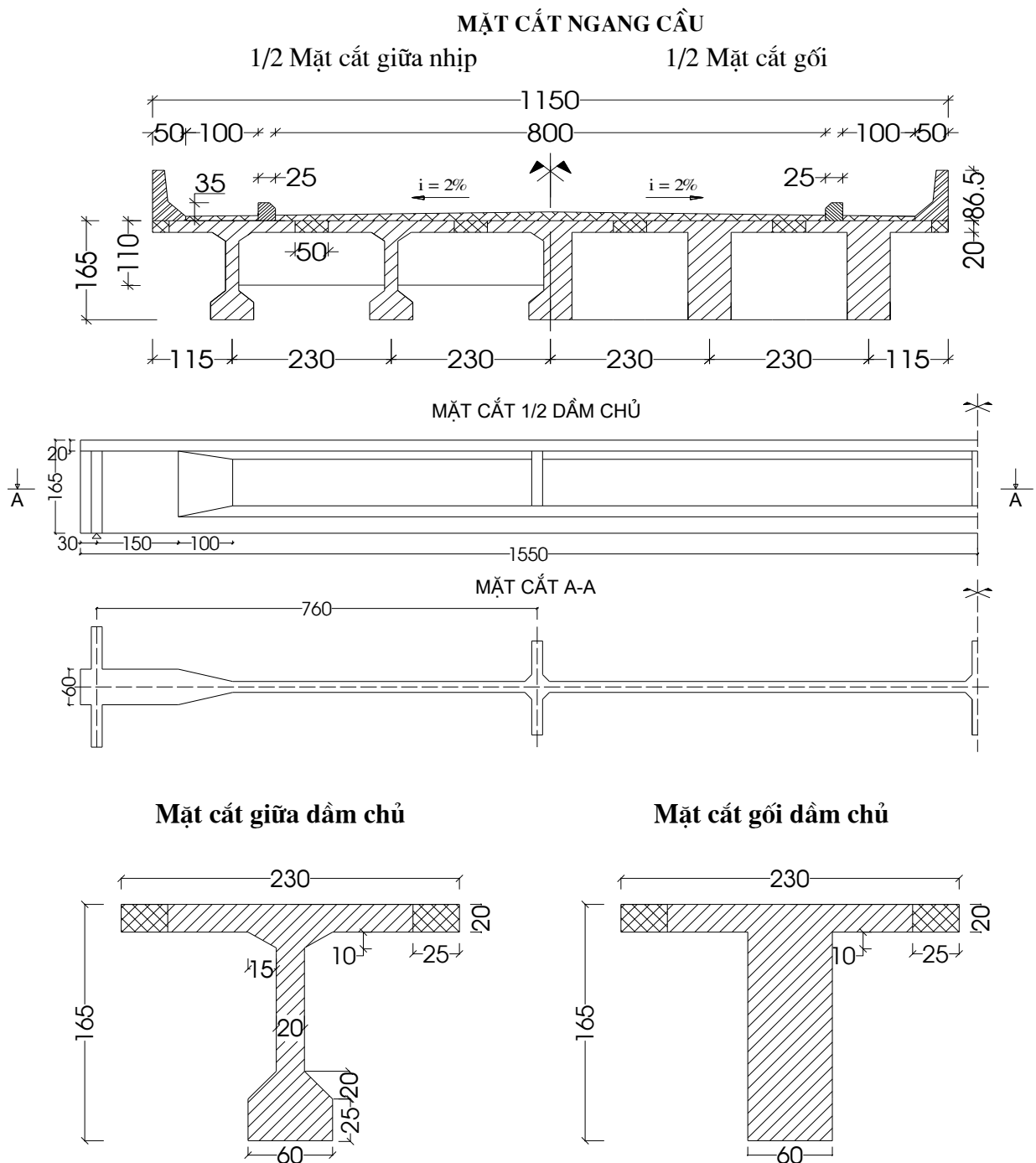


## PHẦN II : THIẾT KẾ KỸ THUẬT

## CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

- +Chiều dài dầm: 31 m
  - +Khổ cầu:  $B = 8.0 + 2 \times 1.0$  m
  - +Tải trọng: đoàn xe HL93, ng-ời đi bộ:  $300\text{kg/m}^2$
  - +Quy trình thiết kế BGTVT 22 TCN 272-05.
  - +Tiêu chuẩn thiết kế đ-ường ô tô TCVN4054-05.
- Vật liệu :
- +C-ờng độ bê tông 28 ngày tuổi  $f'_c = 50\text{MPa}$ .
  - +C-ờng độ thép th-ờng  $F_y = 400\text{MPa}$ .



## I. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

- Áp dụng phương pháp tính toán gần đúng theo TCN 4.6.2 (điều 4.6.2 của 22TCN272-05).  
Mặt cầu có thể phân tích như một dầm liên tục trên các gối là các dầm.

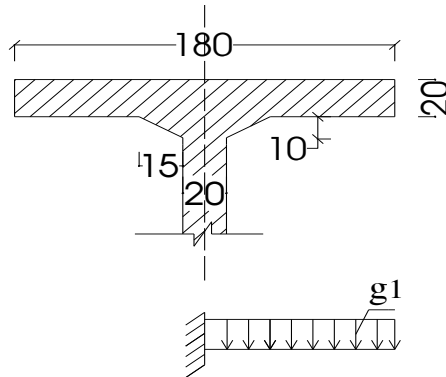
## II. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

### • Sơ đồ tính và vị trí tính nội lực:

Bản mặt cầu làm việc theo hai giai đoạn.

\* Giai đoạn một: Khi chèn nối bản, bản làm việc như một dầm công son ngàm ở sườn dầm

-. Sơ đồ tính: Là sơ đồ mút thừa, chịu tải trọng phân bố đều:  $g_1$



+ Trọng lượng bản thân bản:

$$DC = W_s = g_1 = h_{\text{bản}} \cdot \gamma_{\text{BTCT}} = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ KN/m}^2 = 4.8 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2.$$

$$+ \text{ Momen tại gối: } Mo = g_1 \cdot \frac{\left(\frac{S}{2}\right)^2}{2} = 4.8 \times 10^{-3} \cdot \frac{\left(\frac{2300}{2}\right)^2}{2} = 3174 (\text{N.mm})$$

\* Giai đoạn hai: Sau khi nối bản, bản được nối bằng mối nối - cốt, đổ trực tiếp với dầm ngang.

Để tính nội lực ở giai đoạn này, phải tính tải trọng tác dụng lên bản:

### 1. Xác định chiều rộng bản cánh hữu hiệu:

\* Tổng chiều dài một dầm là 31m, để hai đầu dầm mỗi bên 0.3m để kê lên gối. Như vậy chiều dài tính toán của nhịp cầu là: 30.4 m.

\* Đối với dầm giữa:

- Bề rộng bản cánh hữu hiệu có thể lấy giá trị nhỏ nhất của:

$$+ 1/4 \text{ chiều dài nhịp} = 30400/4 = 7600 \text{ mm}$$

+ 12 lần độ dày trung bình của bản cộng với số lớn nhất của bề dày bản bụng dầm hoặc 1/2 bề rộng bản cánh trên của dầm chính:

$$= 12 \times 200 + \max \left| \frac{1800/2}{200} \right| = 3300 \text{ mm}$$

+ Khoảng cách giữa các dầm kề nhau = 2300 mm.

\* Đối với dầm biên:

- Bề rộng cánh dầm hữu hiệu có thể lấy được bằng bề rộng hữu hiệu của dầm kê trong (=2300/2 = 1150) cộng trị số nhỏ nhất của:

$$+ 1/8 \text{ chiều dài nhịp hữu hiệu} = 30400/8 = 3800 \text{ mm}$$

+ 6 lần trung bình chiều dày của bản cộng số lớn hơn giữa 1/2 độ dày bản bụng hoặc 1/4 bề rộng bản cánh trên của dầm chính :

$$= 6 \times 200 + \max \left\{ \frac{200/2}{1800/4} \right\} = 1650 \text{ mm}$$

+Bề rộng phần hẫng = 1150 mm  $\rightarrow b_c = 1150 + 1150 = 2300 \text{ mm}$ .

Kết luận bề rộng cánh hữu hiện:

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Dầm giữa ( $b_i$ ) | 2300 mm |
| Dầm biên ( $b_c$ ) | 2300 mm |

## 2-Xác định tính tải cho 1 mm chiều rộng của bản.

1-Trong l- ợng bản mắt cầu :

$$W_s = H_b \times \gamma_c = 200 \times 2.4 \times 10^{-5} = 480 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^2$$

2- Trong l- ợng bản mút thừa:  $W_0 = W_s$

3- Trong l- ợng lớp phủ:

-Lớp phủ mặt cầu :

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng l- ợng riêng là 22,5 KN/m<sup>3</sup>.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng l- ợng riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

+ Lớp phòng n- ớc Raccon#7(không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm,trọng l- ợng riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

| Tên lớp       | Bề dày (m) | TL 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                            |

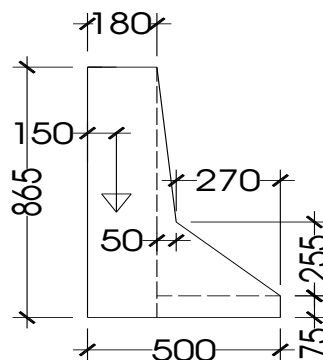
$\Rightarrow$  Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:

$$W_{DW} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 \text{ KN/m}^2$$

4- Trong l- ợng lan can :

$$P_b = ((865 \times 180 + (500 - 180) \times 75 + 50 \times 255 + 535 \times 50 / 2 + (500 - 230) \times 255 / 2)) \times 2.4 \times 10^{-5}$$

$$= 240250 \times 2.4 \times 10^{-5} = 576600 \times 10^{-5} = 5.766 \text{ N/mm}$$



Cấu tạo lan can

### 3- Tính nội lực bản mặt cầu :

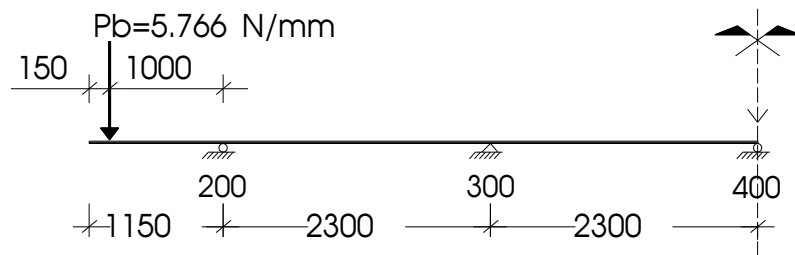
#### 1- Nội lực do tĩnh tải:

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

##### 1.1. Nội lực do lan can:

- Tải trọng lan can coi nh- một lực tập trung có giá trị  $P_b = 5.766 N/mm$  đặt tại trọng tâm của lan can .
- Xếp tải lên đanh để tìm tung độ đanh t- ơng ứng .
- Tra bảng với:

$$L_1 = 1150 - 150 = 1000 mm$$



$$\begin{aligned} R_{200} &= P_b \times (\text{tung độ đanh}) = P_b(1 + 1.27L_1/S) \\ &= 5.766 \times (1 + 1.127 \times 1000/2300) \\ &= 8.59 N/mm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{200} &= P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1 \\ &= P_b(-1 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (-1 \times 1000) \\ &= -5766 N.mm/mm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1 \\ &= P_b(-0.4920 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (-0.492 \times 1000) \\ &= -2836.87 N.mm/mm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1 \\ &= P_b(0.27 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (0.27 \times 1000) \\ &= 1556.82 N.mm/mm \end{aligned}$$

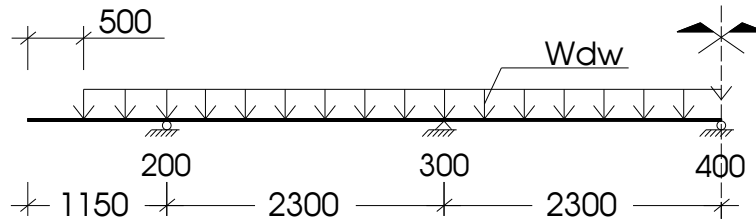
##### 1.2. Nội lực do lớp phủ : $W_{DW}$

Sơ đồ :

$$W_{DW} = 256 \times 10^{-5} N/mm^2$$

Dùng bảng tra với :

$$L_2 = 1150 - 500 = 615 mm$$



$$R_{200} = W_{DW} * \left[ \left( 1 + 0.635 * \frac{L_2}{S} \right) * L_2 + 0.3928 * S \right]$$

$$= 256 \times 10^{-5} * \left[ (1 + 0.635 * 615 / 2300) * 615 + 0.3928 * 2300 \right]$$

$$= 4.15 \text{ N/mm}$$

$$M_{200} = W_{DW} * (-0.5) * L_2^2$$

$$= 256 \times 10^{-5} * (-0.5) * 615^2$$

$$= - 484.13 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{204} = W_{DW} [(-0.246) * L_2^2 + (0.0772) * S^2]$$

$$= 256 \times 10^{-5} * [(-0.246) * 615^2 + (0.0772) * 2300^2]$$

$$= 807.3 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{300} = W_{DW} [(0.135) * L_2^2 + (-0.1071) * S^2]$$

$$= 256 \times 10^{-5} * [(0.135) * 615^2 + (-0.1071) * 2300^2]$$

$$= - 1145.4 \text{ N mm/mm}$$

## 2- Nội lực do hoạt tải :

Nội lực tính cho dải bản trong( nằm giữa 2 s- ờn dầm )

### 2.1 Mômen d- ơng lớn nhất do hoạt tải bánh xe:

+ Với các nhịp bằng nhau ( S = 2300) mômen d- ơng lớn nhất gần đúng tại điểm 204

( 0.4 x S của nhịp b-c)

+ Chiều rộng của dải bản khi tính  $M^+$  là:

$$S_w^+ = 660 + 0.55S$$

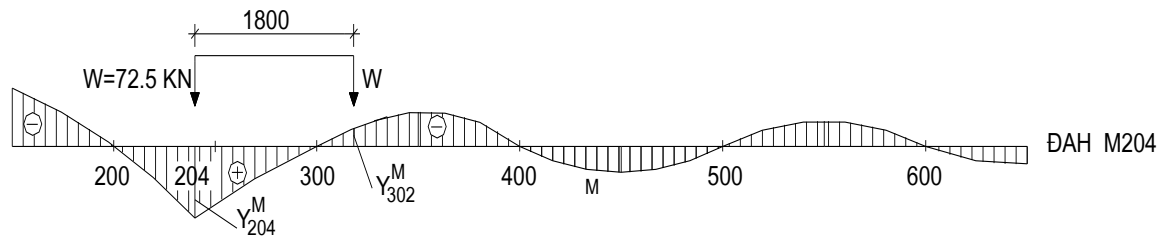
$$= 660 + 0.55 * 2300$$

$$= 1925 \text{ mm}$$

+ Chất tải một làn xe

⇒ hệ số làn xe : m=1.2

2.1.1 Tr-ờng hợp khi xếp 1 làn xe :



$$* R_{200} = m * (y_1^V + y_2^V) * W / S_w^+ = 1.2 * (0.51 - 0.0634) * 72.5 * 10^3 / 1925 = 20.184 \text{ N.mm}$$

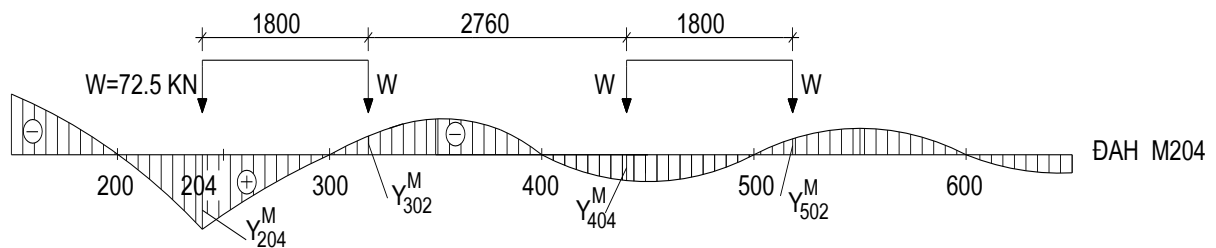
Trong đó:  $y_1^V, y_2^V$  là tung độ đ.á.h  $R_{200}$  d-ới lực thứ nhất và l-c thứ 2

Tra đáh R200 có :  $y_{204}^V = 0.51$  ,  $y_{302}^V = -0.0634$

Tra đáh M204 có :  $y_{204} = 0.204$  ,  $y_{302} = -0.0254$

$$* M_{204} = m * (y_1^V + y_2^V) * S * W / S_w^+ \\ = 1.2 * (0.204 - 0.0254) * 2300 * 72.5 * 10^3 / 1925 = 18565.12 \text{ N.mm/mm}$$

2.1.2 Tr-ờng hợp khi xếp 2 làn xe: Chất tải 2 làn xe  $\Rightarrow$  hệ số làn xe  $m=1$



Tra đáh R200 có :  $y_{204} = 0.51$  ,  $y_{302} = -0.0634$  ,  $y_{404} = -0.0476$  ,  $y_{502} = 0.0201$

Tra đáh M204 có :  $y_{204} = 0.204$  ,  $y_{302} = -0.0254$  ,  $y_{404} = 0.0086$  ,  $y_{502} = -0.0012$

$$* R_{200} = m * (y_{204} + y_{302} + y_{307} + y_{405}) * W / S_w^+ \\ = 1 * (0.51 - 0.0634 - 0.0476 + 0.0201) * 72.5 * 10^3 / 1925 = 15.78 \text{ N.mm}$$

$$* M_{204} = m * (y_{204} + y_{302} + y_{307} + y_{405}) * S * W / S_w^+ \\ = 1 * (0.204 - 0.0254 + 0.0086 - 0.0012) * 2300 * 72.5 * 10^3 / 1925 = 14509.42 \text{ N.mm/mm}$$

So sánh 2 tr-ờng hợp:  $M_{204-LL} = \max(M_{204-LL-1}, M_{204-LL-2}) \Rightarrow M_{204-LL} = 18565.12 \text{ Nmm / mm}$

$\Rightarrow$  Vậy kết quả lấy 1 làn xe.

2.2 Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe.

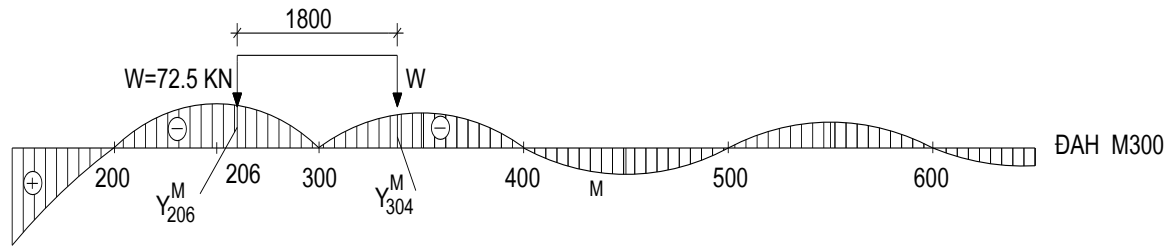
+ Thông th-ờng mômen âm lớn nhất đạt tại gối C ( điểm 300)

+ Chiều rộng dải bản khi tính mômen âm là  $S_w$

$$S_w = 1220 + 0.25S = 1220 + 0.25 * 2300 = 1795 \text{ mm}$$

+ Chất tải một làn xe bất lợi hơn  $\Rightarrow$  hệ số làn xe  $m=1.2$

2.2.1 Tr-ờng hợp khi xếp 1 làn xe ( đáh M300 có tung độ lớn nhất tại 206)



Tra đanh M200 có :  $y_{206} = 0.2971$  ,  $y_{304} = - 0.0789$

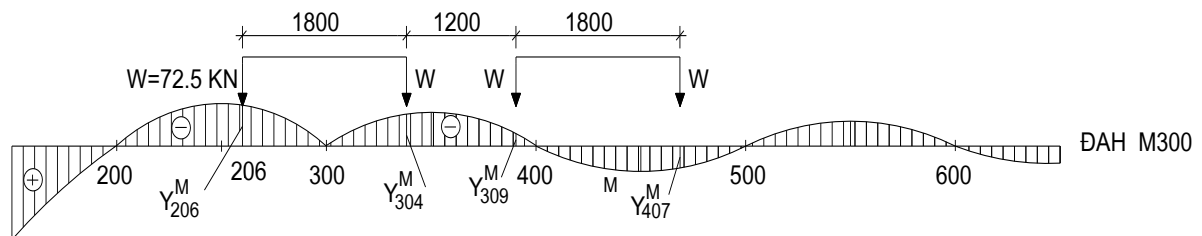
Tra đanh M300 có :  $y_{206} = - 0.1029$  ,  $y_{304} = - 0.0789$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{206} + y_{304}) \cdot W / S_w^- = 1.2 \cdot (0.2971 - 0.0789) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1795 = 10.57 \text{ N}$$

$$* M_{300} = m \cdot (y_{206} + y_{304}) \cdot S \cdot W / S_w^- = -1.2 \cdot (0.1029 + 0.0789) \cdot 23 \cdot 72.5 \cdot 10^5 / 1795 = -20266.5 \text{ N.mm}$$

### 2.2.2 Tr-ờng hợp khi xếp 2 làn xe ( đanh M300 có tung độ lớn nhất tại 206)

Chất tải 2 làn xe  $\Rightarrow$  hệ số làn xe  $m=1$



Tra đanh R200 có :  $y_{206} = 0.2971$  ,  $y_{304} = - 0.0789$  ,  $y_{309} = - 0.0143$  ,  $y_{407} = 0.0131$

Tra đanh M300 có :  $y_{206} = - 0.1029$  ,  $y_{304} = - 0.0789$  ,  $y_{309} = - 0.0143$  ,  $y_{407} = 0.0131$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot W / S_w^+ = 1 \cdot (0.2971 - 0.0789 - 0.0143 + 0.0131) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 8.17 \text{ N.mm}$$

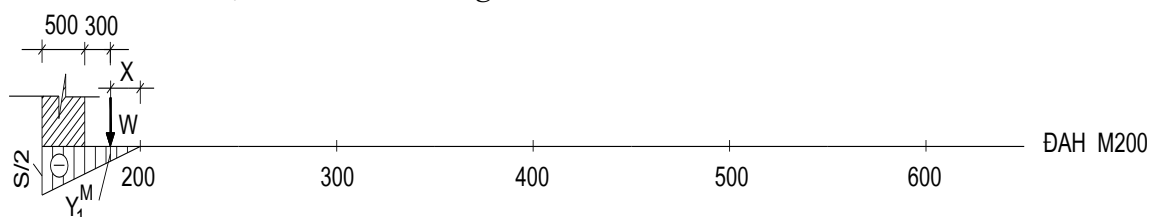
$$* M_{300} = m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot S \cdot W / S_w^+ = 1 \cdot (- 0.1029 - 0.0789 - 0.0143 + 0.0131) \cdot 23 \cdot 72.5 \cdot 10^5 / 1925 = -15852.08 \text{ N.mm/mm}$$

$$\text{So sánh 2 tr-ờng hợp: } M_{300-LL} = \max(M_{300-LL-1}, M_{300-LL-2}) \Rightarrow M_{300-LL} = -20266.5 \text{ Nmm / mm}$$

$\Rightarrow$  Vậy kết quả lấy 1 làn xe

### 2.3 Mômen bản hằng tại tiết diện 200:

\* Mômen âm do hoạt tải trên bản hằng: Sơ đồ



- **Tải trọng:** Tải trọng lấy như đối với tính dải bản phía trong, vị trí bánh xe ngoài đặt cách mép gờ chắn bánh 300mm hay 310mm tính từ tim dầm chủ.

Chiều rộng làm việc của dải bản :

$$S_w^0 = 1140 + 0.833 \cdot X$$

Chỉ tính mômen âm của bản hằng nếu:  $X = (L - Bc - 300) > 0$

$$\text{Thay số: } X = (1150 - 500 - 300) = 350 \text{ mm}$$



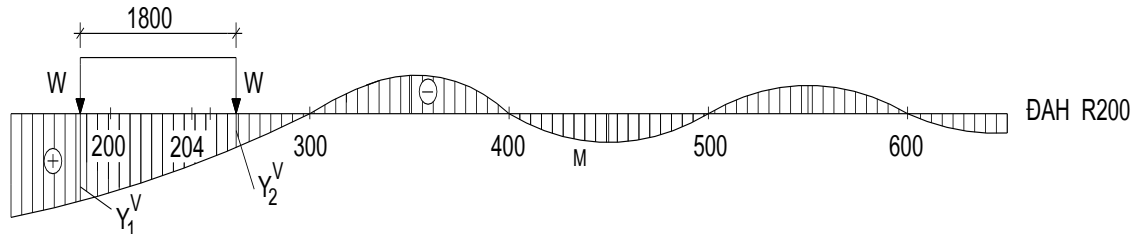
$$\Rightarrow S_w^0 = 1140 + 0.833 \cdot 350 = 1431.55 \text{ mm}$$

Do đó phải tính mômen âm do hoạt tải:

$$M_{200} = -m \cdot y_1 \cdot W \cdot (L - B_c - 300) / S_w^0$$

$$= -1.2 \cdot 0.3 \cdot 72.5 \cdot 10^3 \cdot 350 / 1431.55 = -6381.19 \text{ Nmm}$$

\* Phản lực do hoạt tải trên bản hằng: Sơ đồ



$$R200 = m \cdot (y_{1v} + y_{2v}) \cdot (W / S_w^0)$$

$$= 1.2 \cdot (1.413 + 0.2971) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1431.55 = 103.93 \text{ N}$$

### 3- Tổ hợp tải trọng :

Công thức tổng quát do hiệu ứng tải trọng gây ra :

$$R_U = \eta \cdot \sum \gamma_i \cdot Q_i$$

#### 3.1 Theo TTGHCD1:

$$M_u = 0.95 \cdot [\gamma_{p1} \cdot (M_{ws} + M_{wo} + M_{wpb}) + \gamma_{p2} \cdot M_{wdw} + 1.75 \cdot (1+IM) \cdot M_w]$$

$$Q_u = 0.95 \cdot [\gamma_{p1} \cdot (Q_{ws} + Q_{wo} + Q_{wpb}) + \gamma_{p2} \cdot Q_{wdw} + 1.75 \cdot (1+IM) \cdot Q_w]$$

Trong đó:

$M_{ws}$ ,  $Q_{ws}$  là mômen và lực cắt do trọng lượng bản mặt cầu

$M_{wo}$ ,  $Q_{wo}$  là mômen và lực cắt do trọng lượng bản hằng

$M_{pb}$ ,  $Q_{pb}$  là mômen và lực cắt do trọng lượng lan can

$M_{wdw}$ ,  $Q_{wdw}$  là mômen và lực cắt do trọng lượng lớp phủ

$M_w$ ,  $Q_w$  là mômen và lực cắt do hoạt tải bánh xe

$(1+IM)$  là hệ số xung kích = 1.25

$\gamma_{p1}$  là hệ số vượt tải cho nội lực do tĩnh tải không kể lớp phủ

$\gamma_{p2}$  là hệ số vượt tải cho nội lực do tĩnh tải do lớp phủ

**Chú ý:**

+ Nếu nội lực do tĩnh tải và hoạt tải cùng dấu thì :  $\gamma_{p1} = 1.25$ ,  $\gamma_{p2} = 1.5$

+ Nếu nội lực do tĩnh tải và hoạt tải trái dấu thì :  $\gamma_{p1} = 0.9$ ,  $\gamma_{p2} = 0.65$

Thay số:

$$* Q_{200} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (4.3 + 7.27 + 5.59) + 1.5 \cdot 4.15 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 103.93) = 242.27 \text{ N/mm}$$

\* Mômen âm tại gối 200:

$$M_{200} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (-3174 - 5766) + 1.5 \cdot (-484.13) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-6381.19))$$

$$= -18883.79 \text{ N.mm/mm}$$

\* Mômen d-ong tại vị trí 204:

Do trọng lượng bản thân của bản hẫng và trọng lượng lan can gây ra mômen âm làm giảm hiệu ứng bất lợi của mômen d-ong tại vị trí 204 nên lấy với hệ số 0.9

$$M_{204} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot 1960.2 + 0.9 \cdot (-1561.6 - 2836.87) + 1.5 \cdot 807.3 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 18565.12) \\ = 38298.09 \text{ N.mm/mm}$$

\* Mômen âm tại vị trí 300:

Do trọng lượng của bản hẫng, lan can gây ra mômen d-ong làm giảm hiệu ứng bất lợi của mômen âm tại vị trí 300 nên lấy với hệ số 0.9

$$M_{300} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (-2719.4) + 0.9 \cdot (856.98 + 1556.82) + 1.5 \cdot (-1145.4) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-20266.5)) \\ = -44914 \text{ N.mm/mm}$$

3.2 Theo TTGHSD1:

$$\eta = 1, \gamma_i = 1 \text{ (cả tĩnh tải và hoạt tải)}, IM = 25\%$$

$$M_{200} = -3456 - 5799 - 672.2 + 1.25 \cdot (-6381.19) = -17903.68 \text{ Nmm/mm}$$

$$M_{204} = -138.2 - 2853.18 + 829.77 + 1.25 \cdot 18834.18 = 21381.11 \text{ N mm/mm}$$

$$M_{300} = -3456 + 1565.77 - 1406.9 - 1.25 \cdot 20799.6 = -29296.63 \text{ N mm/mm}$$

Bảng tổng hợp nội lực

| Tiết diện | TTGH CĐ1  | TTGH SD1  |
|-----------|-----------|-----------|
|           | M(KN.m/m) | M(KN.m/m) |
| 200       | -18.884   | -17.904   |
| 204       | 38.298    | 21.381    |
| 300       | -44.914   | -29.297   |

#### 4- Tính cốt thép và kiểm tra:

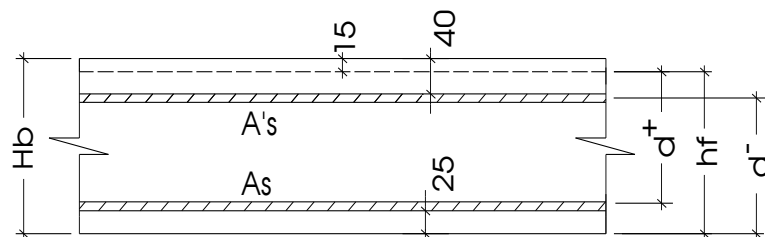
\* Nội lực đưa về tính cho 1mm:

- Cường độ vật liệu: - Bê tông:  $f_c^* = 50 \text{ Mpa}$

- Cốt thép:  $f_y = 400 \text{ Mpa}$

- Dựng cốt thép phủ epôcxyl cho bản mặt cầu và lan can.

Chiều cao có hiệu quả của bản bê tông khi uốn dương và âm khác nhau vì các lớp bảo vệ trên và dưới khác nhau.



Chiều dày bản  $H_b = 200 \text{ mm}$ , lớp bảo vệ = 15 mm  $\Rightarrow h_f = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$

Giả thiết dùng:  $D_b = 16 \text{ mm}$ ,  $A_b = 200 \text{ mm}^2$

Sơ bộ chọn :

$$d_{\text{dương}} = 200 - 15 - 25 - 16/2 = 152 \text{ mm}$$

$$d_{\text{âm}} = 200 - 40 - 16/2 = 152 \text{ mm}$$

#### 4.1 Sơ bộ chọn diện tích cốt thép:

$A_s \approx \frac{Mu}{330d}$  với Mu là mômen theo TTGHCD 1, d là chiều cao có hiệu ( $d_{\text{dương}}$  hoặc  $d_{\text{âm}}$ )

+ Kiểm tra điều kiện hàm lượng cốt thép tối đa ( yêu cầu độ dẻo  $c \leq 0.42d$  hoặc  $a \leq 0.42\beta_1 d$ )

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y} \text{ với } b = 1 \text{ mm}$$

Theo Điều 5.7.2.2,  $\beta_1 = 0.85 - 0.05 \cdot (2/7) = 0.836 \Rightarrow a \leq 0.35d$

$$\text{Vậy, } a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \leq 0.35d$$

+ Lượng cốt thép tối thiểu:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y}$$

Với các tính chất của vật liệu đã chọn, diện tích cốt thép nhỏ nhất của thép trên 1 đơn vị chiều

$$\text{rộng bản: } \min A_s = \frac{0.03 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} = \frac{0.03 \cdot 50 \cdot 1 \cdot d}{400} = 0.00375 \cdot d \text{ (mm}^2/\text{m)}$$

+ Khoảng cách lớn nhất của cốt thép chủ của bản bằng 1.5 lần chiều dày bản hoặc 450mm.

Với chiều dày bản 200mm:  $s_{\max} = 1.5 \cdot 200 = 300 \text{ mm}$ .

#### 4.1.2. Cốt thép chịu mômen dương:

Mu = 38.298 KN.m/m;  $d_+ = 152 \text{ mm}$

$$\text{Thử chọn: } A_s \approx \frac{Mu}{330d} = 38298.09 / (330 \cdot 152) = 0.763 \text{ mm}^2/\text{mm} = 7.63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\min A_s = 0.00375 \cdot d = 0.00375 \cdot 152 = 0.57 \text{ mm}^2/\text{mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.}$$

Theo phụ lục B, Bảng 4, thử chọn 5  $\theta = 16$ ;  $a = 200$  cho  $A_s = 1 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1 \cdot 400}{0.85 \cdot 50 \cdot 1} = 9.4 \text{ mm}$$

\*Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a \leq 0.35d_+ = 0.35 \cdot (152) = 53.2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.}$$

\* Kiểm tra cường độ mômen:

Mô men uốn danh định:

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 1 \cdot 400 \cdot (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ Nmm/mm} \\ &= 58.92 \text{ KN.m/m} > 38.298 \text{ KN.m/m} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.} \end{aligned}$$

Mô men kháng uốn:

$$M_r = \Phi M_n = 0.9 * 58.92 = 53.028 \text{ KNm/m}$$

Vậy: đối với cốt thép ngang phía dưới chịu mômen dương, dùng 5  $\theta = 16$ ;  $a = 200 \text{ mm}$

#### 4.1.3 Cốt thép chịu mômen âm:

$$M_u = 44.914 \text{ KNm/m}; d = 152 \text{ mm}.$$

$$\text{Thử chọn } A_s = A_s \approx \frac{Mu}{330d} = 44.914 / (330 * 152) = 8.95 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\text{Min } A_s = 0.00375 * d = 0.00375 * 152 = 0.57 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Theo bảng B4, thử dùng 5  $\theta = 16$ ;  $a = 200 \text{ mm}$ , cho  $A_s = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1 * 400}{0.85 * 50 * 1} = 9.4 \text{ mm} < 0.35 * 152 = 53.2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu}$$

\* Kiểm tra cường độ mômen:

$$\begin{aligned} M_n &= A_s * f_y * (d - a/2) = 1 * 400 * (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ N.mm/mm} \\ &= 58.92 \text{ KN.m/m} > 44.914 \text{ KNm/m} \Rightarrow \text{Thoả mãn yêu cầu.} \end{aligned}$$

Vậy: đối với cốt thép ngang phía trên chịu mômen âm, dùng 5  $\theta = 16$ ;  $a = 200 \text{ mm}$

#### 4.1.4 Cốt thép phân bố:

Cốt thép phụ theo chiều dọc được đặt dưới đáy bản để phân bố tải trọng bánh xe dọc cầu đến cốt thép chịu lực theo phương ngang. Diện tích yêu cầu tính theo phần trăm cốt thép chính chịu mômen dương. Đối với cốt thép chính đặt vuông góc với hướng xe chạy (Điều 9.7.3.2):

$$\text{Số phần trăm} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\%$$

Trong đó,  $S_c$  là chiều dài có hiệu của nhịp. Đối với dầm T toàn khối,  $S_c$  là khoảng cách giữa 2 mặt vách, tức là  $S_c = 2300 - 200 = 2100 \text{ mm}$ , và:

$$\text{Số phần trăm} = \frac{3840}{\sqrt{2100}} = 83.79\%, \text{ ta lấy } 67\%.$$

$$\text{Bố trí } A_s = 0.67 * (\text{dương } A_s) = 0.67 * 1 = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\text{Đối với cốt thép dọc bên dưới, dùng } 6 \theta = 12; a = 170 \text{ mm}, A_s = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm} = 6.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 4.1.5 Cốt thép chống co ngót và nhiệt độ:

Lượng cốt thép tối thiểu cho mỗi phương (5.10.8.2):

$$A_s \geq 0.75 \frac{A_g}{f_y}$$

Trong đó,  $A_s$  là diện tích tiết diện nguyên. Trên chiều dày toàn phần 200mm:

$$A_s \geq 0.75 \frac{A_g}{f_y} = 0.75 \cdot 200 / 400 = 0.375 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Cốt thép chính và phụ đều được chọn lớn hơn giá trị này, tuy nhiên đối với bản dày > 150mm cốt thép chống co ngót và nhiệt độ phải được bố trí đều nhau trên cả 2 mặt. Khoảng cách lớn nhất của cốt thép này là 3 lần chiều dày bản hoặc 450mm.

Đối với cốt thép dọc bên trên dùng  $6\theta = 12; a = 170\text{mm}$ ,  $A_s = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm} = 6.7 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

#### **4.3 kiểm tra c- ờng đô theo mômen:**

+ Theo mômen d- ờng :

$$M_n = \Phi A_s \cdot f_y (d + a/2) = 0.9 \times 1 \times 400 \times (152 - 9.4/2) = 53028 \text{ Nmm/mm}$$

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 38298 \text{ Nmm/mm (đạt)}$$

+ Theo mômen âm:

$$M_n = 0.9 \times 1 \times 400 \times (152 - 9.4/2) = 53028 \text{ N mm/mm}$$

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 44914 \text{ Nmm/mm (đạt)}$$

#### **4.4. Kiểm tra nứt – Tổng quát:**

Theo điều (5.7.3.4):

$$f_s \leq f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

Trong đó:  $f_s$  là tải trọng sử dụng

$f_{sa}$  là ứng suất kéo cho phép

Mô đun đàn hồi  $E_s$  của cốt thép là 200000MPa

Mô đun đàn hồi của bê tông  $E_c$  được cho:

$$E_c = 0.043 \gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad \text{Trong đó:}$$

$\gamma_c$  là tỷ trọng của bê tông,  $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

$$f'_c = 50\text{MPa}$$

$$\text{Thay số: } E_c = 0.043 \cdot 2400^{1.5} \sqrt{50} = 35749.5\text{Mpa}$$

$$\text{Và } n = E_s / E_c = 200000 / 35749.5 = 5.59, \text{ Chọn : } n = 6$$

Trong đó

+Z: thông số bảo vệ nứt = 23000 N/mm

+ $d_c$  khoảng cách từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thanh gần nhất  $\leq 50 \text{ mm}$

+A : Diện tích có hiệu của bê tông chịu kéo có trọng tâm trùng trọng tâm cốt thép

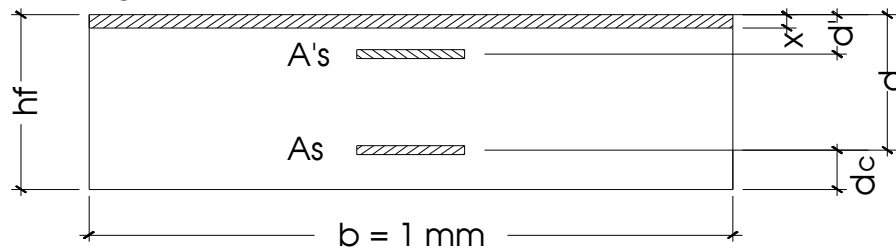
$$A = y_s \cdot S, \text{ Với } S : \text{b- ớc thép}$$

+ Để tính - s kéo  $f_s$  trong cốt thép ta tính mômen trong trạng thái GHSD là M với  $\eta = 1$

$$\Rightarrow M = M_{DC} + M_{DW} + 1.25 M_{LL} + M_{PL} \text{ (theo TTSD1)}$$

-Các hệ số  $\gamma_1, \gamma_2 = 1$

a. Theo mômen d-ơng :



Ta giả thiết  $x \leq d'$ ,  $d_c = 33 \text{ mm}$ ,  $d' = 48 \text{ mm}$ ,  $d = 152 \text{ mm}$ ,  $h_f = 185$

Ta có :

$$\begin{aligned} 0,5bx^2 &= n A'_s(d' - x) + n A_s(d - x) \\ \Rightarrow 0,5 bx^2 &= 6 \cdot 1 \cdot (48 - x) + 6 \cdot 1 \cdot (152 - x) \\ \Rightarrow 0,5 bx^2 &= 288 - 6x + 912 - 6x = 1200 - 12x \\ \Leftrightarrow 0,5 x^2 &= 1200 - 12x \end{aligned}$$

Giải phương trình ta có :  $x = 38.44 < d' = 48$

Ta có :

$$\begin{aligned} I_{CT} &= bx^3/3 + nA'_s(d' - x)^2 + nA_s(d - x)^2 \\ I_{CT} &= 38.44^3/3 + 6 \cdot 1 \cdot (48 - 38.44)^2 + 6 \cdot 1 \cdot (152 - 38.44)^2 \\ I_{CT} &= 96857 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Vậy ta có : ứng suất kéo

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I} \cdot y = 6x \frac{21381}{96857} x(152 - 38.44) = 150.4 \text{ N/mm}^2$$

$\Rightarrow$  Ứng Suất kéo cho phép:

$$f_{sa} = 23000/[33 \cdot (2 \cdot 33 \cdot 200)]^{1/3} = 303.4 \text{ N/mm}^2$$

Kết luận:  $f_s < f_{sa} = 0.6 f_y = 182 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$  đạt

b. Theo mômen âm :

Do số hiệu của  $A_s$  và  $A'_s$  sau khi tính toán và chọn cốt thép có số hiệu là nh- nhau :

$A_s = A'_s = 1 \text{ mm}^2/\text{mm}$ ,  $5 \Phi 16$ ;  $a = 200 \text{ mm}$

Nên ta có :  $I_{CT} = 96857 \text{ mm}^4$

$$f_s = 150.4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sa} = 303.4 \text{ N/mm}^2$$

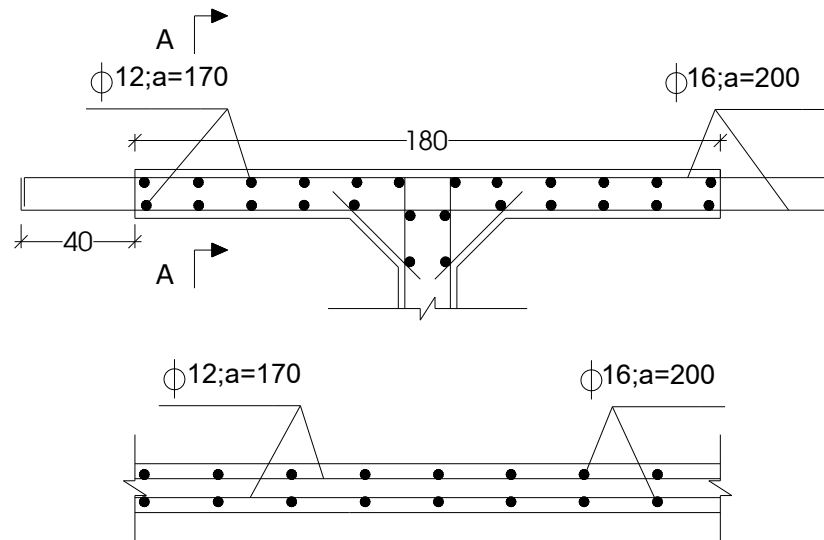
#### 4.5. Bố trí cốt thép bản:

+ Cốt thép chịu mômen + là :  $1.0 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

chọn cốt thép  $5\Phi 16$ ,  $a = 200$

+ Cốt thép chịu mômen - là :  $1.0 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

chọn cốt thép  $5\Phi 16$ ,  $a = 200$



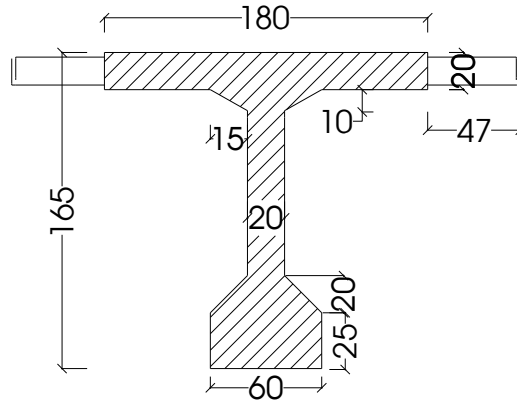
*Bố trí cốt thép bản mặt cầu*

## CHƯƠNG II : TÍNH TOÁN DẦM CHỦ

### I – TÍNH NỘI LỰC :

#### 1. Tính tải cho 1 dầm:

##### 1.1 Tính tải giai đoạn 1 ( $g_1$ )



Mặt cắt MC105 ( Ch- a nổi bản)

Diện tích dầm chủ để xác định như sau:

+ MC105:

$$A_{105} = 1800 \times 200 + (1650 - 200) \times 200 + 100 \times 150 + (600 - 200) \times 250 + 200 \times 200$$

$$\Rightarrow A_{105} = 805000 \text{ mm}^2 = 0.805 \text{ m}^2$$

+ MC100:

$$A_{100} = (2300 - 500) \times 200 + (1650 - 200) \times 600$$

$$\Rightarrow A_{100} = 1230000 \text{ mm}^2 = 1.23 \text{ m}^2$$

$$+ g_1 = [ A_{105} \times (31 - 2 \times (1.5 + 1)) + A_{100} \times 2 \times 1.5 + 1/2 \times (A_{105} + A_{100}) \times 2 \times 1 ] \times \gamma_c / 31$$

$$g_1 = [ 0.805 \times (31 - 2 \times (1.5 + 1)) + 1.23 \times 2 \times 1.5 + 1/2 \times (0.805 + 1.23) \times 2 \times 1 ] \times 24 / 31$$

$$\Rightarrow g_1 = 20.64 \text{ KN/m}$$

##### 1.2. Tính tải giai đoạn 2 ( $g_2$ )

###### 1. Trọng lượng mỗi nổi bản :

$$g_{mn} = b_{mn} \times h_b \times \gamma_c = 0.5 \times 0.2 \times 24 = 2.4 \text{ KN/m}.$$

###### 2. Do dầm ngang :

$$g_{dn} = (S - b_n) \times (h - h_b - h_l) \times b_n \times \gamma_c \times l_1 / l_1$$

$$= (2.3 - 0.2) \times (1.65 - 0.2 - 0.25) \times 0.2 \times 24 / 7.6 = 1.59 \text{ KN/m}$$

$$\text{Với } b_n = 200 \text{ mm}, l = L - 2 \Delta l = 31000 - 2 \times 300 = 30400 \text{ mm}$$

$$l_1 : \text{khoảng cách các dầm ngang : chọn 5 dầm ngang / nhịp} \Rightarrow l_1 = l / 4 = 7600 \text{ mm}$$

###### 3. Do cột lan can :

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2 / n = 5.766 \times 2 / 5 = 2.31 \text{ KN/m}$$

###### 4. Do lớp phủ :

- lớp phủ mặt cầu:

+ 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  $24 \text{ KN/m}^3$ .

| Tên lớp       | Bề dày (m) | TL riêng ( $\text{KN/m}^3$ ) | Khối lượng ( $\text{KN/m}^2$ ) |
|---------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| BT Asphalt    | 0,05       | 22,5                         | 1,12                           |
| BT bảo vệ     | 0,03       | 24                           | 0,72                           |
| Lớp tạo phẳng | 0,03       | 24                           | 0,72                           |

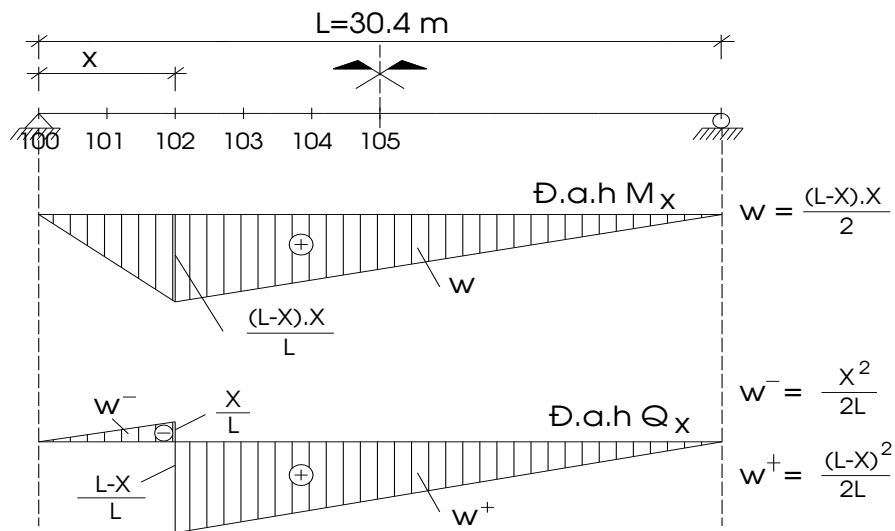
$\Rightarrow$  Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:  $g_{lp} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 (\text{KN/m})$

kí hiệu:  $g_{2a} = g_{mn} + g_{dn} + g_{lc} = 2.4 + 1.59 + 2.31 = 6.3 \text{ Kn/m}$

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

$\Rightarrow$  Tính tải giai đoạn 2:  $g_2 = g_{2a} + g_{2b} = 8.86 \text{ Kn/m}$

## 2. Vẽ dah mômen và lực cắt :



## 3. Nội lực do tĩnh tải (không hệ số):

Công thức: Nội Lực  $= g \cdot w$ , với  $g$  là tĩnh tải phân bố đều,  $w$  là tổng diện tích đ.a.h

Lập bảng nội lực tĩnh tải (không hệ số):

| Mặt cắt | tĩnh tải |      |      | Mômen  |         |        |        | Lực cắt |       |       |        |       |       |
|---------|----------|------|------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
|         | G1       | G2a  | Glp  | Wm     | M1      | M2a    | Mlp    | $w^-$   | $w^+$ | $w$   | v1     | v2a   | vlp   |
| 100     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 0.00   | 0.00    | 0.00   | 0.00   | 0.00    | 15.20 | 15.20 | 313.73 | 95.76 | 38.91 |
| 101     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 51.59  | 1064.82 | 325.02 | 132.07 | 0.15    | 12.31 | 12.16 | 250.98 | 76.61 | 31.13 |
| 102     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 73.93  | 1525.92 | 465.76 | 189.26 | 0.61    | 9.73  | 9.12  | 188.24 | 57.46 | 23.35 |
| 103     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 97.04  | 2002.91 | 611.35 | 248.42 | 1.37    | 7.45  | 6.08  | 125.49 | 38.30 | 15.56 |
| 104     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 110.90 | 2288.98 | 698.67 | 283.90 | 2.43    | 5.47  | 3.04  | 62.75  | 19.15 | 7.78  |
| 105     | 20.64    | 6.30 | 2.56 | 115.52 | 2384.33 | 727.78 | 295.73 | 3.80    | 3.80  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00  |

## II. TÍNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI MÔMEN VÀ LỰC CẮT :

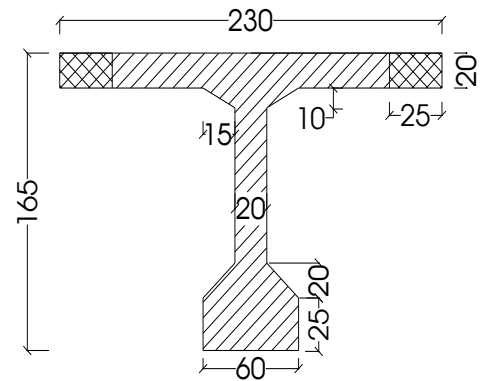
### 1. Tính đặc trưng hình học tiết diện dầm chủ :

Tiết diện tính toán ( hình bên )

$$\frac{1}{4} * l = 30400 / 4 = 7600 \text{ mm}$$

$$b = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 * t_s + b_w = 12 * (200 - 15) + 200 = 2420 \text{ mm} \\ s = 2300 \text{ mm} \end{array} \right.$$

⇒ Chọn  $b = 2300 \text{ mm}$



$$h = H_d - 15 = 1650 - 15 = 1635 \text{ mm}$$

$$h_f = \frac{(b - b_w) * t_s + b_w * h_v}{(b - b_w)} = \frac{(2300 - 200) * 185 + 200 * 100}{(2300 - 200)} = 194 \text{ mm}$$

$$h_d = \frac{(b_1 - b_w) * h_1 + (b_1 - b_w) * h_2}{(b_1 - b_w)} = \frac{(600 - 200) * 250 + (600 - 200) * \frac{200}{2}}{(600 - 200)} = 350 \text{ mm}$$

$$A_g = (b - b_w) * h_f + h * b_w + (b_1 - b_w) * h_d$$

$$= (2300 - 200) * 194 + 1635 * 200 + (600 - 200) * 350 = 875492 \text{ mm}^2$$

$$S_d = ((b - b_w) * h_f * (h - \frac{h_f}{2}) + b_w * \frac{h^2}{2} + (b_1 - b_w) * \frac{(h_d)^2}{2})$$

$$= (2300 - 200) * 194 * (1635 - 194) + 200 * \frac{1635^2}{2} + (600 - 200) * \frac{350^2}{2} = 880247056.16 \text{ mm}^3$$

$$Y_d = \frac{S_d}{A_g} = 1005 \text{ mm}, Y_{tr} = h - Y_d = 630 \text{ mm}, e_g = Y_{tr} - \frac{t_s}{2} = 630 - \frac{(200 - 15)}{2} = 538 \text{ mm}$$

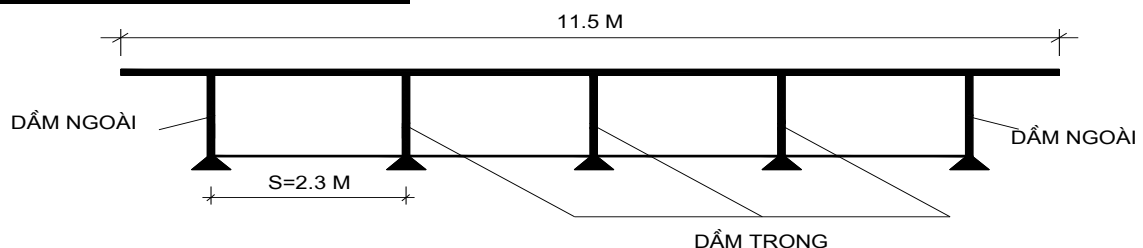
$$I_g = (b - b_w) * \frac{(h_f)^3}{12} + (b - b_w) * h_f * (y_{tr} - \frac{h_f}{2})^2 + b_w * \frac{h^3}{12} + b_w * h * (y_d - \frac{h}{2})^2 + (b_1 - b_w) * \frac{(h_d)^3}{12} + (b_1 - b_w) * (y_d - \frac{h_d}{2})^2$$

$$= (2300 - 200) * \frac{194^3}{12} + (2300 - 200) * 194 * (630 - 194 / 2)^2 + 200 * \frac{1635^3}{12} +$$

$$+ 200 * 1635 * (1005 - \frac{1635}{2})^2 + (600 - 200) * \frac{350^3}{12} + (600 - 200) * (1005 - \frac{350}{2})^2$$

$$= 2.032691 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

### 2. Tính hệ số phân phối mômen :



#### 2.1. Tính hệ số phân phối mômen cho dầm trong :

a.Tr-ờng hợp 1 làn xe :

$$mg_M^{SI} = 0.06 + \left(\frac{S}{4300}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{Lt_s^3}\right)^{0.1}$$

Trong đó: - S :khoảng cách giữa 2 dầm chủ=2300 mm

-L :chiều dài tính toán của nhịp=30400 mm

-t<sub>s</sub> :chiều dày tính toán của bản mặt cầu=185 mm.

$$K_g = n(I_g + A_g e_g^2) \quad , \quad n = \frac{E_b}{E_d} = 1$$

- E<sub>b</sub> :Môđun đàn hồi của vật liệu làm dầm.

- E<sub>d</sub> :Môđun đàn hồi của vật liệu làm bản mặt cầu.

- I<sub>g</sub> :Mômen quán tính của dầm không liên hợp

- e<sub>g</sub> :khoảng cách giữa trọng tâm dầm và trọng tâm bản mặt cầu.

-A<sub>g</sub>:Diện tích dầm chủ.

Thay vào :

$$K_g = 1 \times (2.032691 \times 10^{11} + 538^2 \times 875492) = 4.56675 \times 10^{11}$$

$$\Rightarrow mg_M^{SI} = 0.451$$

b.Tr-ờng hợp ≥ 2 làn xe :

$$mg_M^{MI} = 0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{Lt_s^3}\right)^{0.1} = 0.641$$

## 2.2.Tính hệ số phân phối mômen cho dầm ngoài:

a.Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe:

(tính theo ph-ơng pháp đòn bẩy)

Ta tính đ-ợc : y<sub>1</sub>=0.478

$$\begin{aligned} * mg_M^{SE} &= m_L * y_1 / 2 = 1.2 * 0.478 / 2 \\ &= 0.287 \quad , \quad \text{Với } m_L = 1.2 \end{aligned}$$

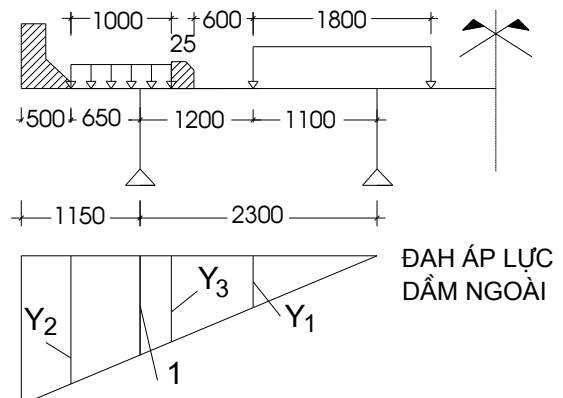
$$\begin{aligned} * mg_M^{Ng} &= w_1 = (y_2 + y_3) * L_{ng} / 2 = (1.282 + 0.847) * 1 / 2 \\ &= 1.065 \end{aligned}$$

b.Tr-ờng hợp xếp ≥ 2 làn xe :

$$* mg_M^{ME} = e * mg_M^{MI} \quad \text{Với } e = 0.77 + \frac{d_c}{2800} \geq 1$$

$$\text{Với } d_c = 650, \text{ suy ra : } e = 0.77 + \frac{650}{2800} = 1$$

$$* mg_M^{ME} = 1 * 0.641 = 0.641$$



Ta có bảng tổng hợp nh- sau :

| Xếp tải  | Dầm trong | Dầm ngoài |
|----------|-----------|-----------|
| 1 làn xe | 0.451     | 0.287     |
| 2 làn xe | 0.641     | 0.641     |

Kết luận : Hệ số phân phối mômen khống chế lấy :  $mg_M^{ME} = 0.641$

### 3. Hệ số phân phối lực cắt :

#### 3.1. Tính hệ số phân phối lực cắt cho dầm trong :

a. Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe :

$$* mg_V^{SI} = 0.36 + \frac{S}{7600} = 0.36 + \frac{2300}{7600} = 0.663$$

b. Tr-ờng hợp xếp 2 làn xe :

$$* mg_V^{MI} = 0.2 + \frac{s}{3600} - \left(\frac{s}{10700}\right)^2 = 0.2 + \frac{2300}{3600} - \left(\frac{2300}{10700}\right)^2 = 0.793$$

#### 3.2. Tính hệ số phân phối lực cắt cho dầm ngoài :

a. Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe (theo phương pháp đòn bẩy) :

$$* mg_V^{SE} = 0.287$$

$$* mg_V^{Ng} = 1.065$$

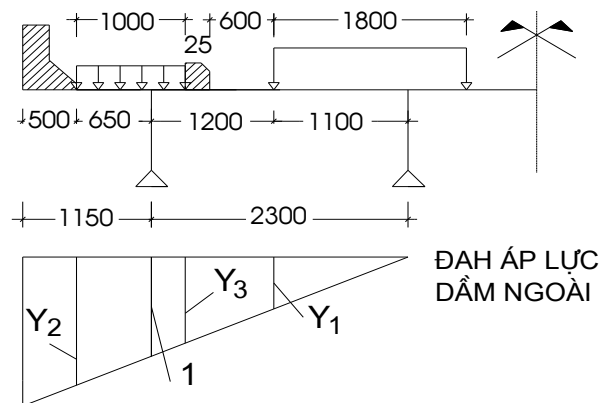
b. Tr-ờng hợp xếp  $\geq 2$  làn xe :

$$* mg_V^{ME} = e * mg_V^{MI},$$

$$\text{với } e = 0.6 + \frac{650}{3000} = 0.81$$

$$* mg_V^{ME} = 0.81 * 0.793 = 0.648$$

Ta có bảng tổng hợp nh- sau :



| Xếp tải  | Dầm trong | Dầm ngoài |
|----------|-----------|-----------|
| 1 làn xe | 0.663     | 0.287     |
| 2 làn xe | 0.793     | 0.648     |

Kết luận : Hệ số phân phối lực cắt khống chế lấy :  $mg_V^{MI} = 0.793$

So sánh : chọn hệ số phân phối mômen và lực cắt nh- sau :

|             |       |
|-------------|-------|
| $mg_M^{MI}$ | 0.641 |
| $mg_V^{MI}$ | 0.793 |

### 4. Nội lực do hoạt tải (không có hệ số):

4.1. Tại MC Gối: 100 ( $x_0 = 0.00 \text{ m}$ )

a. Nội lực do mômen :  $M_{gối} = 0$ .

b. Nội lực do lực cắt :  $V_{gối}$

Tính được:

$$y_1 = 1 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{30.4 - 1.2}{30.4} = 0.960 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{30.4 - 4.3}{30.4} = 0.859 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{30.4 - 8.6}{30.4} = 0.717 \text{ m}$$

$$W_M = 1/2 * 30.4 = 15.2 \text{ m}^2$$

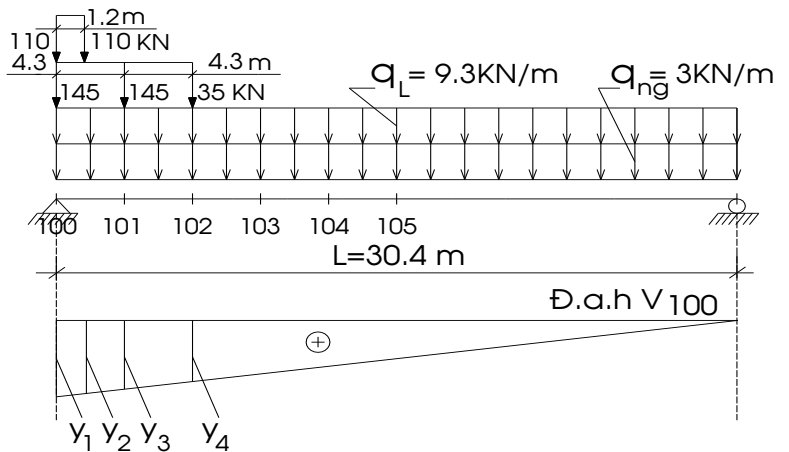
$$\Rightarrow V_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 145 * (1 + 0.859) + 35 * 0.717 = 294.65 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110 * (y_1 + y_2) = 110 * (1 + 0.96) = 215.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 9.3 * 15.2 = 141.36 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 3 * 15.2 = 45.6 \text{ KN}$$

Suy ra :  $V_{gối} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 294.65 + 141.36 + 45.6 = 481.61 \text{ KN}$



4.2. Tại mặt cắt: 101 ( $x_1 = 3.04 \text{ m}$ )

a. Nội lực do Lực cắt  $V_{101}$  :

Tính được:

$$y_1 = \frac{30.4 - 3.04}{30.4} = 0.900 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{30.4 - 3.04 - 1.2}{30.4} = 0.860 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{30.4 - 3.04 - 4.3}{30.4} = 0.756 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{30.4 - 3.04 - 8.6}{30.4} = 0.617 \text{ m}$$

$$W_v = 1/2 * (30.4 - 3.04) * 0.9 = 12.312 \text{ m}$$

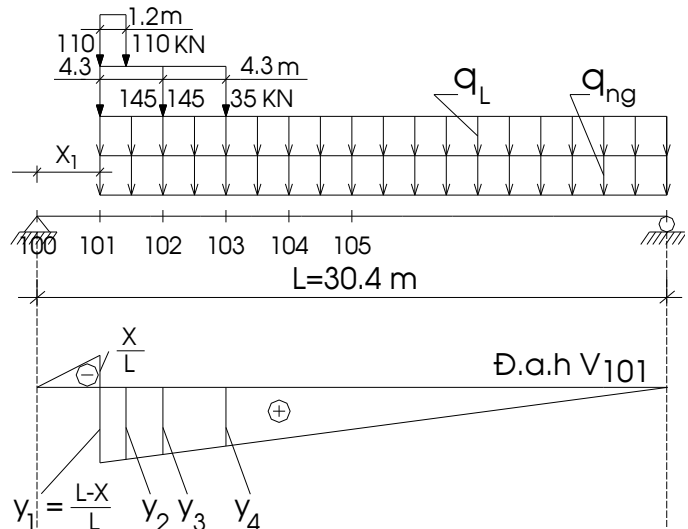
$$\Rightarrow V_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 261.715 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110 * (y_2 + y_1) = 187.99 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 9.3 * 12.312 = 114.502 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 3 * 12.312 = 36.936 \text{ KN}$$

Suy ra :  $V_{101} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 261.715 + 114.502 + 36.936 = 413.153 \text{ KN}$



b. Nội lực do Mômen :  $M_{101}$

Tính đ-ợc:

$$Y_1 = \frac{(30.4 - 3.04) \times 3.04}{30.4} = 2.736 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{(30.4 - 1.2 - 3.04) \times 3.04}{30.4} = 2.616 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{(29.4 - 4.3 - 3.675) \times 3.675}{29.4} = 2.67 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{(30.4 - 8.6 - 3.04) \times 3.04}{30.4} = 1.876 \text{ m}$$

$$W_M = 1/2 \times 30.4 \times 2.736 = 41.587 \text{ m}^2$$

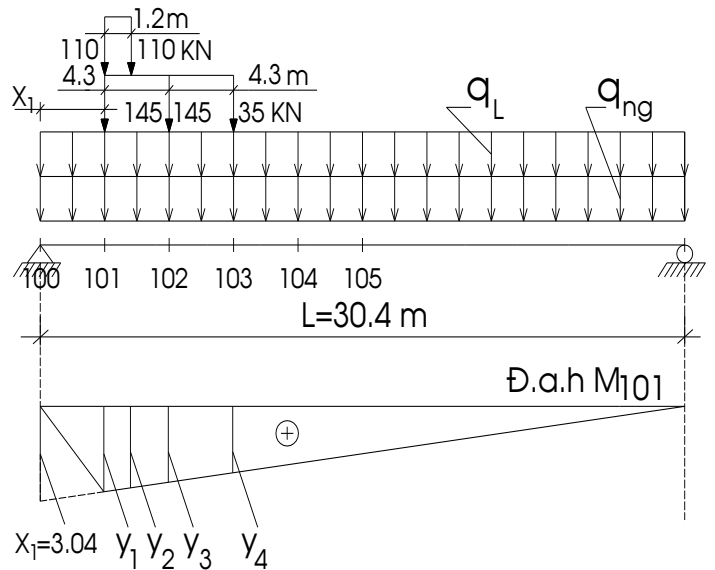
$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 849.53 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_2 + y_1) = 588.72 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \times W = 386.76 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \times W = 3 \times 41.587 = 124.761 \text{ KN.m}$$

Suy ra :  $M_{101} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 849.53 + 386.76 + 124.761 = 1361.051 \text{ KN.m}$



4.3. Tại mắt cắt:  $M_{102}$  ( $x_2=6.08 \text{ m}$ )

a. Nội lực do lực cắt :

Tính đ-ợc:

$$Y_1 = \frac{30.4 - 6.08}{30.4} = 0.800 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{30.4 - 6.08 - 1.2}{30.4} = 0.760 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{30.4 - 6.08 - 4.3}{30.4} = 0.658 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{30.4 - 6.08 - 8.6}{30.4} = 0.517 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times (30.4 - 6.08) \times 0.8 = 9.728 \text{ m}^2$$

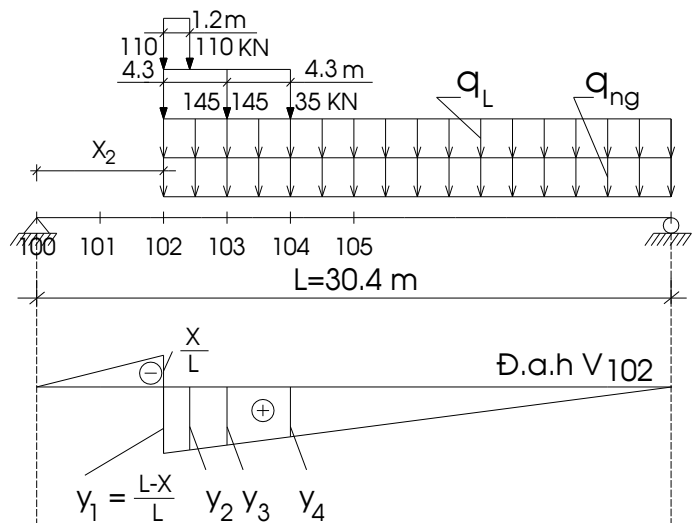
$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 229.505 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 171.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \times W = 90.47 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \times W = 29.184 \text{ KN}$$

Suy ra :  $V_{102} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 229.505 + 90.47 + 29.184 = 349.159 \text{ KN}$



b. Nội lực do Mômen :

Tính đ-ợc:

$$y_1 = \frac{(30.4 - 6.08) \times 6.08}{30.4} = 4.864 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(30.4 - 1.2 - 6.08) \times 6.08}{30.4} = 4.624 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(30.4 - 4.3 - 6.08) \times 6.08}{30.4} = 4.004 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(30.4 - 8.6 - 6.08) \times 6.08}{30.4} = 3.144 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times 30.4 \times 4.864 = 73.933 \text{ m}$$

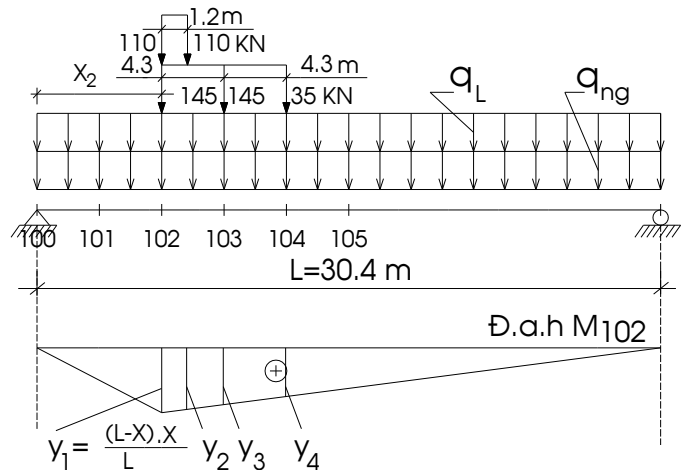
$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 1395.9 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1043.68 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \times W = 687.575 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \times W = 221.798 \text{ KN.m}$$

$$\text{Suy ra: } M_{101} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} \\ = 1395.9 + 687.575 + 221.798 \\ = 2305.273 \text{ KN.m}$$



#### 4.4. Tại mắt cắt : M103 ( $x_3 = 9.12 \text{ m}$ )

##### a. Nội lực do lực cắt :

Tính được:

$$Y_1 = \frac{30.4 - 9.12}{30.4} = 0.7 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{30.4 - 1.2 - 9.12}{30.4} = 0.66 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{30.4 - 4.3 - 9.12}{30.4} = 0.559 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{30.4 - 8.6 - 9.12}{30.4} = 0.417 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times (30.4 - 9.12) \times 0.7 = 7.448 \text{ m}$$

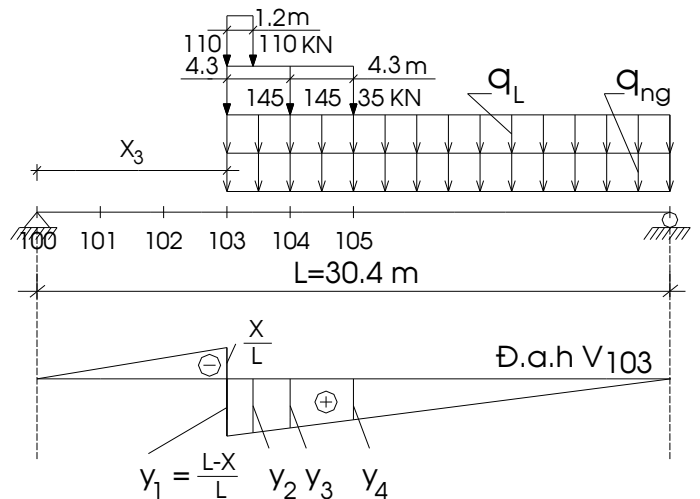
$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 197.15 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 149.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \times W = 69.266 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \times W = 22.344 \text{ KN}$$

$$\text{Suy ra: } V_{103} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 197.15 + 69.266 + 22.344 = 288.760 \text{ KN}$$



##### b. Nội lực do Mômen :

Tính được:

$$Y_1 = \frac{(30.4 - 9.12) \times 9.12}{30.4} = 6.384 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{(30.4 - 1.2 - 9.12) \times 9.12}{30.4} = 6.24 \text{ m}$$

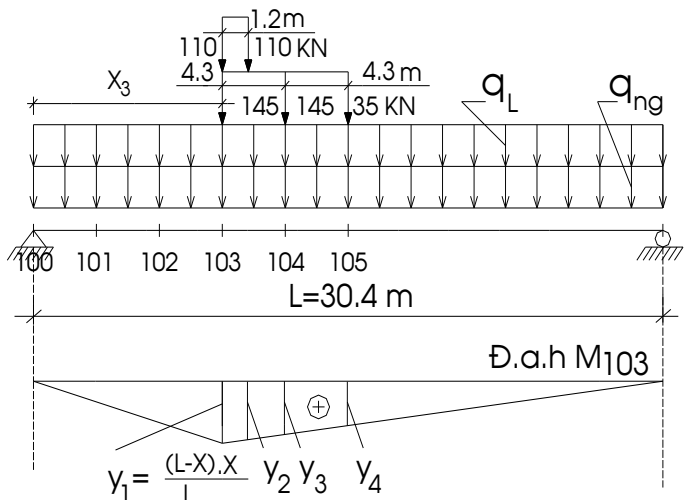
$$Y_3 = \frac{(30.4 - 4.3 - 9.12) \times 9.12}{30.4} = 5.094 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{(30.4 - 8.6 - 9.12) \times 9.12}{30.4} = 3.804 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times 30.4 \times 6.384 = 97.037 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 1797.45 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1388.64 \text{ KN.m}$$



$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 902.444 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \cdot W = 291.111 \text{ KN.m}$$

Suy ra :  $M_{103} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng}$   
 $= 1797.45 + 902.444 + 291.111 = 2991.005 \text{ KN.m}$

#### 4.4.Tại mắt cắt : M104 ( $x_4=12.16 \text{ m}$ )

##### a. Nội lực do lực cắt :

Tính đ-ợc:

$$y_1 = \frac{30.4 - 12.16}{30.4} = 0.6 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{30.4 - 1.2 - 12.16}{30.4} = 0.56 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{30.4 - 4.3 - 12.16}{30.4} = 0.459 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{30.4 - 8.6 - 12.16}{30.4} = 0.317 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \cdot (30.4 - 12.16) \cdot 0.6 = 5.472 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 164.65 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 127.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 50.89 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \cdot W = 16.416 \text{ KN}$$

Suy ra :  $V_{104} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng}$   
 $= 164.65 + 50.89 + 16.416$   
 $= 231.956 \text{ KN}$

##### b.Nội lực do Mômen :

Tính đ-ợc:

$$y_1 = \frac{(30.4 - 12.16) \cdot 12.16}{30.4} = 7.296 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(30.4 - 1.2 - 12.16) \cdot 12.16}{30.4} = 6.816 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(30.4 - 4.3 - 12.16) \cdot 12.16}{30.4} = 5.576 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(30.4 - 8.6 - 12.16) \cdot 12.16}{30.4} = 3.856 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \cdot 30.4 \cdot 6.384 = 97.037 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 2001.4 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1552.32 \text{ KN.m}$$

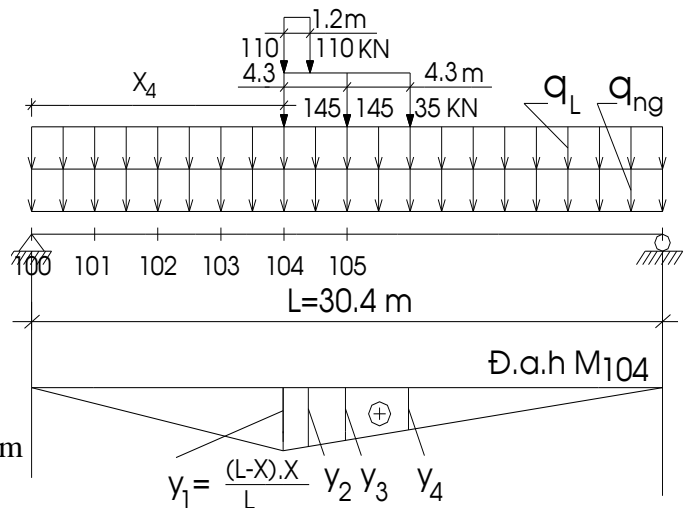
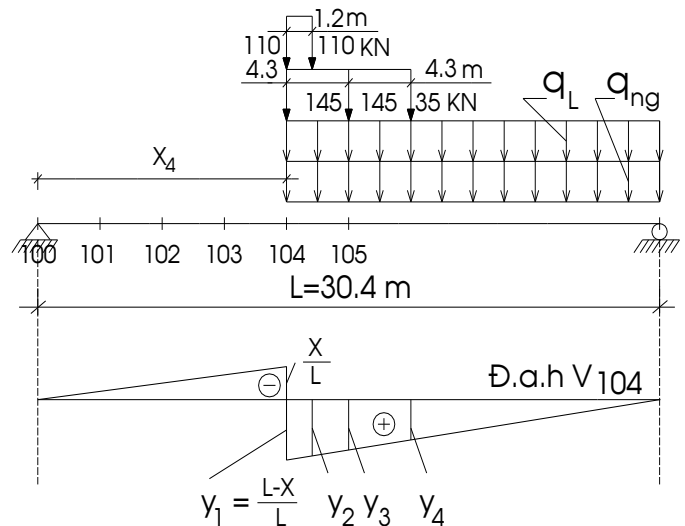
$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 1031.361 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \cdot W = 332.697 \text{ KN.m}$$

Suy ra :  $M_{104} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 2001.4 + 1031.361 + 332.697 = 3365.459 \text{ KN.m}$

#### 4.4.Tại mắt cắt : M105 ( $x_5=15.2 \text{ m}$ )

##### a. Nội lực do lực cắt :





Tính đ-ợc:

$$y_1 = \frac{30.4 - 15.2}{30.4} = 0.5 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{30.4 - 1.2 - 15.2}{30.4} = 0.46 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{30.4 - 4.3 - 15.2}{30.4} = 0.359 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{30.4 - 8.6 - 15.2}{30.4} = 0.217 \text{ m}$$

$$W = 1/2 * (30.4 - 15.2) * 0.5 = 3.8 \text{ m}$$

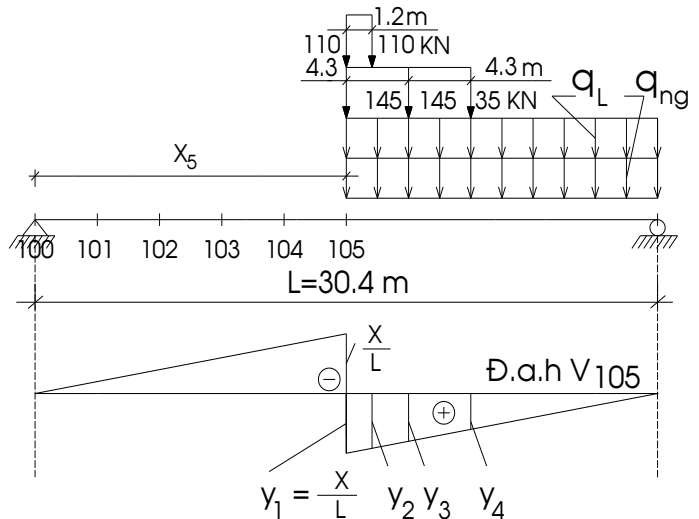
$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 132.15 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 105.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 35.34 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 11.4 \text{ KN}$$

Suy ra :  $V_{105} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 132.15 + 35.34 + 11.4 = 178.89 \text{ KN}$



b. Nội lực do Mômen :

Tính đ-ợc:

$$y_1 = \frac{(30.4 - 15.2) * 15.2}{30.4} = 7.6 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(30.4 - 1.2 - 15.2) * 15.2}{30.4} = 7 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(30.4 - 4.3 - 15.2) * 15.2}{30.4} = 5.45 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(30.4 - 8.6 - 15.2) * 15.2}{30.4} = 3.3 \text{ m}$$

$$W = 1/2 * 30.4 * 7.6 = 115.52 \text{ m}$$

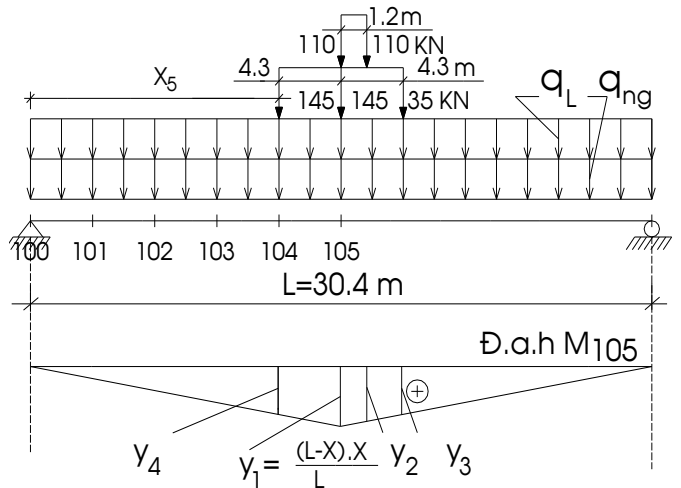
$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 2007.75 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1606 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 * W = 1074.336 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 * W = 346.56 \text{ KN.m}$$

Suy ra :  $M_{105} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 2007.75 + 1074.336 + 346.56 = 3428.646 \text{ KN.m}$



\*. BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC DO HOẠT TẢI:

$$Mu = mg_M^{SE} * (1.75 * M^{LN} + 1.75 * 1.25 * M^{TR}) + mg_{Ng} * 1.75 * M_{Ng}$$

$$Vu = mg_V^{SI} * (1.75 * V^{LN} + 1.75 * 1.25 * V^{TR}) + mg_{Ng} * 1.75 * V_{Ng}$$

Với :  $mg_M^{SE} = 0.641$

$$mg_V^{MI} = 0.793$$

$$mg_{Ng} = 1.065$$

| Nội lực  | Tải trọng       | Các tiết diện |          |          |          |          |          |
|----------|-----------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          |                 | 100           | 101      | 102      | 103      | 10       | 105      |
| M(KN.m)  | Xe tải HL-93    | 0.000         | 849.530  | 1395.900 | 1797.450 | 2001.400 | 2007.750 |
|          | xe Taden        | 0.000         | 588.720  | 1043.680 | 1388.640 | 1552.320 | 1606.000 |
|          | tải trọng làn   | 0.000         | 386.760  | 687.575  | 902.444  | 1031.361 | 1074.336 |
|          | tải trọngng- ời | 0.000         | 124.761  | 221.798  | 291.111  | 332.697  | 346.560  |
| Q(KN)    | Xe tải HL-93    | 294.650       | 261.715  | 229.505  | 197.150  | 164.650  | 132.150  |
|          | xe Taden        | 215.600       | 187.990  | 171.600  | 149.600  | 127.600  | 105.600  |
|          | tải trọng làn   | 141.360       | 114.502  | 90.470   | 69.266   | 50.890   | 35.340   |
|          | tải trọngng- ời | 45.600        | 36.936   | 29.184   | 22.344   | 16.416   | 11.400   |
| Mu(KN.m) |                 | 0.000         | 1857.572 | 3141.977 | 4075.237 | 4583.331 | 4666.280 |
| Qu(KN)   |                 | 792.285       | 681.733  | 578.061  | 479.761  | 386.834  | 299.529  |

## 5. Tổ hợp nội lực theo các TTGH:

### 5.1.TTGH c- òng ðò 1 :

+Tổ hợp nội lực do mômen :

$$NL = \eta * \sum \gamma_{pi} * M_i$$

$$= \eta * [\gamma_{p1} * (M_1 + M_{2a}) + \gamma_{p1} * M_{LP} + (1.75 * 1.25 * M_{TR} + 1.75 M_{LN}) * mg_M + 1.75 * M_{Ng} * mg_{Ng}]$$

$$= \eta * [\gamma_{p1} * (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} * V_{LP} + M_U]$$

+Tổ hợp nội lực do lực cắt :

$$NL = \eta * \sum \gamma_{pi} * V_i$$

$$= \eta * [\gamma_{p1} * (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} * V_{LP} + (1.75 * 1.25 * V_{TR} + 1.75 V_{LN}) * mg_M + 1.75 * V_{Ng} * mg_{Ng}]$$

$$= \eta * [\gamma_{p1} * (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} * V_{LP} + V_U]$$

Trong đó :  $\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$\gamma_{p1}$ :hệ số tĩnh tải không kể lớp phủ =1.25

$\gamma_{p2}$ :hệ số tĩnh tải do lớp phủ =1.5

mg:hệ số phân phối ngang .

a.Tại mặt cắt L/2 (105):

$$M_{105} = 1.25 * (2384.333 + 727.776) + 1.5 * 295.731 + 4666.280 = 9000.013 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 1.25 * 0 + 1.5 * 0 + 299.529 = 299.529 \text{ (KN)}$$

T- ơng tự cho các tiết diện khác  $\Rightarrow$  Ta có bảng sau.

Bảng tổng hợp nội lực theo TTGHCD1:

| Mặt cắt     | Các tiết diện |          |          |          |          |          |
|-------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|             | 100           | 101      | 102      | 103      | 104      | 105      |
| Mômen(KN.m) | 0.000         | 3792.971 | 5915.461 | 7715.693 | 8743.745 | 9000.013 |
| Lực cắt(KN) | 1362.513      | 1137.916 | 920.198  | 707.852  | 500.880  | 299.529  |

5.2. TTGH sử dụng:

+Tổ hợp nội lực do mômen:

$$NL = \eta * \sum \gamma_{pi} * M_i$$

$$= \eta * [M_1 + M_{2a} + M_{LP} + (1.25 * M_{TR} + M_{LN}) * m_{gM} + M_{Ng} * m_{gNg}]$$

+Tổ hợp nội lực do lực cắt:

$$NL = \eta * \sum \gamma_{pi} * V_i$$

$$= \eta * [V_1 + V_{2a} + V_{LP} + (1.25 * V_{TR} + V_{LN}) * m_{gM} + V_{Ng} * m_{gNg}]$$

a. Tại mặt cắt L/2(105):

$$M_{105} = 2384.333 + 727.776 + 295.731 + (1.25 * 2007.75 + 1074.336) * 0.641 + 346.56 * 1.065$$

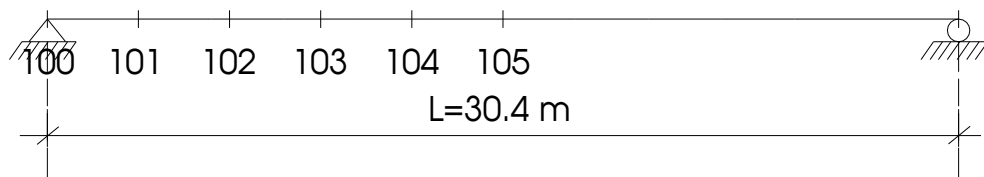
$$= 6074.285 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 0 + (1.25 * 132.150 + 35.340) * 0.793 + 11.400 * 1.065 = 171.159 \text{ (KN)}$$

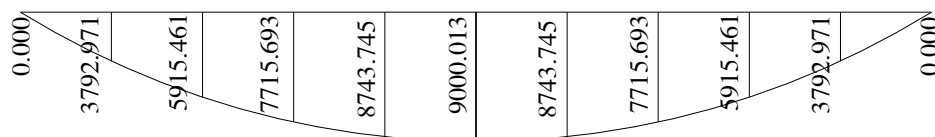
T-ơng tự cho các tiết diện khác  $\Rightarrow$  Ta có bảng sau.

Bảng tổng hợp nội lực theo TTGHSD:

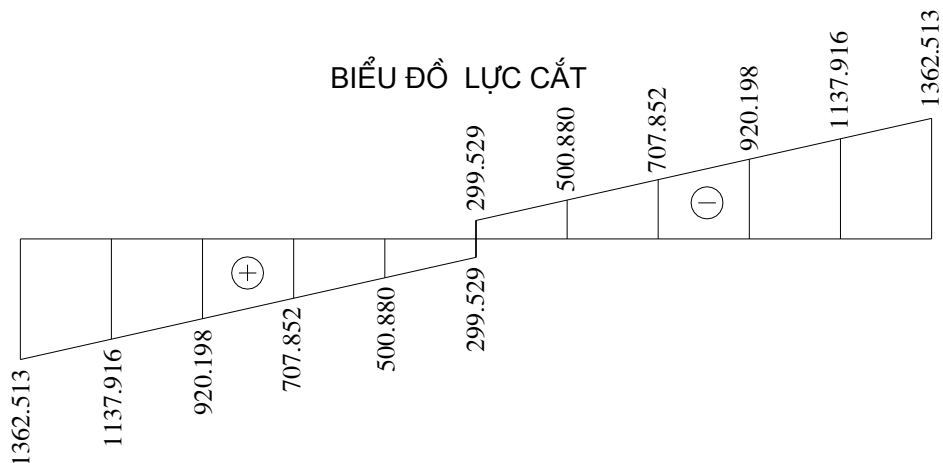
| Mặt cắt     | Các tiết diện |          |          |          |          |          |
|-------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|             | 100           | 101      | 102      | 103      | 104      | 105      |
| Mômen(KN.m) | 0.000         | 2583.375 | 3976.350 | 5191.387 | 5890.596 | 6074.285 |
| Lực cắt(KN) | 901.134       | 748.282  | 599.361  | 453.509  | 310.728  | 171.159  |



BIỂU ĐỒ MÔMEN



BIỂU ĐỒ LỰC CẮT



### III. TÍNH VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP D L:

#### 1. Tính cốt thép :

- Sử dụng thép 7 sợi 12.7mm,  $A=98.71 \text{ mm}^2$ .

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

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

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

+ Ứng suất sau mất mát :  $f_T = 0.8 f_y = 0.8 \times 1674 = 1339.2 \text{ MPa}$ .

+ Giới hạn ứng suất cho bê tông :  $f'_c = 50 \text{ (Mpa)}$  cường độ chịu nén 28 ngày.

Sơ bộ chọn cốt thép:

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

$$\text{Trong đó : } Z = d_p - \frac{h_f}{2} = 0.9h - \frac{h_f}{2} = 0.9 \times 1650 - \frac{194}{2} = 1388.5 \text{ mm}$$

M : mômen lớn nhất tại mặt cắt L/2 (105) – TTGH cường độ.

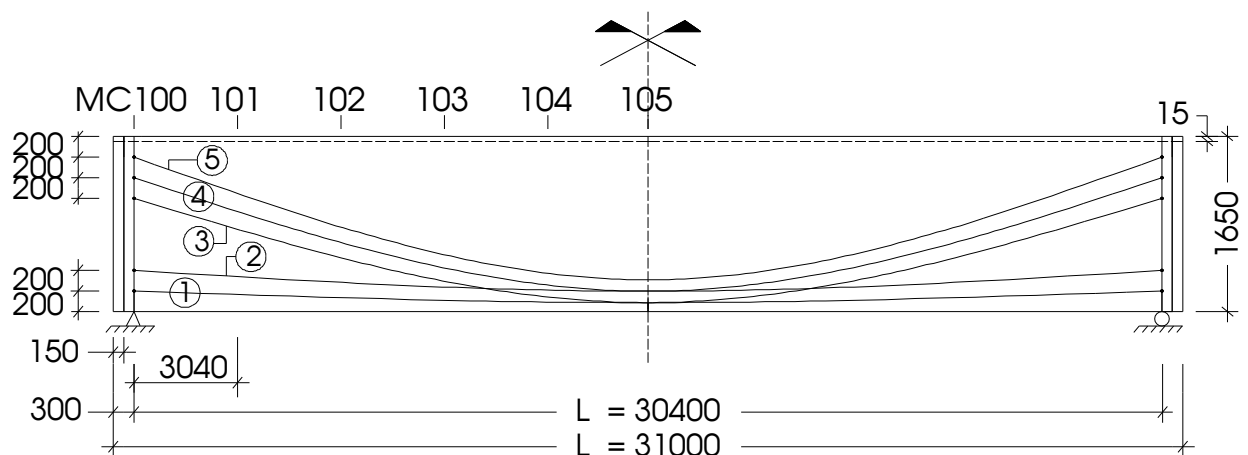
$$\rightarrow M = M_{L/2} = 9000.013 \times 10^6 \text{ N.mm.}$$

$$\Rightarrow A_{ps} = \frac{M}{f_T * Z} = \frac{9000.013 \times 10^6}{1339.2 \times 1388.5} = 4836 \text{ mm}^2$$

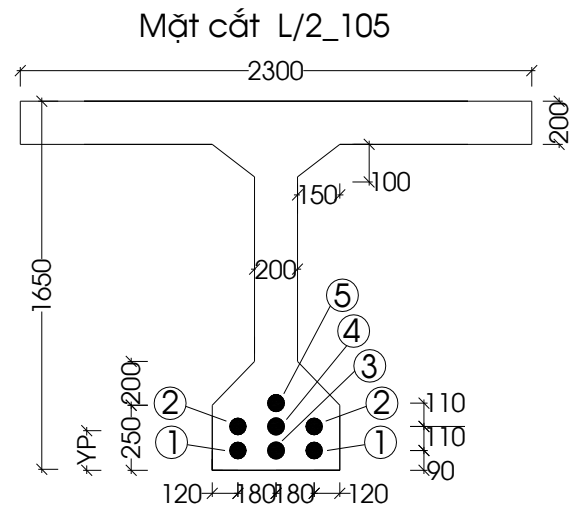
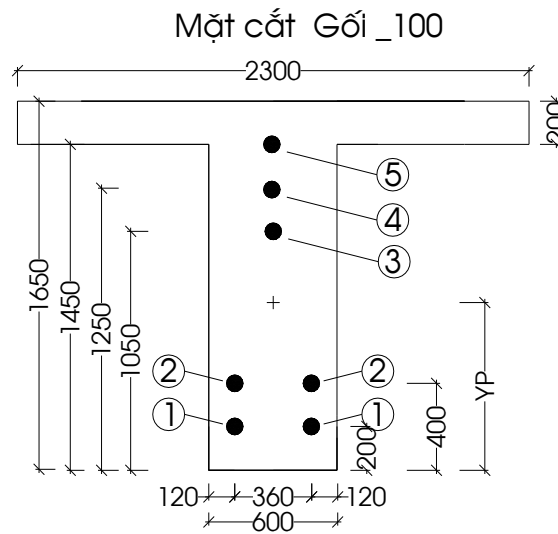
$$\text{Số bó} = \frac{4836}{98.71 \times 7} = 7 \text{ bó (7 tao 12.7) = 7 (bó)}$$

Suy ra :  $A_{ps} = 4836 \text{ mm}^2$

#### 2. Bố trí và uốn cốt chủ :



Bố trí 7 bó nh- hình vẽ :



Ta có :

-Tại mặt cắt Gối :

$$y_p = \frac{f(200x2 + 400x2 + 1050 + 1250 + 1450)}{7f} = 707mm$$

-Tại mặt cắt giữa nhịp( L/2):

$$y_p = \frac{f(90x3 + 200x3 + 310)}{7f} = 168mm$$

## 2.1.Đặc tr- ng hình học tiết diện:

a.Tại MC L/2 (giữa nhịp):

\*Giai đoạn 1 :(không có mối nối ,trừ lỗ rỗng):

Ta có :

$$b_0 = s - b_{mn} = 2300 - 500 = 1800mm$$

$$h_f = 194mm, b_w = 200mm, h_d = 350mm$$

$$h = 1650 - 15 = 1635mm$$

$$b_1 = 600mm, \Delta F_0 = n \frac{\Pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7$$

$$\rightarrow \Delta F_0 = 19782 mm^2$$

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

$$y_p = 168mm.$$

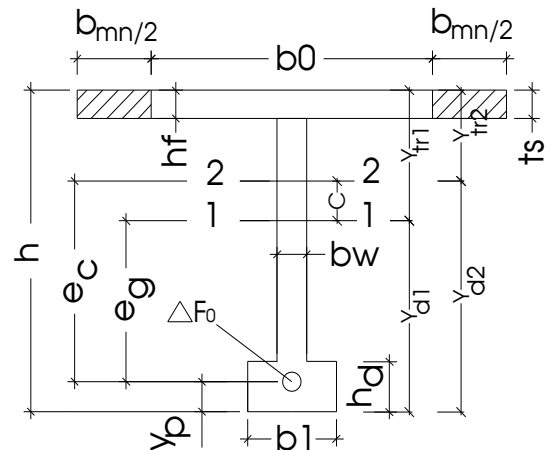
Diện tích :

$$A_g = (b_0 - b_w)h_f + b_w h + (b_1 - b_w)h_d - \Delta F_0.$$

$$= (1800 - 200) * 194 + 200 * 1635 + (600 - 200) * 350 - 19782 = 757618 mm^2.$$

Mômen tính với đáy  $S_d$  .

$$S_d = (b_0 - b_w)h_f \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + b_w \frac{h^2}{2} + (b_1 - b_w) \frac{h_d^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 641937876 mm^3.$$



$$y_{d_1} = \frac{S_d}{A_g} = 847 \text{ mm} \rightarrow y_{tr_1} = 1635 - y_{d_1} = 788 \text{ mm}, e_g = y_{d_1} - y_p = 847 - 168 = 679 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_w) \frac{h_f^3}{12} + (b_0 - b_w) h_f \left( y_{tr} - \frac{h_f}{2} \right)^2 + b_w \frac{h^3}{12} + b_w h \left( y_d - \frac{h}{2} \right)^2 + (b_1 - b_w) \frac{h_d^3}{12} + (b_1 - b_w) h_d \left( y_d - \frac{h_d}{2} \right)^2 - \Delta F_0 \left( y_d - \frac{h_d}{2} \right)^2$$

$$= 2.78031 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

Vậy mômen quán tính với trục 1-1 :  $I_g = 2.78031 \times 10^{11} \text{ mm}^4$

\* giai đoạn 2 : (trục 2-2) có kể đến mối nối và cốt thép DUL:

+ Diện tích tổng cộng :

$$A_c = A_g + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} + b_{mn} t_s = 757618 + (197000 \times 4836) / 30358 + 500 \times 185 = 881500 \text{ mm}^2$$

+ Mômen tĩnh với trục 1-1 :

$$S_{1-1} = 500 \times 185 \times \left( y_{tr} - \frac{t_s}{2} \right) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x e_g = 500 \times 185 \times \left( 788 - \frac{185}{2} \right) - \frac{197000}{30358} x 4836 x 816$$

$$= 38726112 \text{ mm}^3$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 44 \text{ mm}, y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 788 - 44 = 744 \text{ mm}, y_2^d = y_1^d + c = 874 + 44 = 918 \text{ mm}.$$

$$e_c = e_g + c = 679 + 44 = 723 \text{ mm}.$$

+ Mômen quán tính tổng cộng (GD 2):

$$I_c = I_g + A_g x c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s \left( y_2^{tr} - \frac{t_s}{2} \right)^2 + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x (y_2^d - y_p)^2$$

$$= 2.78031 \times 10^{11} + 757618 \times 44^2 + 500 \times \frac{185^3}{12} + 500 \times 185 \times \left( 744 - \frac{185}{2} \right)^2 + \frac{197000}{30358} x 4836 x (918 - 168)^2$$

$$= 3.20615 \times 10^{11} \text{ (mm}^4 \text{)}$$

b. Tại mặt cắt gối:

- giai đoạn 1 :

Ta có:

$$b_0 = s - b_{mn} = 2300 - 500 = 1800 \text{ mm}$$

$$\Delta F_0 = n \frac{\Pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7 \rightarrow \Delta F_0 = 19782 \text{ mm}^2$$

$$h = 1650 - 15 = 1635 \text{ mm}, b_1 = 600 \text{ mm},$$

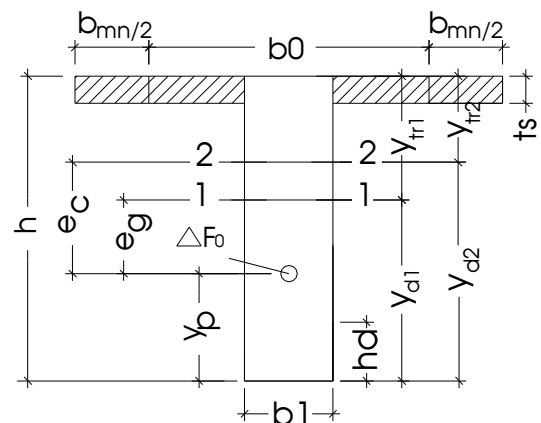
$$y_p = 707 \text{ mm}.$$

Diện tích :

$$A_g = (b_0 - b_1) t_s + b_1 h - \Delta F_0 = (1800 - 600) \times 185 + 600 \times 1635 - 19782 = 1183218 \text{ mm}^2$$

Mômen tĩnh với đáy  $S_d$ .

$$S_d = (b_0 - b_1) t_s \left( h - \frac{t_s}{2} \right) + b_1 \frac{h^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 1130416626 \text{ mm}^3$$



$$y_1^d = \frac{S_d}{A_g} = 955 \text{ mm} \rightarrow y_1^{tr} = 1635 - 955 = 680 \text{ mm}, e_g = 955 - 707 = 248 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_1) \frac{t_s^3}{12} + (b_0 - b_1) t_s \left( y_1^{tr} - \frac{t_s}{2} \right)^2 + b_1 \frac{h^3}{12} + b_1 h \left( y_1^d - \frac{h}{2} \right)^2 - \Delta F_0 e_g^2 = 3.13124 \times 10^{11} (\text{mm}^4)$$

-giai đoạn 2 :

$$A_c = A_g + b_{mn} t_s + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} = 1307100 \text{ mm}^2.$$

$$S_{1-1} = b_{mn} t_s \left( y_1^{tr} - \frac{t_s}{2} \right) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x e_g$$

$$= 500 \times 185 \times \left( 680 - \frac{185}{2} \right) - \frac{197000}{30358} \times 4836 \times 248 = 46561036 \text{ mm}^3.$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 36 \text{ mm} \rightarrow y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 680 - 36 = 644 \text{ mm}.$$

$$y_2^d = y_1^d + c = 991 \text{ mm}, e_c = e_g + c = 284 \text{ mm}.$$

$$I_c = I_g + A_g c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s \left( y_2^{tr} - \frac{t_s}{2} \right)^2 + \frac{E_p}{E_c} A_{ps} e_c^2$$

$$= 3.13124 \times 10^{11} + 1183218 \times 36^2 + 500 \times \frac{185^3}{12} + 500 \times 185 \times \left( 644 - \frac{185}{2} \right)^2 +$$

$$+ \frac{197000}{30358} \times 4836 \times 284^2 = 3.44985^{11} \text{ mm}^4.$$

2.2. Tính toán chiều dài bó cáp (Tất cả các bó đều uốn cong dạng parabol bậc 2) :

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

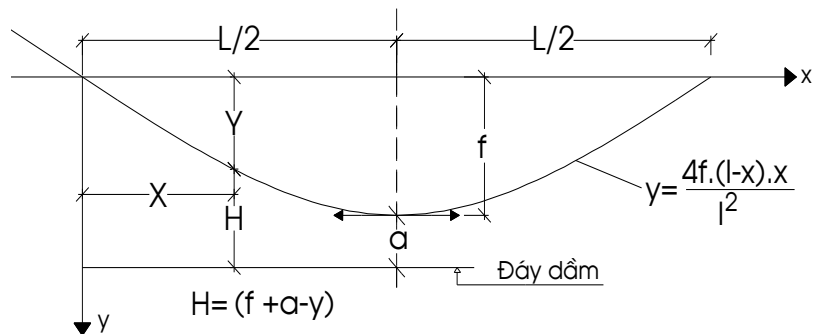
Chiều dài 1 bó :

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

- Bó 1:  $l = 30400$ ,  $f_1 = 200 - 90 = 110$ ,

$$L_1 = 30400 + \frac{8 \times 110^2}{3 \times 30400} = 30401 \text{ mm}$$

T-ong tư ta có bảng :



| Tên bó | Số bó | L(mm) | $f_i$ (mm) | $L_i$ (mm) |
|--------|-------|-------|------------|------------|
| Bó 1   | 2     | 30400 | 110        | 30401      |
| Bó 2   | 2     | 30400 | 200        | 30404      |
| Bó 3   | 1     | 30400 | 960        | 30481      |
| Bó 4   | 1     | 30400 | 1050       | 30497      |
| Bó 5   | 1     | 30400 | 1140       | 30514      |

Chiều dài trung bình :

$$L_{tb} = \frac{30401x2 + 30404x2 + 30481 + 30497 + 30514}{7} = 30443mm$$

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

- Tại mắt cắt gôi có:  $x_0=0$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 0     | 0     | 200   |
| 2      | 200   | 200        | 0     | 0     | 400   |
| 3      | 90    | 960        | 0     | 0     | 1050  |
| 4      | 200   | 1050       | 0     | 0     | 1250  |
| 5      | 310   | 1140       | 0     | 0     | 1450  |

- Tại mắt cắt 1 có :  $x_1=3040$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 3040  | 40    | 160   |
| 2      | 200   | 200        | 3040  | 72    | 328   |
| 3      | 90    | 960        | 3040  | 346   | 704   |
| 4      | 200   | 1050       | 3040  | 378   | 872   |
| 5      | 310   | 1140       | 3040  | 410   | 1040  |

- Tại mắt cắt 2 có :  $x_2=6080$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 6080  | 70    | 130   |
| 2      | 200   | 200        | 6080  | 128   | 272   |
| 3      | 90    | 960        | 6080  | 614   | 436   |
| 4      | 200   | 1050       | 6080  | 672   | 578   |
| 5      | 310   | 1140       | 6080  | 730   | 720   |

- Tại mắt cắt 3 có :  $x_3=9120$  mm:

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 9120  | 92    | 108   |
| 2      | 200   | 200        | 9120  | 168   | 232   |
| 3      | 90    | 960        | 9120  | 806   | 244   |
| 4      | 200   | 1050       | 9120  | 882   | 368   |
| 5      | 310   | 1140       | 9120  | 958   | 492   |



- Tại mặt cắt 4 có : $x_4=12160$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 12160 | 106   | 94    |
| 2      | 200   | 200        | 12160 | 192   | 208   |
| 3      | 90    | 960        | 12160 | 922   | 128   |
| 4      | 200   | 1050       | 12160 | 1008  | 242   |
| 5      | 310   | 1140       | 12160 | 1094  | 356   |

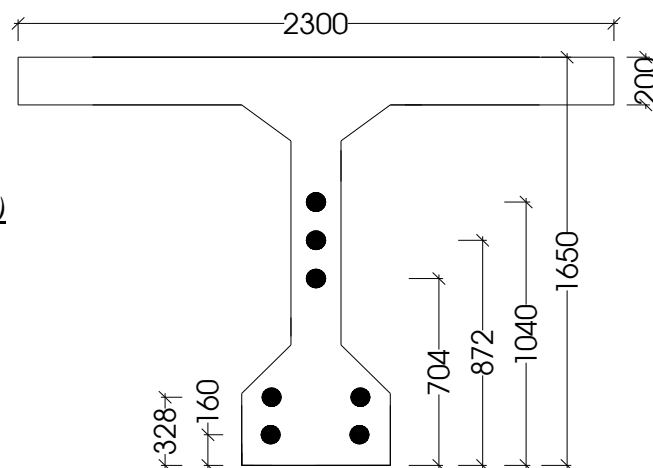
- Tại mặt cắt 5 (L/2) có : $x_5=15200$ mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 15200 | 110   | 90    |
| 2      | 200   | 200        | 15200 | 200   | 200   |
| 3      | 90    | 960        | 15200 | 960   | 90    |
| 4      | 200   | 1050       | 15200 | 1050  | 200   |
| 5      | 310   | 1140       | 15200 | 1140  | 310   |

⇒ Bảng tổng hợp tọa độ y và H trong các mặt cắt:

| Mặt cắt | Tọa độ các mặt cắt (y) mm |     |     |      |      |      |
|---------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|
| Tên bó  | 100                       | 101 | 102 | 1003 | 104  | 105  |
| 1       | 0                         | 40  | 70  | 92   | 106  | 110  |
| 2       | 0                         | 72  | 128 | 168  | 192  | 200  |
| 3       | 0                         | 346 | 614 | 806  | 922  | 960  |
| 4       | 0                         | 378 | 672 | 882  | 128  | 1050 |
| 5       | 0                         | 410 | 730 | 958  | 1094 | 1140 |

| Mặt cắt | Tọa độ các mặt cắt (H) mm |      |     |      |     |     |
|---------|---------------------------|------|-----|------|-----|-----|
| Tên bó  | 100                       | 101  | 102 | 1003 | 104 | 105 |
| 1       | 200                       | 160  | 130 | 108  | 94  | 90  |
| 2       | 400                       | 328  | 272 | 232  | 208 | 200 |
| 3       | 1050                      | 704  | 436 | 244  | 128 | 90  |
| 4       | 1250                      | 872  | 578 | 368  | 242 | 200 |
| 5       | 1450                      | 1040 | 720 | 492  | 356 | 310 |



\* Ví dụ mặt cắt 101:(hình bên)

#### IV. TÍNH ỨNG SUẤT MẤT MÁT:

##### 1. Mất do ma sát :

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

Trong đó :

-  $f_{PI}$  : ứng suất khi căng kéo

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

-  $K = 6.6 \times 10^{-7} / \text{mm}$

-  $\mu = 0.23$ .

-  $x$  : là chiều dài bố cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính - s mất mát .

Tính khi kích 2 đầu :

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

+  $X$  của bố tại mặt cắt 105 bằng 1 nửa chiều dài toàn bộ  $L_t$  của nó.

+ Tính  $X$  của 1 bố tại mặt cắt bất kì đi dọc tính gần đúng như 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 bố 1:

$$\overline{X_1} = \sqrt{3040^2 + 40^2} = 3040 \text{ mm}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3040^2 + (70 - 40)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_3} = \sqrt{3040^2 + (92 - 70)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3040^2 + (106 - 92)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

b. Tính cho bố 2 :

$$\overline{X_1} = \sqrt{3040^2 + 72^2} = 3041 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3040^2 + (128 - 72)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

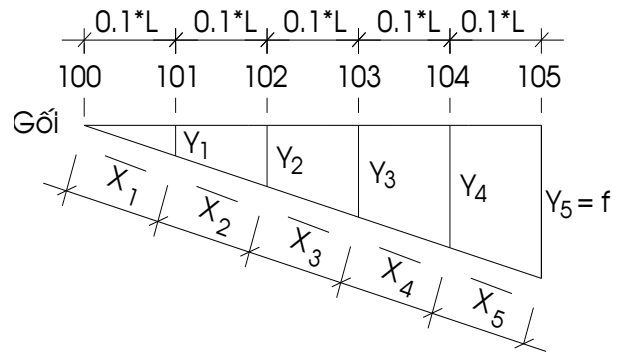
$$\overline{X_3} = \sqrt{3040^2 + (168 - 128)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3040^2 + (192 - 168)^2} = 3040 \text{ mm.}$$

c. Tính cho bố 3 :

$$\overline{X_1} = \sqrt{3040^2 + 346^2} = 3060 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_2} = \sqrt{3040^2 + (614 - 346)^2} = 3052 \text{ mm.}$$



$$\overline{X}_3 = \sqrt{3040^2 + (806 - 614)^2} = 3046 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3040^2 + (922 - 806)^2} = 3042 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3040^2 + 378^2} = 3063 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3040^2 + (674 - 378)^2} = 3054 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3040^2 + (882 - 674)^2} = 3047 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3040^2 + (1008 - 882)^2} = 3043 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3040^2 + 410^2} = 3068 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3040^2 + (730 - 410)^2} = 3057 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3040^2 + (958 - 730)^2} = 3049 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3040^2 + (1094 - 958)^2} = 3043 \text{ mm.}$$

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

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

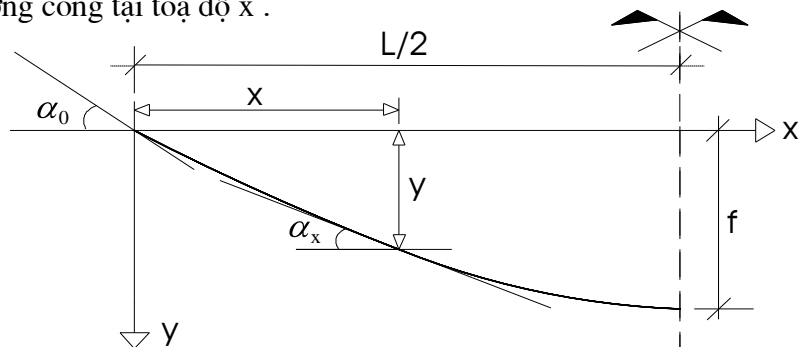
Với  $\alpha_0$  : là góc tiếp tuyến với đ-ờng cong tại gốc toạ độ .

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

- Đ-ờng cong bó ct :

$$y = \frac{4f(l-x) \cdot x}{l^2}$$

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



Tính  $\alpha_0, \alpha_x, \alpha$  cho các bó cáp

tại các mặt cắt cần tính - s mất mát:

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

$$\text{-bó 1 : } \tan \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 10}{30400} (1 - 0) = 0.014474 \rightarrow \alpha_0 = 0.83^\circ = 0.014473 \text{ radian}$$

$$\text{-bó 2 : } \tan \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 200}{30400} (1 - 0) = 0.026316 \rightarrow \alpha_0 = 1.51^\circ = 0.026310 \text{ radian}$$

$$\text{-bó 3 : } \tan \alpha_0 = \frac{4 \times 960}{30400} = 0.126316 \rightarrow \alpha_0 = 7.20^\circ = 0.125651 \text{ radian}$$

$$\text{-bó 4 : } \tan \alpha_0 = \frac{4 \times 1050}{30400} = 0.138158 \rightarrow \alpha_0 = 7.87^\circ = 0.137289 \text{ radian}$$

$$\text{-bó 5 : } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4 \times 1140}{30400} = 0.15 \rightarrow \alpha_0 = 8.53^\circ = 0.148890 \text{ radian}$$

Lập bảng :

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_0$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 0     | 30400 | 110        | 0.83            |
| Bó 2   | 0     | 30400 | 200        | 1.51            |
| Bó 3   | 0     | 30400 | 960        | 7.20            |
| Bó 4   | 0     | 30400 | 1050       | 7.87            |
| Bó 5   | 0     | 30400 | 1140       | 8.53            |

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

\* Tại mặt cắt 101 có :  $x_1 = 3040$  mm.

$$\text{-bó 1 : } \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 110}{30400} \left(1 - \frac{2 \times 3040}{30400}\right) = 0.011579 \rightarrow \alpha_x = 0.66^\circ.$$

T-ương tự ta có bảng sau :

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 3040  | 30400 | 110        | 0.66            |
| Bó 2   | 3040  | 30400 | 200        | 1.20            |
| Bó 3   | 3040  | 30400 | 960        | 5.77            |
| Bó 4   | 3040  | 30400 | 1050       | 6.30            |
| Bó 5   | 3040  | 30400 | 1140       | 6.84            |

\* Tại mặt cắt 102 có :  $x_2 = 6080$  mm.

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 6080  | 30400 | 110        | 0.50            |
| Bó 2   | 6080  | 30400 | 200        | 0.90            |
| Bó 3   | 6080  | 30400 | 960        | 4.33            |
| Bó 4   | 6080  | 30400 | 1050       | 4.74            |
| Bó 5   | 6080  | 30400 | 1140       | 5.14            |

\* Tại mặt cắt 103 có :  $x_3 = 9120$  mm.

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 9120  | 30400 | 110        | 0.33            |
| Bó 2   | 9120  | 30400 | 200        | 0.60            |
| Bó 3   | 9120  | 30400 | 960        | 2.89            |
| Bó 4   | 9120  | 30400 | 1050       | 3.16            |
| Bó 5   | 9120  | 30400 | 1140       | 3.13            |

- Tại mặt cắt 104 có :  $x_4=12160$  mm.

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 12160 | 30400 | 110        | 0.17            |
| Bó 2   | 12160 | 30400 | 200        | 0.30            |
| Bó 3   | 12160 | 30400 | 960        | 1.45            |
| Bó 4   | 12160 | 30400 | 1050       | 1.58            |
| Bó 5   | 12160 | 30400 | 1140       | 1.72            |

\* Tại mặt cắt 105 (L/2) : thì tất cả các bó có  $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$ .

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

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

- Tại mặt cắt 101:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.83            | 0.66            | 0.17          | 0.002967          |
| Bó 2   | 1.51            | 1.20            | 0.31          | 0.005411          |
| Bó 3   | 7.20            | 5.77            | 1.43          | 0.024958          |
| Bó 4   | 7.87            | 6.30            | 1.57          | 0.027402          |
| Bó 5   | 8.53            | 6.84            | 1.69          | 0.029496          |

- Tại mặt cắt 102:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.83            | 0.50            | 0.33          | 0.005760          |
| Bó 2   | 1.51            | 0.90            | 0.61          | 0.010647          |
| Bó 3   | 7.20            | 4.33            | 2.87          | 0.050091          |
| Bó 4   | 7.87            | 4.74            | 3.13          | 0.054629          |
| Bó 5   | 8.53            | 5.14            | 3.39          | 0.059167          |

- Tại mặt cắt 103:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.83            | 0.33            | 0.50          | 0.008727          |
| Bó 2   | 1.51            | 0.60            | 0.91          | 0.015882          |
| Bó 3   | 7.20            | 2.89            | 4.31          | 0.075224          |
| Bó 4   | 7.87            | 3.16            | 4.71          | 0.082205          |
| Bó 5   | 8.53            | 3.13            | 5.40          | 0.094248          |

- Tại mặt cắt 104:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.83            | 0.17            | 0.66          | 0.011519          |
| Bó 2   | 1.51            | 0.30            | 1.21          | 0.021118          |
| Bó 3   | 7.20            | 1.45            | 5.75          | 0.100356          |
| Bó 4   | 7.87            | 1.58            | 6.29          | 0.109781          |
| Bó 5   | 8.53            | 1.72            | 6.81          | 0.118857          |

- Tại mặt cắt 105(L/2):

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.83            | 0               | 0.83          | 0.014486          |
| Bó 2   | 1.51            | 0               | 1.51          | 0.026354          |
| Bó 3   | 7.20            | 0               | 7.20          | 0.125664          |
| Bó 4   | 7.87            | 0               | 7.87          | 0.137357          |
| Bó 5   | 8.53            | 0               | 8.53          | 0.148877          |

**Bảng tổng hợp  $\alpha$  cho các bó cáp tại các mặt cắt :**

| Bó thép | MC 100         | MC101          | MC102          | MC103          | MC104          | MC105          |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|         | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) |
| 1       | 0              | 0.002967       | 0.005760       | 0.008727       | 0.011519       | 0.014486       |
| 2       | 0              | 0.005411       | 0.010647       | 0.015882       | 0.021118       | 0.026354       |
| 3       | 0              | 0.024958       | 0.050091       | 0.075224       | 0.100356       | 0.125664       |
| 4       | 0              | 0.027402       | 0.054629       | 0.082205       | 0.109781       | 0.137357       |
| 5       | 0              | 0.029496       | 0.059167       | 0.094248       | 0.118857       | 0.148877       |

• 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                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu \alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | 30401 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15201              | 0.23  | 0.002967       | 0.0107631             | 16.02                 |
| 2  | 30404 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15202              | 0.23  | 0.005411       | 0.0113197             | 16.84                 |
| 3  | 30481 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15241              | 0.23  | 0.024958       | 0.0157802             | 23.48                 |
| 4  | 30497 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15249              | 0.23  | 0.027402       | 0.0163386             | 24.31                 |
| 5  | 30514 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15257              | 0.23  | 0.029496       | 0.0168175             | 25.02                 |

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (16.02 \cdot 2 + 16.84 \cdot 2 + 23.48 + 24.31 + 25.02) / 7 = 19.79 \text{ MPa}$$

b. Mắt cắt 102:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 30401 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15201              | 0.23  | 0.005760       | 0.0113984            | 16.96                 |
| 2  | 30404 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15202              | 0.23  | 0.010647       | 0.0125096            | 18.61                 |
| 3  | 30481 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15241              | 0.23  | 0.050091       | 0.0214532            | 31.92                 |
| 4  | 30497 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15249              | 0.23  | 0.054629       | 0.0224792            | 33.45                 |
| 5  | 30514 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15257              | 0.23  | 0.059167       | 0.0235042            | 34.97                 |

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (16.96 \cdot 2 + 18.61 \cdot 2 + 31.92 + 33.45 + 34.97) / 7 = 24.5 \text{ MPa}$$

c. Mắt cắt 103:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 30401 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15201              | 0.23  | 0.008727       | 0.0120728            | 17.96                 |
| 2  | 30404 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15202              | 0.23  | 0.015882       | 0.0136979            | 20.38                 |
| 3  | 30481 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15241              | 0.23  | 0.075224       | 0.0270935            | 40.32                 |
| 4  | 30497 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15249              | 0.23  | 0.082205       | 0.0286595            | 42.65                 |
| 5  | 30514 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15257              | 0.23  | 0.094248       | 0.0313515            | 46.65                 |

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (17.96 \cdot 2 + 20.38 \cdot 2 + 40.32 + 42.65 + 46.65) / 7 = 29.47 \text{ Mpa}$$

c. Mắt cắt 104:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 30401 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15201              | 0.23  | 0.011519       | 0.0127070            | 18.91                 |
| 2  | 30404 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15202              | 0.23  | 0.021118       | 0.0148850            | 22.15                 |
| 3  | 30481 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15241              | 0.23  | 0.100356       | 0.0327010            | 48.66                 |
| 4  | 30497 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15249              | 0.23  | 0.109781       | 0.0348007            | 51.78                 |
| 5  | 30514 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15257              | 0.23  | 0.118857       | 0.0368186            | 54.79                 |

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (18.91 \cdot 2 + 22.15 \cdot 2 + 48.66 + 51.78 + 54.79) / 7 = 33.91 \text{ Mpa}$$

d. Mắt cắt L/2:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 30401 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15201              | 0.23  | 0.014486       | 0.0133805            | 19.91                 |
| 2  | 30404 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15202              | 0.23  | 0.026354       | 0.0160706            | 23.91                 |
| 3  | 30481 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15241              | 0.23  | 0.125664       | 0.0383151            | 57.01                 |
| 4  | 30497 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15249              | 0.23  | 0.137357       | 0.0409031            | 60.86                 |
| 5  | 30514 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 15257              | 0.23  | 0.148877       | 0.0434461            | 64.65                 |

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (19.91 \cdot 2 + 23.91 \cdot 2 + 57.01 + 60.86 + 64.65) / 7 = 38.59 \text{ Mpa}$$

**2. Mất do trợt neo :**

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

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

$$E_P = 197000 MP_a$$

$$l_{tb} = 29448mm$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6 \times 2}{30459} * 197000 = 77.6 MP_a$$

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

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

Trong đó : N=7 bó.

$$E_{ci} = 4800 \sqrt{f'_{ci}}, \text{ với } f'_{ci} = 80\% f'_c = 0.8 \times 50 = 40 MP_a.$$

$f'_{ci}$  : 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 lượng bản thân  $g_1$  :

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

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 Gối :

$$P_i = [488 - 77.6] \times 0.998 \times 4836 = 6807053 \text{ N}$$

Với  $\alpha_x^{tb} = (0.86 \times 2 + 1.51 \times 2 + 7.2 + 7.87 + 8.53) / 7 = 3.834 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.998$ .

b. MC 101 :

$$P_i = (1488 - (77.6 + 19.79)) \times 0.998 \times 4836 = 6711540 \text{ N}$$

c. MC 102 :

$$P_i = (1488 - (77.6 + 29.47)) \times 0.998 \times 4836 = 6688808 \text{ N}$$

d. MC 103 :

$$P_i = (1488 - (77.6 + 24.5)) \times 0.998 \times 4836 = 6664821 \text{ N}$$

e. MC 104 :

$$P_i = (1488 - (77.6 + 33.91)) \times 0.998 \times 4836 = 6643392 \text{ N}$$

f. MC 105(L/2) :

$$P_i = (1488 - (77.6 + 38.59)) \times 0.998 \times 4836 = 6620805 \text{ N}$$

**3.2. Tính  $f_{cgp}$  cho các mặt cắt :**

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

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



- Tại MC Gối : ( $M_1 = 0$ ).

$$f_{cgp} = -\frac{6807053}{1183218} - \frac{6807053 \times 248^2}{3.13124 \times 10^{11}} = -7.08 \text{ MPa}$$

- Tại MC L/2(105) :

$$f_{cgp} = -\frac{6620805}{757816} - \frac{6620805 \times 769^2}{2.78031 \times 10^{11}} + \frac{2384.33 \times 10^6 \times 769}{2.78031 \times 10^{11}} = -16.22 \text{ MPa}$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông ( $\Delta f_{PES}$ ) là:

- MC Gối :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-7.09|}{2 \times 7 \times 27153} = 22.01 \text{ MPa}.$$

- MC L/2 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-16.22|}{2 \times 7 \times 27153} = 50.43 \text{ MPa}.$$

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

- Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

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

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

#### 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 - s tại trọng tâm ct do lực nén  $P_i$  (đã kể đến mất do ma sát ,tụ neo và nén đàn hồi) , và do trọng l- ọng bản thân.

- Tính lực  $P_i$  cho các mặt cắt :

$$P_i = \sum p_i - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} \frac{x}{x_{PS}} \cos \alpha_x^{tb}.$$

- MC Gối :

$$P_i = [1488 - (77.6 + 22.05)] \times 4836 \times 0.998 = 6700825.53 \text{ N}.$$

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

$$f_{cgp} = -\frac{6700633}{1183218} - \frac{6700633 \times 248^2}{3.13124 \times 10^{11}} = -6.97 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 \times 6.97 + 0 = 83.64 \text{ MPa}$$

- MC (105)L/2 :

$$P_i = [1488 - (38.56 + 77.6 + 50.43)] \times 4836 \times 1 = 6377413.29 \text{ N}$$

$$\text{Suy ra MC L/2: } \rightarrow f_{cgp} = -\frac{6390339}{757618} - \frac{6390339 \times 769^2}{2.78031 \times 10^{11}} + \frac{2384.33 \times 10^6 \times 769}{2.78031 \times 10^{11}} = -15.39 \text{ MPa}$$

$\Delta f_{cdp}$  :- s do tĩnh tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{cdp} = \frac{(M_{2a} + M_{lp})}{I_c} x e_c = \frac{(682.81 + 276.58) \times 10^6}{3.20615 \times 10^{11}} \times 723 = 2.31 MPa.$$

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 \times 15.39 - 7 \times 2.31 = 168.51 MPa.$$

#### 6. Mất ứng suất do chùng cốt thép :

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2}. \text{ Căng sau gần đúng : } \Delta f_{PR_1} = 0.$$

- 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 :  $\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 0 - 0.4 \times 22.05 - 0.2(25 + 83.64)] = 32.24 MPa.$

\* MC L/2 :  $\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 38.59 - 0.4 \times 50.43 - 0.2(25 + 168.51)] = 20.26 MPa$

#### 7. 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) |
|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Gối      | 0                     | 77.6                  | 22.01                  | 99.61                  |
| (L/2)105 | 38.59                 | 77.6                  | 50.43                  | 166.62                 |

• 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) |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Gối      | 25                     | 83.64                  | 32.24                 | 140.88                 |
| (L/2)105 | 25                     | 168.51                 | 20.26                 | 213.77                 |

• 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) |
|-----------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| gối       | 99.61                  | 140.88                 | 240.49                |
| (L/2)105  | 166.62                 | 213.77                 | 380.39                |

#### V. KIỂM TOÁN THEO TTGH CẦU ĐỒ 1 :

##### 1. Kiểm tra sức kháng uốn :

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

-Phần trên đã có :  $b = S = 2300 \text{ mm}.$

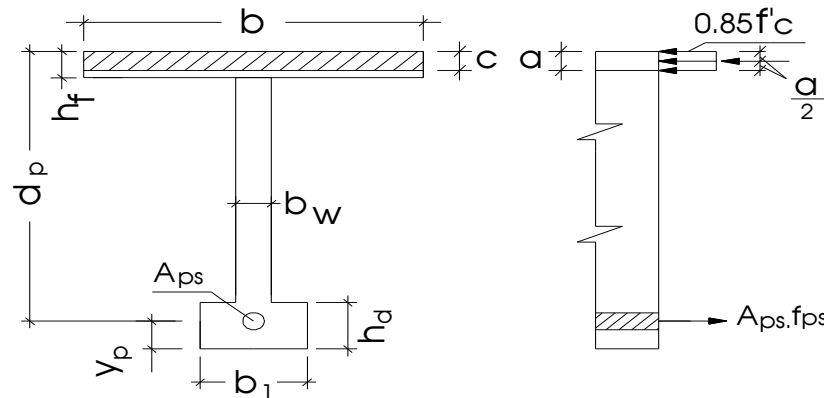
$$- h_f = \frac{(500 \times 185 + 1650 \times 194)}{2300 - 200} = 196 \text{ mm}$$

$$- y_p = 168 \text{ mm}, d_p = 1635 - 168 = 1467 \text{ mm}.$$

$$- A_{PS} = 4836 \text{ mm}^2, \beta = 0.85, f'_c = 50.$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28.$$

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} = \frac{4836 \times 1860}{0.85 \times 50 \times 0.85 \times 2300 + 0.28 \times 4836 \times \frac{1860}{1467}} = 106 \text{ mm} < h_f = 196 \text{ mm}$$

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} \left( d_p - \frac{a}{2} \right), \quad a = \beta_1 x_c = 0.85 \times 106 = 90 \text{ mm}.$$

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - k \frac{c}{d_p} \right) = 1860 \left( 1 - 0.28 \times \frac{106}{1467} \right) = 1822 \text{ MP}_a.$$

$$M_n = 4836 \times 1822 \times \left( 1467 - \frac{90}{2} \right) = 12530 \text{ KN.m}$$

+Kiểm tra :  $M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{L/2} = 9000.013 \text{ KN.m} < M_n = 12530 \text{ KN.m} \Rightarrow \text{đạt}.$

## 2. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0.42.$$

$$d_c = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p}{A_{ps} f_{ps}} = \frac{4836 \times 1822 \times 1467}{4836 \times 1822} = 1467 \text{ mm}.$$

$$C = 106 \text{ mm} < 0.42 d_c = 0.42 \times 1467 = 616 \text{ mm} \Rightarrow \text{đạt}.$$

## 3. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu :

$$\phi M_n \geq \min \left\{ \frac{1}{4} 2 M_{cr}, 1.33 M_u \right\}$$

Trong đó :

-  $M_{cr}$  : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTĐUL tức là khi đó ứng suất biên dưới đạt trị số ứng suất kéo khi uốn là :  $f_r = 0.63 \sqrt{f'_c} = 0.63 \sqrt{50} = 4.45 \text{ MP}_a.$

- Phương trình  $M_{cr}$  với tiết diện nguyên vẹn căng sau (2 giai đoạn):

$$f_r = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp}) + M_{ht}}{I_c} y_2^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_2^d = 4.45$$

$$+ P_i = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{ps}, \quad \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 166.62 + 213.77 = 380.39 \text{ MP}_a.$$

+  $M_1$  : mômen MC L/2 do tĩnh tải 1 = 2384 KN.m(TTGHSD).

+  $M_{2a}$  : mômen MC L/2 do tĩnh tải 2(không có lớp phủ )= 728 KN.m.

+  $M_{lp}$  : mômen MC L/2 do lớp phủ = 296 KN.m

$$\begin{aligned} + M_{ht} &= (1.25 \cdot M_{TR} + M_{LN}) \cdot m_{gM} + M_{Ng} \cdot m_{gNg} \\ &= (1.25 \cdot 2007.75 + 1074.336) \cdot 0.641 + 346.56 \cdot 1.065 \\ &= 2666.45 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+  $\Delta M$  : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

\* Thay các số liệu MC (105)L/2 vào ph-ơng trình để tính  $\Delta M$  :

$$P_i = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 380.39) \times 4836 = 4636805N.$$

$$\begin{aligned} \Delta M &= \frac{P_i}{A_g} x \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{(P_i e_g + M_1) y_1^d}{I_g} x \frac{I_c}{y_2^d} - \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht}) y_2^d}{I_c} x \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{3.45}{y_2^d} x I_c \\ &= \frac{4636805 \times 3.206 \times 10^{11}}{757618 \times 918} + \frac{(4636805 \times 679 + 2384 \times 10^6) \times 874 \times 3.206 \times 10^{11}}{2.78031 \times 10^{11} \times 918} \\ &\quad - (728 + 296 + 2666.45) \times 10^6 + \frac{4.45 \times 3.206 \times 10^{11}}{918} = 7.099 \times 10^9 \text{ KN.m} = 7.099 \times 10^3 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_{2a} + M_{lp} + M_{ht} = 13173.45 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_{L/2} = 9000.013 \text{ KN.m}$$

$$\begin{aligned} + \text{Kiểm tra : } \phi M_n &= 12530 \text{ KN.m} > \min \{ 2M_{cr}; 1.33M_u \} \\ &> \min \{ 15808.14 ; 11700 \text{ KN.m} \} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 12530 > 11700 \text{ KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

#### 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 .

$$V_n = \min \left\{ \begin{aligned} &V_c + V_s + V_p \\ &0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{aligned} \right\}$$

$V_c$  : 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):

$$V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha , \text{ với } f_{pi} : \text{ c-ờng độ tính toán CTĐUL , } \alpha : \text{ góc trung bình .}$$

Trong các công thức trên :

$b_v$  : chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm -đầu dầm  $b_v = b_1 = 600mm$  .

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

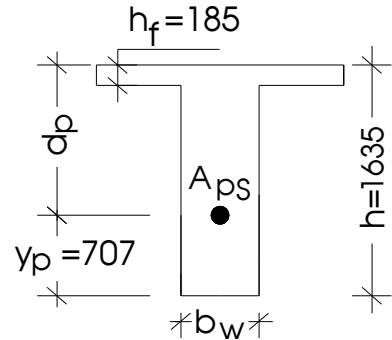
\* Đầu dầm:

+gần đúng chiều cao miền chịu nén ,

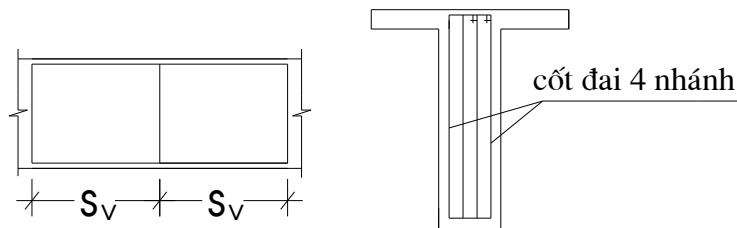
lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC L/2.

$$C=126 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1635 - 707 - \frac{106}{2} = 875mm .$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 875 \\ 0.9d_p = 788 \\ 0.72h = 1171 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1171mm .$$



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



Trong đó với  $L=31m \rightarrow$  đầu dầm  $b_1 = 600 \rightarrow$  cốt đai  $\phi = 14$  -4 nhánh .1 nhánh

$$\rightarrow f_d = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 14^2}{4} = 153.8mm^2 \rightarrow A_v = 4 \times 153.8 = 615 .$$

+  $f_v$  :c- ờng độ cốt đai  $= 400MP_a$  .

+  $S_v$  :b- ớc 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  $\epsilon_x$  .

-với V là ứng suất cắt :

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

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

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

$M_u$  :là mômen uốn tính theo TTGHCD1.

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 :

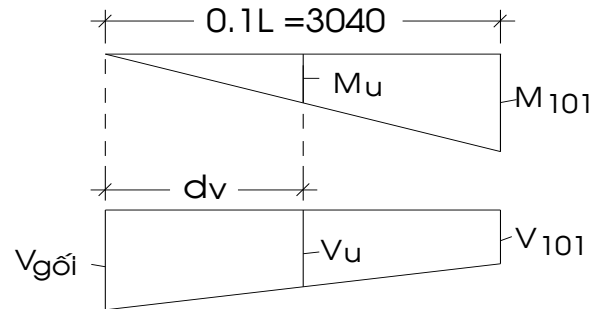
-  $M_u$  và  $V_u$  lấy cách tìm gối 1 đoạn  $d_v$ .

$$\text{Với : } M_{101} = 3792.97 \text{ KN.m}$$

$$V_{100} = 1362.51 \text{ KN.m}$$

$$V_{101} = 1137.92 \text{ KN.m}$$

$$d_v = 117 \text{ mm}$$



$$M_u = \frac{M_{101}}{0.1L} x d_v = \frac{3792.97}{3040} x 1171 = 1461 \text{ KN.m}$$

$$V_u = V_{101} + \frac{V_{100} - V_{101}}{0.1L} x d_v = 1137.92 + \frac{1362.51 - 1137.92}{3040} x 1171 = 1224 \text{ KN}$$

b. Tính ứng suất cắt :

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1224 x 10^3}{0.9 x 600 x 1171} = 1.94 \text{ MPa}$$

$$\frac{V}{f_c'} = \frac{1.94}{50} = 0.0387$$

c. Giả thiết :  $\Phi_0 = 40^\circ$ ,  $\cot g \Phi_0 = 1.192 \rightarrow$  tính  $\varepsilon_{x1}$ .

$$\varepsilon_{x1} = \frac{3792.97 x 10^6 / 1171 + 0.5 x 1137.92 x 10^3 x 1.192}{197000 x 4836} = 4.11 x 10^{-3}$$

$$\text{Theo } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f_c'} = 0.0387 \\ \varepsilon_{x1} = 4.11 x 10^{-3} \end{array} \right\} \rightarrow \Phi_1 = 42.7^\circ, \beta_1 = 0.8$$

+so sánh  $\Phi_1$  và  $\Phi_0$  khác nhiều  $\rightarrow$  làm lần thứ 2 :  $\cot g 42.7^\circ = 1.085$ .

$$\varepsilon_{x2} = \frac{3792.97 x 10^6 / 1171 + 0.5 x 1137.92 x 10^3 x 1.085}{197000 x 4836} = 4.04 x 10^{-3}$$

$$\text{Theo } \frac{V}{f_c'} \text{ và } \varepsilon_{x2} \rightarrow \text{tra bảng} \rightarrow \Phi_2 = 42^\circ, 40' \text{ và } \beta_2 = 0.8$$

Vậy số liệu để tính :  $\Phi = 42^\circ 40'$  và  $\beta = 0.8$ .

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

B- ớc đai :

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0.083 \sqrt{f_c'} b_v} = \frac{615 x 400}{0.083 x \sqrt{50} x 600} = 699 \text{ mm}$$

$$V_u = 1224 \text{ KN} < 0.1 f_c' b_v d_v = 0.1 x 50 x 600 x 1171 = 3513 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

$$S_v \leq 0.8 d_v = 937 < 600 \text{ mm}$$

Vậy  $S_v \leq 600 \text{ mm} \rightarrow$  chọn cốt đai  $\phi 14 - 4$  nhánh  $S_v = 300 \text{ mm} \rightarrow$  kiểm tra.

$$V_n = \min V_s + V_p \text{ và } 0.25f'_c b_v d_v = 8782KN.$$

$$+ V_c = 0.083\beta\sqrt{f'_c} b_v d_v = 0.083 \times 0.8 \times \sqrt{50} \times 600 \times 1171 = 330KN.$$

$$+ V_s = \frac{A_v f_y d_v \cot \theta}{S_v} = \frac{615 \times 400 \times 1171 \times 1.085}{300} = 1041KN.$$

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

- Tính góc  $\alpha_{ib}$  của các bó cáp tại  $x = d_v = 1171mm$ .

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{L} \left(1 - \frac{2x}{L}\right) = \frac{4 \times 110}{30400} \left(1 - \frac{2 \times 1171}{30400}\right) = 0.013359 \rightarrow \alpha_1 = 0.76^\circ.$$

T-ong tư cho các bó khác :

Lập bảng :

| Bó | $L_i$ (mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | $\alpha_i$ (độ) |
|----|------------|------------|-------|-----------------|
| 1  | 30400      | 110        | 1171  | 0.78            |
| 2  | 30400      | 200        | 1171  | 1.39            |
| 3  | 30400      | 960        | 1171  | 6.65            |
| 4  | 30400      | 1050       | 1171  | 7.27            |
| 5  | 30400      | 1140       | 1171  | 7.88            |

$$\rightarrow \alpha_{ib} = \frac{1}{7}(0.78 + 1.39) + 6.65 + 7.27 + 7.88 = 3.88^\circ \rightarrow \sin \alpha_{ib} = 0.06767.$$

$$V_p = (0.8f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{ps} \sin \alpha_{ib} = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 380.39) \times 4836 \times 0.06767 = 313.7KN.$$

\* Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt :

$$V_u = 1224KN \leq 0.9(V_c + V_s + V_p) = 0.9(330 + 1041 + 313.7) = 1516KN \rightarrow \text{đạt.}$$

## VI. KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG :

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

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

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

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

$$+ A_g = 757618mm^2$$

$$+ I_g = 2.78031 \times 10^{11} mm^4, e_g = 679mm, y_1^d = 874mm, y_1^{tr} = 788mm, M_1 = 2384.33KN$$

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

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i x e_g}{I_g} x y_1^d + \frac{M_1}{I_g} x y_1^d \right| \leq 0.6f'_{ci} = 24MP_a.$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{ps} = (1376.4 - 166.62) \times 4836 = 5850496N$$

$$\Rightarrow f_{bd} = \left| -\frac{5850496}{757618} - \frac{5850496 \times 679}{2.78031 \times 10^{11}} \times 874 + \frac{2384.33 \times 10^6}{2.78031 \times 10^{11}} \times 874 \right| = | -12.32 | \leq 0.6f'_{ci} = 24MP_a$$

**b. Kiểm tra ứng suất biến trên :**

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \left\{ \begin{array}{l} < 1.38 MP_a \\ < 0.25 \sqrt{f_c'} = 1.58 \end{array} \right.$$

Thay số :

$$f_{btr} = -\frac{5850496}{757618} + \frac{5850496 \times 788 \times 679}{2.7803 \times 10^{11}} - \frac{2384.33 \times 10^6 \times 788}{2.7803 \times 10^{11}} = -1.32 MP_a < 1.38 \rightarrow \text{đạt}$$

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

**a. Kiểm tra ứng suất biến d-ới :**

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

$$\text{- Lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 380.39) \times 4836 = 4636805 N.$$

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht})}{I_c} y_2^d \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54.$$

$$f_{bd} = -\frac{4636805}{757618} - \frac{4636805 \times 679}{2.7803 \times 10^{11}} \times 874 + \frac{2384.33 \times 10^6}{2.7803 \times 10^{11}} \times 874 + \frac{(728 + 296 + 2666.45) \times 10^6}{3.206 \times 10^{11}} \times 918 = 2.04 MP_a \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54$$

$\rightarrow$  đạt.

**b. Kiểm tra ứng suất biến trên :  $y_1^{tr} = 788 mm, y_2^{tr} = 744 mm$**

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a.$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{4636805}{757618} + \frac{4636805 \times 679}{2.78 \times 10^{11}} \times 788 - \frac{2384 \times 10^6 \times 788}{2.78 \times 10^{11}} - \frac{3690 \times 10^6}{3.2 \times 10^{11}} \times 744 \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a$$

$$= |-7.02 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

**2. Kiểm tra ứng suất mặt cắt gối (MC100):**

**2.1. Giai đoạn căng kéo :**

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb}$$

- Trong đó :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0.86 \times 2 + 1.51 \times 2 + 7.2 + 7.87 + 8.53) / 7 = 4.05 \text{ độ}$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1376.4 - 99.61) \times 4836 \times 0.997 = 61560328 N$$

$$+ A_g = 1183218 mm^2, I_g = 3.13124 \times 10^{11} mm^4, e_g = 248 mm, y_1^{tr} = 680 mm, y_1^d = 955 mm, M = 0$$

**a. Kiểm tra ứng suất biến d-ới :**

$$f_{bd} = -\frac{61560328}{1183218} - \frac{61560328 \times 248}{3.13124 \times 10^{11}} \times 955 = |-9.86 MP_a| < 24 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$



b. Kiểm tra thớ trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{61560328}{1183218} + \frac{61560328 \times 248}{3.13124 \times 10^{11}} \times 680 = -1.89 MP_a \text{ (nén)} < f_{kéo}$$

→ đạt.

2.2. Giai đoạn khai thác:

$$P_i = [1339.2 - (99.61 + 144.88)] \times 4836 \times 0.997 = 5278135 N.$$

$$I_c = 3.45 \times 10^{11} mm^4, y_2^{tr} = 644 mm, y_2^d = 991 mm.$$

a. Kiểm tra us biên d-ới :

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{5278135}{1183218} - \frac{5278135 \times 284}{3.13 \times 10^{11}} \times 991 = -9.2 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén)}.$$

b. Kiểm tra us biên trên :

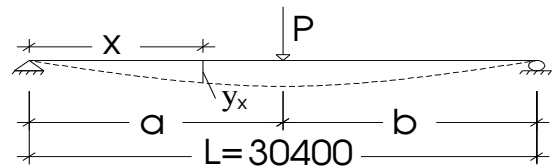
$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{5278135}{1183218} + \frac{5278135 \times 284}{3.13 \times 10^{11}} \times 644 = -1.38 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén)}.$$

**VII. TÍNH ĐỘ VỒNG KẾT CẤU NHỊP :**

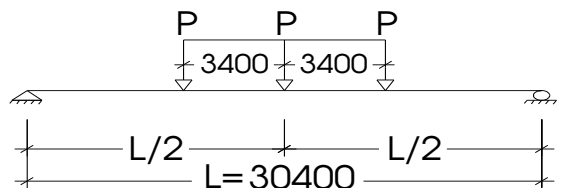
**1. Kiểm tra độ võng do hoạt tải :**

+ 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:  
(Hình vẽ)



$P_1 = P_2 = 145 \times 10^3 N$  ;  $P_3 = 35 \times 10^3 N$  . Tính độ võng không có hệ số :

+ Độ võng MC giữa nhịp  $L/2$  do các lực :  $p_1 \rightarrow b = 15200 + 4300 = 19500 \text{ mm}$ ,  $x = 15200 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 19500 \times 15200 \times (30400^2 - 19500^2 - 15200^2)}{6 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11} \times 30400} = 7.57 mm.$$

+ Độ võng MC  $L/2$  do :  $p_2$

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot L^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 30400^3}{48 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11}} = 8.72 mm.$$

+ Độ võng MC  $L/2$  do :  $p_3 \rightarrow b = 10900 \text{ mm}$ ,  $x = 15200 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \times 10^3 \times 10900 \times 15200 \times (30400^2 - 10900^2 - 15200^2)}{6 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11} \times 30400} = 1.88 mm$$

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

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{11500 - 2 \times 500}{3500} = 3 \text{ làn}.$$

-hệ số xung kích :  $(1+IM) = 1.25$ .

+ Độ võng 1 dầm chủ tại MC L/2 (105):

$$y = \frac{(y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3})n_L}{n} \times 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 5.$$

$$y = \frac{(7.57 + 8.72 + 1.88) \times 3}{5} \times 1.25 = 13.6 \text{ mm}.$$

+Kiểm tra :  $y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 13.6 < \frac{30400}{800} = 38 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$

**2. Tính độ võng do tĩnh tải –lực căng tr- ốc và độ võng tại MC L/2(105):**

**2.1. Độ võng do lực căng CT DUL:**

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

Trong đó:  $w = \frac{8pe}{L^2}$ ,  $e = e_g = 679 \text{ mm}$ ,  $I_g = 2.78 \times 10^{11} \text{ mm}^4$ .

$$p = (0.8f_{pu} - \Delta f_{PT})A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 380.39) \times 4836 = 5356402 \text{ N}.$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 5356402 \times 679}{30400^2} = 31.5$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{5 \times 31.5 \times 30400^4}{384 \times 30358 \times 2.78 \times 10^{11}} = -41.5 \text{ mm}.$$

**2.2. Độ võng do trọng l- ợng bản thân dầm(giai đoạn 1):** do  $g_1 = 20.64 \text{ N/mm}$

$$\Delta g_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1.l^4}{E.I_g} = \frac{5 \times 20.64 \times 30400^4}{384 \times 30358 \times 2.78 \times 10^{11}} = 27 \text{ mm}.$$

**2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 :**  $g_2 = 6.3 + 2.56 = 8.86 \text{ N/mm}$ .

$$\Delta g_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2.l^4}{E.I_c} = \frac{5 \times 8.86 \times 30400^4}{384 \times 30358 \times 3.206 \times 10^{11}} = 10 \text{ mm}.$$

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

$$y_T = -41.5 + 27 + 10 = -4.5 \text{ mm}$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là : 4.5 mm.