

PHẦN II

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

- +Chiều dài tính toán: $L = 33\text{m}$
 - +Khổ cầu: $B=(11+2 \times 1.5)\text{m}$
 - +Tải trọng: đoàn xe HL93, ng-ời đi bộ: 300kg/m^2
 - +Quy trình thiết kế BGTVT 22 TCN 272-05.
 - +Tiêu chuẩn thiết kế đ-ờng ô tô TCVN4054-05.
- Vật liệu :
- +C-ờng độ bê tông 28 ngày tuổi $f'_c = 30\text{MPa}$.
 - +C-ờng độ thép th-ờng $F_y = 400\text{MPa}$.

I .Ph- ơng pháp tính toán nội lực bản mặt cầu.

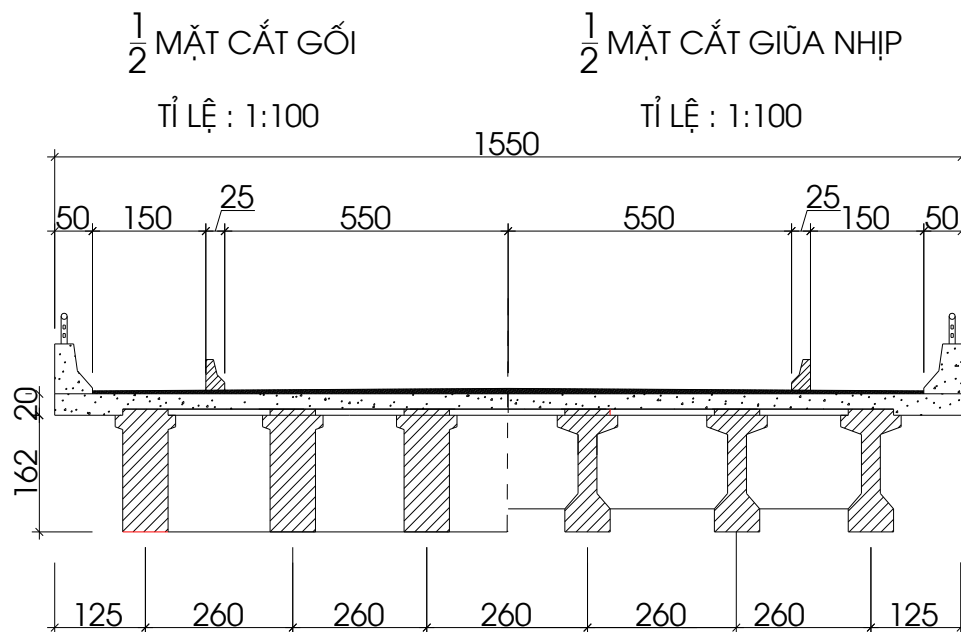
-áp dụng ph- ơng pháp tính toán gần đúng theo TCN 4.6.2(điều 4.6.2 của 22TCN272-05) . Mặt cầu có thể phân tích nh- một dầm liên tục trên các gối là các dầm.

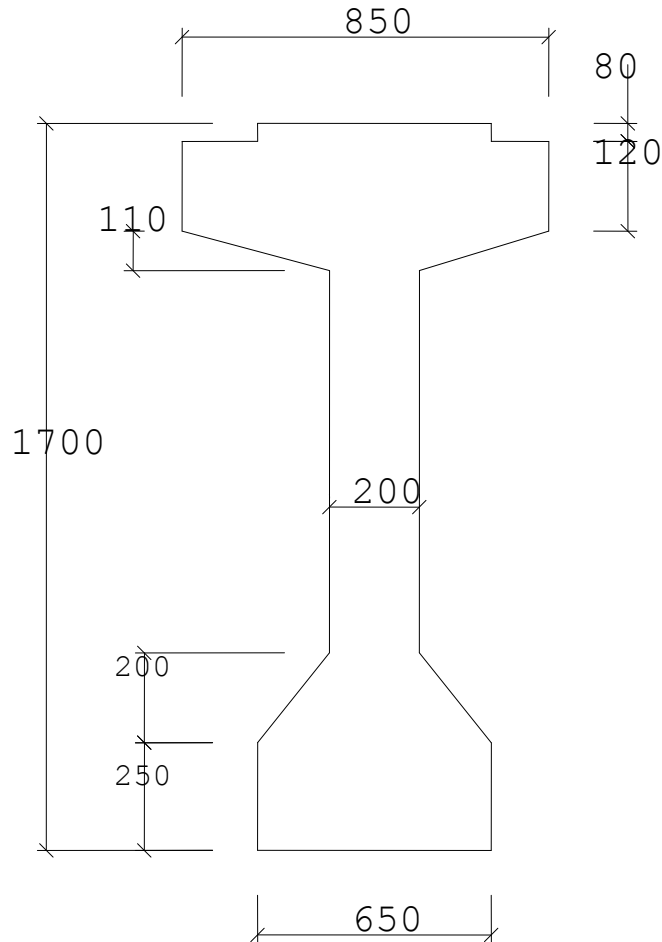
II. Xác định nội lực bản mặt cầu

- **Sơ đồ tính và vị trí tính nội lực:**

Bản mặt cầu làm việc theo hai giai đoạn.

- Giai đoạn một : Khi ch- a nối bản , bản làm việc nh- một dầm công son ngàm ở s- ờn dầm
- Giai đoạn hai : Sau khi nối bản, bản đ- ợc nối bằng mối nối - ốt, đổ trực tiếp với dầm ngang.





a-Tính toán bản hằng :

-Xác định chiều dày bản mặt cầu:

Chiều dày bản tối thiểu theo AASHTO là 175(mm)

Với dầm đơn giản :

$$H_{\min} = \frac{1.2(S + 3000)}{30} = \frac{1.2(2600 + 3000)}{30} = 224(\text{mm}) > 175(\text{mm})$$

Chọn $h_s = 190(\text{mm})$ làm chiều dày chịu lực của bản mặt cầu, cộng thêm 15(mm) hao mòn, trọng lượng bản khi tính là 200(mm) Vì bản hằng của dầm ngoài phải thiết kế với tải trọng xe va vào lan can .nên chiều dày bản tăng lên 25(mm) để có chiều dày bản hằng $h_0 = 230(\text{mm})$

1 -Trọng lượng bản mặt cầu :

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

2-Trọng lượng lớp phủ:

-Lớp phủ mặt cầu :

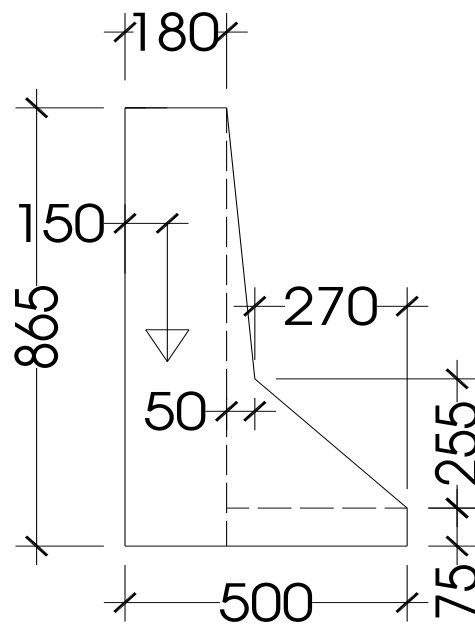
- + Bê tông Asphalt dày 5cm trọng lượng riêng là 22,5 KN/m³.
- + Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng lượng riêng là 24 KN/m³.
- + Lớp phòng nước Raccon#7(không tính)
- + Lớp tạo phẳng dày 2 cm, trọng lượng riêng là 24 KN/m³.

$$W_{DW} = 1,125 + 0,72 + 0,48 = 2,33(\text{KN/m})$$

3 -Trọng l- ọng lan can :

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

$$= \mathbf{5.766 \text{ N/mm}}$$



cầu tạo lan can

1- Nội lực do tĩnh tải

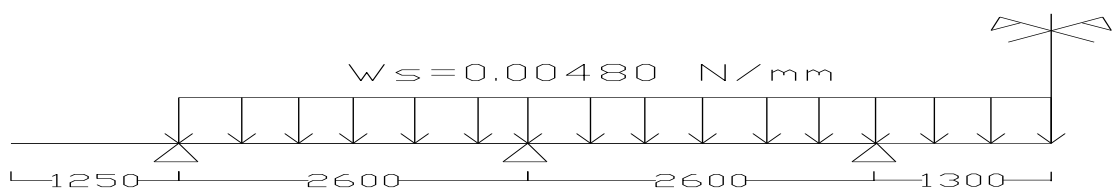
(Nội lực tính cho dải bản ngang có chiều rộng là 1 mm)

a) Nội lực do bản mặt cầu W_s :

Sơ đồ :

$$S=2600\text{mm}, h=200\text{mm}, W_s=480 \times 10^{-5} \text{ N/mm})$$

Việc xếp tính tải do bản mặt cầu thể hiện nh- bản vẽ:



đối với tải trọng phân bố đều, các diện tích trong bảng nhân với S để tính lực cắt và S^2 để tính mômen

$$\begin{aligned} R_{200} &= W_s \times \text{diện tích thực không có đoạn hẫng} \times S \\ &= 4.80 \times 10^{-3} (0.3928) \times 2600 = 4.90 \text{ (N)} \end{aligned}$$

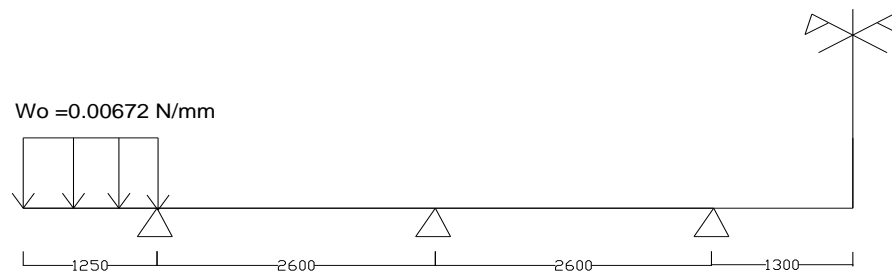
$$\begin{aligned} M_{204} &= W_s \times \text{diện tích thực không có đoạn hẫng} \times S^2 \\ &= 4.80 \times 10^{-3} (0.0772) \times 2600^2 = 2504.98 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= W_s \times \text{diện tích thực không có đoạn hẫng} \times S^2 \\ &= 4.8 \times 10^{-3} (-0.1071) \times 2600^2 = -3475.18 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

b) Nội lực do bản hẫng :

Các tham số $h_0 = 230 \text{ (mm)}$,

$W_0 = H_0 \times \gamma_c = (200 + 80) \times 2.4 \times 10^{-5} = 6.72 \times 10^{-3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ và $L = 1250 \text{ (mm)}$. Việc đặt tĩnh tải lên bản hẫng thể hiện trên hình :



Theo bảng A1 phản lực của dầm I ngoài và momen là:

$$\begin{aligned} R_{200} &= W_0 \times (\text{diện tích ĐAH đoạn hẫng}) \times L \\ &= 6.72 \times 10^{-3} \left(1 + 0.635 \frac{1250}{2600}\right) \times 1250 = 10.96 \text{ (N)} \end{aligned}$$

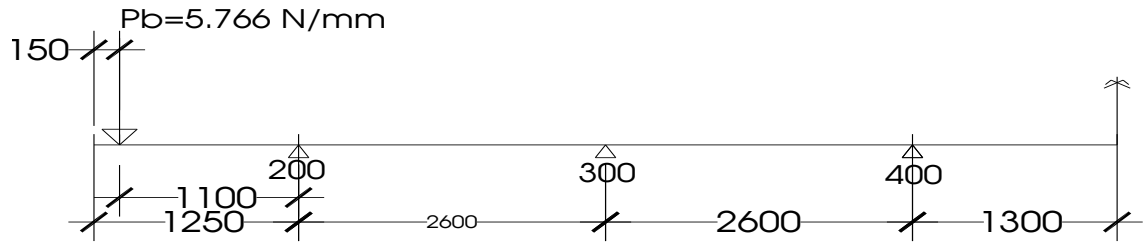
$$\begin{aligned} M_{200} &= -W_0 \times (\text{diện tích ĐAH đoạn hẫng}) \times L^2 \\ &= 6.72 \times 10^{-3} (-0.5) \times 1250^2 = -5250 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= W_0 (\text{diện tích ĐAH đoạn hẫng}) \times L^2 \\ &= 6.72 \times 10^{-3} (-0.2460) \times 1250^2 = -2583 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= W_0 (\text{diện tích ĐAH đoạn hẫng}) \times L^2 \\ &= 6.72 \times 10^{-3} (0.1350) \times 1250^2 = 1417.5 \text{ (N.mm)} \end{aligned}$$

c) Nội lực do lan can :

Tải trọng lan can coi nh- một lực tập trung có giá trị $P_b = 5.766 \text{ N/mm}$ đặt tại trọng tâm của lan can .Xếp tải lên đanh để tìm tung độ đanh t-ơng ứng .Tra bảng với:
 $L_1 = 1250 - 150 = 1100 \text{ mm}$.



$$R_{200} = P_b \times (\text{tung độ đanh})$$

$$\Rightarrow R_{200} = P_b (1 + 1.270 L_1 / S)$$

$$= 576600 \times 10^{-5} \times (1 + 1.270 \times 1100 / 2600) = 8.8 \text{ N}$$

$$M_{200} = P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1$$

$$\Rightarrow M_{200-b} = P_b (-1 \times L_1)$$

$$= 576600 \times 10^{-5} \times (-1 \times 1100) = -6342.6 \text{ N.mm}$$

$$M_{204} = P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1$$

$$\Rightarrow M_{204} = P_b (-0.4920 \times L_1)$$

$$= 576600 \times 10^{-5} \times (-0.4920 \times 1100) = -3120.5 \text{ N.mm}$$

$$M_{300} = P_b \times (\text{tung độ đanh}) \times L_1$$

$$\Rightarrow M_{300} = P_b (0.27 \times L_1)$$

$$= 576600 \times 10^{-5} \times (0.27 \times 1100) = 1712.5 \text{ N mm}$$

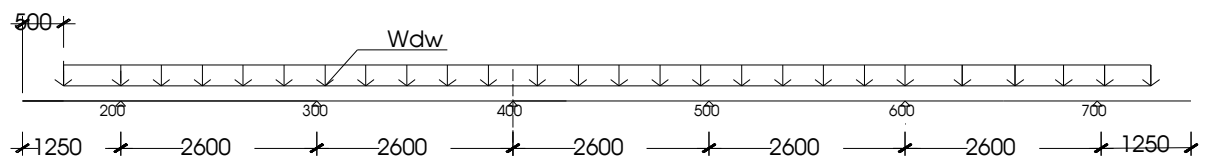
Nội lực tính cho dải bản trong (nằm giữa 2 sườn dầm)

d) Nội lực do lớp phủ W_{DW}

Sơ đồ :

$$W_{DW} = H_{DW} \times \gamma_{DW} = 75 \times 2.25 \times 10^{-5} = 168.75 \times 10^{-5} \text{ N / mm}^2$$

Dùng bảng tra với : $L_2 = 1250 - 500 = 750 \text{ mm}$.



$$R_{200} = W_{DW} ((\text{diện tích đanh đoạn hằng}) L_2 + (\text{Diện tích đanh không hằng}) S)$$

$$\Rightarrow R_{200} = W_{DW} ((1 + 0.635 \times \frac{L_2}{S}) \times L_2 + 0.3928 \times S)$$

$$= 168.75 \times 10^{-5} ((1 + 0.635 \times 750 / 2600) \times 750 + 0.3928 \times 2600)$$

$$= 2.31 \text{ N}$$

$$M_{200} = W_{DW} ((\text{diện tích đanh đoạn hằng}) \times L_2^2)$$

$$\Rightarrow M_{200} = W_{DW} (-0.5) \times L_2^2$$

$$= 168.75 \times 10^{-5} \times (-0.5) \times 750^2 = -474.6 \text{ N mm}$$

$$M_{204} = W_{DW} \times [(diện tích \text{ đah đoạn hằng}) \times L_2^2 + (diện tích \text{ đah không hằng}) \times S^2]$$

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

$$= 168.75 \times 10^{-5} \times [(-0.246) \times 750^2 + (0.0772) \times 2600^2] = 647.15 \text{ N mm}$$

$$M_{300} = W_{DW} \times [(diện tích \text{ đah đoạn hằng}) \times L_2^2 + (diện tích \text{ đah không hằng}) \times S^2]$$

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

$$= 168.75 \times 10^{-5} \times [(0.135) \times 750^2 + (-0.1071) \times 2600^2] = -1093.6 \text{ N mm}$$

2. Xác định nội lực do hoạt tải :

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

***Tải trọng:** Tính theo tải trọng trục 145KN, tải trọng mỗi bánh xe trên trục giả thiết bằng nhau và cách nhau 1800mm, xe tải thiết kế được đặt theo phương ngang cầu để gây nội lực lớn nhất, vậy tim của bánh xe cách lề đường không nhỏ hơn 300mm khi thiết kế bản hằng và 600mm tính từ mép làn thiết kế, 3600mm khi thiết kế các bộ phận khác.

Chiều rộng của dải bản trong (mm) chịu tải trọng bánh xe của mặt cầu đổ tại chỗ là:

- Khi tính bản hằng: $1440 + 0.833X$
- Khi tính mômen dương: $660 + 0.55S$
- Khi tính mômen âm: $1200 + 0.25S$

(X là khoảng cách từ bánh xe đến tim gố)

2.2.1. Tính cho dải bản trong (Tức là dải bản nằm giữa 2 sườn dầm):

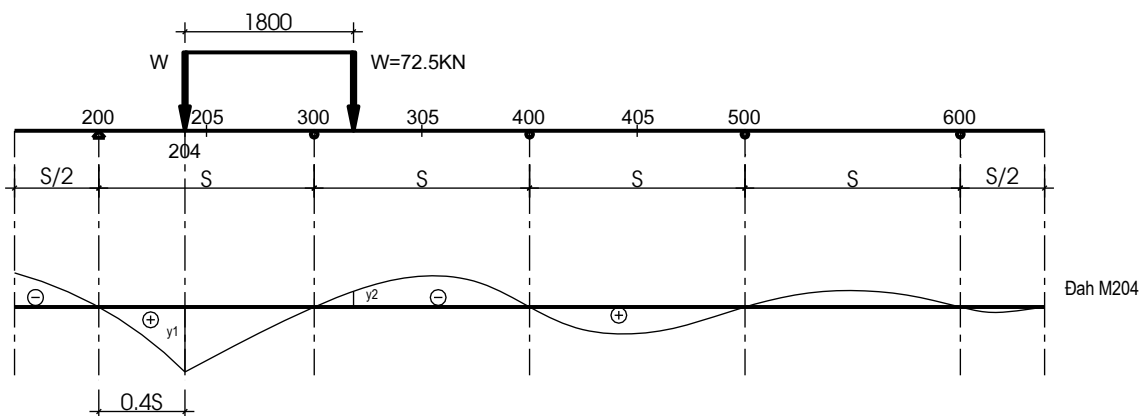
*** Mômen dương lớn nhất do hoạt tải bánh xe:**

+ Với các nhịp bằng nhau (S), mômen dương lớn nhất gần đúng tại vị trí 204 (0.4S của nhịp B-C):

$$S = 2600 \Rightarrow S_w^+ = 660 + 0.55S = 660 + 0.55 \times 2600 = 2090 \text{ mm}$$

- **Trường hợp 1:** Khi xếp 1 làn xe ($m = 1.2$):

- Sơ đồ:



- **Phản lực tại gố 200:**

$$R_{200} = m \cdot (y_1^v - y_2^v) \cdot (W / S_w^+), \text{ trong đó, } m \text{ là hệ số làn xe}$$

Khi 1 làn xe : $m = 1.2$

Khi 2 làn xe : $m = 1.0$

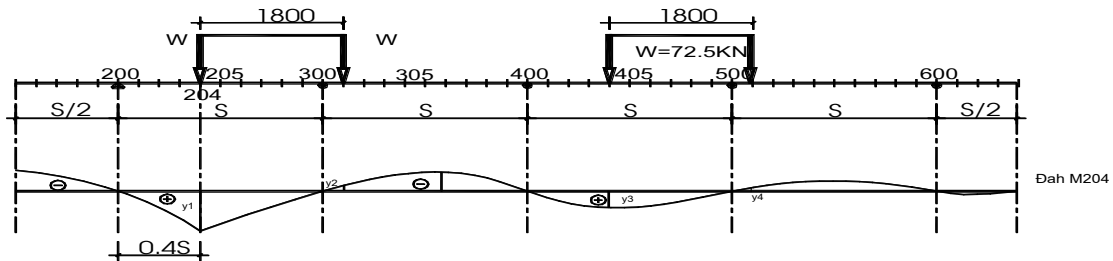
$$R_{200} = 1.2 \cdot (0.5100 - 0.0387) \cdot (72.5 \cdot 10^3 / 2090) = 19.62 \text{ N}$$

- Mômen tại vị trí 204:

$$\begin{aligned} M_{204} &= m * (y_1^M - y_2^M) * S * (W / S_W^+) \\ &= 1.2 * (0.2040 - 0.0155) * 2600 * (72.5 * 10^3 / 2090) \\ &= \mathbf{20401.29 \text{ Nmm} = 20.401 \text{ kN.mm}} \end{aligned}$$

- Trường hợp 2 : Khi xếp 2 lần xe ($m = 1$):

- Sơ đồ:



- Phản lực tại gối 200:

$$\begin{aligned} R_{200} &= m * (y_1^V - y_2^V + y_3^V - y_4^V) * (W / S_W^+) \\ &= 1 * (0.5100 - 0.0387 + 0.0682 - 0.018) * (72.5 * 10^3 / 2090) \\ &= \mathbf{18.09 \text{ KN}} \end{aligned}$$

- Mômen tại vị trí 204:

$$\begin{aligned} M_{204} &= m * (y_1^V - y_2^V + y_3^V - y_4^V) * S * (W / S_W^+) = \\ &= 1 * (0.2040 - 0.0155 + 0.0086 - 0.0012) * 2600 * (72.5 * 10^3 / 2090) \\ &= 17668.5 \text{ Nmm} = \mathbf{17.67 \text{ kNmm}} \end{aligned}$$

So sánh 2 trường hợp trên ta chọn $\text{Max}\{TH1; TH2\}$,

Chọn TH1: $R_{200} = 19.62 \text{ N}$, $M_{204} = 20.401 \text{ kNmm}$

*** Mômen âm lớn nhất tại gối trong do hoạt tải bánh xe:**

- Thường mômen âm lớn nhất đặt tại gối C (Điểm 300)

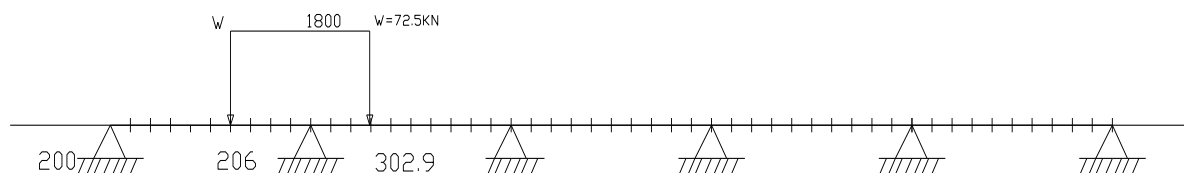
- Chiều rộng dải bản khi tính mômen âm là S_W^-

$$S_W^- = 1220 + 0.25S = 1220 + 0.25 * 2600 = 1870 \text{ mm}$$

- Trường hợp 1: Khi xếp 1 lần xe ($m = 1.2$):

Đường ảnh hưởng M300 có tung độ lớn nhất tại điểm 206

- Sơ đồ:



- Phản lực tại gối 200:

$R_{200} = m \cdot (y_1^v - y_2^v) \cdot (W / S_{W-})$, trong đó, m là hệ số làn xe

Khi 1 làn xe : $m = 1.2$

Khi 2 làn xe : $m = 1.0$

$$R_{200} = 1.2 \cdot (0.2971 - 0.0760) \cdot (72.5 \cdot 10^3 / 1870) = \mathbf{10.29 \text{ N}}$$

- Mômen tại vị trí 300:

$$M_{300} = m \cdot (-y_{1M} - y_{2M}) \cdot S \cdot (W / S_{W-})$$

$$= 1.2 \cdot (-0.1029 - 0.0761) \cdot 2600 \cdot (72.5 \cdot 10^3 / 1870) = \mathbf{-21652.3 \text{ Nmm}}$$

- Trường hợp 2: Khi xếp 2 làn xe ($m = 1$):

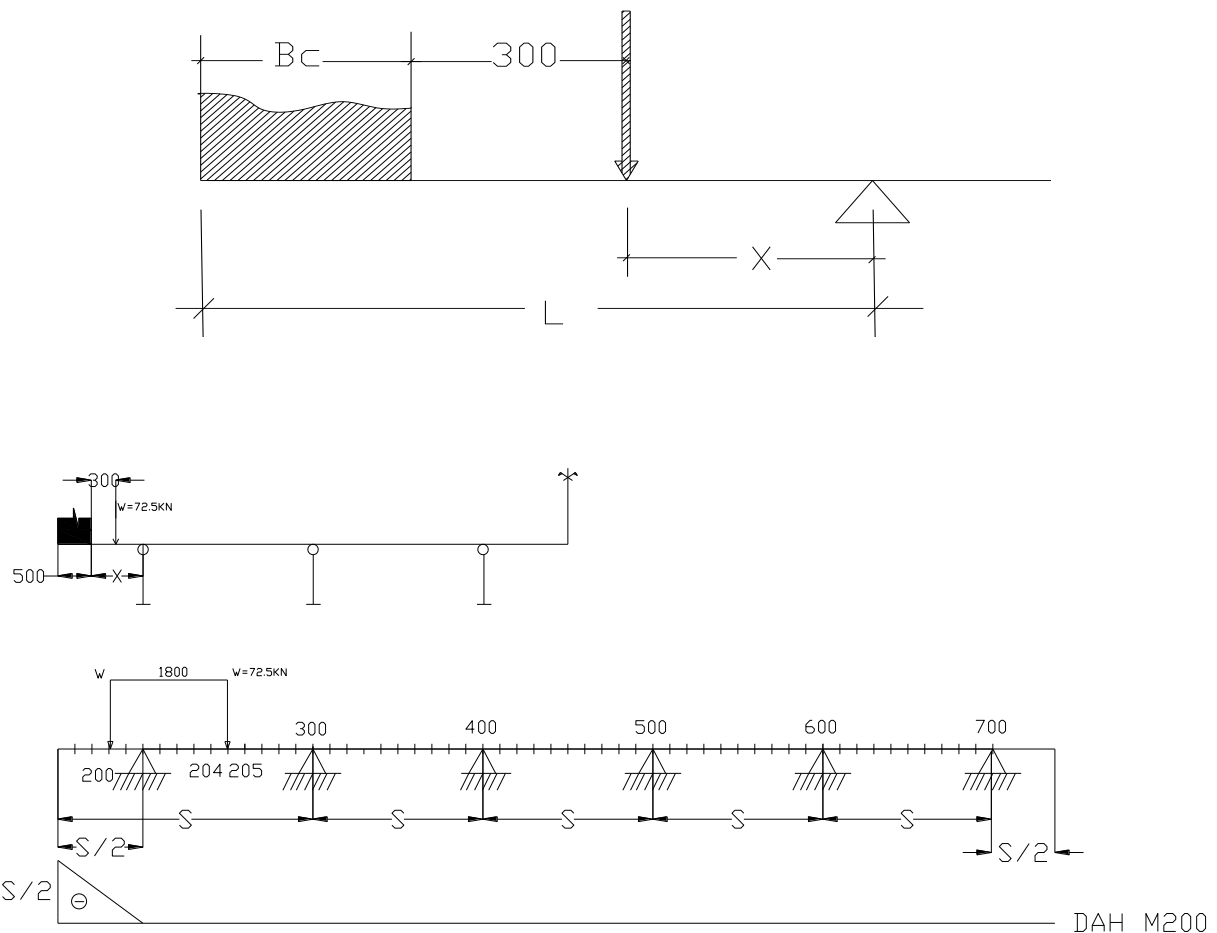
Theo lý thuyết trong sách “Cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô” của GS-TS Lê Đình Tâm rằng: Mômen do xe thứ 2 nhỏ hơn 20% ($m = 1$)

b. Tính cho bản hẫng (Bản mút thừa):

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

*** Mômen âm do hoạt tải trên bản hẫng:**

Sơ đồ:



$S_{w0} = 1140 + 0.833X$. Chỉ tính mômen âm của bản hằng nếu:

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

Thay số: $X = (1250 - 500 - 300) = 450 > 0$

$$\Rightarrow S_{w0} = 1140 + 0.833 \cdot 450 = 1514.85 \text{ mm}$$

do đó, phải tính mômen âm do hoạt tải:

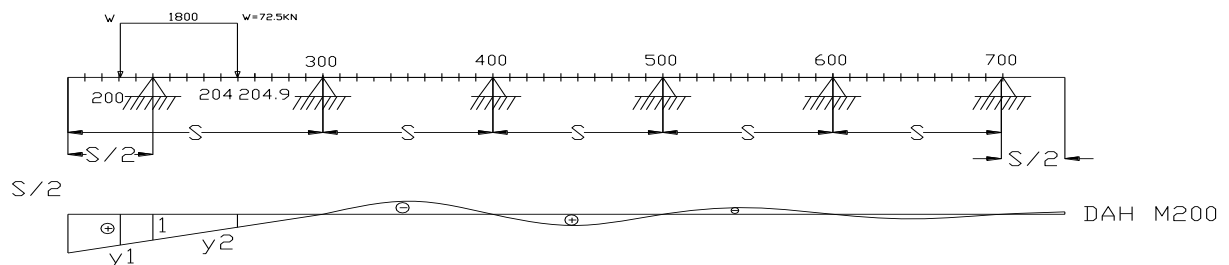
$$M_{200} = -m \cdot W \cdot (L - B_c - 300) / S_{w0} = -1.2 \cdot 72.5 \cdot 10^3 \cdot (1250 - 500 - 300) / 1514.85$$

$$M_{200} = -25844.14 \text{ Nmm} = -25.844 \text{ kNmm}$$

*** Mô men d-ong lớn nhất do hoạt tải :**

Tải trọng bánh xe ngoài đặt cách mép lan can 300 mm tính từ tim dầm chủ. chiều rộng làm việc của dải bản cũng lấy nh- bản hằng

- Sơ đồ:



$$R_{200} = m \cdot (y_{1v} + y_{2v}) \cdot (W / S_{w0})$$
$$= 1.2 \cdot (1.254 + 0.3995) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1514.85$$

$$R_{200} = 94.96 \text{ N}$$

3. Tổ hợp nội lực (do tĩnh tải và hoạt tải) của bản:

A. Mômen và lực cắt theo TTGH cường độ 1:

Tổ hợp tải trọng thẳng đứng có thể tính theo công thức.

$$\eta \sum \gamma_i Q_i = \eta [\gamma_p DC + \gamma_p DW + 1.75(LL + IM)]$$

Trong đó:

$$\eta = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95$$

$$\eta_D = 0.95 \text{ cốt thép được thiết kế đến chảy. [A1.2.3]}$$

$$\eta_R = 0.95 \text{ Bản liên tục. [A1.3.4]}$$

$$\eta_I = 1.05 \text{ cầu quan trọng [A1.3.5]}$$

$$\text{Do đó: } \eta = 0.95(0.95)(1.05) = 0.95.$$

Hệ số tải trọng cho tĩnh tải γ_p lấy trị số lớn nhất nếu hiệu ứng lực tăng thêm và trị số nhỏ nếu hiệu ứng lực nhỏ đi [Bảng.1.2]. Tĩnh tải DW là trọng lượng lớp phủ bê tông nhựa và DC là tất cả các tải trọng tĩnh khác.

$$M_u = 0.95 * (\gamma_{p1} * (M_{W0} + M_{Pb} + M_{ws}) + \gamma_{p2} * M_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * M_w)$$

$$Q_u = 0.95 * (\gamma_{p2} * (Q_{W0} + Q_{Pb} + Q_{ws}) + \gamma_{p2} * Q_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * Q_w)$$

Trong đó:

M_{W0} , Q_{W0} 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_{ws} , Q_{ws} là mômen và lực cắt do trọng lượng bản mặt cầu

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

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

γ_{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:

$$\begin{aligned} * Q_{200} &= 0.95 * (\gamma_{p2} * (Q_{W0} + Q_{Pb} + Q_{ws}) + \gamma_{p2} * Q_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * Q_w) \\ &= 0.95 * (1.25 * (10.96 + 8.8 + 4.9) + 1.5 * 2.31 + 1.75 * 1.25 * 94.96) \\ &= 229.558 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * M_{200} &= 0.95 * (\gamma_{p1} * (M_{W0} + M_{Pb}) + \gamma_{p2} * M_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * M_w) \\ &= 0.95 * (1.25 * (-5250 - 6342.6) + 1.5 * (-474.6) + 1.75 * 1.25 * (-25844.14)) \\ &= -68149.87 \text{ Nmm} = \mathbf{-68.149 \text{ KNm/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * M_{204} &= 0.95 * (\gamma_{p1} * (M_{ws} + M_{W0} + M_{Pb}) + \gamma_{p2} * M_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * M_w) + M_o \\ &= 0.95 * (1.25 * (2504.98) + 0.9 * (-2583 - 3120.5) + 1.5 * 647.15 + 1.75 * 1.25 * 20401) \\ &= 41416.18 \text{ Nmm} = \mathbf{41.416 \text{ KNmm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * M_{300} &= 0.95 * (\gamma_{p1} * (M_{ws} + M_{W0} + M_{Pb}) + \gamma_{p2} * M_{Wdw} + 1.75 * (1 + IM) * M_w) \\ &= 0.95 * (1.25 * (-3475.18) + 0.9 * (1417.5 + 1712.5) + 1.5 * (-1093.6) + 1.75 * 1.25 * (-21652)) \\ &= -48004.56 \text{ Nmm} = \mathbf{-48.005 \text{ KNmm}} \end{aligned}$$

B .Theo TTGHSD1:

$$M_u = M_{ws} + M_{W0} + M_{Pb} + M_{Wdw} + M_w(IM)$$

$$M_{200} = -5250 - 6342.6 - 474.6 - 1.25 * 25844.14 = \mathbf{-44372.4 \text{ Nmm}}$$

$$M_{204} = 2504.98 - 2583 - 3120.5 + 647.15 + 1.25 * 20401 = \mathbf{22949.88 \text{ Nmm}}$$

$$M_{300} = -3475.18 + 1417.5 + 1712.5 - 1093.6 - 1.25 * 21652 = \mathbf{-28503.78 \text{ N mm}}$$

Bảng tổng hợp nội lực

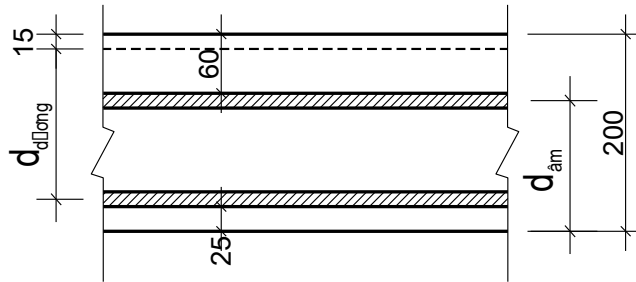
Tiết diện	TTGH CĐ1	TTGH SD1
	M(KN.mm)	M(KN.mm)
200	-68.149	-44.37
204	41.416	22.95
300	- 48.005	-28.50

II. Tính toán kiểm tra bố trí hàm lượng cốt thép :

* Nội lực đưa về tính cho 1mm:

- Cường độ vật liệu: - Bê tông: $f'_c = 30\text{Mpa}$
- Cốt thép: $f_y = 400\text{Mpa}$
- Dùng cốt thép phủ epôxy 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 cao có hiệu lực của bản mặt cầu

- Lớp bảo vệ (Theo Bảng 5.12.3-1):
 - + Mặt cầu bê tông trần chịu hao mòn: 60mm
 - + Bản đáy đúc tại chỗ: 25mm

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

Giả thiết dùng N⁰15: $d_b = 16\text{mm}$, $A_b = 200\text{mm}^2$

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

$$- d_{\text{âm}} = 200 - 60 - 16/2 = 132\text{mm}$$

bê tông có $f'_c = 30\text{ MPa}$, cốt thép có $f_y = 400\text{ MPa}$.

1. Tính cốt thép chịu mô men d- ơng:

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

$$M_u = 41416.18\text{ Nmm}$$

$$A_s = \frac{41416.18}{330 * 152} = 0.82\text{ mm}^2$$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \leq 0.35d \quad \text{với } b=1\text{mm}$$

$$a = \frac{0.82 * 400}{0.85 * 30} = 12.86 \leq 0.35d = 52.5 \quad \text{Đạt yêu cầu.}$$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu :

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

$$\rho = \frac{0.82}{1 \cdot 152} = 5.39 \times 10^{-3} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y} = 2.25 \times 10^{-3} \text{ .Đạt yêu cầu.}$$

2. Tính cốt thép chịu mô men âm :

$$M_u = 48004.56 \text{ Nmm}; d = 132 \text{ mm}$$

Thử chọn:
$$A'_s = \frac{M_u}{330d} = \frac{48004.56}{330 \cdot 132} = 1.1 \text{ mm}^2$$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa :

$$a = \frac{A'_s f_y}{0.85 f'_c b} \leq 0.35d \text{ với } b=1\text{mm}$$

$$a = \frac{1.1 \cdot 400}{0.85 \cdot 30} = 17.25 \leq 0.35d = 46.2 \text{ .Đạt yêu cầu.}$$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu :

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

$$\rho = \frac{1.1}{1 \cdot 132} = 8.33 \times 10^{-3} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y} = 2.25 \times 10^{-3} \text{ .Đạt yêu cầu.}$$

3. Kiểm tra cường độ theo mô men :

a. Theo mô men dương:

$$M_n = \Phi A_s \cdot f_y (d - a/2) = 0.9 \times 0.82 \times 400 \times (152 - 12.86/2) = 42972.26 \text{ Nmm}$$

(Với $\Phi = 0.9$)

$$M_n > M_u \text{ . Đạt yêu cầu.}$$

b. Theo mô men âm :

$$M_n = \Phi A'_s \cdot f_y (d - a/2) = 0.9 \times 400 \times 1.1 \times (132 - 17.25/2) = 48856.5 \text{ Nmm}$$

$$M_n > M_u \text{ . Đạt yêu cầu.}$$

4. Kiểm tra chống nứt :

$$+ \text{ ứng suất kéo } f_s \leq f_{sa} = Z/(d_c \cdot A)^{1/3} \leq 0.6 f_y = 240 \text{ MPa}$$

Trong đó

$$+ Z: \text{thông số bảo vệ nứt} = 23000 \text{ N/mm}$$

$$+ d_c \text{ khoảng cách từ thớ chịu kéo xa nhất đến trục trung tâm } \leq 50 \text{ mm}$$

$$+ A : \text{Diện tích có hiệu của bê tông chịu kéo có trọng tâm trùng trọng tâm cốt thép}$$

$$+ \text{Để tính ứng suất kéo } f_s \text{ trong cốt thép ta dùng mômen trong trạng thái GHSD là}$$

$$M \text{ với } \eta = 1$$

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

$$M_{204} = (2504.98 - 3120.5 - 2583) + 647.15 + 1.25 \cdot 20401 = 24581.96 \text{ Nmm}$$

$$\text{-Các hệ số } \gamma_1 \gamma_2 = 1)$$

-Mô đun đàn hồi của bê tông:

$$E_c = 0.043 \gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$

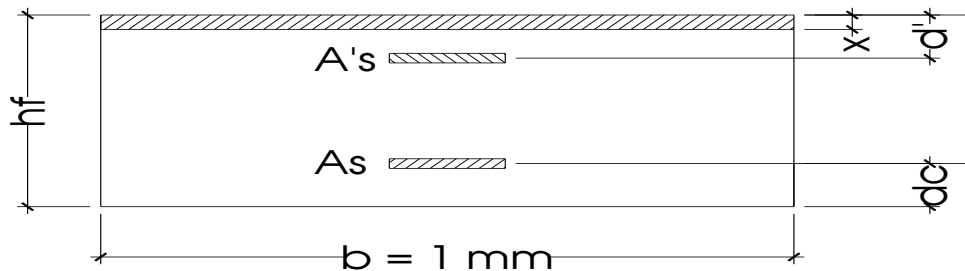
$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \Rightarrow E_c = 27691.46 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200\,000 \text{ MPa}$$

$$n = E_s / E_c = 7.2 \text{ lấy } n = 7.$$

a Theo mômen d- ơng :



Ta giả thiết $x \leq d'$, $d_c = 45 \text{ mm}$, $d' = 45 \text{ mm}$, $d = 152 \text{ mm}$, $h_f = 185$

Ta có :

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

$$0,5 bx^2 = 7 * 1.1(45 - x) + 7 * 0.82(152 - x)$$

$$0,5 x^2 = 346.5 - 7.7x + 872.48 - 5.74x$$

Giải ph- ơng trình ta có : $x = 38 < d' = 45$

Ta có : Mô men quán tính của tiết diện nứt :

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

$$I_{CT} = 38^3/3 + 7 * 1.1(45 - 38)^2 + 7 * 0.82(152 - 38)^2$$

$$I_{CT} = 93265 \text{ mm}^4$$

Vậy ta có :

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I} \cdot y = 7x \frac{24581.96}{93265} x(152-38) = 210.33 \text{ MPa}$$

Kết luận: $f_s < f_{sa} = 0.6 f_y = 240 \text{ MPa}$ đạt

b Theo mômen âm :

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

$$0,5 bx^2 = 7 * 0.82(45 - x) + 7 * 1.1(132 - x)$$

$$0,5 x^2 = 258.3 - 5.74x + 1016.4 - 7.7x$$

Giải ph- ơng trình ta có : $x = 38 < d' = 45$

$$I_{CT} = 38^3/3 + 7 * 0.82(45 - 38)^2 + 7 * 1.1(132 - 38)^2$$

$$I_{CT} = 86609.12 \text{ mm}^4$$

Vậy ta có :

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I} \cdot y = 7x \frac{28503.78}{86609.12} x(132-38) = 216.55 \text{ MPa}$$

Kết luận: $f_s < f_{sa} = 0.6 f_y = 240 \text{ MPa}$ đạt

5. Tính cốt thép bản_bố trí :

+ cốt thép chịu mômen d- ơng : $A_s = 0.82mm^2/mm = 820mm^2/m = 8.2cm^2/m$

Chọn 5 ϕ 16 với $A_s = 10.05 (cm^2)$ bố trí khoảng cách là $a = 200 mm$

+ cốt thép chịu mômen âm : $A_s = 1.1mm^2/mm = 1100mm^2/m = 11cm^2/m$

Chọn 6 ϕ 16 với $A_s = 12.07cm^2$.bố trí với khoảng cách nh- sau :

