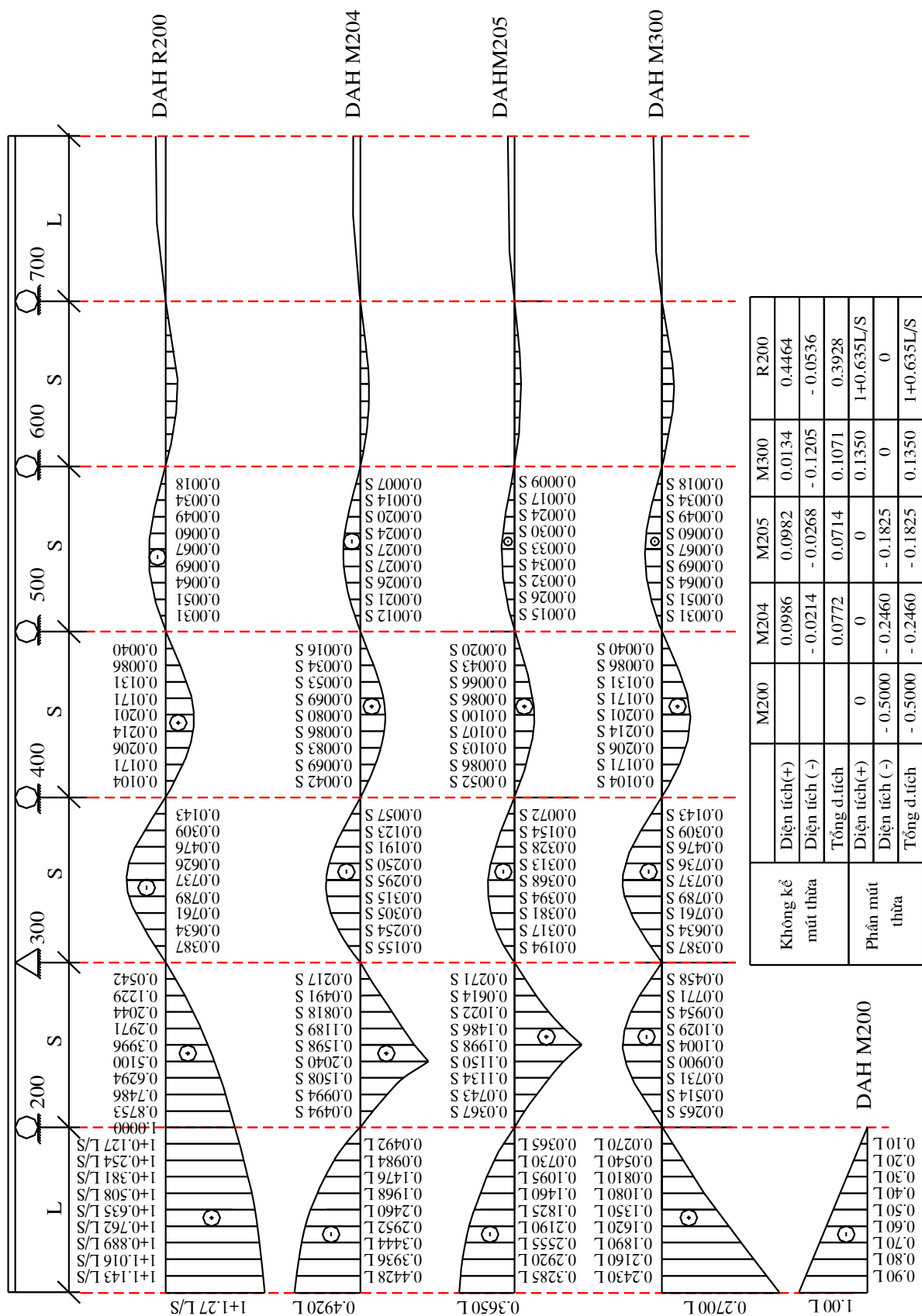


PHẦN II

THIẾT KẾ KỸ THUẬT



CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

I .XÁC ĐỊNH TÍNH TẢI

Tính cho 1 mm chiều rộng của dải bản

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

$$W_S = H_B. \gamma_C = 200.24.10^{-6} = 4,8.10^{-3}(\text{N/mm})$$

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

$$\gamma_C = 2,4 (\text{T/m}^3) = 24(\text{KN/m}^3) = 24.10^{-6}(\text{N/mm}^3)$$

2.Trọng lượng bản mút thừa :

$$W_0 = H_0. \gamma_C$$

$$H_B = H_0 + 80 = 200 + 80 = 280 (\text{mm})$$

$$\rightarrow W_0 = 280 .24.10^{-6} = 6,72 .10^{-3} (\text{N/mm}^2)$$

3.Trọng lượng của lớp phủ :

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

$$H_{DW} = 70 (\text{mm})$$

$$\gamma_{DW} = 2,25.10^{-5} \text{N/mm}^3$$

$$\rightarrow W_{DW} = 70.2,25.10^{-5} = 1,575.10^{-3} (\text{N/mm})$$

4. Trọng lượng của lan can

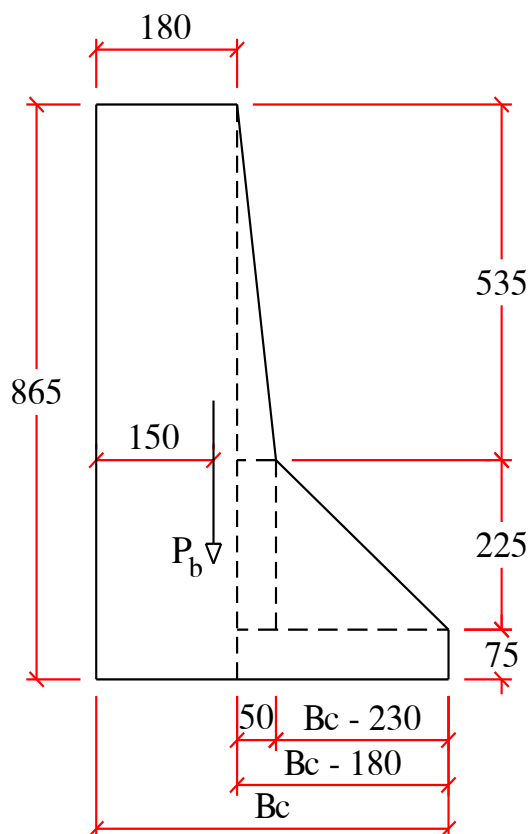
$$P_b = [(865.180) + (B_c - 180).75 +$$

$$50.255 + 535. \frac{50}{2} + (B_c - 230) . \frac{255}{2}] . \gamma_c$$

$$\rightarrow P_b = [(865.180) + (500 - 180).75 +$$

$$50.255 + 535. \frac{50}{2} + (500 - 230) . \frac{255}{2}] . 24.10^{-6}$$

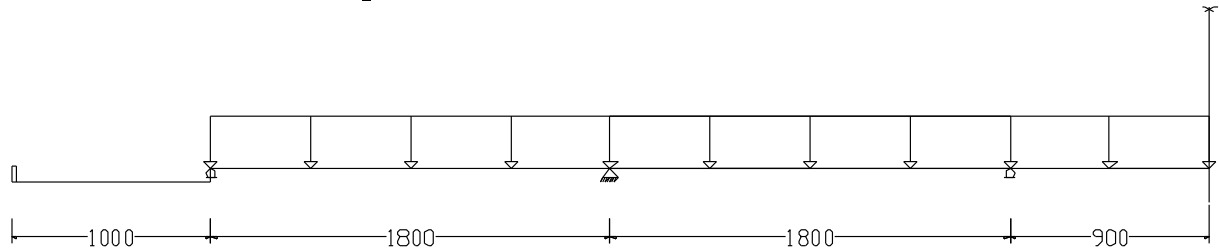
$$= 5,766 (\text{N})$$



II .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. Nội lực do tĩnh tải**1.1 Nội lực do BMC W_s** 

$$V_{200} = W_s \cdot \omega = W_s \cdot 0,3928 \cdot S$$

$$= 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3928 \cdot 1800 = 3,39 \text{ (N)}$$

$$M_{204} = W_s \cdot \omega = W_s \cdot 0,0772 \cdot S^2$$

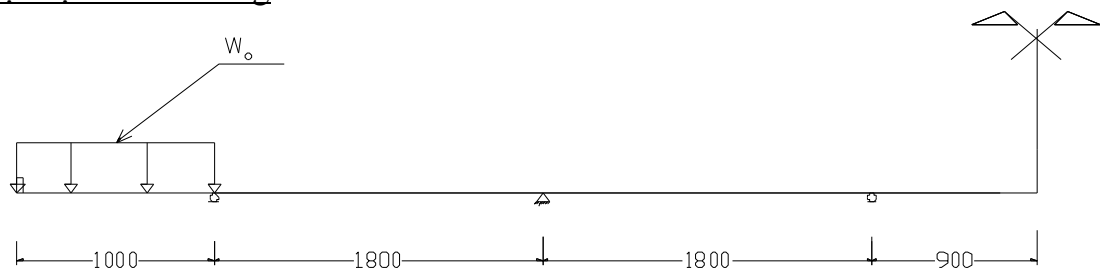
$$= 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0772 \cdot 1800^2$$

$$= 1200,61 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{300} = W_s \cdot \omega = W_s \cdot (-0,1071) \cdot S^2$$

$$= 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,1071) \cdot 1800^2$$

$$= -1665,62 \text{ (N.mm)}$$

1.2 Nội Lực do bản hằng

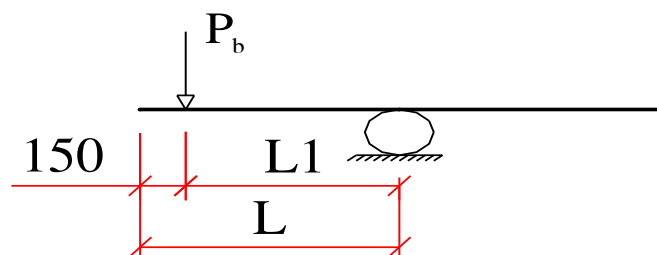
$$V_{200} = W_0 \cdot \omega \cdot L = W_0 \left(1 + 0,635 \cdot \frac{L}{S} \right) \cdot L$$

$$= 6,72 \cdot 10^{-3} \cdot \left(1 + 0,635 \cdot \frac{1000}{1800} \right) \cdot 1000 = 9,091 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = -W_0 \cdot L^2 / 2 = -6,72 \cdot 10^{-3} \cdot 1000^2 / 2 = -3360 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{204} = W_0 \cdot \omega \cdot L^2 = 6,72 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,2460) \cdot 1000^2 = -1653,12 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{300} = W_0 \cdot \omega \cdot L^2 = 6,72 \cdot 10^{-3} \cdot 0,135 \cdot 1000^2 = 907,2 \text{ (N.mm)}$$

1.3 Nội lực do lan can .

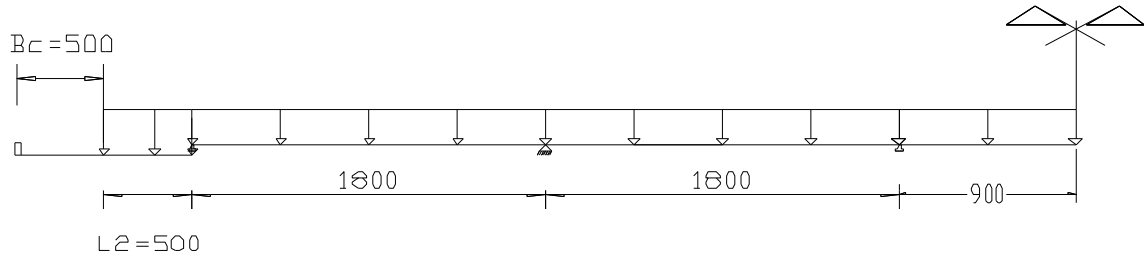
$$V_{200} = P_b. \left(1 + 1,270. \frac{L_1}{S} \right) = 5,766. \left(1 + 1,270.850 / 1800 \right) = 9,224 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = P_b.(-1.L_1) = 5,766.(-850) = -4901,1 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{204} = P_b.(-0,4920.L_1) = 5,766.(-0,4920.850) = -2411,341 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{300} = P_b.(0,27.L_1) = 5,766.(0,27.850) = 1323,297 \text{ (N.mm)}$$

1.4. Nội lực cho lớp phủ



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

$$= 1,575.10^{-3}. \left[\left(1 + 0,635. 500/1800 \right). 500 + 0,3928.1800 \right] = 2,04 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = W_{DW}.(-0,5)L_2^2 = 1,575. 10^{-3}. [(-0,5).500^2] = -196,875 \text{ (N.mm)}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= W_{DW}. \left[(-0,246).L_2^2 + 0,0772. S^2 \right] \\ &= 1,575. 10^{-3}. \left[(-0,246). 500^2 + 0,0772. 1800^2 \right] \\ &= 297,089 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= W_{DW}. \left[(0,135).L_2^2 + (-0,1071). S^2 \right] \\ &= 1,575.10^{-3}. \left[(0,135). 500^2 + (-0,1071). 1800^2 \right] = -493,375 \text{ (Nmm)} \end{aligned}$$

2. NỘI LỰC DO HOẠT TẢI

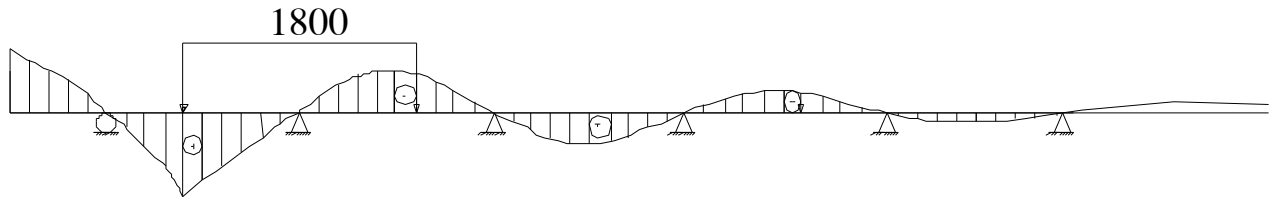
2.1- Tính bản kê 2 cạnh. (bản nằm giữa 2 s-ờn dầm)

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 L_n
- + 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 $M(+)$

$$\begin{aligned} S_w^+ &= 660 + 0,55.S \text{ (mm)} \\ &= 660 + 0,55.1800 \text{ (mm)} \\ &= 1650 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

* Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:



Đah M204

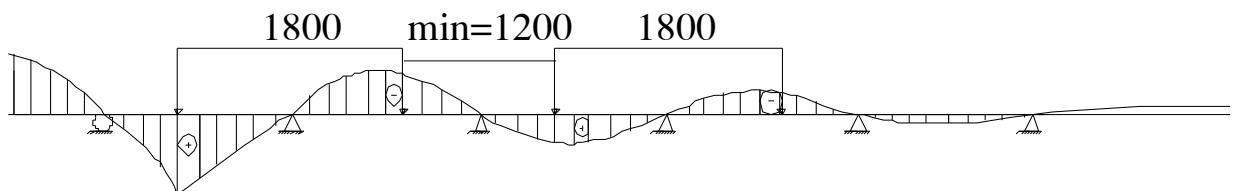
$$M_{204} = m(y_1 + y_2)S \cdot W/S_w^+ \text{ (N.mm/mm)}$$

$$\text{Với } y_1 = 0,204 ; y_2 = -0,0315$$

Với: m là hệ số làn xe = 1.2

$$W = 72.5 \text{ KN} \Rightarrow M_{204} = 1,2(0,204 - 0,0315)1800 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1650 \\ = 16371,818 \text{ (N.mm)}$$

* Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



Đah M204

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 ; $y_1 = 0,204$; $y_2 = -0,0315$; $y_3 = 0,0086$; $y_4 = -0,0027$

$$\Rightarrow M_{204} = 1 \cdot (0,204 - 0,0315 + 0,0086 - 0,0027) \cdot 1800 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1650 = 14109,818 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{204} = 16371,818 \text{ (N.mm)}$. $\Rightarrow$ Vậy TH xếp 1 làn xe đ-ợc khống chế.

b) Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe

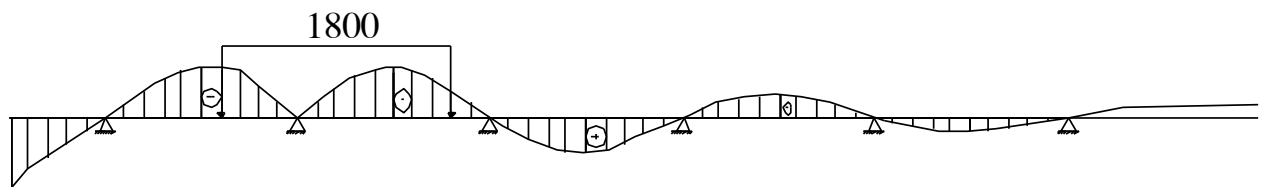
+ Th-ờng mômen âm lớn nhất đặt tại gối 300

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

$$S_w^- = 1220 + 0,25 \cdot S = 1220 + 0,25 \cdot 1800 = 1670 \text{ (mm)}$$

* Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:

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



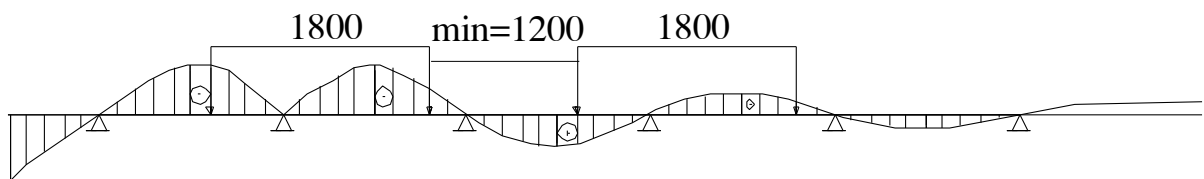
Đah M300

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

Hệ số làn xe $m = 1,2$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0736$

$$M_{300} = -1,2(0,1029 + 0,0736) \cdot 1800 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1670 = -16550,838 \text{ (N.mm)}$$

* Tr-ờng hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



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

Với $m = 1$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0736$; $y_3 = 0,0214$; $y_4 = -0,0069$

$$\Rightarrow M_{300} = 1 \cdot (-0,1029 - 0,0736 + 0,0214 - 0,0069) \cdot 1800 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1670 = -12659,281 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{300} = -16550,838 \text{ (N.mm)}$. $\Rightarrow$ Vậy TH xếp 1 làn xe đ-ợc khống chế.

c) Lực cắt lớn nhất do hoạt tải bánh xe

Lực cắt lớn nhất tại gối 200

* Tr-ờng hợp 1: Khi xếp một làn xe:

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

$$\Rightarrow V_{200} = 1,2(1 + 0,0) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1650 = 52,727 \text{ (N)}$$

* Tr-ờng hợp 2: Khi xếp hai làn xe:

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

Với $m = 1$; $y_1 = 1$; $y_2 = 0,0$; $y_3 = 0,0214$; $y_4 = -0,0069$

$$\Rightarrow V_{200} = 1(1 + 0,0 + 0,0214 - 0,0069) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1650 = 44,576 \text{ (N)}$$

Vậy chọn $V = 52,727 \text{ (N)}$

Vậy TH 1 làn xe đ-ợc khống chế.

2.2- Tính bản hằng (mút thừa):

Điều kiện tính M^- bản hằng :

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

Trong trường này $X = 1000 - 500 - 300 = 200(\text{mm})$

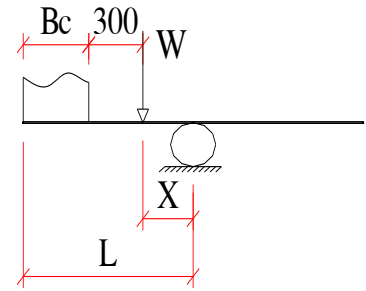
Chiều rộng tính toán của dải bản

$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833 \cdot 200 = 1306,6(\text{mm})$$

$$M_{200} = m \cdot W \cdot y / S_w^0 = 1,272,5 \cdot 10^3 \cdot (-1/9) / 1306,6 = -7,398 (\text{N.mm})$$

$$V_{200} = m \cdot W \cdot y / S_w^0$$

$$= 1,272,5 \cdot 10^3 \cdot 0,571 / 1306,6 = 38,02(\text{N})$$



3. Tổ hợp nội lực của bản:

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

- TTGH c-ờng 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
- + M_{WDW} ; V_{WDW} : Mômen và lực cắt do lớp phủ
- + M_{LL} ; V_{LL} : Mômen và lực cắt do hoạt tải xe

$$V_{200} = 0,95[1,25 \cdot (3,39 + 9,091 + 9,224) + 1,5 \cdot 2,04 + 1,75 \cdot 1,25 \cdot 52,727] = 138,255 (\text{N})$$

$$M_{200} = 0,95[1,25(-3360 - 4901,1) + 1,5(-196,875) + 1,75 \cdot 1,25(-7,398)] = 10105,977(\text{N.mm})$$

$$M_{204} = 0,95[1,25 \cdot 1200,61 + 0,9(-1653,12 - 2411,341) + 1,5 \cdot 297,089 + 1,75 \cdot 1,25 \cdot 16371,818] = 32396,646 (\text{N.mm})$$

$$M_{300}=0,95[1,25.(-1665,62)+0,9.(907,2+1323,297)+1,5(-493,375)+1,75.1,25.(-16550,838)] = -35156,743 \text{ (N.mm)}$$

- Theo TTGH sử dụng :

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

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

$$V_{200} = 3,39+9,091+9,224+2,04 +1,25. 52,727 =89,654 \text{ (N)}$$

$$M_{200}=-3360 -4901,1-196,875+1,25.(-7,398)=-8467,223 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{204}=1200,61 -1653,12-2411,341+297,089+1,25.16371,818 =17898,011 \text{ (N.mm)}$$

$$M_{300}= -1665,62+907,2+1323,297-493,375+1,25(-16550,838) \\ = -20617,046 \text{ (N.mm)}$$

	V200	M200	M204	M300
TTGH CĐ1(N)	138,255	-10105,977	32396,646	-35156,743
THGH SD(N.mm)	89,654	-8467,223	17898,011	-20617,046

III- Tính toán cốt thép, bố trí và kiểm tra tiết diện:

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° 15 ; $d_b = 16 \text{ mm}$; $A_b = 200 \text{ mm}^2$

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

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

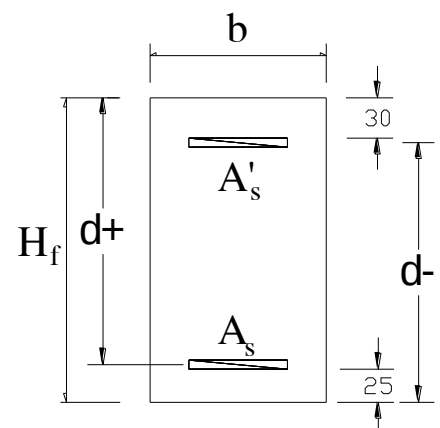
Tính cốt thép chịu mômen d- ơng :

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

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^-

$$A_s = \frac{32396,646}{330.152} = 0,646 \text{ (mm}^2\text{)}$$



Theo phụ lục B, bảng 4 chọn N^o 15a 250 mm ; có $A_s = 0,800 \text{ (mm}^2\text{)}$

Tính cốt thép chịu mômen âm :

$$A'_s = \frac{35168,618}{330,147} = 0,725 \text{ (mm}^2\text{)}$$

-Theo phụ lục B, bảng B4 chọn N^o 15a 250mm ; có $A'_s = 0,800 \text{ (mm}^2\text{)}$

2- Kiểm tra cốt thép

2.1- Kiểm tra điều kiện hàm lượng 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 lượng thép tối đa:

CT lớn nhất bị giới hạn bởi yêu cầu về độ dẻo dai $c \leq 0,42d$ hoặc $a \leq 0,42 \beta_1 d$

Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} \leq 0,42 \beta_1 d \quad \text{Với } b = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Trong đó } \beta_1 = 0,85 - 0,05 \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right) = 0,85 - 0,05 \cdot \left(\frac{30 - 28}{7} \right) = 0,836$$

$$a = \frac{0,800 \cdot 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1} = 12,549 < 0,42 \cdot 0,836 \cdot 152 = 52,370 \text{ (mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm lượng thép tối thiểu:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \geq 0,03 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho = 0,8 / 1,152 = 5,263 \cdot 10^{-3} > 0,03 \frac{30}{400} = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

=> Đảm bảo điều kiện

+ Kiểm tra hàm lượng 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 = $S - b_{\text{ôm DC}} = 1800 - 250 = 11550 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{11550}} = 97,5\% > 67\% \text{ dùng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67 \cdot 0,80 = 0,536 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc bên dưới cùng dùng N^o 10a 175 (mm)

$$C \text{ ó } A_s = 0,571 \text{ (mm}^2\text{)}$$

❖ Kiểm tra cho cốt thép chịu mômen âm :

Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa

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

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

$$a = \frac{0,800.400}{0,85.30.1} = 12,55 < 0,42.0,836.147 = 51.6 \text{ (mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu

+Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu

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

$$\rho = \frac{0.800}{1.147} = 5,442.10^{-3} > 0,3. \frac{30}{400} = 2,3. 10^{-3}$$

+ 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 = $S - b_{\text{S- ờn DC}} = 1800 - 250 = 1550 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{1550}} = 97,5\% > 67\% \text{ dùng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67.0,800 = 0,536 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc bên dưới cùng dùng N^o 10a 175 (mm)

$$C \text{ ó } A_s = 0,571 \text{ (mm}^2\text{)}$$

2.2- Kiểm tra c- ờng độ theo mômen:

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

+) Kiểm tra c- ờng độ theo M^+

Lấy mômen với tâm vùng nén của BMC

Công thức kiểm tra:

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

$$M_n = 0,9 \cdot 0,800 \cdot 400 \cdot \left(147 - \frac{12,55}{2}\right) = 40528,80 \text{ (N.mm)}$$

$$M_u = 32396,646 \text{ (N.mm)}$$

$$\Rightarrow M_n = 40528,80 \text{ (N.mm)} > M_u = 32396,646 \text{ (N.mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu.

+) Kiểm tra cường độ theo M^-

Lấy mômen với tâm vùng nén của BMC

Công thức kiểm tra:

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

$$M_n = 0,9 \cdot 0,800 \cdot 400 \cdot \left(152 - \frac{12,55}{2}\right) = 41968,8 \text{ (N.mm)}$$

$$M_u = 35168,618 \text{ (N.mm)}$$

$$\Rightarrow M_n = 41968,8 \text{ (N.mm)} > M_u = 35168,618 \text{ (N.mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu.

2.3- Kiểm tra nứt:

❖ Kiểm tra cho mômen dương :

Nứt được kiểm tra bằng cách giới hạn ứng suất kéo trong cốt thép dưới 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 mômen theo TTGHSD)

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

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

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

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

$$\Rightarrow E_c = 0,043 \cdot 2400^{1.5} \cdot \sqrt{30} = 27691,465 \text{ (Mpa)}$$

$$- n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{27961,465} = 7,152 \Rightarrow \text{chọn } n = 7 \text{ (Hệ số quy đổi từ thép sang BT)}$$

- 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:

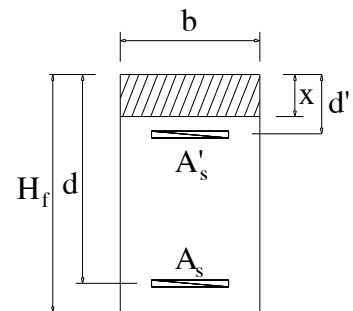
$$0.5bx^2 = nA'_s(d'-x) + nA_s(d-x) \quad (1)$$

Giải pt tìm x.

$$(1) \Leftrightarrow 0,5.1.x^2 = 7.0,8.(38-x) + 7.0.667.(152-x)$$

$$\Rightarrow x_1 = 33,895 < d' = 38 \text{ (T/M)}$$

$$x_2 = -54,432$$



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

$$\rightarrow I_{CT} = \frac{1.33,895^3}{3} + 7.0,8.(38-33,895)^2 + 7.0.667.(152-33,895)^2$$

$$\rightarrow I_{CT} = 78201,599 \text{ (mm}^4\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo :

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

Trong đó :

- M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

- $y = d - x = 152 - 33,895 = 118,105 \text{ (mm)}$

$$\Rightarrow f_s = 7 \cdot \frac{17898,011}{78201,599} \cdot 118,105 = 189,215 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

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

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. $d = 33 \text{ mm}$
- A : Diện tích bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chịu kéo
 $A = 2 d_c . S$ với $S = 250(\text{mm})$ - b- ớc thép

$$\Rightarrow A = 2.33.250 = 16500 (\text{mm}^2)$$

$$\Rightarrow f_{sa} = \frac{23000}{(33.16500)^{1/3}} = 281,662(\text{Mpa})$$

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

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s \leq f_{sa} \leq 0,6 f_y$

$$f_s = 189,215 < f_{sa} = 281,662 > 0,6 f_y = 240 (\text{Mpa})$$

$$\text{lấy } f_{sa} = 0,6 f_y = 0,6.400 = 240 (\text{Mpa}) > f_s = 195,903 (\text{Mpa})$$

$\Rightarrow$ Đạt

❖ Kiểm tra cho mômen âm :

+ Giả thiết $x > d$

$$d = 147 (\text{mm}) ; b = 1 (\text{mm}) ; h_f = H_b - 15 = 200 - 15 = 185 (\text{mm})$$

$$0,5bx^2 + n A_s'(x - d') = nA_s(d - x)$$

$$0,5.1. x^2 + 7. 0,8.(x - 33) = 7. 0,8.(137 - x)$$

$$0,5 x^2 + 11,2x - 952 = 0$$

$$\Rightarrow x_1 = 33,86$$

$$x_2 = - 56,25$$

Giải ph-ong trình tìm đ-ợc $x = 33,86 > d = 33 \Rightarrow (T/M)$

$$\begin{aligned} \rightarrow I_{CT} &= \frac{bx^3}{3} + n . A_s'(x - d')^2 + nA_s(d - x)^2 \\ &= \frac{1.33,86^3}{3} + 7.0,8.(33,86 - 33)^2 + 7. 0,800(147 - 33,86)^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow I_{CT} = 84628 (\text{mm}^4)$$

+ Tính ứng suất kéo :

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

Trong đó :

- M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

$$- y = d - x = 137 - 33,86 = 103,14 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow f_s = 7 \cdot \frac{20617,046}{72515,72} 103,14 = 205,267 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

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

Trong đó :

- z : Tham số chiều rộng của vết nứt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt. $z=23000$ (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
 $A = 2 d_c \cdot S$ với $S = 200$ (mm) - b- ớc thép

$$\Rightarrow A = 2 \cdot 38 \cdot 200 = 15200 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow f_{sa} = \frac{23000}{38 \cdot 15200^{\frac{1}{3}}} = 276,17 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{Lại có : } 0,6 f_y = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ (Mpa)}$$

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s \leq f_{sa} \leq 0,6 f_y$

$$f_s = 205,267 < f_{sa} = 276,17 > 0,6 f_y = 240 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{lấy } f_{sa} = 0,6 f_y = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ (Mpa)} > f_s = 155,72 \text{ (Mpa)}$$

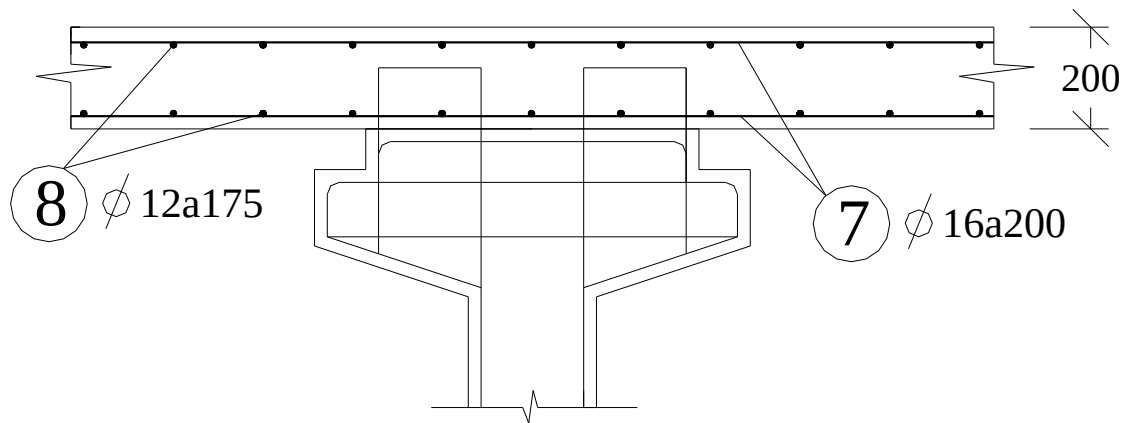
$\Rightarrow$ Đạt

3, Bố trí cốt thép:

- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (+) ta dùng $\varnothing 16$ a 250.
- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (-) ta dùng $\varnothing 16$ a 250.
- Đối với cốt thép dọc bên dưới ta dùng $\varnothing 12$ a 175
- Đối với cốt thép dọc bên trên ta dùng $\varnothing 12$ a 175

Để đảm bảo sự làm việc của bê tông và cốt thép ta bố trí như sau :

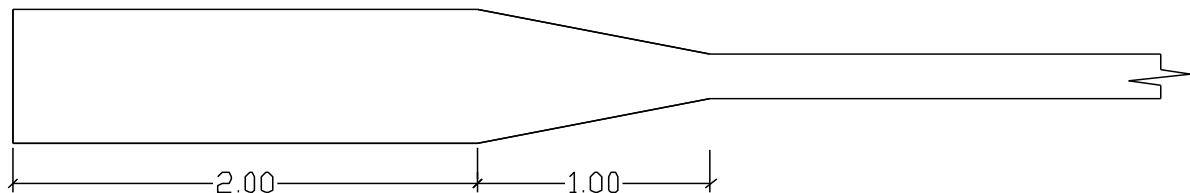
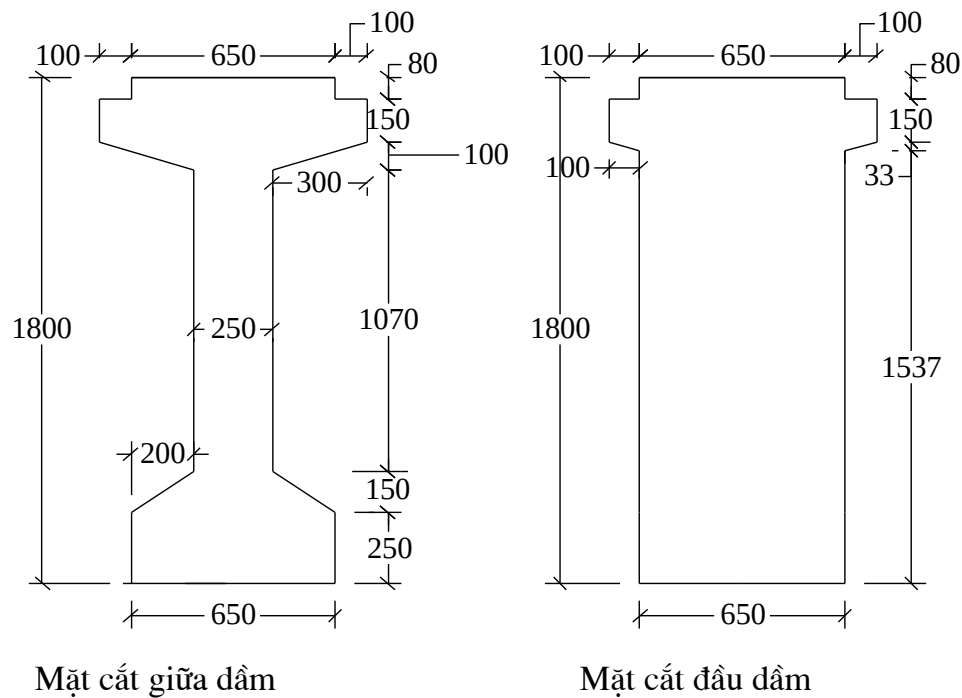
- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (+) ta dùng $\varnothing 16$ a 200.
- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (-) ta dùng $\varnothing 16$ a 200.
- Đối với cốt thép dọc bên dưới ta dùng $\varnothing 12$ a 175
- Đối với cốt thép dọc bên trên ta dùng $\varnothing 12$ a 175



CHƯƠNG 2 : TÍNH TOÁN DẦM CHỦ

I- Tính nội lực dầm chủ:

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



1- Tính tải cho 1 dầm

1.1- Xác định tĩnh tải giai đoạn 1: g_1 (KN/m) (giai đoạn căng kéo cốt thép DƯL)

Do trọng lượng bản thân dầm đúc tr- ớc:

$$H = \frac{1}{18} \cdot L = \frac{1}{18} \cdot 36 = 2,0(\text{m}) \rightarrow \text{Chọn } H_d = 1,8(\text{m}) ; H_b = 0,2 (\text{m})$$

$$\begin{aligned}
 A_{nhíp} &= [(H_d - H_b).b_w + (0,65 - b_w).0,25 + 0,5.(0,65 - b_w).0,15 + (0,65 - b_w).0,08 + \\
 &\quad + (0,85 - b_w).0,15 + 0,5. (0,85 - b_w).0,1] \quad (m^2) \\
 &= [(2 - 0,2).0,25 + (0,65 - 0,25).0,25 + 0,5. (0,65 - 0,25).0,15 + (0,65 - 0,25).0,08 \\
 &\quad + (0,85 - 0,25).0,15 + 0,5. (0,85 - 0,25).0,1] = 0,732(m^2)
 \end{aligned}$$

$$\rightarrow A_{nhíp} = 0,732 (m^2)$$

$$\begin{aligned}
 A_{gỏi} &= (H_d - H_b)0,65 + (0,2.0,15) + (0,1.0,033) \quad (m^2) \\
 &= (2 - 0,2).0,65 + (0,2.0,15) + (0,1.0,033) \\
 &= 1,233(m^2)
 \end{aligned}$$

$$g_{dch} = \frac{[A_{nhíp}(L - 6) + A_{gỏi} \cdot 4 + (A_{nhíp} + A_{gỏi}).1] \gamma_c}{L} \quad (KN/m)$$

$$\rightarrow g_{dch} = \frac{\{0,732.(36-6) + 1,233.4 + (0,732 + 1,233).1\}.24}{36} = 19,238(KN/m)$$

$$\rightarrow g_1 = 19,238 (KN/m)$$

1.2- Xác định tĩnh tải giai đoạn 2: g_2 (KN/m) (Khi đổ BMC)

Do tấm đan và bản đúc tại chỗ:

$$g_b = (H_b + 0.08)S. \gamma_c \quad (KN/m)$$

$$g_b = (0,2 + 0,08) .1,8.24 = 12,096 (KN/m)$$

Do dầm ngang :

$$g_n = (H - H_b - 0.25)(S - b_w)(b_n / L_1). \gamma_c \quad (KN/m)$$

Trong đó: $L_1 = L/(n-1) = 35,4/6 = 5,9$ m (Khoảng cách giữa 2 dầm ngang)

$$\rightarrow g_n = (2 - 0,2 - 0,25).(1,8 - 0,25).(0,3/5,9).24$$

$$g_n = 2.932(KN/m)$$

$$\rightarrow g_2 = g_b + g_n \quad (KN/m)$$

$$= 12,096 + 2,932 = 15,028(KN/m)$$

1.3- Xác định tĩnh tải giai đoạn 3: (g_3) (khai thác)

Lan can, bản bộ hành (nếu có) và lớp phủ :

- Do lan can :

$$g_{Lc} = P_b \cdot 2 / n_C \quad (\text{KN/m})$$

n_C : Số dầm chủ

$$\rightarrow g_{Lc} = (2.5,766) / 6 = 1,922(\text{KN/m})$$

- Do lớp phủ :

$$g_{DW} = \frac{W_{DW}}{n_C} \cdot B_x \quad (\text{KN/m})$$

B_x : Bề rộng làn xe

$$\rightarrow g_{DW} = (1,575 / 6) \cdot 10 = 2,625(\text{KN/m})$$

$$\begin{aligned} \rightarrow g_3 &= g_{Lc} + g_{DW} \quad (\text{KN/m}) \\ &= 1,922 + 2,625 = 4,547(\text{KN/m}) \end{aligned}$$

2- Vẽ Đồ Thị M&V:

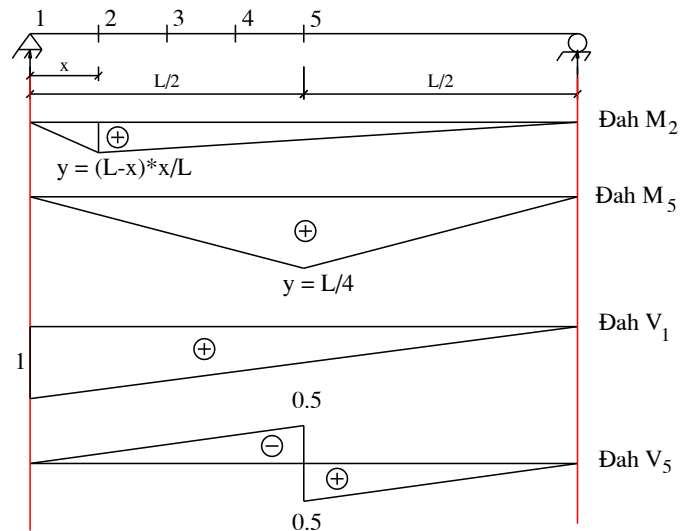
a, Vẽ đồ thị ảnh hưởng M và V: tại các tiết diện: $L/1$, $L/8$, $L/4$, $3L/8$, $L/2$

$$y_M = \frac{(L_{nh} - x)}{L_{nh}} x$$

$$\omega_M = y \frac{L_{nh}}{2}$$

$$\omega_{V(-)} = \frac{1}{2} \frac{x}{L} x = \frac{x^2}{2L}$$

$$\omega_{V(+)} = \frac{1}{2} \frac{(L-x)}{L} (L-x) = \frac{(L-x)^2}{2L}$$



Tổng hợp giá trị nội lực tại các

mặt cắt: L/1 , L/8 , L/4 , 3L/8 , L/2 đ- ọc bảng sau:

Tiết diện	L/1	L/8	L/4	3L/8	L/2
$\bar{M}_x$	0	7L/64	3L/16	15L/64	L/4
ω_M	0	7L ² /128	3L ² /32	15L ² /128	L ² /8
$\omega_{V(-)}$	0	L/128	L/32	9L/128	L/8
$\omega_{V(+)}$	L/2	49L/128	9L/32	25L/128	L/8
ω_V	L/2	48L/128	8L/32	16L/128	0

Tiết diện	L/1	L/8	L/4	3L/8	L/2
M_x	0	3,872	6,638	13,275	17,5
ω_M	0	68,532	117,484	146,855	156,645
$\omega_{V(-)}$	0	0.278	1,106	2,489	4,425
$\omega_{V(+)}$	17.7	13,352	9,956	6,914	4,425
ω_V	17.7	13,275	8,85	4,425	0

3- Lập bảng tính nội lực tĩnh tải (không có hệ số)

Mặt cắt	Tĩnh tải				Mômen					Lực cắt						
	g ₁	g ₂	G _{lc}	g _{lp}	W _M	M ₁	M ₂	M _{lc}	M _{lp}	w ⁻	w ⁺	w	V ₁	V ₂	V _{Lc}	V _{lp}
L	19,238	15,208	1,922	2,625	0	0	0	0	0	0	17,7	17,7	240,513	269,182	34,019	46,463
L/8	-	-	-	-	68,532	1318,419	1042,235	131,719	179,897	0,278	13,352	13,275	255,384	201,886	25,515	34,847
L/4	-	-	-	-	117,484	2260,157	1786,697	225,804	308,396	1,106	9,956	8,85	170,256	134,591	17,010	23,231
3L/8	-	-	-	-	146,855	2825,196	2233,371	282,255	385,494	2,489	6,914	4,425	85,128	67,295	8,505	11,616
L/2	-	-	-	-	156,645	3013,537	2382,257	301,072	411,193	4,425	4,425	0	0	0	0	0

4- Tính hệ số phân phối tải trọng:**4.1- Tính hệ số phân phối mômen:**

1) Dầm trong:

- Một làn chất tải:

$$m_{g_M}^{SI} = 0,06 + \left(\frac{S}{4300} \right)^{0,4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,3} \left(\frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0,1}$$

- Hai hoặc nhiều làn chất tải:

$$mg_M^{MI} = 0,075 + \left(\frac{S}{2900} \right)^{0.6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0.1}$$

Trong đó:

+ S : khoảng cách hai dầm chủ S=1800 (mm)

+ L = (L_D - 2 x 300) = 36000 - 600 = 35400 (mm)

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

+ K_g: Hệ số độ cứng dọc

$$K_g = n(I_g + A.e_g^2)$$

- n: Tỷ số môđun đàn hồi của vật liệu dầm / bản

$$n = \sqrt{\frac{f'_{c \text{ dầm}}}{f'_{c \text{ bản}}}} = \sqrt{\frac{55}{30}} = 1,354$$

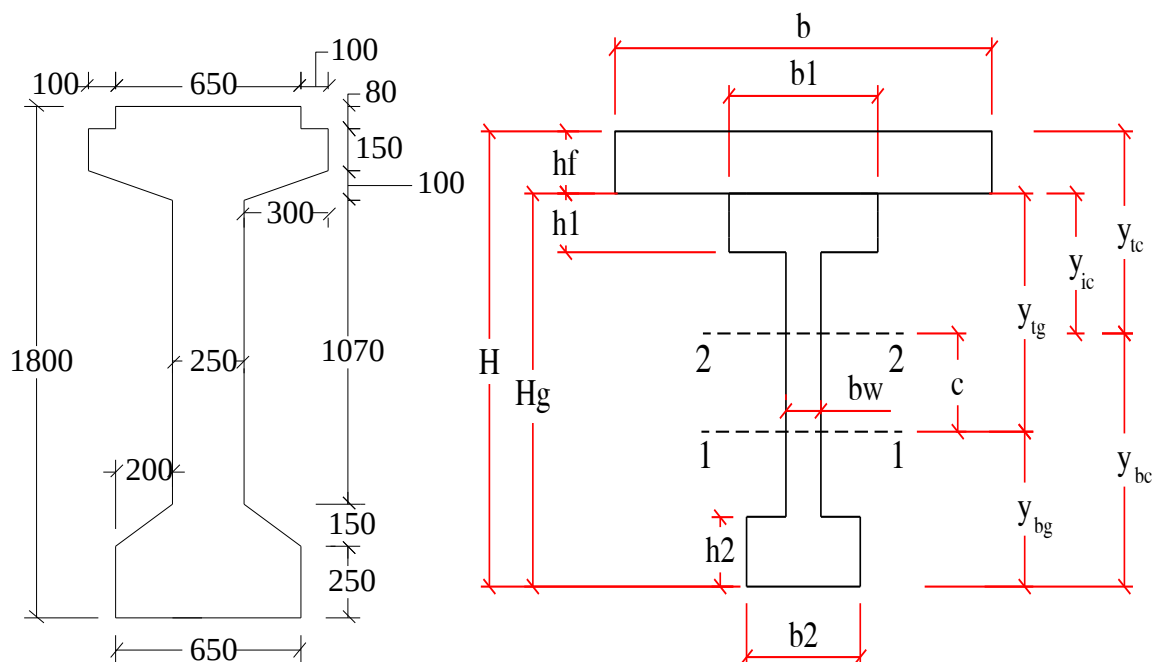
- I_g: Mômen quán tính tiết diện dầm chủ (mm⁴)

- e_g: Khoảng cách giữa trọng tâm dầm và trọng tâm của bản mặt cầu

$$e_g = y_{tg} + \frac{t_s}{2} \quad (\text{mm})$$

- A: Diện tích tiết diện dầm chủ (mm)

Tính quy đổi tiết diện dầm đúc tr- ớc : b₁=750mm , b₂=650mm



Từ hình vẽ trên ta có:

$$+) h_1 \cdot 250 = 200 \cdot 80 + 300 \cdot 150 + 300 \cdot \frac{100}{2}$$

$$\rightarrow h_1 = 304 \text{ (mm)}$$

$$+) h_2 \cdot 200 = 250 \cdot 200 + 200 \cdot \frac{150}{2}$$

$$\rightarrow h_2 = 325 \text{ (mm)}$$

BT đầm đúc sẵn: E_g

BT bản đồ sau: E_c

Giả thiết đầm là khối BT đặc không có CT cho dễ tính toán

Giai đoạn 1: Chỉ có đầm đúc sẵn, trục trọng tâm tiết diện 1 – 1

► Tìm trọng tâm

$$A_g = H_g \cdot b_w + (b_1 - b_w)h_1 + (b_2 - b_w)h_2$$

$$\text{Với } H_g = H - H_f = 2 - 0.2 = 1,8 \text{ (m)}$$

$$\rightarrow A_g = 1,8 \cdot 0,25 + (0,75 - 0,25) \cdot 0,304 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,325 = 0,732 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S_g = b_1 - b_w \cdot h_1 \left(H_g - \frac{h_1}{2} \right) + \frac{H_g^2 \cdot b_w}{2} + (b_2 - b_w) \frac{h_2^2}{2}$$

$$\rightarrow S_g = (0,75 - 0,25) \cdot 0,304 \cdot (1,8 - 0,304/2) + \frac{1,8^2 \cdot 0,25}{2} + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,325^2}{2}$$

$$= 0,677 \text{ mm}^4$$

$$y_{bg} = \frac{S_g}{A_g} = 0,677 / 0,732 = 0,925 \text{ (m)} = 925 \text{ (mm)}$$

$$y_{tg} = H_g - y_{bg} = 1,8 - 0,925 = 0,875 \text{ (m)} = 875 \text{ (mm)}$$

► Tính mômen quán tính đầm đúc tr-ớc:

$$I_g = \frac{b_1 - b_w}{12} h_1^3 + \frac{b_1 - b_w}{12} h_1 \left(y_{tg} - \frac{h_1}{2} \right)^2 + \frac{H_g^3 \cdot b_w}{12} + H_g \cdot b_w \left(y_{bg} - \frac{H_g}{2} \right)^2$$

$$\begin{aligned}
& + (b_2 - b_w) \frac{h_2^3}{12} + (b_2 - b_w) h_2 \left(y_{bg} - \frac{h_2}{2} \right)^2 \\
I_g &= 0,75 - 0,25 \frac{0,304^3}{12} + 0,75 - 0,25 \cdot 0,304 \left(0,875 - \frac{0,304}{2} \right)^2 + \frac{1,8^3 \cdot 0,25}{12} \\
& + 1,8 \cdot 0,25 \left(0,925 - \frac{1,8}{2} \right)^2 + 0,65 - 0,25 \cdot \frac{0,325^3}{12} + 0,65 - 0,25 \cdot 0,325 \cdot \left(0,925 - \frac{0,325}{2} \right)^2 \\
& = 0,279 \text{ (m}^4\text{)} = 2,79 \cdot 10^{11} \text{ (mm}^4\text{)}
\end{aligned}$$

Giai đoạn 2: Kể đến sự làm việc của bản (tiết diện liên hợp), trục trọng tâm 2 - 2

Chiều rộng có hiệu của bản cánh : b

$$b_{\min} \leq \begin{cases} L / 4 \\ 12t_s + 0.5b_1 \\ S \end{cases} \Rightarrow b_{\min} \leq \begin{cases} \frac{L}{4} = \frac{35400}{4} = 8850 \text{ mm} \\ 12t_s + 0.5b_1 = 12 \cdot 185 + 0,5 \cdot 750 = 2595 \text{ mm} \\ S = 1800 \text{ mm} \end{cases}$$

Vậy b= 1800 mm

$$A_c = A_g + n_c \cdot b \cdot h_f$$

$$\text{Với } n_c = \frac{E_c}{E_g} = \sqrt{\frac{30}{55}} = 0,74$$

$$\rightarrow A_c = 0,732 + 0,74 \cdot 1,8 \cdot 0,185 = 0,978 \text{ m}^2 = 978000 \text{ mm}^2$$

$$S_c^{1-1} = n_c \cdot b \cdot h_f \left(y_{tg} + \frac{h_f}{2} \right)$$

$$\rightarrow S_c^{1-1} = 0,74 \cdot 1,8 \cdot 0,185 \cdot (0,875 + 0,185/2) = 0,238 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$c = \frac{S_c^{1-1}}{A_c} = 0,238 / 0,978 = 0,243 \text{ (m)} = 243 \text{ (mm)}$$

Vậy :

$$y_{bc} = y_{bg} + c = 925 + 243 = 1168 \text{ mm}$$

$$y_{tc} = H - y_{bc} = 2000 - (925 + 243) = 832 \text{ mm}$$

$$y_{ic} = y_{tg} - c = 875 - 243 = 632 \text{ mm}$$

$$I_c = I_g + A_g c^2 + n_c \left[\frac{b \cdot h_f^3}{12} + h_f \cdot b \left(y_{ic} - \frac{h_f}{2} \right)^2 \right]$$

$$\rightarrow I_c = 0,279 + 0,732 \cdot 0,243^2 + 0,74 \cdot \left\{ (1,8 \cdot 0,185^3 / 12 + 0,185 \cdot 1,8 (0,832 - 0,185/2)^2 \right\}$$

$$= 0,505 \text{ (m}^4\text{)}$$

Trong đó: $n_c = \frac{E_c}{E_g} = \sqrt{\frac{30}{55}} = 0,74$

- Một lần chất tải :

$$mg_M^{SI} = 0,06 + \left(\frac{S}{4300} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{S}{L} \right)^{0,3} \cdot \left(\frac{K_g}{L \cdot t_s^3} \right)^{0,1}$$

Với $K_g = n \cdot (I_g + A_c \cdot e_g^2) (*)$

Trong đó n đ-ợc tính bởi công thức: $n = \sqrt{\frac{55}{30}} = 1,354$

$$\text{Và } e_g = y_{tg} + \frac{t_s}{2} = 875 + 185/2 = 967,5 \text{ (mm)}$$

Thay vào biểu thức (*) ta đ-ợc $K_g = 1,354 \cdot (2,79 \cdot 10^{11} + 978000 \cdot 967,5^2)$

$$= 16,173 \cdot 10^{11}$$

$$\Rightarrow mg_M^{SI} = 0,06 + \left(\frac{1800}{4300} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{1800}{35400} \right)^{0,3} \cdot \left(\frac{16,173 \cdot 10^{11}}{35400 \cdot 185^3} \right)$$

$$= 0,412$$

- Hai lần chất tải trở lên:

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

$$\Rightarrow mg_M^{MI} = 0,075 + \left(\frac{1800}{2900} \right)^{0,6} \cdot \left(\frac{1800}{35400} \right)^{0,2} \cdot \left(\frac{16,173 \cdot 10^{11}}{35400 \cdot 185^3} \right)^{0,1}$$

$$= 0,579$$

2) Dầm ngoài:

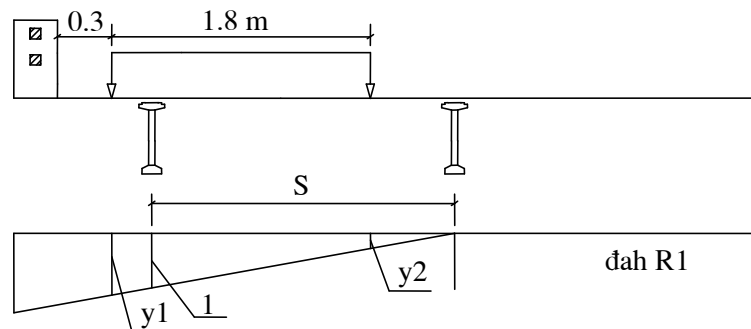
+) Một làn xe: Tính theo nguyên tắc đòn bẩy

Hệ số phân phối mômen có kể đến hệ số làn $m = 1,2$

$$mg_M^{SE} = m \cdot 0,5 \cdot y$$

$$\text{Với } y_1 = 1,111, \quad y_2 = 0,111$$

$$\rightarrow mg_M^{SE} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot (1,111 + 0,111) = 0,732$$



- Hai hoặc nhiều làn xe:

$$mg_M^{SE} = e \cdot mg_M^{MI}$$

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

$$\text{Với } d_e = L - 500 = 1000 - 500 = 500 \text{ (mm)}$$

$$e = 0,77 + 500/2800 = 0,949 < 1 \quad \Rightarrow \text{Chọn } e = 1$$

$$\Rightarrow mg_M^{SE} = e \cdot mg_M^{MI} = 1,0579 = 0,579$$

4.2- Tính hệ số phân phối lực cắt.

a, Dầm trong:

$$\text{- Một làn xe : } mg_V^{SI} = 0,36 + \frac{S}{7600}$$

$$\rightarrow mg_V^{SI} = 0,36 + 1800/7600 = 0,597$$

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

$$\rightarrow mg_V^{MI} = 0.2 + 1800/3600 - (1800/10700)^2$$

$$= 0,672$$

b, Dầm ngoài:

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

$$m.g_V^{SE} = m.0,5. \frac{S-0,6}{S}$$

$$\rightarrow m.g_V^{SE} = 1,2.0,5.[(1800-0,6)/1800] = 0,6$$

- Hai hoặc nhiều làn xe:

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

Với $e = 0,6 + \frac{d_e}{3000} = 0,6 + 500/3000 = 0,767$. Vì $e \leq 1$ nên ta chọn $e = 1$

$$\Rightarrow mg_V^{ME} = 1.0,672 = 0,672$$

$\Rightarrow$ Ta có hệ số phân phối mômen và lực cắt đ- ọc chọn nh- sau :

- Đối với dầm trong : $mg_M^{MI} = 0,579$

$$mg_V^{MI} = 0,672$$

- Đối với dầm ngoài : $mg_M^{ME} = 0,732$

$$mg_V^{ME} = 0,672$$

-> Chọn $mg_V^V = 0,672$, $mg_M^M = 0,732$

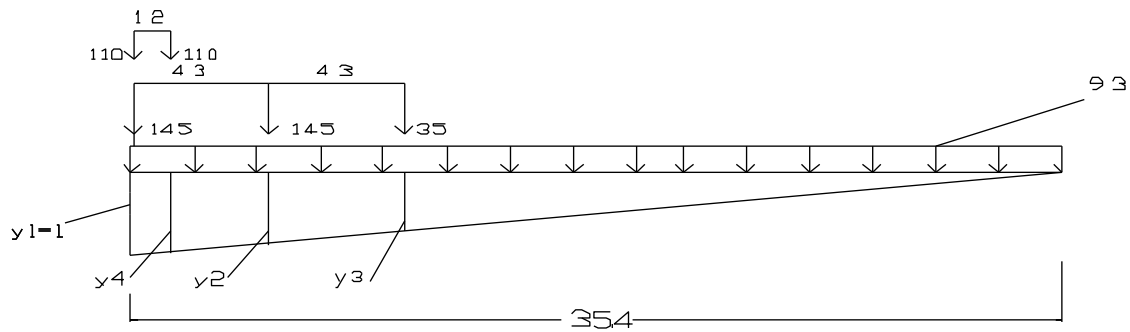
5- Tính lực cắt và mômen do hoạt tải.

a, Nội lực tiêu chuẩn ch- a kể đến Hệ số phân phối ngang

Vẽ đ- ờng ảnh h- ờng và tính giá trị M và V tại các tiết diện: L/1, L/8, L/4, 3L/8, L/2

1) Tiết diện 1 (Chỉ có lực cắt)

Đ- ờng ảnh h- ờng V1



$$+) y_1 = 1$$

$$+) y_2 = (35,4 - 4,3) / 35,4 = 0,879$$

$$+) y_3 = (35,4 - 2 \cdot 4,3) / 35,4 = 0,757$$

$$+) y_4 = (35,4 - 1,2) / 35,4 = 0,966$$

$$+ \text{ Lực cắt do xe 3 trục : } V_1^{Tr} = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \quad (\text{KN})$$

$$= 145 \cdot (1 + 0,879) + 35 \cdot 0,757$$

$$\Rightarrow V_1^{Tr} = 298,95 \text{ (KN)}$$

$$+ \text{ Mômen do xe Tandem: } M_2^{Ta} = 110(y_1 + y_4) \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_2^{Tr} = 110 \cdot (1 + 0,966)$$

$$= 216,26 \text{ (KNm)}$$

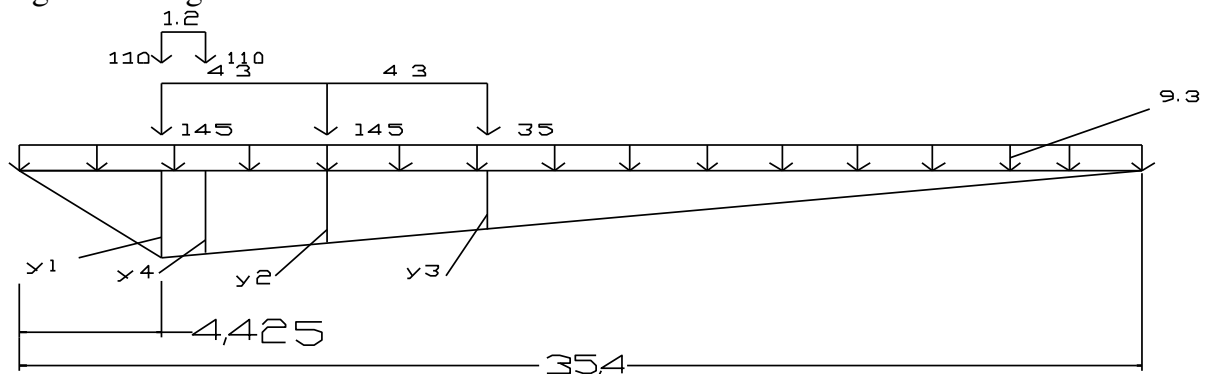
$$+ \text{ Lực cắt do tải trọng Làn: } V_1^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \omega \text{ (KN)}$$

$$\Rightarrow V_1^{Ln} = 0,5 \cdot 9,3 \cdot 1 \cdot 35,4 = 164,61 \text{ (KN)}$$

2, Tiết diện 2 (Có cả M&V) tại $L/8 = 4,425\text{m}$

a, Mômen

Đ- ờng ảnh h- ớng M2



$$+) y_1 = [(35,4 - 4,425) \cdot 4,425] / 35,4 = 3,872$$

$$+) y_2 = [(35,4 - 4,425 - 4,3) \cdot 4,425] / 35,4 = 3,334$$

$$+) y_3 = [(35,4 - 4,425 - 2 \cdot 4,3) \cdot 4,425] / 35,4 = 2,797$$

$$+) y_4 = [(35,4 - 4,425 - 1,2) \cdot 4,425] / 35,4 = 3,722$$

$$+ \text{Mômen do xe 3 trục : } M_2^{Tr} = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KNm)}$$

$$= 145 \cdot (3,872 + 3,334) + 35 \cdot 2,797$$

$$\Rightarrow M_2^{Tr} = 1142,765 \text{ (KNm)}$$

$$+ \text{Mômen do xe Tandem: } M_2^{Ta} = 110(y_1 + y_4) \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_2^{Ta} = 110 \cdot (3,872 + 3,722)$$

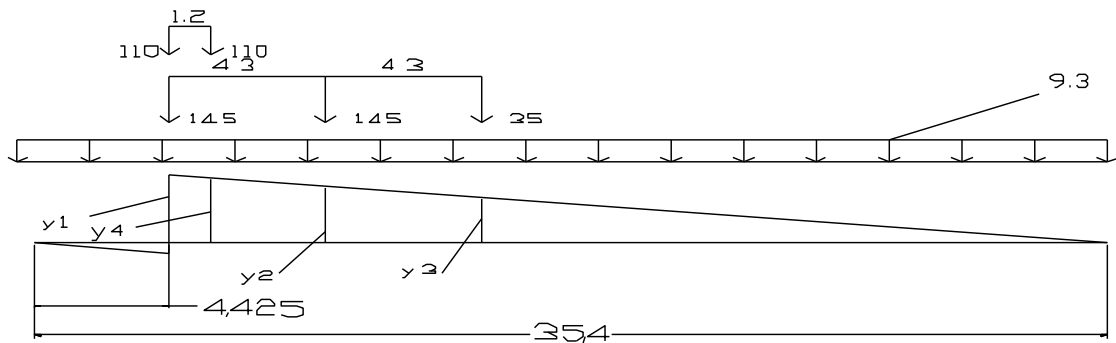
$$= 835,34 \text{ (KNm)}$$

$$+ \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_2^{Ln} = V_2^{Ln} = 9,3 \omega_M^+ \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_2^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 35,4 \cdot 3,872 = 637,37 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

Đ-ờng ảnh h-ởng V2



$$+) y_1 = (35,4 - 4,425) / 35,4 = 0,875$$

$$+) y_2 = (35,4 - 4,425 - 4,3) / 35,4 = 0,754$$

$$+) y_3 = (35,4 - 4,425 - 2 \cdot 4,3) / 35,4 = 0,632$$

$$+) y_4 = (35,4 - 4,425 - 1,2) / 35,4 = 0,841$$

$$+ \text{Do xe 3 trục : } V_2^{Tr} = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KN)}$$

$$= 145 \cdot (0,875 + 0,754) + 35 \cdot 0,632$$

$$\Rightarrow V_2^{Tr} = 258,325 \text{ (KN)}$$

+ Do xe Tandem: $V_2^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ (KN)}$

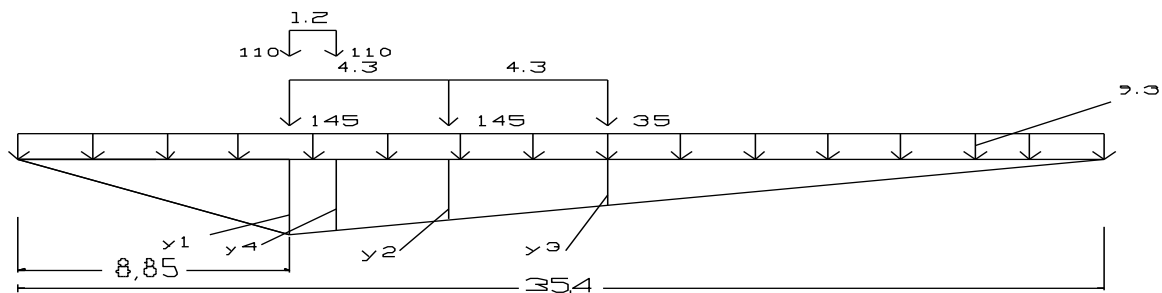
$$\begin{aligned} \Rightarrow V_2^{Tr} &= 110.(0,875 + 0,841) \\ &= 188,76 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Do tải trọng Làn: $V_2^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ (KNm)}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_2^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9.3 . y_1 . (35,4 - 4,425) = \frac{1}{2} . 9.3 . 0,875 . (35,4 - 4,425) \\ &= 126,03 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

3, Tiết diện tại $\frac{L}{4} = 8,85\text{m}$

a, Mômen : Đ- ờng ảnh h- ớng M3



$$+) y_1 = [(35,4 - 8,85) . 8,85] / 35,4 = 6,638$$

$$+) y_2 = [(35,4 - 8,85 - 4,3) . 8,85] / 35,4 = 5,563$$

$$+) y_3 = [(35,4 - 8,85 - 2.4,3) . 8,85] / 35,4 = 4,488$$

$$+) y_4 = [(35,4 - 8,85 - 1,2) . 8,85] / 35,4 = 6,338$$

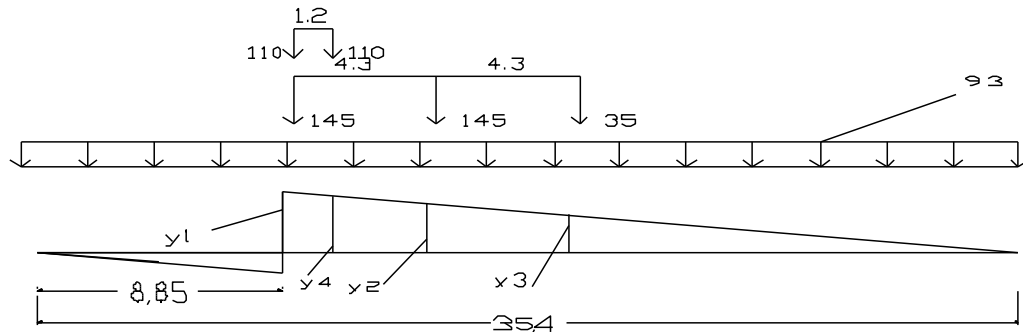
$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_3^{Tr} &= 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KNm)} \\ &= 145.(6,638 + 5,563) + 35.4,488 \\ \Rightarrow M_3^{Tr} &= 1926,225 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_3^{Tr} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_3^{Tr} &= 110.(6,638 + 6,338) \\ &= 1427,36 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

+ Mômen do tải trọng Làn: $M_3^{Ln} = 9,3 \omega_M$ (KNm)

$$\Rightarrow M_3^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 35,4 \cdot 6,638 = 1092,681 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt: Đồ- ờng ảnh h- ờng V3



$$+) y_1 = (35,4 - 8,85) / 35,4 = 0,75$$

$$+) y_2 = (35,4 - 8,85 - 4,3) / 35,4 = 0,629$$

$$+) y_3 = (35,4 - 8,85 - 2 \cdot 4,3) / 35,4 = 0,507$$

$$+) y_4 = (35,4 - 8,85 - 1,2) / 35,4 = 0,716$$

$$\begin{aligned} + \text{Do xe 3 trục : } V_3^{Tr} &= 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KN)} \\ &= 145 \cdot (0,75 + 0,629) + 35 \cdot 0,507 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow V_3^{Tr} = 217,7 \text{ (KN)}$$

$$+ \text{Do xe Tandem: } V_3^{Tr} = 110(y_1 + y_4) \text{ (KN)}$$

$$\Rightarrow V_3^{Tr} = 110 \cdot (0,75 + 0,716)$$

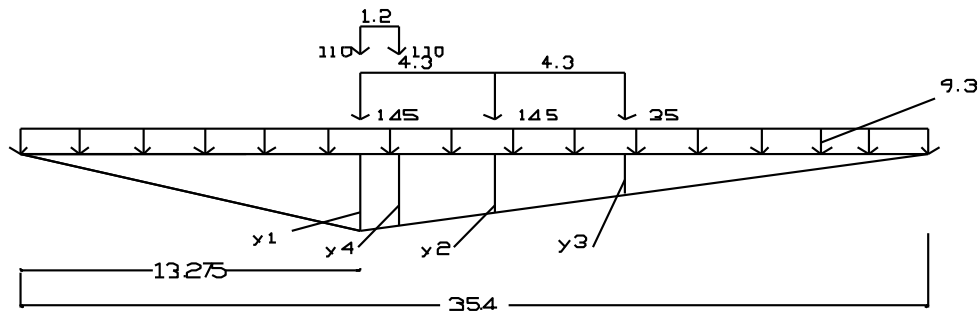
$$= 161,26 \text{ (KN)}$$

$$+ \text{Do tải trọng Làn: } V_3^{Ln} = 9,3 \omega_V^+ \text{ (KNm)}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_3^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot y_1 \cdot (35,4 - 8,85) = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,75 \cdot (35,4 - 8,85) \\ &= 92,593 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

$$4, \text{ Tiết diện 4 tại vị trí } \frac{3L}{8} = 13,275 \text{ m}$$

a, Mômen: Đồ- ờng ảnh h- ờng M4



$$+) y_1 = [(35,4-13,275).13,275] / 35,4=8,297$$

$$+) y_2 = [(35,4-13,275-4,3).13,275] / 35,4=6,684$$

$$+) y_3 = [(35,4-13,275-2.4,3).13,275] / 35,4=5,072$$

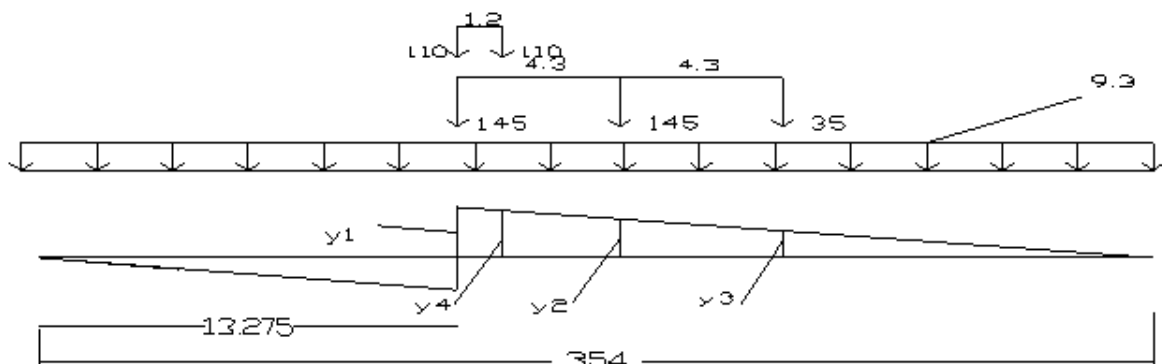
$$+) y_4 = [(35,4-13,275-1,2).13,275] / 35,4=7,847$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_4^{Tr} &= 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KNm)} \\ &= 145.(8,297+6,684) + 35.5,072 \\ \Rightarrow M_4^{Tr} &= 2349,765(\text{KNm}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_4^{Ta} &= 110(y_1 + y_4) \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_4^{Ta} &= 110.(8,297+7,847) \\ &= 1775,84(\text{KNm}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_4^{Ln} &= V_2^{Ln} = 9.3 \omega_M^+ \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_4^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9,3 . 35,4 . 8,297 \\ &= 1365,769(\text{KNm}) \end{aligned}$$

b, Lực cắt: Đồng ảnh hình V4



$$+) y_1 = (35,4 - 13,275) / 35,4 = 0,625$$

$$+) y_2 = (35,4 - 13,275 - 4,3) / 35,4 = 0,504$$

$$+) y_3 = (35,4 - 13,275 - 2.4,3) / 35,4 = 0,382$$

$$+) y_4 = (35,4 - 13,275 - 1,2) / 35,4 = 0,591$$

$$+ \text{ Do xe 3 trục : } M_4^{Tr} = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KN)}$$

$$= 145.(0,625 + 0,504) + 35.0,382$$

$$\Rightarrow M_4^{Tr} = 177,075 \text{ (KN)}$$

$$+ \text{ Do xe Tandem: } M_4^{Ta} = 110(y_1 + y_4) \text{ (KN)}$$

$$\Rightarrow M_4^{Ta} = 110.(0,625 + 0,591)$$

$$= 133,76 \text{ (KN)}$$

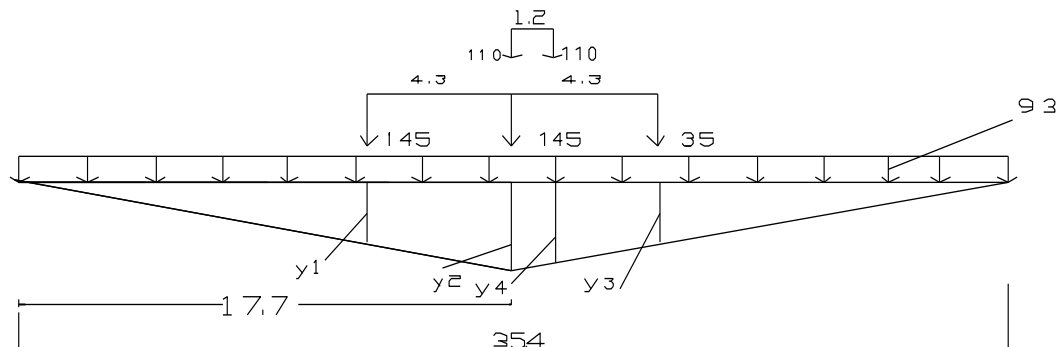
$$+ \text{ Do tải trọng Làn: } V_4^{Ln} = 9.3 \omega_V^+ \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow V_4^{Ln} = \frac{1}{2} . 9,3 . y_1 . (35,4 - 13,275) = \frac{1}{2} . 9,3 . 0,625 . (35,4 - 13,275) \text{ (KN)}$$

$$= 64,301 \text{ (KN)}$$

5, Tiết diện 5 tại vị trí $\frac{L}{2} = 17,7$

a, Mômen : Đồ ảnh ảnh hưởng M5



$$+) y_2 = \frac{L}{4} = 8,85$$

$$+) y_1 = [(17,7 - 4,3) . 8,85] / 17,7 = 6,7$$

$$+) y_3 = y_1 = 6,7$$

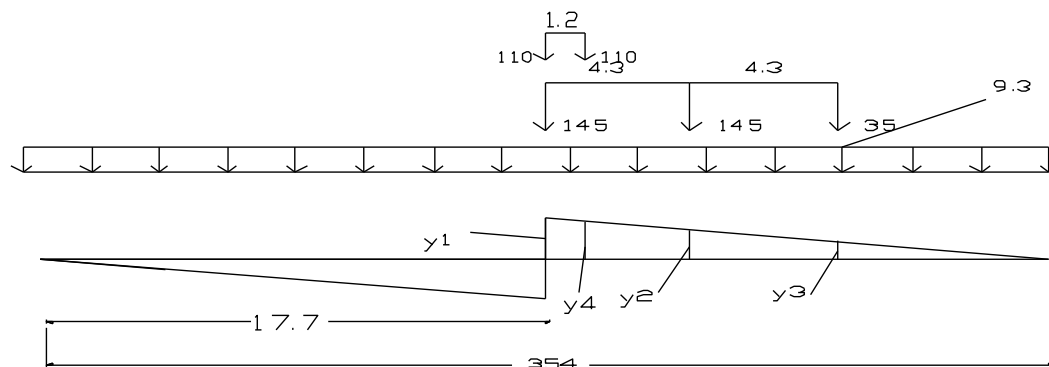
$$+) y_4 = [17,7 - 1,2] \cdot 8,85 / 17,7 = 8,25$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_5^{Tr} &= 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KNm)} \\ &= 145 \cdot (6,7 + 8,85) + 35 \cdot 6,7 \\ \Rightarrow M_5^{Tr} &= 2489,25 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_5^{Ta} &= 110(y_2 + y_4) \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_5^{Ta} &= 110 \cdot (8,85 + 8,25) \\ &= 1881 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_5^{Ln} &= V_2^{Ln} = 9,3 \omega_M^+ \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_5^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 35,4 \cdot 8,85 = 1456,799 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

b, Lực cắt: Đồ ảnh ảnh hưởng V3



$$+ y_1 = 0,5$$

$$+) y_2 = [(17,7 - 4,3) \cdot 0,5] / 17,7 = 0,379$$

$$+) y_3 = [(17,7 - 2 \cdot 4,3) \cdot 0,5] / 17,7 = 0,257$$

$$+) y_4 = [(17,75 - 1,2) \cdot 0,5] / 17,7 = 0,466$$

$$\begin{aligned} + \text{Do xe 3 trục : } V_5^{Tr} &= 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KN)} \\ &= 145 \cdot (0,5 + 0,379) + 35 \cdot 0,257 \\ \Rightarrow V_5^{Tr} &= 136,45 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Mômen do xe Tandem: $M_5^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow M_5^{Ta} = 110 \cdot (0,5 + 0,466) \\ = 106,26 \text{ (KNm)}$$

+ Do tải trọng Làn: $V_5^{Ln} = 9,3 \omega_V^+ \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_5^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot y_1 \cdot 17,7 = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,5 \cdot 17,7 \text{ (KN)} \\ = 41,153 \text{ (KN)}$$

b, Tổng hợp nội lực do hoạt tải.

$$NL_{ht\grave{a}i} = [NL_{t\grave{a}i \text{ trọng làn}} + \max(NL_{xe \text{ tải}}, NL_{tandem})]$$

Nội lực	Tải trọng	Tiết diện				
		1	2	3	4	5
M	Xe 3 trục	0	1142,765	1926,225	2349,765	2489,25
	Ln	0	637,37	1092,681	1365,769	1456,799
M _L tổng cộng		0	1780,135	3018,906	3715,534	3946,049
V	Xe 3 trục	298,95	258,325	217,7	177,075	136,45
	Ln	164,61	126,03	92,593	64,301	41,153
V _L tổng cộng		463,56	384,355	310,293	241,376	177,603

5- Tổ hợp nội lực theo các TTGH.

Số làn xe : $N_L = B_x / 3500 = 10000/3500 = 2,857$

Vậy số làn xe là: 2(làn)

$$N_L = 2 \text{ làn}$$

Hệ số làn xe : $m = 1$

5.1- Theo TTGH c- ờng độ 1:

$$M_u = \eta [1,25 (M_{g1} + M_{g2} + M_{Lc}) + 1,5M_{LP} + 1,75.mg_M \cdot (M_{Ln} + IM.M_{LL})]$$

Trong đó: η : Hệ số điều chỉnh tải trọng . Lấy $\eta = 1$

M_{g1} : Mômen do DC

M_{g2} : Mômen do BMC + tấm đan + DN

M_{Lc} : Mômen do lan can + BBH gây ra

M_{DW} : Mômen do lớp phủ gây ra

M_{Ln} : Mômen do tải trọng làn

M_{LL} : Mômen do hoạt tải ô tô

$$V_u = \eta [1.25 (V_{g1} + V_{g2} + V_{Lc}) + 1.5V_{LP} + 1.75 \cdot mg_v \cdot (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})]$$

η : Hệ số điều chỉnh tải trọng . Lấy $\eta = 1$

V_{g1} : Lực cắt do DC V_{g2} : Lực cắt do BMC + tấm đan + DN

V_{Lc} : Lực cắt do lan can + BBH gây ra

V_{DW} : Lực cắt do lớp phủ gây ra

V_{Ln} : Lực cắt do tải trọng làn

V_{LL} : Lực cắt do hoạt tải ô tô

Tiết Diện L/1: Chỉ có lực cắt:

$$\begin{aligned} +V_u &= 1,25 (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + 1,5 g_{lp} \cdot W_v + 1,75 \cdot mg_v \cdot (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ &= 1.25(19,238.17,7 + 15,208.17,7 + 1,922.17,7) + 1,5.2,625.17,7 + 1,75.0,672(164,61 \\ &\quad + 1,25.298,95) \\ &= 1507,374 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

Tiết Diện L/8

$$\begin{aligned} +M_u &= 1,25 (g_1 w_M + g_2 w_M + g_{lc} w_M) + 1,5 g_{lp} \cdot W_M + 1,75 \cdot mg_M \cdot (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ &= 1.25(19,238.68,532 + 15,208.68,532 + 1,922.68,532) + 1,5.2,625.68,532 \\ &\quad + 1,75.0,732(637,37 + 1,25.1142,765) \\ &= 6031,633 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +V_u &= 1,25 (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + 1,5 g_{lp} \cdot W_v + 1,75 \cdot mg_v \cdot (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ &= 1.25(19,238.13,275 + 15,028.13,275 + 1,922.13,275) + 1,5.2,625.13,275 \\ &\quad + 1,75.0,672(126,03 + 1,25.258,325) \\ &= 1183,701 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

Tiết Diên L/4

$$\begin{aligned}
 +M_u &= 1,25 (g_1 w_M + g_2 w_v + g_{lc} w_M) + 1,5 g_{lp} \cdot W_M + 1,75 \cdot m g_M \cdot (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.117,484 + 15,028.117,484 + 1,922.117,484) + 1,5.2,625.117,484 \\
 &\quad + 1,75.0,732(1092,681 + 1,25.1926,225) \\
 &= 10287,508(\text{KN.m}) \\
 +V_u &= 1,25 (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + 1,5 g_{lp} \cdot W_v + 1,75 \cdot m g_v \cdot (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.8,85 + 15,028.8,85 + 1,922.8,85) + 1,5.2,625.8,85 \\
 &\quad + 1,75.0,672(92,593 + 1,25.217,7) \\
 &= 866,076(\text{KN})
 \end{aligned}$$

Tiết Diên 3L/8

$$\begin{aligned}
 +M_u &= 1,25 (g_1 w_M + g_2 w_M + g_{lc} w_M) + 1,5 g_{lp} \cdot W_M + 1,75 \cdot m g_M \cdot (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.146,855 + 15,028.146,855 + 1,922.146,855) + 1,5.2,625.146,855 \\
 &\quad + 1,75.0,732(1365,769 + 1,25.2349,765) \\
 &= 12766,381(\text{KN.m}) \\
 +V_u &= 1,25 (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + 1,5 g_{lp} \cdot W_v + 1,75 \cdot m g_v \cdot (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.4,425 + 15,028.4,425 + 1,922.4,425) + 1,5.2,625.4,425 \\
 &\quad + 1,75.0,672(64,301 + 1,25.177,075) \\
 &= 554,502(\text{KN})
 \end{aligned}$$

Tiết Diên L/2

$$\begin{aligned}
 +M_u &= 1,25 (g_1 w_M + g_2 w_M + g_{lc} w_M) + 1,5 g_{lp} \cdot W_M + 1,75 \cdot m g_M \cdot (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.156,645 + 15,028.156,645 + 1,922.156,645) + 1,5.2,625.156,645 \\
 &\quad + 1,75.0,732(1456,799 + 1,25.2489,25) \\
 &= 13589,942(\text{KN.m}) \\
 +V_u &= 1,25 (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + 1,5 g_{lp} \cdot W_v + 1,75 \cdot m g_v \cdot (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\
 &= 1,25(19,238.0 + 15,028.0 + 1,922.0) + 1,5.2,625.0 + 1,75.0,672(41,153 + 1,25.136,45) \\
 &= 248,977(\text{KN})
 \end{aligned}$$

5.2-Theo TTGH sử dụng

$$M_u = (M_{g1} + M_{g2} + M_{Lc}) + M_{LP} + mg_M (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL})$$

$$V_u = (V_{g1} + V_{g2} + V_{Lc}) + V_{LP} + mg_V (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})$$

Tiết Diện L/1

$$\begin{aligned} +V_u &= (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + g_{lp} \cdot w_v + mg_V (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ &= (19,238.17,7 + 15,028.17,7 + 1,922.17,7) + 2,625.17,7 + 0,672.(164,61 + 1,25.298,95) \\ &= 1051,912(KN) \end{aligned}$$

Tiết Diện L/8

$$\begin{aligned} +M_u &= (g_1 w_M + g_2 w_v + g_{lc} w_M) + g_{lp} \cdot W_M + mg_M (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ &= (19,238.68,532 + 15,028.68,532 + 1,922.68,532) + 2,625.68,532 \\ &\quad + 0,732.(637,37 + 1,25.1142,765) \\ &= 4184,453(KN.m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +V_u &= (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + g_{lp} \cdot w_v + mg_V (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ &= (19,238.13,275 + 15,028.13,275 + 1,922.13,275) + 2,625.13,275 \\ &\quad + 0,672.(126,03 + 1,25.258,325) \\ &= 819,317(KN) \end{aligned}$$

Tiết Diện L/4

$$\begin{aligned} +M_u &= (g_1 w_M + g_2 w_v + g_{lc} w_M) + g_{lp} \cdot W_M + mg_M (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ &= (19,238.117,484 + 15,028.117,484 + 1,922.117,484) + 2,625.117,484 \\ &\quad + 0,732.(1092,681 + 1,25.1926,225) \\ &= 7143,392(KN.m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +V_u &= (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + g_{lp} \cdot w_v + mg_V (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ &= (19,238.8,85 + 15,028.8,85 + 1,922.8,85) + 2,625.8,85 + 0,672.(92,593 + 1,25.217,7) \\ &= 590,179(KN) \end{aligned}$$

Tiết Diện 3L/8

$$+M_u = (g_1 w_M + g_2 w_v + g_{lc} w_M) + g_{lp} \cdot W_M + mg_M (M_{ln} + IM \cdot M_{LL})$$

$$\begin{aligned}
 &= (19,238.146,855 + 15,028.146,855 + 1,922.146,855) + 2,625.146,855 \\
 &\quad + 0,732(1365,769 + 1,25.2349,765) \\
 &= 8877,265(\text{KN.m})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 +V_u &= (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + g_{lp} \cdot w_v + mg_v (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\
 &= (19,238.4,425 + 15,028.4,425 + 1,922.4,425) + 2,625.4,425 \\
 &\quad + 0,672(64,301 + 1,25.177,075) \\
 &= 364,497(\text{KN})
 \end{aligned}$$

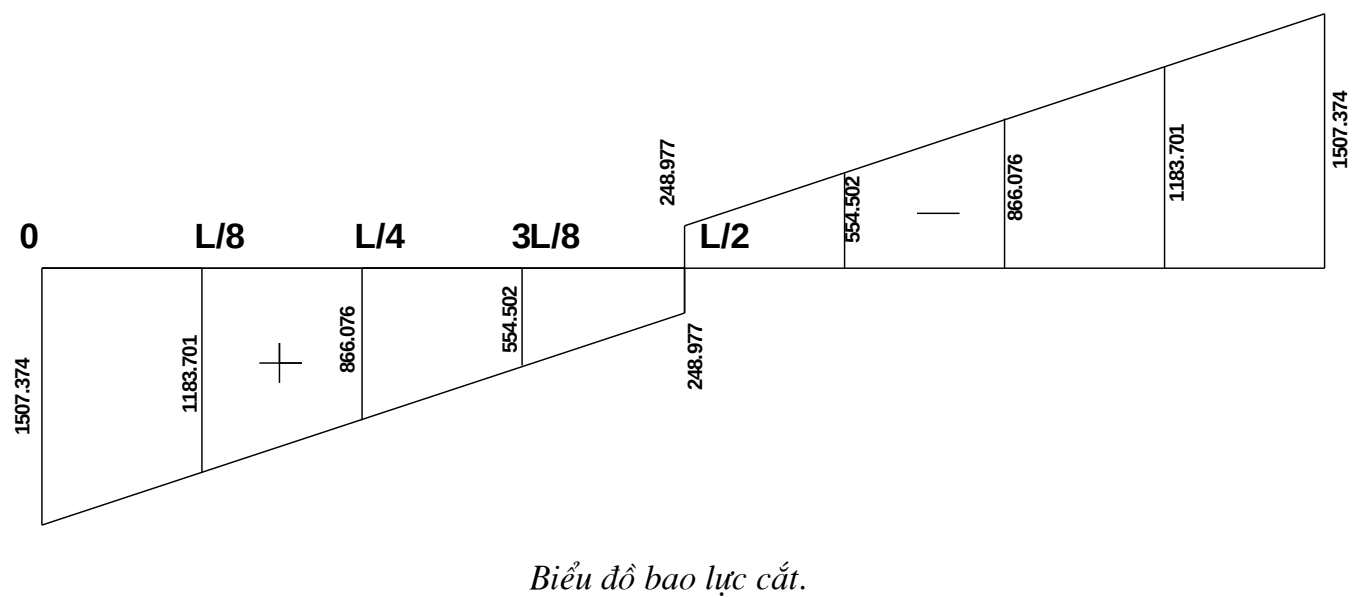
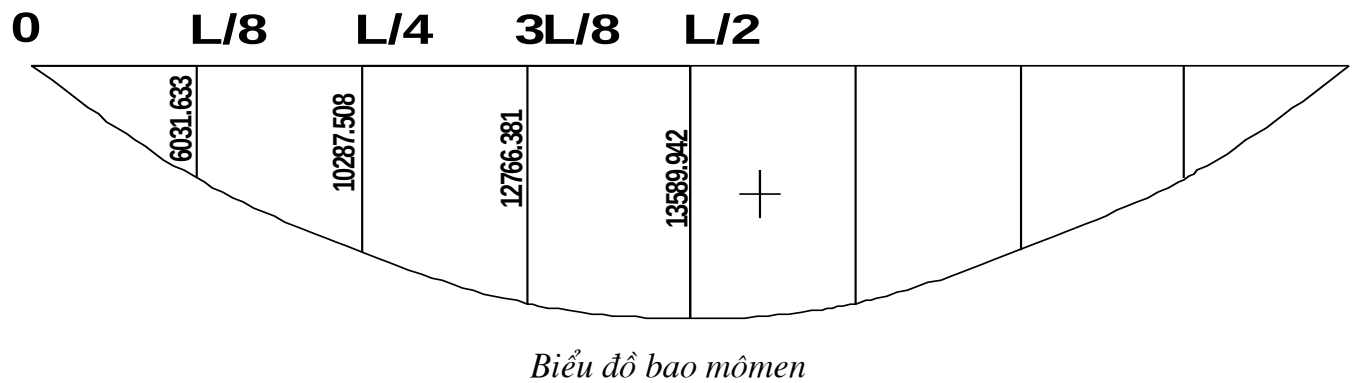
Tiết Diện L/2

$$\begin{aligned}
 +M_u &= (g_1 w_M + g_2 w_v + g_{lc} w_M) + g_{lp} \cdot W_M + mg_M (M_{ln} + IM \cdot M_{LL}) \\
 &= (19,238.156,645 + 15,028.156,645 + 1,922.156,645) + 2,625.156,645 \\
 &\quad + 0,732(1456,799 + 1,25.2489,25) \\
 &= 9452,099(\text{KN.m})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 +V_u &= (g_1 w_v + g_2 w_v + g_{lc} w_v) + g_{lp} \cdot w_v + mg_v (V_{ln} + IM \cdot V_{LL}) \\
 &= (19,238.0 + 15,028.0 + 1,922.0) + 2,625.0 + 0,672(41,153 + 1,25.136,45) \\
 &= 142,273(\text{KN})
 \end{aligned}$$

Tiết diện		L	L/8	L/4	3L/8	L/2
		35,4m	4,425m	8,85m	13,275m	17,7m
TTGH C-ờng độ I	M(KN.m)	0	6031,633	10287,508	12766,381	13589,942
	V(KN)	1507,374	1183,701	866,076	554,502	248,977
TTGH Sử dụng	M(KN.m)	0	4184,493	7143,392	8877,265	9452,099
	V(KN)	1051,912	819,317	590,179	364,497	142,273

Bảng tổng hợp nội lực

Biểu đồ bao Mômen và lực cắt theo TTGH CĐ1

II- TÍNH TOÁN BỐ TRÍ CỐT THÉP VÀ KIỂM TRA

1- Tính cốt thép dự ứng lực và bố trí:

1.1- Giới hạn ứng suất cho tạo (bó) cốt thép kéo tr- ốc:

Sử dụng tạo thép 7 sợi ($\phi 5\text{mm}$) 12.7mm, $A = 98.71 \text{ mm}^2$.

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

+ Giới hạn chảy của thép ứng suất tr- ốc : $f_{py} = 0.9f_{pu} = 1674(\text{MPa})$.

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

+ ứng suất sau mất mát : $f_T = 0.8 f_y = 0.8 \times 1674 = 1339,2 \text{ MPa}$.

Sơ bộ chọn cốt thép:

$$A_{ps} = \frac{M}{f_T * Z}$$

$$\text{Trong đó : } Z = 0.9(h_d + h_f) - \frac{h_f}{2} = 0.9 \times (1800 + 185) - \frac{185}{2} = 1694 \text{ mm}$$

M: mômen lớn nhất tại mặt cắt L/2 – TTGH c- ờng độ.

$$\rightarrow M = M_{l/2} = 13589,942 \times 10^6 \text{ N.mm.}$$

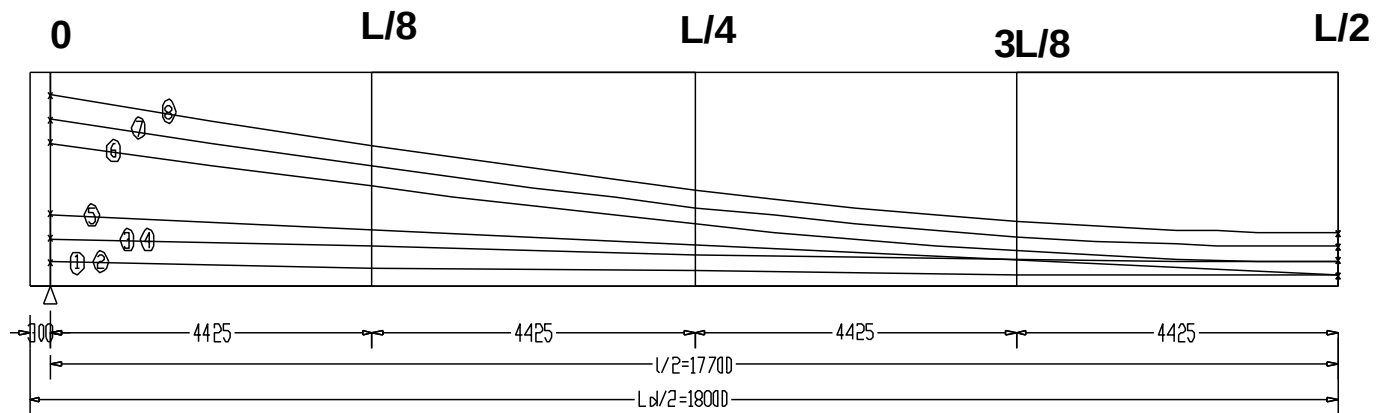
Suy ra :

$$A_{ps} = \frac{M}{f_T * Z} = \frac{13589,942 \times 10^6}{1339,2 \times 1694} = 5990,44 \text{ mm}^2$$

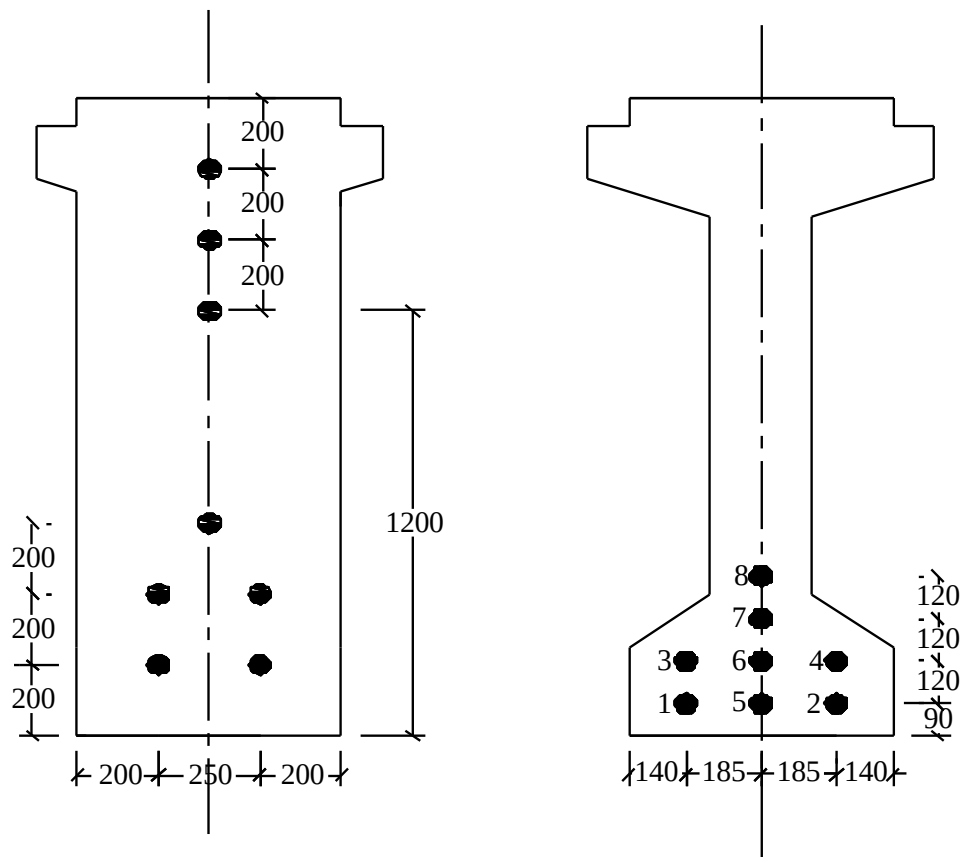
$$\text{Số bó} = \frac{5990,44}{98,7 \times 8} = 7,587 \text{ bó. (1 bó có 8 tạo 12,7mm)}$$

Chọn = 8 bó

$$A_{ps} = 6316,8 \text{ mm}^2$$

2. Bố trí và uốn cốt DƯL :

Bố trí 8 bó nh- hình vẽ :



Bố trí cốt thép DƯL tại gối và vị trí L/2

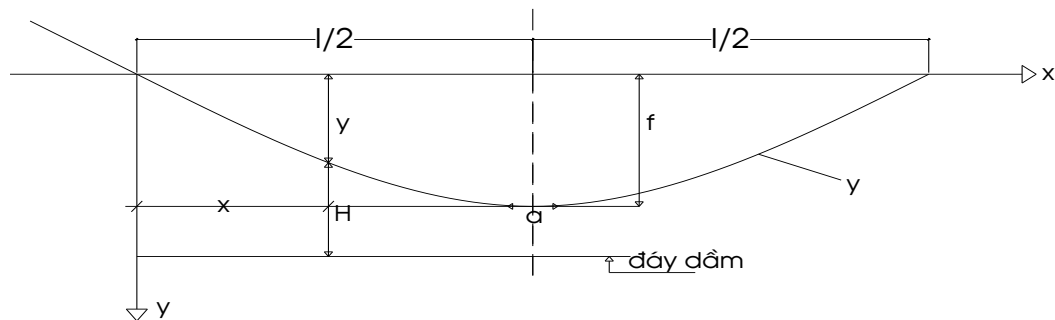
-Tại mặt cắt Gối :

$$y_p = \frac{f(200 \times 2 + 400 \times 2 + 600 + 1200 + 1400 + 1600)}{8f} = 750 \text{ mm}$$

-Tại mặt cắt giữa nhịp(L/2):

$$y_p = \frac{f(100 \times 3 + 220 \times 3 + 340 + 460)}{8f} = 220 \text{ mm}$$

a. Tất cả các bó đều uốn cong dạng parabol bậc 2 :



+Tính chiều dài và toạ độ của các bó cốt thép :

Chiều dài 1 bó :

$$L = l + \frac{8f^2}{3l}$$

-Bó 1,2: $l = 35400$, $f_1 = 200 - 100 = 100$,

-Bó 3,4: $l = 35400$, $f_3 = 400 - 100 - 120 = 180$,

-Bó 5: $l = 35400$, $f_5 = 600 - 100 = 500$,

-Bó 6: $l = 35400$, $f_6 = 1200 - 220 = 980$,

-Bó 7: $l = 35400$, $f_7 = 1400 - 100 - 120 - 120 = 1060$,

-Bó 8: $l = 35400$, $f_8 = 1600 - 100 - 120 - 120 - 120 = 1140$,

T-ong tự ta có bảng :

Tên bó	Số bó	L(mm)	f_i (mm)	L_i (mm)
Bó 1,2	2	35400	100	35400,753
Bó 3,4	2	35400	180	35402,441
Bó 5	1	35400	500	35418,832

Bó 6	1	41500	980	35461,017
Bó 7	1	35400	1060	35484,640
Bó 8	1	35400	1140	35497,898

Chiều dài trung bình :

$$L_{tb} = \frac{35400,753 \times 2 + 35402,441 \times 2 + 35418,832 + 35461,017 + 35484,640 + 35497,898}{8}$$

$$= 35433,597 \text{ mm}$$

+Toạ độ y và H : $H=f+a-y$, với $y=\frac{4f(l-x)*x}{l^2}$.

- **Tại mặt cắt gối có :**

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1,2	100	100	0	0	200
3,4	220	180	0	0	400
5	100	500	0	0	600
6	220	980	0	0	1200
7	340	1060	0	0	1400
8	460	1140	0	0	1600

- **Tại mặt cắt 101(L/8) có : $x=4425$ mm.**

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1,2	100	100	4425	43,75	156,25
3,4	220	180	4425	78,75	321,25
5	100	500	4425	218,75	381,25
6	220	980	4425	428,75	771,25
7	340	1060	4425	463,75	936,25
8	460	1140	4425	498,75	1101,25

- **Tại mặt cắt (102)L/4 có :** $x=8850$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1,2	100	100	8850	75	125
3,4	220	180	8850	135	265
5	100	500	8850	375	225
6	220	980	8850	735	465
7	340	1060	8850	795	605
8	460	1140	8850	870	730

- **Tại mặt cắt (103)3L/8 có :** $x=13275$ mm:

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1,2	100	100	13275	93,75	106,25
3,4	220	180	13275	168,75	231,25
5	100	500	13275	468,75	131,25
6	220	980	13275	918,75	281,25
7	340	1060	13275	993,75	406,25
8	460	1140	13275	1068,75	531,25

- **Tại mặt cắt(104) L/2 có :** $x=17700$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1,2	100	100	17700	100	100
3,4	220	180	17700	180	220
5	100	500	17700	500	100
6	220	980	17700	980	220
7	340	1060	17700	1060	340
8	460	1140	17700	1140	460

Ta có bảng tổng hợp số liệu:

MC Bó	H(mm)				
	MC100	MC101	MC102	MC103	MC104
1,2	200	156.25	125	106.25	100
3,4	400	321,25	265	231,25	220
5	600	381.25	225	131.25	100
6	1200	771,25	465	281,25	220
7	1400	936,25	605	406,25	340
8	1600	1101,25	730	531,25	460

2.1. Đặc tr- ng hình học tiết diện:

a. Tại MC L/2 (giữa nhịp):

1. Giai đoạn 1 (trừ lỗ rỗng):

Ta có :

$$B_0 = 750 \text{ mm}$$

$$H' = H - 200 = 2000 - 200 = 1800 \text{ mm}$$

$$H_f = 304 \text{ mm}$$

$$H_d = 325 \text{ mm}$$

$$b_w = 250 \text{ mm}$$

$$b_l = 650 \text{ mm}$$

$$\Delta F_0 = n \frac{\pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 8 \rightarrow \Delta F_0 = 22619,467 \text{ mm}^2$$

$$d_r = 60 \text{ mm} : \text{đ- ờng kính lỗ rỗng.}$$

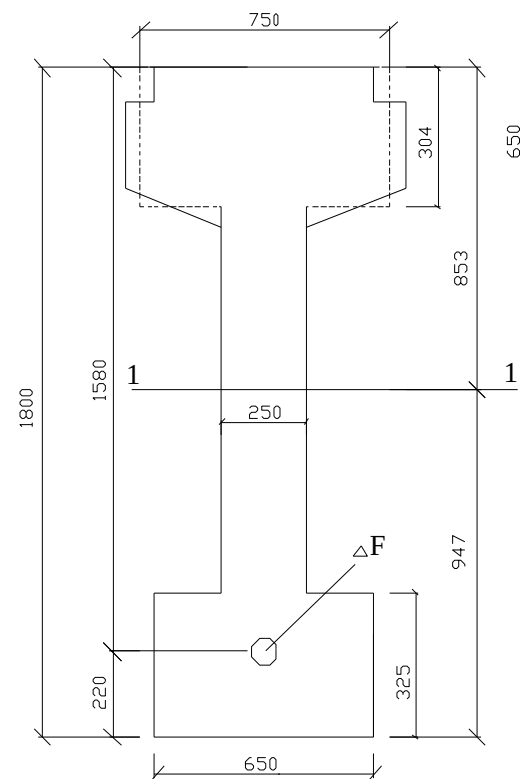
$$y_p = 220 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} A_g &= h \cdot b_w + (b_l - b_w) \cdot h_1 + (b_2 - b_w) \cdot h_2 - \Delta F_0 \\ &= 1800 \cdot 250 + (750 - 250) \cdot 304 + (650 - 250) \cdot 325 - 22619,467 \\ &= 709380,533 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_d &= 1800^2/2 \cdot 250 + (750 - 250) \cdot 304 \cdot (1800 - 304/2) \\ &\quad + (650 - 250) \cdot 325^2/2 - \Delta F_0 \cdot 250 \\ &= 671644717,3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$Y_{dl} = \frac{S_d}{A_g} = 947 \text{ mm}, Y_{tr1} = H' - Y_{dl} = 853 \text{ mm}, e_g = y_{dl} -$$

$$y_p = 727 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
I_g &= h^3 \cdot b_w / 12 + h \cdot b_w \cdot (h/2 - Y_d)^2 + (b_1 - b_w) \cdot h_1^3 / 12 + (b_1 - b_w) \cdot h_1 \cdot (Y_{tr} - h_1/2)^2 \\
&\quad + (b_2 - b_w) \cdot h_2^3 / 12 + (b_2 - b_w) \cdot h_2 \cdot (Y_d - h_2/2)^2 - \Delta F_0 (Y_d - y_p) \\
&= 1800^3 \cdot 250 / 12 + 1800 \cdot 250 (1800/2 - 947)^2 + (750 - 250) \cdot 304^3 / 12 + (750 - 250) \cdot 304 \\
&\quad \cdot (853 - 250/2)^2 + (650 - 250) \cdot 325^3 / 12 + ((750 - 250) \cdot 304 (947 - 325/2)^2 - 22619,467 \cdot (947 - 220))^2 \\
&= 2,671 \times 10^{11} \text{ mm}^4 .
\end{aligned}$$

Giai đoạn 2: Khi kéo cáp vào phun vữa bê tông lấp lỗ rỗng thì ta chỉ tính phần cáp dự ứng tham gia vào tiết diện còn phần bê tông vữa phun vào chủ yếu là để bảo vệ cáp dự ứng lực nên ta bỏ qua phần bê tông này.

+Diện tích:

$$A_c = A_g + n \cdot A_{ps} = A_g + \frac{E_p}{E_c} \cdot A_{ps}, \quad n = \frac{E_{ps}}{E_c} = \frac{E_{ps}}{0,0438^{1,5} \cdot \sqrt{f_c}}$$

$$f_c = 50 \text{ (Mpa)}$$

$$\gamma = 2450 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$E_{ps} = 180.10^3 \text{ (Mpa)}$$

$$\Rightarrow n = 1800.10^3 / (0,043 \cdot 2450 \cdot 50^{1,5} \cdot 50 \sqrt{}) = 4,88$$

$$A_c = 709380,533 + 4,88 \cdot 6316,8 = 740206,517 \text{ mm}^2$$

+Mômen tính với trục 1-1 :

$$\begin{aligned}
S_{1-1} &= n \cdot A_{ps} \cdot (d_{dl} - y_p) \\
&= 4,88 \cdot 6316,8 \cdot (947 - 220) = 22410490,37 \text{ (mm}^3\text{)}
\end{aligned}$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 30 \text{ mm}, \quad y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 853 - 30 = 823 \text{ mm}, \quad y_2^d = y_1^d + c = 977 \text{ mm} .$$

$$e_c = e_g + c = 727 + 30 = 757 \text{ mm} .$$

+Mômen quán tính t-ơng đ-ơng (GD 2):

$$\begin{aligned}
I_{c-2} &= I_g + A_g \cdot c^2 + n \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 \\
I_{c-2} &= 2,671 \times 10^{11} + 709380,533 \cdot 30^2 + 4,88 \cdot 6316,8 \cdot (977 - 220)^2 \\
&= 2,854.10^{11} \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

Giai đoạn 3:

$$A_c = A_g + n' \cdot b_b \cdot h_b$$

$$\text{Với } n' = \frac{E_D}{E_B} = \frac{0,0438^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{CD}}}{0,0438^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{f'_{CD}}{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{30}{50}} = 0,7746$$

$$b_b = 1800 \text{ (mm)}$$

$$h_b = 200 \text{ (mm)}$$

$$A_{c_3} = 740206,517 + 0,7746 \cdot 1800 \cdot 200 = 1019062,517 \text{ (mm}^2\text{)}$$

+Mômen tĩnh với trục II-II :

$$S_{3_3} = n' \cdot b_b \cdot h_b \cdot (h_b/2 + y_2^{tr})$$

$$= 0,7746 \cdot 1800 \cdot 200 \cdot (200/2 + 823)$$

$$= 257384088 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$C = \frac{S_{3_3}}{A_{c_3}} = 253 \text{ mm}, y_3^{tr} = y_2^{tr} - c = 823 - 253 = 570 \text{ mm}$$

$$y_3^d = y_2^d + c = 1230 \text{ mm}.$$

+Mômen quán tính t-ơng đ-ơng (GD 3):

$$I_{c_3} = I_g + c^2 \cdot A_g + n' [b_b h_b^3/12 + b_b \cdot h_b (h_b/2 + y_3^{tr})^2]$$

$$= 2,854 \times 10^{11} + 253^2 \cdot 740206,517 + 0,7746$$

$$[1800 \cdot 200^3/12 + 1800 \cdot 200 (200/2 + 570)^2]$$

$$= 4,589 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

b. Tại MC Gối :

-giai đoạn 1 :

Ta có:

$$B_0 = 750 \text{ mm}$$

$$H' = H - 200 = 2000 - 200 = 1800 \text{ mm}$$

$$H_f = 333 \text{ mm}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$y_p = 750 \text{ mm}$$

$$\Delta F_0 = n \frac{\Pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 8 \rightarrow \Delta F_0 = 22619,467 \text{ mm}^2$$

Diện tích :

$$A_g = H' \cdot b_w + (b_2 - b_w) \cdot 333 - \Delta F_0$$

$$= 1800 \cdot 650 + (750 - 650) \cdot 333 - 22619,467 = 1180680,533 \text{ mm}^2$$

Mômen tĩnh với đáy S_d

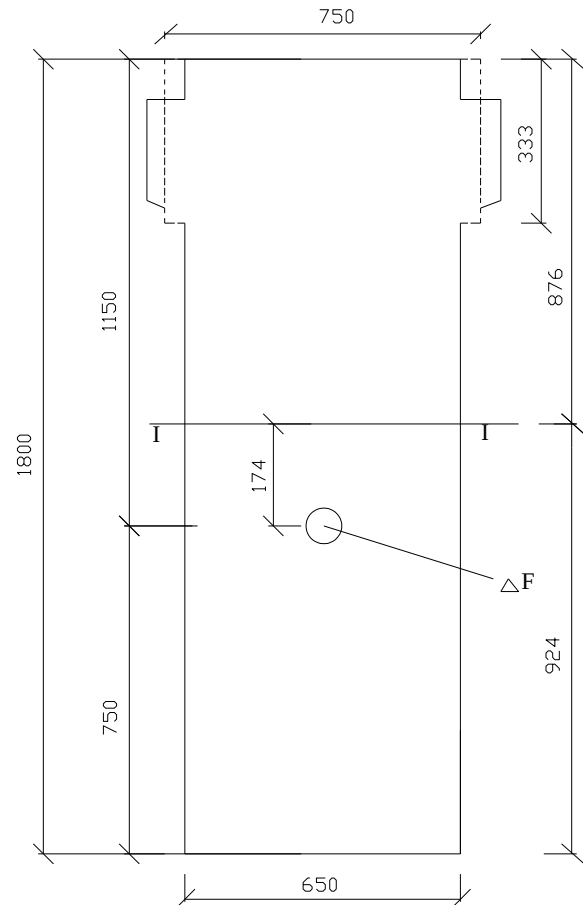
$$S_d = 1800 \cdot 650 \cdot 1800/2 + 100 \cdot 333 \cdot (1800 - 333/2) - 22619,467 \cdot 750$$

$$= 1090430950 \text{ mm}^3$$

$$y_1^d = \frac{S_d}{A_g} = 924 \text{ mm} \rightarrow y_1^{tr} = 1800 - 924 = 876 \text{ mm}, e_g = 924 - 750 = 174 \text{ mm}.$$

$$I_g = H'^3 \cdot b_w/12 + H' \cdot b_w \cdot (H'/2 - Y_d)^2 + (b_1 - b_w) \cdot h_1^3/12 + (b_1 - b_w) \cdot h_1 \cdot (Y_{tr} - h_1/2)^2 - \Delta F_0 e_g^2$$

$$I_g = 1800^3 \cdot 650/12 + 1800 \cdot 650 (1800/2 - 924)^2 + 100 \cdot 333^3/12 + 100 \cdot 333 (876 - 333/2)^2$$



$$-22619,467 \cdot 174^2 = 3,368 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

-giai đoạn 2 :

+Diện tích: $A_{c-2} = A_g + n \cdot A_{ps} = A_g + \frac{E_p}{E_c} \cdot A_{ps}$,

$$n = \frac{E_{ps}}{E_c} = \frac{E_{ps}}{0,043 \cdot 8^{1,5} \cdot \sqrt{f_c}}$$

$$f_c = 50 \text{ (Mpa)}$$

$$\gamma = 2450 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$E_{ps} = 180 \cdot 10^3 \text{ (Mpa)}$$

$$\Rightarrow n = 1800 \cdot 10^3 / (0,043 \cdot 2450 \cdot 50^{1,5} \cdot \sqrt{50}) = 4,88$$

$$A_{c-2} = 1180680,533 + 4,88 \cdot 6316,8 = 1211506,517 \text{ mm}^2$$

+Mômen tĩnh với trục 1-1 :

$$S_{l-1} = n \cdot A_{ps} \cdot (d_{dl} - y_p)$$

$$= 4,88 \cdot 6316,8 \cdot (924 - 750) = 5363721,216 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$C = \frac{S_{l-1}}{A_{c-2}} = 4,427 \text{ mm}, y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 876 - 4,427 = 871,573 \text{ mm}, y_2^d = y_1^d + c = 928,427 \text{ mm}.$$

$$e_c = e_g + c = 174 + 4,427 = 178,427 \text{ mm}.$$

+Mômen quán tính t-ơng đ-ơng (GD 2):

$$I_{c-2} = I_g + A_g \cdot c^2 + n \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2$$

$$I_{c-2} = 3,368 \cdot 10^{11} + 1180680,533 \cdot 4,427^2 + 4,88 \cdot 6316,8 \cdot (928,427 - 750)^2$$

$$= 3,378 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

-giai đoạn 3 :

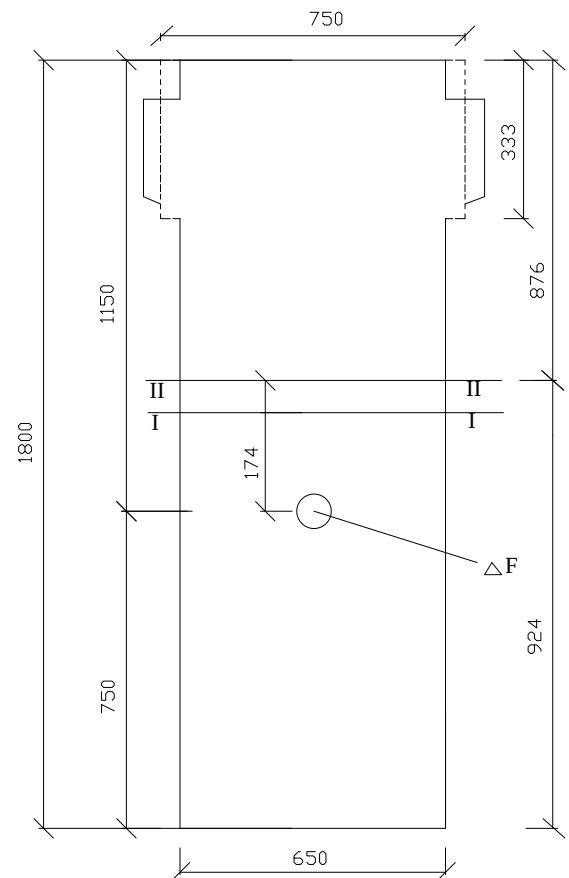
$$A_{c-3} = A_{c-2} + n' \cdot b_b \cdot h_b$$

$$\text{Với } n' = \frac{E_D}{E_B} = \frac{0,0438^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{CD}}}{0,0438^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{f'_{CD}}{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{30}{50}} = 0,7746$$

$$b_b = 1800 \text{ (mm)}$$

$$h_b = 200 \text{ (mm)}$$

$$A_{c-3} = 1211506,517 + 0,7746 \cdot 1800 \cdot 200 = 1490362,517 \text{ (mm}^2\text{)}$$



+Mômen tĩnh với trục II-II :

$$S_{3-3} = n' \cdot b_b \cdot h_b \cdot (h_b/2 + y_2^{tr}) = 0.7746 \cdot 1800 \cdot 200 \cdot (200/2 + 871,573) \\ = 270928960,5 (\text{mm}^3)$$

$$C = \frac{S_{3-3}}{A_{c-3}} = 181,787 \text{ mm}, y_{3-3}^{tr} = y_2^{tr} - c = 871,573 - 181,787 = 689,786 \text{ mm},$$

$$y_3^d = y_2^d + c = 1110,214 \text{ mm}.$$

+Mômen quán tính t-ơng đ-ơng (GD 3):

$$I_{c-3} = I_{g2} + c^2 \cdot A_g + n' [b_b h_b^3 / 12 + b_b \cdot h_b (h_b/2 + y_3^{tr})^2] \\ = 3,378 \cdot 10^{11} + 181,787^2 \cdot 1211506,517 + 0.7746 [1800 \cdot 200^3 / 12 \\ + 1800 \cdot 200 (200/2 + 689,786)^2] \\ = 5,527 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

III. Tính ứng suất mất mát:

1. Mất do ma sát :

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

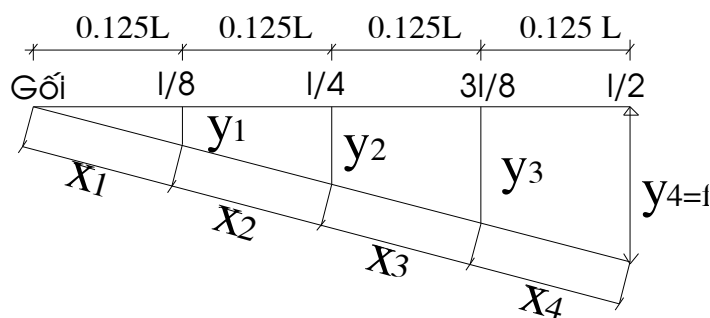
Trong đó :

- 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 bố tại MC100 đều bằng không .

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

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

*Tại MC $L/8$:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{(0.125l)^2 + (y_1^2)} \rightarrow X_1 = \overline{X}_1.$$

*Tại MC L/4:

$$X_2 = \overline{X}_1 + \sqrt{(0.125l)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

*Tại MC 3L/8:

$$X_3 = \overline{X}_2 + \sqrt{(0.125l)^2 + (y_3 - y_2)^2}$$

a. Tính cho bó 1;2:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 43.75^2} = 4425,216\text{mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (75 - 43.75)^2} = 4425,110\text{mm}.$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (93.75 - 75)^2} = 4425,040\text{mm}.$$

b. Tính cho bó 3;4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 78.75^2} = 4425,701\text{mm}.$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (135 - 78.75)^2} = 4425,358\text{mm}.$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (168.75 - 135)^2} = 4425,129\text{mm}.$$

c. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 218.75^2} = 4430,404\text{mm}.$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (375 - 218.75)^2} = 4427,758\text{mm}.$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (468.75 - 375)^2} = 4425,993\text{mm}.$$

d. Tính cho bó 6 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 428.75^2} = 4445,723\text{mm}.$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (735 - 428.75)^2} = 4435,585\text{mm}.$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (918.75 - 735)^2} = 4428,814\text{mm}.$$

e. Tính cho bó 7 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 463.75^2} = 4445,723\text{mm}.$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (795 - 463,75)^2} = 4437,381\text{mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (993,75 - 795)^2} = 4429,461\text{mm.}$$

e. Tính cho bó 8 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4425^2 + 498,75^2} = 4453,019\text{mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4425^2 + (870 - 498,75)^2} = 4440,546\text{mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4425^2 + (1068,75 - 870)^2} = 4429,461\text{mm.}$$

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

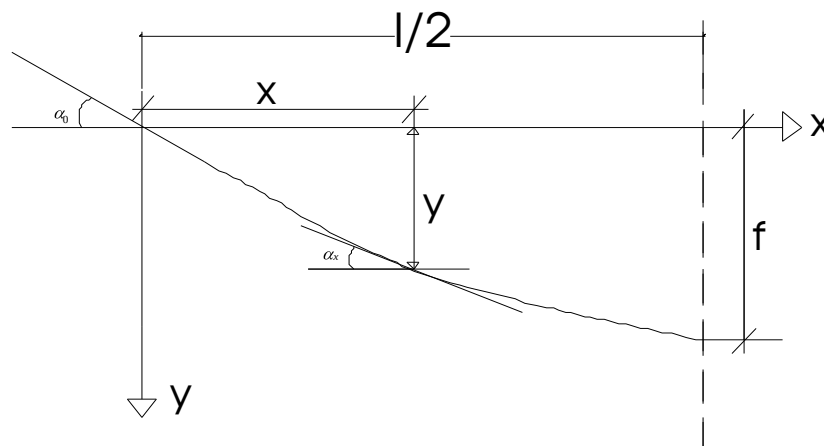
$$\alpha = \alpha_0 - \alpha_x .$$

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 :

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



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;2 : $tg \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 100}{35400} (1 - 0) = 0.01130 \rightarrow \alpha_0 = 0.647^\circ = 0.01130 \text{ radan}$

-bó 3;4 : $tg \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 180}{35400} (1 - 0) = 0.02034 \rightarrow \alpha_0 = 1.165^\circ = 0.02033 \text{ radan}$

-bó 5 : $tg \alpha_0 = \frac{4 \times 500}{35400} = 0.05650 \rightarrow \alpha_0 = 3.234^\circ = 0.05644 \text{ radian}$

$$\text{-bó 6 : } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \times 980}{35400} = 0,11073 \rightarrow \alpha_0 = 6,319^\circ = 0,11029 \text{radian}$$

$$\text{-bó 7 : } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \times 1060}{35400} = 0,11977 \rightarrow \alpha_0 = 6,830^\circ = 0,11921 \text{radian}$$

$$\text{-bó 8 : } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \times 1140}{35400} = 0,12881 \rightarrow \alpha_0 = 7,340^\circ = 0,12811 \text{radian}$$

Lập bảng :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_0 (độ)
Bó 1;2		35400	100	0,647
Bó 3;4		35400	180	1,165
Bó 5		35400	500	3,234
Bó 6		35400	980	6,319
Bó 7		35400	1060	6,830
Bó 8		35400	1140	7,340

❖ Tính α_x tại các mặt cắt cho các bó :

**Tại mặt cắt L/8 có : $x = 4425$ mm.*

$$\text{-bó 1 : } \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 100}{35400} \left(1 - \frac{2 \times 4425}{35400}\right) = 0,00847 \rightarrow \alpha_x = 0,485^\circ.$$

T- ong tự ta có bảng sau :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1;2	4425	35400	100	0,485
Bó 3;4	4425	35400	180	0,874
Bó 5	4425	35400	500	2,426
Bó 6	4425	35400	980	4,748
Bó 7	4425	35400	1060	5,133
Bó 8	4425	35400	1140	5,518

**Tại mặt cắt L/4 có : $x = 8850$ mm.*

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1;2	8850	35400	100	0,324
Bó 3;4	8850	35400	180	0,583

Bó 5	8850	35400	500	1,618
Bó 6	8850	35400	980	3,169
Bó 7	8850	35400	1060	3,427
Bó 8	8850	35400	1140	3,685

**Tại mặt cắt 3L/8 có : $x = 13275 \text{ mm}$.*

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1;2	13275	35400	100	0,162
Bó 3;4	13275	35400	180	0,291
Bó 5	13275	35400	500	0,809
Bó 6	13275	35400	980	1,186
Bó 7	13275	35400	1060	1,715
Bó 8	13275	35400	1140	1,844

**Tại mặt cắt L/2 thì tất cả các bó có $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$.*

❖ **Tính α cho các bó tại các mặt cắt :**

Công thức: $\alpha = \alpha_0 - \alpha_x$

-Tại mặt cắt L/8:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1;2	0,647	0,485	0,162	0,00283
Bó 3;4	1,165	0,874	0,291	0,00508
Bó 5	3,234	2,426	0,808	0,01410
Bó 6	6,319	4,748	1,571	0,02742
Bó 7	6,830	5,133	1,697	0,02926
Bó 8	7,340	5,518	1,822	0,03180

-Tại mặt cắt L/4:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1;2	0,647	0,324	0,323	0,00564
Bó 3;4	1,165	0,583	0,582	0,01016
Bó 5	3,234	1,618	2,066	0,03606
Bó 6	6,319	3,169	3,150	0,05498
Bó 7	6,830	3,427	3,403	0,05940
Bó 8	7,340	3,685	3,655	0,06380

-Tại mặt cắt 3L/8:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1;2	0,647	0,162	0,485	0,00846
Bó 3;4	1,165	0,291	0,874	0,01525
Bó 5	3,234	0,809	2,425	0,04232
Bó 6	6,319	1,186	5,133	0,08959
Bó 7	6,830	1,715	5,515	0,08927
Bó 8	7,340	1,844	5,496	0,09592

-Tại mặt cắt L/2:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1;2	0,647	0	0,647	0,01130
Bó 3;4	1,165	0	1,165	0,02033
Bó 5	3,234	0	3,234	0,05644
Bó 6	6,319	0	6,319	0,11029
Bó 7	6,830	0	6,830	0,11921
Bó 8	7,340	0	7,340	0,12811

- Tính ứng suất mất mát do ma sát tại các mặt cắt lập thành bảng:

a.Mặt cắt L/8:

Bó	L_i	f_{pi}	K	$\mathbf{x}$ ($L_i/2$)	μ	α	$e^{-\alpha+\mu\alpha}$	$1-e^{-\alpha+\mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1;2	35400,753	1488	$6.67*10^{-7}$	17700,3765	0.23	0,00283	0,98762	0,01238	18,42057
3;4	35402,441	1488	$6.67*10^{-7}$	17701,2205	0.23	0,00508	0,98711	0,01289	19,18167
5	35418,832	1488	$6.67*10^{-7}$	17709,416	0.23	0,0141	0,98506	0,01494	22,23365
6	35461,017	1488	$6.67*10^{-7}$	17730,5085	0.23	0,02742	0,98203	0,01797	26,73773
7	35484,640	1488	$6.67*10^{-7}$	17742,32	0.23	0,02962	0,98153	0,01847	27,48842
8	35497,898	1488	$6.67*10^{-7}$	17748,979	0.23	0,0318	0,98103	0,01897	28,22697
$\Sigma \Delta f_{PF}$									179,89124
$\Delta f_{PF} /8$									29.50755

b.Mặt cắt L/4:

Bó	L_i	f_{pi}	K	$\mathbf{x}$ ($L_i/2$)	μ	α	$e^{-\alpha+\mu\alpha}$	$1-e^{-\alpha+\mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1;2	35400,753	1488	$6.67*10^{-7}$	17700,3765	0.23	0,00564	0,98698	0,01302	19,37002
3;4	35402,441	1488	$6.67*10^{-7}$	17701,2205	0.23	0,01016	0,98596	0,01404	20,89678
5	35418,832	1488	$6.67*10^{-7}$	17709,416	0.23	0,03606	0,98010	0,01990	29,61806
6	35461,017	1488	$6.67*10^{-7}$	17730,5085	0.23	0,05498	0,97583	0,02417	35,97080
7	35484,640	1488	$6.67*10^{-7}$	17742,32	0.23	0,05940	0,97483	0,02517	37,45757
8	35497,898	1488	$6.67*10^{-7}$	17748,979	0.23	0,06380	0,97384	0,02616	38,93114
$\Sigma \Delta f_{PF}$									222,51117
$\Delta f_{PF} /8$									27,81390

c.Mặt cắt 3L/8:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x ($L_i/2$)	μ	α	$e^{-\alpha+\mu\alpha}$	$1-e^{-\alpha+\mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1;2	35400,753	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17700,3765	0.23	0,00283	0,98762	0,01238	18,42057
3;4	35402,441	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17701,2205	0.23	0,00508	0,98711	0,01289	19,18167
5	35418,832	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17709,416	0.23	0,0141	0,98506	0,01494	22,23365
6	35461,017	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17730,5085	0.23	0,02742	0,98203	0,01797	26,73773
7	35484,640	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17742,32	0.23	0,02962	0,98153	0,01847	27,48842
8	35497,898	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17748,979	0.23	0,0318	0,98103	0,01897	28,22697
$\Sigma \Delta f_{PF}$									179,89124
$\Delta f_{PF} / 8$									29.50755

d.Mặt cắt L/2:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x ($L_i/2$)	μ	α	$e^{-\alpha+\mu\alpha}$	$1-e^{-\alpha+\mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1;2	35400,753	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17700,3765	0.23	0,0113	0,98570	0,01430	21,28058
3;4	35402,441	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17701,2205	0.23	0,02033	0,98365	0,01635	24,32437
5	35418,832	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17709,416	0.23	0,05644	0,97551	0,02449	36,43788
6	35461,017	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17730,5085	0.23	0,11029	0,96349	0,03651	54,32496
7	35484,640	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17742,32	0.23	0,11921	0,96151	0,03849	57,27445
8	35497,898	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	17748,979	0.23	0,12811	0,95954	0,04046	60,20638
$\Sigma \Delta f_{PF}$									299,45356
$\Delta f_{PF} / 8$									37,43170

2.Mất do tr-ợt neo :

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta L}{l_{tb}} * E_P$$

Trong đó : lấy $\Delta L = 6mm/1neo \Rightarrow 2neo, \Delta L = 2 \times 6 = 12mm$.

$$E_p = 197000 MP_a$$

$$l_{tb} = 35433,597 mm$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6 \times 2}{35433,597} * 197000 = 66,716 MP_a$$

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 : $N=8$ bó.

$$E_{ci} = 4800 \sqrt{f'_{ci}}, \text{ với } f'_{ci} = 80\% f'_c = 0.8 \times 40 = 32 MP_a.$$

f'_{ci} : cường độ bê tông lúc căng.

$$E_{ci} = 27153 MP_a$$

$$f_{PI} = 0.8 f_{PU} = 0.8 \times 1860 = 1488.$$

f_{cgp} : ứng suất tại trọng tâm ct do lực căng đã kể đến mất us do ma sát + tụt neo và do trọng .

$$\text{-lực căng : } P_i = [f_{pi} - (f_{PF} + \Delta f_{PA})] A_{PS} \cos \alpha_x^{tb}.$$

Trong đó :

α_x^{tb} : là góc trung bình của tiếp tuyến với các bó tại mặt cắt tính toán

3.1. Lực căng p_i tại các mặt cắt là :

a. MC Gối :

$$P_i = 1488 - 66,716 \times 6316,8 \times 0.998 = 8960010,838 N.$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0,647 \times 2 + 01,165 \times 2 + 3,234 + 6,319 + 6,830 + 7,340) / 8 = 3,418 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.998.$$

b. MC L/8 :

$$P_i = 1488 - (22,4864 + 66,716) \times 6316,8 \times 0.999 = 8827088,755 N$$

c. MC L/4 :

$$P_i = 1488 - (27,8139 + 66,716) \times 6316,8 \times 0,9996 = 8798751,019 N.$$

d.MC 3L/8 :

$$P_i = 1488 - (32,75693 + 66,716) \cdot 6316,8 \cdot 0,9999 = 8770170,691N.$$

e.MC L/2 :

$$P_i = 1488 - (37,4317 + 66,716) \cdot 6316,8 \cdot 1 = 8741518,209N$$

3.2.Tính f_{cgp} cho các mặt cắt :

$$f_{cgp} = -\frac{p_i}{A_g} - \frac{p_i}{I_g} x e_g^2 + \frac{M_1}{I_g} x e_g$$

Với M_1 : mômen do trọng lượng bản thân g_1 tính theo TTGHSD.

-Tại MC Gối : ($M_1 = 0$).

$$f_{cgp} = -\frac{8960010,838}{1180680,533} - \frac{8960010,838 \times 174^2}{3,368 \times 10^{11}} = -8,394 MP_a$$

-Tại MC L/2 :

$$f_{cgp} = -\frac{8741518,209}{709380,533} - \frac{8741518,209 \times 727^2}{2,671 \times 10^{11}} + \frac{3013,537 \times 10^6 \times 727}{2,671 \times 10^{11}} = -21,418 MP_a$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông (Δf_{PES}) là:

-MC Gối :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-8,394|}{2 \times 8 \cdot 27153} = 26,644 MP_a.$$

-MC L/2 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-21,418|}{2 \times 8 \cdot 27153} = 67,984 MP_a.$$

4.Mất us do co ngót bê tông (kéo sau):

-Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85H, \text{ với } H \text{ độ ẩm} = 80\%.$$

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85 \times 0.8 = 25 MP_a.$$

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 ,tụ neo và nén đàn hồi) ,và do trọng l- ọng bản thân.

-Tính lực P_i cho các mặt cắt :

$$P_i = F_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} * A_{PS} * \cos \alpha_x^{tb} .$$

***MC Gối :**

$$P_i = [1488 - (66,716 + 26,644)] * 6316,8 * 0.998 = 8792042,628 N .$$

$$\Delta f_{cdp} = 0 , \text{ vì mômen } = 0.$$

$$f_{cgp} = - \frac{8792042,628}{1180680,533} - \frac{8792042,628 * 174^2}{3,368 * 10^{11}} = -8,237 MP_a$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 * 8,237 = 98,844 MP_a .$$

***MC L/2 :**

$$P_i = [1488 - (37,4317 + 66,716 + 67,984)] * 6316,8 * 1 = 8312076,877 N$$

Suy ra MC L/2:

$$\rightarrow f_{cgp} = - \frac{9312076,877}{409380,533} - \frac{9312076,877 * 727^2}{2,671 * 10^{11}} + \frac{3013,537 * 10^6 * 727}{2,671 * 10^{11}} = -19,963 MP_a .$$

Δf_{cdp} :us do tĩnh tải 2 và tĩnh tải 3 gây ra :

$$\begin{aligned} \Delta f_{cdp} &= \frac{M_2}{I_{c_2}} (d_{ps} - y^{tr}_2) + \frac{M_3 + M_{lp}}{I_{c_3}} (d_{ps} - y^{tr}_3) . \\ &= \frac{2382,257 * 10^6}{2,854 * 10^{11}} * 757 + \frac{(301,072 + 411,193) * 10^6}{4,589 * 10^{11}} * 1010 = 7,886 MP_a \end{aligned}$$

$$M_2 = 2382,257.10^6 MPa$$

$$M_3 = 301,072.10^6 MPa$$

$$M_{lp} = 411,193.10^6 MPa$$

$$I_{c_2} = 2,854.10^{11} mm^4$$

$$Y_2^{tr} = 823 mm$$

$$I_{c_3} = 4,589.10^{11} mm^4$$

$$Y_3^{\text{tr}} = 570 \text{ mm}$$

$$D_{ps} = 1580 \text{ mm}$$

Δf_{cdp} :us do tĩnh tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 * 19,963 - 7 * 7,886 = 184,354 MP_a .$$

6.Mất ứng suất do chùng cthép :

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2} .$$

-Căng sau găn đúng : $\Delta f_{PR_1} = 0 .$

-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 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3.[138 - 0.3*0 - 0.4*26,644 - 0.2(25 + 98,844)] = 30,772 MP .$$

*MC L/2 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3.[138 - 0.3*37,4317 - 0.4*67,984 - 0.2(25 + 184,354)] = 17,312 MP_a$$

Tổng hợp các ứng suất mất mát

- Mất mát tức thời : $\Delta f_{PT1} = \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES}$

Mặt cắt	Δf_{PF} (MPa)	Δf_{PA} (MPa)	Δf_{PES} (MPa)	Δf_{PT1} (MPa)
Gối	0	66,716	26,644	93,36
L/8	22,4864	66,716	83,55	172,7524
L/4	27,8139	66,716	75,107	169,6369
3L/8	32,75693	66,716	69,920	169,393
L/2	37,4316	66,716	67,984	172,1317

- Mất mát theo thời gian : $\Delta f_{PT2} = \Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR} + \Delta f_{PR}$

Mặt cắt	Δf_{PSR} (MPa)	Δf_{PCR} (MPa)	Δf_{PR} (MPa)	Δf_{PT2} (MPa)
Gối	25	98,844	30,772	154,616
L/8	25			
L/4	25			
3L/8	25			
L/2	25	184,354	17,312	226,666

- Tổng mất mát : $\Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2}$

Tiết diện	Δf_{PT1} (MPa)	Δf_{PT2} (MPa)	Δf_{PT} (MPa)
gối	93,36	154,616	247,976
L/8	172,754		
L/4	169,6369		
3L/8	169,393		
L/2	172,1317	226,666	398.7977

IV.KIỂM TOÁN THEO TTGH CƯỜNG ĐỘ I:

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.

$$\text{Hệ số quy đổi } n = \frac{E_D}{E_B}$$

$$\Rightarrow n = \frac{E_D}{E_B} = \frac{0,045 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{DC}}}{0,045 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{CB}}} = \frac{\sqrt{f'_{DC}}}{\sqrt{f'_{CB}}} = \sqrt{\frac{30}{50}} = 0,7746$$

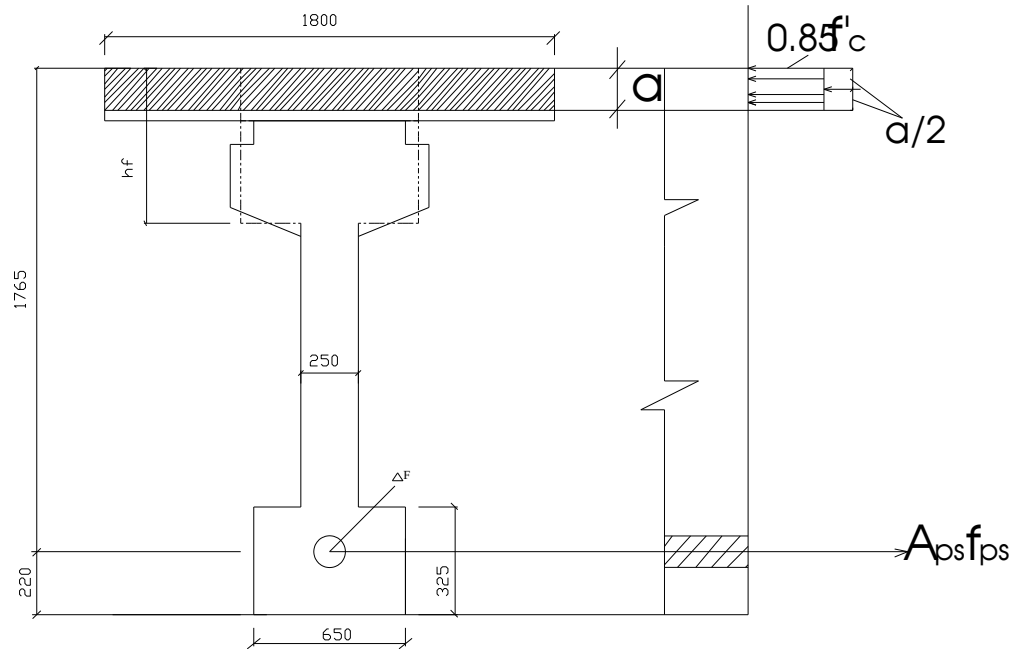
$$b'_2 = 0,7746 \cdot 1800 = 1394,28 \text{ mm}$$

Xem tiết diện là tiết diện chữ T

***kiểm tra MC L/2 (bỏ qua cốt thép th- ống):**

Vị trí trục trung hòa :

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



+giả thiết trục trung hoà qua cánh :

$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}}$$

$$h_f = 504 \text{ mm}$$

$$A_{ps} = 6316,8 (\text{mm}^2)$$

$$f_{pu} = 1860 \text{ (Mpa)}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05}{7} \cdot f'_c - 28$$

$$= 0,85 - 0,05/7(50-28) = 0,693$$

$$f'_c = 50$$

$$d_{ps} = 1800 + 185 - 220 = 1765 \text{ (mm)}$$

$$k = 2(1,04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0,28$$

$$C = \frac{6316,8 \times 1860}{0,85 \times 50 \times 0,693 \times 1800 + 0,28 \times 6316,8 \times \frac{1860}{1765}} = 214,096 \text{ mm} < h_f = 504 \text{ mm}$$

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{PS} f_{PS} \left(d_p - \frac{a}{2} \right) + (b - b_w) h_f \times 0,85 \times f'_c \left(\frac{h_f}{2} - \frac{a}{2} \right),$$

$$a = \beta_1 \times c = 0,85 \times 214,096 = 181,982 \text{ mm}.$$

$$f_{PS} = f_{pu} \left(1 - k \frac{c}{d_p} \right) = 1860 \times \left(1 - 0,28 \times \frac{214,096}{1780} \right) = 1797,359 \text{ MP}_a.$$

$$M_n = 6316,8 \times 1797,359 \times \left(1780 - \frac{181,982}{2} \right) + 1550 \times 504 \times 0,85 \times 50 \times \left(\frac{504}{2} - \frac{181,982}{2} \right)$$

$$= 2,483.10^{10} \text{ Nm} = 24830 \text{ KN.m}$$

+Kiểm tra : $M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{l/2} = 13589,942 \text{ KN.M} \rightarrow \text{đạt}.$

2.Kiểm tra hàm l- ợng cthép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0,42.$$

$$d_c = \frac{A_{PS} f_{PS} d_p}{A_{PS} f_{PS}} = \frac{6316,8 \times 1797,359 \times 1780}{6316,8 \times 1797,359} = 1780 \text{ mm}.$$

$$C = 214,096 \text{ mm} < 0,42 d_c = 0,42 \times 1780 = 747,6 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$$

3.Kiểm tra hàm l- ợng cthép tối thiểu :

$$\phi M_n \geq \min 1,2 M_{cr}; 1,33 M_u$$

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 căng sau (3 giai đoạn).

$$f_r = -\frac{P_l}{A_g} - \frac{P_l e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_2^d + \frac{(M_{3a} + M_{lp}) + M_{ht}}{I_c} y_3^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_3^d = 4,45 \text{ Mpa}$$

$$+ P_l = (0,8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS}, \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 398,7977 \text{ MP}_a.$$

+ M_1 : mômen MC L/2 do tĩnh tải 1 = 3013,537 KN.m (TTGHSD).

+ M_2 : mômen MC L/2 do tĩnh tải 2=2382,257KN.m.

+ M_{3a} : mômen MC L/2 do tĩnh tải 2(không có lớp phủ)=301,072KN.m.

+ M_{lp} : mômen MC L/2 do lớp phủ =411,193KN.m

+ $M_{ht} = 1,25 \times M_{TR} + M_{LN} \quad m g_M = 3344,041 \text{KN.m}$

+ ΔM : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

$$P_I = (0,8 \times 0,9 \times 1860 - 398,7977) \times 6316,8 = 5940333,249 \text{N.}$$

*thay các số liệu MC L/2 vào phương trình để tính ΔM .

$$4.45 = -\frac{5940333,249}{709380,533} - \frac{5940333,249 \times 727}{2,671 \cdot 10^{11}} \cdot 947 + \frac{3013,537}{2,671 \cdot 10^{11}} \cdot 947 + \frac{2382,257}{2,854 \cdot 10^{11}} \cdot 977$$

$$+ \frac{(301,072 + 411,193 + 3344,041)}{4,589 \cdot 10^{11}} \cdot 1230 + \frac{\Delta M}{4,589 \cdot 10^{11}} \cdot 1230$$

$$\Delta M = 1,0497 \cdot 10^{10} \text{M.mm} = 10497 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_{2a} + M_{lp} + M_{ht} = 17567,813 \text{KN.m}$$

$$M_u = M_{l/2} = 13589,942 \text{KN.M}$$

+Kiểm tra : $\phi M_n = 24830,97 \text{KN.m} > \min 1,2 M_{cr}; 1,33 M_u$

$$> \min \{ 21081,376 ; 18074,623 \text{ KN.m} \}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 24830,97 > 21081,376 \text{KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

4.Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện :

-Tính cho tiết diện ở gần gối :

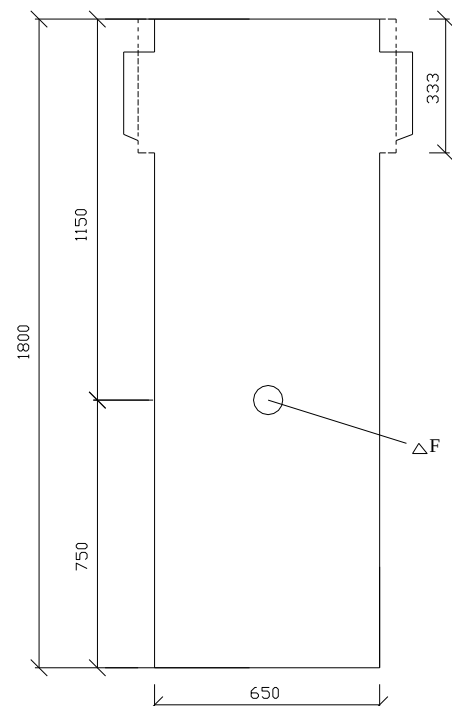
Sức kháng cắt tiết diện = ϕV_n , với $\phi = 0.9$

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 s- ờn dầm -đầu dầm $b_w = b_1 = 650mm$.

d_v :chiều cao chịu cắt có hiệu của tiết diện –khoảng cách hợp lực trong miền chịu nén và kéo của tiết diện .

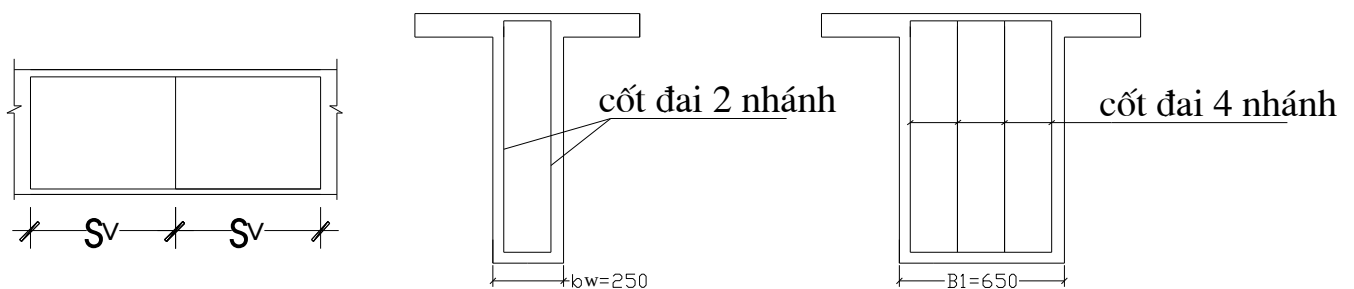
Đầu dầm:

+gần đúng chiều cao miền chịu nén ,lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC L/2.

$$C=214,096 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1800 - 750 - \frac{214,096}{2} = 942,952mm .$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 942,952 \\ 0.9d_p = 945 \\ 0.72h = 1296 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1296mm .$$

A_v :diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 b- ớc đai :



Trong đó với $L=36m \rightarrow$ đầu dầm $b_1 = 650 \rightarrow$ cốt đai $\phi=16$ -4 nhánh .1 nhánh $\rightarrow$

$$f_d = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 16^2}{4} = 201.1 mm^2 \rightarrow A_v = 4 \times 201.1 = 804.4.$$

+ f_v : cường độ cốt đai $= 400 MP_a$.

+ S_v : bước 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:

$$V = \frac{V_u}{\phi b_v d_v}$$

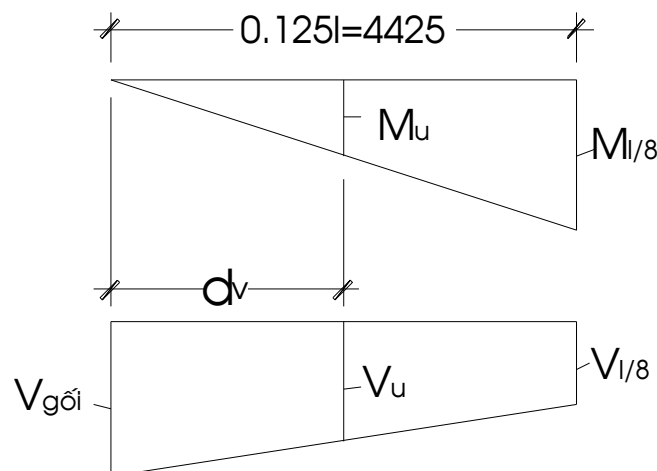
V_u : là lực cắt tính toán theo TTGHCD 1, $\phi = 0.9$.

$$\varepsilon_x = \frac{M_u / d_v + 0.5 V_u \cot g \Phi}{E_p A_{ps}}.$$

M_u : là mômen uốn tính theo TTGHCD 1.

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:



- M_u và V_u lấy cách tim gối 1 đoạn d_v .

Với: $M_{l/8} = 6031,633 KN.m$

$$V_{g0i} = 1507,374 \text{ KN.m.}$$

$$V_{l/8} = 1183,701 \text{ KN.m}$$

$$d_v = 1296 \text{ mm.}$$

$$M_u = \frac{M_{l/8}}{0,125l} x d_v = \frac{6031,633}{4425} * 1296 = 1766,553 \text{ KN.m.}$$

$$V_u = V_{l/8} + \frac{V_{g0i} - V_{l/8}}{0,125l} x d_v = 1183,701 + \frac{1507,374 - 1183,701}{4425} * (4425 - 1296) = 1412,576 \text{ KN.}$$

b. Tính ứng suất cắt :

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1412,576.10^3}{0,9 * 650 * 1296} = 1,863 \text{ MP}_a.$$

$$\frac{V}{f'_c} = \frac{1,929}{50} = 0,03726.$$

c. Giả thiết $\Phi_0 = 40^\circ$, $\cot g \Phi_0 = 1.192 \rightarrow$ tính ε_{x_1} .

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{1698,507 * 10^6 / 1296 + 0.5 * 1412,576.10^3 * 1.192}{197000 * 6316,8} = 0,00177.$$

$$\text{Theo } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f'_c} = 0,03858 \\ \varepsilon_{x_1} = 0,00177 \end{array} \right\} . \text{ Tra bảng } \rightarrow \Phi_1 = 42^\circ, \beta_1 = 1,835$$

+so sánh Φ_1 và Φ_0 thấy gần bằng nhau Vậy số liệu để tính : $\Phi = 42^\circ$ và $\beta = 1,835$.

Có $\cot g \phi = 1,1106$

d. Bố trí cốt đai tr- ớc rồi kiểm tra :

B- ớc đai :

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0.083 \sqrt{f'_c} . b_v} = \frac{804.4 * 400}{0.083 * \sqrt{50} * 650} = 843.44 \text{ mm.}$$

$$V_u = 1412,576 \text{ KN} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 * 50 * 650 * 1296 = 4212 \text{ KN nên } \rightarrow$$

$$S_v \leq \min(0.8 d_v; 600 \text{ mm}).$$

Vậy $S_v \leq 600 \text{ mm} \rightarrow$ chọn cốt đai $\phi 16 - 4$ nhánh $S_v = 300 \text{ mm} \rightarrow$ kiểm tra .

$$V_n = \min \{ V_k + V_s + V_p \text{ và } 0.25 f'_c b_v d_v \} = 7278 \text{KN}.$$

$$+ V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v = 0.083 * 1.835 * \sqrt{50} * 650 * 1296 = 907,23 \text{KN}.$$

$$+ V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d_v \cdot \cot \phi}{S_v} = \frac{804 \cdot 4.420 \cdot 1296 \cdot 1.1106}{300} = 1543,738 \text{ KN}$$

$$+ V_p = f_{pi} A_{ps} \sin \alpha_{tb}.$$

- Tính góc α_{tb} của các bó cáp tại $x = d_v = 1296 \text{mm}$.

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 100}{35400} \left(1 - \frac{2 \times 1296}{35400}\right) = 0,01047 \rightarrow \alpha_1 = 0,56^\circ.$$

T- ong tự cho các bó khác

$$\rightarrow \alpha_{tb} = 2(0,56 + 1,080) + 2,997 + 5,860 + 6,334 + 6,808 / 8 = 3,16^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0,055.$$

$$V_p = (0,8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{ps} \sin \alpha_{tb} = (0,8 \times 0,9 \times 1860 - 398,8) \times 6316,8 \times 0,055 = 326,718 \text{KN}.$$

Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt :

$$V_u = 1412,576 \text{KN} \leq 0.9(V_c + V_s + V_p) = 0.9(907,23 + 1543,738 + 326,718) = 2499,917 \text{KN} \rightarrow \text{đạt}.$$

V.KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG :

1.Kiểm tra ứng suất MC L/2 (giữa nhịp) :

1.1.giai đoạn căng kéo cốt thép (ngay sau khi đóng neo):

$$+ \text{c- ờng độ bê tông: } f'_{ci} = 0.8 f'_c = 40 \text{MP}_a.$$

$$+ \text{c- ờng độ ct dul : } f_{pi} = 0.74 f_{pu} = 0.74 \times 1860 = 1376.4 \text{MP}_a.$$

$$+ A_g = 709380,533 \text{mm}^2$$

$$+ I_g = 2,671 \times 10^{11} \text{mm}^4, e_g = 727 \text{mm}, y_1^d = 947 \text{mm}, y_1^r = 853 \text{mm}, M_1 = 3013,537 \text{KN}$$

a.Kiểm tra ứng suất biên d- ới (us nén):

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i \times e_g}{I_g} * y_1^d + \frac{M_1}{I_g} * y_1^d \right| \leq 0.6 f'_{ci} = 19.2 \text{MP}_a.$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{ps} = (1376,4 - 172,1317) * 6316,8 = 7607122 \text{N}$$

$$\rightarrow f_{bd} = \left| -\frac{7607122}{709380,533} - \frac{7607122*727}{2,671*10^{11}}*947 + \frac{3013,537*10^6}{2,671*10^{11}}*947 \right| = |-19,651| \leq 0.6 f'_{ci} = 24MP_a.$$

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 :

$$f_{btr} = -\frac{7607122}{709380,533} + \frac{7607122*727*853}{2,671*10^{11}} - \frac{3013,537*10^6*853}{2,671*10^{11}} = -2,686MP_a < 1.38 \rightarrow \text{đạt}$$

1.2.Giai đoạn khai thác (sau mất mát toàn bộ):

a.kiểm tra ứng suất biên d-ới :

$$f_{pi} = 0.8 f_{py} = 0.8*0.9*1860 = 1339.2MP_a.$$

$$\text{-lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339,2 - 398,8) * 6316,8 = 5940318,72N.$$

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_1^d + \frac{(M_{3b} + M_{lp} + M_{ht})}{I_c} y_3^d \leq 0.5\sqrt{f'_c} = 3.54.$$

$$\begin{aligned} f_{bd} &= -\frac{5940318,72}{709380,533} - \frac{5940318,72*727}{2,671*10^{11}}*947 + \frac{3013,537*10^6}{2,371*10^{11}}*947 + \\ &+ \frac{2382,257*10^6}{2,854*10^{11}}*947 + \frac{(301,072 + 411,193 + 3344,041)*10^6}{4,589*10^{11}}*1230 \\ &= 3,041MP_a \leq 0.5\sqrt{f'_c} = 3,54 \end{aligned}$$

$\rightarrow$ đạt.

b.Kiểm tra ứng suất biên trên : $y_1^{tr} = 853mm, y_2^{tr} = 823mm, y_3^{tr} = 570mm$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_{c-2}} y_2^{tr} - \frac{M_3 + M_{ht}}{I_c} y_3^{tr} \right| \leq 0.45 f'_c = 0.45*50 = 22.5MP_a.$$

$$\begin{aligned} f_{btr} &= \left| -\frac{5940318,72}{709380,533} + \frac{5940318,72*727}{2,671*10^{11}}*853 - \frac{3013,537*10^6*853}{2,671*10^{11}} - \frac{2382,257*10^6}{2,854*10^{11}}*823 - \frac{3782,804*10^6}{4,589*10^{11}}*570 \right| \\ &\leq 0.45 f'_c = 0.45*50 = 22.5MP_a \end{aligned}$$

$$= |-15,774MP_a| \leq 22.5MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

2. Kiểm tra us mặt cắt gối :**2.1. Giai đoạn căng kéo :**

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{T1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb}$$

-Trong đó :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0,647 \times 2 + 1,165 \times 2 + 3,234 + 6,139 + 6,83 + 7,34) / 8 = 3,418^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0,998.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1339,2 - 93,36) * 6316,8 * 0,998 = 8088497,658 N$$

$$+ A_g = 1180680,533 mm^2, I_g = 3,368 \times 10^{11} mm^4, e_g = 174 mm, y_1^{tr} = 876 mm, y_1^d = 924 mm, M = 0$$

a. Kiểm tra us biên d-ới :

$$f_{bd} = \frac{8088497,658}{1180680,533} - \frac{8088497,658 * 174}{3,368 \times 10^{11}} * 876 = |-10,511 MP_a| < 19,2 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

b. Kiểm tra thớ trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{8088497,658}{1180680,533} + \frac{8088497,658 * 174}{3,368 \times 10^{11}} * 924 = -2,99 MP_a \text{ (nén)} < f_k \rightarrow \text{đạt.}$$

2.2. Giai đoạn khai thác:

$$P_i = (1339,2 - 247,976) * 6316,8 * 0,998 = 6879257,676 N.$$

$$I_c = 5,527 \times 10^{11} mm^4, y_2^{tr} = 871,573 mm, y_2^d = 928,427 mm.$$

a. Kiểm tra us biên d-ới :

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_c} y_2^d = -\frac{6879257,676}{1180680,533} - \frac{6879257,676 * 396}{5,527 \times 10^{11}} * 928,427 = -7,837 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

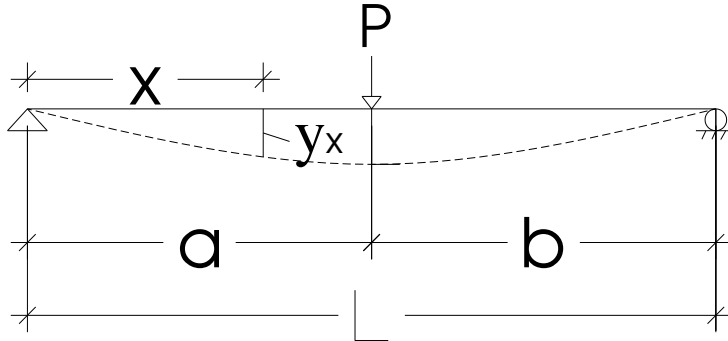
b. Kiểm tra us biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_c} y_2^{tr} = -\frac{6879257,676}{1180680,533} + \frac{6879257,676 * 174}{5,527 \times 10^{11}} * 871,573 = -7,837 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

VI. TÍNH ĐỘ VÔNG KẾT CẤU NHỊP :

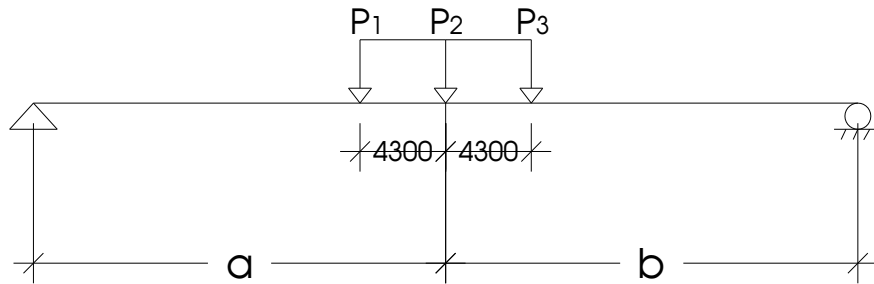
1. Kiểm tra độ võng do hoạt tải :

+ Tính độ võng mặt cắt có tọa độ x do lực p có tọa độ a, b như 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 võng do xe tải 3 → trực:



$p_1 = 145 \times 10^3 \text{ N}$, $p_2 = p_1$, $p_3 = 35 \times 10^3 \text{ N} \rightarrow$ tính độ võng không có hệ số :

+ Độ võng MC giữa nhịp L/2 do các lực $p_1 \rightarrow$

$b = 17700 + 4300 = 22000 \text{ mm}$, $x = 17700 \text{ mm}$.

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 22000 \times 17700 \times (35400^2 - 22000^2 - 17700^2)}{6 \times 36872,5 \times 4,589 \times 10^{11} \times 35400} = 7,162 \text{ mm}.$$

+ Độ võng MC L/2 do $p_2 \rightarrow$

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot l^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 35400^3}{48 \times 36872,5 \times 4,589 \times 10^{11}} = 7,92 \text{ mm}.$$

+ Độ võng MC L/2 do $p_3 \rightarrow b = 13400 \text{ mm}$, $x = 17700 \text{ mm}$.

$$y_{x^{p_3}} = \frac{35 \times 10^3 \times 13400 \times 17700 \times (35400^2 - 13400^2 - 17700^2)}{6 \times 36872,5 \times 4,589 \times 10^{11} \times 35400} = 1,756 \text{ mm}$$

+Độ võng các dầm chủ coi nh- chịu lực giống nhau khi chất tất cả các làn xe .

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{10000}{3500} = 2,857 = 2 \text{ làn .}$$

$$\text{-hệ số xung kích (1+IM)=1.25.}$$

+Độ võng 1 dầm chủ tại MC L/2 :

$$y = \frac{(y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3}) n_L}{n} \times 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 6.$$

$$y = \frac{(7,162 + 7,92 + 1,756) \times 3}{6} \times 1.25 = 7,016 \text{ mm} .$$

$$\text{+Kiểm tra : } y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 7,016 < \frac{35400}{800} = 44,25 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt.}$$

2.Tính độ võng do tĩnh tải –lực căng tr- ớc (MC L/2):

2.1.Độ võng do lực căng ctd- l:

$$\Delta_{DUL} = -\frac{5w.l^4}{384E_c I_g} .$$

$$\text{Trong đó: } w = \frac{8pe}{l^2}, e = e_g = 727 \text{ mm}, I_g = 2,671 \times 10^{11} \text{ mm}^4 .$$

$$p = (0.8 f_{pu} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 398,8) \times 6316,8 = 6880258,56 \text{ N} .$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 6880258,56 \times 727}{35400^2} = 31,931 .$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{5 \times 31,931 \times 35400^4}{384 \times 36872,5 \times 2,671 \times 10^{11}} = -66,298 \text{ mm} .$$

2.2.Độ võng do trọng l- ọng bản thân dầm(giai đoạn 1):do $g_1 = 19,238 \text{ N / mm}$

$$\Delta_{g_1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1.l^4}{E.I_g} = \frac{5 \times 19,238 \times 35400^4}{384 \times 36872,5 \times 2,671 \times 10^{11}} = 39,943 \text{ mm} .$$

2.3.Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 15,208 \text{ N / mm}$.

$$\Delta_{g_2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2.l^4}{E.I_c} = \frac{5 \times 15,208 \times 35400^4}{384 \times 36872,5 \times 2,854 \times 10^{11}} = 29,55 \text{ mm} .$$

2.4.Độ võng do tĩnh tải 3 : $g_3 = 4,547 N / mm$.

$$\Delta g_3 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_3 \cdot l^4}{E \cdot I_c} = \frac{5 \times 4,547 \times 35400^4}{384 \times 36872,5 \times 4,589 \times 10^{11}} = 5,495 mm .$$

***Độ võng do lực căng +tĩnh tải :gọi là độ võng tĩnh y_T .**

$$y_T = -66,298 + 39,943 + 29,55 + 5,495 = 8,69 mm .$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là :8,69mm.