3 \text{ MP}_a$$

- MC 105 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \cdot 197000 \cdot |-23,88|}{2 \cdot 7 \cdot 27153} = 74,2 \text{ MP}_a$$

2.9.4. Mất us do co ngót bê tông (kéo sau):

- Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0,85H, \text{ với } H \text{ độ ẩm} = 80\%,$$

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0,85 \cdot 0,8 = 25 \text{ MP}_a,$$

2.9.5. Mất us do từ biến bê tông,

$$\Delta f_{PCR} = 12,0 f_{cgp} - 7,0 \Delta f_{cdp} \geq 0,$$

Trong đó :

- f_{cgp} : là us tại trọng tâm ct do lực nén P_i (đã kể đến mất do ma sát ,tuyệt neo và nén đàn hồi) ,và do trọng lượng bản thân,

-Tính lực P_i cho các mặt cắt :

$$P_i = \left[f_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} \cdot A_{PS} \cdot \cos \alpha_x^{tb} \right]$$

***MC 100 :**

$$P_i = [1488 - (34,3 + 49,3)] \cdot 7840,0998 = 10998475,01 \text{ N}$$

$$f_{cgp} = -\frac{10998475,01}{1090000} - \frac{10998475,01 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} = -15,83 \text{ MP}_a$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12,0 \times 15,83 = 189,96 \text{ MP}_a,$$

***MC 105 :**

$$P_i = [1488 - (32,76 + 34,3 + 49,3)] \cdot 7840,1 = 10753657,6 \text{ N}$$

Suy ra MC L/2:

$$\rightarrow f_{cgp} = -\frac{10753657,6}{1090000} - \frac{10753657,6 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} + \frac{4464,2}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 600 = -15,48 \text{ MP}_a$$

Δf_{cdp} :us do tĩnh tải 2 và tĩnh tải 3 gây ra :

$$\Delta f_{cdp} = \frac{M_2}{I_{c-2}} (d_{ps} - y_{tr-2}) + \frac{M_3 + M_{lp}}{I_{c-3}} (d_{ps} - y_{tr-3})$$

$$= \frac{2433,3 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} (1700 - 543,66) + \frac{(286,9 + 554,6) \cdot 10^6}{4,3 \cdot 10^{11}} (1700 - 383,78) = 10,52$$

MP_a

$$M_2 = 2433,3 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$M_3 = 286,9 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$M_{lp} = 554,6 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$I_{c-2} = 3,54 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$Y_{2tr} = 543,66 \text{ mm}$$

$$I_{c-3} = 4,3 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$Y_{3tr} = 383,78 \text{ mm}$$

$$D_{ps} = 1700 \text{ mm}$$

Δf_{PCR} :us do tĩnh tải 2 gây ra ,

$$\Delta f_{PCR} = 12,0 \cdot 15,48 - 7 \cdot 10,52 = 112,12 \text{ MP}_a$$

2.9.6. Mất ứng suất do chùng cthép :

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2},$$

-Căng sau gấn đúng : $\Delta f_{PR_1} = 0 \Rightarrow \Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_2}$

-Tính :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3\Delta f_{PF} - 0.4\Delta f_{PES} - 0.2(\Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR})],$$

*MC Gối :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \cdot 0 - 0.4 \cdot 49.3 - 0.2 \cdot (25 + 189.96)] = 22.59 MP_a$$

*MC L/2 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \cdot 32.76 - 0.4 \cdot 74.2 - 0.2 \cdot (25 + 112.12)] = 21.32 MP_a$$

2.10. Kiểm toán theo ttgh c- ờng độ 1 :**2.10.1. Kiểm tra sức kháng uốn :**

Do ta có bê tông bản mặt cầu và bê tông dầm có c- ờng độ khác nhau nên ta quy đổi bê tông mặt cầu về bê tông làm dầm, Ta chỉ quy đổi theo chiều rộng bản cánh chứ không quy đổi chiều cao bản cánh,

$$\text{Hệ số quy đổi } n = \frac{E_D}{E_B}$$

$$\Rightarrow n = \frac{E_D}{E_B} = \frac{0.045 \cdot \gamma_c^{1.5} \cdot \sqrt{f'_{DC}}}{0.045 \cdot \gamma_c^{1.5} \cdot \sqrt{f'_{CB}}} = \frac{\sqrt{f'_{DC}}}{\sqrt{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{30}{50}} = 0.7746$$

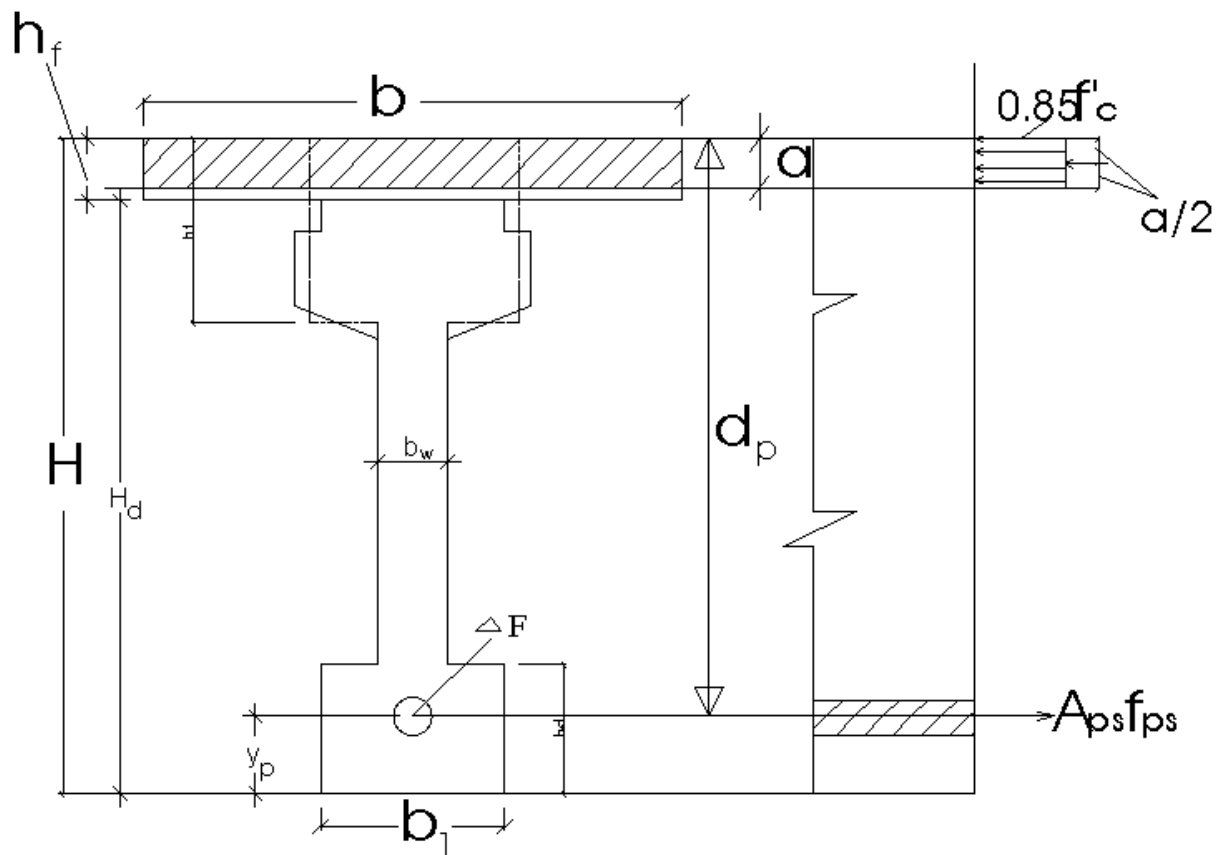
$$b'_2 = 0.7746 \cdot 1900 = 1471.74 \text{ mm}$$

Xem tiết diện là tiết diện chữ T

***kiểm tra MC 105 (bỏ qua cốt thép th- ờng):**

Vị trí trục trung hòa :

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}}$$

$$h_f = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$$

$$A_{ps} = 7600(\text{mm}^2)$$

$$f_{pu} = 1860 \text{ (Mpa)}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05}{7} \cdot f'_c - 28$$

$$=0,85-0,05/7(50-28)= 0,693$$

$$f_c' = 50$$

$$d_p = H - y_p = 1700 + 185 - 171,43 = 1763,57 \text{ (mm)}$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28$$

$$C = \frac{7600.1860}{0,85.50.0,693.2400 + 0,28.7600 \cdot \frac{1860}{1763.57}} = 140,7 < h_f = 185 \text{ mm}$$

□ Vậy trục trung hoà qua cánh :

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{PS} f_{PS} (d_p - \frac{a}{2}) + (b - b_w) h_f \cdot 0,85 \cdot f_c' (h_f/2 - a/2) ,$$

$$a = \beta_1 \cdot C = 0,693 \cdot 140,7 = 97,5.$$

$$f_{PS} = f_{pu} \cdot (1 - k \frac{C}{d_p}) = 1860 \cdot (1 - 0,28 \cdot \frac{140,7}{7600}) = 1850,3 \text{ MP}_a$$

$$M_n = 7600 \cdot 1850,3 \cdot (1763,57 - \frac{97,5}{2}) + (2200 - 200) \cdot 185 \cdot 0,85 \cdot 50 (\frac{185}{2} - \frac{97,5}{2})$$

$$= 2,49 \cdot 10^{10} \text{ N.mm} = 24900 \text{ KN.m}$$

+Kiểm tra : $M_u = 17103,55 \text{ KN.m} < \emptyset \cdot M_n = 1 \cdot 24900 = 24900 \text{ KN.m} \Rightarrow$ đạt .

2.10.2 Kiểm tra hàm l- ợng cthép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0,42 .$$

$$d_c = \frac{A_{PS} \cdot f_{PS} \cdot d_p}{A_{PS} \cdot f_{PS}} = \frac{7600 \cdot 1850,3 \cdot 1763,57}{7600 \cdot 1850,3} = 1763,57 \text{ mm}$$

$$C = 140,7 \text{ mm} < 0,42 d_c = 0,42 \times 1763,57 = 740,7 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt} .$$

2.10.3. Kiểm tra hàm l- ợng cthép tối thiểu :

$$\phi M_n \geq \min \{ 2M_{cr}, 1,33M_u \}$$

Trong đó :

M_{cr} : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTĐUL tức là khi đó us biên d- ới đạt trị

số us kéo khi uốn là : $f_r = 0,63 \sqrt{f_c'} = 0,63 \sqrt{50} = 4,45 \text{ MP}_a ,$

-ph- ơng trình M_{cr} với tiết liên hợp cứng sau (3 giai đoạn),

$$f_r = -\frac{P_I}{A_g} - \frac{P_I e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_2^d + \frac{M_3 + M_{ht}}{I_c} y_3^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_3^d = 4,45 \text{ Mpa}$$

$$+ P_I = (0,8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} , \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 299,7 \text{ MP}_a$$

+ M_1 : mômen MC 105 do tĩnh tải 1 = 2228,94 KN.m (TTGHSD).

+ M_2 : mômen MC 105 do tĩnh tải 2 = 2433,3 KN.m,

+ M_3 : mômen MC 105 do tĩnh tải 3 = 841,5 KN.m,

+ $M_{ht} = (1,25 \cdot M_{TR} + M_{LN}) \cdot m_{gM} = 3958,05 \text{ KN.m}$

+ ΔM : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt,

$$P_1 = (0,8 \cdot 0,9 \cdot 1860 - 299,7) \cdot 7600 = 7900200 \text{ N}$$

*thay các số liệu MC 105 vào phương trình để tính ΔM

$$4,45 = -\frac{7900200}{592000} - \frac{7900200 \cdot 600}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 + \frac{2228,94}{3,06 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 + \frac{2433,3}{3,52 \cdot 10^{11}} \cdot 1206,34 + \\ + \frac{(841,5 + 3958,05)}{4,3 \cdot 10^{11}} \cdot 1366,22 + \frac{\Delta M}{4,3 \cdot 10^{11}} \cdot 1366,22$$

$$\Delta M = 8,37 \cdot 10^9 \text{ N.mm} = 8370 \text{ KN.m} \Rightarrow M_{CR} = \Delta M + M_1 + M_2 + M_3 + M_{ht} = 17831,79$$

$$M_u = M_{105} = 17103,55 \text{ KN.m}$$

$$+ \text{Kiểm tra : } \phi \cdot M_n = 24900 \text{ KN.m} > \min\{1,2M_{cr}, 1,33M_u\}$$

$$> \min\{21398,15 ; 22727,72 \text{ KN.m}\}$$

$$\rightarrow \phi \cdot M_n = 24900 \text{ KN.m} > 22727,72 \text{ KN.m} \Rightarrow \text{đạt.}$$

2.10.4. Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện :

- Tính cho tiết diện ở gần gối :

Sức kháng cắt tiết diện $= \phi V_n$, với $\phi = 0.9$

V_n : sức kháng cắt danh định ,

$$V_n = \min \left\{ \begin{array}{l} V_c + V_s + V_p \\ 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{array} \right\}$$

V_c : sức kháng cắt do bê tông,

$$V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v,$$

V_s : sức kháng cắt do cốt đai ,

$$V_s = \frac{A_v f_v d_v (\cot g \Phi + \cot g \alpha) \sin \alpha}{S_v}, \text{ với } \alpha = 90^\circ \text{ (góc cốt đai)}$$

$$\rightarrow V_s = \frac{A_v f_v d_v \cot g \Phi}{S_v},$$

V_p : sức kháng cắt do cốt thép DUL (xiên):

$$V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi} : \text{c-ờng độ tính toán ctdul,}$$

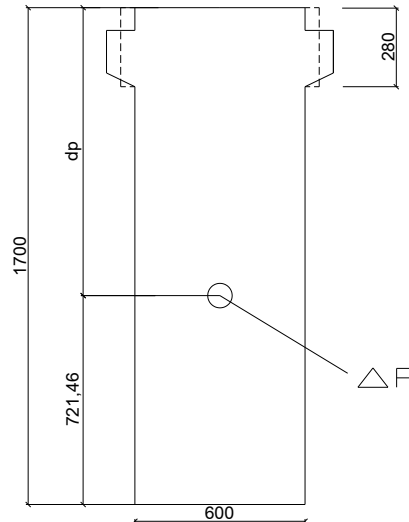
α : góc trung bình ,

Trong các công thức trên :

b_v : là chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm $b_w = b_1 = 600 \text{ mm}$

d_v :chiều cao chịu cắt có hiệu của tiết diện –khoảng cách hợp lực trong miền chịu nén và kéo của tiết diện ,

Đầu dầm:

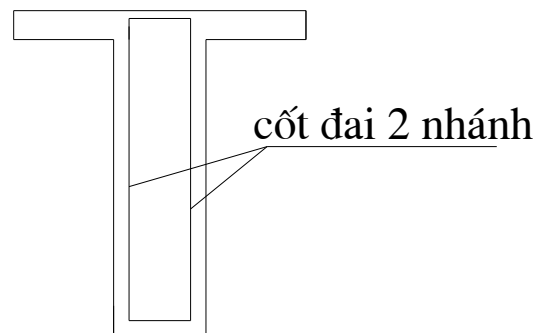
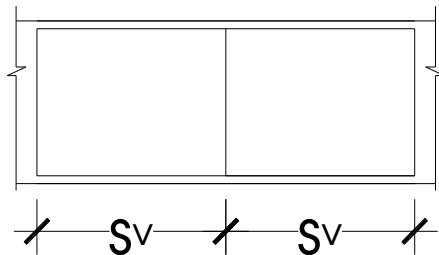


+gần đúng chiều cao miền chịu nén ,lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC 105,

$$C=140,7 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1700 - 721,46 - \frac{140,7}{2} = 958,19mm$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left(\begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 958,19 \\ 0,9d_p = 925,69 \\ 0,72.h = 1260 \end{array} \right) \Rightarrow d_v = 1260mm$$

A_v :diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 b- ớc đai :



Trong đó với $L=34m \rightarrow$ đầu dầm $b_1=600mm \rightarrow$ cốt đai $\phi=16$ -4 nhánh ,1 nhánh

$$\rightarrow f_d = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 16^2}{4} = 201.1mm^2 \rightarrow A_v = 4 \times 201.1 = 804.4,$$

+ f_v : c- òng độ cốt đai $= 400MP_a$,

+ S_v : b- ớc cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+ β : là hệ số tra theo bảng lập sẵn,

+ Φ : là góc của ứng suất xiên tra bảng ,

*Để tra bảng tìm β và Φ phải tính 2 thông số là : $\frac{V}{f_c}$ và ε_x ,

-với V là ứng suất cắt :

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v}$$

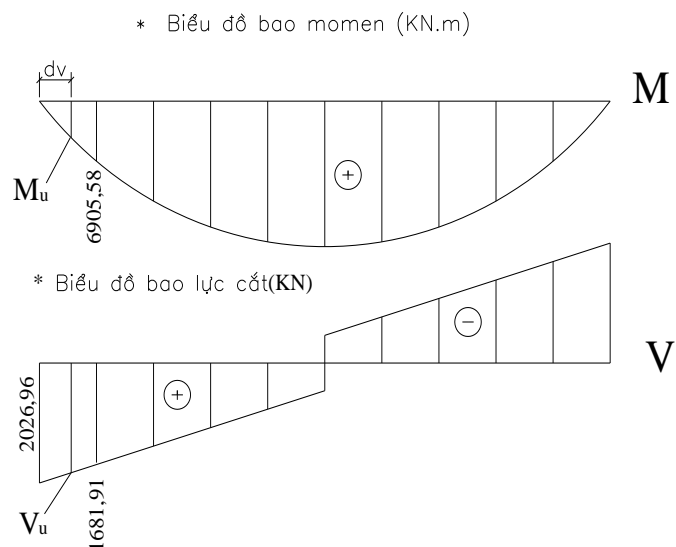
V_u : là lực cắt tính toán theo TTGHCD 1 , $\phi = 0.9$,

$$\varepsilon_x = \frac{M_u / d_v + 0.5 V_u \cot g \Phi}{E_p A_{PS}},$$

M_u : là mômen uốn tính theo TTGHCD1,

Nh- vậy để tra bảng tìm Φ phải tính $\varepsilon_x \rightarrow$ để tính ε_x phải biết Φ ,Vậy phải thử dần theo trình tự sau :

a, Từ biểu đồ bao mômen và lực cắt :



Từ nội suy ta đ-ợc $\{M_u = 4069 \text{ KN.m}; V_u = 1900,6 \text{ KN}\}$

b, Tính ứng suất cắt :

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1900,6 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 600 \cdot 1260} = 2,79 \text{ MPa}$$

$$\frac{V}{f'_c} = \frac{2,79}{50} = 0,06$$

c, Giả thiết $\Phi_0 = 40^\circ$, $\cot g \Phi_0 = 1.192 \rightarrow$ tính ε_{x_1} ,

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{4069 \cdot 10^6 / 1260 + 0,5 \cdot 1900,6 \cdot 10^3 \cdot 1,192}{1970007840} = 2,82 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Theo } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f'_c} = 0,06 \\ \varepsilon_{x_1} = 2,82 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\}, \text{ Tra bảng } \rightarrow \Phi_1 = 27,1^\circ, \beta_1 = 3,82$$

+ so sánh Φ_1 và Φ_0 khác nhiều \rightarrow làm lần thứ 2 : $\cot g 27,1^\circ = 1,95$.

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{4069 \cdot 10^6 / 1260 + 0,5 \cdot 1900,6 \cdot 10^3 \cdot 1,95}{1970007840} = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Theo } \frac{V}{f'_c} \text{ và } \varepsilon_{x_2} \rightarrow \text{tra bảng } \rightarrow \Phi_2 = 27,4^\circ \text{ và } \beta_2 = 3,68.$$

Vậy số liệu để tính : $\Phi_2 = 27,4^\circ$ và $\beta_2 = 3,68$.

d, Bố trí cốt đai tr-ớc rồi kiểm tra :

B-ớc đai :

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0,083 \sqrt{f'_c} b_v} = \frac{804,4 \cdot 400}{0,083 \cdot \sqrt{50} \cdot 600} = 913,7 \text{ mm},$$

$$V_u = 1900,6 \text{ KN} < 0,1 f'_c b_v d_v = 0,1 \cdot 50 \cdot 600 \cdot 1260 = 3780 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

$$S_v \leq \min(0,8 d_v; 600 \text{ mm}),$$

Vậy $S_v \leq 600 \text{ mm} \rightarrow$ chọn cốt đai $\phi 16 - 4$ nhánh $S_v = 300 \text{ mm} \rightarrow$ kiểm tra ,

$$V_n = \min \{ V_c + V_s + V_p \text{ và } 0,25 f'_c b_v d_v \}.$$

$$+ V_c = 0,083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v = 0,083 \cdot 3,68 \cdot \sqrt{50} \cdot 600 \cdot 1260 = 1632,8 \text{ KN},$$

$$+ V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha_{tb},$$

- Tính góc α_{tb} của các bó cáp tại $x = d_v = 1260 \text{ mm}$,

$$+bó\ 1: tg\alpha = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 100}{33400} \left(1 - \frac{2 \times 1260}{33400}\right) = 0.0107 \rightarrow \alpha_1 = 0.62^\circ,$$

T- ong tự cho các bó khác

$$\rightarrow \alpha_{tb} = \frac{1}{7} (0.62 + 1.23) + 6.76 + 7.37 + 7.97 = 3.69^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.064.$$

$$V_p = (0.8f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \sin \alpha_{tb} = (0.8 \times 0.9.1860 - 299.7) \cdot 7840 \cdot 0.064 = 822,34KN.$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d_v \cdot \cot g(\phi)}{S_v} = \frac{804,4 \cdot 400 \cdot 1260 \cdot 1,929}{300} = 2606,84KN$$

Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt :

$$V_n = \min \{ V_c + V_s + V_p = 5036,8 \text{ KN và } 0.25f'_c b_v d_v = 9450KN \}.$$

$$V_n = \{ V_c + V_s + V_p \}$$

$$V_u = 1144KN \leq 0,9(V_c + V_s + V_p) = 0,9 \cdot 5036,8 = 4533,12KN \rightarrow \text{đạt},$$

2.11.KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG :

2.11.1.Kiểm tra ứng suất MC 105 (giữa nhịp) :

2.11.1.1.giai đoạn căng kéo cốt thép (ngay sau khi đóng neo):

$$+c- ờng độ bê tông: f'_{ci} = 0.8f'_c = 40MP_a,$$

$$+c- ờng độ ct dul : f_{pi} = 0.74f_{pu} = 0.74 \times 1860 = 1376.4MP_a,$$

$$+ A_g = 592000mm^2$$

$$I_g = 3.54 \times 10^{11} mm^4, e_g = 1110,6mm, y_1^d = 1282,04mm, y_1^{tr} = 467,96mm, M_1 = 2228,94KN.m$$

a,Kiểm tra ứng suất biên d- ới (us nén):

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i x e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d \right| \leq 0.6f'_{ci} = 24MP_a.$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376,4 - 141,26) \cdot 7600 = 9387064N$$

$$f_{bd} = \left| -\frac{9387064}{592000} - \frac{9387064 \cdot 1110,6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 + \frac{2228,94 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 \right| = |-20.45| \leq 0.6f'_{ci} = 24MP_a$$

b,Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \left\{ \begin{array}{l} < 1.38MP_a \\ < 0.25\sqrt{f'_{ci}} = 1.77 \end{array} \right.$$

Thay số :

$$f_{bd} = -\frac{9387064}{592000} + \frac{9387064 \cdot 1110,6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 467,96 - \frac{2228,94 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 467,96 = 0,87MP_a \leq 1,77MP_a \rightarrow \text{đạt}$$

2.11.1.2. Giai đoạn khai thác (sau mất mát toàn bộ):

a, kiểm tra ứng suất biên d-ới :

$$f_{pi} = 0.8f_{py} = 0.8 * 0.9 * 1860 = 1339.2 MP_a ,$$

$$-lực nén : P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 299,7) * 7600 = 7900200N .$$

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_1^d + \frac{(M_{3b} + M_{lp} + M_{ht})}{I_c} y_3^d \leq 0.5\sqrt{f_c'} = 3.54 .$$

$$\begin{aligned} f_{bd} &= -\frac{7900200}{59200} - \frac{7900200 * 1110,6}{4,3 * 10^{11}} * 1282,04 + \frac{2228,9 * 10^6}{3,54 * 10^{11}} * 1282,04 + \\ &+ \frac{2433,3 * 10^6}{3,54 * 10^{11}} * 1282,04 + \frac{(286,9 + 554,6 + 3832,87) * 10^6}{4,3 * 10^{11}} * 1366,22 \\ &= 0.76 MP_a \leq 0.5\sqrt{f_c'} = 3.54 \end{aligned}$$

→ đạt.

b, Kiểm tra ứng suất biên trên : $y_1^{tr} = 467,96mm, y_2^{tr} = 543,66mm, y_3^{tr} = 383,78mm$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} - \frac{M_3}{I_c} y_3^{tr} \right| \leq 0.45f_c' = 0.45 * 50 = 22.5 MP_a ,$$

$$\begin{aligned} f_{bd} &= -\frac{7900200}{59200} + \frac{7900200 * 1110,6}{4,3 * 10^{11}} * 467,96 + \frac{2228,9 * 10^6}{3,54 * 10^{11}} * 467,96 + \\ &+ \frac{2433,3 * 10^6}{3,54 * 10^{11}} * 543,66 + \frac{(286,9 + 554,6 + 3832,87) * 10^6}{4,3 * 10^{11}} * 543,66 \end{aligned}$$

$$= |-21.8 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt},$$

2.11.2. Kiểm tra us mặt cắt gối 100 :

2.11.2.1. Giai đoạn căng kéo :

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{T1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb}$$

-Trong đó :

$$+ \rightarrow \alpha_0^{tb} = \arccos \left(\frac{(0.62 + 1.23) + 6,76 + 7,37 + 7,97}{7} \right) = 3.69^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997 ,$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1488 - 140,7) * 7840 * 0.997 = 105311455N$$

$$+ A_g = 1090000 mm^2, I_g = 2,88 * 10^{11} mm^4, e_g = 189,54 mm, y_1^{tr} = 839 mm, y_1^d = 911 mm, M = 0$$

a. Kiểm tra us biên d-ới :

$$f_{bd} = -\frac{105311455}{1090000} - \frac{105311455 * 189,54}{2,88 * 10^{11}} * 839 = |-12.78 MP_a| < 19.2 MP_a \rightarrow \text{đạt}.$$

b.Kiểm tra thớ trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{105311455}{1090000} + \frac{105311455 * 189,54}{2,88 \times 10^{11}} * 911 = -8.04 MP_a \text{ (nén)} < f_k \rightarrow$$

đạt.

2.11.2.2.Giai đoạn khai thác:

$$P_i = [1339.2 - (88.5 + 159)] * 7840 * 0.997 = 8533251216 V.$$

$$I_c = 5,3 \cdot 10^{11} mm^4, y_2^{tr} = 844,67 mm, y_2^d = 905,33 mm.$$

a.Kiểm tra us biên d- ới :

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{8533251216}{1090000} - \frac{8533251216 * 396}{5,3 * 10^{11}} * 905,33 = -12.4 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

b.Kiểm tra us biên trên :

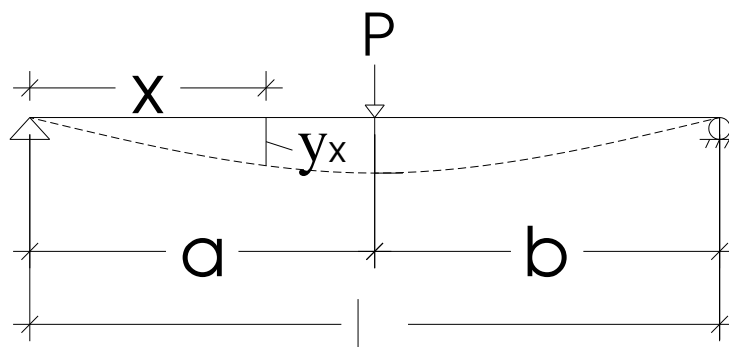
$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{8533251216}{1090000} + \frac{8533251216 * 396}{5,3 * 10^{11}} * 844,67 = -6.5 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

2.12.TÍNH ĐỘ VỒNG KẾT CẤU NHỊP :

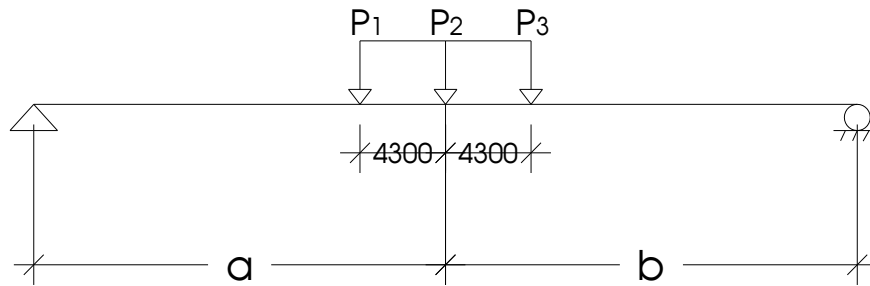
2.12.1.Kiểm tra độ vồng do hoạt tải :

+Tính độ vồng mặt cắt có tọa độ x do lực p có tọa độ a,b nh- hình vẽ .



$$y_x = \frac{p \cdot b \cdot x}{6 \cdot E_c \cdot I_c \cdot l} (l^2 - b^2 - x^2)$$

+Sơ đồ chất tải tính độ vồng do xe tải 3 → trục:



$p_1 = 145 \times 10^3 \text{ N}, p_2 = p_1, p_3 = 35 \times 10^3 \text{ N} \rightarrow$ tính độ võng không có hệ số :

+ Độ võng MC giữa nhịp 105 do các lực $p_1 \rightarrow$

$b = 12900 + 4300 = 17200 \text{ mm}, x = 12900 \text{ mm}.$

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 17200 \times 12900 \times (33400^2 - 17200^2 - 12900^2)}{6 \times 30358 \times 4,3 \times 10^{11} \times 33400} = 8,6 \text{ mm}$$

+ Độ võng MC 105 do $p_2 \rightarrow$

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 l^3}{48 E_c I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 33400^3}{48 \times 30358 \times 4,3 \times 10^{11}} = 9,4 \text{ mm}$$

+ Độ võng MC 105 do $p_3 \rightarrow b = 10400 \text{ mm}, x = 14700 \text{ mm}.$

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \times 10^3 \times 8600 \times 14700 \times (33400^2 - 8600^2 - 12900^2)}{6 \times 30358 \times 4,3 \times 10^{11} \times 33400} = 1,55 \text{ mm}$$

+ Độ võng các dầm chủ coi nh- chịu lực giống nhau khi chất tất cả các làn xe .

$$n_L = \frac{B_x}{3400} = \frac{11000 - 2 \times 1500}{3400} = 2$$

-số làn xe : 2 làn .

-hệ số xung kích $(1+IM)=1.25.$

+ Độ võng 1 dầm chủ tại MC 105 :

$$y = \frac{(y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3}) n_L}{n} \times 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 5.$$

$$y = \frac{(8,6 + 9,4 + 1,55) \times 2}{5} \times 1.25 = 9,775 \text{ mm} .$$

$$+ \text{Kiểm tra : } y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 9,775 < \frac{33400}{800} = 42 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$$

2.12.2. Tính độ võng do tĩnh tải – lực căng tr- ớc và độ võng (MC 105):

2.12.2.1. Độ võng do lực căng ctdul:

$$\Delta_{DUL} = - \frac{5 w l^4}{384 E_c I_g} .$$

Trong đó: $w = \frac{8pe}{l^2}$, $e = e_g = 872mm$, $I_g = 6,9 \times 10^{11} mm^4$.

$$p = (0.8f_{pu} - \Delta f_{PT})A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 299,7) \times 7840 = 9316272N.$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 9316272 \times 872}{34400^2} = 54,93.$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{5 \times 54,93 \times 33400^4}{384 \times 30358 \times 2.956103 \times 10^{11}} = -42,47mm.$$

2.12.2.2. Độ võng do trọng lượng bản thân dầm (giai đoạn 1): do $g_1 = 30,18N/mm$

$$\Delta g_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1 \cdot l^4}{E \cdot I_g} = \frac{5 \times 30,18 \times 33400^4}{384 \times 30358 \times 6,9 \times 10^{11}} = 23,36mm$$

2.12.2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 5,69N/mm$.

$$\Delta g_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2 \cdot l^4}{E \cdot I_c} = \frac{5 \times 5,69 \times 33400^4}{384 \times 30358 \times 4,3 \times 10^{11}} = 7,06mm$$

***Độ võng do lực căng +tĩnh tải :gọi là độ võng tĩnh y_T .**

$$y_T = -42,47 + 23,36 + 7,06 = -12,05mm$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là :12.05mm.

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ KỸ THUẬT TRỤ PA2

3.1.Số liệu chung:

- Tên cầu: Cầu Kim Tân – Thị Trấn Thạch Thành – Thanh Hóa
- Loại cầu: Cầu BTCT dự ứng lực
- Tên trụ tính toán: Trụ T2
- Qui trình tính toán: Theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05.

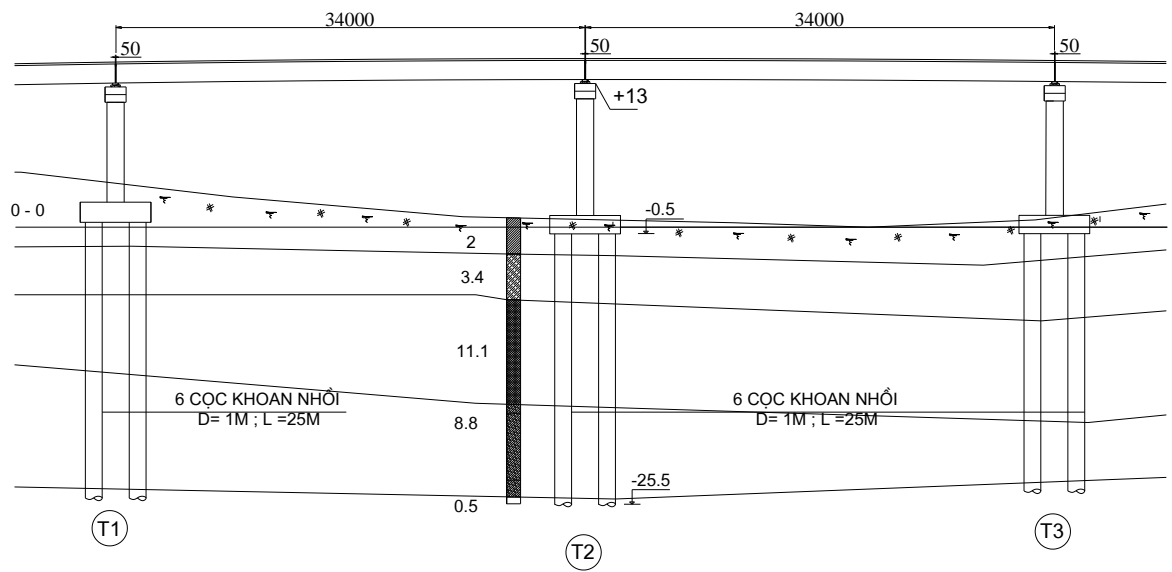
3.1.1.Kết cấu phần trên:

- Loại dầm: Dầm BTCT DUL căng sau.
- Số lượng dầm: $N = 5 \text{ dầm.}$
- Khoảng cách các dầm: $= 2,2m.$
- Chiều dài nhịp tính toán: $L_s = 33,4m.$
- Chiều dài thực tế: $L = 34 m.$
- Chiều cao dầm: $H = 1,7m.$
- Khổ cầu : $B = 7+2*1,5m.$
- Số làn xe thiết kế: $n = 2 \text{ làn.}$
- Hệ số làn xe: $m=1,2.$
- Tải trọng HL93, đoàn người $3(KN/m^2).$
- Hệ số xung kích: $IM=0,25.$
- Trọng lượng riêng bê tông: $= 24 kN/m^3.$
- Trọng lượng riêng nước: $= 10 kN/m^3.$
- Bê tông xà mũ $f_c=30Mpa$, thân trụ và bệ cọc $f_c=25Mpa.$

3.1.2.Số liệu trụ:

- Loại trụ: Trụ đặc bê tông cốt thép.
- Loại cọc: Cọc khoan nhồi đường kính $1 m.$
- Số cọc trong móng: 6 cọc.
- Cao độ mực nước cao nhất: $MNCN=11 m.$
- Cao độ mực nước thông thuyền: $MNTT=8,5 m.$
- Cao độ mực nước tự nhiên: $MNTC=1,88 m$
- Cao độ đỉnh móng: $CD \text{ Đỉnh Móng} = +1,5 m.$
- Cao độ đáy móng: $CD \text{ Đáy móng} = -0.5 m.$

Sơ đồ cầu:



3.1.3. Các lớp địa chất :

Lớp 1 - cát sét

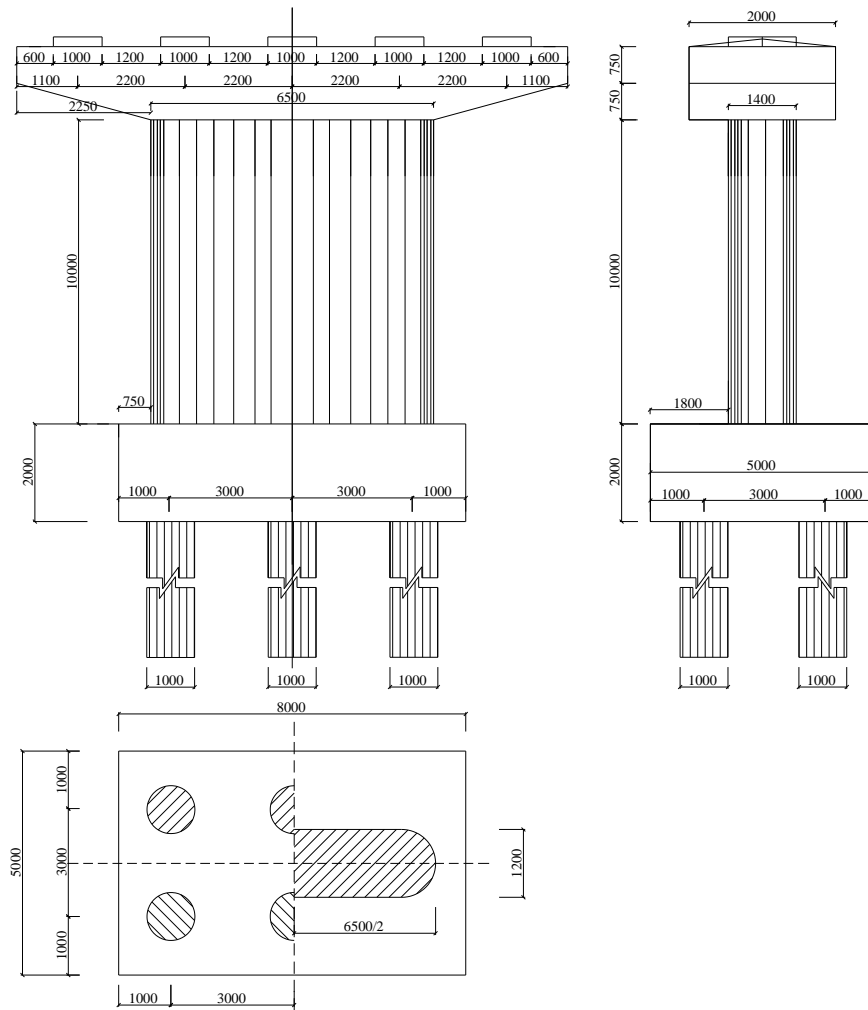
Lớp 2 - sét dẻo cứng

Lớp 3 - sét dẻo mềm

Lớp 4 - Cuội sỏi

Lớp 5 - đá gốc.

Sơ đồ trụ:



3.2. Tải trọng tác dụng :

3.2.1. Tĩnh tải tác dụng (không hệ số):

3.2.2. Tĩnh tải Theo phương dọc cầu :

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

+ V_{DC}^f : phản lực gối phải do trọng lượng 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

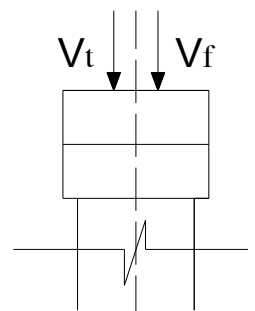
- g_{dc}^{tr} : trọng lượng k/c nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

- g_{dc}^f : trọng lượng k/c 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)

Tĩnh 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 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- ọng riêng t- ơng ứng thành phần thứ i.

-Trọng l- ọng (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = V_x \gamma_{bt} = 42,14 \times 2,5 = 105,35T = 1053,5KN$$

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

$$P_{tr} = V_x \gamma_{bt} = 81,9 \times 2,5 = 204,75T = 2047,5KN .$$

-Trọng l- ọng bộ móng :

$$P_m = V_m \gamma_{bt} = 80 \times 2,5 = 200T = 2000KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng l- ọng bản thân của kết cấu nhịp dầm,tám kê,dầm ngang,bản mặt cầu $g_1 = 32,75 \text{ KN/m}$

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

+Tính tải lan can,tay vịn: phân bố đều trên toàn chiều dài đ- ờng ảnh h- ưởng với c- ờng độ $g_{2a} = 5,19 \text{ KN/m}$

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài đ- ờng ảnh h- ưởng với c- ờng độ

$$g_{2b} = g_{lp} = 16,4 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 32,75 + 5,19 = 37,94 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 32,75 + 5,19 = 37,94 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 16,4 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \cdot \frac{l_{tr}}{2} = 37,94 \cdot \frac{34}{2} = 645 \text{ KN}$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \cdot \frac{l_f}{2} = 37,94 \cdot \frac{34}{2} = 645 \text{ KN.}$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \cdot \frac{l_{tr}}{2} = 16,4 \cdot \frac{34}{2} = 278,8 \text{ KN}$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \cdot \frac{l_f}{2} = 16,4 \cdot \frac{34}{2} = 278,8 \text{ KN}$$

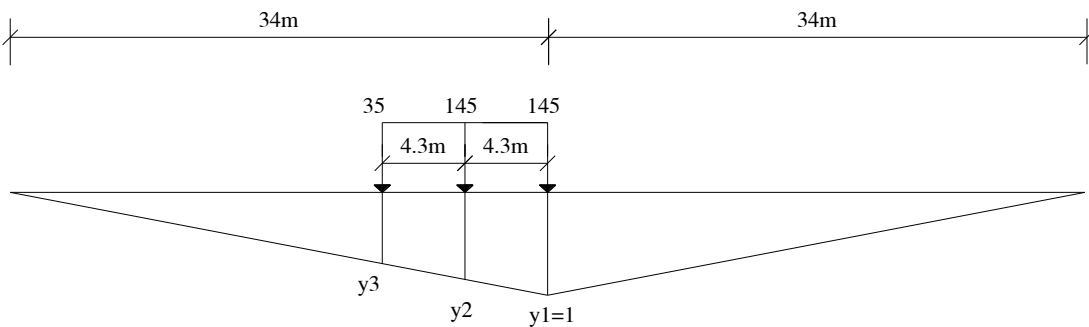
4. Hoạt tải thẳng đứng :

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 :



$$-y_1=1$$

$$-y_2=0,87$$

$$-y_3=0,75$$

-Do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = n_L \cdot m_L \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \cdot \gamma_L \cdot [45(y_1 + y_2) + 35y_3]$$

Trong đó :

+ γ_L : hệ số tải trọng xe tải tk , $\gamma_L = 1.75$.

+ IM : lực xung kích của xe , khi tính mô đun đặc thì $\left(1 + \frac{IM}{100}\right) = 1.25$

+ n_L : số làn chất tải .

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

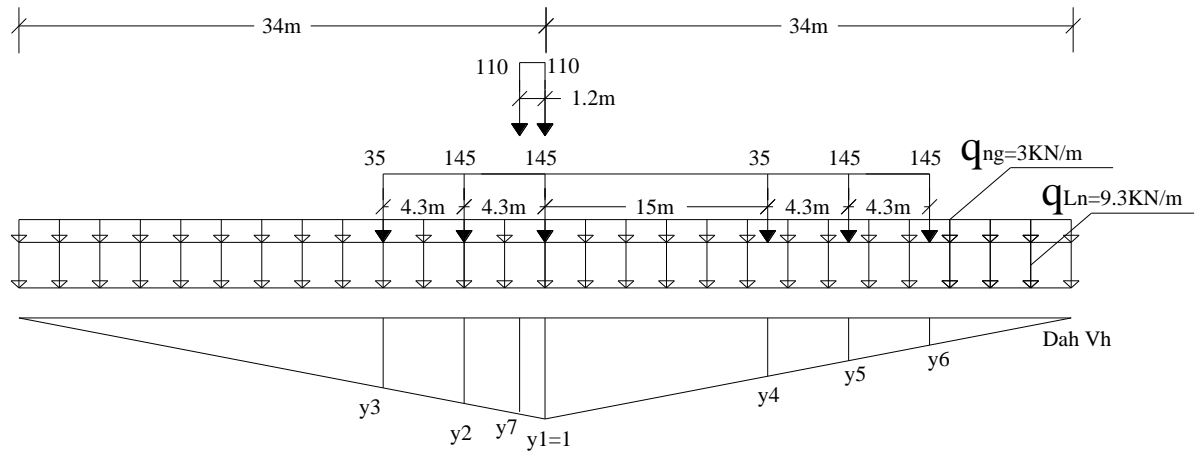
2 làn xe $m_L = 1$.

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,75 \cdot [45(1 + 0.87) + 35 \cdot 0.75] = 1301 \text{ KN}$$

* Tr-ờng hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe):

(vì hai nhịp giống nhau $l^{tr} = l^f = 34m \rightarrow$ tính cho $V_{ht}(\max)$)

Tr-ờng hợp $V_{ht}(\max)$:



$$-y_4 = 0,55$$

$$-y_5 = 0,43$$

$$-y_6 = 0,3$$

$$-y_7 = 0,96$$

$+V_{ht}^{3tr}$:do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = 0,9 \cdot n_L \cdot m_L \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) x \gamma_L x \left[45(y_2 + y_1 + y_5 + y_6) + 35(y_3 + y_4) \right]$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{3tr} = 0,9 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,75 \cdot \left[45(0,87 + 1 + 0,43 + 0,3) + 35(0,75 + 0,55) \right] = 1663,4KN$$

$+V_{ht}^{2tr}$:do xe tải 2 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = 0,9 \cdot n_L \cdot m_L \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) x \gamma_L x \left[10(1 + y_7) \right]$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{2tr} = 0,9 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,75 \cdot \left[10(1 + 0,96) \right] = 848,9KN$$

$+V_{ht}$:do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0,9 \cdot q_{LN} \cdot l \cdot n_L \cdot m_L \cdot \gamma_{LN} = 0,9 \cdot 9,3 \cdot (34 + 34) \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,75 = 1992KN$$

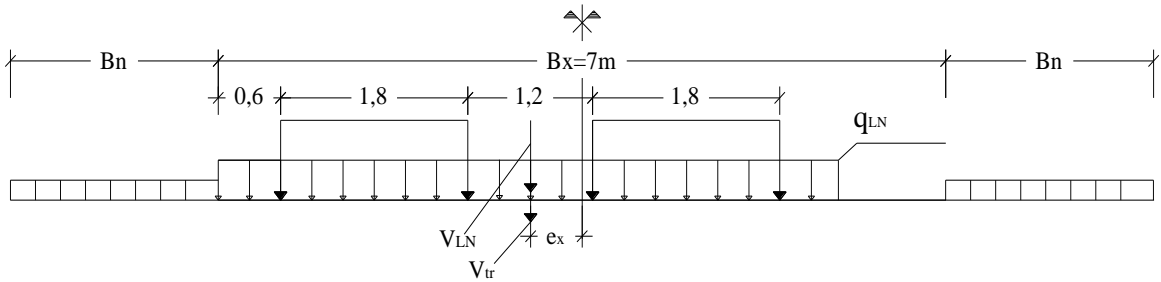
$+V_{ht}$:do tải trọng ng-ời :

$$V_{ht}^{Ng} = 0,9 \cdot q_{Ng} \cdot l \cdot n_L \cdot m_L \cdot \gamma_{Ng} = 0,9 \cdot 3 \cdot (34 + 34) \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,75 = 642,6KN$$

4.2. Phân bố ngang cầu (gồm 5 dầm I đặt cách nhau 2.3m):

-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 :

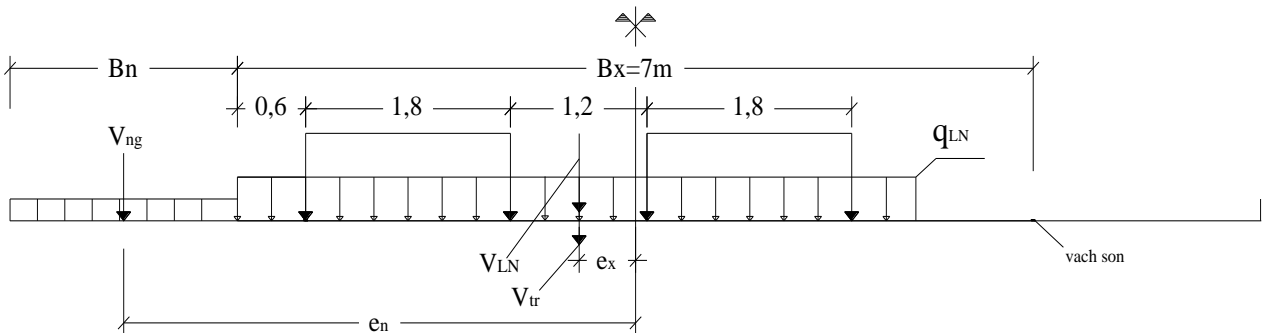
a. Chất 2 làn xe+ 2 làn ng-ời:



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0,6 - 1,8 - 0,6 = \frac{7}{2} - 0,6 - 1,8 - 0,6 = 0,5m$$

b.Chất 2 làn xe + 1 làn ng-ời:



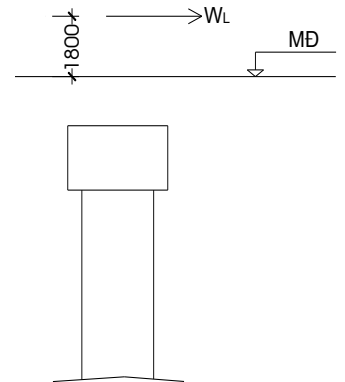
Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0,6 - 1,8 - 0,6 = \frac{7}{2} - 0,6 - 1,8 - 0,6 = 0,5m$$

$$e_n = \frac{B_x}{2} + \frac{B_n}{2} = \frac{7}{2} + \frac{1,5}{2} = 4,25m$$

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

- Đ- ọc 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- ọc lấy bằng 25% trọng l- ợng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn đ- ọc đặt trong tất cả các làn thiết kế đ- ọc chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi nh- đi cùng một chiều. Các lực này đ- ọc 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- ọc 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 $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325KN$.

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

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

6. Lực gió (gió ngang):

6.1. Dọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

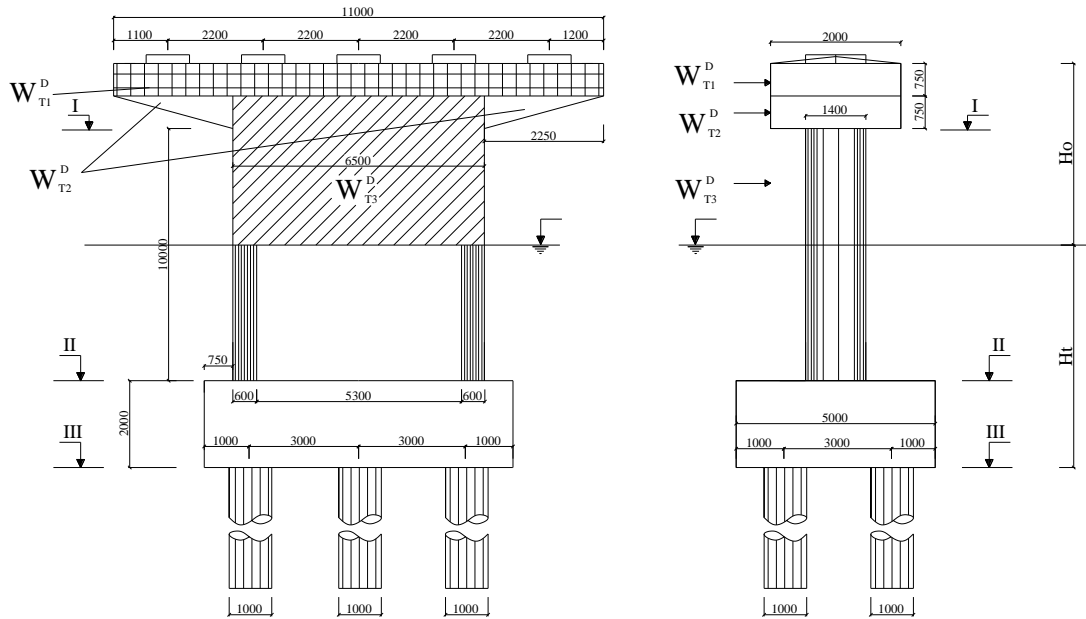
$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2 . A_i . C_d > 1.8.A_i (KN)$$

Trong đó:

+ A_i : 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).

\Rightarrow 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 12,5 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \times S = 53 \times 1.12 = 59,4 \left(\frac{m}{s} \right).$$

Từ hình vẽ:

$$A_t = 26,4 (m^2).$$

Suy ra:

$$W_{Ti}^D = 0.0006 V^2 \cdot A_t \cdot C_d = 0,0006 \cdot 59,4^2 \cdot 26,4 \cdot 1 = 55,88 KN > 1,8 \cdot 26,4 = 47,5 (KN)$$

\rightarrow 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.

+ 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 .

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0,0006 \times 59,4^2 \cdot (0,65 + 1,9) \cdot \frac{(34 + 34)}{2} = 183,5 \text{ KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe :

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

$$W_n^x = 1,5 \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 1,5 \cdot \frac{(34 + 34)}{2} = 51 \text{ KN}$$

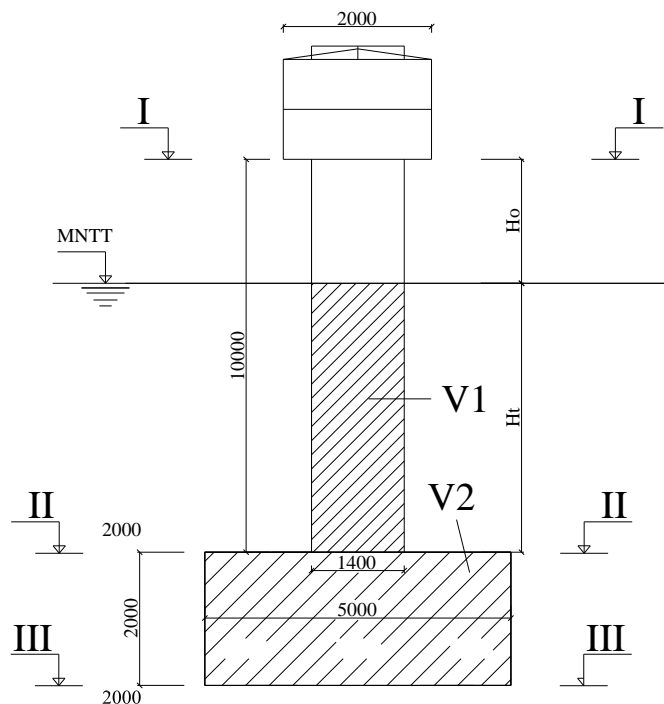
(Với 1.5 kn/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

7. Tải trọng do nước :

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 nước,
từ mực nước 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:

$$V = V_1 = \left(\frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} + 5,3 \right) \cdot 5,5 \cdot 1,4 = 52,66$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{\text{II}} = 9.81.V = 9,81 \cdot 42,44 = 416 \text{ KN}$$

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

$$V = V_1 + V_2 = 42,44 + 2.5.8 = 122,44m^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9,81.V = 9,81.122,44 = 1201KN$$

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 T2 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 tĩnh : $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp + lực hãm, 2 xe tải dọc cầu + làn + ng-ời.
- Mức nước cao nhất: +12m

a. Mặt cắt II-II:

- **Tổng lực dọc**

$$N_{II} = 1,25(P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1,5.(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr}.1,75.1,25 + 1,75.(V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1,25.V_{dn}^{II}$$

$$N_{II} = 1,25(1053,5 + 2047,5 + 645 + 645) + 1,5.(278,8 + 278,8) + 1663,4.1,75.1,25 + 1,75.(1992 + 642,6) - 1,25.42,44$$

$$\Rightarrow N_{II} = 14521 \text{ KN}$$

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

$$M_{II} = -(1,25V_{DC}^{tr} + 1,5V_{DW}^{tr}).e_t + (1,25V_{DC}^f + 1,5V_{DW}^f).e_f + 1,75 \times 1,25 \times W_L \times H_{II}$$

- $M_{II} = -(1,25.645 + 1,5.278,8).0,5 + (1,25.645 + 1,5.278,8).0,5 + 1,75.1,25.292,5.14,114$

$$\Rightarrow M_{II} = 9031 \text{ KN.m}$$

Trong đó :

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

Theo hình vẽ :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1,8m$$

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).

$$H_{II} = 10 + 0,5 + 1,7 + 0,114 + 1,8 = 14,114m$$

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

- Tổng lực ngang : $W_{II} = 1,75.1,25.W_L = 1,75 \times 1,25.292,5 = 639,84KN$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m, \text{ với } V_{dn}^m = V_m = 8.2.5 = 80m^3 \text{ (thể tích bệ móng).}$$

$$\Rightarrow N_{III} = 14521 + 1.25.2000 - 1,25.80 = 16921KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 9031 + 292,5 \times 1,75 \times 1,25 \times 2 = 10311KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III} = W_{II} = 639,84KN .$$

2. Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + V_{ht}^{tr} \cdot 1,25 + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - V_{dn}^{II}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 1053,5 + 2047,5 + 645 + 645 + 278,8 + 278,8 + 1,25 \cdot 1663,4 + 1992 + 642,6 - 42,44$$

$$= 9619,5 KN$$

Tổng Mômen :

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

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(645 + 278,8) \cdot 0,5 + (645 + 278,8) \cdot 0,5 + 1,25.292,5.14,114 = 5160KNm$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{II}^{SD} = 1,25.W_L = 1,25.292,5 = 365,62KN$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 9619,5 + 2000 - 80 = 11539,5 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1,25 \cdot W_L \cdot H_m = 5160 + 1,25 \cdot 292,5 \cdot 2 = 5891 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang:

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

II.2. Theo phương ngang cầu : mặt cắt II-II và III-III.

1. Ngang cầu TTGH công độ 1:

- Hệ số tĩnh tải > 1 , $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe + 1 làn ng-ời lệch tâm về bên trái).
- Mức nước cao nhất: +12m

a. Mặt cắt II-II:

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

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^N = N_{II} - 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CĐ1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 14521 - 1,75 \cdot \frac{642,6}{2} = 13959 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen:

$$M_{II}^N = (1,25 \cdot 1,75 \cdot V_{ht}^{tr} + 1,75 \cdot V_{ht}^{LN}) \cdot e_x + 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} \cdot e_n$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1,25 \cdot 1,75 \cdot 1663,4 + 1,75 \cdot 1992) \cdot 0,5 + 1,75 \cdot \frac{642,6}{2} \cdot 4,25 = 5952 \text{ KNm}$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^N = 13959 + 1.25 \times 2000 - 1.25 \times 80 = 16359 \text{KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 5952 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :**a. Mặt cắt II-II:**

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 9619,5 - 1,75 \cdot \frac{642,6}{2} = 9057 \text{KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 5952 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

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

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 9057 + 2000 - 80 = 10977 \text{KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 5952 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

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

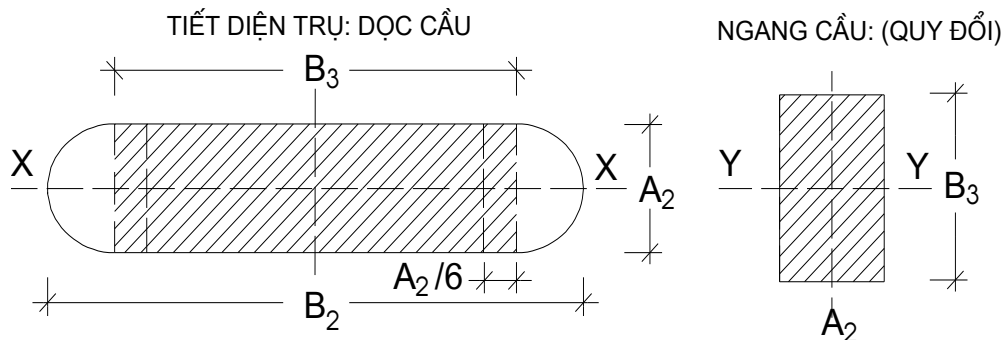
BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

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	14521	9031	639,84	13959	5952	0
III-III	16921	10311	639.84	16359	5952	0
	TTGH SD1			TTGH SD1		
II-II	9619,5	5160	365.62	9534	5952	0
III-III	11539,5	5891	365.62	11454	5952	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 $J_x = B_3 \cdot \frac{A_2^3}{12}$.

+ $F = B_3 \cdot A_2$.

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

Số liệu : $B_2=6,5m$, $A_2=1,4m$, trụ cao $H_t=10m$.

Suy ra :

$$B_3 = 6,5 - 1,4 + \frac{1,4}{3} = 5,5m$$

$$F = 5,5 \cdot 1,4 = 7,7m^2$$

$$J_x = 5,5 \cdot \frac{1,4^3}{12} = 1,52m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{1,52}{7,7} = 0,46m$$

$$\frac{K.L_u}{r} = \frac{1.10}{0,46} = 21,7 < 22 \rightarrow \text{bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh .}$$

b. Theo ph- ơng ngang cầu :

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

Ta có : $J_y = A_2 \cdot \frac{B_3^3}{12} = 1,4 \cdot \frac{5,5^3}{12} = 19,4m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \frac{19,4}{7,7} = 1,59m$$

$$\frac{K.L_u}{r} = \frac{1.10}{1,59} = 6,3 \lll 22 \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

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

$$N_{\max} = 14521KN, M_{\max} = 9031 (KN.m)$$

- 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 ($R_n = 15000 KN/m^2$)

F – Diện tích đáy móng : $F_m = 7,7 (m^2)$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a.b^2}{6} = \frac{5,5 \cdot 1,4^2}{6} = 1,79m^3$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{14521}{7,7} + \frac{9031}{1,79} = 6931 (KN/m^2) < R_n = 15000 (KN/m^2) \Rightarrow \text{đạt}$$

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' 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 :

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 7,7.10^6 = 115500 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Số l- ượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \cdot \frac{3,14}{4}} = \frac{115500}{25^2 \cdot \frac{3,14}{4}} = 235 \text{ thanh}$$

Vậy: bố trí 240 thanh cốt thép $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

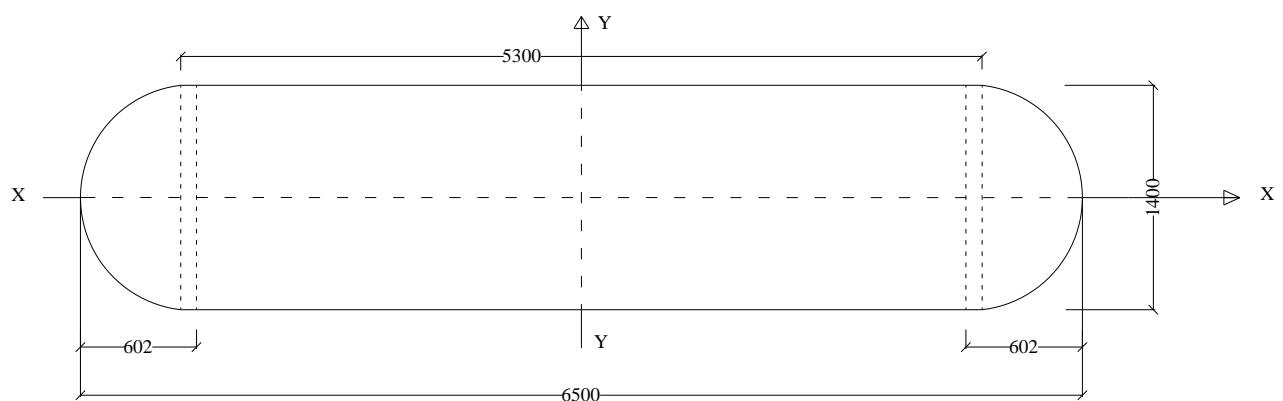
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đ- ờng kính $\Phi 12$.

4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đ- ọc bo tròn theo một bán kính bằng 0.6m, 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.

**5. Kiểm tra sức kháng uốn theo 2 ph- ơng 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 $\Phi 12$

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 tỉ 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 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 : độ lệch tâm theo phương x $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$ (mm)

+ e_y : độ lệch tâm theo phương 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)

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

Ta có : $0,10 \phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 7,7 \times 1000 = 20790 \text{ KN}$

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)

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

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.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_c \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,1155 \cdot 420}{0,85 \cdot 0,85 \cdot 30 \cdot 5,5} = 0,4$$

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_c \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,1155 \cdot 420}{0,85 \cdot 0,85 \cdot 30 \cdot 1,4} = 1,6$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0,4 \cdot 0,85 = 0,34$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1,6 \cdot 0,85 = 1,36$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \cdot 0,1155 \cdot 420 \cdot 10^3 \cdot \left(5,5 - 0,132 - \frac{0,34}{2} \right) = 226939 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \cdot 0,1155 \cdot 420 \cdot 10^3 \cdot \left(1,4 - 0,132 - \frac{1,36}{2} \right) = 25671 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

+ b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi ph-ơng là khác nhau).

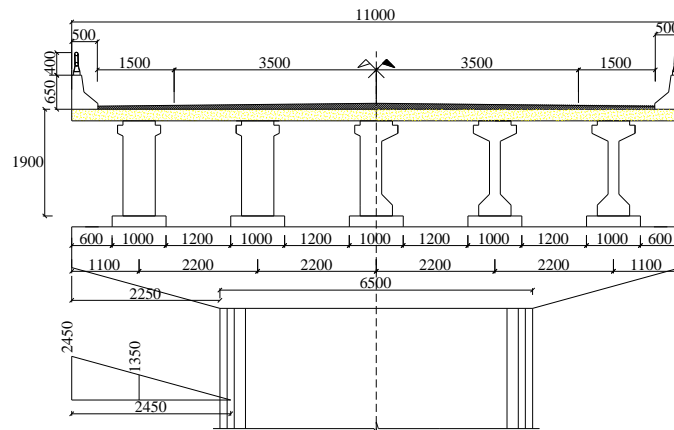
Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều:

Tổ hợp	N	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	KNm	KNm	KNm	KNm		

CĐ1	14521	9031	5952	226939	25671	0.2716	đạt
TTSD	9619,5	5160	5952	226939	25671	0.2545	đạt

6. Tính Toán Mũ Trụ:

Sơ đồ:



- Mũ trụ làm việc nh- ngầm công xôn

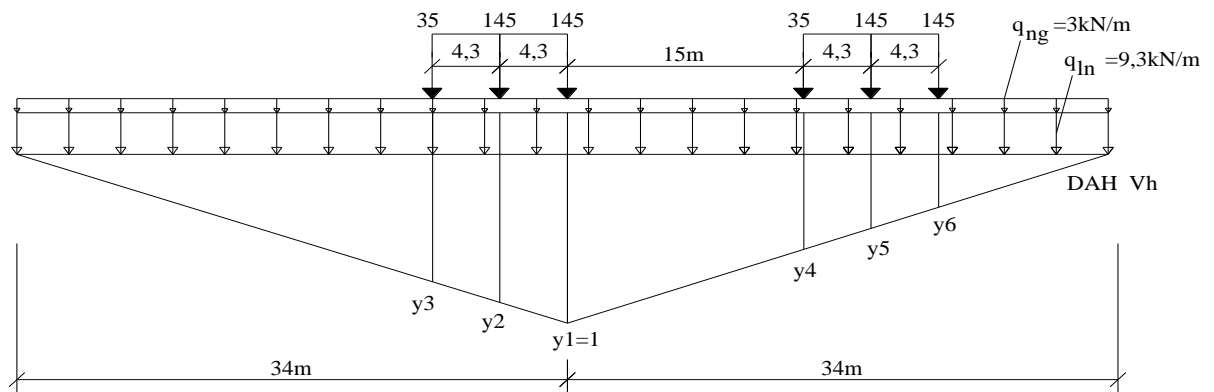
$$l_{tt} = 2,25 + \frac{R}{3} = 2,25 + \frac{0,6}{3} = 2,45 \text{ (m)}$$

- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

+ Do trọng l- ợng bản thân: $g_1 = 2 * 32,75 = 65,5 (KN / m)$

+ Do tĩnh tải phân bên trên : $P_t = P_{dc+dn+mn+lc} + P_{lp} = 1446,4 KN .$

+ Do hoạt tải:



$$y_1=1; y_2=0,87; y_3=0,75; y_4=0,55; y_5=0,43; y_6=0,3.$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9.m_L.(1 + \frac{IM}{100}).\gamma_L.mg_{tr} \cdot [45(y_2 + y_1 + y_5 + y_6) + 35(y_3 + y_4)]$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 0.525 \times [45(0.87 + 1 + 0.43 + 0.3) + 35(0.75 + 0.55)] = 415,6 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 1,75.9,3.(\frac{34+34}{2}).mg_{lan} = 1,75.9,3.34.0,336 = 186 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{ng} = 1,75.3.(\frac{34+34}{2}).mg_{ng} = 1,75.3.34.1,065 = 187,9 \text{ KN}$$

$$\omega_M = \frac{2,45.2,45}{2} = 3,001$$

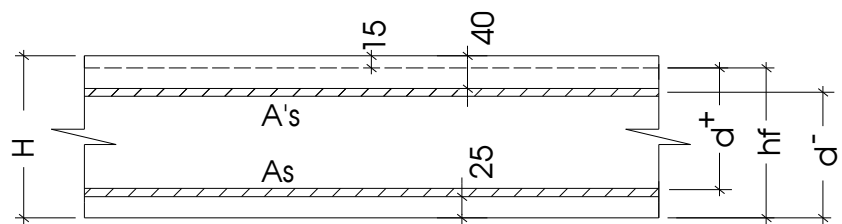
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} + P_{ht}^{ng} = 415,6 + 186 + 187,9 = 789,5 \text{ KN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1,25.g.\omega_M + (P_t + P_{ht}).y = 1,25.65,5.3,001 + (1446,4 + 789,5).1,35 = 4145$$

*. 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: $d=1485-25-22/2=1499\text{mm}$.

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

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{4145.10^3}{330.1499} = 8,37 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Để an toàn ta chọn 9 thanh $\phi 22$, $a = 15 \text{ cm}$.

IV. Tính toán móng cọc khoan nhồi:

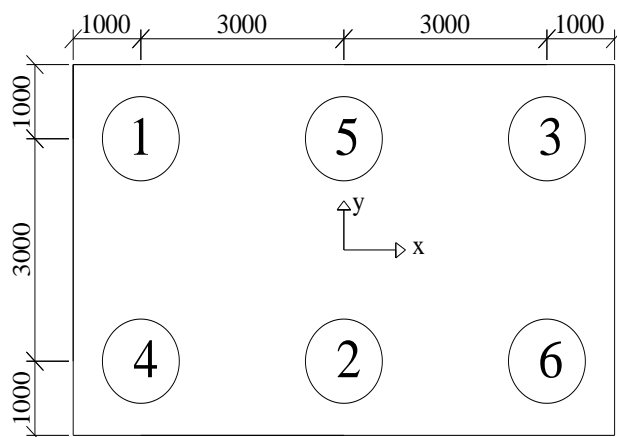
Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c-ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

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	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	+1,5	m
Cao độ đáy bệ cọc	-0,5	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	25.5	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	25	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:

+ Chấn các khoan nhồi b»ng BTCT ®-êng kÝnh $D = 1,0m$,
khoan xuyªn qua c¸c l¸p c¸t s¸t cũ g¸c ma s¸t $(\varphi f)_i$ vµ
l¸p s¸t pha c¸t cũ g¸c ma s¸t $\varphi f = 45^0$.

+ Bª t¸ng các m¸c #300.

+ Cột thép chịu lực $20\phi 25$ cả c-êngh $\geq 420\text{MPa}$. Sai trệnh $\phi 10$ a200.

1.1.Xác định sức chịu tải trọng nền của các nhảì theo vếì liệuh lựm các:

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30\text{ kg/cm}^2$
- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400\text{ kg/cm}^2$

Sức chịu tải của cột theo vếì liệuh

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

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

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với $P_n = C \cdot \eta \cdot \phi \cdot A_c \cdot f_c' + f_y \cdot A_{st}$ trong đó C là hệ số giảm tải trọng 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 giảm tải trọng, $\phi = 0,75$

m_1, m_2 : Các hệ số giảm tải trọng kiểuh lựm việuh.

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

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

A_c : Diện tích tiết diện nguyệnh của cột

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

A_{st} : Diện tích của cốt thép (mm²).

Hệ số giảm tải trọng η lấy theo bảng 1,5-3%. với hệ số giảm tải trọng 1,5% ta có:

$$A_{st} = 0,015 \times A_c = 0,015 \times 785000 = 11775\text{ mm}^2$$

Chọn cốt dọc là $\phi 25$, số thanh cốt dọc cần thiết là:

$$N = 11775 / (3,14 \times 25^2 / 4) = 24 \text{ chọn } 25 \phi 25 \quad A_{st} = 12265,625\text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cột theo vật liệu là:

$$P_v = 0,75 \times 0,85 \times (0,85 \times 30 \times (785000 - 12266) + 420 \times 12265,625) = 1585,10^3 (\text{N}).$$

Hay $P_v = 1585 (\text{T}) = 15850 \text{ KN}$.

1.2.Xác định sức chịu tải nền của các nhảì theo c-êngh $\geq 420\text{MPa}$:

Số liệu địa chất:

Lớp 1 - cát sét

Lớp 2 - sét dẻo cứng

Lớp 3 - sét dẻo mềm

Lớp 4 - Cuội sỏi

Lớp 5 - đá gốc

Sc chØu t¶i t¶ng n¶i c¶a ¹c treo (¹c ma št) ¹c ®Ønh theo c¶ng th¹c :

$$Q_r = \varphi \times Q_n = \varphi_{qp} Q_p + \varphi_{qs} Q_s$$

Trong ®ĩ :

- **Q_p : Sc k¶ng ®i c¶a m¶i ¹c (T) $Q_p = q_p \times A_p$**
- **Q_s : Sc k¶ng ®i c¶a th¶n ¹c (T) $Q_s = q_s \times A_s$**
- **$\varphi_{qp} = 0.55$ hU ³ sc k¶ng ®i c¶a m¶i ¹c**
- **$\varphi_{qs} = 0.65$ hU ³ sc k¶ng ®i c¶a th¶n ¹c**
- **q_p : Sc k¶ng ®i ®Æn vØ c¶a m¶i ¹c (T/m²)**
- **q_s : Sc k¶ng ®i ®Æn vØ c¶a th¶n ¹c (T/m²)**
- **A_p : Di¶n t¶ch m¶i ¹c (m²)**
- **A_s : Di¶n t¶ch c¶a b¶ m¶t th¶n ¹c (m²)**
- **Xc ®Ønh sc k¶ng ®¶n vØ c¶a m¶i ¹c q_p (T/m²) vµ sc k¶ng m¶i ¹c Q_p**

M¶i ¹c d¶t l¶p c¶i ¶ng – ® ³c(³ N = 52).Theo Reese vµ O’Niel (1988) ³ th¶ –íc t¶nh sc k¶ng m¶i ¹c ®Æn vØ b¶ng ³ch s¶ d¶ng trØ ³ xuy¶n ti¶u ch¶n SPT , N.

V¶i $N \leq 75$ th× $q_p = 0,057N$ (Mpa)

$$\text{Ta ³ sc k¶ng m¶i ¹c ®Æn vØ } q_p = 0,057.52 \text{ (Mpa)} \\ = 2,964 \text{ (Mpa)} = 296,4 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$Q_p = 296,4 \times 3.14 \times 1^2 / 4 = 232,67 \text{ (T)}$$

- **Xc ®Ønh sc k¶ng ®¶n vØ c¶a th¶n ¹c q_s (T/m²) vµ sc k¶ng th¶n ¹c Q_s**

Theo Reese và Wright (1977) Sức kháng bìa n đất q_s của thềm cọc α - yếu xác

Định theo công thức :

- $q_s = 0,0028N$ với $N \leq 53$ (Mpa)
- Lớp 1 - sét sét $q_s = 0.0028 \times 8 = 0,0224$ (Mpa) = 2,24(T/m²)
- Lớp 2 - sét dẻo mềm, chặt vừa $q_s = 0.0028 \times 21 = 0.0588$ (Mpa) = 5,88 (T/m²)
- Lớp 3 - sét dẻo cứng $q_s = 0.0028 \times 32 = 0.0896$ (Mpa) = 8,96(T/m²)
- Lớp 4 - Cúỉ sỏi $q_s = 0.0028 \times 40 = 0.112$ (Mpa) = 11,2(T/m²)
- Lớp 5 - sỏi $q_s = 0.0028 \times 52 = 0.1456$ (Mpa) = 14,56(T/m²)

Bảng tính sức kháng thềm cọc trong nền đất

Lớp	Chiều dài cọc trong lớp đất (m)	q_s (T/m ²)	A_s (m ²)	Q_s (T)
1	2	2,24	6,28	14,07
2	3,4	5,88	10,676	62,77
3	11,1	8,96	34,854	312,29
4	8,8	11,2	27,632	309,45
5	0,5	14,56	1,57	23
Tổng	26,0			721,58

Tổng tải trọng cọc chịu tải theo hiệu quả tải trọng Q_r

$$Q_r = 0.55 \times 232,67 + 0.65 \times 721,58 = 597,6 = 5970KN$$

*Tính số cọc cho móng trụ:

$$n = \beta x P / P_{\text{c}}$$

Trong đó:

β : hệ số tải trọng ngang;

$\beta = 1.5$ cho trục, $\beta = 2.0$ cho mô (mô chịu tải trọng ngang lớn do p 1c

ngang của đất và các cọc đóng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi ảnh hưởng của đất $\frac{3}{4}$ p tr n m).

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

$$P_{\text{cọc}} = \min(P_v, P_{nd})$$

Hạng mục	Tên	P_v	Q_r	$P_{\text{cọc}}$	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T2	15850	5970	5970	18923,7	1,2	3,8	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:

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

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

$$P_{\text{max}} = \frac{P}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\text{max}}}{\sum_1^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\text{max}}}{\sum_1^n x_i^2}$$

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 $P_c = 5970 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 14521 \text{ KN}$$

$$M_x = 9031 \text{ KNm}$$

$$M_y = 5952 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	P_{max} (KN)	Yêu cầu
1	-3	1.5	9	2.25	2917,22	đạt
2	0	-1.5	0	2.25	1456,38	đạt
3	3	1.5	9	2.25	3836,74	đạt

4	-3	-1.5	9	2.25	3501.25	đạt
5	0	1.5	0	2.25	996,74	đạt
6	3	-1.5	9	2.25	1916,14	đạt

