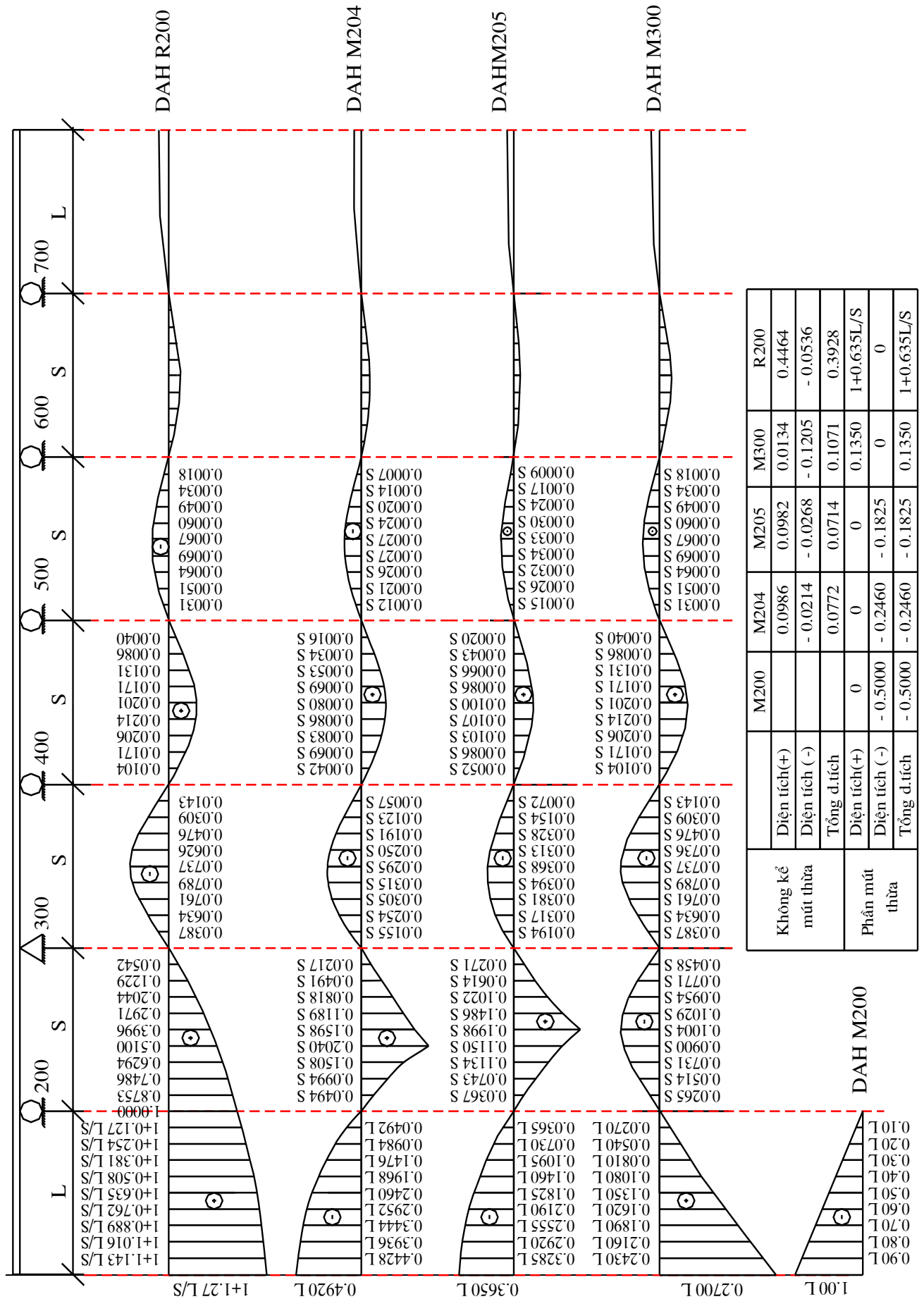


## **PHẦN II**

# **THIẾT KẾ KỸ THUẬT**



## CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

### I. XÁC ĐỊNH TÌNH TẢI

Tính cho 1 mm chiều rộng của dải bản

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

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

Trong đó:  $\gamma_c$ : trọng lượng riêng của bản mặt cầu

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

#### 2. Trọng lượng bản mút thừa :

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

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

#### 3. Trọng lượng của lớp phủ :

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

$$H_{DW} = 75 (\text{mm})$$

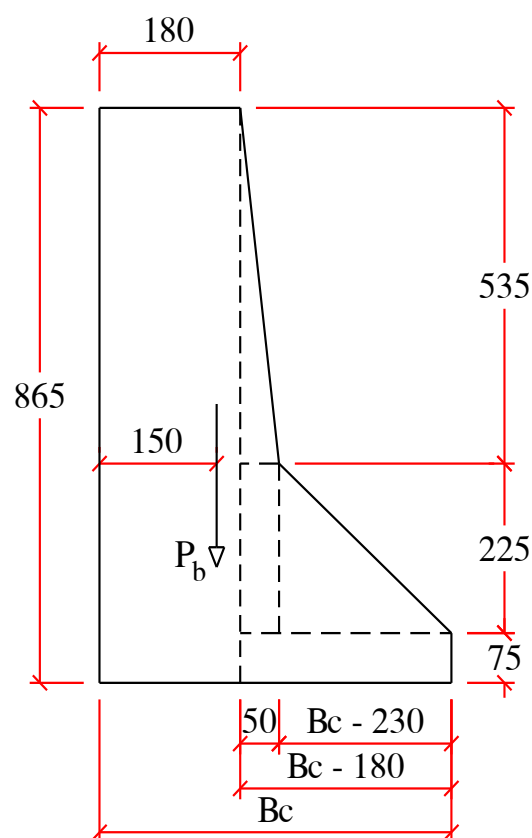
$$\gamma_{DW} = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{N/mm}^3$$

$$\rightarrow W_{DW} = 75 \cdot 2,25 \cdot 10^{-5} = 168,75 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm}^2)$$

#### 4. Trọng lượng của lan can

$$P_b = [(865 \cdot 180) + (B_c - 180) \cdot 75 + \\ 50 \cdot 255 + 535 \cdot \frac{50}{2} + (B_c - 230) \cdot \frac{255}{2}] \cdot \gamma_c$$

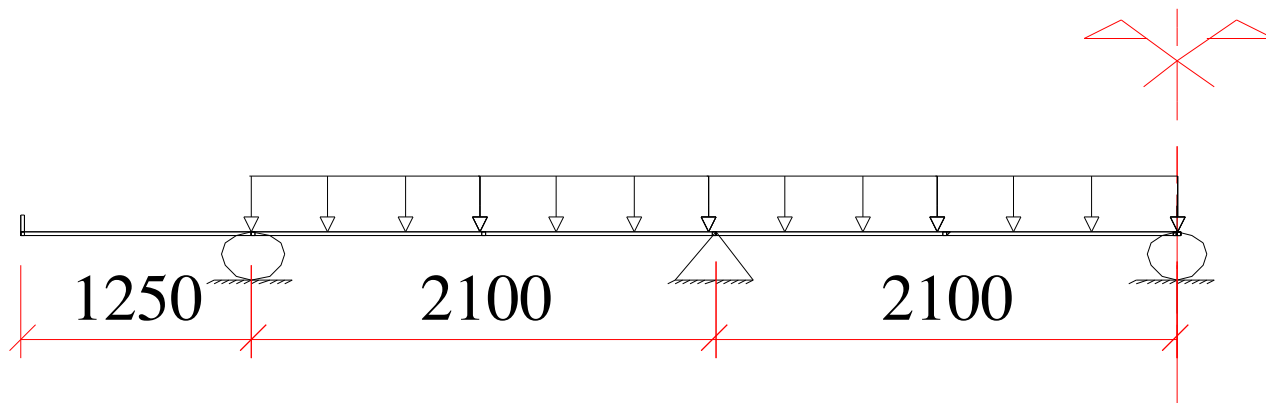
$$\rightarrow P_b = [(865 \cdot 180) + (500 - 180) \cdot 75 + \\ 50 \cdot 255 + 535 \cdot \frac{50}{2} + (500 - 230) \cdot \frac{255}{2}] \cdot 24 \cdot 10^{-6} \\ = 5,766 (\text{N})$$



### II. TÍNH NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU

- Sơ đồ tính của BMC là 1 dải bản ngang được giả thiết như 1 dầm 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  $W_s$** 

$$V_{200} = W_s \cdot w = W_s \cdot 0.3928 \cdot s$$

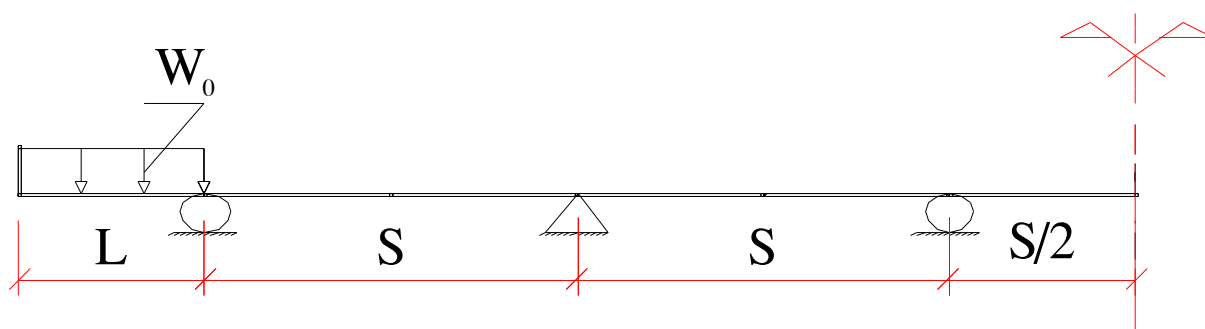
$$= 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0.3928 \cdot 2100 = 3,96 \text{ (N/m)}$$

$$M_{204} = W_s \cdot w = W_s \cdot 0.0772 \cdot s^2$$

$$= 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0.0772 \cdot 2100^2 = 1634.17 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = W_s \cdot w = W_s \cdot (-0.1071) \cdot s^2$$

$$= 480 \cdot 10^{-5} \cdot (-0.1071) \cdot 2100^2 = -2267.1 \text{ (Nmm)}$$

**1.2 Nội Lực do bản hằng**

$$V_{200} = W_0 \cdot w \cdot L = W_0 \left( 1 + 0.635 \cdot \frac{L}{S} \right) \cdot L$$

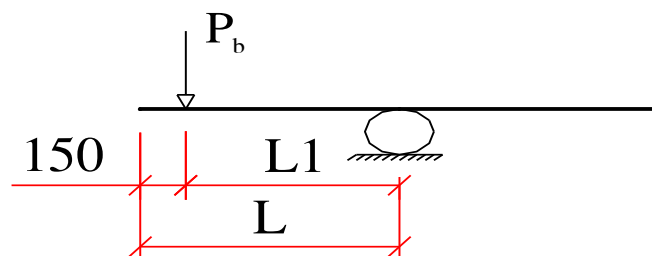
$$= 672 \cdot 10^{-5} \cdot \left( 1 + 0.635 \cdot \frac{1250}{2100} \right) \cdot 1250 = 11.575 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = -W_0.L^2/2 = -672.10^{-5} \cdot 1250^2/2 = -5250 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = W_0.w.L^2 = 672.10^{-5} \cdot 1250^2 \cdot (-0.246) = -2583 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = W_0.w.L^2 = 672.10^{-5} \cdot 1250^2 \cdot (0.135) = 1417.5 \text{ (Nmm)}$$

### 1.3 Nội lực do lan can



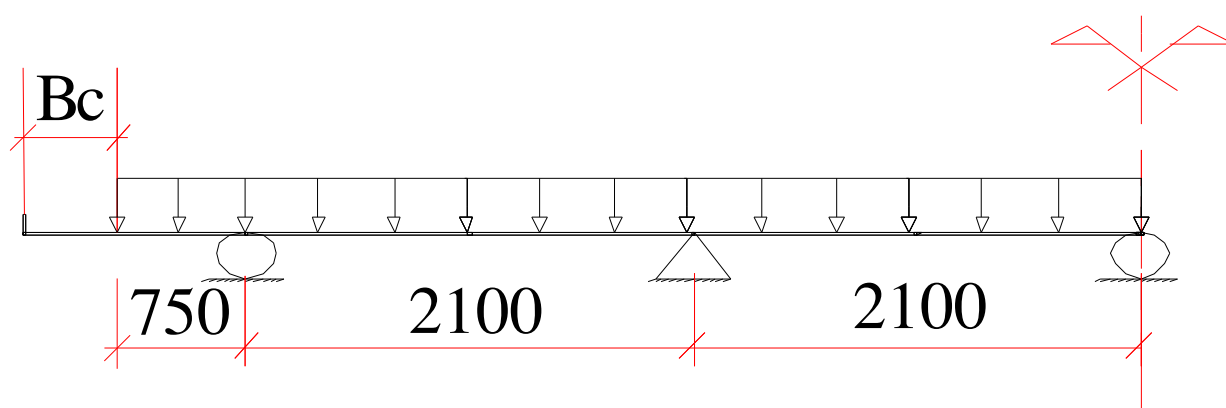
$$V_{200} = P_b \cdot \left( 1 + 1,270 \cdot \frac{L1}{S} \right) = 5,766 \cdot \left( 1 + 1,270 \cdot \frac{1100}{2100} \right) = 9.6 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = P_b \cdot (-1 \cdot L_1) = 5,766 \cdot (-1100) = -6342.6 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = P_b \cdot (-0,4920 \cdot L_1) = 5,766 \cdot (-0,492 \cdot 1100) = -3120.6 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = P_b \cdot (-0,27 \cdot L_1) = 5,766 \cdot (-0,27 \cdot 1100) = -1712.5 \text{ (Nmm)}$$

### 1.4. Nội lực cho lớp phủ



$$V_{200} = W_{DW} \cdot \left[ \left( 1 + 0.762 \cdot \frac{L_2}{S} \right) \cdot L_2 + 0,3928S \right]$$

$$\begin{aligned}
 &= 168,75 \cdot 10^{-5} \cdot \left[ \left( 1 + 0,762 \cdot \frac{750}{2100} \right) \cdot 750 + 0,3928 \cdot 2100 \right] = 3,0 \text{ (N)} \\
 M_{200} &= W_{DW} \cdot (-0,5) L_2^2 = 168,75 \cdot 10^{-5} \cdot [(-0,6) \cdot 750^2] = -569,53 \text{ (Nmm)} \\
 M_{204} &= W_{DW} \cdot [(-0,2952) \cdot L_2^2 + 0,0772 \cdot S^2] \\
 &= 168,75 \cdot 10^{-5} \cdot [(-0,2952) \cdot 750^2 + 0,0772 \cdot 2100^2] = 341 \text{ (Nmm)} \\
 M_{300} &= W_{DW} \cdot [(0,162) \cdot L_2^2 + (-0,1071) \cdot S^2] \\
 &= 168,75 \cdot 10^{-5} \cdot [(0,162) \cdot 750^2 + (-0,1071) \cdot 2100^2] = -643,25 \text{ (Nmm)}
 \end{aligned}$$

## 2. NỘI LỰC DO HOẠT TẢI

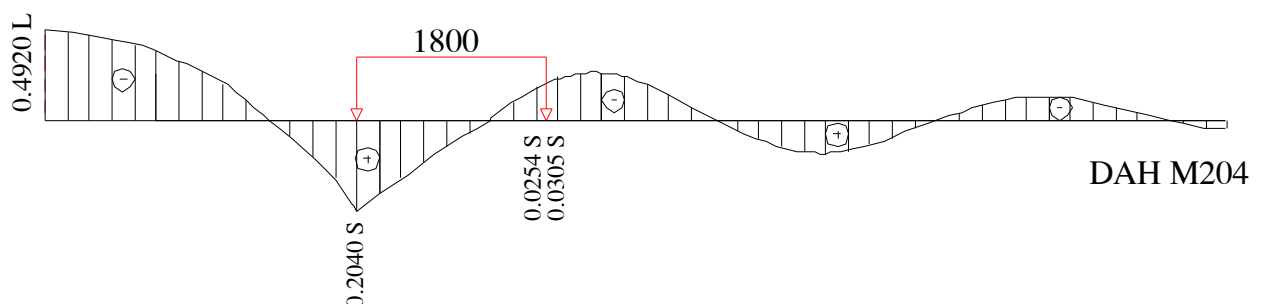
### 2.1- Tính bản kê 2 cạnh. (bản nằm giữa 2 s- ờn dầm)

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  $L_n$  ( $S = 2100 \text{ (mm)} < 4600 \text{ (mm)}$ )
- Với các nhịp bằng nhau (S), Mômen d- ơng lớn nhất gần đúng tại điểm 204
- Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính  $M(+)$

$$\begin{aligned}
 S_w^+ &= 660 + 0,55 \cdot S \text{ (mm)} \\
 &= 660 + 0,55 \cdot 2100 \text{ (mm)} \\
 &= 1815 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

- Tr- ờng hợp 1: Khi xếp một làn xe:



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

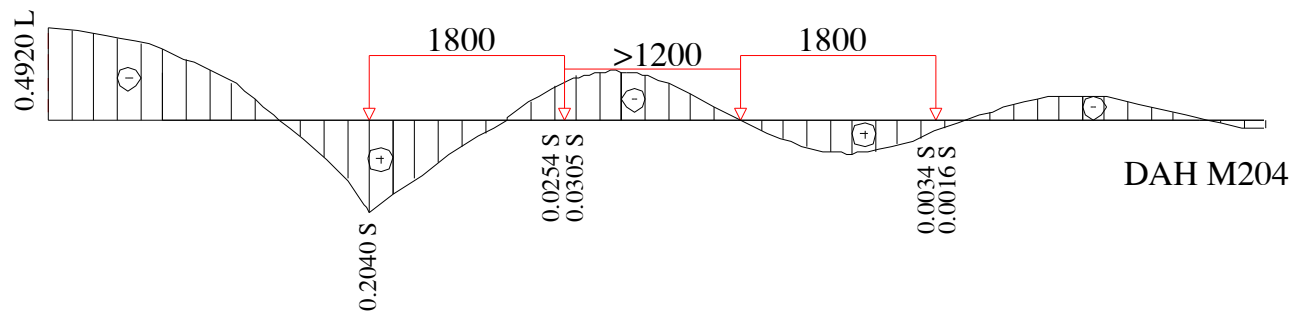
$$\text{Với } y_1 = 0,204 ; \quad y_2 = -0,0283$$

$$\text{Với: } m \text{ là hệ số làn xe} = 1,2$$

$$W = 72,5 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow M_{204} = 1,2(0,204 - 0,0283)2100 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1815 = 17686,2 \text{ (N.mm)}$$

- Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



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

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

Với  $m = 1$ ;  $y_1 = 0,204$ ;  $y_2 = -0,0283$ ;  $y_3 = 0,0$ ;  $y_4 = 0,002374$

$$\Rightarrow M_{204} = 1.(0,204 - 0,0283 + 0,0 + 0,002374).2100.72,5. 10^3 / 1815 = 14937.61$$

(N.mm).

Trong 2 TH ta lấy  $M_{204} = 17686.2$  (N.mm).  $\Rightarrow$  Vậy TH xếp 1 làn xe đ-ợc khống chế.

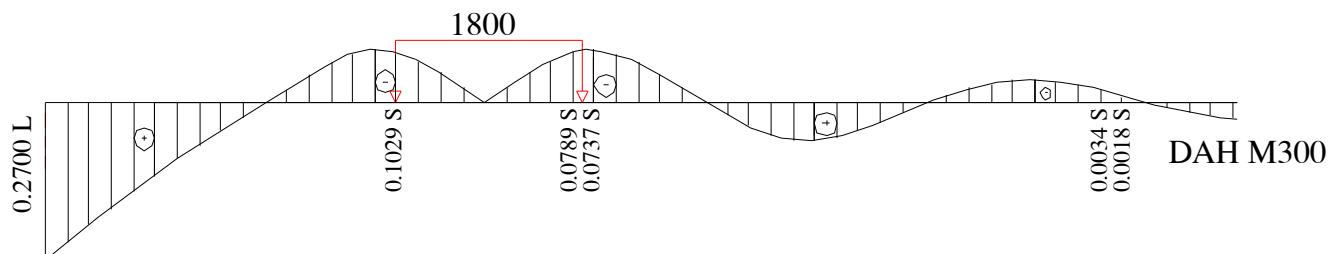
#### b) Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe

- Trường hợp mômen âm lớn nhất đặt tại gối 300
- Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính  $M(-)$ :

$$S_w^- = 1220 + 0.25 * S = 1220 + 0,25.2100 = 1745 \text{ (mm)}$$

- Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:

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

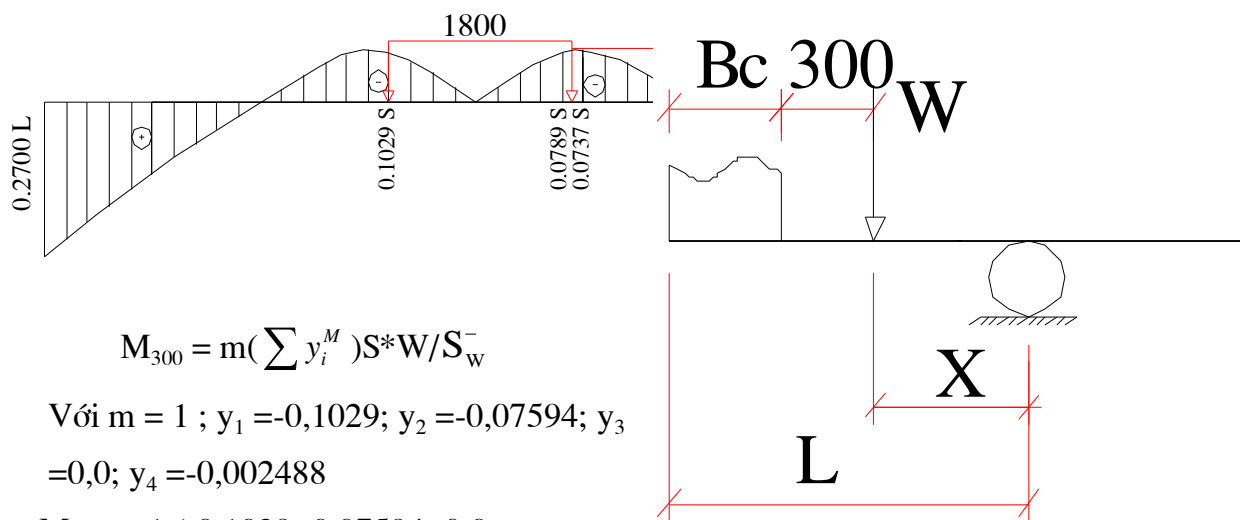


$$M_{300} = m(\sum y_i^M) S^* W / S_w^-$$

Hệ số làn xe  $m = 1,2$ ;  $y_1 = -0,1029$ ;  $y_2 = -0,07594$

$$M_{300} = -1,2(0,1029+0,07594).2100.72,5.10^3/1745 = -18724.4 \text{ (N.mm)}$$

- Tr- ờng hợp 2: Khi xếp hai làn xe:



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

Với  $m = 1$ ;  $y_1 = -0,1029$ ;  $y_2 = -0,07594$ ;  $y_3 = 0,0$ ;  $y_4 = -0,002488$

$$\Rightarrow M_{300} = 1.(-0,1029 - 0,07594 + 0,0 -$$

$$0,002488).2100.72,5.10^3/1745 = -15820.74 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy  $M_{300} = -18724.4 \text{ (N.mm)}$ .  $\Rightarrow$  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:

$$V_{200} = m(\sum y_i^V)W/S_w^0$$

Với  $m = 1,2$ ;  $y_1 = 1$ ;  $y_2 = 0,0898$

$$\Rightarrow V_{200} = 1,2(1+0,0898).72,5.10^3/1745$$

$$= 54.33 \text{ (N)}$$

- Tr- ờng hợp 2: Khi xếp hai làn xe:

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

Với  $m = 1$ ;  $y_1 = 1$ ;  $y_2 = 0,0898$ ;  $y_3 = 0,0$ ;  $y_4 = 0,005978$

$$\Rightarrow V_{200} = 1(1+0,0898+0,0+0,005978).72,5.10^3/1745 = 45.33 \text{ (N)}$$

Vậy chọn  $V = 54.33 \text{ (N)}$

Vậy TH 1 làn xe đ- ợc khống chế.



## 2.2. Tính bản hẫng (mút thừa)

- Điều kiện tính  $M^-$  bản hẫng :

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

- Trong trường này  $X = 1250 - 500 - 300 = 450(\text{mm})$

- Chiều rộng tính toán của dải bản

$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833.450 = 1514.85(\text{mm})$$

$$M_{200} = m.W.y/S_w^0 = 1,2.72,5.10^3.(-0,54) / 1514.85 = -31.01 (\text{N.mm})$$

## 3. Tổ hợp nội lực của bản:

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

### • TTGH c- ờng đ- 1:

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

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

Trong đó:

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

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

-  $\gamma_{P2}$ : 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

+  $M_{W_o}$ ;  $V_{W_o}$  : Mômen và lực cắt do bản hẫng

+  $M_{P_b}$ ;  $V_{P_b}$  : 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

$$V_{200} = 0,95[1,25(3,96 + 11.575 + 9,6) + 1,5. 3,0 + 1,75.1,25. 54.33] = 147.027(\text{N})$$

$$M_{200}=0,95[1,25(-5250 - 6342.6)+1,5.(-569.53)+1,75.1,25.(-31.01)]=-14642.23(\text{N.mm})$$

$$M_{204}=0,95[1,25.1634.17+0,9(-2583-3120.6)+1,5.341+1,75.1,25.17686,2]=34304,06 (\text{N.mm})$$

$$M_{300}=0,95[1,25.(-2267,1-1712,5)+0,9.(1417,5)+1,5(-643,25)+1,75.1,25(-18724,4)]=-43342,09 (\text{N.mm})$$

• Theo TTGH sử dụng :

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

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

$$V_{200} = 3,96+11,575+9,6+3,0+54,33.1,25 = 96,0475(\text{N})$$

$$M_{200}= -5250-6342,6-569,53-31,01.1,25= -12200,89(\text{N.mm})$$

$$M_{204}=1634,17-2583-3120,6+341+17686,2.1,25 =18379,32 (\text{N.mm})$$

$$M_{300}=-2267,1+ 1712,5-1417,5 -643,25-18724,4.1,25 = -26610,85 (\text{N.mm})$$

### III- TÍNH TOÁN CỐT THÉP, BỐ TRÍ VÀ KIỂM TRA TIẾT DIỆN:

#### 1- Tính cốt thép:

- C- òng độ vật liệu:

$$\text{Bê tông : } f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$\text{Cốt thép: } f_y = 400 \text{ MPa}$$

- 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<sup>o</sup> 15 ;  $d_b = 16 \text{ mm}$ ;  $A_b = 200 \text{ mm}^2$

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

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

**Tính cốt thép chịu mô men d- ơng :**

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

$M_u$ : Mômen theo TTGH CĐ 1

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

$$A_s = \frac{34304,06}{330.152} = 0,69 \text{ (mm}^2\text{)}$$

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

**Tính cốt thép chịu mô men âm:**

$$A'_s = \frac{M_u}{330d^-} = \frac{34304,06}{330.147} = 0,71 \text{ (mm}^2\text{)}$$

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

## **2. Kiểm tra cốt thép**

### ***2.1- Kiểm tra điều kiện hàm l- ơng cốt thép:***

- Kiểm tra cho cốt thép chịu mômen d- ơng:

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

+ Kiểm tra hàm l- ơng 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:

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

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

$$\Rightarrow a = \left( \frac{1,00.400}{0,85.1.30} \right) = 15,68 < 0,42.0,836.152 = 49,85 \text{ (mm)}$$

$\Rightarrow$  Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm l- ơng thép tối thiểu:

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

$$\rho = \frac{1.00}{1.142} = 7.04 \cdot 10^{-3} > 0.03 \frac{30}{400} = 2.3 \cdot 10^{-3}$$

=> 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 =  $S - b_{S-ôm DC} = 2100 - 200 = 1900$  (mm)

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{1900}} = 88\% \quad \text{dùng } 67\%$$

Vậy bố trí  $A_s = 0.67 \cdot 1.00 = 0.67$  (mm<sup>2</sup>)

- Đối với cốt thép dọc bên dưới dùng N<sup>o</sup> 10a 150 (mm)

Có  $A_s = 0.75$  (mm<sup>2</sup>)

• Kiểm tra cho cốt thép chịu mômen âm :

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa

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

$$+b = 1 \text{ mm} ; \beta_1 = 0.836$$

$$a = \frac{1.000.400}{0.85.30.1} = 15.68 < 0.42.0.836.147 = 48.1 \text{ (mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu

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

$$\rho = \frac{1}{1.137} = 7.3 \cdot 10^{-3} > 0.03 \cdot \frac{30}{400} = 2.3 \cdot 10^{-3}$$

+ 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 =  $S - b_{s-ôn DC} = 2100 - 200 = 1900$  (mm)

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{1900}} \leq 88\% \quad \text{dùng } 67\%$$

Vậy bố trí  $A_s = 0,67.1 = 0,67$  (mm<sup>2</sup>)

+ Đối với cốt thép dọc bên trên dùng N<sup>o</sup> 10a 150 (mm)

Có  $A_s = 0,75$  (mm<sup>2</sup>)

## **2.2- Kiểm tra cường độ theo mômen:**

- Phải kiểm tra cả biên trên và biên dưới của BMC

- Lấy mômen với tâm vùng nén của BMC

Công thức kiểm tra:

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

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

$$M_u = 34304,06 \text{ (N.mm)}$$

$$\Rightarrow M_n = 48297,6 \text{ (N.mm)} > M_u = 34304,06 \text{ (N.mm)}$$

=> 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:

$$f_s = n \frac{M}{I_{CT}} \times y \quad (\text{ứng suất kéo trong cốt thép ; Để tính ứng suất kéo}$$

trong cốt thép dùng momen theo TTGHSD với  $y =$   
7)

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

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

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

Trong đó :

$$\gamma_c = 2400 \text{ ( Kg/m}^3 \text{)}$$

$$f'_c = 30$$

$$\Rightarrow E_c = 0,043.2400^{1.5} \cdot \sqrt{30} = 27691,465 \text{ (Mpa)}$$

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

- M: Mômen uốn tính theo TTGH SD

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

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

+ Giả thiết  $x < d'$

$$d = 152 \text{ (mm)} ; b = 1 \text{ (mm)}$$

$$h_f = H_b - 15 = 200 - 15 = 185 \text{ (mm)}$$

Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

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

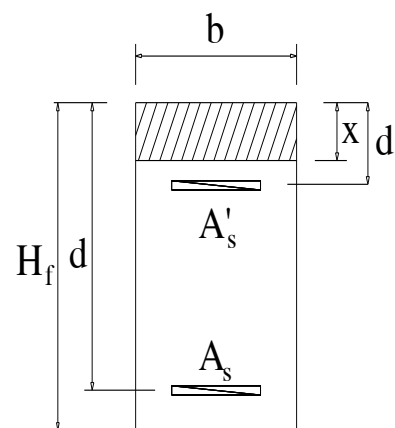
Giải pt tìm x.

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

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

$$x_2 = -66,32$$

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



$$\rightarrow I_{CT} = \frac{1.37,2^3}{3} + 7.1.(38 - 37,2)^2 + 7.1.(152 - 37,2)^2$$

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

- Tính ứng suất kéo :

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

Trong đó :

M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

$$y = d - x = 152 - 37,2 = 104,8 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow f_s = 7. \frac{18379,32}{94045,3} 104,8 = 143,4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

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

Trong đó :

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

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

-  $d_c$  : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất.

$$d = 33 \text{ (mm)}$$

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

$$A = 2 d_c . S \text{ với } S = 250 \text{ (mm)} - \text{b-ớc thép}$$

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

$$\Rightarrow f_{sa} = \frac{23000}{33.16500^{\frac{1}{3}}} = 281,66 \text{ (Mpa)}$$

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

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

$$f_s = 195,15 < f_{sa} = 281,66 > 0,6 f_y = 240 \text{ (Mpa)}$$

$$\text{lấy } f_{sa} = 0,6 f_y = 0,6.400 = 240 \text{ (Mpa)} > f_s = 195,15 \text{ (Mpa)}$$

⇒ Đạt

• Kiểm tra cho mômen âm :

- Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

- Tương tự phần trên ta có phương trình:

(với  $x > d'$ )

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

$$0,5.1. x^2 + 6. 0,800.(x - 33) = 7. 0,800.(147 - x)$$

$$0,5 x^2 + 10,4x - 925,6 = 0$$

$$\Rightarrow x_1 = 33,86$$

$$x_2 = - 54,66$$

Giải phương trình tìm được  $x = 33,86 > d' = 33 \Rightarrow (T/M)$

$$\rightarrow I_{CT} = \frac{bx^3}{3} + (n - 1) A_s'(x - d')^2 + nA_s(d - x)^2$$

$$= \frac{1.33,86^3}{3} + 6.0,800.(33,86 - 33)^2 + 7. 0,800(147 - 33,86)^2$$

$$\rightarrow I_{CT} = 72515,72 \text{ (mm}^4\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo :

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

Trong đó :

-  $M$  : Mômen uốn ở TTGHSD 1

-  $y = d - x = 147 - 33,86 = 103,14 \text{ (mm)}$

$$\Rightarrow f_s = 7. \frac{18379,32}{72515,72} 103,14 = 183 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

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

Trong đó :

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

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



- $d_c$  : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất.

$$d = 38 \text{ mm}$$

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

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

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

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

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

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

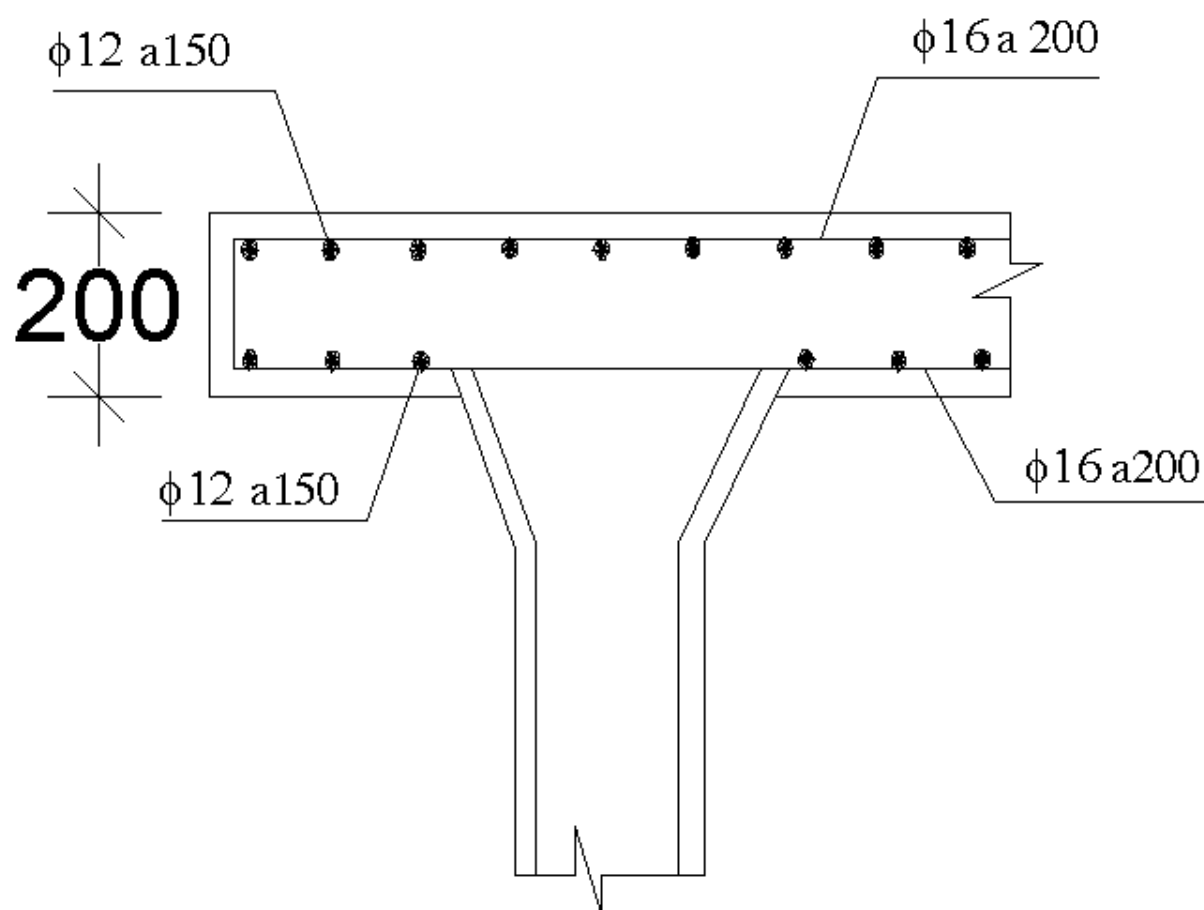
$$f_s = 252,88 < f_{sa} = 276,17 > 0,6 f_y = 240 (\text{Mpa})$$

$$\text{l ấy } f_s = 252,88 (\text{Mpa}) > f_{sa} = 0.6 f_y = 0,6.400 = 240 (\text{Mpa})$$

$\Rightarrow$  Đạt

### **3. Bố trí cốt thép:**

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



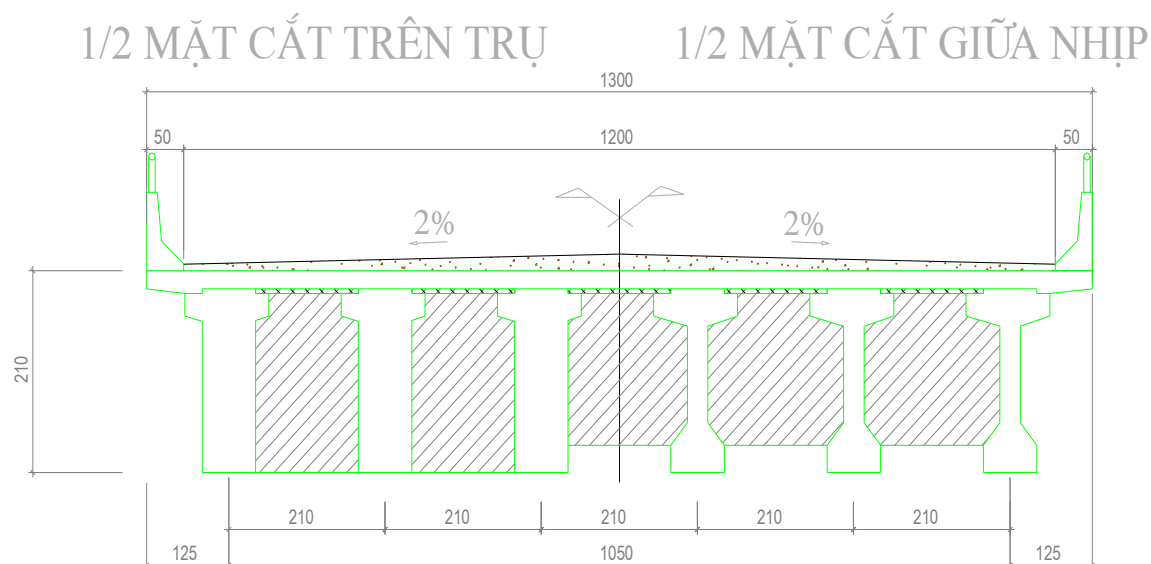
## CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN DẦM CHỦ

### I- TÍNH NỘI LỰC DẦM CHỦ:

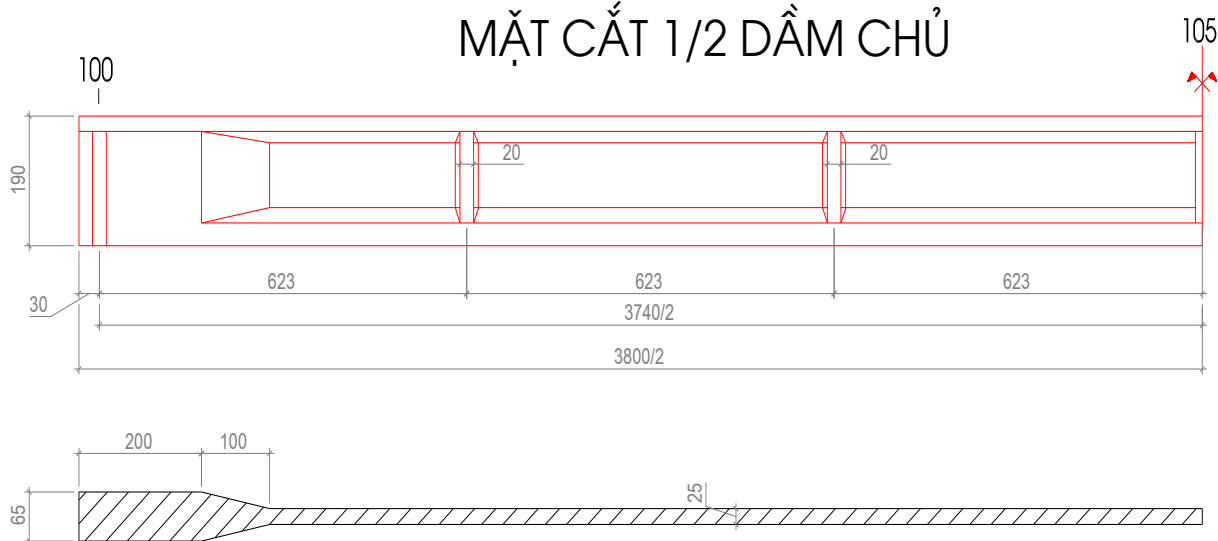
- Dầm chủ là dầm bê tông dự ứng lực tiết diện liên hợp căng sau, khi tính nội lực chỉ tính cho

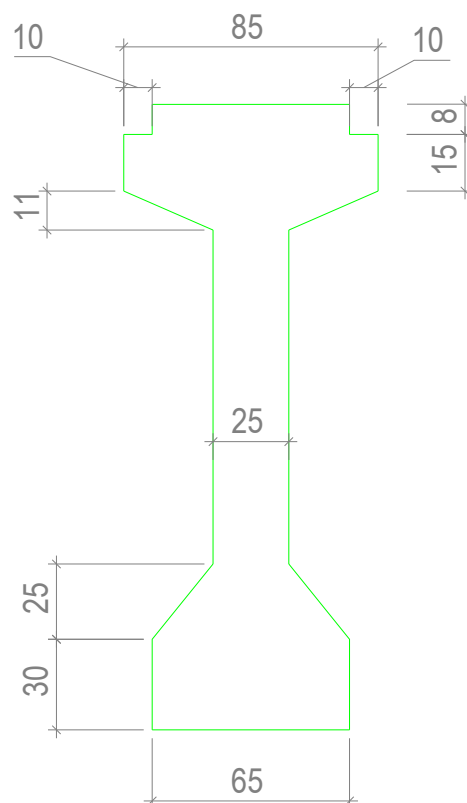
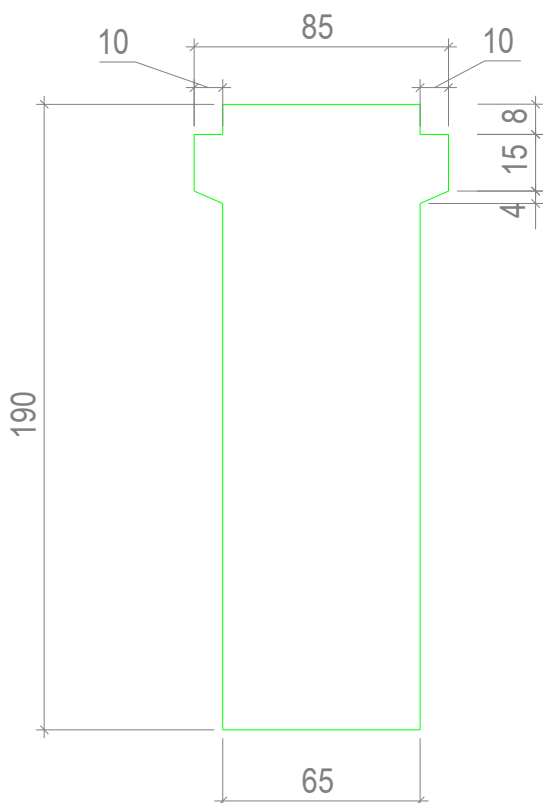
1 dầm bất lợi nhất, các dầm khác thiết kế theo dầm đó.

### MẶT CẮT NGANG DẦM DẪN



### MẶT CẮT 1/2 DẦM CHỦ





### 1-Tính tải cho 1 dầm:

#### 1.1-Tính tải giai đoạn 1 ( $g_1$ ) - (giai đoạn căng kéo cốt thép DUL):

$$H = \frac{1}{18} \cdot L = \frac{1}{18} \cdot 38 = 2.11(\text{m}) \rightarrow \text{Chọn } H = 2.1(\text{m}) ; H_b = 0,2(\text{m})$$

$$A_{105} = [(H - H_b)b_w + (0.65 - b_w)0.3 + (0.65 - b_w)0.25/2 + (0.65 - b_w)0.08 + (0.85 - b_w)0.15 + (0.85 - b_w)0.11/2] \quad (\text{m}^2)$$

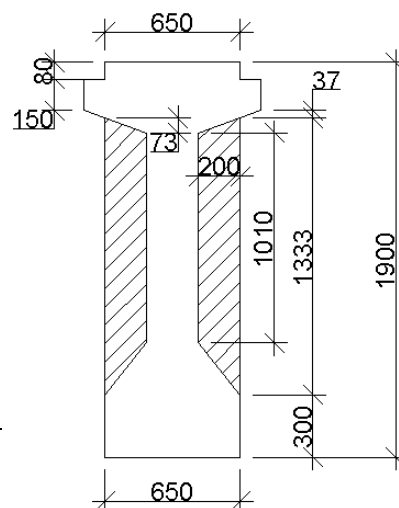
$$A_{105} = [(2.1 - 0.2) \cdot 0.25 + (0.65 - 0.25) \cdot 0.3 + (0.65 - 0.25) \cdot 0.25/2 + (0.65 - 0.25) \cdot 0.08 + (0.85 - 0.25) \cdot 0.15 + (0.85 - 0.25) \cdot 0.11/2] = 0.8(\text{m}^2)$$

$$A_{105} = 0.8(\text{m}^2)$$

$$\begin{aligned} A_{100} &= (H - H_b)0.65 + 0.2 \cdot 0.15 + 0.0367 \cdot 0.1(\text{m}^2) \\ &= (2.1 - 0.2) \cdot 0.65 + 0.2 \cdot 0.15 + 0.04 \cdot 0.1 \\ &= 1.269(\text{m}^2) \end{aligned}$$

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

$$g_{dn}^o = \frac{\gamma_c (1.01 + 1.333) \times 0.2 \times 0.2}{l_1} \quad (\text{KN/m})$$



$$\rightarrow g_{dn}^o = \frac{24 \times (1.01 + 1.333) \times 0.2 \times 0.2}{9.65} = 0.233 \text{ (KN/m)}$$

$$\Rightarrow g_1 = \left[ A_{105} \times (40 - 2(1.5 + 1)) + A_{100} \times 2 \times 1.5 + \frac{A_{105} + A_{100}}{2} \times 2 \times 1 \right] \times \frac{\gamma_c}{40} + g_{dn}^o$$

$$\Rightarrow g_1 = [0.8 \times (40 - 2(1.5 + 1)) + 1.269 \times 2 \times 1.5 + \frac{0.8 + 1.269}{2} \times 2 \times 1] \times \frac{24}{40} + 0.233$$

$$g_1 = 20.5586 \text{ (KN/m)}$$

## 1.2-Tính tải giai đoạn 2 (khi đổ bản mặt cầu): (g2)

a. Trọng lượng bản:

$$g_b = S \cdot h_b \cdot \gamma_c = 0.5 \times 0.2 \times 24 = 2.4 \text{ KN/m}$$

b. Trọng lượng đầm ngang đổ tại chỗ:

$$g_{dn} = \frac{(2.1 - 0.2) \times (2.1 - 0.2 - 0.25) \times 0.2 \times 24}{9.35} = 1.61 \text{ KN/m}$$

c. Do cột lan can

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2/n = 5.766 \times 2/6 = 1.922 \text{ KN/m}$$

d. Do lớp phủ

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng lượng

riêng là 22,5 KN/m<sup>3</sup>.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng lượng

riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

+ Lớp phòng nước

Raccon#7(không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng lượng

riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

Tên lớp	Bề dày (m)	Trọng lượng riêng (KN/m <sup>3</sup> )	Khối lượng (KN/m <sup>2</sup> )
BT Asphalt	0.05	22.5	1.12

BT bảo vệ	0.03	24	0.72
Lớp tạo phẳng	0.03	24	0.72

Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:  $g_{lp} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 \text{ (KN/m)}$

$$\text{kí hiệu : } g_{2a} = g_{mn} + g_{dn} + g_{lc} = 2.4 + 1.61 + 1.922 = 5.932 \text{ KN/m}$$

$$g_{2b} = g_{lp} = 2.56 \text{ KN/m}$$

Tính tải giai đoạn 2:  $g_2 = g_{2a} + g_{2b} = 8.492 \text{ KN/m}$

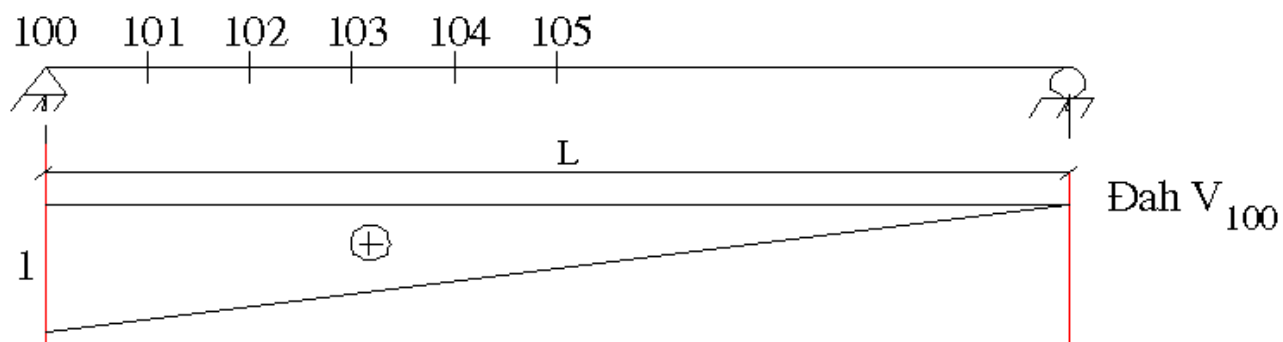
$$\Rightarrow g_2 = g_b + g_{td} + g_{dn} = 10,08 + 2,784 + 1,13 = 13,994 \text{ KN/m}$$

## **2. Vẽ đường ảnh hưởng M và V:**

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

**-Tại tiết diện 100 :**

$$x = L/1 = 37,4 \text{ (m)}$$

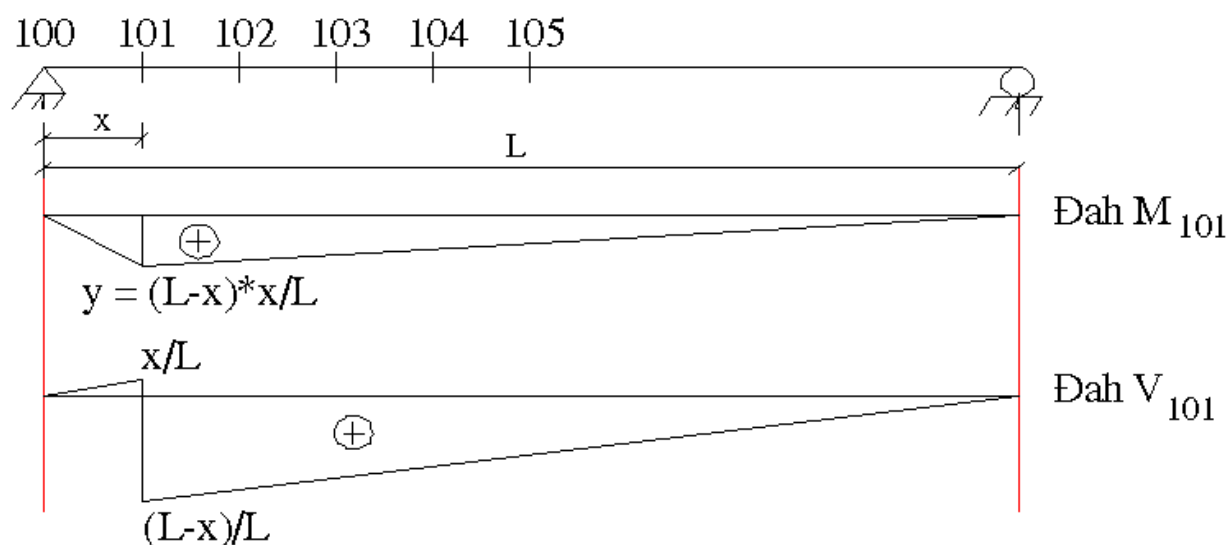


$$\omega_{M100} = 0$$

$$\omega_{+V100} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot 1 = 37,4 / 2 = 18,7 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\omega_{-V100} = 0$$

**-Tại tiết diện 101:**  $x=L/10=37,4/10=3,74$  (m)



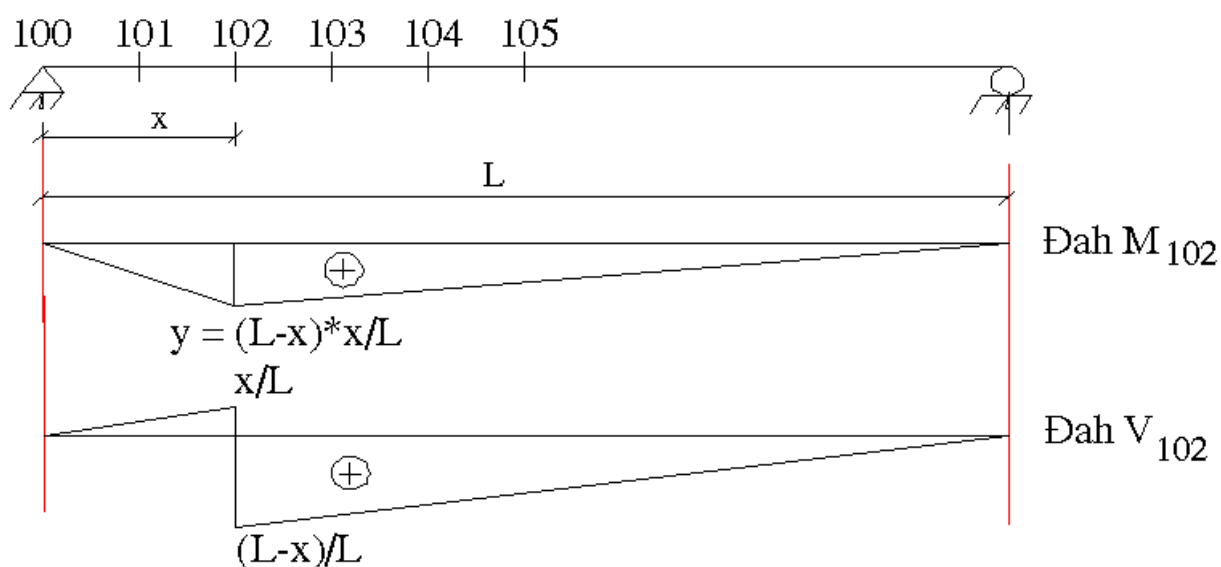
$$\omega_{M_{101}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{(37,4-3,74)}{37,4} \cdot 3,74 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_2} = 62,944$$

$$\omega_{+V_{101}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-3,74^2}{2 \cdot 37,4} = 15,147$$

$$\omega_{-V_{101}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{3,74^2}{2 \cdot 37,4} = 0,187$$

**-Tại tiết diện 102 :**  $x=L/5=37,4/5=7,48$  (m)



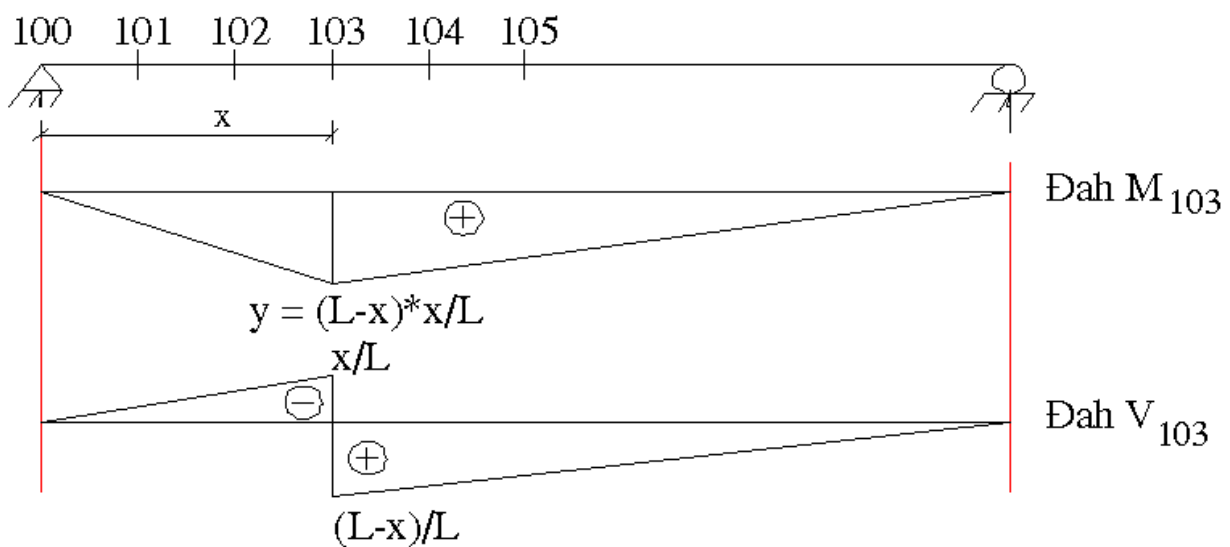
$$\omega_{M_{102}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-7,48}{37,4} \cdot 7,48 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{102}} = 111,9$$

$$\omega_{+V_{102}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-7,48^2}{2 \cdot 37,4} = 11,968$$

$$\omega_{-V_{102}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{7,48^2}{2 \cdot 37,4} = 0,748$$

**-Tại tiết diện 103 :**  $x = \frac{3L}{10} = \frac{3 \cdot 37,4}{10} = 11,22 \text{ (m)}$



$$\omega_{M_{103}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-11,22}{37,4} \cdot 11,22 \cdot \frac{37,4}{2}$$

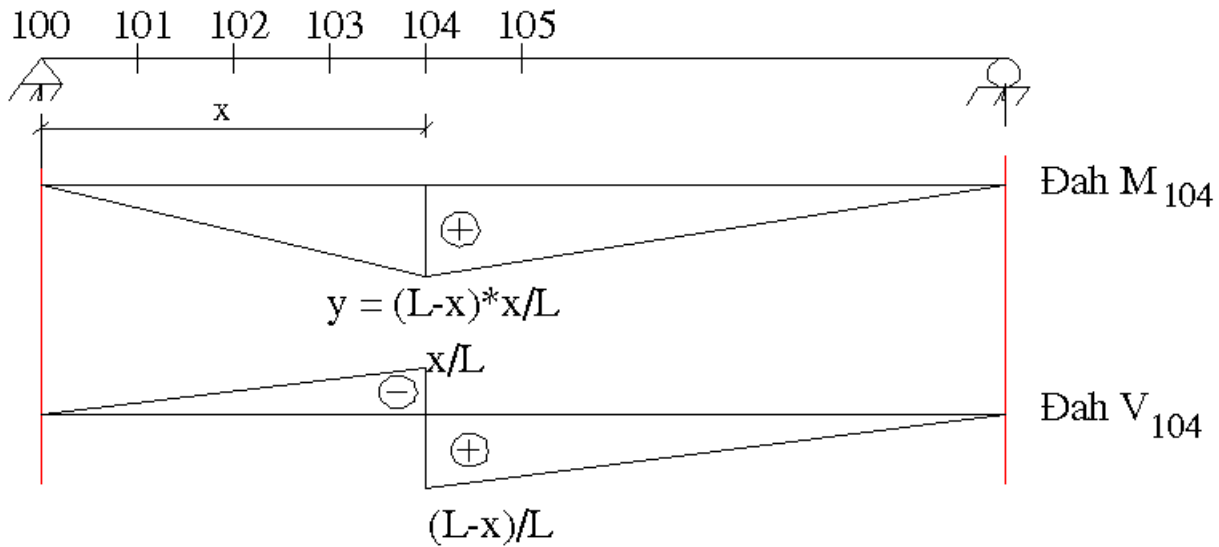
$$\rightarrow \omega_{M_{103}} = 146,87$$

$$\omega_{+V_{103}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-11,22^2}{2 \cdot 37,4} = 9,163$$

$$\omega_{-V_{103}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{11,22^2}{2 \cdot 37,4} = 1,683$$



**-Tại tiết diện 104 :**  $x = \frac{2L}{5} = \frac{2 \times 37,4}{5} = 14,96 \text{ (m)}$



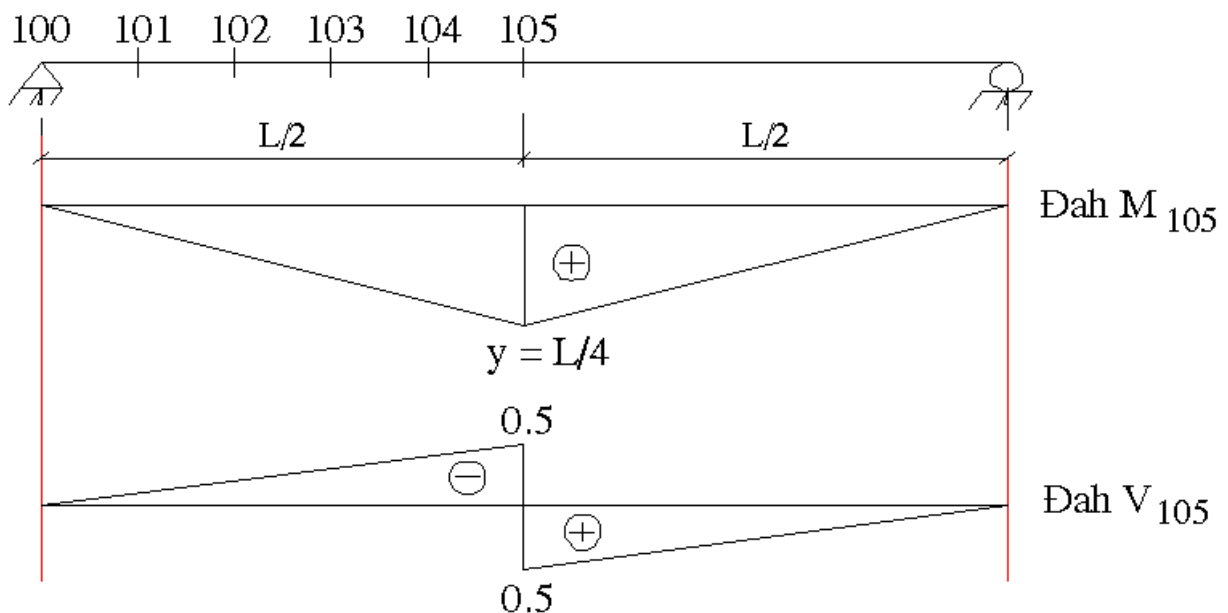
$$\omega_{M_{104}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-14,96}{37,4} \cdot 14,96 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{104}} = 167,85$$

$$\omega_{+V_{104}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-14,96^2}{2 \cdot 37,4} = 6,732$$

$$\omega_{-V_{104}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{14,96^2}{2 \cdot 37,4} = 2,992$$

**-Tại tiết diện 105 :**  $X = \frac{L}{2} = \frac{37,4}{2} = 18,7 \text{ (m)}$



$$\omega_{M105} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-18,7}{37,4} \cdot 18,7 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M105} = 174,845$$

$$\omega_{+V105} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-18,7^2}{2 \cdot 37,4} = 4,675$$

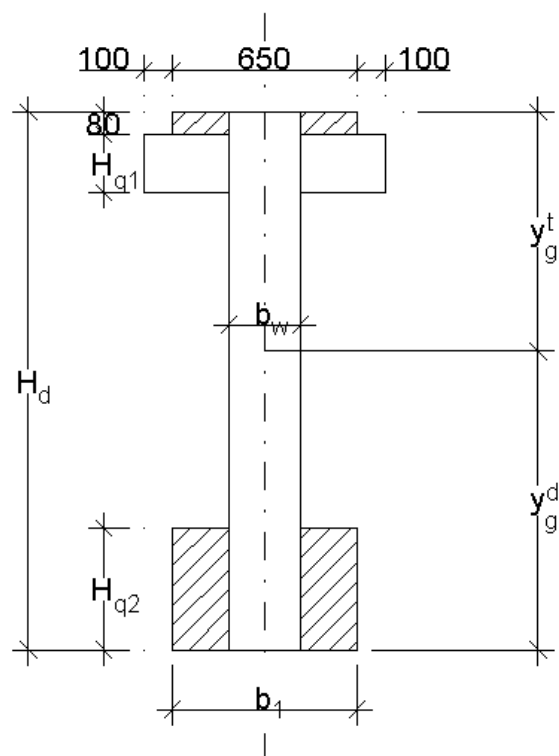
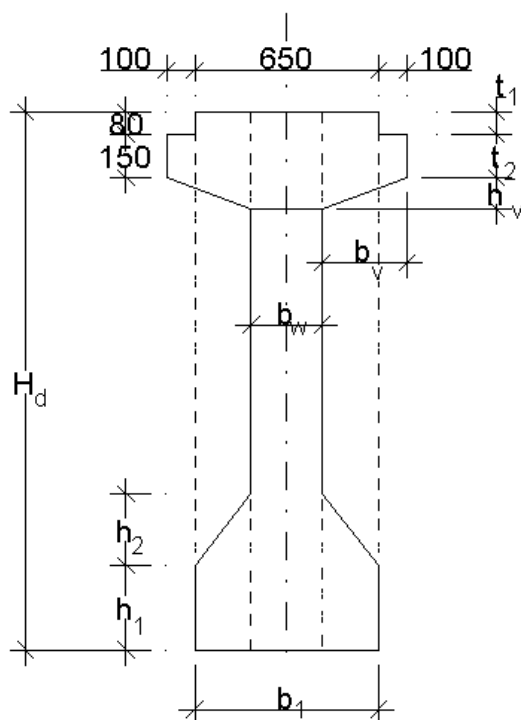
$$\omega_{-V105} = \frac{x^2}{2L} = \frac{18,7^2}{2 \cdot 37,4} = 4,675$$

### **3.Lập bảng tính nội lực tĩnh tải (không có hệ số):**

	Tĩnh tải (KN/m)					Mômen (KN/m)						Lực cắt (KN)				
	$g_1$	$g_2$	$g_{lc}$	$g_{lp}$		$M_1$	$M_2$	$M_{lc}$	$M_{lp}$			$\sum \omega$	$V_1$	$V_2$	$V_{lc}$	$V_{lp}$
100	20.56	13.99	1.922	2.56						0	18.7	18.7	384	262	60	126
101					63	1294	881	201	425	0.187	15.147	14.96	308	209	48	101
102					112	2301	1566	358	755	0.748	11.968	11.22	231	157	36	76
103					147	3019	2055	470	991	1.683	9.163	7.48	154	105	24	51
104					168	3451	2349	537	1133	2.992	6.732	3.74	77	52	12	25
105					175	3595	2447	559	1180	4.675	4.675	0	0	0	0	0

### **4. Tính hệ số phân phối mômen và hệ số phân phối lực cắt:**

#### ***4.1-Đặc trưng hình học tác dụng phân tải:***



→ X

$$+ H_{q1} = 150 + \frac{h_v}{2} = 150 + \frac{110}{2} = 205 \text{ mm}$$

$$+ H_{q2} = h_1 + \frac{h_2}{2} = 300 + \frac{250}{2} = 425 \text{ mm}$$

$$+ A_g = b_v \cdot H_d + (0,65 - b_w) \cdot 0,08 + b_w \cdot H_{q1} \cdot 2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2}$$

$$A_g = 0,3 \cdot 1,9 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 + 0,25 \cdot 0,205 \cdot 2 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,425$$

$$A_g = 0,875 \text{ m}^2$$

- Mômen tĩnh với đáy:  $S_{gd}$

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

$$S_{gd} = 0,25 \cdot \frac{1,9^2}{2} + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 \cdot \left( 1,9 - \frac{0,08}{2} \right) + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,205 \cdot \left( 1,9 - 0,08 - \frac{0,205}{2} \right) + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,425^2}{2}$$

$$S_{gd} = 0,7677 \text{ m}^3$$

- Mô men quán tính:  $I_g$

$$+ y_{dg} = \frac{S_{gd}}{A_g} = \frac{0,7677}{0,875} = 0,877m$$

$$y_{tg} = H_d - y_{dg} = 1,9 - 0,877 = 1,023m$$

$$+ I_g = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_{dg} - \frac{H_d}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_{tg} - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_{tg} - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_{dg} - \frac{H_{q2}}{2})^2$$

I

$$_g = 0,25 \cdot \frac{1,9^3}{12} + 0,25 \cdot 1,9 \cdot (0,877 - \frac{1,9}{2})^2 + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,08^3}{12} + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 \cdot (1,023 - \frac{0,08}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,205^3}{12} + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,205 \cdot (1,023 - 0,08 - \frac{0,205}{2})^2 + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,425^3}{12} +$$

$$+ (0,65 - 0,25) \cdot 0,425 \cdot (0,877 - \frac{0,425}{2})^2$$

$$I_g = 0,3413 \text{ m}^4$$

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

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

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

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

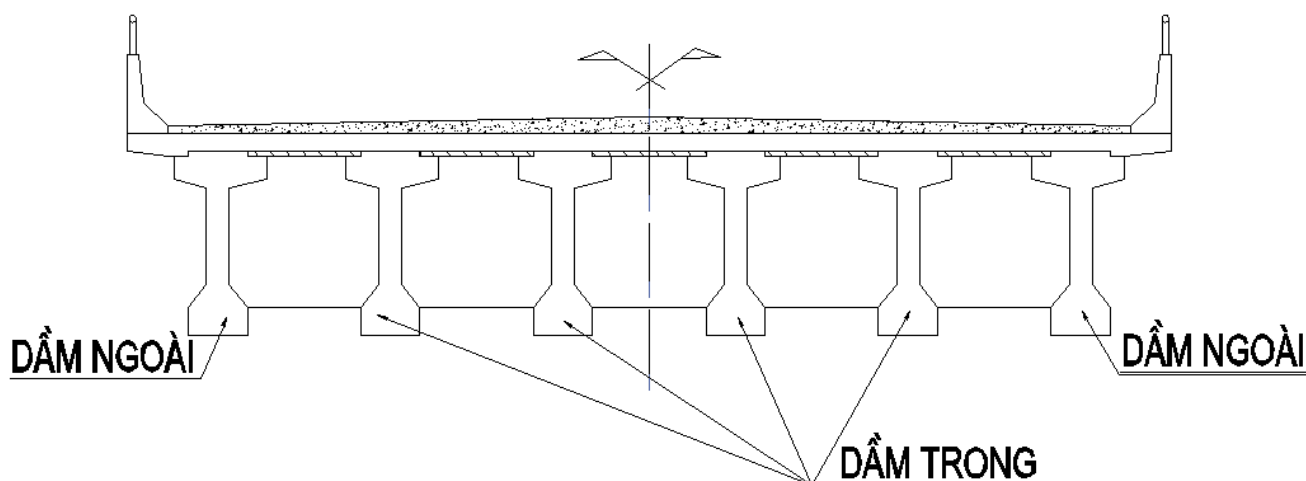
$$+ E_d = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 50^{0,5} = 35750 \text{ Mpa}$$

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

$$+ e_g = y_{tg} + \frac{t_s}{2} = 1,023 + \frac{0,2 - 0,015}{2} = 1,1155m$$

- Thay vào ta có:

$$K_g = n(I_g + A_g \cdot e_g^2) = 0,774 \cdot (3,413 \cdot 10^{11} + 8,75 \cdot 10^5 \cdot 1115,5^2) = 1,1069 \cdot 10^{12}$$

**4.2-Tính hệ số phân phối mô men:****a. Dầm trong:**

- Một làn xe:

$$mg_M^1 = 0,06 + \left( \frac{S}{4300} \right)^{0.4} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.3} \left( \frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$mg_M^1 = 0,06 + \left( \frac{2100}{4300} \right)^{0.4} \left( \frac{2100}{37400} \right)^{0.3} \left( \frac{1,1069.10^{12}}{37400 * 185^3} \right)^{0.1} = 0,428$$

- Hai làn xe:

$$mg_M^2 = 0,075 + \left( \frac{S}{2900} \right)^{0.6} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.2} \left( \frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$mg_M^2 = 0,075 + \left( \frac{2100}{2900} \right)^{0.6} \left( \frac{2100}{37400} \right)^{0.2} \left( \frac{1,1069.10^{12}}{37400 * 185^3} \right)^{0.1} = 0,615$$

Trong đó:

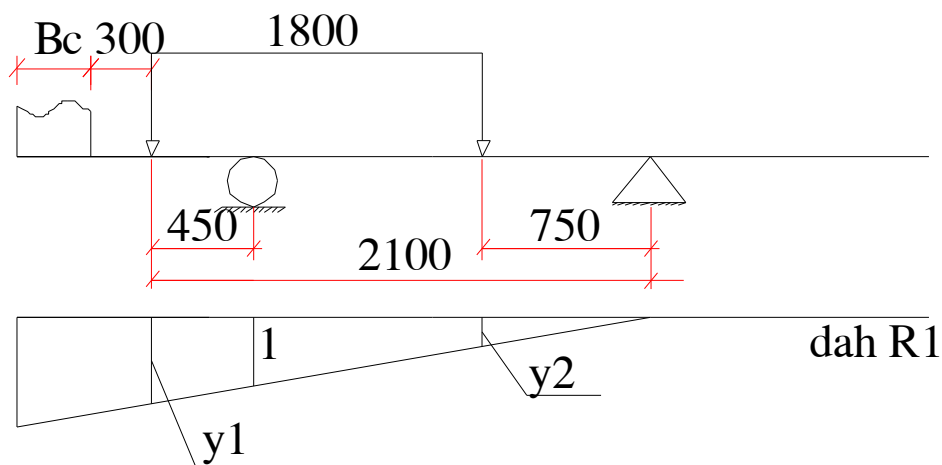
+ S (mm)      khoảng cách hai dầm chủ S = 2100 (mm)

+ L = (L<sub>D</sub> - 2 x 300) = 38000 - 600 = 37400 (mm)

+ t<sub>s</sub> = h<sub>b</sub> - 15 = 200 - 15 = 185 (mm)

**b. Dầm ngoài:**

- Một làn xe : tính theo đòn bẩy =>



$$y_1 = \frac{S + 0,45}{S} = \frac{2,1 + 0,45}{2,1} = 1,2$$

$$y_1 = \frac{0,75}{S} = \frac{0,75}{2,1} = 0,36$$

$$mg_M^3 = m_L \frac{y_1 + y_2}{2} = 1,2 \cdot \frac{1,2 + 0,36}{2} = 0,936$$

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

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

$$+ \text{ Với } d_e = L - 500 = 1250 - 500 = 750 \text{ (mm)}$$

$$e = 0,77 + \frac{750}{2800} = 1,04 > 1 \quad \Rightarrow \text{Chọn } e = 1,1$$

$$\Rightarrow mg_M^4 = e \cdot mg_m^2 = 1,1 \cdot 0,615 = 0,6765$$

So sánh 4  $mg_M$  chọn  $mg_M = 0,936$

**4.3-Tính hệ số phân phối lực cắt:**

**a. Dầm trong :**

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

$$\rightarrow mg_v^{SI} = 0.36 + \frac{2100}{7600} = 0,64$$

$$+ \geq 2 \text{ lần xe : } mg_v^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left( \frac{S}{10700} \right)^2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow mg_v^{MI} &= 0.2 + \frac{2100}{3600} - \left( \frac{2000}{10700} \right)^2 \\ &= 0,745 \end{aligned}$$

**b. Dầm ngoài:**

+ Một lần xe : tính theo nguyên tắc đòn bẩy nh trên

$$m.g_v^{SI} = 0,936$$

+  $\geq$  Hai lần xe:

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

Với  $e = 0,6 + \frac{d_e}{3000} = 0,6 + \frac{750}{3000} = 0,85$ . Vì  $e \geq 1$  nên ta chọn  $e = 1$

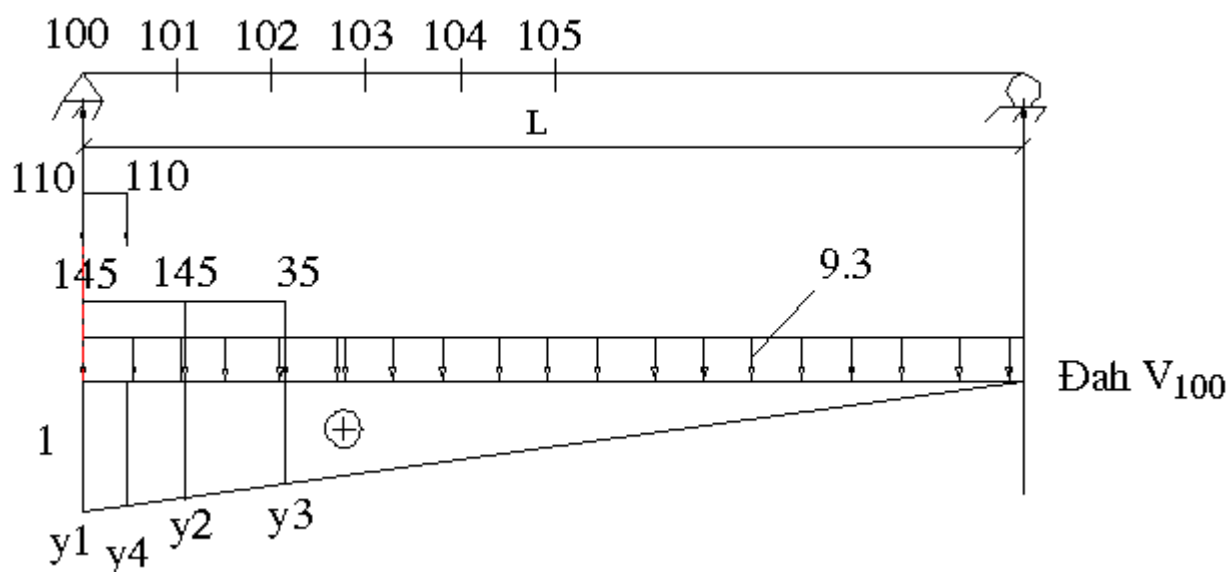
$$\Rightarrow mg_v^{ME} = 1.0,745 = 0,745$$

So sánh chọn  $mg_v = 0,936$

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

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

#### ***5.1) Tiết diện 100 (Chỉ có lực cắt):***



$$+) y_1 = 1$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 4,3}{37,4} = 0,885$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 2,4,3}{37,4} = 0,77$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 1,2}{37,4} = 0,97$$

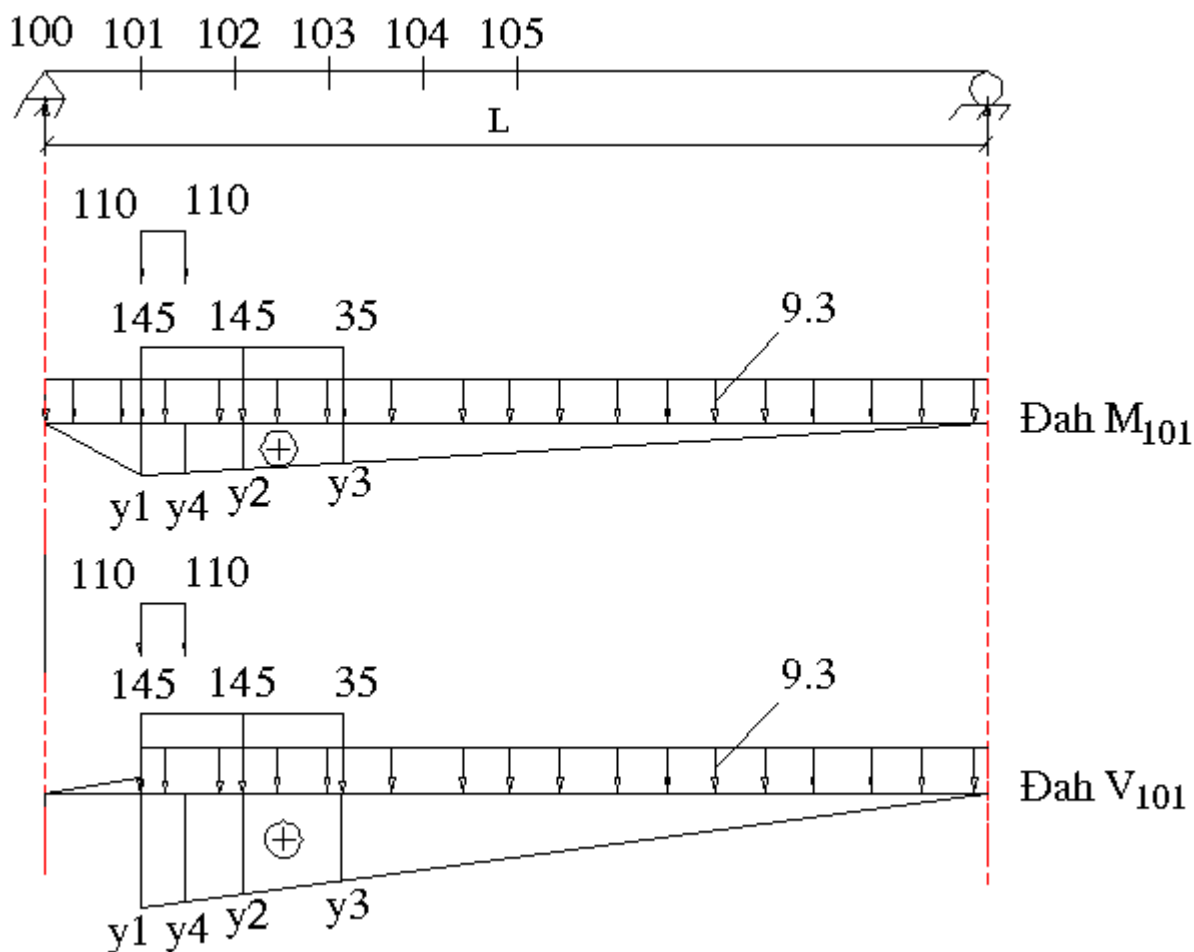
$$\begin{aligned} \text{+ Lực cắt do xe 3 trục : } V_{100}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \cdot mg_v \quad (\text{KN}) \\ &= [145 \cdot (1 + 0,885) + 35 \cdot 0,77] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{100}^{Tr} &= 281,06 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{+ Lực cắt do xe Tandem: } V_{100}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \cdot mg_v \quad (\text{KNm}) \\ \Rightarrow V_{100}^{Ta} &= 110 \cdot (1 + 0,97) \cdot 0,936 \\ &= 202,83 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{+ Lực cắt do tải trọng Làn: } V_{100}^{Ln} &= 9,3 \omega \cdot mg_v \quad (\text{KN}) \\ \Rightarrow V_{100}^{Ln} &= 9,3 \times 0,5 \times 1 \times 37,4 \times 0,936 = 162,8 \text{ (KN)} \end{aligned}$$



**5.2, Tiết diện 101 ( Có cả M&V) tại  $L/10 = 3,74m$**



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 3,74}{37,4} \cdot 3,74 = 3,366$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 3,74 - 4,3}{37,4} \cdot 3,74 = 2,936$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 3,74 - 2,4,3}{37,4} \cdot 3,74 = 2,506$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 3,74 - 1,2}{37,4} \cdot 3,74 = 3,246$$

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

$$= [145.(3,366+2,936)+35.2,506]0,936$$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 937,4 (\text{KNm})$$

+ Mômen do xe Tandem:  $M_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 110.(3,366+3,246)0,936$$

$$= 680,77 (\text{KNm})$$

+ Mômen do tải trọng Làn:  $M_{101}^{Ln} = 9,3 \omega_M^+ m g_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{101}^{Ln} = \frac{1}{2} \times 9,3 \times 37,4 \times 3,366 \times 0,936 = 547,9 (\text{KNm})$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 3,74}{37,4} = 0,9$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 3,74 - 4,3}{37,4} = 0,785$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 3,74 - 2,4,3}{37,4} = 0,67$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 3,74 - 1,2}{37,4} = 0,87$$

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

$$= [145.(0,9 + 0,785) + 35.0,67]0,936$$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 205,64 (\text{KN})$$

+ Do xe Tandem:  $V_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_V (\text{KN})$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 110.(0,9 + 0,87)0,936$$

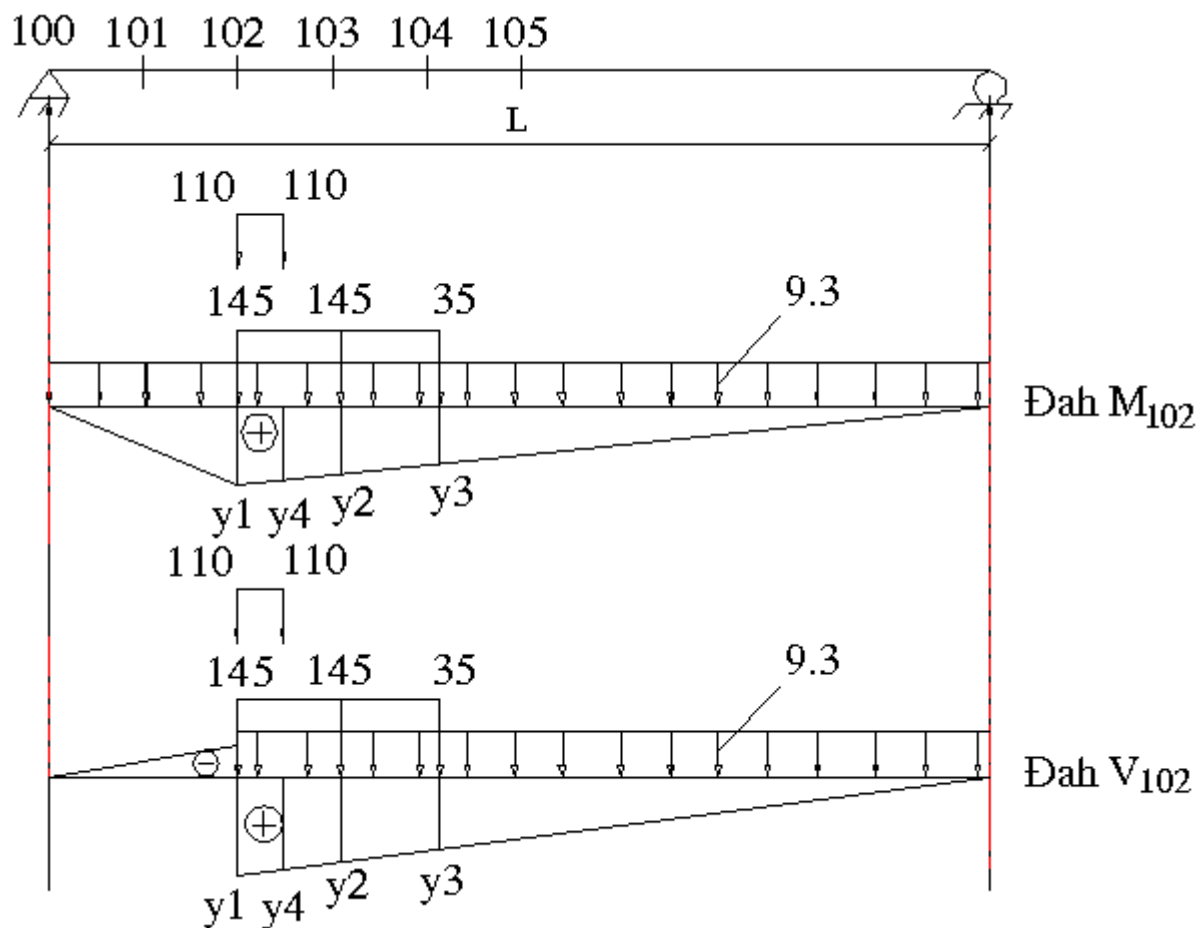
$$= 182,24 (\text{KN})$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{101}^{Ln} = 9,3 \omega_V^+ m g_V (\text{KNm})$

$$\Rightarrow V_{101}^{Ln} = \frac{1}{2} \times 9,3 \times 0,9 \times (37,4 - 3,74) \times 0,936$$

$$= 131,85 (\text{KN})$$

5.3, Tiết diện 102 tại  $\frac{L}{5} = 7,48m$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 7,48}{37,4} \cdot 7,48 = 5,984$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 7,48 - 4,3}{37,4} \cdot 7,48 = 5,124$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 7,48 - 2 \cdot 4,3}{37,4} \cdot 7,48 = 4,264$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 7,48 - 1,2}{37,4} \cdot 7,48 = 5,744$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do xe 3 trục : } M_{102}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] mg_M \text{ (KNm)} \\
 &= [145.(5,984 + 5,124) + 35.4,264] 0,936 \\
 \Rightarrow M_{102}^{Tr} &= 1647,27 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do xe Tandem: } M_{102}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) mg_M \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow M_{102}^{Ta} &= 110.(5,984 + 5,744).0,936 \\
 &= 1207,5 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do tải trọng Làn: } M_{102}^{Ln} &= 9.3 \omega_M mg_M \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow M_{102}^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9.3.37,4.5,984.0,936 = 974,07 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 7,48}{37,4} = 0,8$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 7,48 - 4,3}{37,4} = 0,685$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 7,48 - 2.4,3}{37,4} = 0,57$$

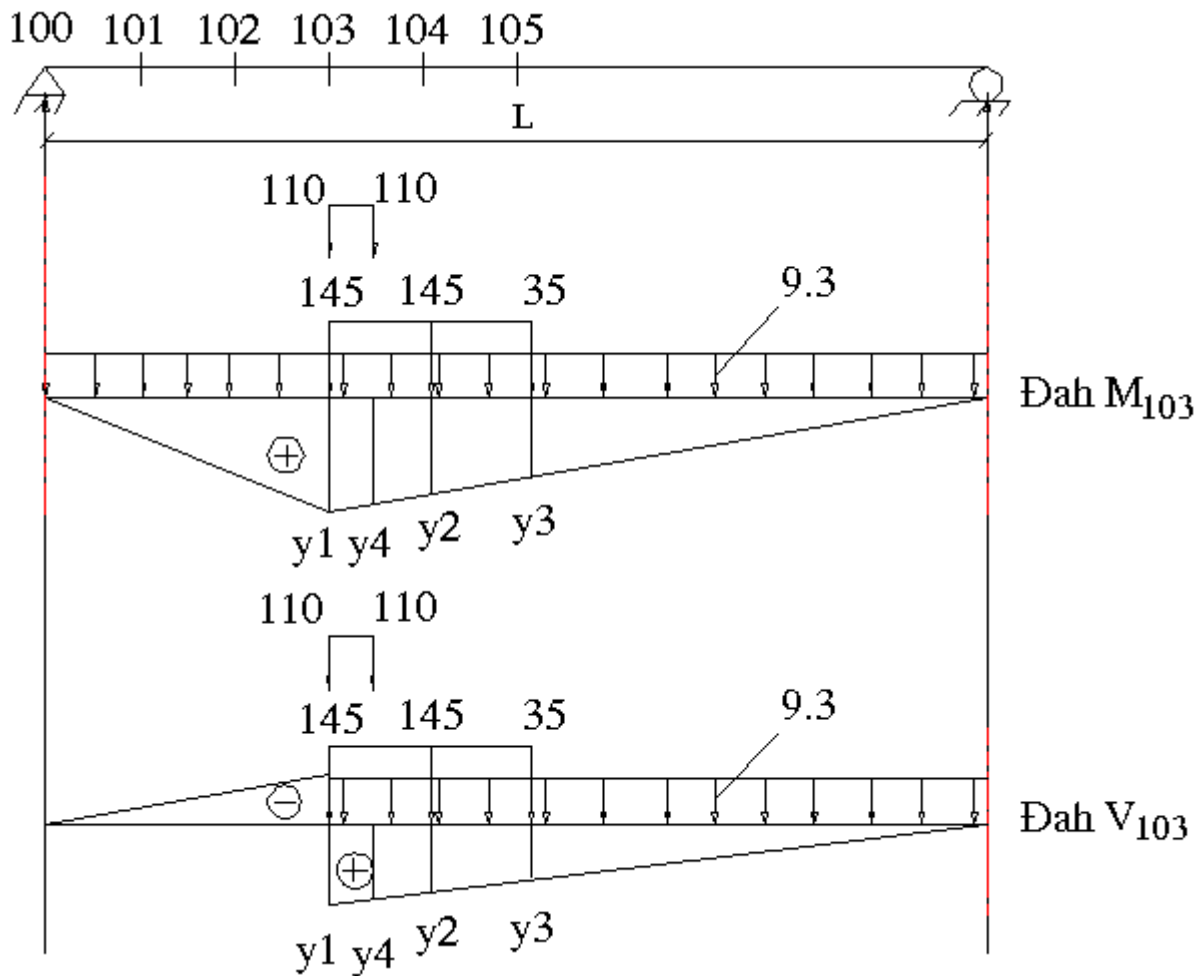
$$+) y_4 = \frac{37,4 - 7,48 - 1,2}{37,4} = 0,77$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do xe 3 trục : } V_{102}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] mg_V \text{ (KN)} \\
 &= [145.(0,8 + 0,685) + 35.0,57].0,936 \\
 \Rightarrow V_{102}^{Tr} &= 220,22 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do xe Tandem: } V_{102}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) mg_V \text{ (KN)} \\
 \Rightarrow V_{102}^{Ta} &= 110.(0,8 + 0,77).0,936 \\
 &= 161,65 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do tải trọng Làn: } V_{102}^{Ln} &= 9,3 \omega_V^+ mg_V \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow V_{102}^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9.3.0,8.(37,4 - 7,48).0,936 \\
 &= 104,18 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

5.4, Tiết diện 103 tại vị trí  $\frac{3L}{10} = 11,22 \text{ m}$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 11,22}{37,4} \cdot 11,22 = 7,854$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 11,22 - 4,3}{37,4} \cdot 11,22 = 6,564$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 11,22 - 2 \cdot 4,3}{37,4} \cdot 11,22 = 5,274$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 11,22 - 1,2}{37,4} \cdot 11,22 = 7,494$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_{103}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (7,854 + 6,564) + 35 \cdot 5,274] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{103}^{Tr} &= 2129,6 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_{103}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{103}^{Ta} &= 110 \cdot (7,854 + 7,494) \cdot 0,936 \\ &= 1580,23 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_{103}^{Ln} &= 9,3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{103}^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 7,854 \cdot 0,936 \\ &= 1278,47 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 11,22}{37,4} = 0,7$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 11,22 - 4,3}{37,4} = 0,585$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 11,22 - 2 \cdot 4,3}{37,4} = 0,47$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 11,22 - 1,2}{37,4} = 0,668$$

$$\begin{aligned} + \text{Do xe 3 trục : } V_{103}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ &= [145 \cdot (0,7 + 0,585) + 35 \cdot 0,47] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{103}^{Tr} &= 189,8 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

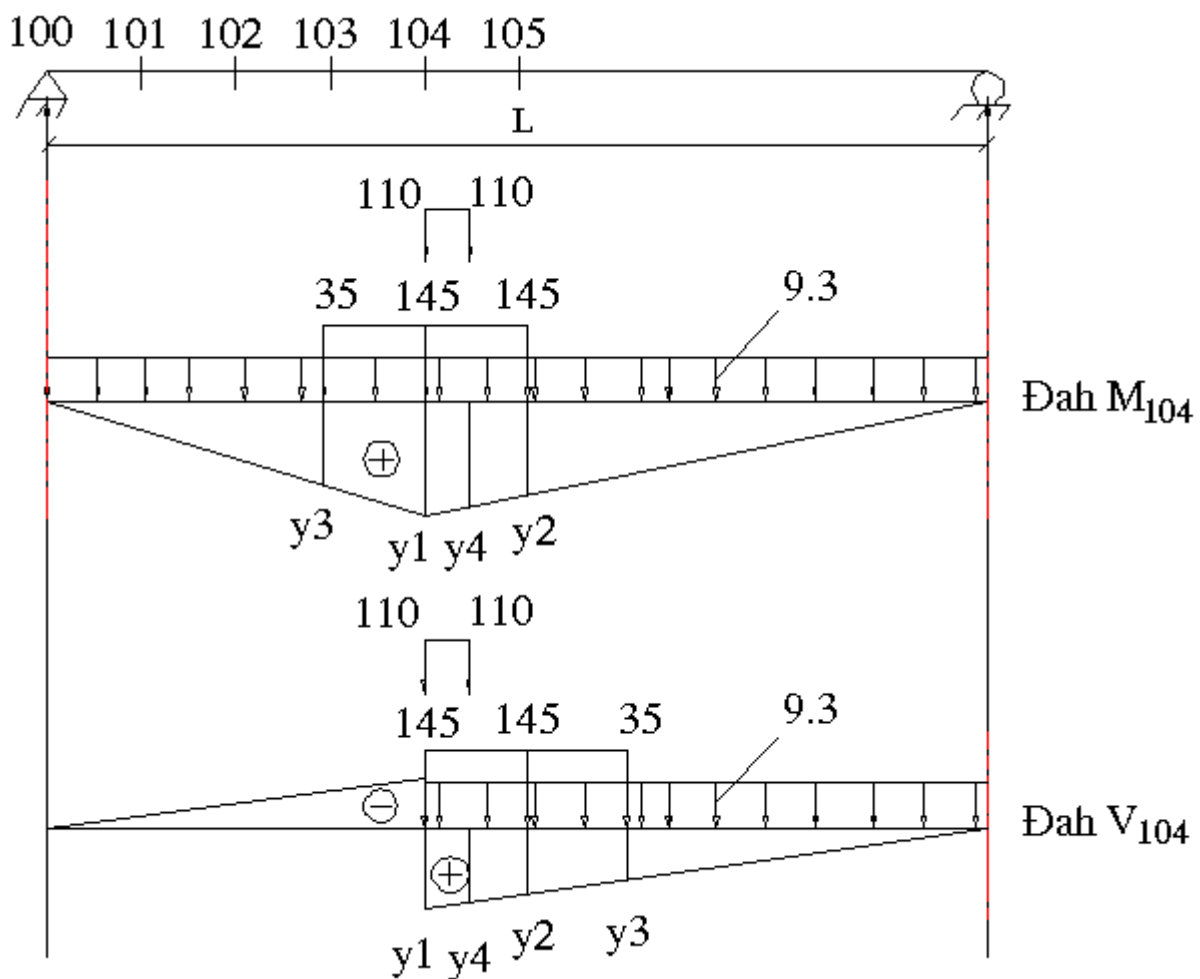
$$\begin{aligned} + \text{Do xe Tandem: } V_{103}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ \Rightarrow V_{103}^{Ta} &= 110 \cdot (0,7 + 0,668) \cdot 0,936 \\ &= 140,85 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{103}^{Ln} = 9.3 \omega_v^+ mg_v$  (KNm)

$$\Rightarrow V_{103}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,7 \cdot (37,4 - 11,22) \cdot 0,936$$

$$= 79,76(\text{KN})$$

5.5, Tiết diện 104 tại vị trí  $\frac{2L}{5} = 14,96m$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 14,96}{37,4} \cdot 14,96 = 8,976$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-14,96-4,3}{37,4} \cdot 14,96 = 7,256$$

$$+) y_3 = \frac{14,96-4,3}{14,96} \cdot 8,976 = 6,396$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-14,96-1,2}{37,4} \cdot 14,96 = 8,496$$

$$\begin{aligned} + \text{ Mômen do xe 3 trục : } \quad M_{104}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (8,976 + 7,256) + 35 \cdot 6,396] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{104}^{Tr} &= 2412,54 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{ Mômen do xe Tandem: } \quad M_{104}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{104}^{Ta} &= 110 \cdot (8,976 + 8,496) \cdot 0,936 \\ &= 1798,92 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{ Mômen do tải trọng Làn: } \quad M_{104}^{Ln} &= 9,3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{104}^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 8,976 \cdot 0,936 \\ &= 1461,1 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4-14,96}{37,4} = 0,6$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-14,96-4,3}{37,4} = 0,485$$

$$+) y_3 = \frac{37,4-14,96-2,4,3}{37,4} = 0,37$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-14,96-1,2}{37,4} = 0,568$$

$$\begin{aligned} + \text{ Do xe 3 trục : } \quad V_{104}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ &= [145 \cdot (0,6 + 0,485) + 35 \cdot 0,37] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{104}^{Tr} &= 159,38 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

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



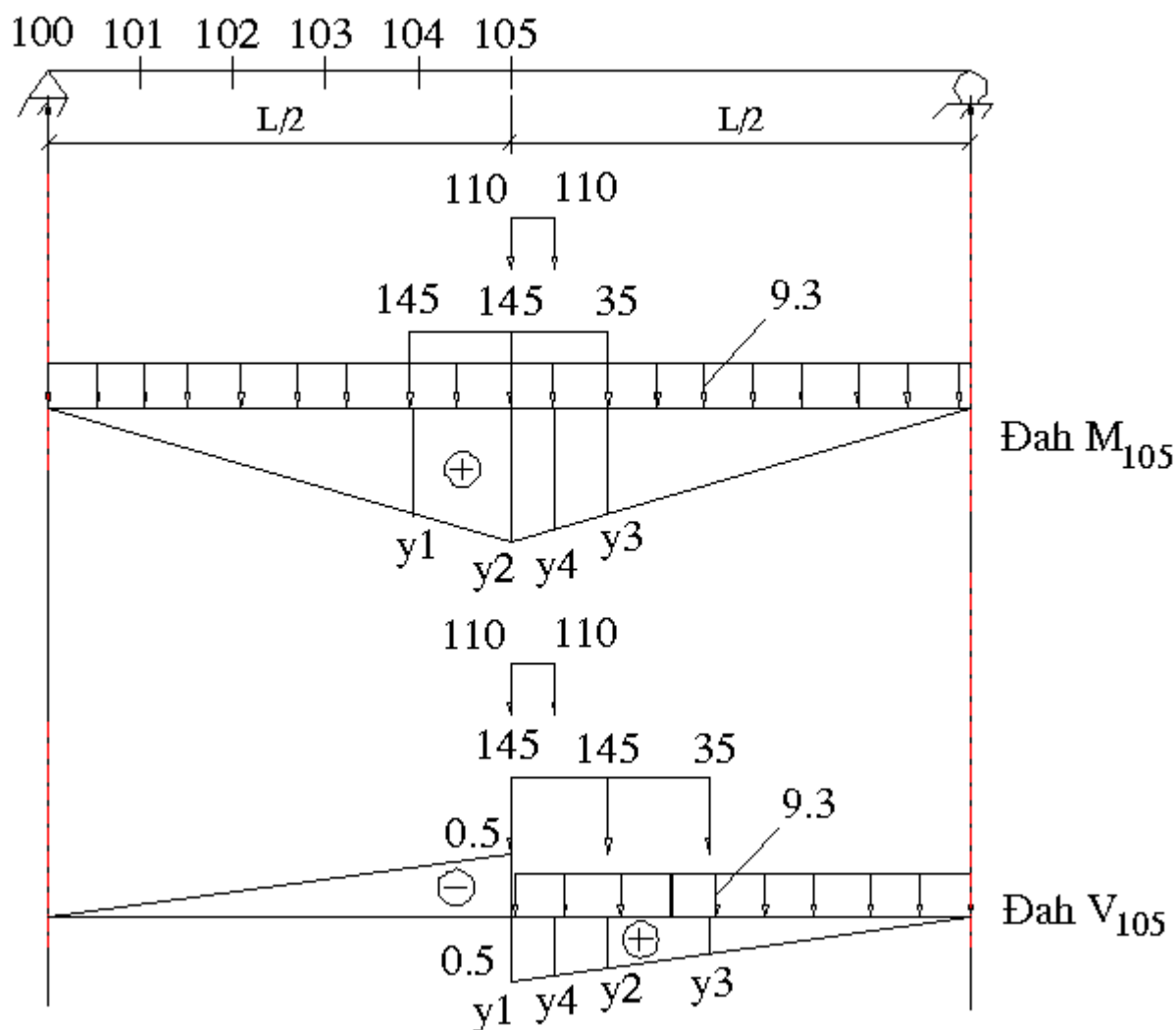
$$\Rightarrow V_{104}^{Ta} = 110.(0,6+0,568).0,936$$

$$= 120,26 \text{ (KN)}$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{104}^{Ln} = 9.3 \omega_v^+ m g_v \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{104}^{Ln} = \frac{1}{2} . 9,3 . 0,6 . (37,4 - 14,96) . 0,936 = 58,6 \text{ (KN)}$$

**5.6, Tiết diện 105 tại vị trí  $\frac{L}{2} = 18,7m$**



a, Mômen

$$+) y_2 = \frac{L}{4} = 9,35$$

$$+) y_1 = \frac{18,7 - 4,3}{18,7} \cdot 9,35 = 7,2$$

$$+) y_3 = y_1 = 7,2$$

$$+) y_4 = \frac{18,7 - 1,2}{18,7} \cdot 9,35 = 8,75$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_{105}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (7,2 + 9,35) + 35 \cdot 7,2] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{105}^{Tr} &= 2482 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$+ \text{Mômen do xe Tandem: } M_{105}^{Ta} = 110 (y_2 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_{105}^{Ta} = 110.(9,35+8,75).0,936$$

$$= 1863,576 \text{ (KNm)}$$

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

$$\Rightarrow M_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} .9,3.37,4.9,35.0,936 = 1522 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

$$+ y_1 = 0,5$$

$$+) y_2 = \frac{18,7-4,3}{18,7} .0,5 = 0,385$$

$$+) y_3 = \frac{18,7-2.4,3}{18,7} .0,5 = 0,27$$

$$+) y_4 = \frac{18,7-1,2}{18,7} .0,5 = 0,47$$

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

$$= [145.(0,5+0,385) + 35.0,27].0,936$$

$$\Rightarrow V_{105}^{Tr} = 128,96 \text{ (KN)}$$

+ Mômen do xe Tandem:  $V_{105}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) mg_V \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{105}^{Ta} = 110.(0,5+0,47).0,936$$

$$= 99,87 \text{ (KNm)}$$

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

$$\Rightarrow V_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} .9,3.0,5.18,7.0,936$$

$$= 40,69 \text{ (KN)}$$

Chú ý:

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

**6- Tổ hợp nội lực theo các TTGH:**

$$\text{Số làn xe : } N_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{12000}{3500} = 3,43$$

Vậy số làn xe là: 2( làn)

$$N_L = 2 \text{ làn}$$

$$\text{Hệ số làn xe : } m = 1$$

**6.1-Mô men:**

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

Trong đó:  $\eta = 1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

$M_1, M_2$ : là mô men do tĩnh tải ở các giai đoạn cha nhân hệ số.

$M_{Lc}$ : Mômen do lan can.

$M_{Lp}$ : Mômen do lớp phủ gây ra.

$M_{Ln}$ : Mômen do tải trọng làn cha nhân hệ số vọt tải và hệ số xung kích.

$M_{LL}$ : Mômen do hoạt tải ô tô (3 trục) cha nhân hệ số vọt tải và hệ số xung kích.

**a. Mặt cắt 100:**

$$M_{100} = 0$$

**b. Mặt cắt 101:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{101CD} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(1294+881+201)+1,5.425+1,75.(547,9+1,25.937,4) \\ &= 5327,15 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1 = 1294 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 2:  $M_2 = 881 \text{ (KN.m)}$
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$

$$= 201+425+1,25.937,4+547,9=2345,65(\text{KN.m})$$

**c. Mặt cắt 102:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{102\text{CD}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(2301+1566+358)+1,5.755+1,75.(974,07+1,25.1647,2) \\ &= 10446,9 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=2301 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 2:  $M_2=1566 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 358+755+1,25.1647,2+947,07=4146,16 (\text{KN.m})$

**d. Mặt cắt 103:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{103\text{CD}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3019+2055+470)+1,5.991+1,75.(1278,47+1,25.2129,6) \\ &= 15312,3 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3019 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 2:  $M_2=2055 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 470+991+1,25.2129,6+1278,47=5401,47 (\text{KN.m})$

**e. Mặt cắt 104:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{104\text{CD}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3451+2349+537)+1,5.1133+1,75.(1461,1+1,25.2412,54) \\ &= 17455,06 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3451$  (KN.m)
- Giai đoạn 2:  $M_2=2349$  (KN.m)
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 537+1133+1,25.2412,54+1461,1=6146,78$  (KN.m)

#### **f. Mặt cắt 105:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{105CD} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3595+2447+559)+1,5.1180+1,75.(1522+1,25.2482) \\ &= 18114,125 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3595$  (KN.m)
- Giai đoạn 2:  $M_2=2447$  (KN.m)
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 559+1180+1,25.2482,1+1522=6363,5$  (KN.m)

#### **6.2-Lực cắt:**

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

Trong đó:  $\eta=1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

$V_1, V_2$ : là lực cắt do tĩnh tải ở các giai đoạn chia nhân hệ số.

$V_{Lc}$ : Lực cắt do lan can gây ra.

$V_{Lp}$ : Lực cắt do lớp phủ gây ra.

$V_{Ln}$ : Lực cắt do tải trọng làn chia nhân hệ số vượt tải và hệ số xung kích.

$V_{LL}$ : Lực cắt do hoạt tải ô tô (3 trục) chia nhân hệ số vượt tải và hệ số xung kích.

#### **a. Mặt cắt 100:**

+ Theo TTGH CD1:

$$V_{100CD} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

$$=1,25(384+262+60)+1,5.126+1,75.(162,8+1,25.281,06)$$

$$=1971,22 \text{ (KN)}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=384(\text{KN})$
- Giai đoạn 2:  $V_2=262 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 60+126+1,25.281,06+162,8=700,125$   
(KN)

### **b. Mặt cắt 101:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$V_{100\text{CĐ}} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + \text{IM}.V_{LL})]$$

$$=1,25(308+209+48)+1,5.101+1,75.(131,85+1,25.205,64)$$

$$=1538,325 \text{ (KN)}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=308(\text{KN})$
- Giai đoạn 2:  $V_2=209 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 48+101+1,25.205,64+131,85=537,9$   
(KN)

### **c. Mặt cắt 102:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$V_{102\text{CĐ}} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + \text{IM}.V_{LL})]$$

$$=1,25(231+157+36)+1,5.76+1,75.(104,18+1,25.220,22)$$

$$=1308,05\text{KN}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=231$
- Giai đoạn 2:  $V_2=157$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 36+76+1,25.220,22+104,18=491,43$   
(KN)

**d. Mặt cắt 103:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned}
 V_{103CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(154+105+24) + 1,5.51 + 1,75.(79,76 + 1,25.189,8) \\
 &= 985,2 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1 = 154 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 105 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln}$   
 $= 24 + 51 + 1,25.189,8 + 79,76 = 392,01 \text{ (KN)}$

**e. Mặt cắt 104:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned}
 V_{104CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(77+52+12) + 1,5.25 + 1,75.(58,6 + 1,25.159,38) \\
 &= 664,94 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1 = 77 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 52 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 12 + 25 + 1,25.159,38 + 58,6 = 294,825 \text{ (KN)}$

**f. Mặt cắt 105:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned}
 V_{105CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(0+0+0) + 1,5.0 + 1,75.(40,69 + 1,25.128,96) \\
 &= 353,3 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

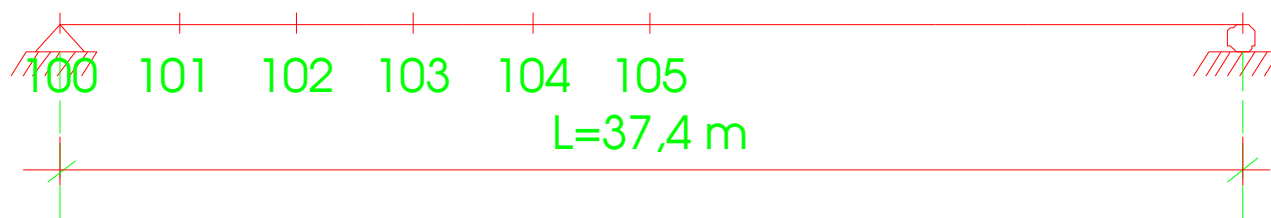
+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1 = 0 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 0 \text{ (KN)}$

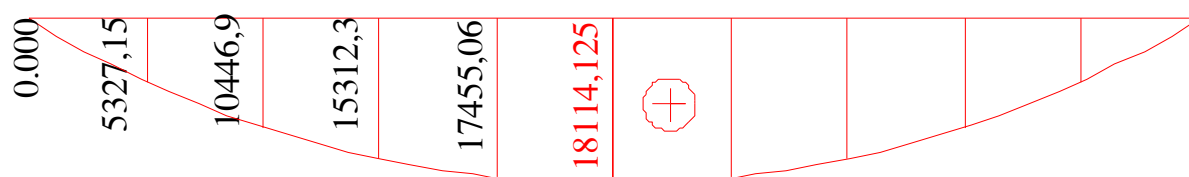


- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 0 + 0 + 1,25.128,96,5 + 40,69 = 201,89$   
(KN)

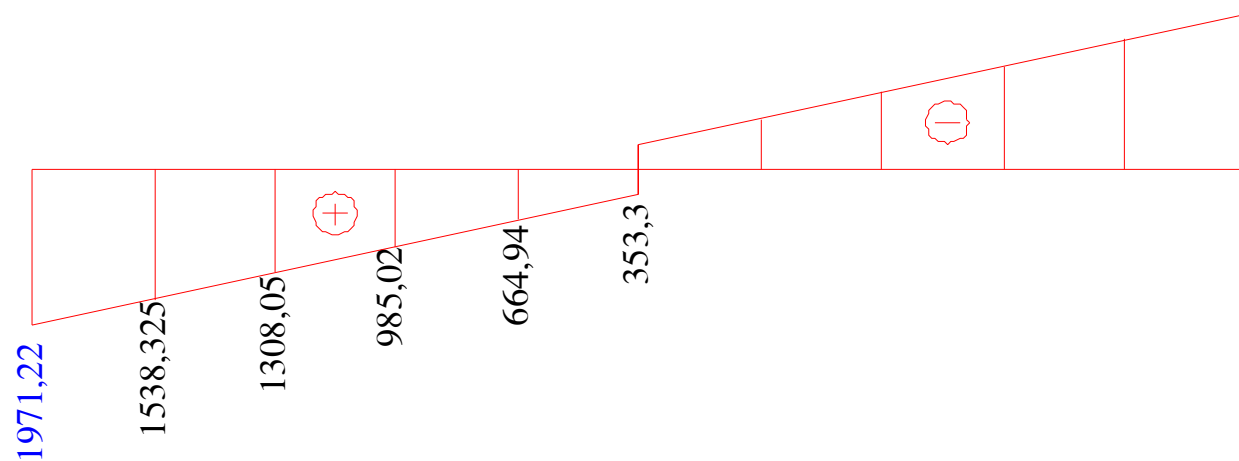
## VẼ BIỂU ĐỒ BAO MOMEN VÀ LỰC CẮT THEO TTGHCD1



Biểu đồ bao mômen (KN.m)



Biểu đồ bao lực cắt (KN)



**II- TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP DL:****1. Sơ bộ:**

Sử dụng thép 7 sợi ( $\phi 5\text{mm}$ ) 12.7mm,  $A = 98,7 \text{ mm}^2$ .

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

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

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

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

$$+ f_T = 0,85f_y = 0,85 \cdot 1674 = 1423 \text{ Mpa}$$

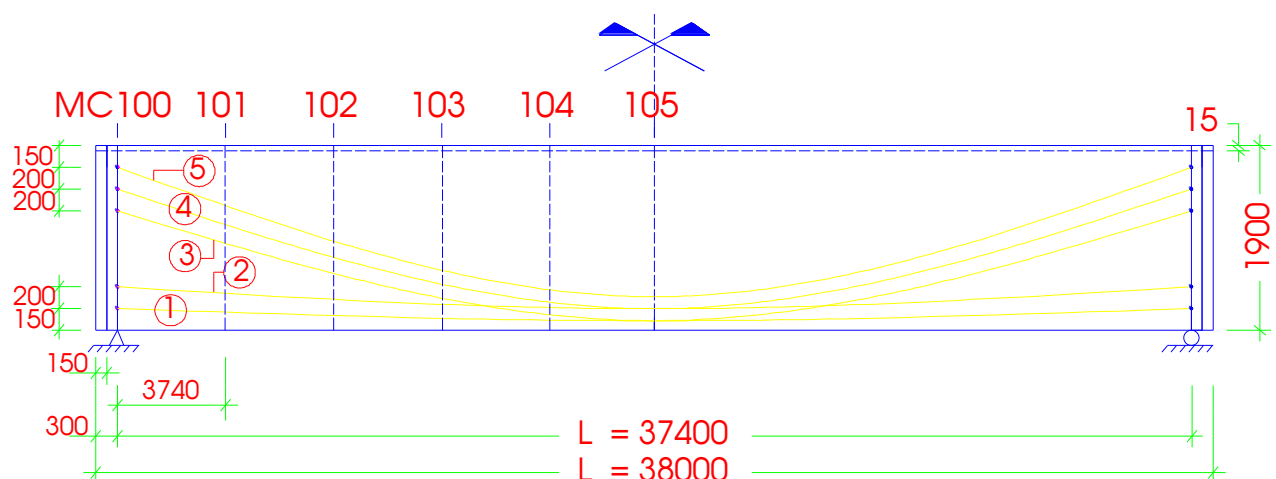
$$+ Z = 0,9 (H_d + t_s) - \frac{t_s}{2} = 0,9 (1900 + 185) - \frac{185}{2} = 1784 \text{ mm}^2$$

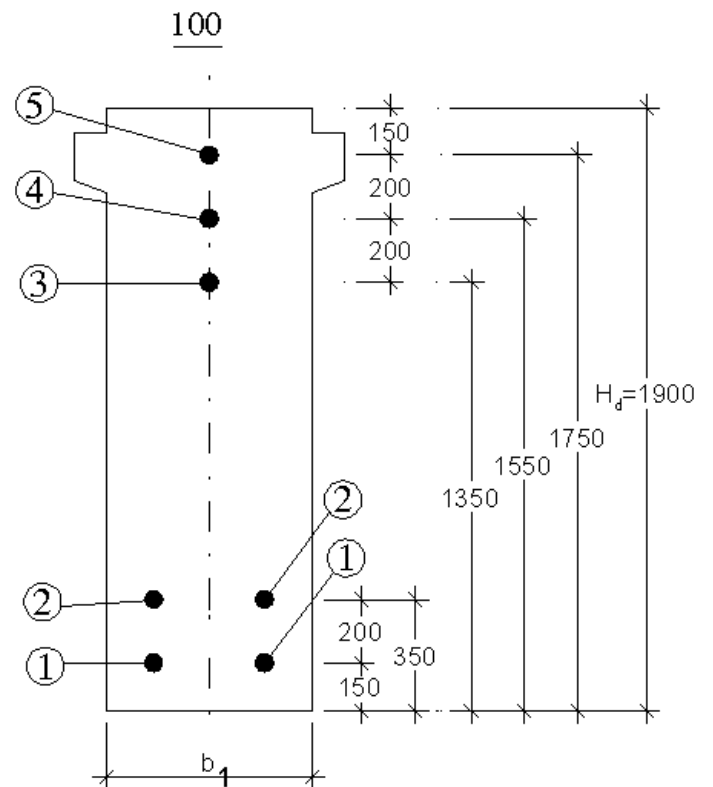
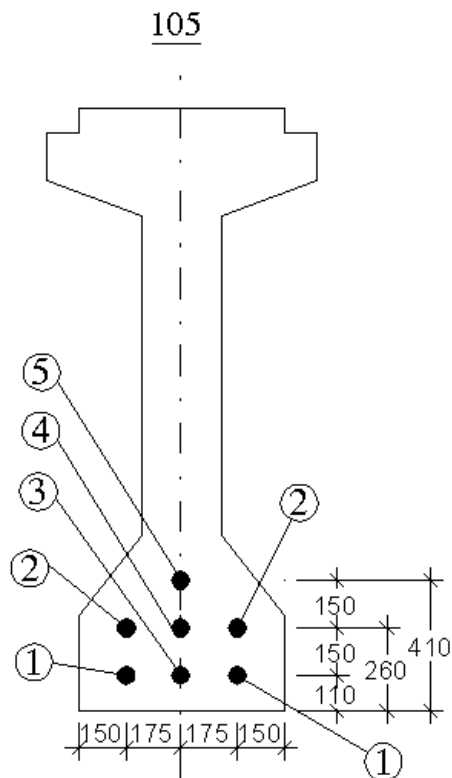
$$+ M_{CD} = 18114,125 \cdot 10^6 \text{ N.m}$$

$$+ A_{ps}^o = \frac{M}{f_T \cdot Z} = \frac{18114,125 \cdot 10^6}{1423 \cdot 1784} = 7135,44 \text{ mm}^2$$

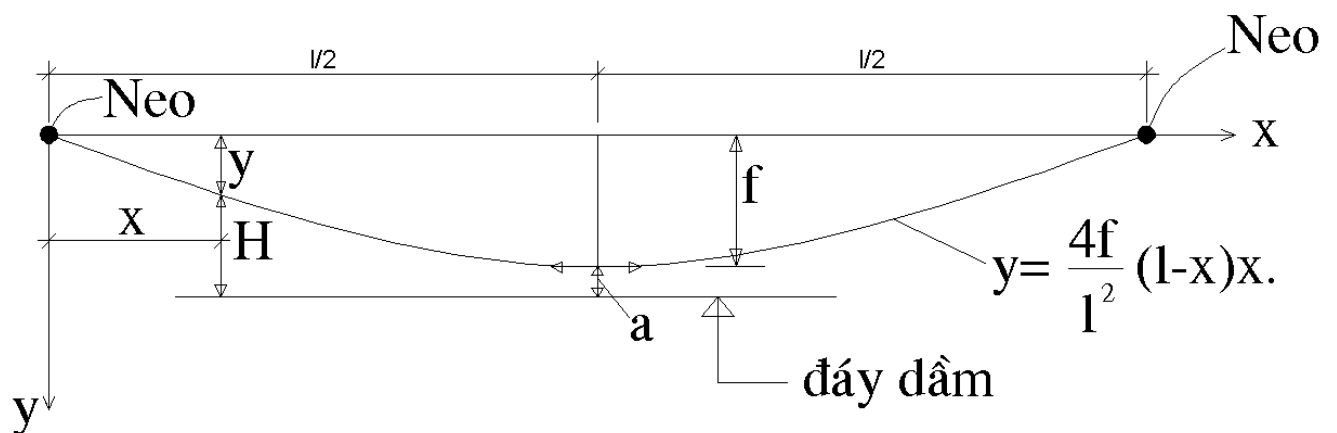
$$+ \text{Số bó: } n = \frac{7135,44}{98,7 \times 11} = 6,57 \text{ (bó) chọn 7 bó} \rightarrow A_{ps} = 7600 \text{ mm}^2$$

(1 bó = 11 sợi 12,7mm,  $A(1 \text{ sợi}) = 98,7 \text{ mm}^2$ )

**2. Bố trí và uốn cốt thép DƯL:**



- **Tất cả các bó uốn cong parabol bậc 2:**



- **Tính các thông số hình học của các bó cốt thép:**

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

$$\text{Bó 1 có } l=37400, f_1=150-110=40 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 40^2}{3 \times 37400}=37400,11 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2 có } l=37400, f_2=350-110-150=90 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 90^2}{3 \times 37400}=37400,58 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3 có } l=37400, f_3=1900-110-550=1240 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1240^2}{3 \times 37400}=37509,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4 có } l=37400, f_4=1900-260-350=1290 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1290^2}{3 \times 37400}=37518,65 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5 có } l=37400, f_5=1900-410-150=1340 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1340^2}{3 \times 37400}=37528,03 \text{ mm}$$

- Chiều dài trung bình:

$$L_{tb} = \frac{2 \times (37400,11 + 37400,58) + 37509,6 + 37518,65 + 37528,03}{7} = 37451,09 \text{ mm}$$

1) Tọa độ y và H:

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

Bó 1 có a=110 mm

Bó 2 có a=110+150=260 mm

Bó 3 có a=110 mm

Bó 4 có a=260 mm

Bó 5 có a=410 mm

**\*Tại MC 101 -> x=3740 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 40}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 14,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 40 + 110 - 14,4 = 135,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 90}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 32,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 90 + 260 - 32,4 = 317,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1240}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 446,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1240 + 110 - 446,4 = 903,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1290}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 464,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1290 + 260 - 464,4 = 1085,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1340}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 482,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-482,4=1267,6 \text{ mm}$$

**\*Tại MC102 -> x=7480 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=25,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-25,6=124,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=57,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-57,6=292,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=793,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-793,6=556,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=825,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-825,6=724,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=857,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-857,6=892,4 \text{ mm}$$

**\*Tại MC103 -> x=11220 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=33,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-33,6=116,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=75,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-75,6=274,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=1041,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-1041,6=308,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=1083,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-1083,6=466,4 \text{ mm}$$

Bó 5:  $f=1340$  ,  $a=410$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1340}{37400^2}(37400-11220)\times 11220=1125,6$  mm

$$H=f+a-y=1340+410-1125,6=624,4 \text{ mm}$$

**\*Tại MC104 -> x=14960 mm**

Bó 1:  $f=40$  ,  $a=110$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 40}{37400^2}(37400-14960)\times 14960=38,4$  mm

$$H=f+a-y=40+110-38,4=111,6 \text{ mm}$$

Bó 2:  $f=90$  ,  $a=260$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 90}{37400^2}(37400-14960)\times 14960=86,4$  mm

$$H=f+a-y=90+260-86,4=263,6 \text{ mm}$$

Bó 3:  $f=1240$  ,  $a=110$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1240}{37400^2}(37400-14960)\times 14960=1190,4$  mm

$$H=f+a-y=1240+110-1190,4=159,6 \text{ mm}$$

Bó 4:  $f=1290$  ,  $a=260$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1290}{37400^2}(37400-14960)\times 14960=1238,4$  mm

$$H=f+a-y=1290+260-1238,4=311,6 \text{ mm}$$

Bó 5:  $f=1340$  ,  $a=410$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1340}{37400^2}(37400-14960)\times 14960=1286,4$  mm

$$H=f+a-y=1340+410-1286,4=463,6 \text{ mm}$$

**\*Tại MC105 -> x=18700 mm**

Bó 1:  $f=40$  ,  $a=110$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 40}{37400^2}(37400-18700)\times 18700=40$  mm

$$H=f+a-y=40+110-40=110 \text{ mm}$$

Bó 2:  $f=90$  ,  $a=260$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 90}{37400^2}(37400-18700)\times 18700=90$  mm

$$H=f+a-y=90+260-90=260 \text{ mm}$$

Bó 3:  $f=1240$  ,  $a=110$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1240}{37400^2}(37400-18700)\times 18700=1240$  mm

$$H=f+a-y=1240+110-1240=110 \text{ mm}$$

Bó 4:  $f=1290$  ,  $a=260$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4\times 1290}{37400^2}(37400-18700)\times 18700=1290$  mm

$$H=f+a-y=1290+260-1290=260 \text{ mm}$$

**Bố 5:**  $f=1340$  ,  $a=410$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=1340 \text{ mm}$

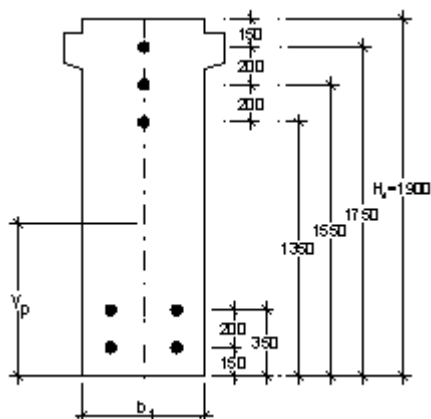
$$H=f+a-y=1340+410-1340=410 \text{ mm}$$

**Ta có bảng tọa độ cốt thép DƯL:**

Bố	MC100		MC101		MC102		MC103		MC104		MC105	
	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)
1	150	0	135,6	14,4	124,4	25,6	116,4	33,6	111,6	38,4	110	40
2	350	0	317,6	32,4	292,4	57,6	274,4	75,6	263,6	86,4	260	90
3	1350	0	903,6	446,4	556,4	793,6	308,4	1041,6	159,6	1190,4	110	1240
4	1550	0	1085,6	464,4	724,4	825,6	446,4	1083,6	311,6	1238,4	260	1290
5	1750	0	1267,6	482,4	892,4	857,6	624,4	1125,6	463,6	1286,4	410	1340

**\*Tìm trọng tâm cốt thép DƯL:**

+ MC 100:



$$+y_p = \frac{a_b \times (150 \times 2 + 350 \times 2 + 1350 + 1550 + 1750)}{7 \times a_b}$$

$$= 807,1 \text{ mm}$$

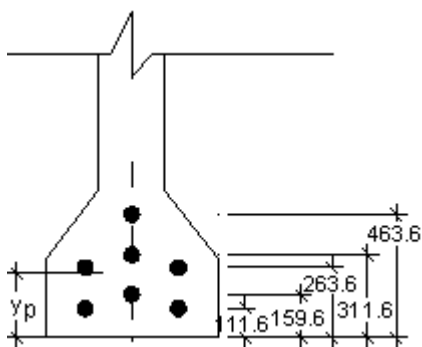
Với  $a_b$ : diện tích 1 bố

+MC 101:





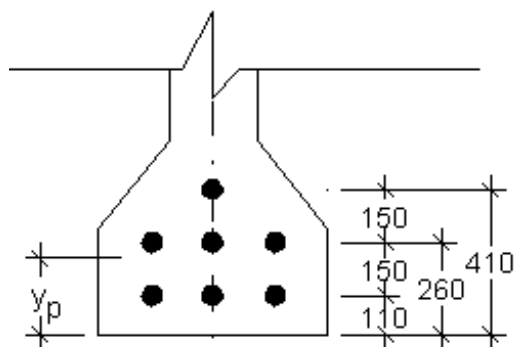
+MC 104:



$$+y_p = \frac{a_b \times (111,6 \times 2 + 263,6 \times 2 + 159,6 + 311,6 + 463,6)}{7 \times a_b}$$

$$= 240,7 \text{ mm}$$

+MC 105:

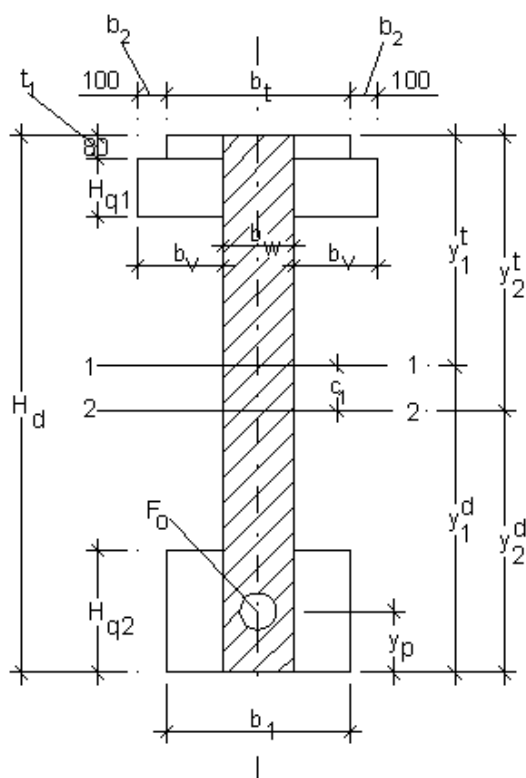


$$+y_p = \frac{a_b \times (110 \times 3 + 260 \times 3 + 410)}{7 \times a_b} = 217,1 \text{ mm}$$

### III. TÍNH ĐẶC TRNG HÌNH HỌC TIẾT DIỆN:

#### 1. Mặt cắt 105 (giữa nhịp):

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tĩnh với đáy: } S_d^0, y_p = 217,1 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 217,1 = 763405327 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 892,6 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1007,4 \text{ mm}$$

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

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

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

I

$$= 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (892,6 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1007,4 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1007,4 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (892,6 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (892,6 - 217,1)^2$$

$$I_1 = 3,3071 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 370508936 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 328286977 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 892,6 - 217,1 = 675,5 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (892,6 - 217,1) = 28287238 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{28287238}{897094} = 31,53 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 892,6 - 31,53 = 861,07 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 861,07 = 1038,93 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3071 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 31,53^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (861,07 - 217,1)^2$$

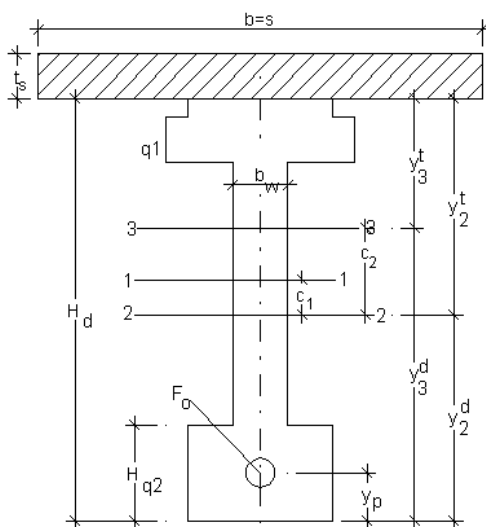
$$= 3,5066 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,5066 \cdot 10^{11}}{861,07} = 407237506 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,5066 \cdot 10^{11}}{1038,93} = 337520333 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1038,93 - \frac{185}{2}) =$$

$$290692728 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{290692728}{1206694} = 240,9 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 861,07 + 240,9 = 1101,97 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1101,97 = 798,03 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,5066 \cdot 10^{11} + 897094 \times 240,9^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (798,03 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,5343 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

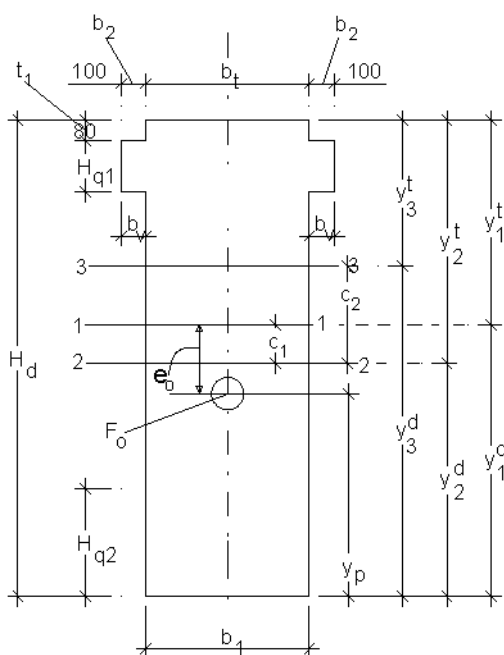
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,5343 \cdot 10^{11}}{1101,97} = 592965325 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t_3} = \frac{I_3}{y_{t_3}'} = \frac{6,5343 \cdot 10^{11}}{798,03} = 818803804 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_{t3}^t + t_s} = \frac{6,5343.10^{11}}{798,03+185} = 4094019 \text{ mm}^3$$

**2. Măt cắt 100 (tai gổi):**

**a) Giai đoạn 1 (trúc 1-1):**



$$b_t = b_1 = 650 \text{ mm}, b_v = b_2 = 100 \text{ mm}, H_{a1} = 205 \text{ mm}$$

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

$$+A_1=A_0-F_0=1270000-19782=1250218 \text{ mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} S_d &= \frac{b_1 H_d^2}{2} + 2b_v H_{q1} (H_d - t_1 - \frac{H_{q1}}{2}) - F_0 y_p = \\ &= \frac{650.1900^2}{2} + 2.100.205.(1900 - 80 - \frac{205}{2}) - \\ &19782 \times 807.1 \end{aligned}$$

$$= 1227701448 \text{ mm}^3$$

$$+y_d = \frac{S_d^0}{A_1} = \frac{1227701448}{1250281} = 982 \text{ mm}$$

$$+y^t_1 = H_d - y^d_1 = 1900 - 982 = 918 \text{ mm}$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 982 - 807,1 = 174,9 \text{ mm}$$

$$+ \mathbf{I}_1 = b_1 \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_1 \cdot H_d \cdot (y_{d1}^d - \frac{H_d}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 - F_0 \cdot e_0^2$$

# I

$$I_1 = 650 \cdot \frac{1900^3}{12} + 650 \cdot 1900 \cdot (982 - \frac{1900}{2})^2 + 2 \cdot 100 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 100 \cdot 205 \cdot (918 - 80 - \frac{205}{2})^2 - 19782 \cdot 174 \cdot 9^2$$

$$I_1 = 3,9451 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = \frac{3,9451 \cdot 10^{11}}{982} = 401741344 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = \frac{3,9451 \cdot 10^{11}}{918} = 429749455 \text{ mm}^3$$

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

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 1250218 + 5,51 \cdot 7600 = 1292094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} e_0 = 5,51 \cdot 7600 \cdot 174,9 = 7324112 \text{ mm}^3$$

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

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 982 - 5,67 = 976,33 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 976,33 = 923,67 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,9451 \cdot 10^{11} + 1250218 \cdot 5,67^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (976,33 - 217,1)^2$$

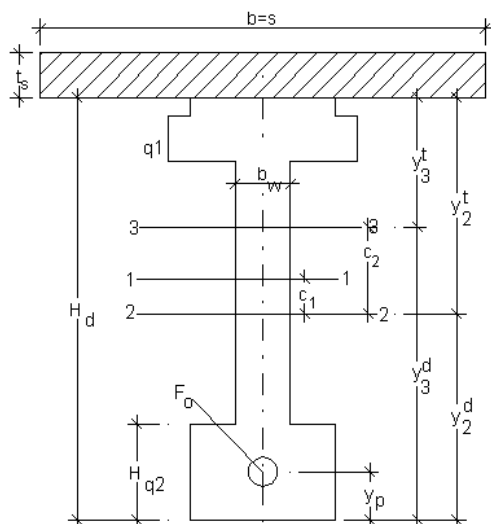
$$= 4,1868 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{4,1868 \cdot 10^{11}}{976,33} = 428830415 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{4,1868 \cdot 10^{11}}{923,67} = 453278768 \text{ mm}^3$$

**c) Giai đoạn 3 (khai thác):**

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 1292094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1578474 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (923,67 - \frac{185}{2}) = 238030464$$

$\text{mm}^3$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{238030464}{1578474} = 150,8 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 976,33 + 150,8 = 1127 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1127 = 773 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 4,1868 \cdot 10^{11} + 1292094 \times 150,8^2 + 0,774 \left[ 2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 \left( 773 + \frac{185}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 6,634 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

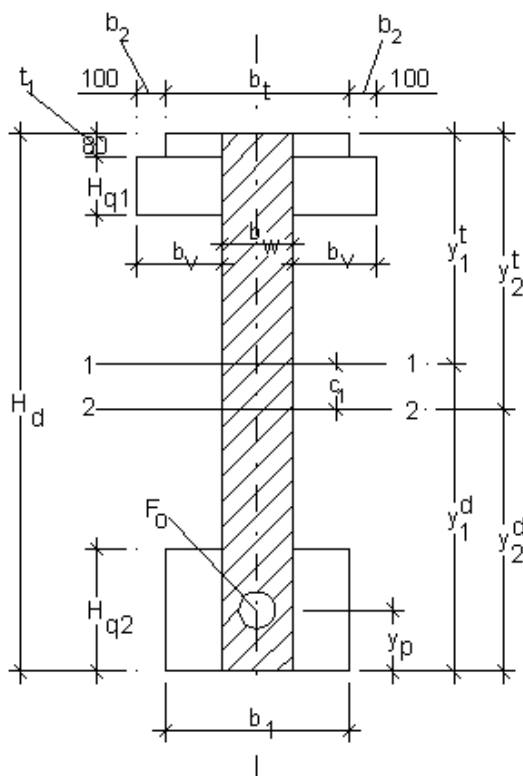
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{1127} = 588642413 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{773} = 858214747 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{773 + 185} = 692484342 \text{ mm}^3$$

### 3. Mặt cắt 101 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tĩnh với đáy: } S_d^0, y_p = 594,7 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 594,7 = 755935644 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 884 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1016 \text{ mm}$$

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

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

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

$$I_1 = 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (884 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1016 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1016 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (884 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (884 - 594,7)^2$$

$$I_1 = 3,3844 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 382850678 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 333110236 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 884 - 594,7 = 289,3 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (884 - 594,7) = 12114726 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{12114726}{897094} = 13,5 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 884 - 13,5 = 870,5 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 870,5 = 1029,5 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3844 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 13,5^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (870,5 - 594,7)^2$$



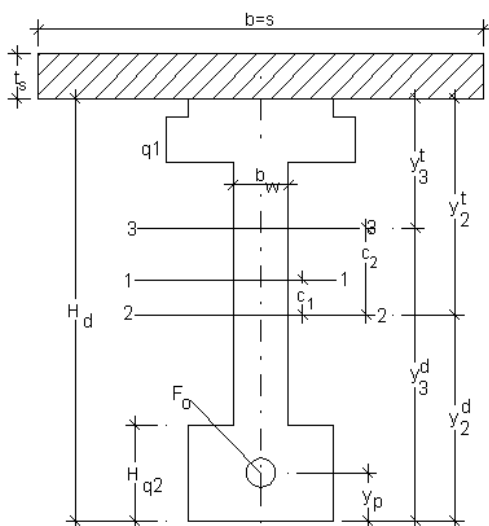
$$= 3,4178 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4178 \cdot 10^{11}}{870,5} = 392624928 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4178 \cdot 10^{11}}{1029,5} = 331986401 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1029,5 - \frac{185}{2}) =$$

$$268338060 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{268338060}{1206694} = 222,4 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 870,5 + 222,4 = 1092,9 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1092,9 = 807,1 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4178 \cdot 10^{11} + 897094 \times 222,4^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (807,1 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,3752 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

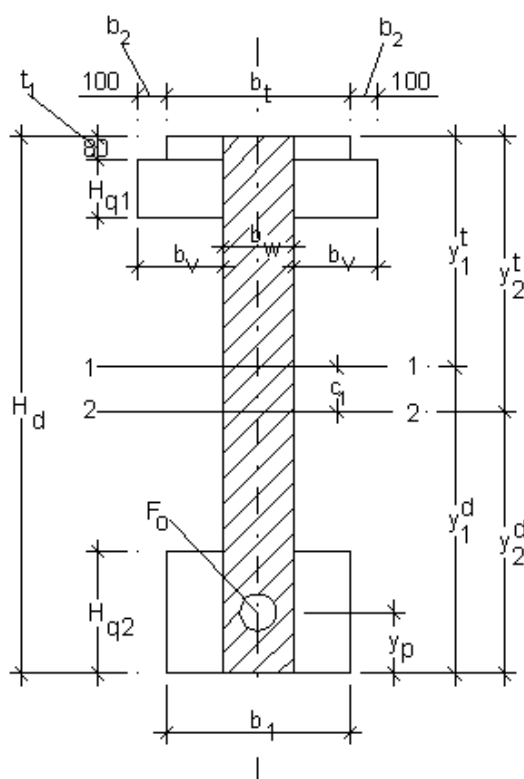
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{1092,9} = 583328758 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t_3} = \frac{I_3}{y_{t_3}'} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{807,1} = 789889728 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t_3}^b = \frac{I_3}{y_{t_3}^t + t_s} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{807,1 + 185} = 642596512 \text{ mm}^3$$

**4 .Mặt cắt 102 :**

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tĩnh với đáy:  $S^0_d, y_n=429,5 \text{ mm}$

$$\mathbf{S}^O_d = \mathbf{S}_{gd} - \mathbf{F}_0 \mathbf{y}_p = 767700000 - 19782 \times 429,5 = 759203631 \text{ mm}^3$$

$$+y^d_1 = \frac{S^0_d}{A_1} = 888 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1012 \text{ mm}$$

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

$$+ \mathbf{I}_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$\begin{aligned}
& +2.b_v.H_{q1}(y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w). \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w).H_{q2}.(y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0.(y_1^d - y_p)^2 \\
I_1 = & 250. \frac{1900^3}{12} + 250.1900.(888 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250). \frac{80^3}{12} + (650 - 250).80.(1012 - \frac{80}{2})^2 + \\
& +2.300. \frac{205^3}{12} + 2.300.205(1012 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250). \frac{425^3}{12} + \\
& + (650 - 250).425.(888 - \frac{425}{2})^2 - 19782.(888 - 429,5)^2
\end{aligned}$$

$$I_1 = 3,36.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 378378378 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 332015810 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 888 - 429,5 = 458,5 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51.7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.7600.(888 - 429,5) = 19200146 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{19200146}{897094} = 21,4 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 888 - 21,4 = 866,6 \text{ mm}$$

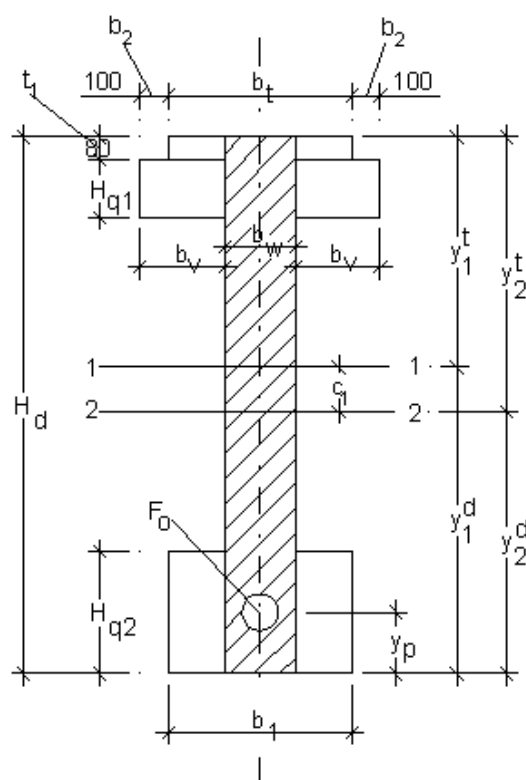
$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 866,6 = 1033,4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
+I_2 = & I_1 + A_1.c_1^2 + n_h.A_{ps}.(y_2^d - y_p)^2 = 3,36.10^{11} + 855218.21,4^2 + 5,51.7600.(866,6 - \\
& 429,5)^2
\end{aligned}$$

$$= 3,4439.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4439.10^{11}}{866,6} = 397403646 \text{ mm}^3$$





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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tính với đáy: } S_d^0, y_p = 308,7 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 308,7 = 761593296 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 890,5 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1009,5 \text{ mm}$$

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

$$+I_1 =$$

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

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

I

$$= 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (890,5 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1009,5 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1009,5 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (890,5 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (890,5 - 308,7)^2$$

$$I_1 = 3,3323 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 374205502 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 330094106 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 890,5 - 308,7 = 581,8 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51.7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.7600.(890,5 - 308,7) = 24363456 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{24363456}{897094} = 27,1 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 890,5 - 27,1 = 863,4 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 870,5 = 1036,6 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3323 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 27,1^2 + 5,51.7600 \cdot (863,4 - 308,7)^2$$

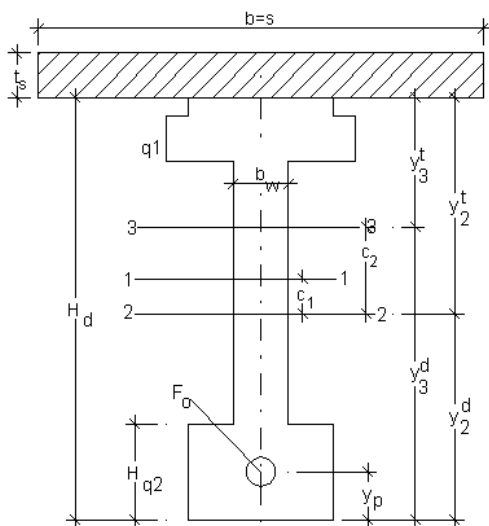
$$= 3,4674 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4674 \cdot 10^{11}}{863,4} = 401598332 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4674 \cdot 10^{11}}{1036,6} = 334497395 \text{ mm}^3$$

**c) Giai đoạn 3 (khai thác):**

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774.2000.185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774.2000.185 \cdot (1036,6 - \frac{185}{2}) =$$

$$270371358 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{270371358}{1206694} = 224 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 863,4 + 224 = 1087,4 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1092,9 = 812,6 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4674 \cdot 10^{11} + 897094 \times 224^2 + 0,774 \left[ 2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 \left( 812,6 + \frac{185}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 6,2717 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

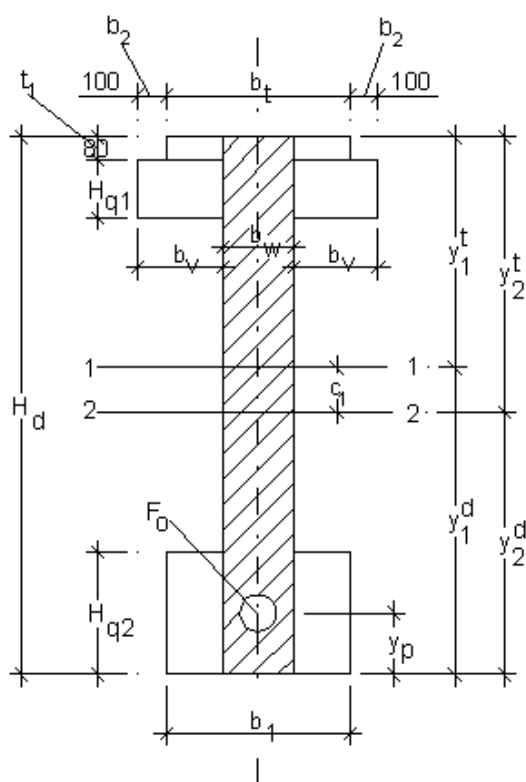
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{1087,4} = 576761081 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{812,6} = 771806546 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{812,6 + 185} = 628678829 \text{ mm}^3$$

### 6 .Mặt cắt 104 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tính với đáy:  $S_d^0, y_p = 240,7 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 240,7 = 762938472 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 892 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1008 \text{ mm}$$

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

$$+I_1 =$$

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

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

$$I_1 = 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot \left(892 - \frac{1900}{2}\right)^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot \left(1008 - \frac{80}{2}\right)^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot \left(1008 - 80 - \frac{205}{2}\right)^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot \left(892 - \frac{425}{2}\right)^2 - 19782 \cdot (892 - 240,7)^2$$

$$I_1 = 3,314 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 371524663 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 328769841 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 892 - 240,7 = 651,3 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (892 - 240,7) = 27273838 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{27273838}{897094} = 30,4 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 892 - 30,4 = 861,6 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 870,5 = 1038,4 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,314 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 30,4^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (861,6 -$$

$$240,7)^2$$

$$= 3,4833 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

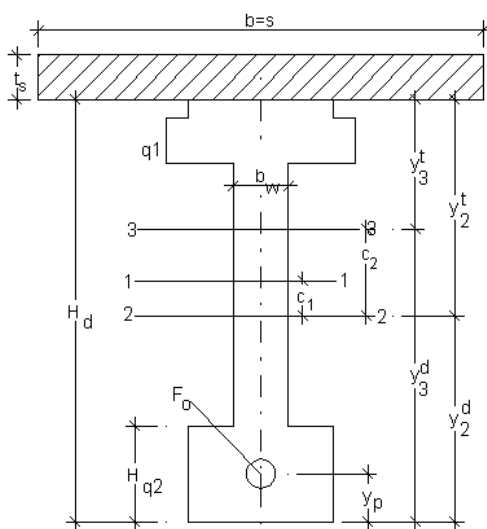
$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4833 \cdot 10^{11}}{861,6} = 404282729 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4833 \cdot 10^{11}}{1038,4} = 335448767 \text{ mm}^3$$



c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+ A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1038,4 - \frac{185}{2}) =$$

$$270886842 \text{ mm}^3$$

$$+ c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{270886842}{1206694} = 224,4 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d + c_2 = 861,6 + 224,4 = 1086 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1086 = 814 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4833 \cdot 10^{11} + 897094 \times 224,4^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (814 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,2965 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{1086} = 579788213 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{814} = 773525798 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{814 + 185} = 630280280 \text{ mm}^3$$

#### IV: TÍNH ỨNG SUẤT MẤT MÁT TRONG CỐT THÉP DƯ:

##### **1. Mất do ma sát**

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

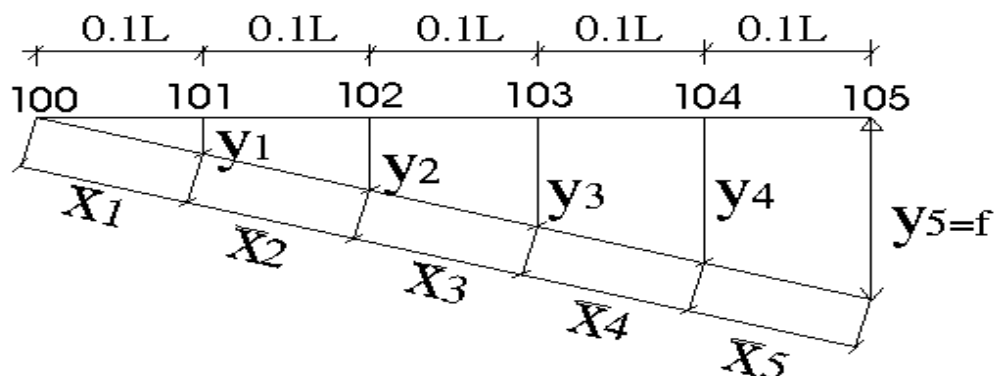
Trong đó :

-  $f_{PI}$ : 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 bó cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính us mất mát. Tính khi kích 2 đầu:



- Vậy  $X$  của tất cả các bó tại MC100 đều bằng không.

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

- Tính  $X$  của 1 bó tại mặt cắt bất kì dọc tính gần đúng nh sau:

\*Tại MC 101:

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

\*Tại MC 102:

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

\*Tại MC 103:

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

\*Tại MC 104:

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

a. Tính cho bó 1:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 14.4^2} = 3740,03 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (25,6 - 14,4)^2} = 3740,02 \text{ mm}.$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (33,6 - 25,6)^2} = 3740,01 \text{ mm}.$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (38,4 - 33,6)^2} = 3740 \text{ mm}.$$

b. Tính cho bó 2:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 32,4^2} = 3740,14 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (57,6 - 32,4)^2} = 3740,08 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (75,6 - 57,6)^2} = 3740,04 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (86,4 - 75,6)^2} = 3740,02 \text{ mm.}$$

c. Tính cho bó 3 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 446,4^2} = 3766,55 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (793,6 - 446,4)^2} = 3756,08 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1041,6 - 793,6)^2} = 3748,2 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1190,4 - 1041,6)^2} = 3742,9 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 464,4^2} = 3968,7 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (825,6 - 464,4)^2} = 3757,4 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1083,6 - 825,6)^2} = 3748,9 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1238,4 - 1083,6)^2} = 3743,2 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 482,4^2} = 3770,9 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (857,6 - 482,4)^2} = 3758,8 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1125,6 - 857,6)^2} = 3749,6 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1286,4 - 1125,6)^2} = 3743,5 \text{ mm.}$$

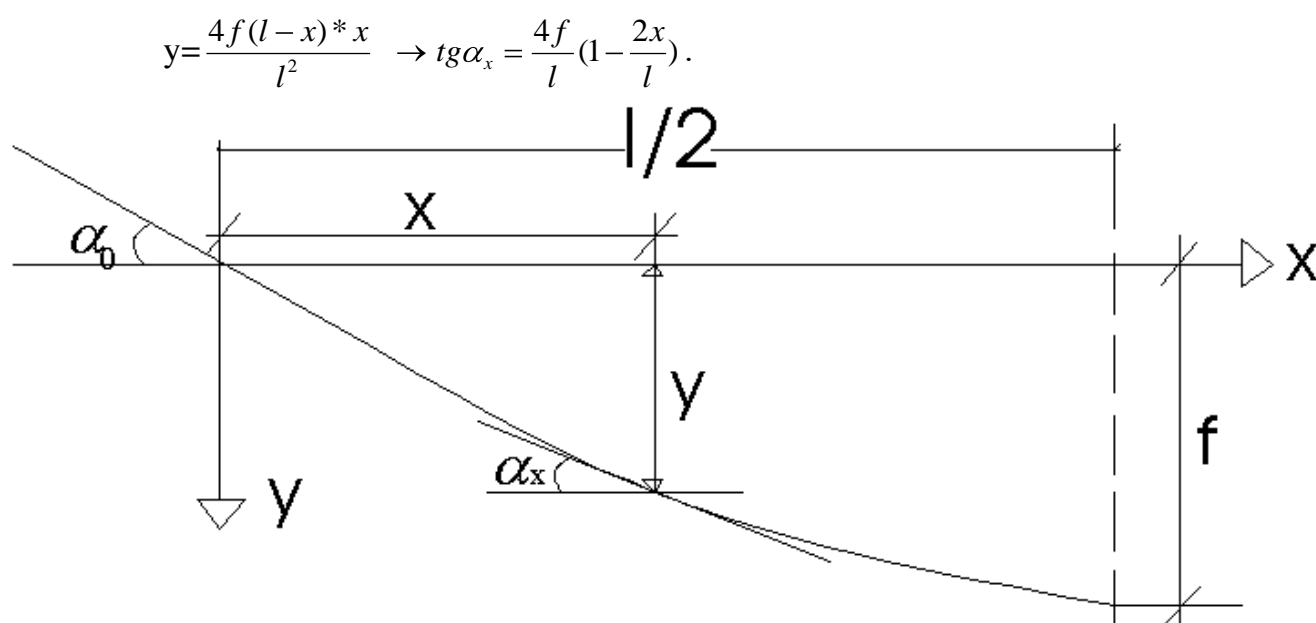
-  $\alpha$  : là tổng giá trị tuyệt đối các góc uốn của bó ct tính từ vị trí kích đến mặt cắt :

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

Với  $\alpha_0$  : là góc tiếp tuyến với đường cong tại gốc toạ độ .

$\alpha_x$  : là góc giữa tiếp tuyến với đường cong tại toạ độ x .

- đường cong bó ct :



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

+Tính  $\alpha_0$  cho các bó ( $x=0$ ):

**-bó 1 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 40}{37400} (1 - 0) = 0.00428 \rightarrow \alpha_0 = 0.245^\circ = 0.00428 \text{ rad}$

**-bó 2 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 90}{37400} (1 - 0) = 0.00963 \rightarrow \alpha_0 = 0.551^\circ = 0.00962 \text{ rad}$

**-bó 3 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1240}{37400} = 0.1326 \rightarrow \alpha_0 = 7.555^\circ = 0.132 \text{ rad}$

**-bó 4 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1290}{37400} = 0.138 \rightarrow \alpha_0 = 7.855^\circ = 0.1371 \text{ rad}$

**-bó 5 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1340}{37400} = 0.1433 \rightarrow \alpha_0 = 8.156^\circ = 0.1423 \text{ rad}$

**Lập bảng :**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_0$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0,00428
Bó 2	0	37400	90	0,00962
Bó 3	0	37400	1240	0,132
Bó 4	0	37400	1290	0,1371
Bó 5	0	37400	1340	0,1423

**+Tính  $\alpha_x$  tại các mặt cắt cho các bó :**

**(+)Tính  $\alpha$  cho các bó tại các mặt cắt :**

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

**\*Tai mặt cắt 101 có :x=3740 mm.**

**-bó 1 :**  $\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 40}{37400} \left(1 - \frac{2 \cdot 3740}{37400}\right) = 0.003422 \rightarrow \alpha_x = \mathbf{0,003422 \text{ rad.}}$

**Tong tự ta có bảng sau :**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.003249	0.00428	0.001031
Bó 2	0	37400	90	0.0077	0.00962	0.00192
Bó 3	0	37400	1240	0.1061	0.132	0.0259
Bó 4	0	37400	1290	0.1104	0.1371	0.0267
Bó 5	0	37400	1340	0.11465	0.1423	0.02765

**\*Tai mặt cắt 102 có :x=7880 mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00257	0.00428	0.00171
Bó 2	0	37400	90	0.00577	0.00963	0.00386
Bó 3	0	37400	1240	0.0796	0.1326	0.053
Bó 4	0	37400	1290	0.0828	0.138	0.0552
Bó 5	0	37400	1340	0.0859	0.1433	0.0574

**\*Tai mặt cắt 103 có :x=11220 mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00171	0.00428	0.00257
Bó 2	0	37400	90	0.00385	0.00963	0.00577

Bó 3	0	37400	1240	0.053	0.1326	0.0796
Bó 4	0	37400	1290	0.0552	0.138	0.0828
Bó 5	0	37400	1340	0.0573	0.1433	0.086

**\*Tai mặt cắt 104 có :x=14960 mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00086	0.00428	0.00342
Bó 2	0	37400	90	0.00193	0.00963	0.00769
Bó 3	0	37400	1240	0.0265	0.1326	0.1055
Bó 4	0	37400	1290	0.0276	0.138	0.1095
Bó 5	0	37400	1340	0.0287	0.1433	0.1136

**\*Tai mặt cắt 105 thì tất cả các bó có  $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$ .**

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

**a.Mặt cắt 101:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3740.03	0.23	0.001031	2.7182	-0.0027	0.0027	4.0176
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3740.14	0.23	0.00192	2.7182	-0.00294	0.00294	4.3152
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3766.55	0.23	0.0259	2.7182	-0.0085	0.0085	12.648
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3768.7	0.23	0.0267	2.7182	-0.0087	0.0087	12.9456
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3770.9	0.23	0.02765	2.7182	-0.009	0.009	13.392
$\sum \Delta f_{PF}$										47.3182
$\Delta f_{PF} / 7$										6.76

**b.Mặt cắt 102:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	7480.06	0.23	0.001031	2.7182	-0.0052	0.0052	7.7376

<b>2</b>	<b>37401.4</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7480.28</b>	<b>0.23</b>	<b>0.00192</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0054</b>	<b>0.0054</b>	<b>8.0352</b>
<b>3</b>	<b>37665.5</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7533.1</b>	<b>0.23</b>	<b>0.0259</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.011</b>	<b>0.011</b>	<b>16.368</b>
<b>4</b>	<b>37687.0</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7537.4</b>	<b>0.23</b>	<b>0.0267</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0111</b>	<b>0.0111</b>	<b>16.5168</b>
<b>5</b>	<b>37709.0</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7541.8</b>	<b>0.23</b>	<b>0.02765</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0114</b>	<b>0.0114</b>	<b>16.9632</b>
$\sum \Delta f_{PF}$										<b>65.6208</b>
$\Delta f_{PF} / 7$										<b>9.3744</b>

**c. Mặt cắt 103:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11220.09	0.23	0.001031	2.7182	-0.0077	0.0077	11.4576
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11220.42	0.23	0.00192	2.7182	-0.0079	0.0079	11.7552
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11299.65	0.23	0.0259	2.7182	-0.0135	0.0135	20.088
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11306.1	0.23	0.0267	2.7182	-0.0137	0.0137	20.3856
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11312.7	0.23	0.02765	2.7182	-0.0139	0.0139	20.6832
$\sum \Delta f_{PF}$										84.3696
$\Delta f_{PF} / 7$										12.0528

**d. Mặt cắt 104:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	14960.12	0.23	0.001031	2.7182	-0.0102	0.0102	15.1776
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	14960.56	0.23	0.00192	2.7182	-0.0104	0.0104	15.4752
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15066.2	0.23	0.0259	2.7182	-0.016	0.016	23.808
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15074.8	0.23	0.0267	2.7182	-0.0162	0.0162	24.1056
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15083.6	0.23	0.02765	2.7182	-0.0164	0.0164	24.4032
$\sum \Delta f_{PF}$										102.9696
$\Delta f_{PF} / 7$										14.71

**e. Mặt cắt 105:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18700.1 5	0.23	0.001031	2.7182	-0.0127	0.0127	18.8976
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18700.7	0.23	0.00192	2.7182	-0.0129	0.0129	19.1952
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18832.7 5	0.23	0.0259	2.7182	-0.0185	0.0185	27.528
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18843.5	0.23	0.0267	2.7182	-0.0187	0.0187	27.8256
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18854.5	0.23	0.02765	2.7182	-0.0189	0.0189	28.1232
$\sum \Delta f_{PF}$										121.5696
$\Delta f_{PF} / 7$										17.367



**2. Mất do trượt neo :**

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

Trong đó : lấy  $\Delta L = 6mm / 1neo$ .

$$E_P = 197000MP_a$$

$$l_{tb} = 37572.64mm$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6}{37572.64} * 197000 = 31.46MP_a \text{ (cho tất cả các mặt cắt)}$$

**3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó)**

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N-1)}{2N} * \frac{E_P}{E_{CI}} * f_{cgp}$$

Trong đó :  $N=7$  bó.

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

$f'_{ci}$  : cường độ bê tông lúc căng.

$$E_{ci} = 27153MP_a$$

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

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

neo và do trọng .

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

Trong đó :

$\alpha_x^{tb}$  : 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 100 :**

$$P_i = 1488 - 31.46 \times 7600 \times 0.998 = 11047564.6 \text{ N.}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0.186 \times 2 + 0.418 \times 2 + 5.75 + 5.98 + 6.211) / 7 = 3.709 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.998.$$

**b. MC 101 :**

$$P_i = 1488 - (6.76 + 31.46) \times 7600 \times 0.999 = 11007309.7 \text{ N.}$$

**c. MC 102 :**

$$P_i = 1488 - (9.3744 + 31.46) \times 0.999 \times 7600 = 10987460.1 \text{ N.}$$

**d.MC 103 :**

$$P_i = 1488 - (31.46 + 12.0528) \cdot 0.999 \cdot 7600 = 10967124.6 \text{ N.}$$

**d.MC 104 :**

$$P_i = 1488 - (14.71 + 31.46) \cdot 0.999 \cdot 7600 = 10946950.1 \text{ N.}$$

**e.MC 105 :**

$$P_i = 1488 - (31.46 + 17.367) \cdot 1 \cdot 7600 = 10937714.8 \text{ N.}$$

### 3.2. Tính $f_{cgp}$ cho các mặt cắt :

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

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

-Tại MC 100 : ( $M_1 = 0$ ).

$$f_{cgp} = -\frac{11047564.6}{1270000} - \frac{11047564.6 \times 1115.5^2}{3.413 \times 10^{11}} = -15.79 MP_a$$

-Tại MC 105 :

$$f_{cgp} = -\frac{10937714.8}{875000} - \frac{10937714.8 \times 1115.5^2}{3.413 \times 10^{11}} + \frac{3729 \times 1115.5}{3.413 \times 10^{11}} = -27.4 MP_a$$

**Vậy mất do nén đàn hồi bê tông ( $\Delta f_{PES}$ ) là:**

-MC 100 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-15.79|}{2 \cdot 8 \cdot 27153} = 50.1 MP_a.$$

-MC 105 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-27.4|}{2 \cdot 8 \cdot 27153} = 86.97 MP_a.$$

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

-Tại tất cả các mặt cắt nh nhau :

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

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

### 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 lượng 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 100 :**

$$P_i = [1488 - (31.46 + 50.1)] * 7480 * 0.998 = 10145898.7 N .$$

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

$$f_{cgp} = -\frac{10145898.7}{1252412.6} - \frac{10145898.7 * 191^2}{4.1553301114 \times 10^{11}} = -8.99 MP_a$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 \times 9.7 = 116.4 MP_a .$$

**\*MC 105 :**

$$P_i = [1488 - (86.97 + 31.46 + 121.5696)] * 7480 * 1 = 9335042.99 N$$

Suy ra MC L/2:

$$\rightarrow f_{cgp} = -\frac{9335042.99}{776412.6} - \frac{9335042.99 \times 760^2}{3.0644595 \times 10^{11}} + \frac{4693.1 \times 10^6 \times 760}{3.0644595 \times 10^{11}} = -18.04 MP_a .$$

$\Delta f_{cdp}$  :us do tĩnh tải 2 và tĩnh tải 3 gây ra :

$$\begin{aligned} \Delta f_{cdp} &= \frac{M_2}{I_{c_2}} (d_{ps} - y_{tr_2}) + \frac{M_3 + M_{lp}}{I_{c_3}} (d_{ps} - y_{tr_3}) . \\ &= \frac{3089 \times 10^6}{3.317 \times 10^{11}} * 796 + \frac{(389.66 + 551.12) * 10^6}{5.22571 \times 10^{11}} * 1072 = 4.09 MP_a \end{aligned}$$

$$M_2 = 1351.63.10^6 MPa$$

$$M_3 = 170.48.10^6 MPa$$

$$M_{lp} = 241.13.10^6 MPa$$

$$I_{c_2} = 3.317.10^{11} mm^4$$

$$Y_2^{tr} = 904 mm$$

$$I_{c_3} = 5.22571.10^{11} mm^4$$

$$Y_3^{tr} = 628 mm$$

$$D_{ps} = 1700 mm$$

$\Delta f_{cdp}$  :us do tĩnh tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 * 21.2 - 7 * 9.34 = 189.02 MP_a .$$

Mặt cắt	$\Delta f_{PF}$ (MPa)	$\Delta f_{PA}$ (MPa)	$\Delta f_{cgp}$ (MPa)	$\Delta f_{cdp}$ (MPa)	$\Delta f_{PCR}$ (MPa)
100	0	31.46	15.79	0	189.48
101	47.3182	31.46	35.28	4.09	394.73
102	65.6208	31.46	31.58	7.01	329.89
103	84.3696	31.46	28.3	8.75	278.35
104	102.9696	31.46	27.4	9.34	263.42
105	121.5696	31.46	27.4	9.34	263.42

**6. Mất ứng suất do chùng c.thép :**

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

-Căng sau gần 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 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3*0 - 0.4*50.1 - 0.2(25 + 189.48)] = 22.52 MP_a.$$

\*MC L/2 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3*121.5696 - 0.4*86.97 - 0.2(25 + 263.42)] = 10.2 MP_a$$

**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	$\Delta f_{PF}$ (MPa)	$\Delta f_{PA}$ (MPa)	$\Delta f_{PES}$ (MPa)	$\Delta f_{PT1}$ (MPa)
100	0	31.46	50.1	81.56
101	47.3182	31.46	57.3	136.1
102	65.6208	31.46	64.8	161.88
103	84.3696	31.46	70.55	186.38
104	102.9696	31.46	78.1	212.53
105	121.5696	31.46	86.97	240.1

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

Mặt cắt	$\Delta f_{PSR}$ (MPa)	$\Delta f_{PCR}$ (MPa)	$\Delta f_{PR}$ (MPa)	$\Delta f_{PT2}$ (MPa)
100	25	189.48	22.52	237
101	25	394.73	5.95	425.68
102	25	329.89	6.38	361.27
103	25	278.35	7.43	310.78
104	25	263.42	9.05	297.47
105	25	263.42	10.2	298.62

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

Tiết diện	$\Delta f_{PT1}$ (MPa)	$\Delta f_{PT2}$ (MPa)	$\Delta f_{PT}$ (MPa)
100	81.56	237	318.56
101	136.1	425.68	561.78
102	161.88	361.27	523.15
103	186.38	310.78	497.16
104	212.53	297.47	510

105	240.1	298.62	538.72
-----	-------	--------	--------

### V.KIỂM TOÁN THEO TTGH CỒNG ĐỘ 1:

#### 1.Kiểm tra sức kháng uốn :

Do ta có bê tông bản mặt cầu và bê tông dầm có cồng độ khác nhau nên ta quy đổi bê tông mặt cầu về bê tông làm dầm.Ta chỉ quy đổi theo chiều rộng bản cánh chứ không quy đổi chiều cao bản cánh.

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

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

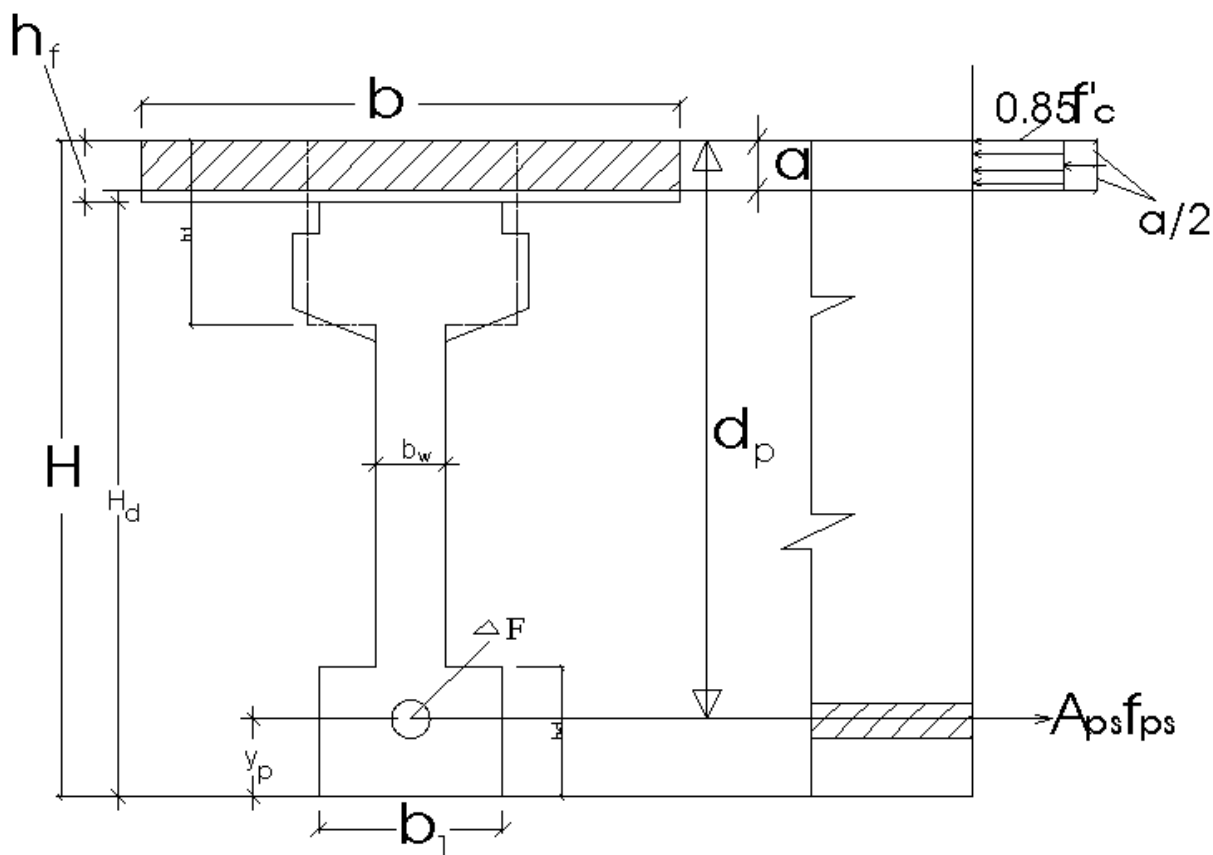
$$b'_2 = 0.7746 \cdot 1900 = 1471.74 \text{ mm}$$

Xem tiết diện là tiết diện chữ T

#### **\*kiểm tra MC 105 (bỏ qua cốt thép thông):**

Vị trí trục trung hòa :

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



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

$$h_f = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$$

$$A_{ps} = 7600 (\text{mm}^2)$$

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

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05}{7} \cdot f'_c - 28$$

$$= 0.85 - 0.05/7(50 - 28) = 0.693$$

$$f'_c = 50$$

$$d_p = H - y_p = 1900 + 185 - 217.1 = 1867.9 \text{ (mm)}$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28$$

$$C = \frac{7600 \times 1860}{0.85 \times 50 \times 0.693 \times 2000 + 0.28 \times 7600 \times \frac{1860}{1867.9}} = 231.6 \text{ mm} > h_f = 185 \text{ mm}$$

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} (d_p - \frac{a}{2}) + (b - b_w) h_f \cdot 0.85 \cdot f'_c (h_f/2 - a/2),$$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0.85 \cdot 231.6 = 196.86 \text{ mm}.$$

$$f_{ps} = f_{pu} (1 - k \frac{c}{d_p}) = 1860 \cdot (1 - 0.28 \cdot \frac{231.6}{1867.9}) = 1849 \text{ MPa}.$$

$$M_n = 7600 \cdot 1849 \cdot (1867.9 - \frac{196.86}{2}) + 1750 \cdot 185 \cdot 0.85 \cdot 50 \cdot (\frac{185}{2} - \frac{196.86}{2})$$

$$= 2.935 \cdot 10^{10} \text{ Nm} = 29348 \text{ KN.m}$$

$$+\text{Kiểm tra : } M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{l/2} = 18355.12 \text{ KN.M} \rightarrow \text{đạt}.$$

## **2.Kiểm tra hàm lượng thép tối đa :**

$$\frac{C}{d_c} \leq 0.42.$$

$$d_c = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p}{A_{ps} f_{ps}} = \frac{7600 \cdot 1849 \cdot 1867.9}{7600 \cdot 1849} = 1867.9 \text{ mm}.$$

$$C = 231.6 \text{ mm} < 0.42 d_c = 0.42 \times 1867.9 = 784.5 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$$

**3. Kiểm tra hàm lượng thép tối thiểu :**

$$\phi M_n \geq \min \{ 2M_{cr}, 1.33M_u \}$$

Trong đó :

$M_{cr}$  : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTĐƯL tức là khi đó ứng suất biên dới đạt trị số

ứng suất kéo khi uốn là :  $f_r = 0.63\sqrt{f'_c} = 0.63\sqrt{50} = 4.45MP_a$ .

-phương trình  $M_{cr}$  với tiết diện hợp căng sau (3 giai đoạn).

$$f_r = -\frac{P_l}{A_g} - \frac{P_l e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_2^d + \frac{M_3 + M_{ht}}{I_c} y_3^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_3^d = 4.45MP_a$$

$$+ P_l = (0.8f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS}, \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 538.72MP_a.$$

+  $M_1$  : mômen MC 105 do tính tải 1 = 3595 KN.m (TTGHSD).

+  $M_2$  : mômen MC 105 do tính tải 2 = 2447 KN.m.

+  $M_3$  : mômen MC 105 do tính tải 3 = 6363.5 KN.m.

$$+ M_{ht} = 1.25xM_{TR} + M_{LN} \quad m g_M = 0.936(1,25x2482 + 1522) = 4151.475KN.m.$$

+  $\Delta M$  : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

$$P_l = (0.8x0.9*1860 - 538.72)*7600 = 6083648 \text{ N}$$

\*thay các số liệu MC 105 vào phương trình để tính  $\Delta M$ .

$$4.45 = -\frac{6083648}{875000} - \frac{6083648*1115,5}{3.413.10^{11}} 892,6 + \frac{3595}{3.3071.10^{11}} 892,6 + \frac{2447}{3.5066.10^{11}} 861,07 +$$

$$+ \frac{(6363.5 + 4328.53)}{6,5343.10^{11}} 1101,97 + \frac{\Delta M}{6,5343.10^{11}} 1101,97$$

$$\Delta M = 1.7285.10^{10} \text{ N.mm} = 17285 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_2 + M_3 + M_{ht} = 34019.03 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_{105} = 18114.125 \text{ KN.m}$$

$$+ \text{Kiểm tra : } \phi M_n = 29348 \text{ KN.m} > \min \{ 1.2M_{cr}, 1.33M_u \}$$

$$> \min \{ 24091.79 ; 40822.84 \text{ KN.m} \}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 29348 > 24091.79 \text{ KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

**4. Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện :**

-Tính cho tiết diện ở gần gối :

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

$V_n$  : sức kháng cắt danh định.

$$V_n = \min \left\{ \begin{array}{l} V_c + V_s + V_p \\ 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{array} \right\}$$

$V_c$ : sức kháng cắt do bê tông.

$$V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v.$$

$V_s$ : sức kháng cắt do cốt đai.

$$V_s = \frac{A_v f_v d_v (\cot g \Phi + \cot g \alpha) \sin \alpha}{S_v}, \text{ với } \alpha = 90^\circ (\text{góc cốt đai})$$

$$\rightarrow V_s = \frac{A_v f_v d_v \cot g \Phi}{S_v}.$$

$V_p$ : sức kháng cắt do cốt thép DUL (xiên):

$$V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi}: \text{cường độ tính toán ctdul.}$$

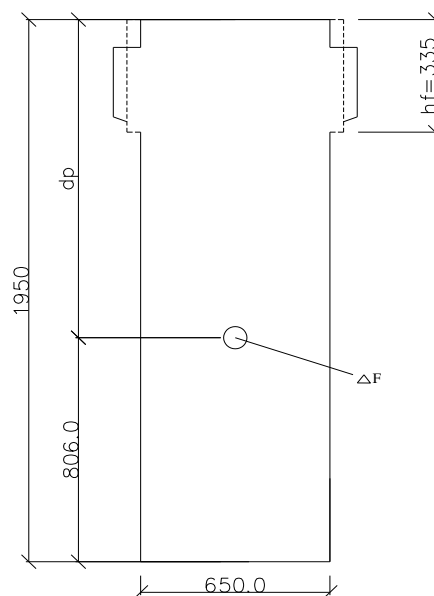
$\alpha$ : góc trung bình.

Trong các công thức trên:

$b_v$ : là chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm  $b_w = b_l = 650 \text{ mm}$ .

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

Đầu dầm:



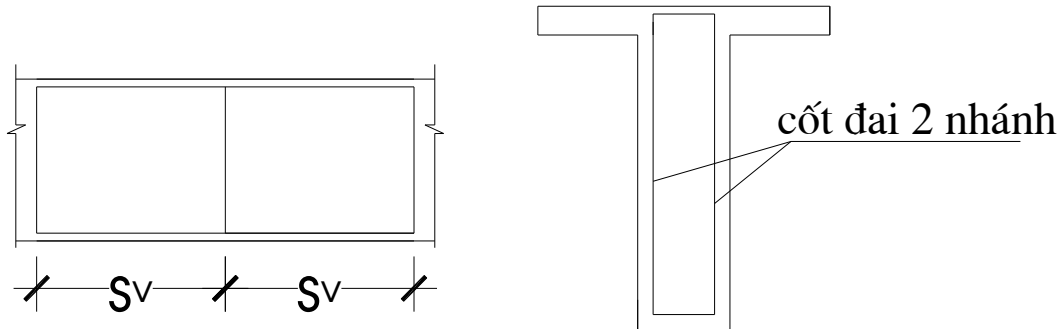
+gần đúng chiều cao miền chịu nén, lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC 105.

$$C=205.3 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1950 - 806 - \frac{205.3}{2} = 1041.35 \text{ mm}.$$



$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 1041.4 \\ 0.9d_p = 937.22 \\ 0.72h = 1404 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1404 \text{ mm}.$$

$A_v$ : diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 bước đai :



Trong đó với  $L=38\text{m} \rightarrow$  đầu dầm  $b_1 = 650 \rightarrow$  cốt đai  $\phi = 16$  -4 nhánh .1 nhánh

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

+  $f_v$ : cường độ cốt đai  $= 400 \text{ MP}_a$ .

+  $S_v$ : bước cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+  $\beta$ : là hệ số tra theo bảng lập sẵn.

+  $\Phi$ : là góc của ứng suất xiên tra bảng.

\*Để tra bảng tìm  $\beta$  và  $\Phi$  phải tính 2 thông số là:  $\frac{V}{f_c}$  và  $\varepsilon_x$ .

-với  $V$  là ứng suất cắt :

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

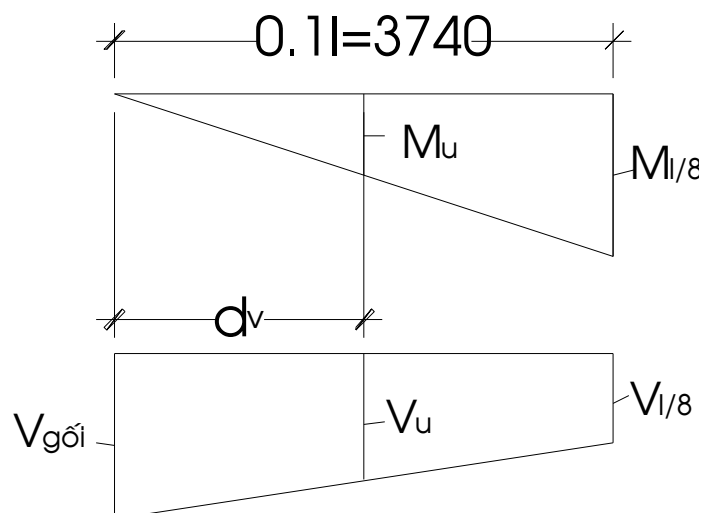
$V_u$ : là lực cắt tính toán theo TTGHCD 1,  $\phi = 0.9$ .

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

$M_u$ : là mômen uốn tính theo TTGHCD 1.

Nh vậy để tra bảng tìm  $\Phi$  phải tính  $\varepsilon_x \rightarrow$  để tính  $\varepsilon_x$  phải biết  $\Phi$ . 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 :  $M_{l/8} = 5327.15 \text{ KN.m}$

$V_{gối} = 1971.22 \text{ KN.m}$

$V_{l/8} = 1538.325 \text{ KN.m}$

$d_v = 1404 \text{ mm}$

$$M_u = \frac{M_{l/8}}{0.1l} x d_v = \frac{5327.15}{3740} * 1404 = 1999.82 \text{ KN.m}$$

$$V_u = V_{l/8} + \frac{V_{gối} - V_{l/8}}{0.1l} x d_v = 1538.325 + \frac{1971.22 - 1538.325}{3740} * 1404 = 1700.83 \text{ KN}$$

**b. Tính ứng suất cắt :**

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1700.83 \cdot 10^3}{0.9 * 650 * 1404} = 2.07 \text{ MPa}$$

$$\frac{V}{f_c'} = \frac{2.07}{50} = 0.04$$

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

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{5327.15 * 10^6 / 1404 + 0.5 * 1700.83 * 10^3 * 1.192}{197000 * 7480} = 3.26 \cdot 10^{-3}$$

Theo  $\left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f_c'} = 0.04 \\ \varepsilon_{x_1} = 3.26 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\}$  . Tra bảng  $\rightarrow \Phi_1 = 28.75^\circ, \beta_1 = 3$

+ so sánh  $\Phi_1$  và  $\Phi_0$  khác nhiều  $\rightarrow$  làm lần thứ 2 :  $\cot g 28.75^\circ = 1.823$ .

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{5327.15 * 10^6 / 1404 + 0.5 * 1700.83 * 10^3 * 1.823}{197000 * 7480} = 3.627 \cdot 10^{-3}$$

Theo  $\frac{V}{f'_c}$  và  $\varepsilon_{x_2} \rightarrow$  tra bảng  $\rightarrow \Phi_2 = 29.19^\circ$  và  $\beta_2 = 2.8$ .

Vậy số liệu để tính :  $\Phi = 29.19^\circ$  và  $\beta = 2.8$ .

#### d. Bố trí cốt đai trước rồi kiểm tra :

Bố trí đai :

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

$$V_u = 1741 \text{ KN} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 * 50 * 650 * 1404 = 4563 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

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

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

$$V_n = \min \left( \frac{V_u}{\Phi} + V_s + V_p \text{ và } 0.25 f'_c b_v d_v \right) = 7278 \text{ KN}.$$

$$+ V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v = 0.083 * 2.7 * \sqrt{50} * 650 * 1404 = 14.46 \text{ KN}.$$

$$+ V_s = V_u / \Phi - V_c - V_p = 1700.83 / 0.9 - 14.46 - 312.7 = 1562.65 \text{ KN}$$

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

- Tính góc  $\alpha_{tb}$  của các bó cáp tại  $x = d_v = 1404 \text{ mm}$ .

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{l} \left( 1 - \frac{2x}{l} \right) = \frac{4 * 110}{29400} \left( 1 - \frac{2 * 1213}{29400} \right) = 0.0137238 \rightarrow \alpha_1 = 0.78^\circ.$$

Tương tự cho các bó khác

$$\rightarrow \alpha_{tb} = \frac{1}{7} (0.78 + 1.43) + 7.18 + 7.81 + 8.44 = 3.97^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.069.$$

$$V_p = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \sin \alpha_{tb} = (0.8 * 0.9 * 1860 - 408.30) * 4836 * 0.069 = 312.70 \text{ KN}.$$

Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt :

$$V_u = 1144 \text{ KN} \leq 0.9 (V_c + V_s + V_p) = 0.9 (1562.65 + 312.7 + 14.46) \rightarrow \text{đạt}.$$

## VI. KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG :

### 1. Kiểm tra ứng suất MC 105 (giữa nhịp) :

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

$$+ \text{cường độ bê tông: } f_{ci}' = 0.8 f'_c = 40 \text{ MP}_a.$$

$$+ \text{cường độ ct dư: } f_{pi} = 0.74 f_{pu} = 0.74 * 1860 = 1376.4 \text{ MP}_a.$$

$$+ A_g = 875000 \text{ mm}^2$$

$$+I_g = 3.413 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 1115.5 \text{ mm}, y_1^d = 877 \text{ mm}, y_1^{tr} = 1023 \text{ mm}, M_1 = 3595 \text{ KN}$$

a. Kiểm tra ứng suất biên dới (us nén):

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

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376.4 - 240.1) \cdot 7480 = 8499524 \text{ N}$$

$$\rightarrow f_{bd} = \left| -\frac{8499524}{875000} - \frac{8499524 \cdot 1115.5}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{3595 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 1023 \right| = 23.29 \leq 0.6 f_{ci}' = 24 \text{ MP}_a.$$

b. Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \begin{cases} < 1.38 \text{ MP}_a \\ < 0.25 \sqrt{f_{ci}'} = 1.77 \end{cases}$$

Thay số :

$$f_{btr} = -\frac{8499524}{875000} + \frac{8499524 \cdot 1115.5 \cdot 1023}{3.413 \cdot 10^{11}} - \frac{3595 \cdot 10^6 \cdot 1023}{3.413 \cdot 10^{11}} = -1.14 \text{ MP}_a < 1.38 \rightarrow \text{đạt}$$

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

a. kiểm tra ứng suất biên dới :

$$f_{pi} = 0.8 f_{py} = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1860 = 1339.2 \text{ MP}_a.$$

$$\text{-lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 510) \cdot 7480 = 6202416 \text{ N}.$$

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

$$\begin{aligned} f_{bd} &= -\frac{6202416}{875000} - \frac{6202416 \cdot 1115.5}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{3595 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \\ &+ \frac{2447 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{(559 + 1180 + 3595) \cdot 10^6}{5.23 \cdot 10^{11}} \cdot 1127 \\ &= 3.37 \text{ MP}_a \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54 \end{aligned}$$

$\rightarrow$  đạt.

b. Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$y_1^{tr} = 1007.4 \text{ mm}, y_2^{tr} = 1038.93 \text{ mm}, y_3^{tr} = 798.03 \text{ mm}$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} - \frac{M_3}{I_c} y_3^{tr} \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MP}_a.$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{6202416}{875000} + \frac{6202416 * 760}{3.413 * 10^{11}} * 1007.4 - \frac{3595.10^6 * 1007.4}{3.413^{11}} - \frac{2447.10^6}{3.413 * 10^{11}} * 1038.93 - \frac{6336.3 * 10^6}{5.23.10^{11}} * 1038.93 \right|$$

$$\leq 0.45 f_c' = 0.45 * 50 = 22.5 MP_a$$

$$= |-17.3 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

## **2. Kiểm tra us mặt cắt gối 100 :**

### **2.1. Giai đoạn căng kéo :**

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

-Trong đó :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0.55x2 + 0.83x2 + 2.76 + 6.05 + 6.33 + 6.6) / 8 = 3.0625^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1488 - 212.53) * 7480 * 0.997 = 9511894.05 N$$

$$+ A_g = 1270000 mm^2, I_g = 4.1868x10^{11} mm^4, e_g = 174.9 mm, y_1^{tr} = 918 mm, y_1^d = 982 mm, M = 0$$

#### **a. Kiểm tra us biên dới :**

$$f_{bd} = -\frac{9511894.05}{1270000} - \frac{9511894.05 * 191}{4.1686x10^{11}} * 918 = |-11.14 MP_a| < 19.2 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

#### **b. Kiểm tra thớ trên :**

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{9511894.05}{1270000} + \frac{9511894.05 * 174.9}{4.1868x10^{11}} * 997 = -3.59 MP_a \text{ (nén)} < f_k \rightarrow \text{đạt.}$$

### **2.2. Giai đoạn khai thác:**

$$P_i = [1339.2 - (88.5 + 170.54)] * 7480 * 0.997 = 8071517.255 N.$$

$$I_c = 6.7810^{11} mm^4, y_2^{tr} = 923.67 mm, y_2^d = 976.33 mm.$$

#### **a. Kiểm tra us biên dới :**

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{8071517.255}{1292094} - \frac{8071517.255 * 174.9}{4.1686 * 10^{11}} * 976.33 = -9.55 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

#### **b. Kiểm tra us biên trên :**

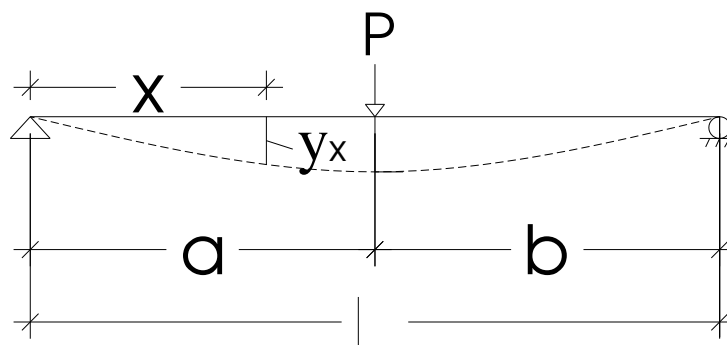
$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{8071517.255}{1292094} + \frac{8459986 * 396}{4.1686 * 10^{11}} * 976.33 = -4.57 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

## **VII. TÍNH ĐỘ VÔNG KẾT CẤU NHỊP :**

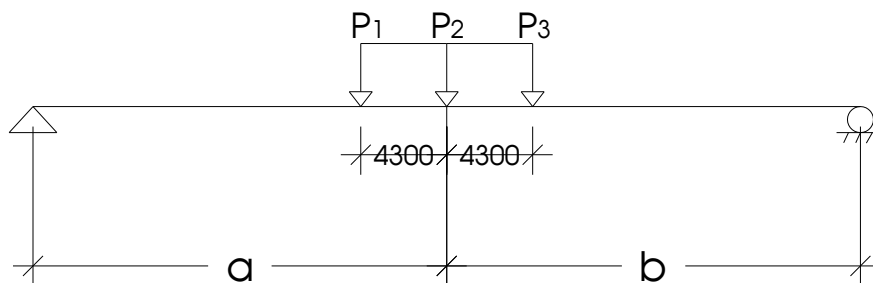
### **1. Kiểm tra độ võng do hoạt tải :**

+Tính độ võng mặt cắt có tọa độ x do lực p có tọa độ a,b nh hình vẽ .



$$y_x = \frac{p \cdot b \cdot x}{6 \cdot E_c \cdot I_c \cdot l} (l^2 - b^2 - x^2)$$

+Sơ đồ chất tải tính độ 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 105 do các lực  $p_1 \rightarrow$**

$b = 18700 + 4300 = 23000 \text{ mm}$ ,  $x = 18700 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 23000 \times 18700 \times (37400^2 - 23000^2 - 18700^2)}{6 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11} \times 37400} = 13.7 \text{ mm}.$$

**+Độ võng MC 105 do  $p_2 \rightarrow$**

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot l^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 37400^3}{48 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11}} = 14.98 \text{ mm}.$$

**+Độ võng MC 105 do  $p_3 \rightarrow$**   $b = 14400 \text{ mm}$ ,  $x = 18700 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \times 10^3 \times 14400 \times 18700 \times (37400^2 - 14400^2 - 18700^2)}{6 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11} \times 37400} = 3.35 \text{ mm}$$

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

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{13000 - 2 \times 500}{3500} = 3.4 = 3 \text{ làn}.$$

-hệ số xung kích  $(1+IM) = 1.25$ .

**+Độ võng 1 dầm chủ tại MC 105 :**

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

$$y = \frac{(13.7 + 14.98 + 3.35) \times 3}{6} \times 1.25 = 11.6 \text{ mm}.$$

$$+ \text{Kiểm tra : } y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 11.6 < \frac{37400}{800} = 46.75 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$$

## **2. Tính độ võng do tĩnh tải – lực căng trục và độ võng (MC 105):**

### **2.1. Độ võng do lực căng trục:**

$$\Delta_{DUL} = -\frac{6w.l^4}{384E_c I_g}.$$

$$\text{Trong đó: } w = \frac{8pe}{l^2}, e = e_g = 1115.5 \text{ mm}, I_g = 3.414 \times 10^{11} \text{ mm}^4.$$

$$p = (0.8f_{pu} - \Delta f_{PT})A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 538.72) \times 7600 = 7214528 \text{ N}.$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 7214528 \times 1115.5}{37400^2} = 46.03.$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{6 \times 46.03 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.414 \times 10^{11}} = -135.82 \text{ mm}.$$

### **2.2. Độ võng do trọng lượng bản thân dầm (giai đoạn 1): do $g_1 = 22.19 \text{ N/mm}$**

$$\Delta g_1 = \frac{6}{384} \cdot \frac{g_1.l^4}{E.I_g} = \frac{6 \times 20.5586 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.413 \times 10^{11}} = 60.64 \text{ mm}.$$

### **2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 13.994 \text{ N/mm}$ .**

$$\Delta g_2 = \frac{6}{384} \cdot \frac{g_2.l^4}{E.I_c} = \frac{5 \times 13.994 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.414 \times 10^{11}} = 41.21 \text{ mm}.$$

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

$$y_T = -135.82 + 60.64 + 41.21 = -33.97 \text{ mm}.$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là : 33.97 mm.

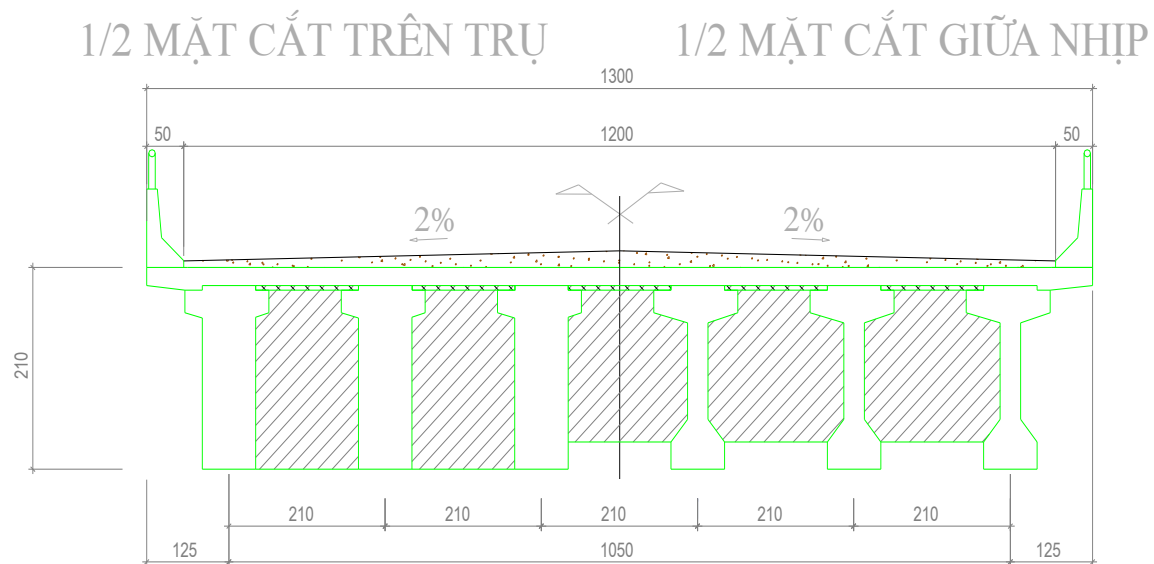
## CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN DẦM CHỦ

### I- TÍNH NỘI LỰC DẦM CHỦ:

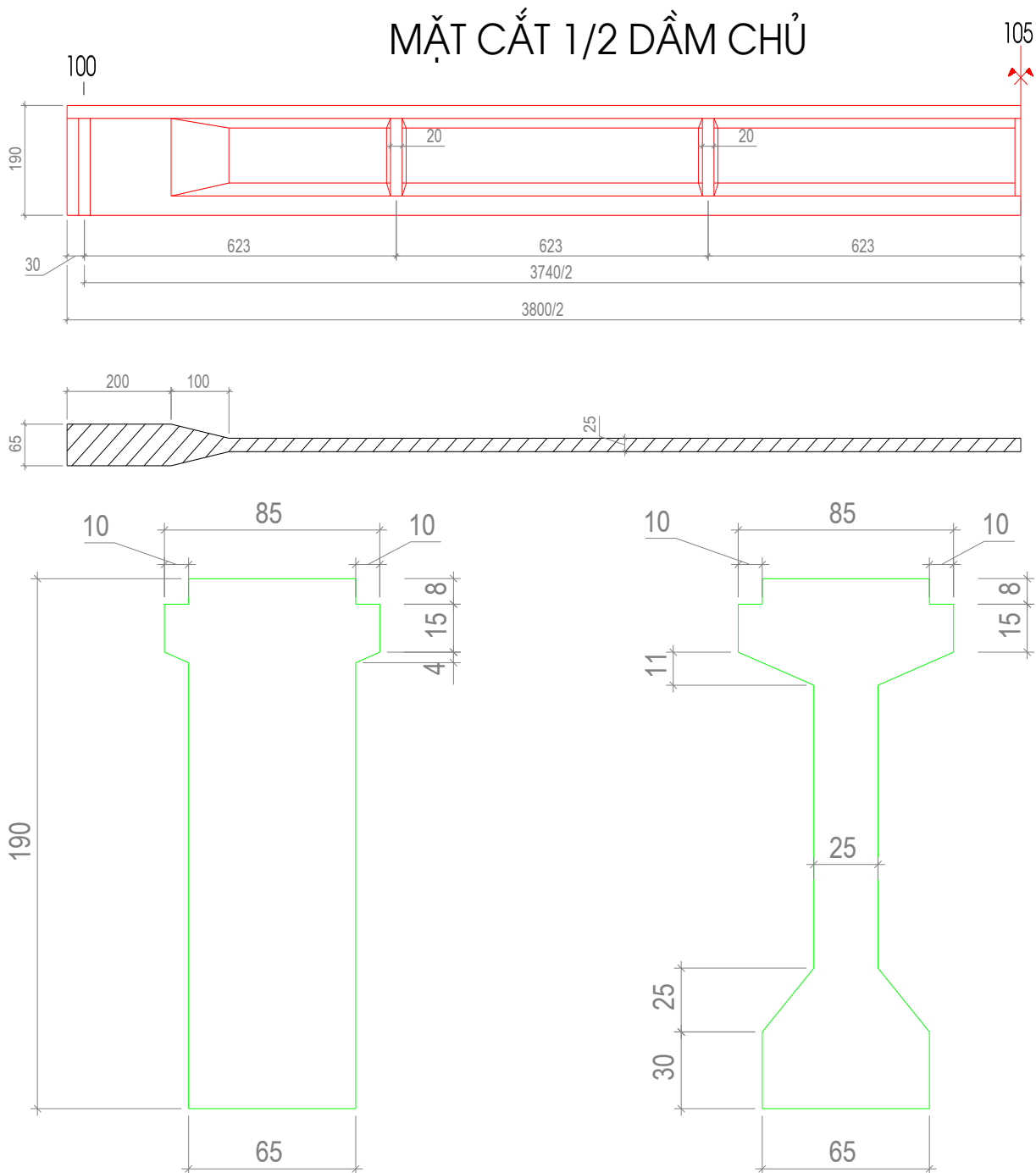
- Dầm chủ là dầm bê tông dự ứng lực tiết diện liên hợp căng sau, khi tính nội lực chỉ tính cho

1 dầm bất lợi nhất, các dầm khác thiết kế theo dầm đó.

### MẶT CẮT NGANG DẦM DẪN







### **1-Tính tải cho 1 dầm:**

#### ***1.1-Tính tải giai đoạn 1 ( $g_1$ ) - (giai đoạn căng kéo cốt thép DUL):***

$$H = \frac{1}{18} \cdot L = \frac{1}{18} \cdot 38 = 2.11(\text{m}) \rightarrow \text{Chọn } H = 2.1(\text{m}) ; H_b = 0,2 (\text{m})$$

$$A_{105} = [(H - H_b)b_w + (0.65 - b_w)0.3 + (0.65 - b_w)0.25/2 + (0.65 - b_w)0.08 +$$

$$+ (0,85 - b_w)0,15 + (0,85 - b_w)0,11/2] \quad (m^2)$$

$$A_{105} = [(2,1 - 0,2) \cdot 0,25 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,3 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,25/2 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 + (0,85 - 0,25) \cdot 0,15 + (0,85 - 0,25) \cdot 0,11/2] = 0,8(m^2)$$

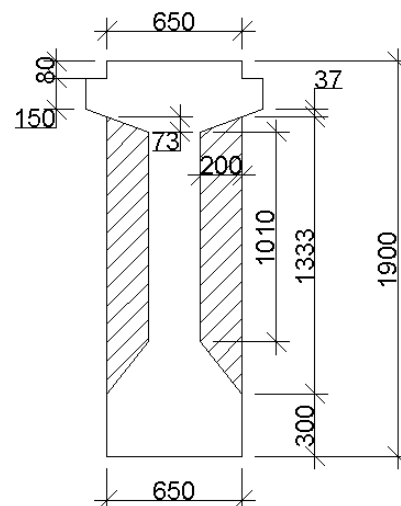
$$A_{105} = 0,8 (m^2)$$

$$\begin{aligned} A_{100} &= (H - H_b)0,65 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,0367 \cdot 0,1 (m^2) \\ &= (2,1 - 0,2) \cdot 0,65 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,04 \cdot 0,1 \\ &= 1,269 (m^2) \end{aligned}$$

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

$$g_{dn}^o = \frac{\gamma_c (1,01 + 1,333) \times 0,2 \times 0,2}{l_1} \quad (KN/m)$$

$$\rightarrow g_{dn}^o = \frac{24 \times (1,01 + 1,333) \times 0,2 \times 0,2}{9,65} = 0,233 (KN/m)$$



$$\Rightarrow g_1 = [A_{105} \times (40 - 2(1,5 + 1)) + A_{100} \times 2 \times 1,5 + \frac{A_{105} + A_{100}}{2} \times 2 \times 1] \times \frac{\gamma_c}{40} + g_{dn}^o$$

$$\Rightarrow g_1 = [0,8 \times (40 - 2(1,5 + 1)) + 1,269 \times 2 \times 1,5 + \frac{0,8 + 1,269}{2} \times 2 \times 1] \times \frac{24}{40} + 0,233$$

$$g_1 = 20,5586 (KN/m)$$

## 1.2-Tính tải giai đoạn 2 (khi đổ bản mặt cầu): ( $g_2$ )

a. Trọng lượng bản:

$$g_b = S \cdot h_b \cdot \gamma_c = 0,5 \times 0,2 \times 24 = 2,4 KN/m$$

b. Trọng lượng dầm ngang đổ tại chỗ:

$$g_{dn} = \frac{(2,1 - 0,2) \times (2,1 - 0,2 - 0,25) \times 0,2 \times 24}{9,35} = 1,61 KN/m$$

c. Do cột lan can

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2/n = 5,766 \times 2/6 = 1,922 Kn/m$$

d. Do lớp phủ

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng,lượng

riêng là 22,5 KN/m<sup>3</sup>.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng lượng

riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

+ Lớp phòng nước

Raccon#7(không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng lượng

riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

Tên lớp	Bề dày (m)	Trọng lượng riêng (KN/m <sup>3</sup> )	Khối lượng (KN/m <sup>2</sup> )
BT Asphalt	0.05	22.5	1.12
BT bảo vệ	0.03	24	0.72
Lớp tạo phẳng	0.03	24	0.72

Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:  $g_{lp} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56(\text{KN/m})$

kí hiệu :  $g_{2a} = g_{mn} + g_{dn} + g_{lc} = 2.4 + 1.61 + 1.922 = 5.932 \text{ Kn/m}$

$g_{2b} = g_{lp} = 2.56 \text{ Kn/m}$

Tính tải giai đoạn 2:  $g_2 = g_{2a} + g_{2b} = 8.492 \text{ Kn/m}$

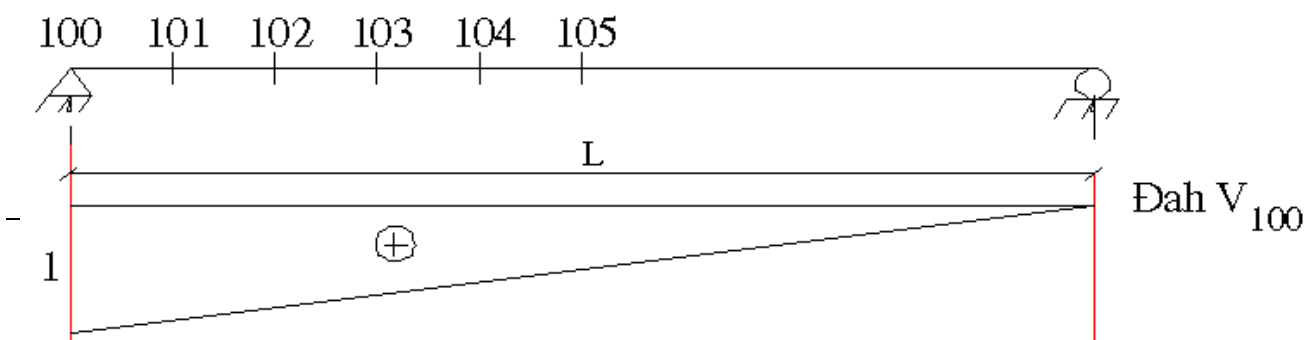
$\Rightarrow g_2 = g_b + g_{td} + g_{dn} = 10,08 + 2,784 + 1,13 = 13,994 \text{ KN/m}$

## **2. Vẽ đường ảnh hưởng M và V:**

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

**-Tại tiết diện 100 :**

$x = L/1 = 37,4 \text{ (m)}$

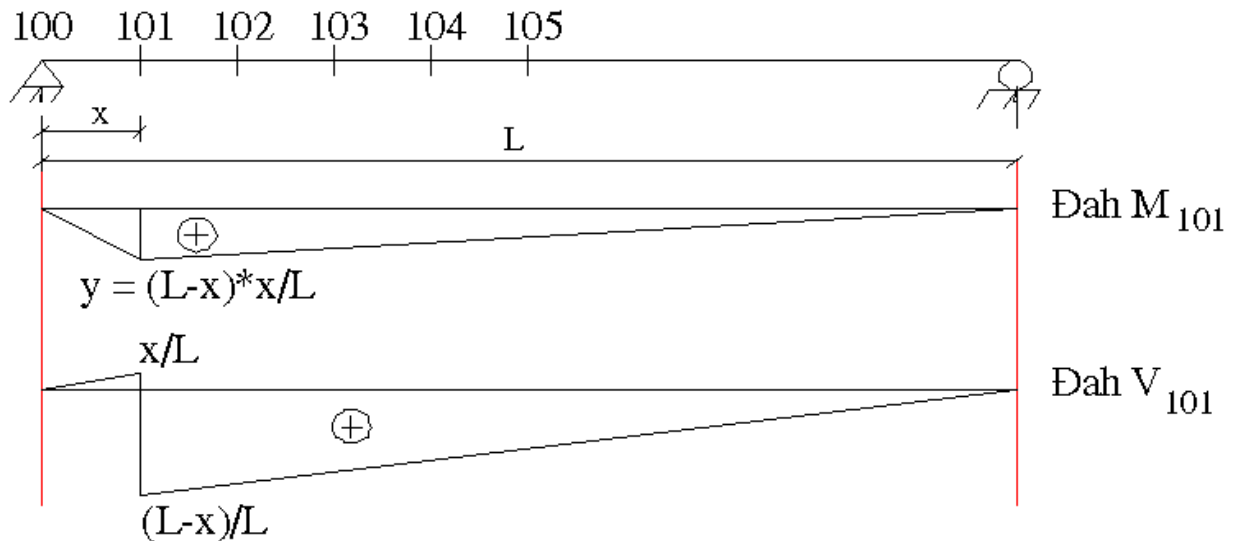


$$\omega_{M100} = 0$$

$$\omega + v_{100} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot 1 = 37,4 / 2 = 18,7 (\text{m}^2)$$

$$\omega - v_{100} = 0$$

**-Tại tiết diện 101:**  $x = L/10 = 37,4/10 = 3,74 \text{ (m)}$



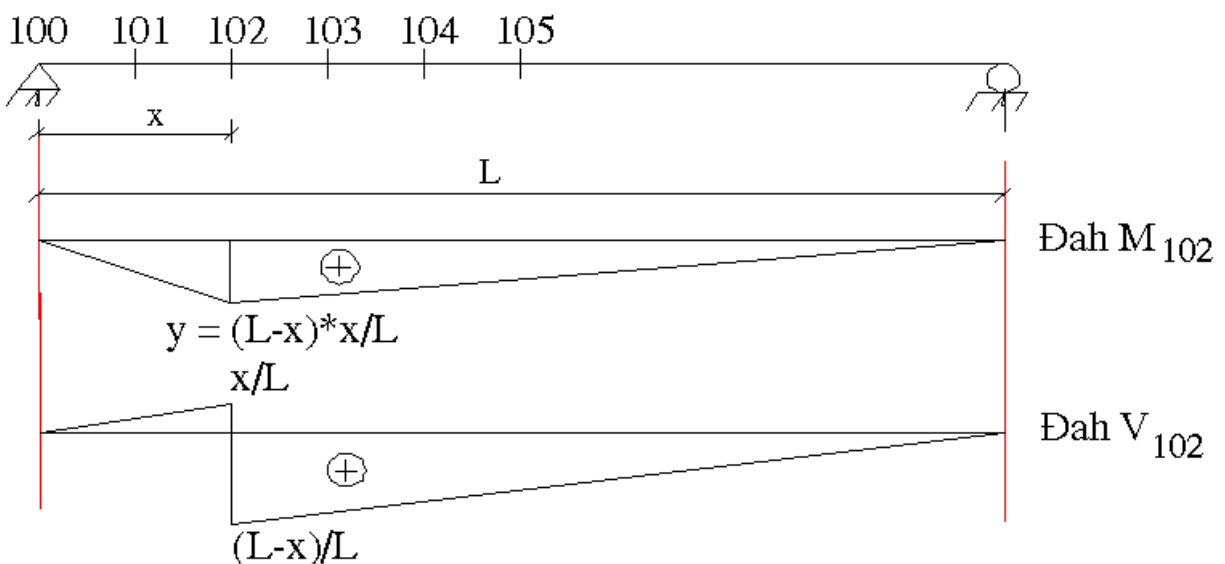
$$\omega_{M101} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{(37,4-3,74)}{37,4} \cdot 3,74 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M2} = 62,944$$

$$\omega + v_{101} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-3,74^2}{2 \cdot 37,4} = 15,147$$

$$\omega - v_{101} = \frac{x^2}{2L} = \frac{3,74^2}{2 \cdot 37,4} = 0,187$$

**-Tại tiết diện 102 :**  $x = L/5 = 37,4/5 = 7,48 \text{ (m)}$



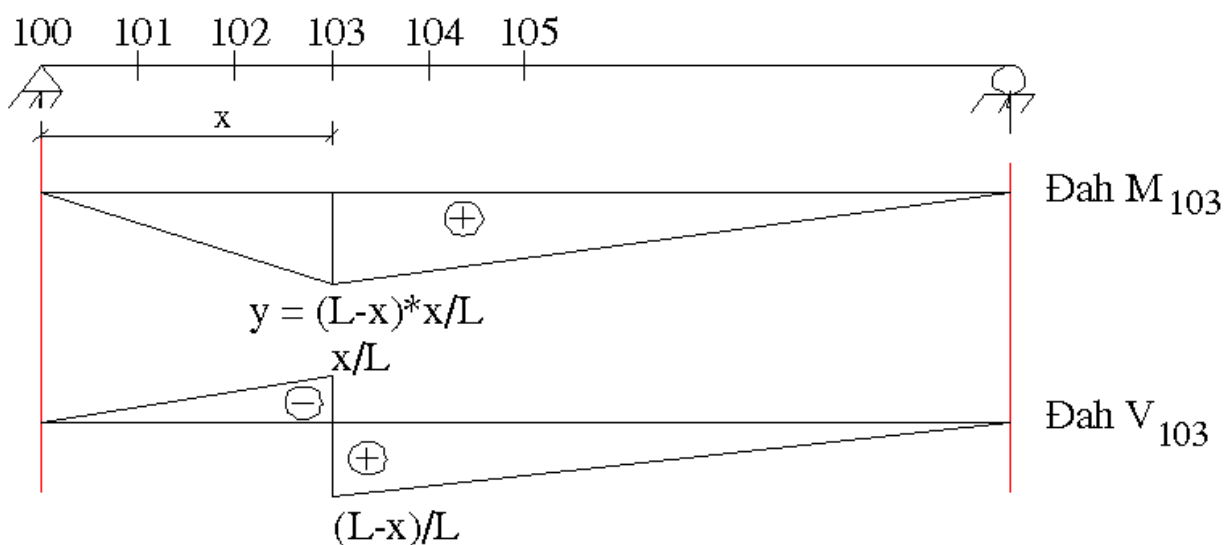
$$\omega_{M_{102}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-7,48}{37,4} \cdot 7,48 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{102}} = 111,9$$

$$\omega_{+V_{102}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-7,48^2}{2 \cdot 37,4} = 11,968$$

$$\omega_{-V_{102}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{7,48^2}{2 \cdot 37,4} = 0,748$$

**-Tại tiết diện 103 :**  $x = \frac{3L}{10} = \frac{3 \cdot 37,4}{10} = 11,22 \text{ (m)}$



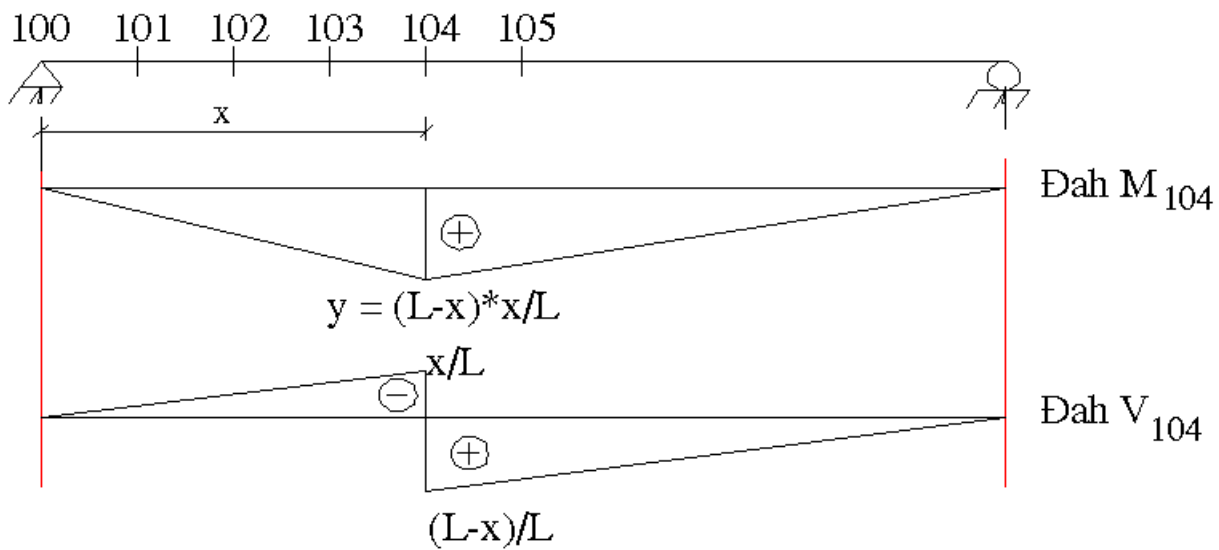
$$\omega_{M_{103}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-11,22}{37,4} \cdot 11,22 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{103}} = 146,87$$

$$\omega_{+V_{103}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-11,22^2}{2 \cdot 37,4} = 9,163$$

$$\omega_{-V_{103}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{11,22^2}{2 \cdot 37,4} = 1,683$$

-**Tại tiết diện 104 :**  $x = \frac{2L}{5} = \frac{2 \times 37,4}{5} = 14,96 \text{ (m)}$



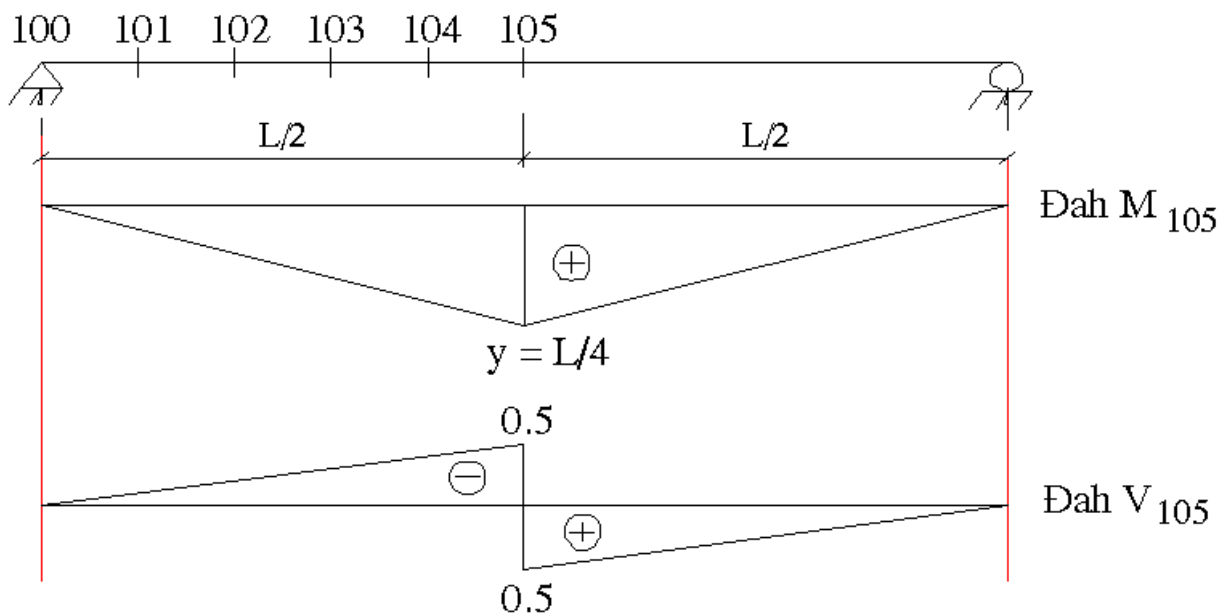
$$\omega_{M_{104}} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-14,96}{37,4} \cdot 14,96 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M_{104}} = 167,85$$

$$\omega_{+V_{104}} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-14,96^2}{2 \cdot 37,4} = 6,732$$

$$\omega_{-V_{104}} = \frac{x^2}{2L} = \frac{14,96^2}{2 \cdot 37,4} = 2,992$$

-**Tại tiết diện 105 :**  $X = \frac{L}{2} = \frac{37,4}{2} = 18,7 \text{ (m)}$



$$\omega_{M105} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot \frac{L}{2} = \frac{37,4-18,7}{37,4} \cdot 18,7 \cdot \frac{37,4}{2}$$

$$\rightarrow \omega_{M105} = 174,845$$

$$\omega_{+V105} = \frac{L-x^2}{2L} = \frac{37,4-18,7^2}{2 \cdot 37,4} = 4,675$$

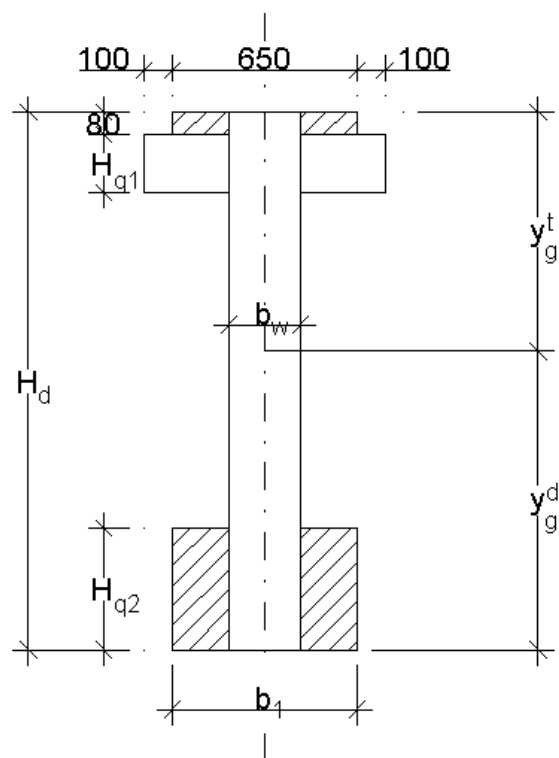
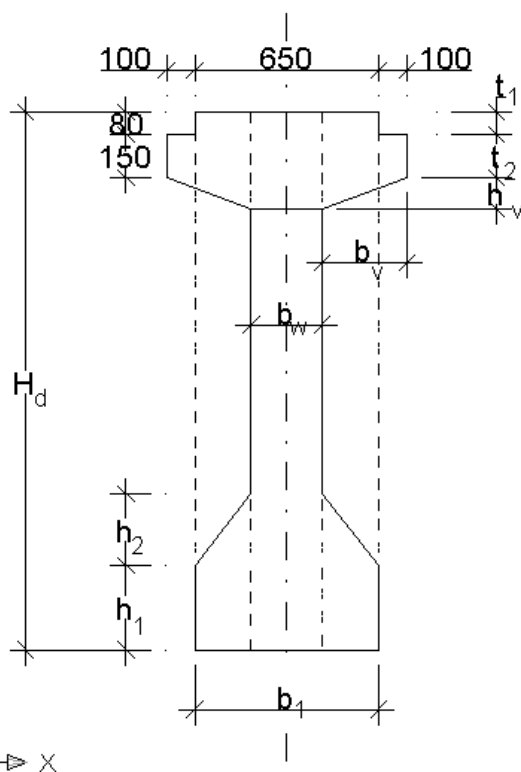
$$\omega_{-V105} = \frac{x^2}{2L} = \frac{18,7^2}{2 \cdot 37,4} = 4,675$$

### **3.Lập bảng tính nội lực tĩnh tải (không có hệ số):**

	Tĩnh tải (KN/m)					Mômen (KN/m)						Lực cắt (KN)					
	$g_1$	$g_2$	$g_{lc}$	$g_{lp}$	$\omega_M$	$M_1$	$M_2$	$M_{lc}$	$M_{lp}$	$\omega -$	$\omega +$	$\Sigma \omega$	$V_1$	$V_2$	$V_{lc}$	$V_{lp}$	
100	20.56	13.99	1.922	2.56						0	18.7	18.7	384	262	60	126	
101					63	1294	881	201	425	0.187	15.147	14.96	308	209	48	101	
102					112	2301	1566	358	755	0.748	11.968	11.22	231	157	36	76	
103					147	3019	2055	470	991	1.683	9.163	7.48	154	105	24	51	
104					168	3451	2349	537	1133	2.992	6.732	3.74	77	52	12	25	
105					175	3595	2447	559	1180	4.675	4.675	0	0	0	0	0	

### **4. Tính hệ số phân phối mômen và hệ số phân phối lực cắt:**

#### ***4.1-Đặc tr- ng hình học tác dụng phân đúc sẵn :***



$$+ H_{q1} = 150 + \frac{h_v}{2} = 150 + \frac{110}{2} = 205 \text{ mm}$$

$$+ H_{q2} = h_1 + \frac{h_2}{2} = 300 + \frac{250}{2} = 425 \text{ mm}$$

$$+ A_g = b_v \cdot H_d + (0,65 - b_w) \cdot 0,08 + b_w \cdot H_{q1} \cdot 2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2}$$

$$A_g = 0,3 \cdot 1,9 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 + 0,25 \cdot 0,205 \cdot 2 + (0,65 - 0,25) \cdot 0,425$$

$$A_g = 0,875 \text{ m}^2$$

- Mômen tĩnh với đáy:  $S_{gd}$

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

$$S_{gd} = 0,25 \cdot \frac{1,9^2}{2} + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 \cdot (1,9 - \frac{0,08}{2}) + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,205 \cdot (1,9 - 0,08 - \frac{0,205}{2}) + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,425^2}{2}$$

$$S_{gd} = 0,7677 \text{ m}^3$$

- Mô men quán tính:  $I_g$



$$+ y_{dg} = \frac{S_{gd}}{A_g} = \frac{0,7677}{0,875} = 0,877m$$

$$y_{tg} = H_d - y_{dg} = 1,9 - 0,877 = 1,023m$$

$$+ I_g = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_{dg} - \frac{H_d}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_{tg} - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_{tg} - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_{dg} - \frac{H_{q2}}{2})^2$$

I

$$_g = 0,25 \cdot \frac{1,9^3}{12} + 0,25 \cdot 1,9 \cdot (0,877 - \frac{1,9}{2})^2 + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,08^3}{12} + (0,65 - 0,25) \cdot 0,08 \cdot (1,023 - \frac{0,08}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,205^3}{12} + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,205 \cdot (1,023 - 0,08 - \frac{0,205}{2})^2 + (0,65 - 0,25) \cdot \frac{0,425^3}{12} +$$

$$+ (0,65 - 0,25) \cdot 0,425 \cdot (0,877 - \frac{0,425}{2})^2$$

$$I_g = 0,3413 \text{ m}^4$$

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

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

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

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

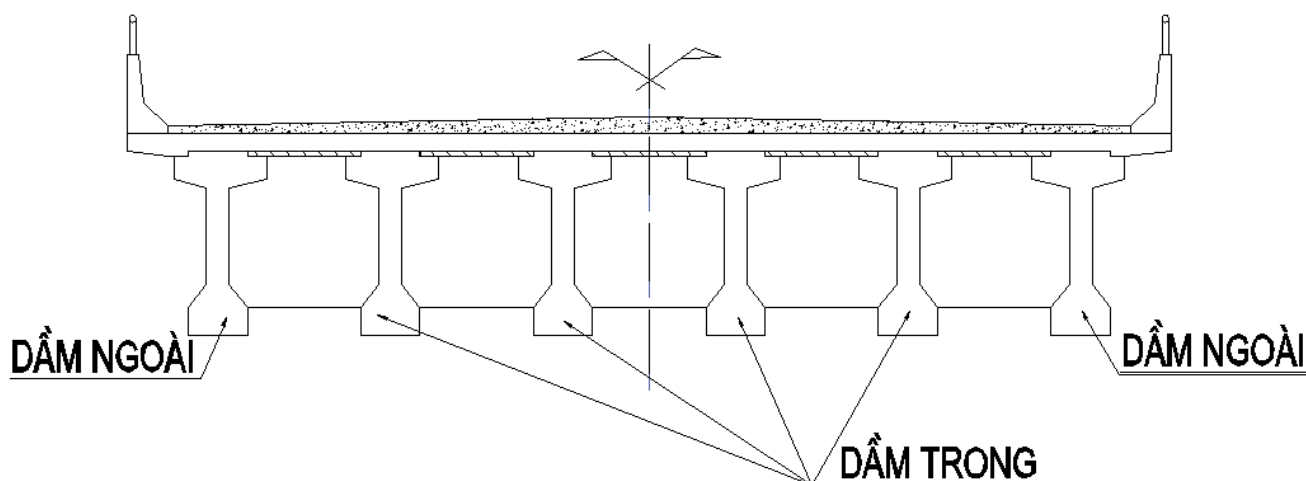
$$+ E_d = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 50^{0,5} = 35750 \text{ Mpa}$$

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

$$+ e_g = y_{tg} + \frac{t_s}{2} = 1,023 + \frac{0,2 - 0,015}{2} = 1,1155m$$

- Thay vào ta có:

$$K_g = n(I_g + A_g \cdot e_g^2) = 0,774 \cdot (3,413 \cdot 10^{11} + 8,75 \cdot 10^5 \cdot 1115,5^2) = 1,1069 \cdot 10^{12}$$

**4.2-Tính hệ số phân phối mô men:****a. Dầm trong:**

- Một làn xe:

$$mg_M^1 = 0,06 + \left( \frac{S}{4300} \right)^{0.4} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.3} \left( \frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$mg_M^1 = 0,06 + \left( \frac{2100}{4300} \right)^{0.4} \left( \frac{2100}{37400} \right)^{0.3} \left( \frac{1,1069.10^{12}}{37400 * 185^3} \right)^{0.1} = 0,428$$

- Hai làn xe:

$$mg_M^2 = 0,075 + \left( \frac{S}{2900} \right)^{0.6} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.2} \left( \frac{K_g}{L * t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$mg_M^2 = 0,075 + \left( \frac{2100}{2900} \right)^{0.6} \left( \frac{2100}{37400} \right)^{0.2} \left( \frac{1,1069.10^{12}}{37400 * 185^3} \right)^{0.1} = 0,615$$

Trong đó:

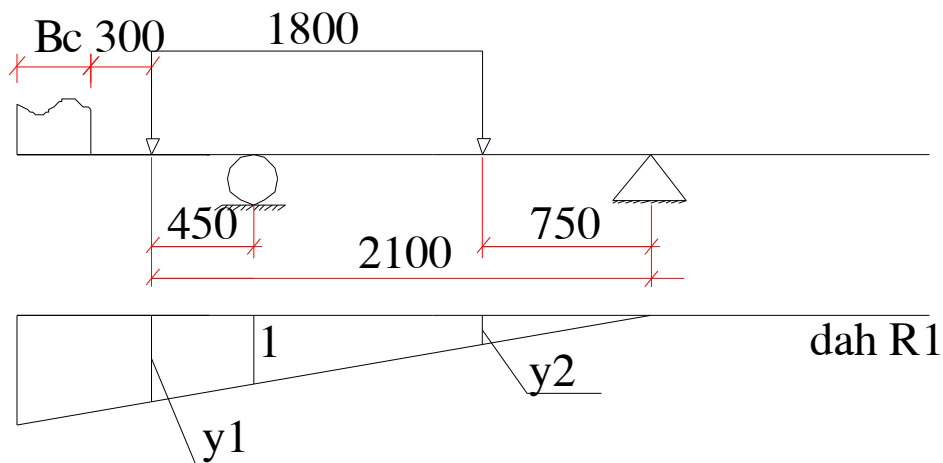
+ S (mm)      khoảng cách hai dầm chủ S = 2100 (mm)

+ L = (L<sub>D</sub> - 2 x 300) = 38000 - 600 = 37400 (mm)

+ t<sub>s</sub> = h<sub>b</sub> - 15 = 200 - 15 = 185 (mm)

**b. Dầm ngoài:**

- Một làn xe : tính theo đòn bẩy =>



$$y_1 = \frac{S + 0,45}{S} = \frac{2,1 + 0,45}{2,1} = 1,2$$

$$y_2 = \frac{0,75}{S} = \frac{0,75}{2,1} = 0,36$$

$$mg_M^3 = m_L \frac{y_1 + y_2}{2} = 1,2 \cdot \frac{1,2 + 0,36}{2} = 0,936$$

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

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

$$+ \text{ Với } d_e = L - 500 = 1250 - 500 = 750 \text{ (mm)}$$

$$e = 0,77 + \frac{750}{2800} = 1,04 > 1 \quad \Rightarrow \text{Chọn } e = 1,1$$

$$\Rightarrow mg_M^4 = e \cdot mg_m^2 = 1,1 \cdot 0,615 = 0,6765$$

So sánh 4  $mg_M$  chọn  $mg_M = 0,936$

**4.3-Tính hệ số phân phối lực cắt:**

**a. Dầm trong :**

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

$$\rightarrow mg_v^{SI} = 0.36 + \frac{2100}{7600} = 0,64$$

$$+ \geq 2 \text{ lần xe : } mg_v^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left( \frac{S}{10700} \right)^2$$

$$\begin{aligned} \rightarrow mg_v^{MI} &= 0.2 + \frac{2100}{3600} - \left( \frac{2000}{10700} \right)^2 \\ &= 0,745 \end{aligned}$$

**b. Dầm ngoài:**

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

$$m.g_v^{SI} = 0,936$$

+  $\geq$  Hai lần xe:

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

$$\text{Với } e = 0,6 + \frac{d_e}{3000} = 0,6 + \frac{750}{3000} = 0,85. \text{ Vì } e \geq 1 \text{ nên ta chọn } e = 1$$

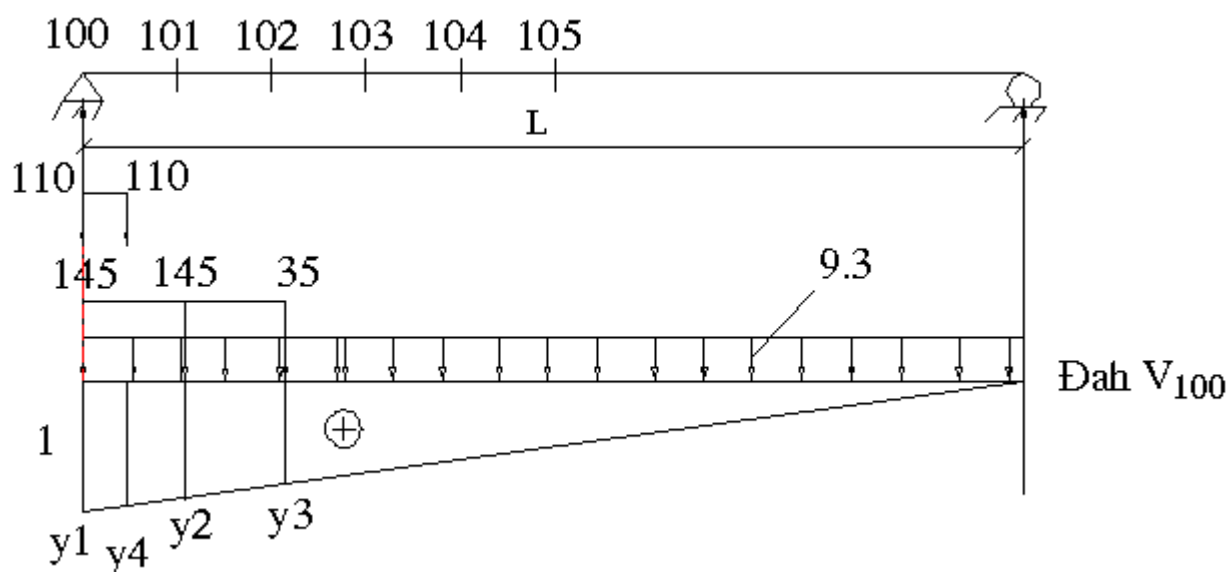
$$\Rightarrow mg_v^{ME} = 1.0,745 = 0,745$$

So sánh chọn  $mg_v = 0,936$

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

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

#### ***5.1) Tiết diện 100 (Chỉ có lực cắt):***



$$+) y_1 = 1$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 4,3}{37,4} = 0,885$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 2,4,3}{37,4} = 0,77$$

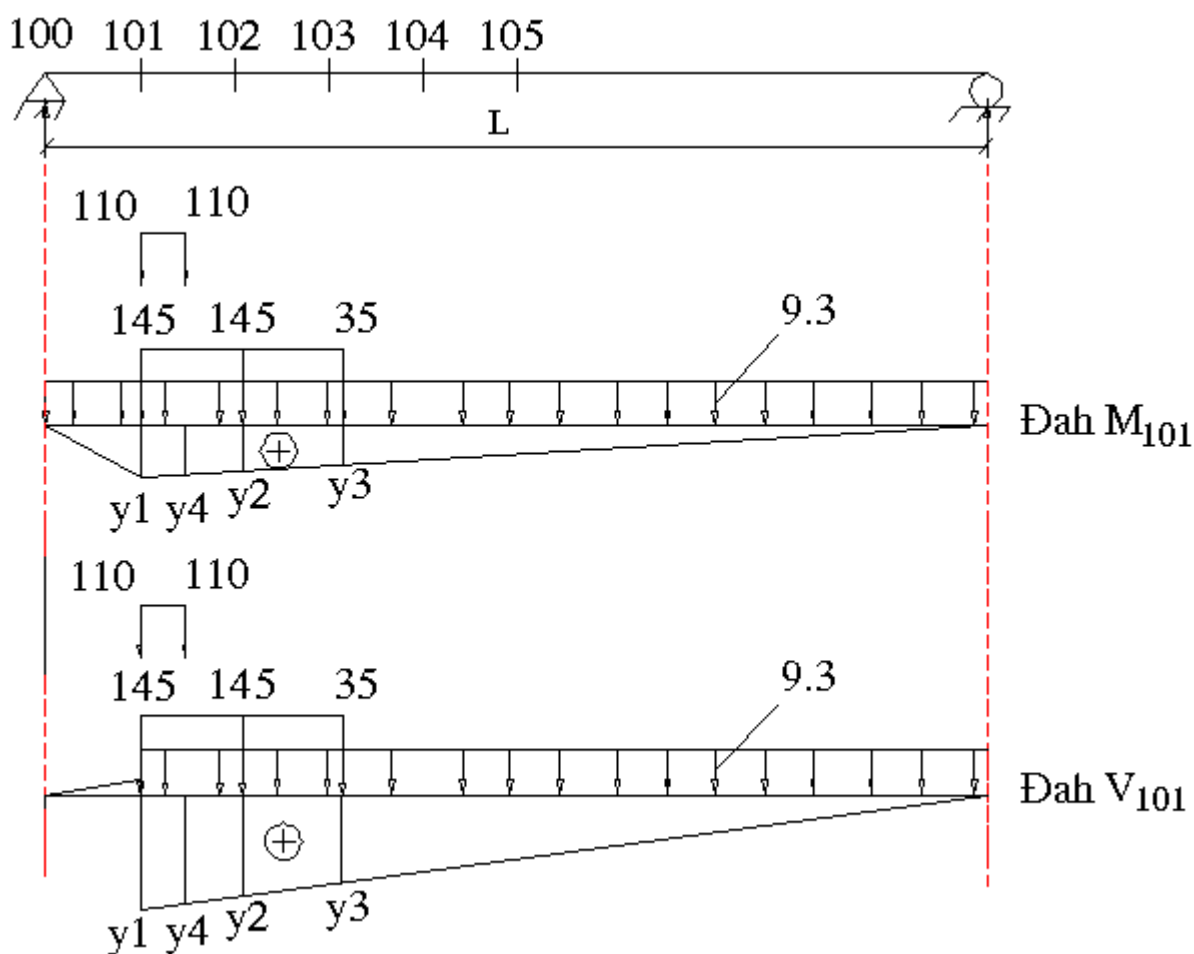
$$+) y_4 = \frac{37,4 - 1,2}{37,4} = 0,97$$

$$\begin{aligned} + \text{Lực cắt do xe 3 trục : } V_{100}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \cdot mg_v \quad (\text{KN}) \\ &= [145 \cdot (1 + 0,885) + 35 \cdot 0,77] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{100}^{Tr} &= 281,06 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Lực cắt do xe Tandem: } V_{100}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \cdot mg_v \quad (\text{KNm}) \\ \Rightarrow V_{100}^{Ta} &= 110 \cdot (1 + 0,97) \cdot 0,936 \\ &= 202,83 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Lực cắt do tải trọng Làn: } V_{100}^{Ln} &= 9,3 \omega \cdot mg_v \quad (\text{KN}) \\ \Rightarrow V_{100}^{Ln} &= 9,3 \times 0,5 \times 1 \times 37,4 \times 0,936 = 162,8 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

**5.2, Tiết diện 101 ( Có cả M&V) tại  $L/10 = 3,74m$**



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 3,74}{37,4} \cdot 3,74 = 3,366$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 3,74 - 4,3}{37,4} \cdot 3,74 = 2,936$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 3,74 - 2,4,3}{37,4} \cdot 3,74 = 2,506$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 3,74 - 1,2}{37,4} \cdot 3,74 = 3,246$$

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

$$= [145.(3,366+2,936)+35.2,506]0,936$$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 937,4 (\text{KNm})$$

+ Mômen do xe Tandem:  $M_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{101}^{Tr} = 110.(3,366+3,246)0,936$$

$$= 680,77 (\text{KNm})$$

+ Mômen do tải trọng Làn:  $M_{101}^{Ln} = 9,3 \omega_M^+ m g_M (\text{KNm})$

$$\Rightarrow M_{101}^{Ln} = \frac{1}{2} \times 9,3 \times 37,4 \times 3,366 \times 0,936 = 547,9 (\text{KNm})$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 3,74}{37,4} = 0,9$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 3,74 - 4,3}{37,4} = 0,785$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 3,74 - 2,4,3}{37,4} = 0,67$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 3,74 - 1,2}{37,4} = 0,87$$

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

$$= [145.(0,9 + 0,785) + 35.0,67]0,936$$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 205,64 (\text{KN})$$

+ Do xe Tandem:  $V_{101}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) m g_V (\text{KN})$

$$\Rightarrow V_{101}^{Tr} = 110.(0,9 + 0,87)0,936$$

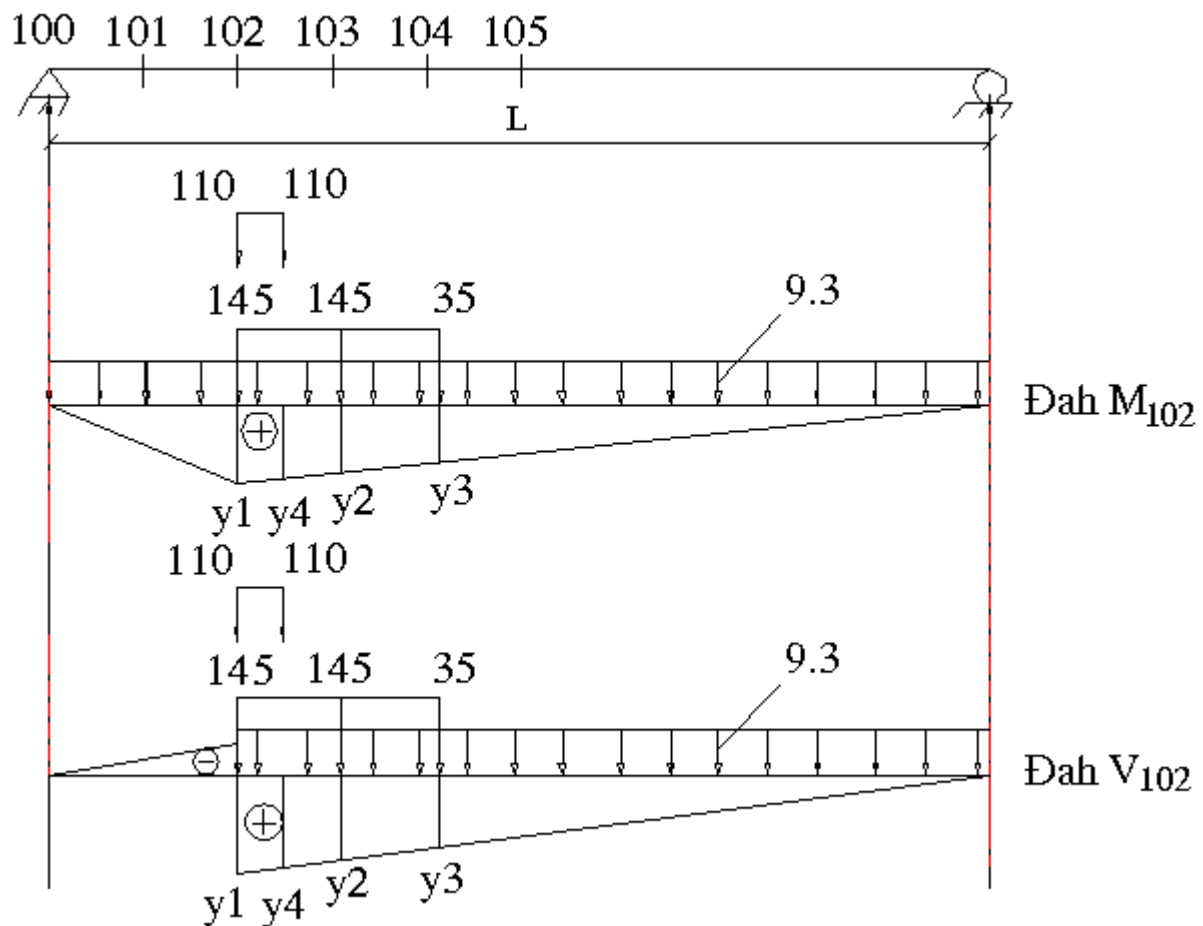
$$= 182,24 (\text{KN})$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{101}^{Ln} = 9,3 \omega_V^+ m g_V (\text{KNm})$

$$\Rightarrow V_{101}^{Ln} = \frac{1}{2} \times 9,3 \times 0,9 \times (37,4 - 3,74) \times 0,936$$

$$= 131,85 (\text{KN})$$

5.3, Tiết diện 102 tại  $\frac{L}{5} = 7,48m$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 7,48}{37,4} \cdot 7,48 = 5,984$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 7,48 - 4,3}{37,4} \cdot 7,48 = 5,124$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 7,48 - 2 \cdot 4,3}{37,4} \cdot 7,48 = 4,264$$

$$+) y_4 = \frac{37,4 - 7,48 - 1,2}{37,4} \cdot 7,48 = 5,744$$



$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do xe 3 trục : } M_{102}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] mg_M \text{ (KNm)} \\
 &= [145.(5,984 + 5,124) + 35.4,264] 0,936 \\
 \Rightarrow M_{102}^{Tr} &= 1647,27 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do xe Tandem: } M_{102}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) mg_M \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow M_{102}^{Ta} &= 110.(5,984 + 5,744).0,936 \\
 &= 1207,5 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Mômen do tải trọng Làn: } M_{102}^{Ln} &= 9.3 \omega_M mg_M \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow M_{102}^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9.3.37,4.5,984.0,936 = 974,07 \text{ (KNm)}
 \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 7,48}{37,4} = 0,8$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 7,48 - 4,3}{37,4} = 0,685$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 7,48 - 2.4,3}{37,4} = 0,57$$

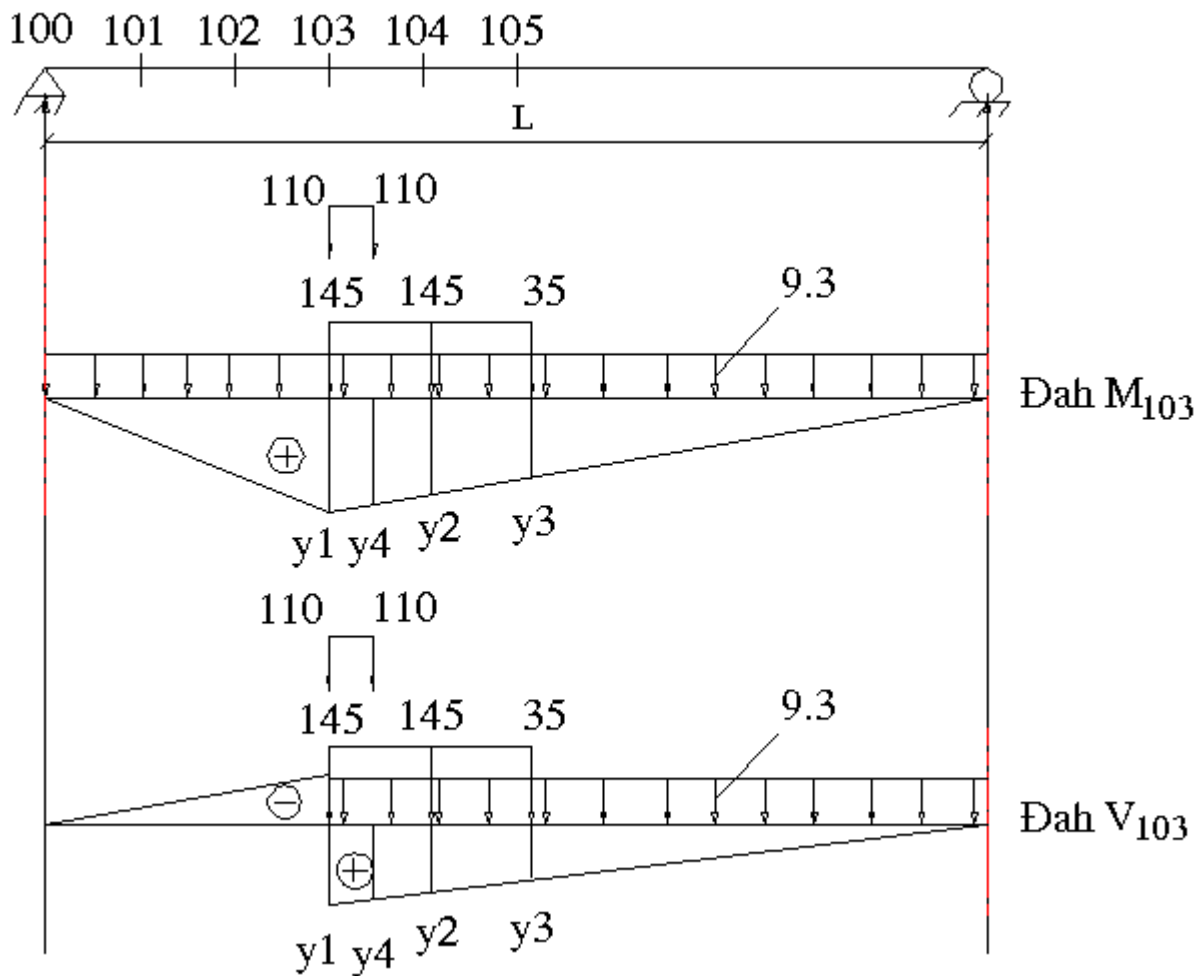
$$+) y_4 = \frac{37,4 - 7,48 - 1,2}{37,4} = 0,77$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do xe 3 trục : } V_{102}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] mg_V \text{ (KN)} \\
 &= [145.(0,8 + 0,685) + 35.0,57].0,936 \\
 \Rightarrow V_{102}^{Tr} &= 220,22 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do xe Tandem: } V_{102}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) mg_V \text{ (KN)} \\
 \Rightarrow V_{102}^{Ta} &= 110.(0,8 + 0,77).0,936 \\
 &= 161,65 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \text{ Do tải trọng Làn: } V_{102}^{Ln} &= 9.3 \omega_V^+ mg_V \text{ (KNm)} \\
 \Rightarrow V_{102}^{Ln} &= \frac{1}{2} . 9.3.0,8.(37,4 - 7,48).0,936 \\
 &= 104,18 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

5.4, Tiết diện 103 tại vị trí  $\frac{3L}{10} = 11,22 \text{ m}$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 11,22}{37,4} \cdot 11,22 = 7,854$$

$$+) y_2 = \frac{37,4 - 11,22 - 4,3}{37,4} \cdot 11,22 = 6,564$$

$$+) y_3 = \frac{37,4 - 11,22 - 2 \cdot 4,3}{37,4} \cdot 11,22 = 5,274$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-11,22-1,2}{37,4} \cdot 11,22 = 7,494$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_{103}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (7,854 + 6,564) + 35 \cdot 5,274] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{103}^{Tr} &= 2129,6 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_{103}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{103}^{Ta} &= 110 \cdot (7,854 + 7,494) \cdot 0,936 \\ &= 1580,23 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_{103}^{Ln} &= 9,3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{103}^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 7,854 \cdot 0,936 \\ &= 1278,47 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4-11,22}{37,4} = 0,7$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-11,22-4,3}{37,4} = 0,585$$

$$+) y_3 = \frac{37,4-11,22-2 \cdot 4,3}{37,4} = 0,47$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-11,22-1,2}{37,4} = 0,668$$

$$\begin{aligned} + \text{Do xe 3 trục : } V_{103}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ &= [145 \cdot (0,7 + 0,585) + 35 \cdot 0,47] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{103}^{Tr} &= 189,8 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

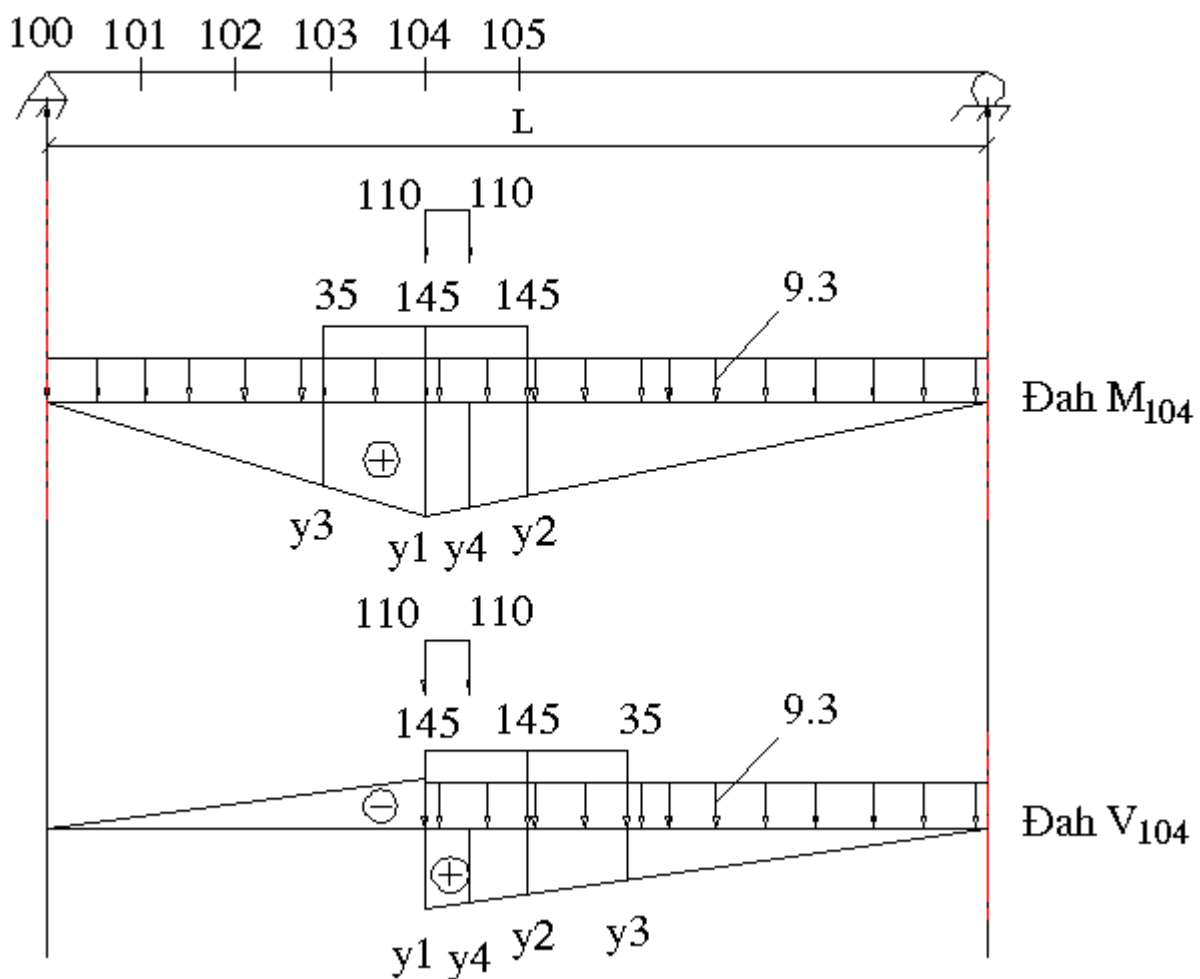
$$\begin{aligned} + \text{Do xe Tandem: } V_{103}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ \Rightarrow V_{103}^{Ta} &= 110 \cdot (0,7 + 0,668) \cdot 0,936 \\ &= 140,85 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{103}^{Ln} = 9.3 \omega_v^+ mg_v$  (KNm)

$$\Rightarrow V_{103}^{Ln} = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,7 \cdot (37,4 - 11,22) \cdot 0,936$$

$$= 79,76(\text{KN})$$

5.5, Tiết diện 104 tại vị trí  $\frac{2L}{5} = 14,96m$



a, Mômen

$$+) y_1 = \frac{37,4 - 14,96}{37,4} \cdot 14,96 = 8,976$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-14,96-4,3}{37,4} \cdot 14,96 = 7,256$$

$$+) y_3 = \frac{14,96-4,3}{14,96} \cdot 8,976 = 6,396$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-14,96-1,2}{37,4} \cdot 14,96 = 8,496$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_{104}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (8,976 + 7,256) + 35 \cdot 6,396] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{104}^{Tr} &= 2412,54 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe Tandem: } M_{104}^{Ta} &= 110 (y_1 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{104}^{Ta} &= 110 \cdot (8,976 + 8,496) \cdot 0,936 \\ &= 1798,92 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do tải trọng Làn: } M_{104}^{Ln} &= 9,3 \omega_M^+ \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ \Rightarrow M_{104}^{Ln} &= \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 8,976 \cdot 0,936 \\ &= 1461,1 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

b, Lực cắt:

$$+) y_1 = \frac{37,4-14,96}{37,4} = 0,6$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-14,96-4,3}{37,4} = 0,485$$

$$+) y_3 = \frac{37,4-14,96-2,4,3}{37,4} = 0,37$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-14,96-1,2}{37,4} = 0,568$$

$$\begin{aligned} + \text{Do xe 3 trục : } V_{104}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_V \text{ (KN)} \\ &= [145 \cdot (0,6 + 0,485) + 35 \cdot 0,37] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow V_{104}^{Tr} &= 159,38 \text{ (KN)} \end{aligned}$$

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

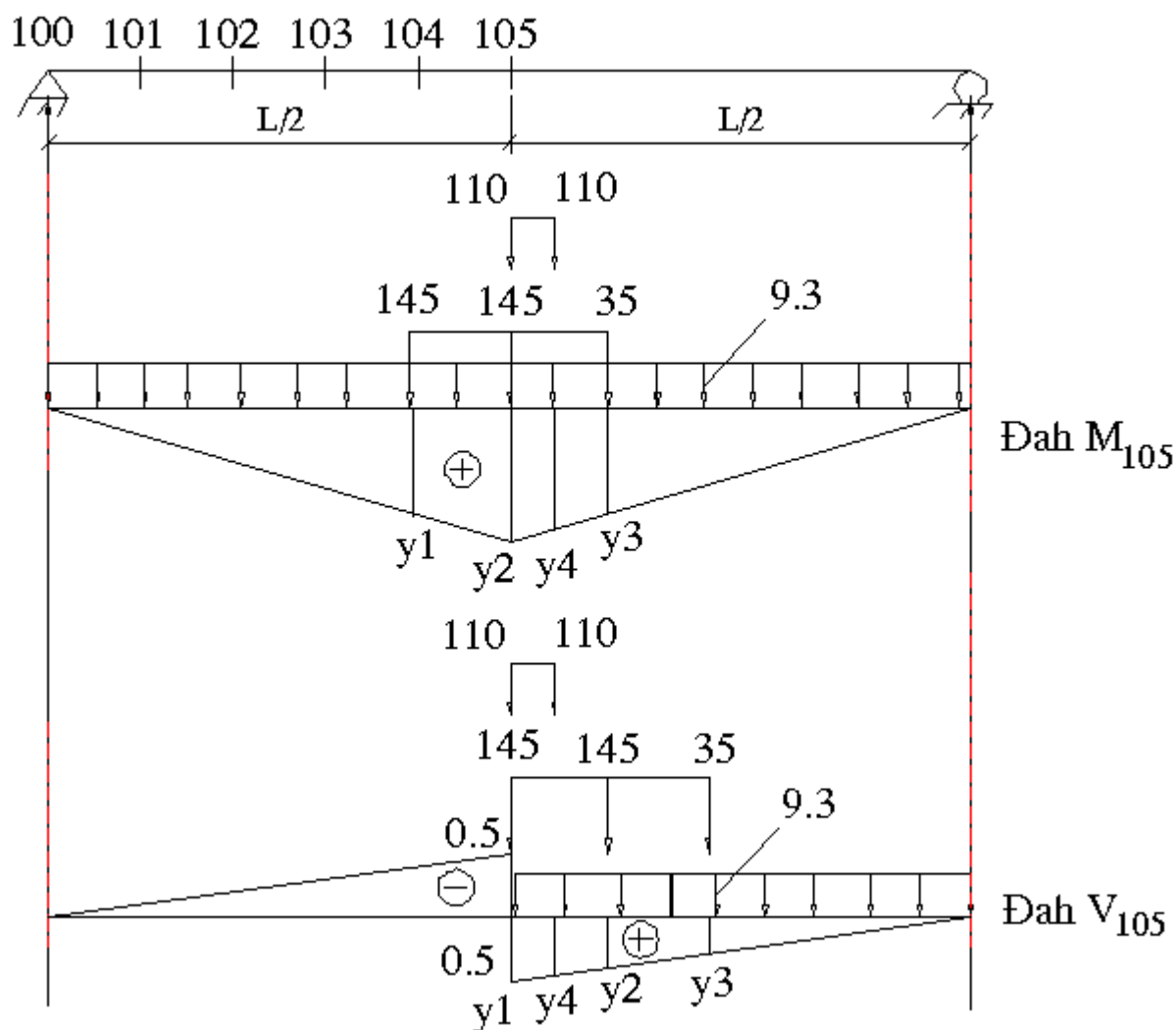
$$\Rightarrow V_{104}^{Ta} = 110.(0,6+0,568).0,936$$

$$= 120,26 \text{ (KN)}$$

+ Do tải trọng Làn:  $V_{104}^{Ln} = 9.3 \omega_v^+ m g_v \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{104}^{Ln} = \frac{1}{2} . 9,3 . 0,6 . (37,4 - 14,96) . 0,936 = 58,6 \text{ (KN)}$$

**5.6, Tiết diện 105 tại vị trí  $\frac{L}{2} = 18,7m$**



a, Mômen

$$+) y_2 = \frac{L}{4} = 9,35$$

$$+) y_1 = \frac{18,7 - 4,3}{18,7} \cdot 9,35 = 7,2$$

$$+) y_3 = y_1 = 7,2$$

$$+) y_4 = \frac{18,7 - 1,2}{18,7} \cdot 9,35 = 8,75$$

$$\begin{aligned} + \text{Mômen do xe 3 trục : } M_{105}^{Tr} &= [145(y_1 + y_2) + 35y_3] \text{ mg}_M \text{ (KNm)} \\ &= [145 \cdot (7,2 + 9,35) + 35 \cdot 7,2] \cdot 0,936 \\ \Rightarrow M_{105}^{Tr} &= 2482 \text{ (KNm)} \end{aligned}$$

$$+ \text{Mômen do xe Tandem: } M_{105}^{Ta} = 110 (y_2 + y_4) \text{ mg}_M \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M_{105}^{Ta} = 110.(9,35+8,75).0,936$$

$$= 1863,576 \text{ (KNm)}$$

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

$$\Rightarrow M_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} .9,3.37,4.9,35.0,936 = 1522 \text{ (KNm)}$$

b, Lực cắt:

$$+ y_1 = 0,5$$

$$+) y_2 = \frac{18,7-4,3}{18,7} .0,5 = 0,385$$

$$+) y_3 = \frac{18,7-2.4,3}{18,7} .0,5 = 0,27$$

$$+) y_4 = \frac{18,7-1,2}{18,7} .0,5 = 0,47$$

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

$$= [145.(0,5+0,385) + 35.0,27].0,936$$

$$\Rightarrow V_{105}^{Tr} = 128,96 \text{ (KN)}$$

+ Mômen do xe Tandem:  $V_{105}^{Ta} = 110 (y_1 + y_4) mg_V \text{ (KNm)}$

$$\Rightarrow V_{105}^{Ta} = 110.(0,5+0,47).0,936$$

$$= 99,87 \text{ (KNm)}$$

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

$$\Rightarrow V_{105}^{Ln} = \frac{1}{2} .9,3.0,5.18,7.0,936$$

$$= 40,69 \text{ (KN)}$$

Chú ý:

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



**6- Tổ hợp nội lực theo các TTGH:**

$$\text{Số làn xe : } N_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{12000}{3500} = 3,43$$

Vậy số làn xe là: 2 (làn)

$$N_L = 2 \text{ làn}$$

$$\text{Hệ số làn xe : } m = 1$$

**6.1-Mô men:**

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

Trong đó:  $\eta=1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

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

$M_{Lc}$ : Mômen do lan can.

$M_{Lp}$ : Mômen do lớp phủ gây ra.

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

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

**a. Mặt cắt 100:**

$$M_{100}=0$$

**b.Mặt cắt 101:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{101CD} &= \eta [1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(1294+881+201)+1,5.425+1,75.(547,9+1,25.937,4) \\ &= 5327,15 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=1294$  (KN.m)
- Giai đoạn 2:  $M_2=881$  (KN.m)
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$

$$= 201+425+1,25.937,4+547,9=2345,65(\text{KN.m})$$

**c. Mặt cắt 102:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{102\text{CĐ}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(2301+1566+358)+1,5.755+1,75.(974,07+1,25.1647,2) \\ &= 10446,9 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=2301 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 2:  $M_2=1566 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 358+755+1,25.1647,2+947,07=4146,16 (\text{KN.m})$

**d. Mặt cắt 103:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{103\text{CĐ}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3019+2055+470)+1,5.991+1,75.(1278,47+1,25.2129,6) \\ &= 15312,3 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3019 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 2:  $M_2=2055 (\text{KN.m})$
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 470+991+1,25.2129,6+1278,47=5401,47 (\text{KN.m})$

**e. Mặt cắt 104:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$\begin{aligned} M_{104\text{CĐ}} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3451+2349+537)+1,5.1133+1,75.(1461,1+1,25.2412,54) \\ &= 17455,06 (\text{KN.m}) \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3451$  (KN.m)
- Giai đoạn 2:  $M_2=2349$  (KN.m)
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 537+1133+1,25.2412,54+1461,1=6146,78$  (KN.m)

#### **f. Mặt cắt 105:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned} M_{105CD} &= \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{Lc}) + 1,5M_{Lp} + 1,75. (M_{Ln} + IM.M_{LL})] \\ &= 1,25(3595+2447+559)+1,5.1180+1,75.(1522+1,25.2482) \\ &= 18114,125 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $M_1=3595$  (KN.m)
- Giai đoạn 2:  $M_2=2447$  (KN.m)
- Giai đoạn 3:  $M_{Lc} + M_{Lp} + 1,25.M_{LL} + M_{Ln} =$   
 $= 559+1180+1,25.2482,1+1522=6363,5$  (KN.m)

#### **6.2-Lực cắt:**

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

Trong đó:  $\eta=1$

IM: hệ số xung kích (IM=1,25).

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

$V_{Lc}$ : Lực cắt do lan can gây ra.

$V_{Lp}$ : Lực cắt do lớp phủ gây ra.

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

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

#### **a. Mặt cắt 100:**

+ Theo TTGH CD1:

$$V_{100CD} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

$$=1,25(384+262+60)+1,5.126+1,75.(162,8+1,25.281,06)$$

$$=1971,22 \text{ (KN)}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=384(\text{KN})$
- Giai đoạn 2:  $V_2=262 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 60+126+1,25.281,06+162,8=700,125$   
(KN)

### **b. Mặt cắt 101:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$V_{100\text{CĐ}} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + \text{IM}.V_{LL})]$$

$$=1,25(308+209+48)+1,5.101+1,75.(131,85+1,25.205,64)$$

$$=1538,325 \text{ (KN)}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=308(\text{KN})$
- Giai đoạn 2:  $V_2=209 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 48+101+1,25.205,64+131,85=537,9$   
(KN)

### **c. Mặt cắt 102:**

+ Theo TTGH CĐ1:

$$V_{102\text{CĐ}} = \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + \text{IM}.V_{LL})]$$

$$=1,25(231+157+36)+1,5.76+1,75.(104,18+1,25.220,22)$$

$$=1308,05\text{KN}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1=231$
- Giai đoạn 2:  $V_2=157$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 36+76+1,25.220,22+104,18=491,43$   
(KN)

**d. Mặt cắt 103:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned}
 V_{103CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(154+105+24) + 1,5.51 + 1,75.(79,76 + 1,25.189,8) \\
 &= 985,2 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1 = 154 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 105 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln}$   
 $= 24 + 51 + 1,25.189,8 + 79,76 = 392,01 \text{ (KN)}$

**e. Mặt cắt 104:**

+ Theo TTGH CD1:

$$\begin{aligned}
 V_{104CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(77+52+12) + 1,5.25 + 1,75.(58,6 + 1,25.159,38) \\
 &= 664,94 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

- Giai đoạn 1:  $V_1 = 77 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 52 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 12 + 25 + 1,25.159,38 + 58,6 = 294,825 \text{ (KN)}$

**f. Mặt cắt 105:**

+ Theo TTGH CD1:

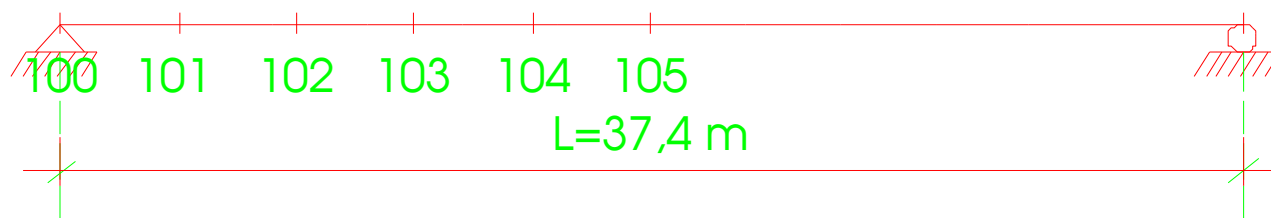
$$\begin{aligned}
 V_{105CD} &= \eta[1,25 (V_1 + V_2 + V_{Lc}) + 1,5V_{Lp} + 1,75. (V_{Ln} + IM.V_{LL})] \\
 &= 1,25(0+0+0) + 1,5.0 + 1,75.(40,69 + 1,25.128,96) \\
 &= 353,3 \text{ (KN)}
 \end{aligned}$$

+ Theo TTGH SD:

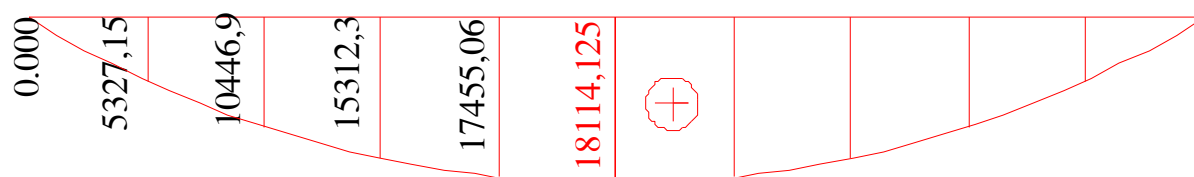
- Giai đoạn 1:  $V_1 = 0 \text{ (KN)}$
- Giai đoạn 2:  $V_2 = 0 \text{ (KN)}$

- Giai đoạn 3:  $V_{Lc} + V_{Lp} + 1,25.V_{LL} + V_{Ln} = 0 + 0 + 1,25.128,96,5 + 40,69 = 201,89$   
(KN)

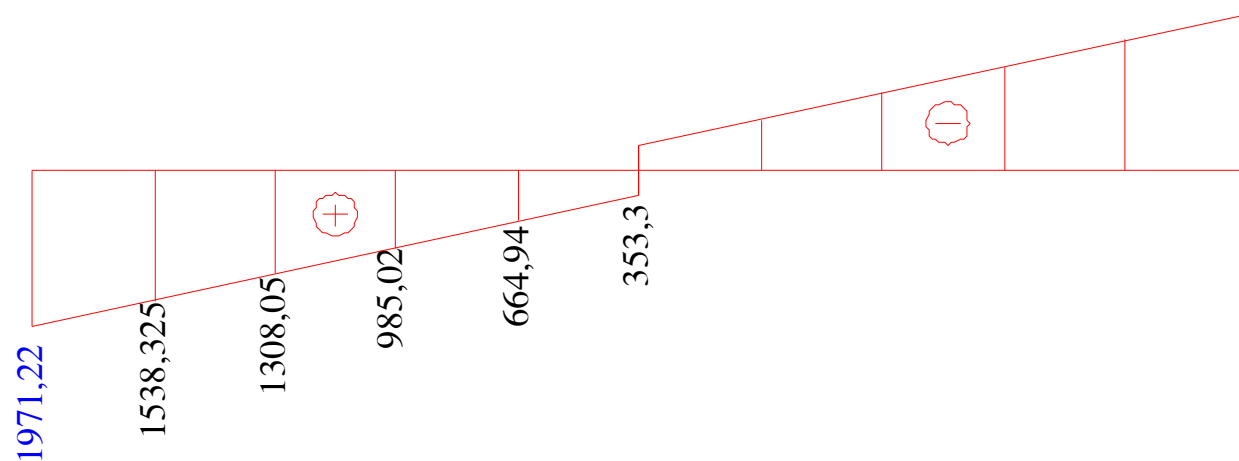
# VẼ BIỂU ĐỒ BAO MOMEN VÀ LỰC CẮT THEO TTGHCD1



Biểu đồ bao mômen (KN.m)



Biểu đồ bao lực cắt (KN)



## II- TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP D- L:

### 1. Sơ bộ:

Sử dụng thép 7 sợi ( $\phi 5\text{mm}$ ) 12.7mm,  $A = 98,7 \text{ mm}^2$ .

+ 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 :  $E_p = 197000(\text{MPa})$ .

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

$$+ f_T = 0,85f_y = 0,85 \cdot 1674 = 1423 \text{ Mpa}$$

$$+ Z = 0,9 (H_d + t_s) - \frac{t_s}{2} = 0,9 (1900 + 185) - \frac{185}{2} = 1784 \text{ mm}^2$$

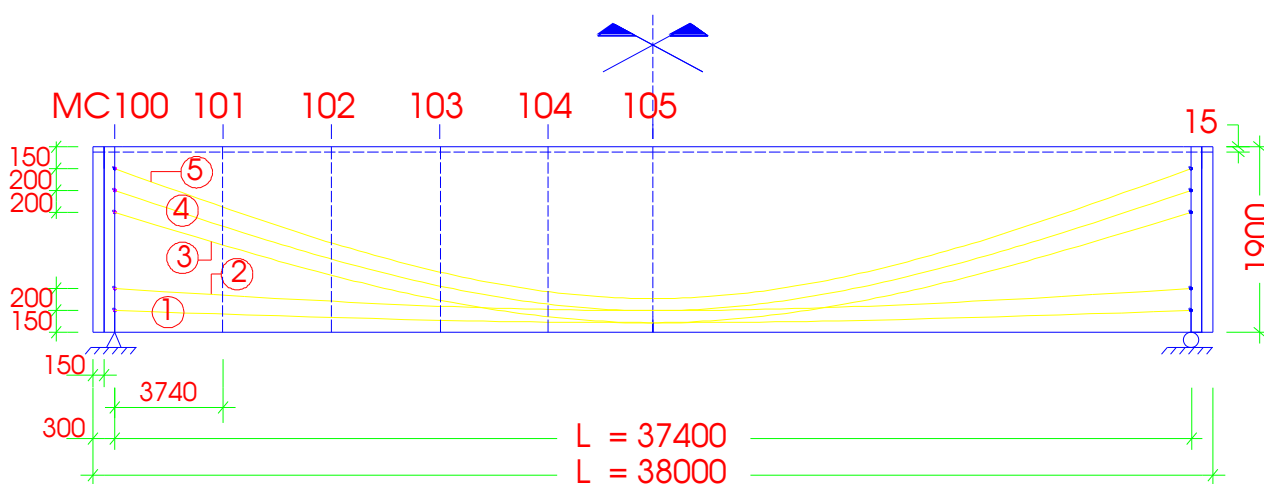
$$+ M_{CD} = 18114,125 \cdot 10^6 \text{ N.m}$$

$$+ A_{ps}^o = \frac{M}{f_T \cdot Z} = \frac{18114,125 \cdot 10^6}{1423 \cdot 1784} = 7135,44 \text{ mm}^2$$

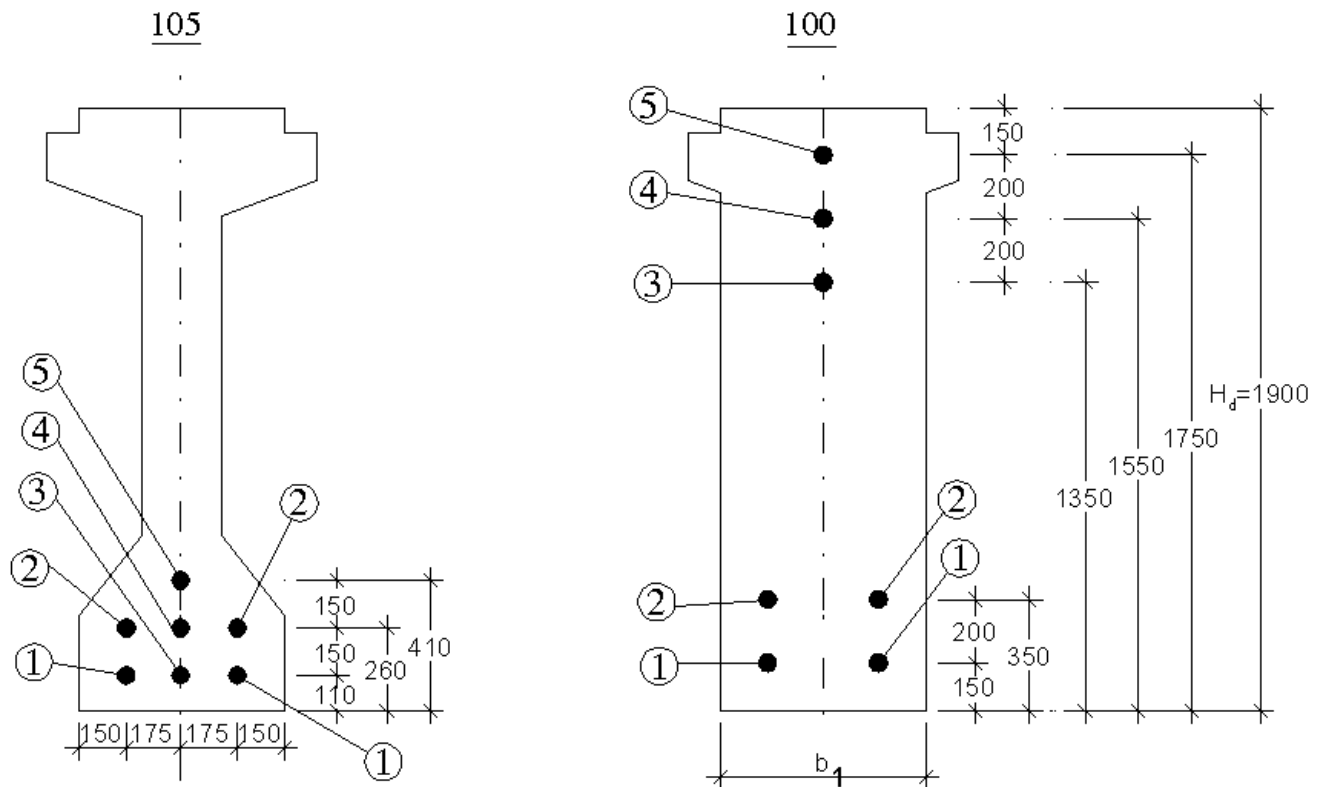
$$+ \text{Số bó: } n = \frac{7135,44}{98,7 \times 11} = 6,57 \text{ (bó) chọn 7 bó} \rightarrow A_{ps} = 7600 \text{ mm}^2$$

(1 bó = 11 tao 12,7mm,  $A(1 \text{ tao}) = 98,7 \text{ mm}^2$ )

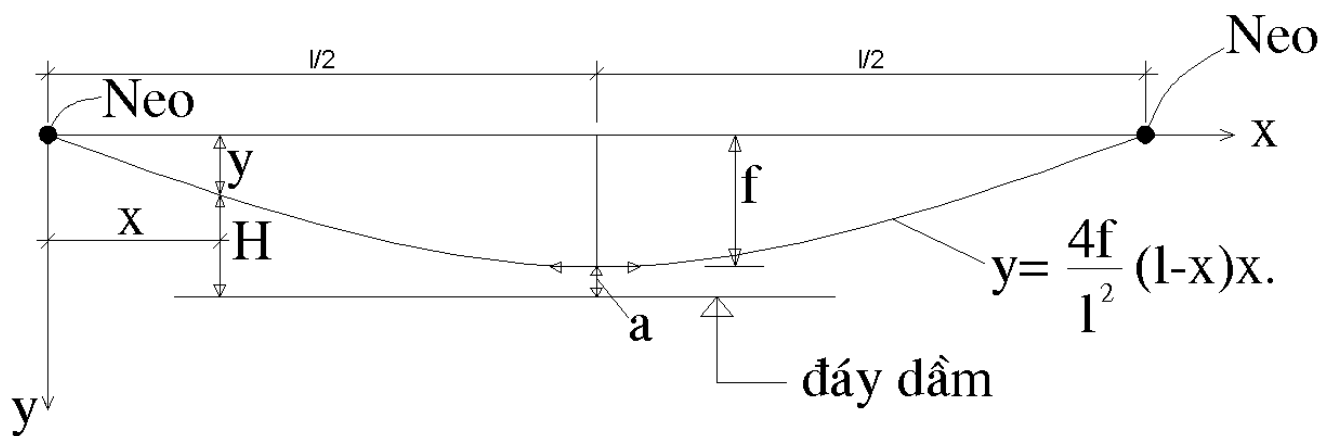
### 2. Bố trí và uốn cốt thép DƯL:







- Tất cả các bó uốn cong parabol bậc 2:



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

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

Bó 1 có  $l=37400$ ,  $f_1=150-110=40 \rightarrow L_1=37400 + \frac{8 \times 40^2}{3 \times 37400} = 37400,11 \text{ mm}$

Bó 2 có  $l=37400$ ,  $f_2=350-110-150=90 \rightarrow L_1=37400 + \frac{8 \times 90^2}{3 \times 37400} = 37400,58 \text{ mm}$

$$\text{Bó 3 có } l=37400, f_3=1900-110-550=1240 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1240^2}{3 \times 37400}=37509,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4 có } l=37400, f_4=1900-260-350=1290 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1290^2}{3 \times 37400}=37518,65 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5 có } l=37400, f_5=1900-410-150=1340 \rightarrow L_1=37400+\frac{8 \times 1340^2}{3 \times 37400}=37528,03 \text{ mm}$$

- Chiều dài trung bình:

$$L_{tb} = \frac{2 \times (37400,11 + 37400,58) + 37509,6 + 37518,65 + 37528,03}{7} = 37451,09 \text{ mm}$$

2) Tọa độ y và H:

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

Bó 1 có a=110 mm

Bó 2 có a=110+150=260 mm

Bó 3 có a=110 mm

Bó 4 có a=260 mm

Bó 5 có a=410 mm

**\*Tại MC 101 -> x=3740 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 40}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 14,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 40 + 110 - 14,4 = 135,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 90}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 32,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 90 + 260 - 32,4 = 317,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1240}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 446,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1240 + 110 - 446,4 = 903,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1290}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 464,4 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1290 + 260 - 464,4 = 1085,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y = \frac{4f}{l^2} (l-x)x = \frac{4 \times 1340}{37400^2} (37400 - 3740) \times 3740 = 482,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-482,4=1267,6 \text{ mm}$$

**\*Tại MC102 -> x=7480 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=25,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-25,6=124,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=57,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-57,6=292,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=793,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-793,6=556,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=825,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-825,6=724,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-7480) \times 7480=857,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-857,6=892,4 \text{ mm}$$

**\*Tại MC103 -> x=11220 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=33,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-33,6=116,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=75,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-75,6=274,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=1041,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-1041,6=308,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=1083,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-1083,6=466,4 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-11220) \times 11220=1125,6 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-1125,6=624,4 \text{ mm}$$

**\*Tại MC104 -> x=14960 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-14960) \times 14960=38,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-38,4=111,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-14960) \times 14960=86,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-86,4=263,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-14960) \times 14960=1190,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-1190,4=159,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-14960) \times 14960=1238,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-1238,4=311,6 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5: } f=1340, a=410, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-14960) \times 14960=1286,4 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1340+410-1286,4=463,6 \text{ mm}$$

**\*Tại MC105 -> x=18700 mm**

$$\text{Bó 1: } f=40, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 40}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=40 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=40+110-40=110 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2: } f=90, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 90}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=90 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=90+260-90=260 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3: } f=1240, a=110, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1240}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=1240 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1240+110-1240=110 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4: } f=1290, a=260, y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1290}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=1290 \text{ mm}$$

$$H=f+a-y=1290+260-1290=260 \text{ mm}$$

**Bố 5:**  $f=1340$  ,  $a=410$ ,  $y=\frac{4f}{l^2}(l-x)x=\frac{4 \times 1340}{37400^2}(37400-18700) \times 18700=1340 \text{ mm}$

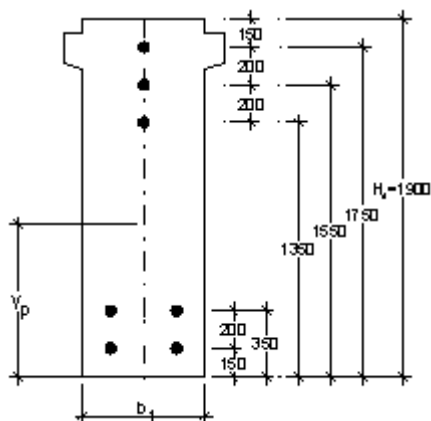
$$H=f+a-y=1340+410-1340=410 \text{ mm}$$

**Ta có bảng tọa độ cốt thép DƯL:**

Bố	MC100		MC101		MC102		MC103		MC104		MC105	
	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)
1	150	0	135,6	14,4	124,4	25,6	116,4	33,6	111,6	38,4	110	40
2	350	0	317,6	32,4	292,4	57,6	274,4	75,6	263,6	86,4	260	90
3	1350	0	903,6	446,4	556,4	793,6	308,4	1041,6	159,6	1190,4	110	1240
4	1550	0	1085,6	464,4	724,4	825,6	446,4	1083,6	311,6	1238,4	260	1290
5	1750	0	1267,6	482,4	892,4	857,6	624,4	1125,6	463,6	1286,4	410	1340

**\*Tìm trọng tâm cốt thép DƯL:**

+ MC 100:



$$+y_p = \frac{a_b \times (150 \times 2 + 350 \times 2 + 1350 + 1550 + 1750)}{7 \times a_b}$$

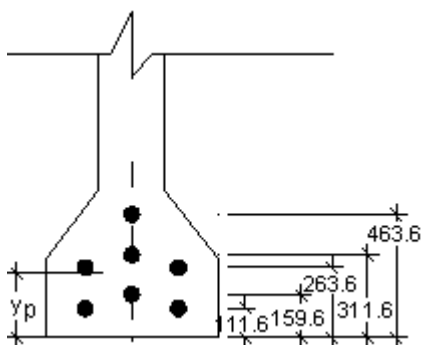
$$=807,1 \text{ mm}$$

Với  $a_b$ : diện tích 1 bố

+MC 101:



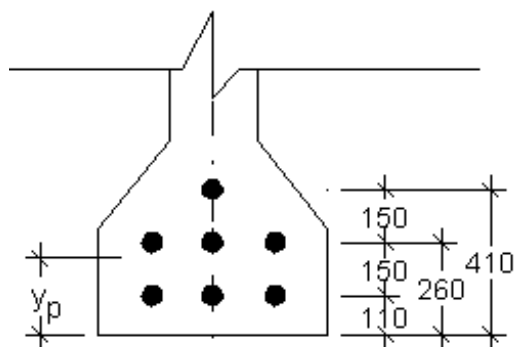
+MC 104:



$$+y_p = \frac{a_b \times (111,6 \times 2 + 263,6 \times 2 + 159,6 + 311,6 + 463,6)}{7 \times a_b}$$

$$= 240,7 \text{ mm}$$

+MC 105:

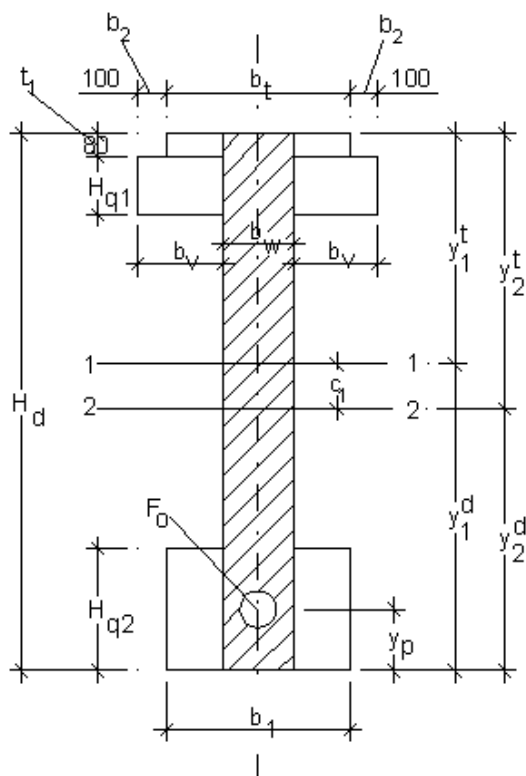


$$+y_p = \frac{a_b \times (110 \times 3 + 260 \times 3 + 410)}{7 \times a_b} = 217,1 \text{ mm}$$

### III. TÍNH ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC TIẾT DIỆN:

#### 1. Mặt cắt 105 (giữa nhịp):

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tính với đáy: } S_d^0, y_p = 217,1 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 217,1 = 763405327 \text{ mm}^3$$

$$+y^d_1 = \frac{S^0_d}{A_1} = 892,6 \text{ mm}$$

$$+y^t_1 = H_d - y^d_1 = 1007,4 \text{ mm}$$

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

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

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

I

$$_1 = 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (892,6 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1007,4 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1007,4 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (892,6 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (892,6 - 217,1)^2$$

$$I_1 = 3,3071 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y^d_1} = 370508936 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y^t_1} = 328286977 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y^d_1 - y_p = 892,6 - 217,1 = 675,5 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y^d_1 - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (892,6 - 217,1) = 28287238 \text{ mm}^3$$



$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{28287238}{897094} = 31,53 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 892,6 - 31,53 = 861,07 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 861,07 = 1038,93 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3071 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 31,53^2 + 5,517600 \cdot (861,07 - 217,1)^2$$

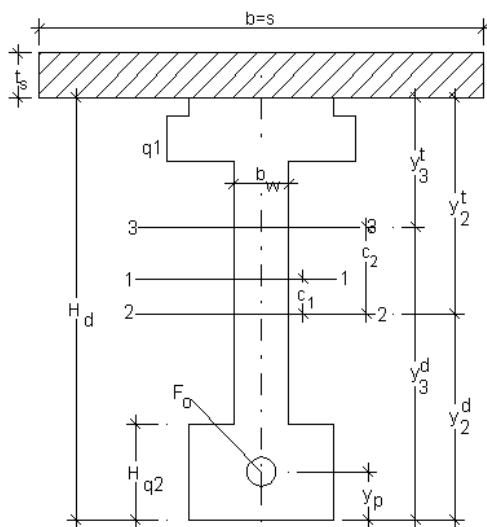
$$= 3,5066 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,5066 \cdot 10^{11}}{861,07} = 407237506 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,5066 \cdot 10^{11}}{1038,93} = 337520333 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1038,93 - \frac{185}{2}) =$$

$$290692728 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{290692728}{1206694} = 240,9 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 861,07 + 240,9 = 1101,97 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1101,97 = 798,03 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,5066 \cdot 10^{11} + 897094 \times 240,9^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (798,03 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,5343 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

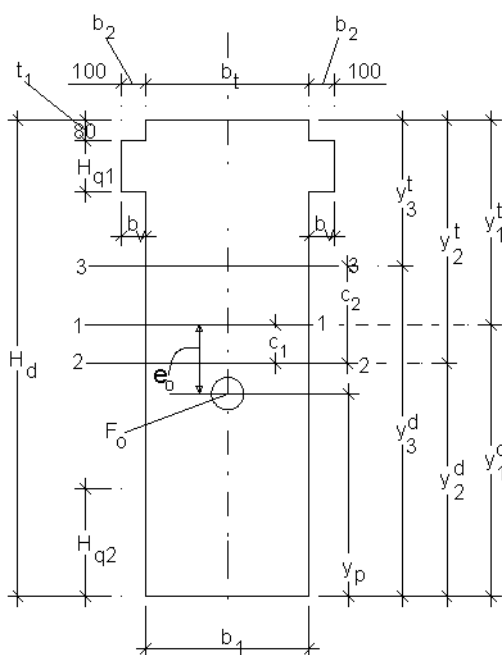
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,5343 \cdot 10^{11}}{1101,97} = 592965325 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,5343 \cdot 10^{11}}{798,03} = 818803804 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,5343 \cdot 10^{11}}{798,03 + 185} = 4094019 \text{ mm}^3$$

## 2. Mặt cắt 100 (tại gối):

a) Giai đoạn 1 (trục 1-1):



$$b_t = b_1 = 650 \text{ mm}, b_v = b_2 = 100 \text{ mm}, H_{q1} = 205 \text{ mm}$$

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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 1270000 - 19782 = 1250218 \text{ mm}^2$$

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

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

$$= \frac{650 \cdot 1900^2}{2} + 2 \cdot 100 \cdot 205 \cdot (1900 - 80 - \frac{205}{2}) -$$

$$19782 \times 807,1$$

$$= 1227701448 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = \frac{1227701448}{1250281} = 982 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1900 - 982 = 918 \text{ mm}$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 982 - 807,1 = 174,9 \text{ mm}$$

$$+I_1 = b_1 \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_1 \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 - F_0 \cdot e_0^2$$

I

$$_1 = 650 \cdot \frac{1900^3}{12} + 650 \cdot 1900 \cdot (982 - \frac{1900}{2})^2 + 2 \cdot 100 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 100 \cdot 205 \cdot (918 - 80 - \frac{205}{2})^2 - 19782 \cdot 174,9^2$$

$$I_1 = 3,9451 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = \frac{3,9451 \cdot 10^{11}}{982} = 401741344 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = \frac{3,9451 \cdot 10^{11}}{918} = 429749455 \text{ mm}^3$$

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

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 1250218 + 5,51 \cdot 7600 = 1292094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} e_0 = 5,51 \cdot 7600 \cdot 174,9 = 7324112 \text{ mm}^3$$

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

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 982 - 5,67 = 976,33 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 976,33 = 923,67 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,9451 \cdot 10^{11} + 1250218 \cdot 5,67^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (976,33 - 217,1)^2$$

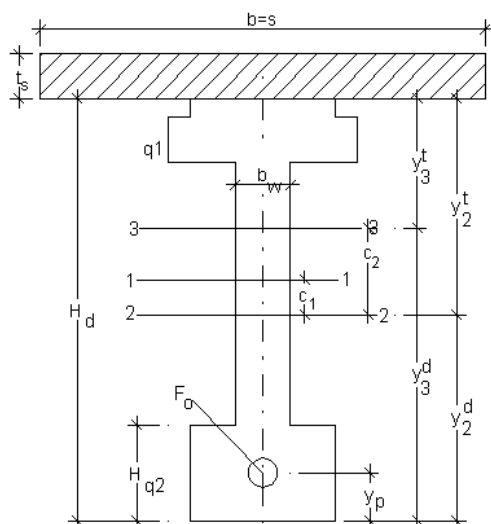
$$= 4,1868 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{4,1868 \cdot 10^{11}}{976,33} = 428830415 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{4,1868 \cdot 10^{11}}{923,67} = 453278768 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 1292094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1578474 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (923,67 - \frac{185}{2}) = 238030464$$

mm<sup>3</sup>

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{238030464}{1578474} = 150,8 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 976,33 + 150,8 = 1127 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1127 = 773 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 4,1868 \cdot 10^{11} + 1292094 \times 150,8^2 + 0,774 \left[ 2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 \left( 773 + \frac{185}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 6,634 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

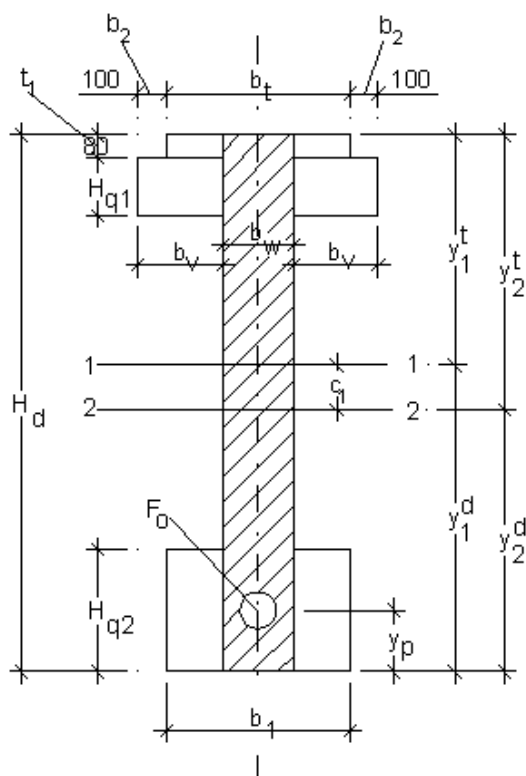
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{1127} = 588642413 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{773} = 858214747 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,634 \cdot 10^{11}}{773 + 185} = 692484342 \text{ mm}^3$$

### 3. Mặt cắt 101 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tĩnh với đáy: } S_d^0, y_p = 594,7 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 594,7 = 755935644 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 884 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1016 \text{ mm}$$

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

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

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

$$I_1 = 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (884 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1016 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1016 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (884 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (884 - 594,7)^2$$

$$I_1 = 3,3844 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 382850678 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 333110236 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 884 - 594,7 = 289,3 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (884 - 594,7) = 12114726 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{12114726}{897094} = 13,5 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 884 - 13,5 = 870,5 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 870,5 = 1029,5 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3844 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 13,5^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (870,5 - 594,7)^2$$

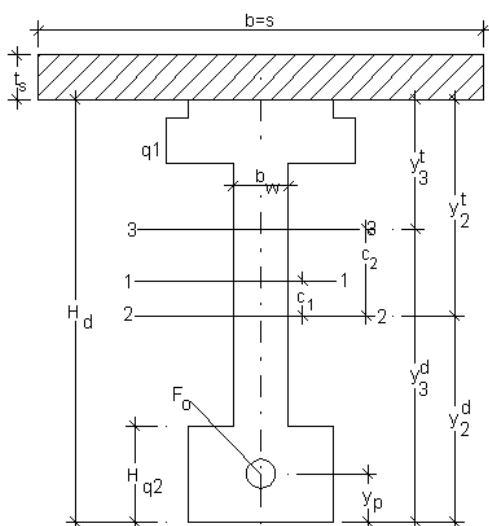
$$= 3,4178 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_{d2}^3} = \frac{3,4178 \cdot 10^{11}}{870,5} = 392624928 \text{ mm}^3$$

$$+W_{r1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4178 \cdot 10^{11}}{1029,5} = 331986401 \text{ mm}^3$$

**c) Giai đoạn 3 (khai thác):**

$$+ A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_s} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774.2000.185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774.2000.185. (1029,5 - \frac{185}{2}) =$$

268338060  $mm^3$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_2} = \frac{268338060}{1206694} = 222,4 \text{ mm}$$

$$+ y^d_3 = y^d_2 + c_2 = 870,5 + 222,4 = 1092,9 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1092,9 = 807,1 \text{ mm}$$

$$*I_3 = I_2 + A_2 \times c^2_2 + n_b[S \times \frac{t_s^3}{12} + S \times t_s(y_3^t + \frac{t_s}{2})^2] =$$

$$I_3 = 3,4178.10^{11} + 897094 \times 222,4^2 + 0,774[2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185(807,1 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,3752 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

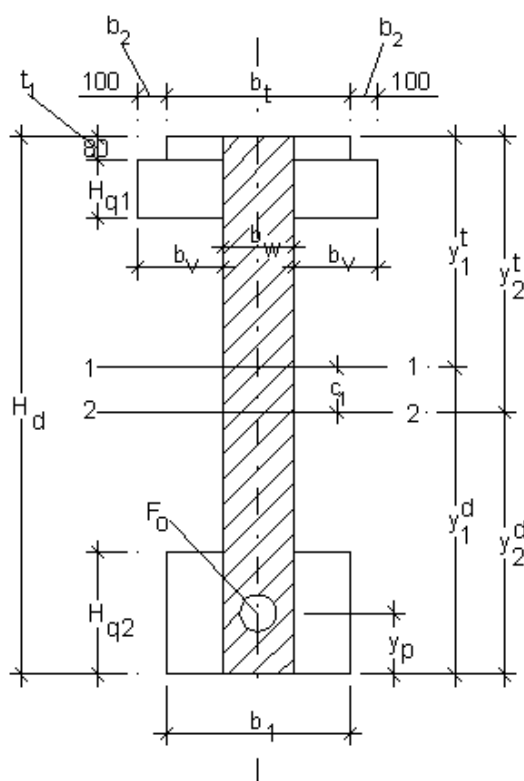
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{1092,9} = 583328758 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{807,1} = 789889728 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,3752 \cdot 10^{11}}{807,1 + 185} = 642596512 \text{ mm}^3$$

#### 4. Mặt cắt 102 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tính với đáy:  $S_d^0, y_p = 429,5 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 429,5 = 759203631 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 888 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1012 \text{ mm}$$

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

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

$$\begin{aligned}
& +2.b_v.H_{q1}(y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w). \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w).H_{q2}.(y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0.(y_1^d - y_p)^2 \\
I_1 &= 250. \frac{1900^3}{12} + 250.1900.(888 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250). \frac{80^3}{12} + (650 - 250).80.(1012 - \frac{80}{2})^2 + \\
& + 2.300. \frac{205^3}{12} + 2.300.205(1012 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250). \frac{425^3}{12} + \\
& + (650 - 250).425.(888 - \frac{425}{2})^2 - 19782.(888 - 429,5)^2 \\
I_1 &= 3,36.10^{11} \text{ mm}^4 \\
+W_{d1} &= \frac{I_1}{y_1^d} = 378378378 \text{ mm}^3 \\
+W_{t1} &= \frac{I_1}{y_1^t} = 332015810 \text{ mm}^3 \\
+e_0 &= y_1^d - y_p = 888 - 429,5 = 458,5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

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

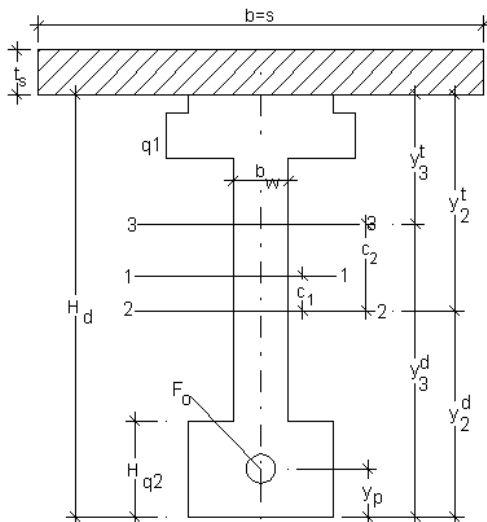
$$\begin{aligned}
+A_2 &= A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51.7600 = 897094 \text{ mm}^2 \\
+S_{1-1} &= n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.7600.(888 - 429,5) = 19200146 \text{ mm}^3 \\
+c_1 &= \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{19200146}{897094} = 21,4 \text{ mm} \\
+y_2^d &= y_1^d - c_1 = 888 - 21,4 = 866,6 \text{ mm} \\
+y_2^t &= H_d - y_2^d = 1900 - 866,6 = 1033,4 \text{ mm} \\
+I_2 &= I_1 + A_1.c_1^2 + n_h.A_{ps}.(y_2^d - y_p)^2 = 3,36.10^{11} + 855218.21,4^2 + 5,51.7600.(866,6 - \\
& 429,5)^2 \\
&= 3,4439.10^{11} \text{ mm}^4 \\
+W_{d1} &= \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4439.10^{11}}{866,6} = 397403646 \text{ mm}^3
\end{aligned}$$



$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4439 \cdot 10^{11}}{1033,4} = 333259144 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1033,4 - \frac{185}{2}) =$$

$$269454942 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{269454942}{1206694} = 223,3 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 866,6 + 223,3 = 1089,9 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1089,9 = 810,1 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4439 \cdot 10^{11} + 897094 \times 223,3^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (810,1 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,2324 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

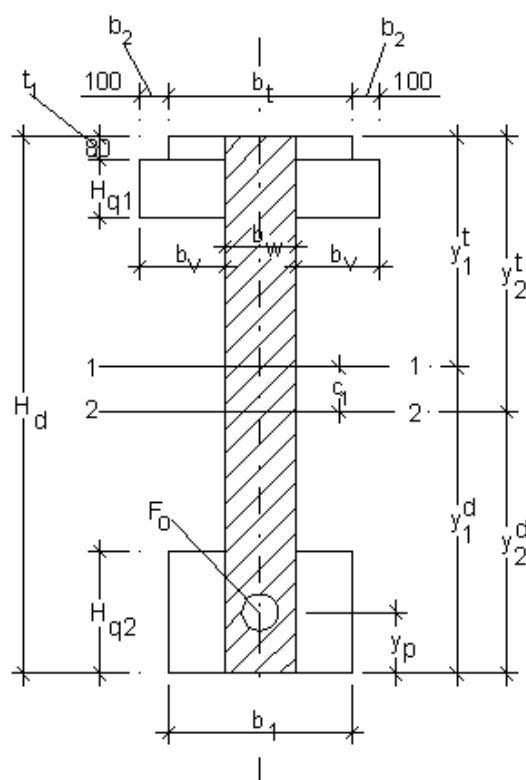
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,2324 \cdot 10^{11}}{1089,9} = 571832278 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,2324 \cdot 10^{11}}{810,1} = 769337118 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,2324 \cdot 10^{11}}{810,1 + 185} = 626308913 \text{ mm}^3$$

## 5. Mặt cắt 103 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

$$+\text{Mô men tính với đáy: } S_d^0, y_p = 308,7 \text{ mm}$$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 308,7 = 761593296 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 890,5 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1009,5 \text{ mm}$$

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

$$+I_1 =$$

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

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

I

$$= 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot (890,5 - \frac{1900}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot (1009,5 - \frac{80}{2})^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot (1009,5 - 80 - \frac{205}{2})^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot (890,5 - \frac{425}{2})^2 - 19782 \cdot (890,5 - 308,7)^2$$

$$I_1 = 3,3323 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 374205502 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 330094106 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 890,5 - 308,7 = 581,8 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (890,5 - 308,7) = 24363456 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{24363456}{897094} = 27,1 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 890,5 - 27,1 = 863,4 \text{ mm}$$

$$+y_2^t = H_d - y_2^d = 1900 - 870,5 = 1036,6 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3323 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 27,1^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (863,4 - 308,7)^2$$

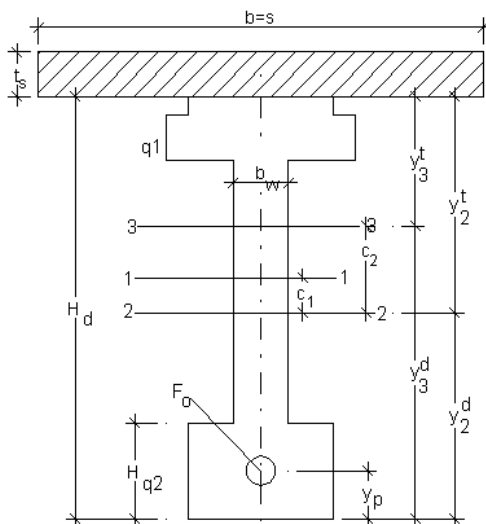
$$= 3,4674 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,4674 \cdot 10^{11}}{863,4} = 401598332 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,4674 \cdot 10^{11}}{1036,6} = 334497395 \text{ mm}^3$$

**c) Giai đoạn 3 (khai thác):**

$$+A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1036,6 - \frac{185}{2}) =$$

$$270371358 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{270371358}{1206694} = 224 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 863,4 + 224 = 1087,4 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1092,9 = 812,6 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4674 \cdot 10^{11} + 897094 \times 224^2 + 0,774 \left[ 2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 \left( 812,6 + \frac{185}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 6,2717 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

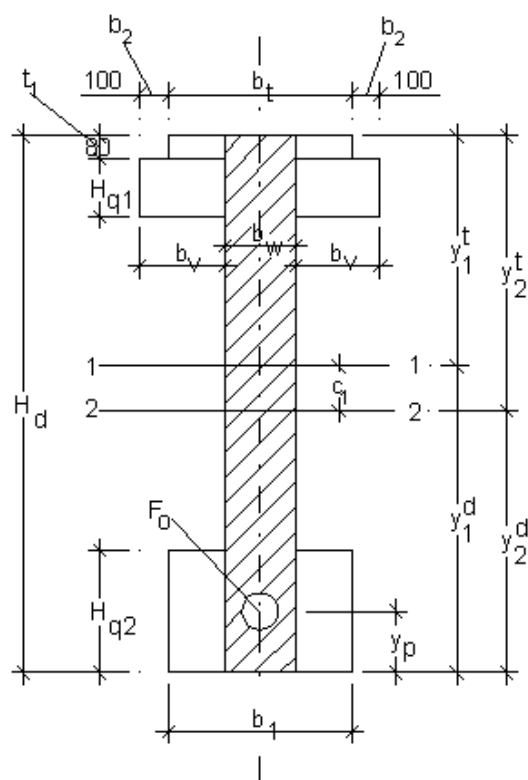
$$+W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{1087,4} = 576761081 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{812,6} = 771806546 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,2717 \cdot 10^{11}}{812,6 + 185} = 628678829 \text{ mm}^3$$

### 6 .Mặt cắt 104 :

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



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

$$+A_1 = A_g - F_0 = 875000 - 19782 = 855218 \text{ mm}^2$$

+Mô men tính với đáy:  $S_d^0, y_p = 240,7 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 y_p = 767700000 - 19782 \times 240,7 = 762938472 \text{ mm}^3$$

$$+y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 892 \text{ mm}$$

$$+y_1^t = H_d - y_1^d = 1008 \text{ mm}$$

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

sang bê tông)}

$$+I_1 =$$

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

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

$$I_1 = 250 \cdot \frac{1900^3}{12} + 250 \cdot 1900 \cdot \left(892 - \frac{1900}{2}\right)^2 + (650 - 250) \cdot \frac{80^3}{12} + (650 - 250) \cdot 80 \cdot \left(1008 - \frac{80}{2}\right)^2 +$$

$$+ 2 \cdot 300 \cdot \frac{205^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 205 \cdot \left(1008 - 80 - \frac{205}{2}\right)^2 + (650 - 250) \cdot \frac{425^3}{12} +$$

$$+ (650 - 250) \cdot 425 \cdot \left(892 - \frac{425}{2}\right)^2 - 19782 \cdot (892 - 240,7)^2$$

$$I_1 = 3,314 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_{d1}} = 371524663 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_{t1}} = 328769841 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_{d1}^d - y_p = 892 - 240,7 = 651,3 \text{ mm}$$

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

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{ps} = 855218 + 5,51 \cdot 7600 = 897094 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_{d1}^d - y_p) = 5,51 \cdot 7600 \cdot (892 - 240,7) = 27273838 \text{ mm}^3$$

$$+c_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{27273838}{897094} = 30,4 \text{ mm}$$

$$+y_{d2}^d = y_{d1}^d - c_1 = 892 - 30,4 = 861,6 \text{ mm}$$

$$+y_{t2}^t = H_d - y_{d2}^d = 1900 - 870,5 = 1038,4 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 \cdot c_1^2 + n_h A_{ps} \cdot (y_{d2}^d - y_p)^2 = 3,314 \cdot 10^{11} + 855218 \cdot 30,4^2 + 5,51 \cdot 7600 \cdot (861,6 -$$

$$240,7)^2$$

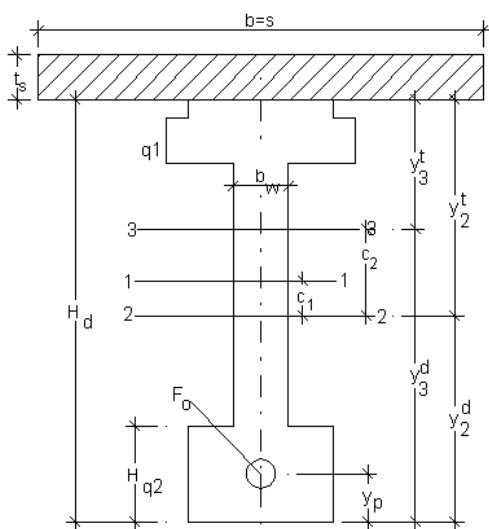
$$= 3,4833 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_2}{y_{d2}^d} = \frac{3,4833 \cdot 10^{11}}{861,6} = 404282729 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_{t2}^t} = \frac{3,4833 \cdot 10^{11}}{1038,4} = 335448767 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác):

$$+ A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} \times S \times t_s = A_2 + n_b \times S \times t_s = 897094 + 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 = 1206694 \text{ mm}^2$$



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

$$= 0,774 \cdot 2000 \cdot 185 \cdot (1038,4 - \frac{185}{2}) =$$

$$270886842 \text{ mm}^3$$

$$+ c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{270886842}{1206694} = 224,4 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d + c_2 = 861,6 + 224,4 = 1086 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1900 - 1086 = 814 \text{ mm}$$

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

$$I_3 = 3,4833 \cdot 10^{11} + 897094 \times 224,4^2 + 0,774 [2000 \times \frac{185^3}{12} + 2000 \times 185 (814 + \frac{185}{2})^2] =$$

$$I_3 = 6,2965 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{1086} = 579788213 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{814} = 773525798 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{6,2965 \cdot 10^{11}}{814 + 185} = 630280280 \text{ mm}^3$$

#### IV: TÍNH ỨNG SUẤT MẤT MÁT TRONG CỐT THÉP DƯ:

##### **1. Mất do ma sát**

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

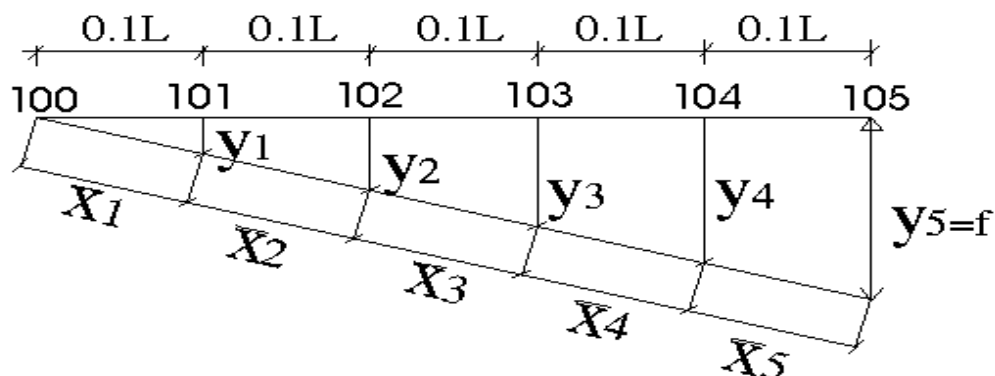
Trong đó :

-  $f_{PI}$ : 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 bó cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính us mất mát. Tính khi kích 2 đầu:



- Vậy  $X$  của tất cả các bó tại MC100 đều bằng không.

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

- Tính  $X$  của 1 bó tại mặt cắt bất kì đ- ọc tính gần đúng nh- sau:

\*Tại MC 101:

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

\*Tại MC 102:

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

\*Tại MC 103:

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

\*Tại MC 104:

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

a. Tính cho bó 1:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 14.4^2} = 3740,03 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (25,6 - 14,4)^2} = 3740,02 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (33,6 - 25,6)^2} = 3740,01 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (38,4 - 33,6)^2} = 3740 \text{ mm.}$$

b. Tính cho bó 2:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 32,4^2} = 3740,14 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (57,6 - 32,4)^2} = 3740,08 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (75,6 - 57,6)^2} = 3740,04 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (86,4 - 75,6)^2} = 3740,02 \text{ mm.}$$

c. Tính cho bó 3 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 446,4^2} = 3766,55 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (793,6 - 446,4)^2} = 3756,08 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1041,6 - 793,6)^2} = 3748,2 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1190,4 - 1041,6)^2} = 3742,9 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 464,4^2} = 3968,7 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (825,6 - 464,4)^2} = 3757,4 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1083,6 - 825,6)^2} = 3748,9 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1238,4 - 1083,6)^2} = 3743,2 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3740^2 + 482,4^2} = 3770,9 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3740^2 + (857,6 - 482,4)^2} = 3758,8 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3740^2 + (1125,6 - 857,6)^2} = 3749,6 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3740^2 + (1286,4 - 1125,6)^2} = 3743,5 \text{ mm.}$$

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

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

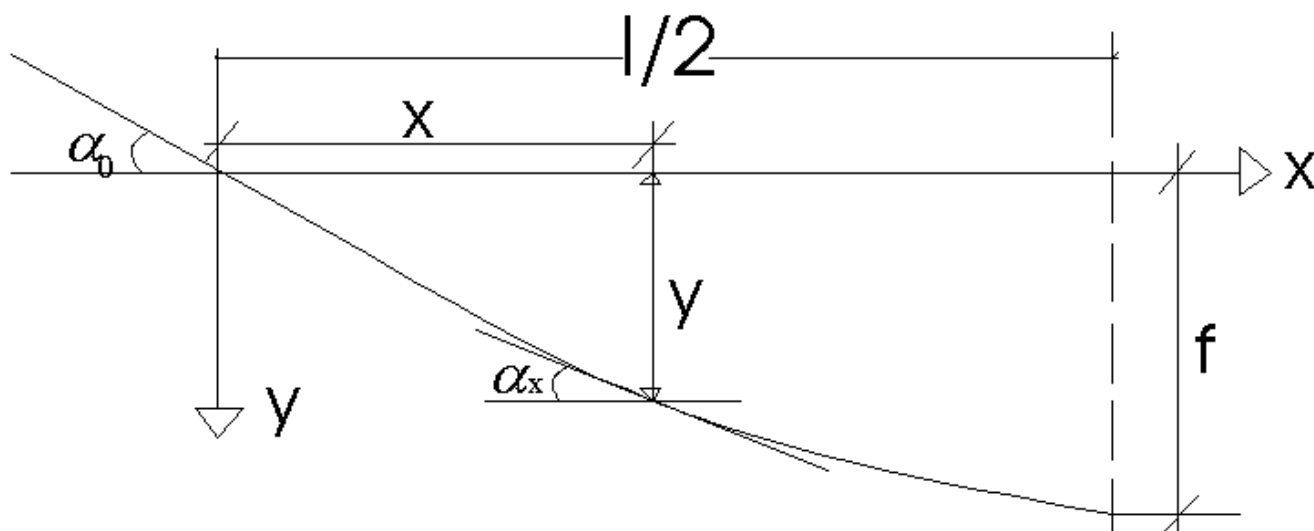
Với  $\alpha_0$  : là góc tiếp tuyến với đ-ờng cong tại gốc toạ độ .

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

- đ-ờng cong bó ct :



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



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

+Tính  $\alpha_0$  cho các bó ( $x=0$ ):

**-bó 1 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 40}{37400} (1 - 0) = 0.00428 \rightarrow \alpha_0 = 0.245^\circ = 0.00428 \text{ rad}$

**-bó 2 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 90}{37400} (1 - 0) = 0.00963 \rightarrow \alpha_0 = 0.551^\circ = 0.00962 \text{ rad}$

**-bó 3 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1240}{37400} = 0.1326 \rightarrow \alpha_0 = 7.555^\circ = 0.132 \text{ rad}$

**-bó 4 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1290}{37400} = 0.138 \rightarrow \alpha_0 = 7.855^\circ = 0.1371 \text{ rad}$

**-bó 5 :**  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \cdot 1340}{37400} = 0.1433 \rightarrow \alpha_0 = 8.156^\circ = 0.1423 \text{ rad}$

**Lập bảng :**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_0$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0,00428
Bó 2	0	37400	90	0,00962
Bó 3	0	37400	1240	0,132
Bó 4	0	37400	1290	0,1371
Bó 5	0	37400	1340	0,1423

**+Tính  $\alpha_x$  tại các mặt cắt cho các bó :**

**(+)Tính  $\alpha$  cho các bó tại các mặt cắt :**

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

**\*Tai mặt cắt 101 có :x=3740 mm.**

**-bó 1 :**  $\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 40}{37400} \left(1 - \frac{2 \times 3740}{37400}\right) = 0.003422 \rightarrow \alpha_x = 0.003422 \text{ rad.}$

**T- ơng tự ta có bảng sau :**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.003249	0.00428	0.001031
Bó 2	0	37400	90	0.0077	0.00962	0.00192
Bó 3	0	37400	1240	0.1061	0.132	0.0259
Bó 4	0	37400	1290	0.1104	0.1371	0.0267
Bó 5	0	37400	1340	0.11465	0.1423	0.02765

**\*Tai mặt cắt 102 có :x=7880 mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00257	0.00428	0.00171
Bó 2	0	37400	90	0.00577	0.00963	0.00386
Bó 3	0	37400	1240	0.0796	0.1326	0.053
Bó 4	0	37400	1290	0.0828	0.138	0.0552
Bó 5	0	37400	1340	0.0859	0.1433	0.0574

**\*Tai mặt cắt 103 có :x=11220 mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00171	0.00428	0.00257
Bó 2	0	37400	90	0.00385	0.00963	0.00577

Bó 3	0	37400	1240	0.053	0.1326	0.0796
Bó 4	0	37400	1290	0.0552	0.138	0.0828
Bó 5	0	37400	1340	0.0573	0.1433	0.086

**\*Tai mặt cắt 104 có : $x=14960$  mm.**

Tên bó	x(mm)	L(mm)	$f_i$ (mm)	$\alpha_x$ (rad)	$\alpha_0$ (rad)	$\alpha$ (rad)
Bó 1	0	37400	40	0.00086	0.00428	0.00342
Bó 2	0	37400	90	0.00193	0.00963	0.00769
Bó 3	0	37400	1240	0.0265	0.1326	0.1055
Bó 4	0	37400	1290	0.0276	0.138	0.1095
Bó 5	0	37400	1340	0.0287	0.1433	0.1136

**\*Tai mặt cắt 105 thì tất cả các bó có  $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$ .**

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

**a.Mặt cắt 101:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3740.03	0.23	0.001031	2.7182	-0.0027	0.0027	4.0176
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3740.14	0.23	0.00192	2.7182	-0.00294	0.00294	4.3152
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3766.55	0.23	0.0259	2.7182	-0.0085	0.0085	12.648
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3768.7	0.23	0.0267	2.7182	-0.0087	0.0087	12.9456
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	3770.9	0.23	0.02765	2.7182	-0.009	0.009	13.392
$\sum \Delta f_{PF}$										47.3182
$\Delta f_{PF} / 7$										6.76

**b.Mặt cắt 102:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(kx + \mu\alpha)}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	7480.06	0.23	0.001031	2.7182	-0.0052	0.0052	7.7376

<b>2</b>	<b>37401.4</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7480.28</b>	<b>0.23</b>	<b>0.00192</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0054</b>	<b>0.0054</b>	<b>8.0352</b>
<b>3</b>	<b>37665.5</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7533.1</b>	<b>0.23</b>	<b>0.0259</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.011</b>	<b>0.011</b>	<b>16.368</b>
<b>4</b>	<b>37687.0</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7537.4</b>	<b>0.23</b>	<b>0.0267</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0111</b>	<b>0.0111</b>	<b>16.5168</b>
<b>5</b>	<b>37709.0</b>	<b>1488</b>	<b><math>6.67 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b>7541.8</b>	<b>0.23</b>	<b>0.02765</b>	<b>2.7182</b>	<b>-0.0114</b>	<b>0.0114</b>	<b>16.9632</b>
$\sum \Delta f_{PF}$										<b>65.6208</b>
$\Delta f_{PF} / 7$										<b>9.3744</b>

**c. Mặt cắt 103:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11220.09	0.23	0.001031	2.7182	-0.0077	0.0077	11.4576
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11220.42	0.23	0.00192	2.7182	-0.0079	0.0079	11.7552
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11299.65	0.23	0.0259	2.7182	-0.0135	0.0135	20.088
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11306.1	0.23	0.0267	2.7182	-0.0137	0.0137	20.3856
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	11312.7	0.23	0.02765	2.7182	-0.0139	0.0139	20.6832
$\sum \Delta f_{PF}$										84.3696
$\Delta f_{PF} / 7$										12.0528

**d. Mặt cắt 104:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	14960.12	0.23	0.001031	2.7182	-0.0102	0.0102	15.1776
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	14960.56	0.23	0.00192	2.7182	-0.0104	0.0104	15.4752
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15066.2	0.23	0.0259	2.7182	-0.016	0.016	23.808
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15074.8	0.23	0.0267	2.7182	-0.0162	0.0162	24.1056
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15083.6	0.23	0.02765	2.7182	-0.0164	0.0164	24.4032
$\sum \Delta f_{PF}$										102.9696
$\Delta f_{PF} / 7$										14.71

**e. Mặt cắt 105:**

Bó	$L_i$	$f_{pi}$	K	x	$\mu$	$\alpha$	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-\mu\alpha}$	$\Delta f_{PF}$ (MPa)
1	37400.3	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18700.1 5	0.23	0.001031	2.7182	-0.0127	0.0127	18.8976
2	37401.4	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18700.7	0.23	0.00192	2.7182	-0.0129	0.0129	19.1952
3	37665.5	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18832.7 5	0.23	0.0259	2.7182	-0.0185	0.0185	27.528
4	37687.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18843.5	0.23	0.0267	2.7182	-0.0187	0.0187	27.8256
5	37709.0	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	18854.5	0.23	0.02765	2.7182	-0.0189	0.0189	28.1232
$\sum \Delta f_{PF}$										121.5696
$\Delta f_{PF} / 7$										17.367

**2. Mất do tr-ot neo :**

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

Trong đó : lấy  $\Delta L = 6mm / 1neo$ .

$$E_P = 197000 MP_a$$

$$l_{tb} = 37572.64mm$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6}{37572.64} * 197000 = 31.46 MP_a \text{ (cho tất cả các mặt cắt)}$$

**3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó)**

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N-1)}{2N} * \frac{E_P}{E_{CI}} * f_{cgp}$$

Trong đó :  $N=7$  bó.

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

$f'_{ci}$  : 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 .

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

Trong đó :

$\alpha_x^{tb}$  : 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 100 :**

$$P_i = 1488 - 31.46 \times 7600 \times 0.998 = 11047564.6 \text{ N.}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0.186 \times 2 + 0.418 \times 2 + 5.75 + 5.98 + 6.211) / 7 = 3.709 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.998.$$

**b. MC 101 :**

$$P_i = 1488 - (6.76 + 31.46) \times 7600 \times 0.999 = 11007309.7 \text{ N.}$$

**c. MC 102 :**

$$P_i = 1488 - (9.3744 + 31.46) \times 0.999 \times 7600 = 10987460.1 \text{ N.}$$

**d.MC 103 :**

$$P_i = 1488 - (31.46 + 12.0528) \cdot 0.999 \cdot 7600 = 10967124.6 \text{ N.}$$

**d.MC 104 :**

$$P_i = 1488 - (14.71 + 31.46) \cdot 0.999 \cdot 7600 = 10946950.1 \text{ N.}$$

**e.MC 105 :**

$$P_i = 1488 - (31.46 + 17.367) \cdot 1 \cdot 7600 = 10937714.8 \text{ N.}$$

### 3.2. Tính $f_{cgp}$ cho các mặt cắt :

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

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

-Tại MC 100 : ( $M_1 = 0$ ).

$$f_{cgp} = -\frac{11047564.6}{1270000} - \frac{11047564.6 \times 1115.5^2}{3.413 \times 10^{11}} = -15.79 MP_a$$

-Tại MC 105 :

$$f_{cgp} = -\frac{10937714.8}{875000} - \frac{10937714.8 \times 1115.5^2}{3.413 \times 10^{11}} + \frac{3729 \times 1115.5}{3.413 \times 10^{11}} = -27.4 MP_a$$

**Vậy mất do nén đàn hồi bê tông ( $\Delta f_{PES}$ ) là:**

-MC 100 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-15.79|}{2 \cdot 8 \cdot 27153} = 50.1 MP_a.$$

-MC 105 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(8-1) \cdot 197000 \cdot |-27.4|}{2 \cdot 8 \cdot 27153} = 86.97 MP_a.$$

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

-Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

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

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

### **5. Mất us do từ biến bê tông.**

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 f_{cgp} - 7.0 \Delta f_{cgp} \geq 0.$$

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 lượng bản thân.

-Tính lực  $P_i$  cho các mặt cắt :

$$P_i = \bar{f}_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} - \bar{A}_{PS} * \cos \alpha_x^{tb} .$$

**\*MC 100 :**

$$P_i = [1488 - (31.46 + 50.1)] * 7480 * 0.998 = 10145898.7 N .$$

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

$$f_{cgp} = -\frac{10145898.7}{1252412.6} - \frac{10145898.7 * 191^2}{4.1553301114 * 10^{11}} = -8.99 MP_a$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 * 9.7 = 116.4 MP_a .$$

**\*MC 105 :**

$$P_i = [1488 - (86.97 + 31.46 + 121.5696)] * 7480 * 1 = 9335042.99 N$$

Suy ra MC L/2:

$$\rightarrow f_{cgp} = -\frac{9335042.99}{776412.6} - \frac{9335042.99 * 760^2}{3.0644595 * 10^{11}} + \frac{4693.1 * 10^6 * 760}{3.0644595 * 10^{11}} = -18.04 MP_a .$$

$\Delta f_{cdp}$  :us do tĩnh tải 2 và tĩnh tải 3 gây ra :

$$\begin{aligned} \Delta f_{cdp} &= \frac{M_2}{I_{c_2}} (d_{ps} - y^{tr}_2) + \frac{M_3 + M_{lp}}{I_{c_3}} (d_{ps} - y^{tr}_3) . \\ &= \frac{3089 * 10^6}{3.317 * 10^{11}} * 796 + \frac{(389.66 + 551.12) * 10^6}{5.22571 * 10^{11}} * 1072 = 4.09 MP_a \end{aligned}$$

$$M_2 = 1351.63 * 10^6 MPa$$

$$M_3 = 170.48 * 10^6 MPa$$

$$M_{lp} = 241.13 * 10^6 MPa$$

$$I_{c_2} = 3.317 * 10^{11} mm^4$$

$$Y_2^{tr} = 904 mm$$

$$I_{c_3} = 5.22571 * 10^{11} mm^4$$

$$Y_3^{tr} = 628 mm$$

$$D_{ps} = 1700 mm$$

$\Delta f_{cdp}$  :us do tĩnh tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 * 21.2 - 7 * 9.34 = 189.02 MP_a .$$

Mặt cắt	$\Delta f_{PF}$ (MPa)	$\Delta f_{PA}$ (MPa)	$\Delta f_{cgp}$ (MPa)	$\Delta f_{cdp}$ (MPa)	$\Delta f_{PCR}$ (MPa)
100	0	31.46	15.79	0	189.48
101	47.3182	31.46	35.28	4.09	394.73
102	65.6208	31.46	31.58	7.01	329.89
103	84.3696	31.46	28.3	8.75	278.35
104	102.9696	31.46	27.4	9.34	263.42
105	121.5696	31.46	27.4	9.34	263.42



**6. Mất ứng suất do chùng c.thép :**

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

-Căng sau gần 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 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3*0 - 0.4*50.1 - 0.2(25 + 189.48)] = 22.52 MPa.$$

\*MC L/2 :

$$\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3*121.5696 - 0.4*86.97 - 0.2(25 + 263.42)] = 10.2 MPa$$

**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	$\Delta f_{PF}$ (MPa)	$\Delta f_{PA}$ (MPa)	$\Delta f_{PES}$ (MPa)	$\Delta f_{PT1}$ (MPa)
100	0	31.46	50.1	81.56
101	47.3182	31.46	57.3	136.1
102	65.6208	31.46	64.8	161.88
103	84.3696	31.46	70.55	186.38
104	102.9696	31.46	78.1	212.53
105	121.5696	31.46	86.97	240.1

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

Mặt cắt	$\Delta f_{PSR}$ (MPa)	$\Delta f_{PCR}$ (MPa)	$\Delta f_{PR}$ (MPa)	$\Delta f_{PT2}$ (MPa)
100	25	189.48	22.52	237
101	25	394.73	5.95	425.68
102	25	329.89	6.38	361.27
103	25	278.35	7.43	310.78
104	25	263.42	9.05	297.47
105	25	263.42	10.2	298.62

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

Tiết diện	$\Delta f_{PT1}$ (MPa)	$\Delta f_{PT2}$ (MPa)	$\Delta f_{PT}$ (MPa)
100	81.56	237	318.56
101	136.1	425.68	561.78
102	161.88	361.27	523.15
103	186.38	310.78	497.16
104	212.53	297.47	510

105	240.1	298.62	538.72
-----	-------	--------	--------

### V.KIỂM TOÁN THEO TTGH CƯỜNG ĐỘ 1:

#### 1.Kiểm tra sức kháng uốn :

Do ta có bê tông bản mặt cầu và bê tông dầm có c- ường độ khác nhau nên ta quy đổi bê tông mặt cầu về bê tông làm dầm.Ta chỉ quy đổi theo chiều rộng bản cánh chứ không quy đổi chiều cao bản cánh.

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

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

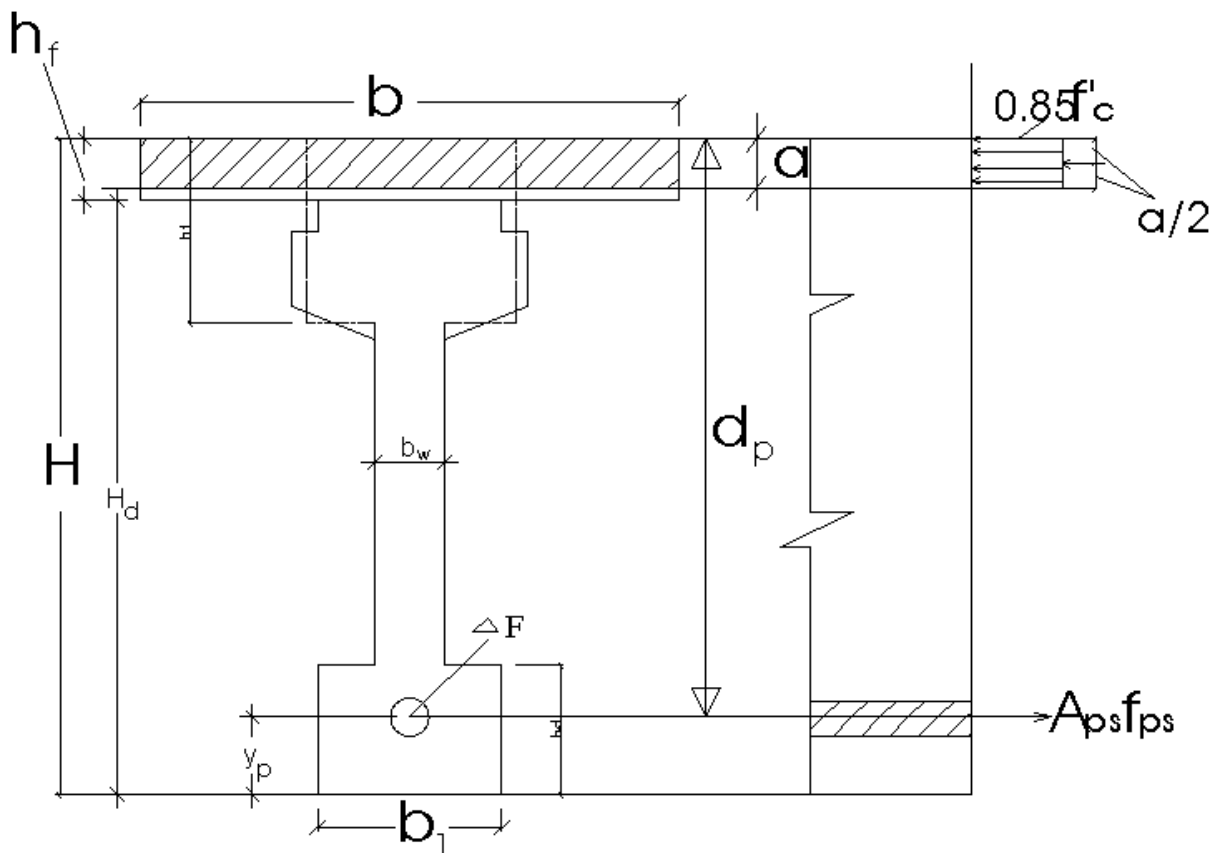
$$b'_2 = 0.7746 \cdot 1900 = 1471.74 \text{ mm}$$

Xem tiết diện là tiết diện chữ T

#### **\*kiểm tra MC 105 (bỏ qua cốt thép th- ường):**

Vị trí trục trung hòa :

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



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

$$h_f = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$$

$$A_{ps} = 7600 (\text{mm}^2)$$

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

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05}{7} \cdot f'_c - 28$$

$$= 0.85 - 0.05/7(50 - 28) = 0.693$$

$$f'_c = 50$$

$$d_p = H - y_p = 1900 + 185 - 217.1 = 1867.9 \text{ (mm)}$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28$$

$$C = \frac{7600 \times 1860}{0.85 \times 50 \times 0.693 \times 2000 + 0.28 \times 7600 \times \frac{1860}{1867.9}} = 231.6 \text{ mm} > h_f = 185 \text{ mm}$$

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} (d_p - \frac{a}{2}) + (b - b_w) h_f \cdot 0.85 \cdot f'_c (h_f/2 - a/2),$$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0.85 \cdot 231.6 = 196.86 \text{ mm}.$$

$$f_{ps} = f_{pu} (1 - k \frac{c}{d_p}) = 1860 \cdot (1 - 0.28 \cdot \frac{231.6}{1867.9}) = 1849 \text{ MPa}.$$

$$M_n = 7600 \cdot 1849 \cdot (1867.9 - \frac{196.86}{2}) + 1750 \cdot 185 \cdot 0.85 \cdot 50 \cdot (\frac{185}{2} - \frac{196.86}{2})$$

$$= 2.935 \cdot 10^{10} \text{ Nm} = 29348 \text{ KN.m}$$

$$+ \text{Kiểm tra : } M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{l/2} = 18355.12 \text{ KN.M} \rightarrow \text{đạt}.$$

## 2. Kiểm tra hàm l- ợng thép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0.42.$$

$$d_c = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p}{A_{ps} f_{ps}} = \frac{7600 \cdot 1849 \cdot 1867.9}{7600 \cdot 1849} = 1867.9 \text{ mm}.$$

$$C = 231.6 \text{ mm} < 0.42 d_c = 0.42 \times 1867.9 = 784.5 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$$

**3. Kiểm tra hàm l-ong cthép tối thiểu :**

$$\phi M_n \geq \min \{ 2M_{cr}, 1.33M_u \}$$

Trong đó :

$M_{cr}$  : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTĐƯL tức là khi đó ứng suất biên d-ới đạt trị

số ứng suất kéo khi uốn là :  $f_r = 0.63\sqrt{f'_c} = 0.63\sqrt{50} = 4.45MP_a$ .

-ph-ương trình  $M_{cr}$  với tiết diện hợp căng sau (3 giai đoạn).

$$f_r = -\frac{P_l}{A_g} - \frac{P_l e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_2^d + \frac{M_3 + M_{ht}}{I_c} y_3^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_3^d = 4.45MP_a$$

$$+ P_l = (0.8f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \quad , \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 538.72MP_a$$

+  $M_1$  : mômen MC 105 do tĩnh tải 1 = 3595 KN.m (TTGHSD).

+  $M_2$  : mômen MC 105 do tĩnh tải 2 = 2447 KN.m.

+  $M_3$  : mômen MC 105 do tĩnh tải 3 = 6363.5 KN.m.

$$+ M_{ht} = 1.25xM_{TR} + M_{LN} \quad m g_M = 0.936(1,25x2482 + 1522) = 4151.475KN.m$$

+  $\Delta M$  : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

$$P_l = (0.8x0.9*1860 - 538.72)*7600 = 6083648 \text{ N}$$

\*thay các số liệu MC 105 vào ph-ương trình để tính  $\Delta M$ .

$$4.45 = -\frac{6083648}{875000} - \frac{6083648*1115,5}{3.413.10^{11}} 892,6 + \frac{3595}{3.3071.10^{11}} 892,6 + \frac{2447}{3.5066.10^{11}} 861,07 +$$

$$+ \frac{(6363.5 + 4328.53)}{6,5343.10^{11}} 1101,97 + \frac{\Delta M}{6,5343.10^{11}} 1101,97$$

$$\Delta M = 1.7285.10^{10} \text{ N.mm} = 17285 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_2 + M_3 + M_{ht} = 34019.03 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_{105} = 18114.125 \text{ KN.m}$$

$$+ \text{Kiểm tra : } \phi M_n = 29348 \text{ KN.m} > \min \{ 1.2M_{cr}, 1.33M_u \}$$

$$> \min \{ 24091.79 ; 40822.84 \text{ KN.m} \}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 29348 > 24091.79 \text{ KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

**4. Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện :**

-Tính cho tiết diện ở gần gối :

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

$V_n$  : sức kháng cắt danh định.

$$V_n = \min \left\{ V_c + V_s + V_p \right. \\ \left. 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \right\}$$

$V_c$ : 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):

$$V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi}: \text{c-ờng độ tính toán ctdul.}$$

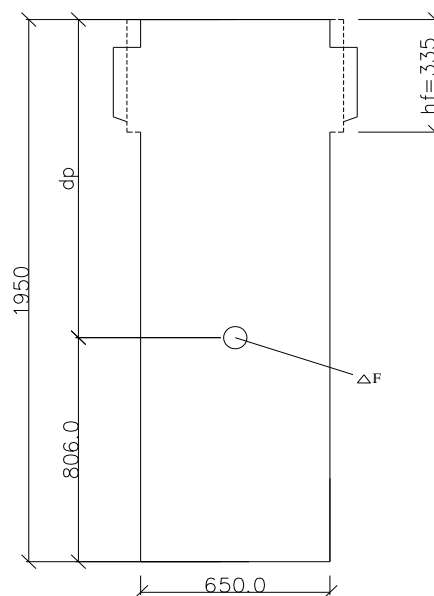
$\alpha$ : góc trung bình.

Trong các công thức trên:

$b_v$ : là chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm  $b_w = b_1 = 650 \text{ mm}$ .

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

Đầu dầm:

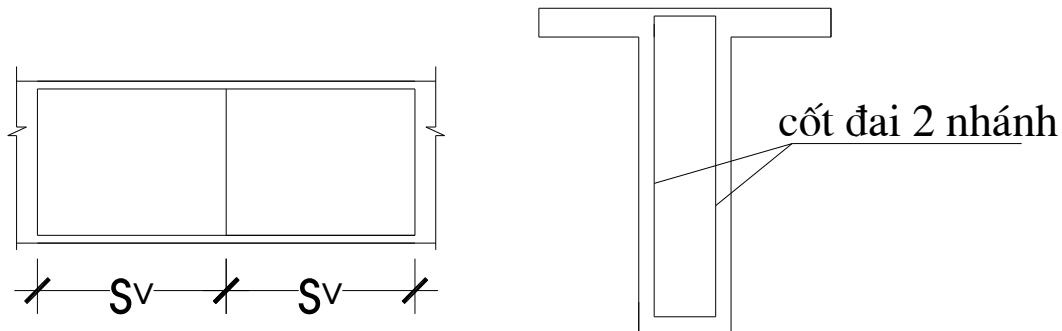


+gần đúng chiều cao miền chịu nén, lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC 105.

$$C=205.3 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1950 - 806 - \frac{205.3}{2} = 1041.35 \text{ mm}.$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 1041.4 \\ 0.9d_p = 937.22 \\ 0.72h = 1404 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1404 \text{ mm}.$$

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



Trong đó với  $L=38\text{m} \rightarrow$  đầu dầm  $b_1 = 650 \rightarrow$  cốt đai  $\phi = 16$  -4 nhánh .1 nhánh

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

+  $f_v$ : cường độ cốt đai  $= 400 \text{ MP}_a$ .

+  $S_v$ : b-óc cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+  $\beta$ : là hệ số tra theo bảng lập sẵn.

+  $\Phi$ : là góc của ứng suất xiên tra bảng.

\*Để tra bảng tìm  $\beta$  và  $\Phi$  phải tính 2 thông số là:  $\frac{V}{f_c}$  và  $\varepsilon_x$ .

-với  $V$  là ứng suất cắt :

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

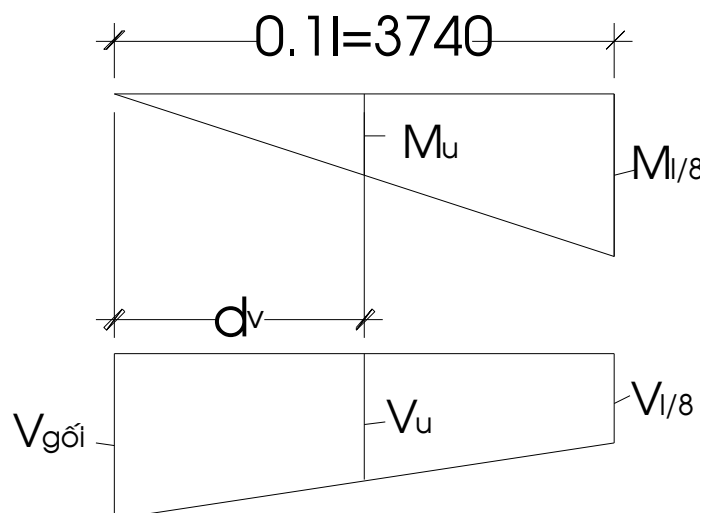
$V_u$ : là lực cắt tính toán theo TTGHCD 1,  $\phi = 0.9$ .

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

$M_u$ : là mômen uốn tính theo TTGHCD 1.

Nh- vậy để tra bảng tìm  $\Phi$  phải tính  $\varepsilon_x \rightarrow$  để tính  $\varepsilon_x$  phải biết  $\Phi$ . 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 :  $M_{l/8} = 5327.15 \text{ KN.m}$

$V_{gối} = 1971.22 \text{ KN.m}$

$V_{l/8} = 1538.325 \text{ KN.m}$

$d_v = 1404 \text{ mm}$

$$M_u = \frac{M_{l/8}}{0.1l} x d_v = \frac{5327.15}{3740} * 1404 = 1999.82 \text{ KN.m}$$

$$V_u = V_{l/8} + \frac{V_{gối} - V_{l/8}}{0.1l} x d_v = 1538.325 + \frac{1971.22 - 1538.325}{3740} * 1404 = 1700.83 \text{ KN}$$

**b. Tính ứng suất cắt :**

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1700.83 \cdot 10^3}{0.9 * 650 * 1404} = 2.07 \text{ MP}_a$$

$$\frac{V}{f_c} = \frac{2.07}{50} = 0.04$$

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

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{5327.15 * 10^6 / 1404 + 0.5 * 1700.83 * 10^3 * 1.192}{197000 * 7480} = 3.26 \cdot 10^{-3}$$

Theo  $\left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f_c} = 0.04 \\ \varepsilon_{x_1} = 3.26 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\}$  . Tra bảng  $\rightarrow \Phi_1 = 28.75^\circ, \beta_1 = 3$

+ so sánh  $\Phi_1$  và  $\Phi_0$  khác nhiều  $\rightarrow$  làm lần thứ 2 :  $\cot g 28.75^\circ = 1.823$ .

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{5327.15 * 10^6 / 1404 + 0.5 * 1700.83 * 10^3 * 1.823}{197000 * 7480} = 3.627 \cdot 10^{-3}$$

Theo  $\frac{V}{f'_c}$  và  $\varepsilon_{x_2} \rightarrow$  tra bảng  $\rightarrow \Phi_2 = 29.19^\circ$  và  $\beta_2 = 2.8$ .

Vậy số liệu để tính :  $\Phi = 29.19^\circ$  và  $\beta = 2.8$ .

#### **d. Bố trí cốt đai tr- ốc rồi kiểm tra :**

B- ốc đai :

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

$$V_u = 1741 \text{ KN} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 * 50 * 650 * 1404 = 4563 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

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

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

$$V_n = \min \left( \frac{V_u}{\Phi} + V_s + V_p \text{ và } 0.25 f'_c b_v d_v \right) = 7278 \text{ KN}.$$

$$+ V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v = 0.083 * 2.7 * \sqrt{50} * 650 * 1404 = 14.46 \text{ KN}.$$

$$+ V_s = V_u / \Phi - V_c - V_p = 1700.83 / 0.9 - 14.46 - 312.7 = 1562.65 \text{ KN}$$

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

- Tính góc  $\alpha_{tb}$  của các bó cáp tại  $x = d_v = 1404 \text{ mm}$ .

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{l} \left( 1 - \frac{2x}{l} \right) = \frac{4 * 110}{29400} \left( 1 - \frac{2 * 1213}{29400} \right) = 0.0137238 \rightarrow \alpha_1 = 0.78^\circ.$$

T- ơng tự cho các bó khác

$$\rightarrow \alpha_{tb} = \arcsin \left( \frac{1}{7} (0.78 + 1.43) + 7.18 + 7.81 + 8.44 \right) = 3.97^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.069.$$

$$V_p = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \sin \alpha_{tb} = (0.8 * 0.9 * 1860 - 408.30) * 4836 * 0.069 = 312.70 \text{ KN}.$$

Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt :

$$V_u = 1144 \text{ KN} \leq 0.9 (V_c + V_s + V_p) = 0.9 (1562.65 + 312.7 + 14.46) \rightarrow \text{đạt}.$$

## **VI. KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG :**

### **1. Kiểm tra ứng suất MC 105 (giữa nhịp) :**

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

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

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

$$+ A_g = 875000 \text{ mm}^2$$



$$+I_g = 3.413 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 1115.5 \text{ mm}, y_1^d = 877 \text{ mm}, y_1^{tr} = 1023 \text{ mm}, M_1 = 3595 \text{ KN}$$

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

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

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376.4 - 240.1) \cdot 7480 = 8499524 \text{ N}$$

$$\rightarrow f_{bd} = \left| -\frac{8499524}{875000} - \frac{8499524 \cdot 1115.5}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{3595 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 1023 \right| = 23.29 \leq 0.6 f_{ci}' = 24 \text{ MP}_a.$$

**b.** Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \begin{cases} < 1.38 \text{ MP}_a \\ < 0.25 \sqrt{f_{ci}'} = 1.77 \end{cases}$$

Thay số :

$$f_{btr} = -\frac{8499524}{875000} + \frac{8499524 \cdot 1115.5 \cdot 1023}{3.413 \cdot 10^{11}} - \frac{3595 \cdot 10^6 \cdot 1023}{3.413 \cdot 10^{11}} = -1.14 \text{ MP}_a < 1.38 \rightarrow \text{đạt}$$

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

**a.** kiểm tra ứng suất biên d-ới :

$$f_{pi} = 0.8 f_{py} = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1860 = 1339.2 \text{ MP}_a.$$

$$\text{-lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 510) \cdot 7480 = 6202416 \text{ N}.$$

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

$$\begin{aligned} f_{bd} &= -\frac{6202416}{875000} - \frac{6202416 \cdot 1115.5}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{3595 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \\ &+ \frac{2447 \cdot 10^6}{3.413 \cdot 10^{11}} \cdot 877 + \frac{(559 + 1180 + 3595) \cdot 10^6}{5.23 \cdot 10^{11}} \cdot 1127 \\ &= 3.37 \text{ MP}_a \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54 \end{aligned}$$

$\rightarrow$  đạt.

**b.** Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$y_1^{tr} = 1007.4 \text{ mm}, y_2^{tr} = 1038.93 \text{ mm}, y_3^{tr} = 798.03 \text{ mm}$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} - \frac{M_3}{I_c} y_3^{tr} \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MP}_a.$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{6202416}{875000} + \frac{6202416 * 760}{3.413 * 10^{11}} * 1007.4 - \frac{3595.10^6 * 1007.4}{3.413^{11}} - \frac{2447.10^6}{3.413 * 10^{11}} * 1038.93 - \frac{6336.3 * 10^6}{5.23.10^{11}} * 1038.93 \right|$$

$$\leq 0.45 f_c' = 0.45 * 50 = 22.5 MP_a$$

$$= |-17.3 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

## **2. Kiểm tra us mặt cắt gối 100 :**

### **2.1. Giai đoạn căng kéo :**

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

-Trong đó :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0.55x2 + 0.83x2 + 2.76 + 6.05 + 6.33 + 6.6) / 8 = 3.0625^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1488 - 212.53) * 7480 * 0.997 = 9511894.05 N$$

$$+ A_g = 1270000 mm^2, I_g = 4.1868x10^{11} mm^4, e_g = 174.9 mm, y_1^{tr} = 918 mm, y_1^d = 982 mm, M = 0$$

#### **a. Kiểm tra us biên d-ới :**

$$f_{bd} = -\frac{9511894.05}{1270000} - \frac{9511894.05 * 191}{4.1686x10^{11}} * 918 = |-11.14 MP_a| < 19.2 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

#### **b. Kiểm tra thớ trên :**

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{9511894.05}{1270000} + \frac{9511894.05 * 174.9}{4.1868x10^{11}} * 997 = -3.59 MP_a \text{ (nén)} < f_k \rightarrow \text{đạt.}$$

### **2.2. Giai đoạn khai thác:**

$$P_i = [1339.2 - (88.5 + 170.54)] * 7480 * 0.997 = 8071517.255 N.$$

$$I_c = 6.7810^{11} mm^4, y_2^{tr} = 923.67 mm, y_2^d = 976.33 mm.$$

#### **a. Kiểm tra us biên d-ới :**

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{8071517.255}{1292094} - \frac{8071517.255 * 174.9}{4.1686 * 10^{11}} * 976.33 = -9.55 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

#### **b. Kiểm tra us biên trên :**

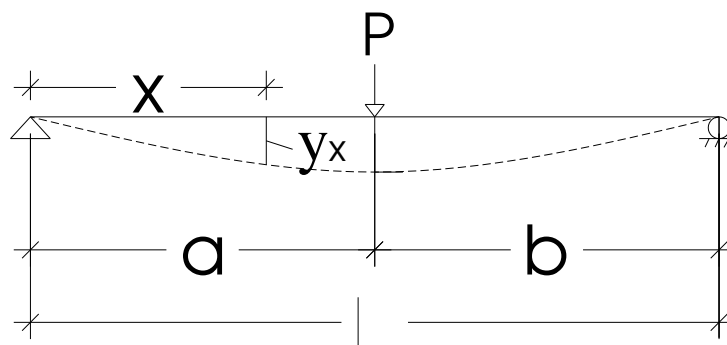
$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{8071517.255}{1292094} + \frac{8459986 * 396}{4.1686 * 10^{11}} * 976.33 = -4.57 MP_a \rightarrow$$

đạt(nén).

## **VII. TÍNH ĐỘ VỒNG KẾT CẤU NHỊP :**

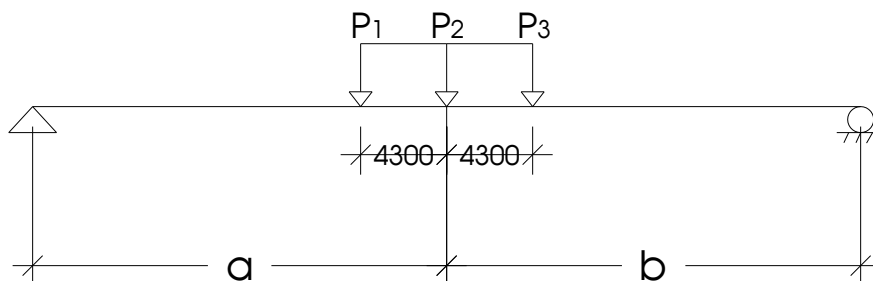
### **1. Kiểm tra độ võng do hoạt tải :**

+Tính độ võng mặt cắt có tọa độ x do lực p có tọa độ a,b nh- hình vẽ .



$$y_x = \frac{p \cdot b \cdot x}{6 \cdot E_c \cdot I_c \cdot l} (l^2 - b^2 - x^2)$$

+Sơ đồ chất tải tính độ võng do xe tải 3 → trục:



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

**+ Độ võng MC giữa nhịp 105 do các lực  $p_1 \rightarrow$**

$b = 18700 + 4300 = 23000 \text{ mm}$ ,  $x = 18700 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 23000 \times 18700 \times (37400^2 - 23000^2 - 18700^2)}{6 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11} \times 37400} = 13.7 \text{ mm}.$$

**+Độ võng MC 105 do  $p_2 \rightarrow$**

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot l^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 37400^3}{48 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11}} = 14.98 \text{ mm}.$$

**+Độ võng MC 105 do  $p_3 \rightarrow$**   $b = 14400 \text{ mm}$ ,  $x = 18700 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \times 10^3 \times 14400 \times 18700 \times (37400^2 - 14400^2 - 18700^2)}{6 \times 30358 \times 3.473722 \times 10^{11} \times 37400} = 3.35 \text{ mm}$$

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

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{13000 - 2 \times 500}{3500} = 3.4 = 3 \text{ làn}.$$

-hệ số xung kích  $(1+IM) = 1.25$ .

**+Độ võng 1 dầm chủ tại MC 105 :**

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

$$y = \frac{(13.7 + 14.98 + 3.35) \times 3}{6} \times 1.25 = 11.6 \text{ mm}.$$

$$+ \text{Kiểm tra : } y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 11.6 < \frac{37400}{800} = 46.75 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt.}$$

## **2. Tính độ võng do tĩnh tải – lực căng tr- ốc và độ võng (MC 105):**

### **2.1. Độ võng do lực căng ctdul:**

$$\Delta_{DUL} = -\frac{6w.l^4}{384E_c I_g}.$$

$$\text{Trong đó: } w = \frac{8pe}{l^2}, e = e_g = 1115.5 \text{ mm}, I_g = 3.414 \times 10^{11} \text{ mm}^4.$$

$$p = (0.8f_{pu} - \Delta f_{PT})A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 538.72) \times 7600 = 7214528 \text{ N}.$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 7214528 \times 1115.5}{37400^2} = 46.03.$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{6 \times 46.03 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.414 \times 10^{11}} = -135.82 \text{ mm}.$$

### **2.2. Độ võng do trọng lượng bản thân dầm (giai đoạn 1): do $g_1 = 22.19 \text{ N/mm}$**

$$\Delta g_1 = \frac{6}{384} \cdot \frac{g_1.l^4}{E.I_g} = \frac{6 \times 20.5586 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.413 \times 10^{11}} = 60.64 \text{ mm}.$$

### **2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 13.994 \text{ N/mm}$ .**

$$\Delta g_2 = \frac{6}{384} \cdot \frac{g_2.l^4}{E.I_c} = \frac{5 \times 13.994 \times 37400^4}{384 \times 30358 \times 3.414 \times 10^{11}} = 41.21 \text{ mm}.$$

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

$$y_T = -135.82 + 60.64 + 41.21 = -33.97 \text{ mm}.$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là : 33.97 mm.