

THUYẾT MINH ĐỒ ÁN BÊ TÔNG CỐT THÉP SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI CƠ BẢN LOẠI DẦM

Họ và tên: Đặng Đình Việt Anh

Thứ tự đồ: 1

Lớp quản lý: 64 XD6

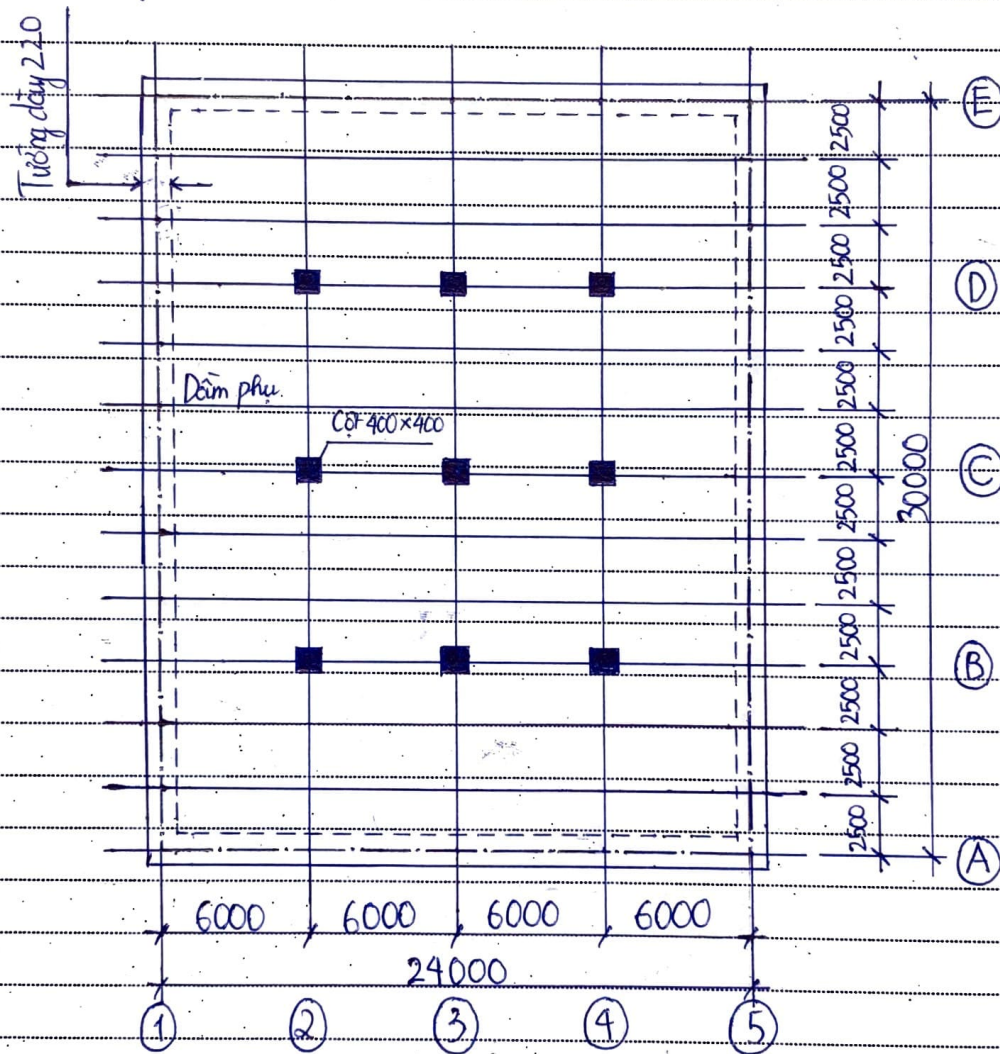
Mã số sinh viên: 3064

Giáo viên hướng dẫn: TS. Trần Việt Tâm

Ngày ra đồ: 12/08/2021

I. Số liệu cho trước

1. Sơ đồ kết cấu sàn.



(Đơn vị: mm)

2. Các kích thước đầu vào

- Kích thước tính từ giữa trục dầm và trục tường: $L_1 = 2,5 \text{ m}$

$L_2 = 6 \text{ m}$

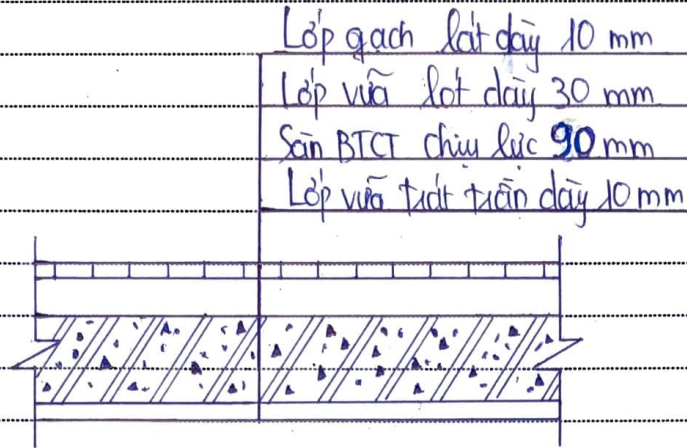
- Trục chịu lực có chiều dày:

$b_t = 220 \text{ mm}$

- Tiết diện cột bê tông cốt thép: + Cột giữa: $b_c \times h_c = 400 \times 400 \text{ mm}$

3. Tải trọng tác dụng lên sàn:

- Tải trọng: Bao gồm 4 lớp vật liệu cấu tạo sàn như hình vẽ:



CẤU TẠO SÀN

4. Vật liệu sử dụng

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20
- Cốt thép của cốt đai dầm dùng thép nhôm: CB-240T
- Cốt thép dọc của dầm dùng thép nhôm: CB-300V
- Cốt thép của bản sàn dùng thép nhôm: CB-240T

II TÍNH BÀN

1. Nhận xét:

- Sàn có dầm theo 2 phương. Dầm tại các trục 2, 3, 4 là dầm chính. Các dầm phụ vuông góc với dầm chính là dầm phụ.
- Kích thước ô bản: $L_1 = 2,5 \text{ m} \Rightarrow L_2 > 2L_1$, nên ta tính toán như bản lam viét 1 phương.
 $L_2 = 6 \text{ m}$

2. Chọn sơ bộ kích thước cấu kiện.

2.1 Chọn chiều dày bản sàn:

$$h_b = \frac{D \times L_1}{m} = \frac{1,1 \times 2500}{30 \sim 35} = 79 \sim 92 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn chiều dày bản: } h_b = 90 \text{ mm}$$

Trong đó: D là hệ số phụ thuộc vào tải trọng, m là hệ số phụ thuộc vào điều kiện liên kết của ô bản.

2.2 Chọn tiết diện dầm phụ:

$$h_{dp} = \frac{l \times L_2}{m_{dp}} = \frac{1 \times 6000}{12 \sim 16} = 375 \sim 500 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn tiết diện dầm phụ: } h_{dp} = 500 \text{ mm} \\ b_{dp} = 200 \text{ mm}$$

2.3 Chọn tiết diện dầm chính: $h_{dc} = 700 \text{ mm}$
 $b_{dc} = 300 \text{ mm}$

3. Sơ đồ bản tính toán

- Bản làm việc 1 phương, lấy dầm bản rộng $b = 1 \text{ m}$ vuông góc với dầm phụ làm trục diện để tính toán. Xem dầm bản như dầm liên tục.

- Nhịp tính toán của bản:

$$+ \text{Nhịp biên: } L_{ob} = L_1 - \frac{b_p}{2} - \frac{b_t}{2} + C_b = 2,5 - 0,5 \times 0,2 - 0,5 \times 0,22 + 0,5 \times 0,90 = 2,335 \text{ (m)}$$

$$+ \text{Nhịp giữa: } L_o = L_1 - b_p = 2,5 - 0,2 = 2,3 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \text{Chênh lệch giữa các nhịp: } \frac{L_{ob} - L_o}{L_{ob}} \times 100\% = \frac{2,335 - 2,3}{2,335} \times 100\% = 1,5\% < 10\%$$

4. Tải trọng tính toán

4.1 Tính tải tĩnh toán

STT	Các lớp cấu tạo bản	Chiều dày (mm)	γ (kN/m^3)	n	Tải trọng tĩnh toán (kN/m^2)
1	- Lớp gạch lát	10	20	1,1	0,22
2	- Lớp vữa lót	30	18	1,3	0,702
3	- Bản BTCT	90	25	1,1	2,475
4	- Lớp vữa trải trên	10	18	1,3	0,234
	Tổng cộng				3,631

$$\Rightarrow \text{Lấy } q_b = 3,631 \text{ kN/m}^2$$

4.2 Hoạt tải tính toán

- Hoạt tải tiêu chuẩn lấy theo số liệu đầu vào là: $6,6 \text{ kN/m}^2$

$$\Rightarrow \text{Hoạt tải tính toán: } p_b = n \times p^{tc} = 1,2 \times 6,6 = 7,92 \text{ kN/m}^2$$

Vậy tải trọng toàn phần (gồm tĩnh tải và hoạt tải) tác dụng lên dầm bản rộng 1 m là:

$$q_b = 1 \times (q_b + p_b) = 3,631 + 7,92 = 11,551 \text{ (kN/m)}$$

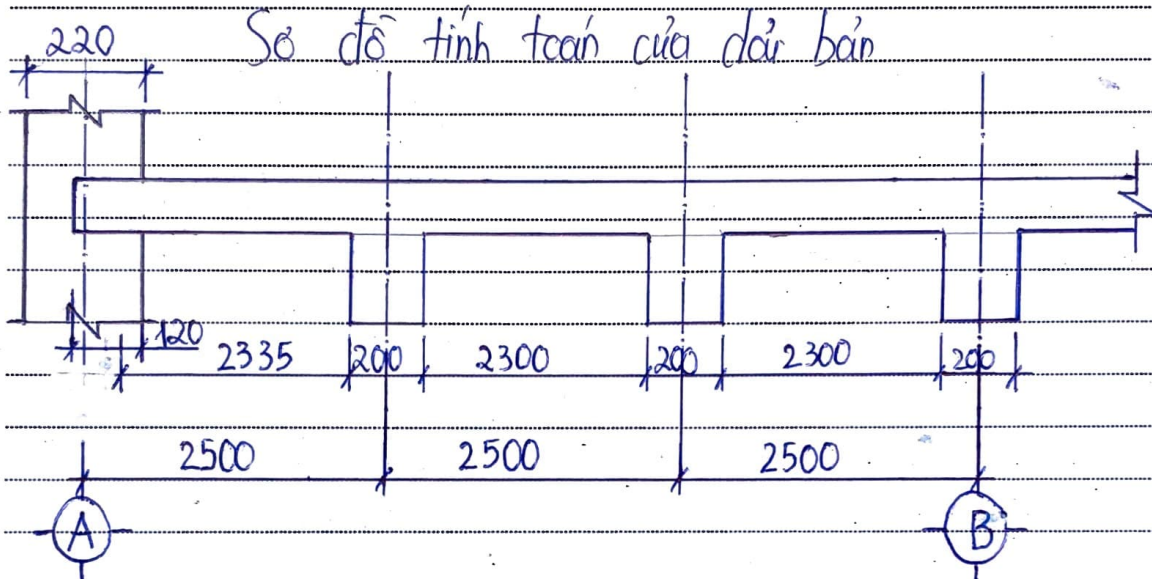
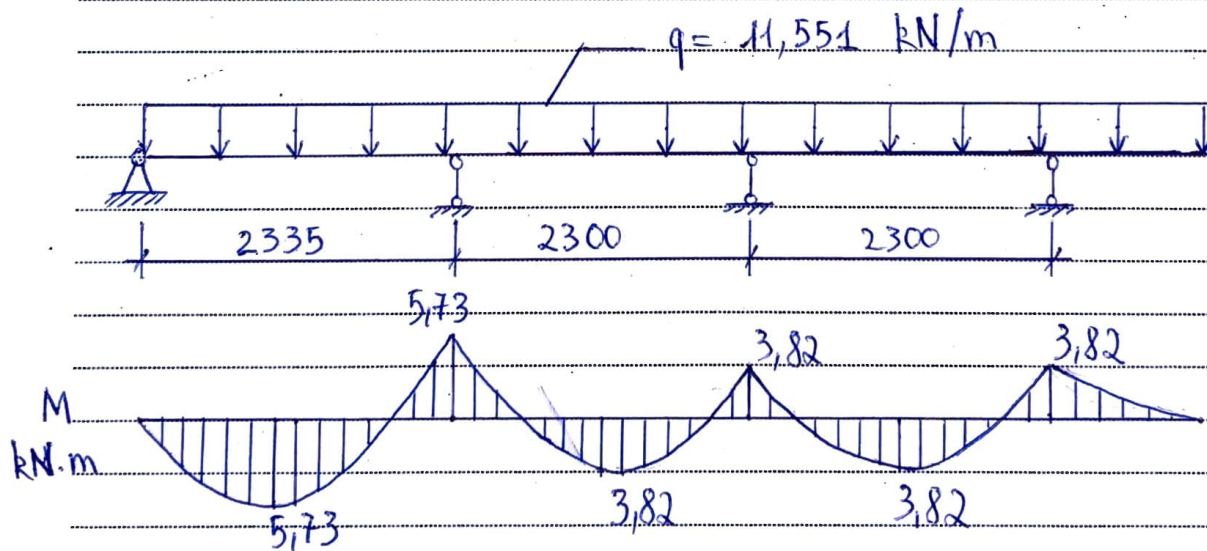
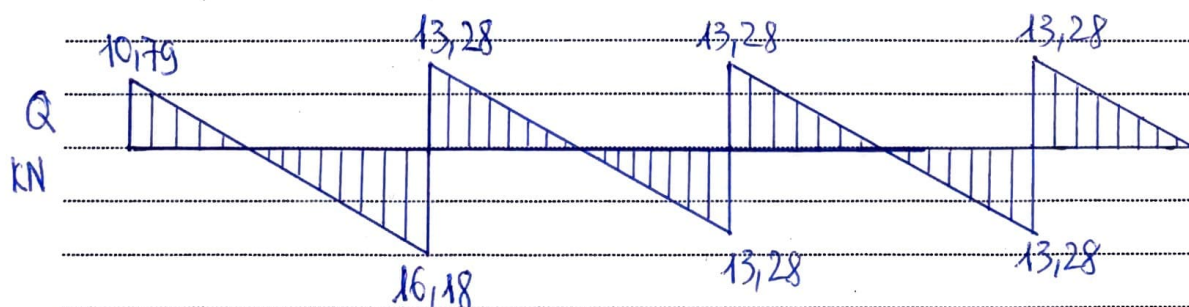
5. Sơ đồ tính toán và nội lực bản

* Nhận xét: Bản được tính toán theo sơ đồ dầm. Do chênh lệch chiều dài các nhịp của bản $< 10\%$ nên có thể sử dụng sơ đồ nội lực lập sẵn với các giá trị nội lực được xác định như sau:

- Mômen uốn tại nhịp biên và gối thứ 2:

$$M_1 = \pm \left(\frac{q_b \cdot L_0^2}{11} \right) = \pm \frac{11,551 \times 2,335^2}{11} = 5,73 \text{ (kNm)}$$

$$M_2 = \pm \left(\frac{q_b \cdot L_0^2}{16} \right) = \pm \frac{11,551 \times 2,3^2}{16} = 3,82 \text{ (kNm)}$$



6. Tính cốt thép bản

* Vật liệu sử dụng

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20 có $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 0,75 \text{ Mpa}$
- Cốt thép nhóm CB-240T có $R_s = 210 \text{ Mpa}$
- Tính nội lực theo sơ đồ dầm, hệ số hạn chế văng nên $\alpha_f = 0,255$
- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{\min} = 0,1\%$
- Chọn $a = 15 \text{ mm}$

⇒ Tính được chiều cao làm việc của tiết diện bản:

$$h_0 = h_b - a = 90 - 15 = 75 \text{ mm}$$

6.1 Tính cốt thép tại gối biên và nhịp biên

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{5,73 \times 10^6}{11,5 \times 100 \times (75)^2} = 0,089 < 0,255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,954$$

⇒ Diện tích cốt thép cần thiết: $A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{5,73 \times 10^6}{210 \times 0,954 \times 75} = 381,35 \text{ mm}^2$

- Hàm lượng cốt thép: $\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{381,35 \times 100\%}{1000 \times 75} = 0,51\% > 0,1\% = \mu_{\min}$

⇒ Chọn thép $\phi 8 \text{ a } 130$ có $A_s = 386,7 \text{ mm}^2$

6.2 Tính cốt thép tại gối giữa và nhịp giữa

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{3,82 \times 10^6}{11,5 \times 1000 \times 75^2} = 0,06 < 0,255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,97$$

⇒ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{3,82 \times 10^6}{210 \times 0,97 \times 75} = 250 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{250 \times 100\%}{1000 \times 75} = 0,33\% > 0,1\% = \mu_{\min}$$

⇒ Chọn thép $\phi 6 \text{ a } 110$ có $A_s = 257,0 \text{ mm}^2$

* Kiểm tra lại chiều cao làm việc của tiết diện bản:

$$h_{\text{et}} = 80 - 10 - 0,5 \times 6 = 67 \text{ mm}$$

$$h_{\text{et}} = h_b - c - \frac{\phi_{\max}}{2}$$

$$= 90 - 10 - 0,5 \times 8 = 76 > h_0 = 75 \text{ (mm)} \text{ (thỏa mãn)}$$

6.3 Bô' tư' cột thép chịu momen

a. Thép dọc chịu momen âm

- Độ vươn của thép chịu momen âm tính từ mép dầm phụ:

$$L_v = \nu \cdot l_0 = 0,25 \times 2,3 \times 1000 = 575 \text{ mm},$$

Chọn $L_v = 580 \text{ mm}$

6.4 Cột thép cấu tạo

a. Cột thép chịu momen âm đặt theo phương vuông góc với dầm chính:

$A_{set} \geq 50\%$ diện tích cột thép chịu momen âm ở vùng giữa dầm phụ:

$$\geq 0,5 \times 250 = 125 \text{ mm}^2$$

Đồng thời không ít hơn 5 thanh $\phi 6$ trên 1m dài

Vậy ta chọn $\phi 6a160$ có diện tích cột thép trên 1m dài là:

$$A_{set} = 176,7 \text{ mm}^2$$

+ Chiều dài cột thép vươn ra khỏi mép dầm chính một đoạn là:

$$L_v = \frac{1}{4} \times l_0 = \frac{1}{4} \times 2,3 \times 1000 = 575 \text{ mm}, \text{ Chọn } L_v = 580 \text{ mm}$$

b. Cột thép cấu tạo được bố' tư' vuông góc với cột thép chịu momen dương

+ Ta có: $L_1 = 2,5 \text{ m} \Rightarrow 2L_1 \leq L_2 \leq 3 \cdot L_1$

$$L_2 = 6 \text{ m}$$

$\Rightarrow A_{set} \geq 30\%$ diện tích cột thép tính toán tại góc nhíp bên.

$$\geq 0,3 \times 381,35 = 114,405 \text{ mm}^2$$

+ Khoảng cách giữa các thanh cột thép cấu tạo thỏa mãn điều kiện: $200 \text{ mm} \leq s \leq 250 \text{ mm}$

Vậy ta chọn: $\phi 6a250$ có diện tích cột thép trên 1m dài là:

$$A_{set} = 113 \text{ mm}^2$$

c. Cột thép cấu tạo được bố' tư' vuông góc với mép tường tại nhíp biên

- Tại vị' trí' sàn liên kết với tường vẫn tồn tại một momen âm có giá trị nhỏ, không được kể' đến trong tính toán, do đó cần bố' tư' thép cấu tạo $\phi 6a200$ để chịu momen này.

- Độ vươn của thép cấu tạo vượt khỏi mép tường là:

$$L_v = \frac{1}{6} \times l_{0b} = \frac{1}{6} \times 2,335 \times 1000 = 389,16 \text{ mm}$$

$$\text{Chọn } L_v = 390 \text{ mm}$$

7. Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông

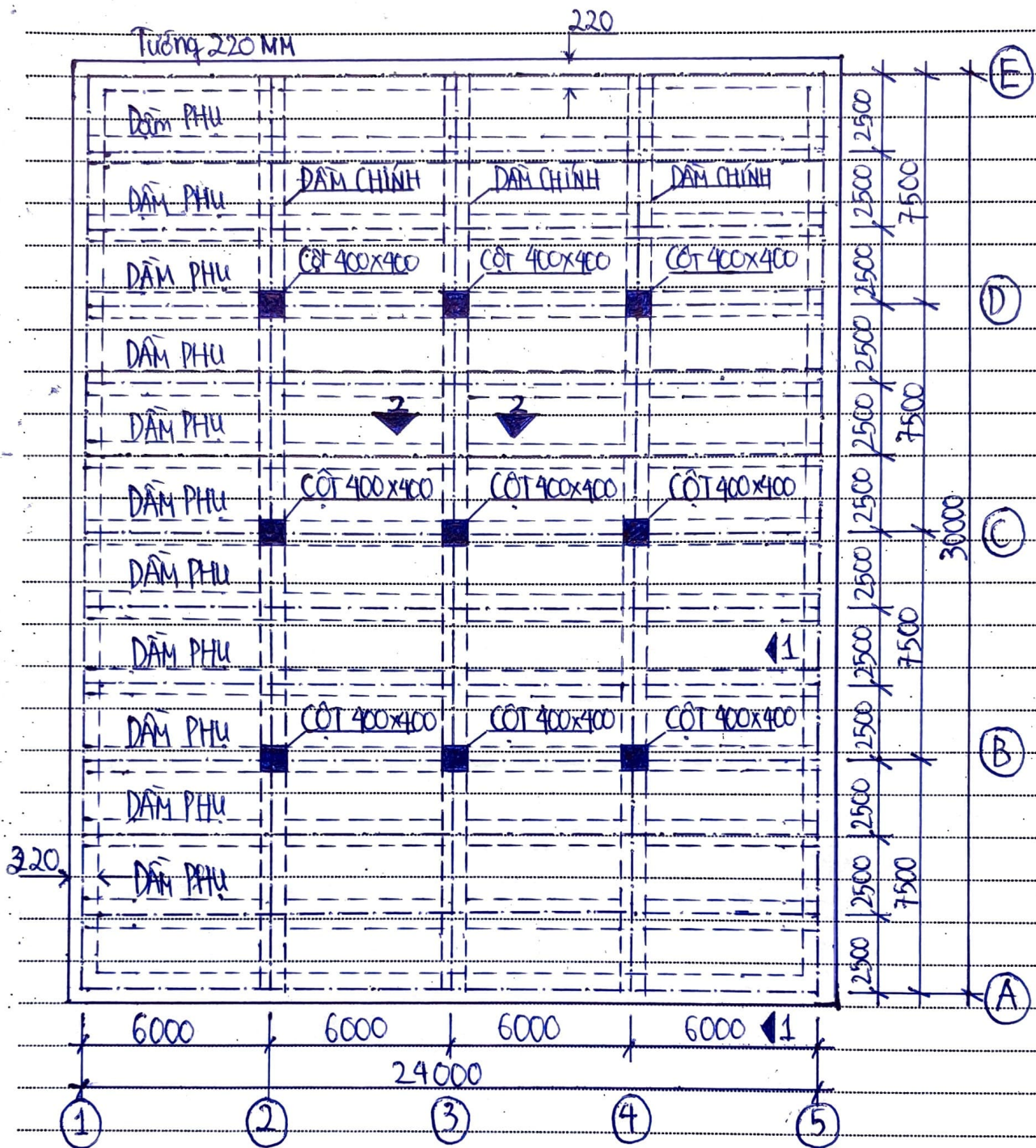
- Ta có: $Q_{max} = 0,6 \times q_b \times l_{0b} = 0,6 \times 11,551 \times 2,335 = 16,18 \text{ (KN)}$

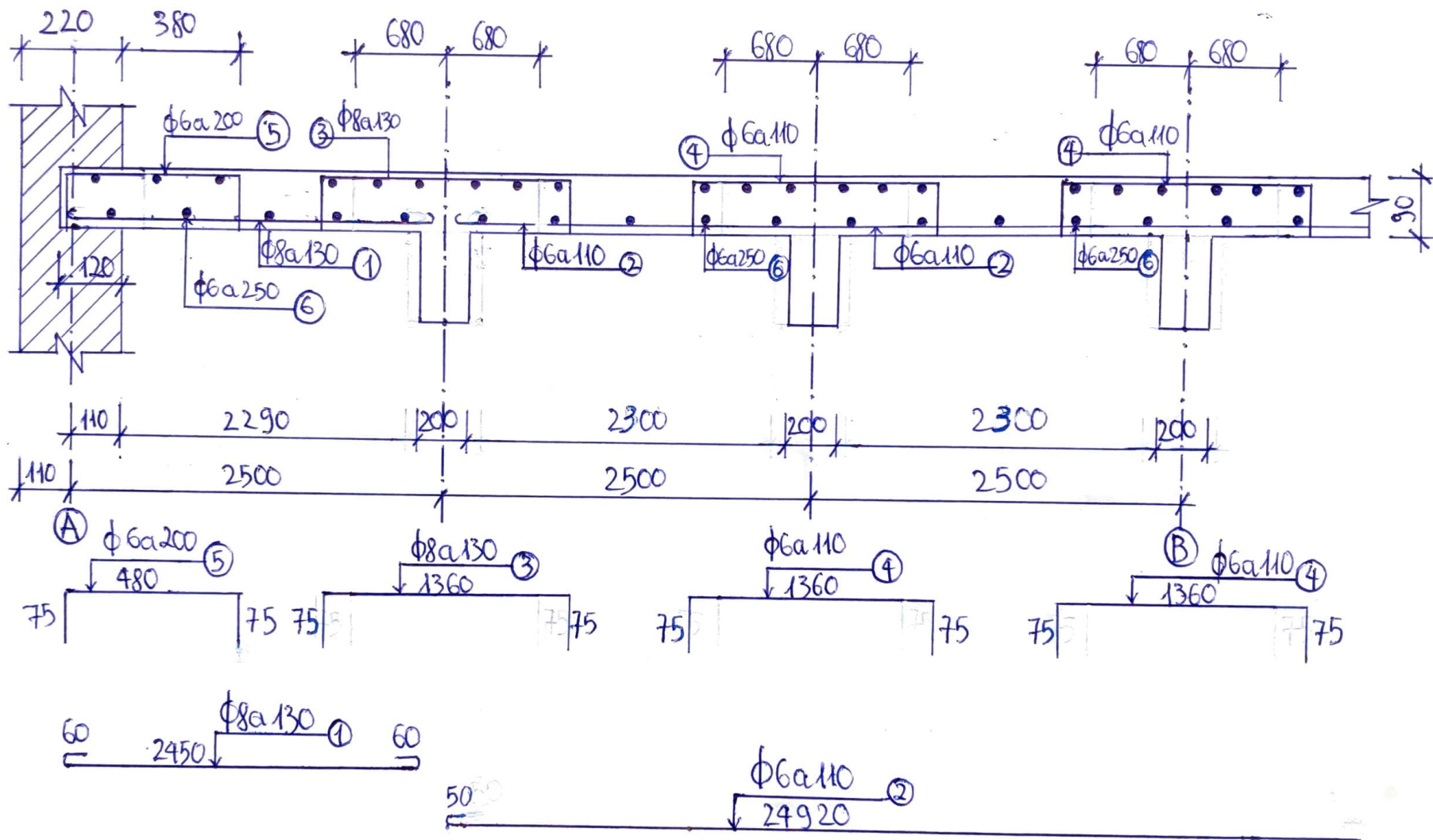
$$Q_{bmin} = 0,5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0,5 \times 0,9 \times 1000 \times 75$$

$$= 33750 \text{ N} = 33,75 \text{ (KN)} > Q_{max}$$

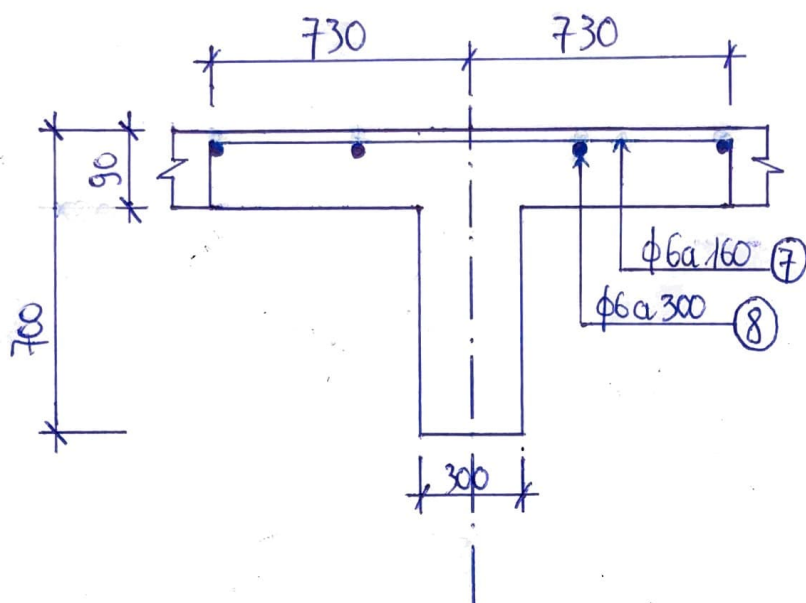
$\Rightarrow$ Bê tông đủ khả năng chịu lực cắt, không cần bố' tư' cốt đai tương bản.

MẶT BẰNG KẾT CẤU SÀN (TL: 1/150)





KHAI TRIỂN THÉP MẶT CẮT SÀN 1-1 (TL: 1/25)



MẶT CẮT SÀN 2-2 (TL: 1/25)

III. TÍNH DẦM PHỤ

1. Số độ tĩnh

- Dầm phụ là dầm liên tục 4 nhịp đối xứng. Xét 1 nửa bên trái dầm.
- Tiết diện dầm phụ: $b \times h = 200 \times 500 \text{ mm}$
- Dầm gối lên tường 1 tầng. $S_d = 220 \text{ mm}$
- Nội lực dầm phụ được tính theo số độ dẻo.
- Tải có: $C_d = \min\left(\frac{S_d}{2}; \frac{L_2}{40}\right) = \min\left(\frac{220}{2}; \frac{6000}{40}\right) = 110 \text{ mm}$

- Nhịp tính toán của dầm phụ

$$+ \text{Nhịp bên: } L_{pb} = L_2 - \frac{b_{dc}}{2} - \frac{b_t}{2} + C_d$$

$$= 6 - 0,5 \times 0,3 - 0,5 \times 0,22 + 0,11 = 5,85 \text{ (m)}$$

$$+ \text{Nhịp giữa: } L_p = L_2 - b_{dc} = 6 - 0,3 = 5,7 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \text{Chênh lệch giữa các nhịp: } \frac{5,85 - 5,7}{5,85} \times 100\% = 2,56\% < 10\%$$

2. Tải trọng tính toán

2.1. Tính tải tĩnh toán

- Trọng lượng bản thân dầm (không kể phần bản):

$$g_{ob} = b_{dp} \cdot (h_{dp} - h_b) \cdot \gamma \cdot n$$

$$= 0,2 \times (0,5 - 0,09) \times 25 \times 1,1 = 2,255 \text{ kN/m}$$

- Tải trọng tuyến từ bản:

$$g_b \cdot L_1 = 3,631 \times 2,5 = 9,0775 \text{ kN/m}$$

$\Rightarrow$ Tải trọng toàn phần tác dụng lên dầm phụ:

$$g_p = g_{ob} + g_b \cdot L_1 = 2,255 + 9,0775 = 11,3325 \text{ kN/m}$$

2.2. Tải trọng động:

- Tải trọng tuyến từ bản:

$$p_p = p_b \cdot L_1 = 7,92 \times 2,5 = 19,8 \text{ kN/m}$$

Vậy tải trọng toàn phần (gồm tải tĩnh và tải động) tác dụng lên dầm phụ là: $q_p = g_p + p_p = 11,3325 + 19,8 = 31,1325 \text{ kN/m}$

$$\text{Tỷ số: } \frac{p_p}{g_p} = \frac{19,8}{11,325} = 1,7472$$

3. Sơ đồ tính toán và nội lực dầm phụ

3.1. Biểu đồ bao Mô-men

- Tung độ hình bao mô-men nhánh dương:

+ Tại nhịp biên:

$$M^+ = \beta_1 \cdot q_b \cdot L_{pb}^2 = \beta_1 \times 31,1325 \times (5,85)^2 = \beta_1 \times 1065,43 \text{ kNm}$$

+ Tại nhịp giữa:

$$M^+ = \beta_1 \cdot q_b \cdot L_p^2 = \beta_1 \times 31,1325 \times (5,7)^2 = \beta_1 \times 1011,49 \text{ kNm}$$

- Tung độ hình bao mô-men nhánh âm:

+ Tại nhịp biên:

$$M^- = \beta_2 \cdot q_b \cdot L_{pb}^2 = \beta_2 \times 31,1325 \times (5,85)^2 = \beta_2 \times 1065,43 \text{ kNm}$$

+ Tại nhịp giữa:

$$M^- = \beta_2 \cdot q_b \cdot L_p^2 = \beta_2 \times 31,1325 \times (5,7)^2 = \beta_2 \times 1011,49 \text{ kNm}$$

Bảng tính mô-men dầm phụ:

Tiết diện	Giá trị β		Tung độ mô-men (kNm)	
	β_1	β_2	M+	M-
Nhịp biên				
Gối 1	0,0000		0,00	
1	0,0650		69,25	
2	0,0900		95,89	
0,425L	0,0910		96,95	
3	0,0750		79,91	
4	0,0200		21,31	
Gối 2 - td5		-0,0715		-76,19
Nhịp 2				
6	0,0180	-0,0280	18,21	-28,32
7	0,0580	-0,0060	58,67	-6,07
0,5L	0,0625		63,22	
8	0,0580	-0,0030	58,67	-3,03
9	0,0180	-0,0219	18,21	-22,15
Gối 3 - td10		-0,0625		-63,22

+ Tiết diện có mô-men âm bằng 0 tại nhịp biên cách bên trái gối thứ 2 một đoạn: $x_1 = K \cdot L_{pb} = 0,2389 \times 5,85 \times 1000 = 1397,565 \text{ (mm)}$
(Nơi suy K ta được $K = 0,2389$)

+ Tiết diện có mô-men dương bằng 0 tại nhịp biên cách gối thứ 2 một đoạn: $x_2 = 0,15 L_{pb} = 0,15 \times 5,85 \times 1000 = 877,5 \text{ (mm)}$

+ Tiết diện có mô-men dương bằng 0 tại nhịp 2 và nhịp giữa
cách gối tựa một đoạn:

$$x_3 = 0,15 \cdot L_p = 0,15 \times 5,7 \times 1000 = 855 \text{ (mm)}$$

3.2. Bước đồ họa lực cắt

- Lực cắt tại gối 1:

$$Q_1 = 0,4 \cdot q_p \cdot L_{pb} = 0,4 \times 31,1325 \times 5,85 = 72,85 \text{ (kN)}$$

- Lực cắt tại gối 2 - bên trái:

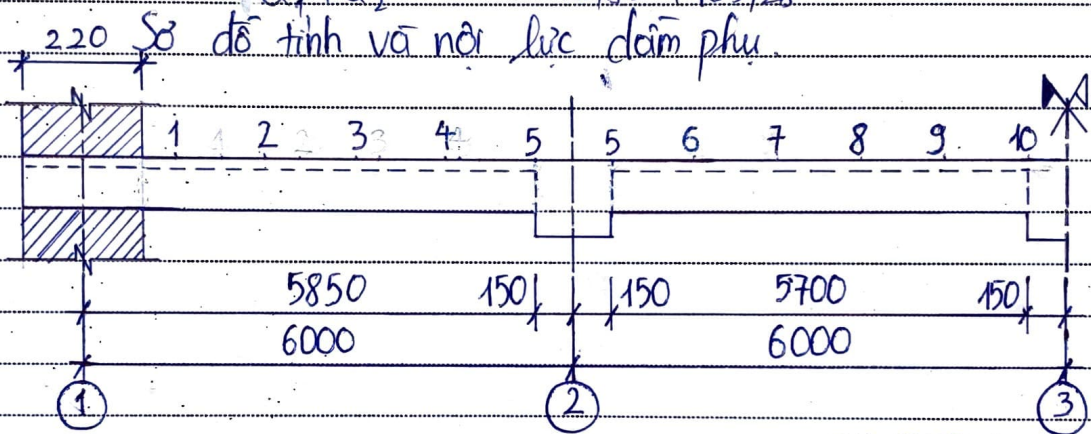
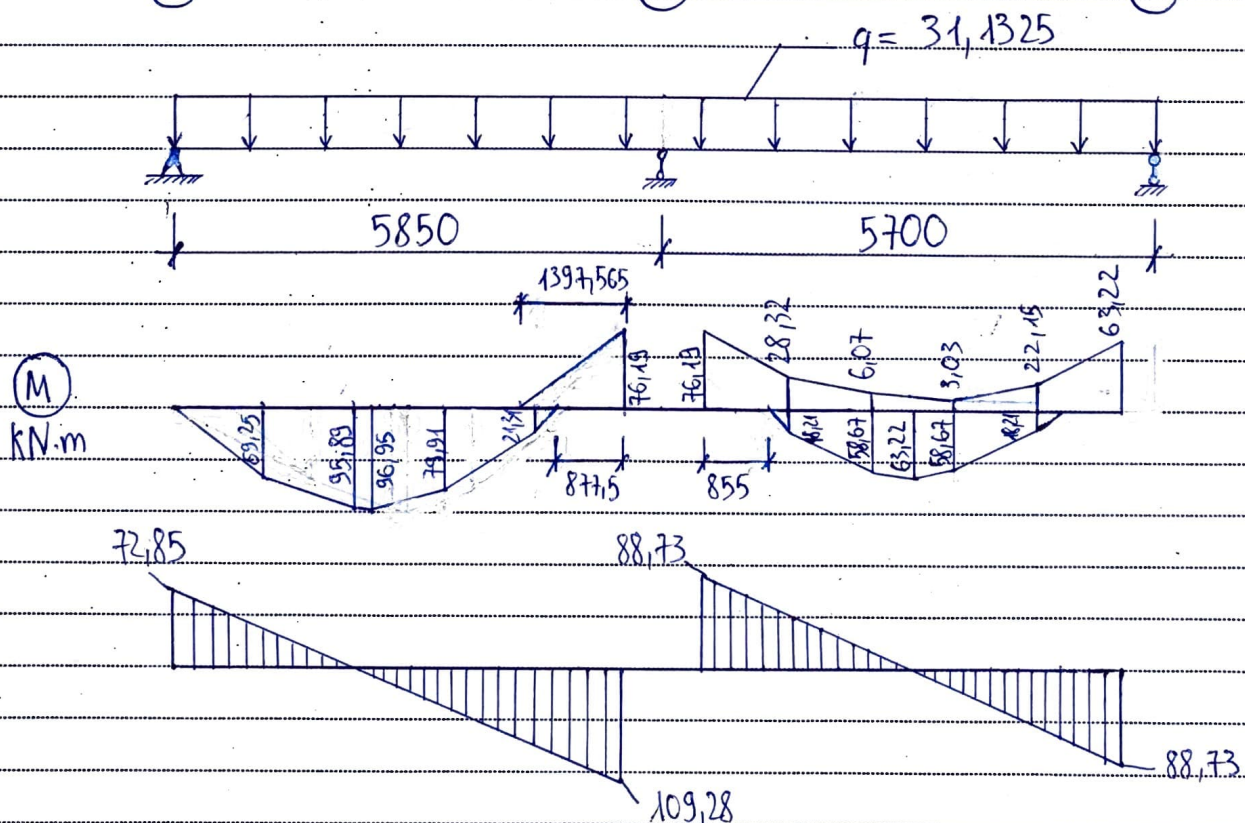
$$Q_2^T = 0,6 \cdot q_b \cdot L_{pb} = 0,6 \times 31,1325 \times 5,85 = 109,28 \text{ (kN)}$$

- Lực cắt tại gối 2 - bên phải:

$$Q_2^P = 0,5 \cdot q_b \cdot L_p = 0,5 \times 31,1325 \times 5,7 = 88,73 \text{ (kN)}$$

- Tại nhịp bên tiết diện có lực cắt bằng 0 cách gối 1 một đoạn:

$$x_4 = \frac{L_{pb} \times Q_1}{Q_1 + Q_2^T} = \frac{5850 \times 72,85}{72,85 + 109,28} = 2339,94 \text{ (mm)}$$



4. Tính cốt thép dọc dầm phụ

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20 có $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 0,9 \text{ Mpa}$.
- Cốt thép dọc nhóm CB-300V có $R_s = 260 \text{ Mpa}$.
- Tính nội lực theo sơ đồ dầm, hệ số hạn chế văng vênh $\alpha_{pl} = 0,255$.
- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{min} = 0,1\%$.
- Chọn $a = 35 \text{ mm}$ tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm phụ:

$$h_0 = h_{dp} - a = 500 - 35 = 465 \text{ mm}$$

4.1. Tính toán với mô-men âm.

* Tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có: $b \times h = 200 \times 500 \text{ mm}$

- Tại gối 2 có $M^- = -76,19 \text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{76,19 \times 10^6}{11,5 \times 200 \times (465)^2} = 0,15 < 0,225 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,916$$

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{76,19 \times 10^6}{260 \times 0,916 \times 465} = 688 \text{ mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{688 \times 100\%}{200 \times 465} = 0,74\% > 0,1\% = \mu_{min}$$

- Tại gối 3 có $M^- = -63,22 \text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{63,22 \times 10^6}{11,5 \times 200 \times (465)^2} = 0,13 < 0,225 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,93$$

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{63,22 \times 10^6}{260 \times 0,93 \times 465} = 561,19 \text{ mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{561,19 \times 100\%}{200 \times 465} = 0,6\% > 0,1\% = \mu_{min}$$

4.2. Tính toán với mô-men dương

* Tính toán theo tiết diện chữ T, có cánh nằm trong vùng chịu nén, bề dày cánh $h'_f = 90 \text{ mm}$, ta có các giá trị:

$$b'_f = 6 \times 90 = 540 \text{ mm}$$

$$l_0/2 = 0,5 \times 2300 = 1150 \text{ mm}$$

$$l_p/6 = 5700/6 = 950 \text{ mm}$$

- Do $h'_f = 90 > 50 \text{ mm} = 0,1 \times h_{dp}$ nên độ vươn của cánh S_f được xác định như sau: $S_f = \min(l_0/2; l_p/6) = 950 \text{ mm}$

$\Rightarrow$ Bề rộng cánh:

$$b'_f = b + 2 \cdot S_f = 200 + 2 \times 950 = 2100 \text{ mm}$$

* Giả thiết trục trung hoà đi qua mép dưới cánh, ta tính được:

$$M_f = R_b \cdot b_f \cdot h_f \cdot (h_0 - 0,5 h_f) \\ = 11,5 \times 2100 \times 90 \times (465 - 0,5 \times 90) / 10^6 \\ = 912,87 \text{ (kN.m)}$$

$$\text{Ta có: } M^+_{\max} = 96,95 \text{ kNm} < 912,87 \text{ kN.m}$$

⇒ Trục trung hoà đi qua cánh, tính toán như tiết diện hình chữ nhật có kích thước 2100 x 500 mm

- Tại nhịp biên có $M^+_{\max} = 96,95 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{96,95 \times 10^6}{11,5 \times 2100 \times (465)^2} = 0,019 < 0,255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,99$$

⇒ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{96,95 \times 10^6}{260 \times 0,99 \times 465} = 809,49 \text{ mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép:

$$\mu \% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{809,49 \times 100 \%}{200 \times 465} = 0,87 \% > 0,1 \% = \mu_{\min}$$

- Tại nhịp 2 và nhịp giữa có $M^+_{\max} = 63,22 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{63,22 \times 10^6}{11,5 \times 2100 \times (465)^2} = 0,012 < 0,255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,994$$

⇒ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{63,22 \times 10^6}{260 \times 0,994 \times 465} = 526,12 \text{ mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép:

$$\mu \% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{526,12 \times 100 \%}{200 \times 465} = 0,57 \% > 0,1 \% = \mu_{\min}$$

4.3 Chọn và bố trí cốt thép dọc dầm phụ

Tiết diện	Nhịp biên	Giới 2	Nhịp 2	Giới 3
A_s tính toán	809,49 mm ²	688 mm ²	526,12 mm ²	561,19 mm ²
Chọn thép	2φ18 + 1φ20	2φ16 + 1φ20	2φ16 + 1φ16	2φ16 + 1φ16
A_s bố trí	823,1 mm ²	716,3 mm ²	603,3 mm ²	603,3 mm ²

* Kiểm tra lại chiều cao làm việc của tiết diện dầm phụ:

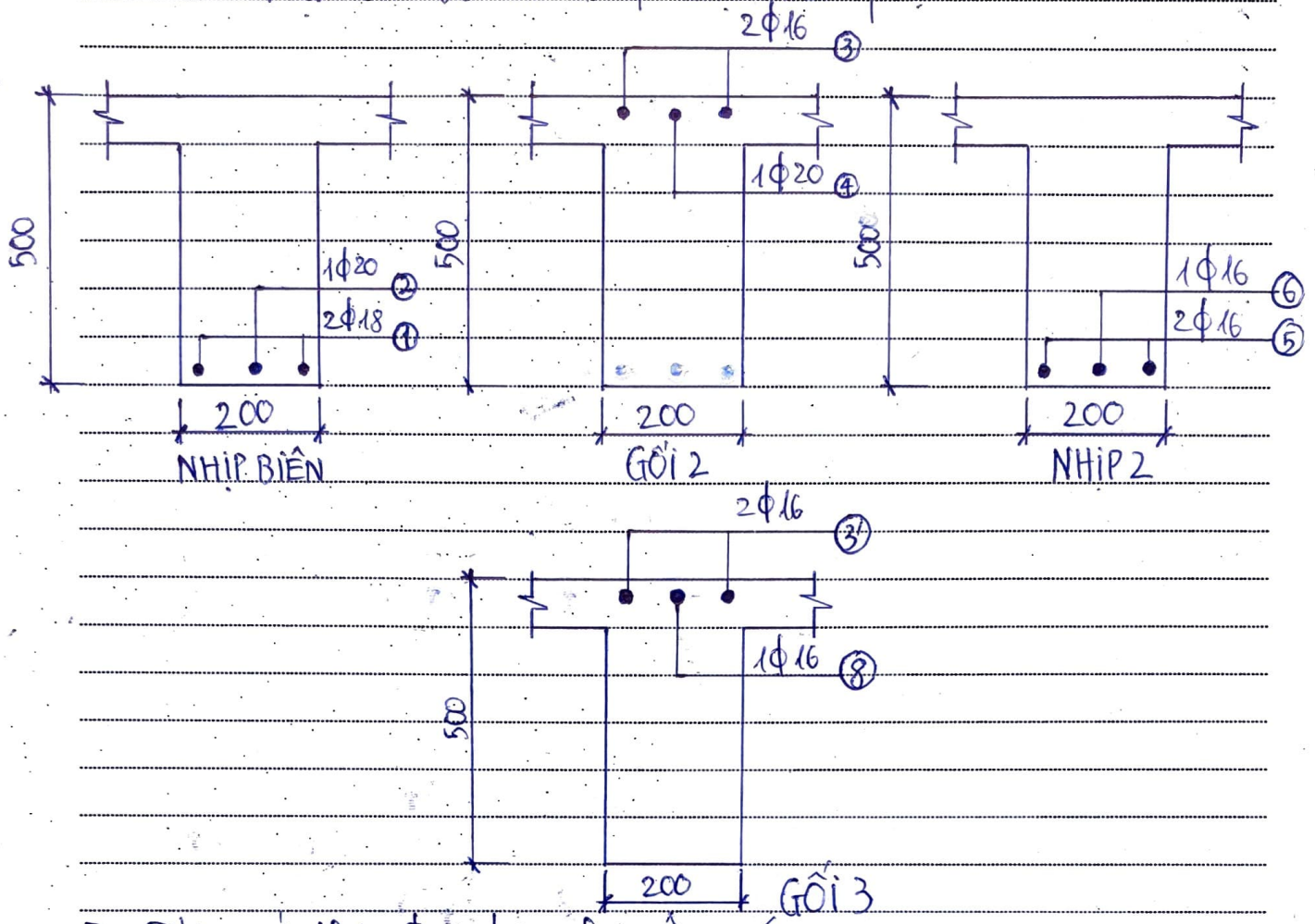
- Chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép là: 20 mm

$$h_{\text{ot}} = h_{\text{dp}} - c - \frac{\phi_{\max}}{2} = 500 - 20 - \frac{0,5 \times 20}{2} = 470 \text{ mm} \\ > h_0 = 465 \text{ (TM)}$$

* Kiểm tra khoảng hở giữa các thanh thép:

$$t = \frac{200 - 2 \times 20 - 1 \times 20 - 2 \times 18}{2} = 52 \text{ mm} > 30 \text{ (Thỏa mãn)}$$

Mặt cắt bộ tư thép dọc dầm phụ



5. Tính cốt thép dọc dầm phụ.

- Vật liệu sử dụng:
- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20 có $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 0,9 \text{ Mpa}$
- Cốt thép dọc nhóm CB - 240T có $R_{sw} = 170 \text{ Mpa}$
- Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$Q_{\max} = 109,28 \text{ kN} < 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \times 11,5 \times 200 \times 470 / 1000 = 324,3 \text{ kN}$$

$\Rightarrow$ Bụng dầm thỏa mãn điều kiện chịu uốn, suất nên chỉnh

- Khả năng chịu lực cắt của bê tông:

$$Q_{\min} = 0,5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0,5 \times 0,9 \times 200 \times 470 / 1000 = 42,3 \text{ kN} < Q_{\max}$$

$\Rightarrow$ Cần tính toán cốt thép chịu lực cắt.

- Tính giá trị: $q_1 = q_p - 0,5 p_p = 31,1325 - 0,5 \times 19,8 = 21,2325 \text{ kN/m}$
- Tính lực cắt Q_1 tại tiết diện 1/5 h_0 :

$$Q_1 = Q_{\max} - q_1 \times 1,5 \times h_0 = 109,28 - 21,2325 \times 1,5 \times 0,47 = 94,31 \text{ kN}$$

- Tính khả năng chịu lực cắt của bê tông tại tiết diện 1/5 h_0 :

$$Q_{b,1} = 0,83 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,83 \times 0,9 \times 200 \times 470 / 1000 = 70,218 \text{ kN}$$

$$q_{sw \min} = 0,25 R_{bt} \cdot b = 0,25 \times 0,9 \times 200 = 45 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw} = \frac{Q_1 - Q_{b,1}}{h_0} = \frac{94,31 - 70,218}{470} = 51,26 \text{ N/mm}$$

$\Rightarrow$ Chọn $q_{sw} = 51,26 \text{ N/mm}$.

(6)

- Chọn trước cốt đai 2 nhánh $\phi 6$

=> Diện tích 1 lớp cốt đai

$$A_{sw} = 0,25 n_w \cdot \pi \cdot \phi_w^2 = 0,25 \times 2 \times 3,14 \times 6^2 = 56,52 \text{ mm}^2$$

=> Khoảng cách tính toán giữa các thanh cốt đai là:

$$S_{st} = \frac{R_{sw}}{q_{sw}} \times A_{sw} = \frac{170}{51,26} \times 56,52 = 187,44 \text{ mm}$$

$$S_{ct} = \min(0,5 \times h_0; 300 \text{ mm}) = \min(235; 300 \text{ mm}) = 235 \text{ mm}$$

$$S_{max} = \frac{R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{0,9 \times 200 \times 470^2}{109,28} = 363,85 \text{ mm}$$

$$\text{Chọn } S = 180 \text{ mm} \leq \min(S_{st}, S_{ct}, S_{max}) = \min(187,44; 235; 363,85) = 187,44$$

Vậy ta bố trí cốt đai tại vị trí gần gối tựa $\phi 6$ a 180 có $q_{sw} = 534 \text{ N/mm}$

- Tại vị trí giữa nhịp bố trí cốt đai:

$$\text{Chọn } S = 300 \text{ mm} \leq S_{ct} \leq \min(0,75 h_0, 500) = 352,15 \text{ mm}$$

Vậy ta bố trí cốt đai tại vị trí giữa nhịp $\phi 6$ a 300 có $q_{sw} = 32,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$

6. Tính và vẽ hình bao vật liệu

6.1. Tính toán khối lượng chịu lực

a. Xét tại nhịp biên, mô-men dương, tính toán theo tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nền:

- Bề rộng cánh: $b'_f = 2100 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\phi 18 + 1\phi 20$, có $A_s = 823,1 \text{ mm}^2$

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép dầy $c = 20 \text{ mm}$

- Chiều cao làm việc của tiết diện $\bar{h} = 470 \text{ mm}$

$$h_0 = h_{dip} - c - \frac{\phi_{max}}{2} = 500 - 20 - 0,5 \times 20 = 470 \text{ mm}$$

=> Ta tính trước các giá trị

$$\xi_s = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0} = \frac{260 \times 823,1}{11,5 \times 2100 \times 470} = 0,019 < \xi_{s,pe} = 0,3$$

$$x = \xi_s \cdot h_0 = 0,019 \times 470 = 8,93 \text{ mm} < h'_f = 90 \text{ mm}$$

=> Trục trung hòa đi qua cánh.

$$\xi = 1 - 0,5 \cdot \xi_s = 1 - 0,5 \times 0,019 = 0,9905$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s \cdot A_s \cdot \xi_s \cdot h_0 = 260 \times 823,1 \times 0,9905 \times \frac{470}{10^6} = 99,63 \text{ (kN.m)}$$

b. Xét tại gối 2, mô-men âm, tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có $b \times h = 200 \times 500 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\phi 16 + 1\phi 20$, có $A_s = 716,3 \text{ mm}^2$

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép dầy: $c = 20 \text{ mm}$

- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 500 - 20 - 0,5 \times 20 = 470 \text{ (mm)}$

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{260 \times 716,3}{1115 \times 200 \times 470} = 0,172 < \xi_{pl} = 0,3$$

$$\xi_s = 1 - 0,5 \xi = 1 - 0,5 \times 0,172 = 0,914$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s \cdot A_s \cdot \xi_s \cdot h_0 = 260 \times 716,3 \times 0,914 \times 470 = 80,004 \text{ kN.m}$$

Tính toán tương tự cho các tiết diện khác của dầm phụ ta lập được bảng sau:

Tiết diện	Số lượng, đường kính thép	A_s (mm ²)	h_0 (mm)	ξ	ξ_s	M_{td} (kN.m)
Giữa nhịp bên	2 $\phi 18$ + 1 $\phi 20$	823,1	470	0,019	0,9905	99,63
Cạnh nhịp bên	Cắt 1 $\phi 20$ còn 2 $\phi 18$	508,9	471	0,012	0,9942	61,96
Trên gối 2	2 $\phi 16$ + 1 $\phi 20$	716,3	470	0,172	0,914	80,004
Cạnh gối 2	Cắt 1 $\phi 20$ còn 2 $\phi 16$	402,1	472	0,0963	0,9518	46,9696
Giữa nhịp 2	2 $\phi 16$ + 1 $\phi 16$	603,3	472	0,014	0,9931	73,5276
Cạnh nhịp 2	Cắt 1 $\phi 16$ còn 2 $\phi 16$	402,2	472	0,0092	0,9954	49,1316
Trên gối 3	2 $\phi 16$ + 1 $\phi 16$	603,3	472	0,144	0,9278	68,6881
Cạnh gối 3	Cắt 1 $\phi 16$ còn 2 $\phi 16$	402,2	472	0,0963	0,9518	46,9807

6.2 Xác định mặt cắt lý thuyết của cái thành.

- Xét tiết diện dầm tại vị trí bên phải gối 2:

+ Sau khi cắt cốt thép số 4 (1 $\phi 20$) còn lại cốt thép số 3 (2 $\phi 16$), khả năng chịu momen của tiết diện là: $M_{td} = 46,9696 \text{ kN.m}$
 Biểu đồ bao vật liệu giao với biểu đồ bao momen tại điểm H, đây là mặt cắt lý thuyết của cốt thép số 4. Dựa vào tính chất các tam giác đồng dạng ta tính được các giá trị:

+ Khoảng cách từ điểm H đến mép gối 2 là: $x_1 = 696 \text{ mm}$

+ Giá trị lực cắt tại điểm H là: $Q = 67,0612 \text{ kN}$

+ Tại vị trí này cốt đai được bố trí $\phi 6 \times 180$ có $q_{sw} = 53,4 \text{ N/mm}$.

+ Vì tại đây không bố trí cốt xiên nên ta tính được đoạn kéo dài của thanh thép số 4 theo công thức:

$$w_4^p = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5\phi = \frac{67,0612 \times 1000}{2 \times 53,4} + 5 \times 16 = 707,91 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Ta chọn đoạn kéo dài $w_4^p = 710 \text{ mm}$.

Tính toán tương tự cho các tiết diện khác của dầm phụ ta lập được bảng sau:

Cột thép	Vị trí mặt cắt lý thuyết	W (mm)
Cột thép số 2 đầu bên trái (nhịp biên)	Cách gối 1 lã: 1047 mm	477
Cột thép số 2 đầu bên phải (nhịp biên)	Cách mép trái gối 2 lã: 1982	811
Cột thép số 3 đầu bên trái (gối 2)	Cách mép trái gối 2 lã: 1398	683
Cột thép số 4 đầu bên trái (gối 2)	Cách mép trái gối 2 lã: 536	962
Cột thép số 4 đầu bên phải (gối 2)	Cách mép phải gối 2 lã: 696	728
Cột thép số 6 đầu bên trái (nhịp giữa)	Cách mép phải gối 2 lã: 2011	488
Cột thép số 6 đầu bên phải (nhịp giữa)	Cách mép trái gối 3 lã: 2011	488
Cột thép số 8 đầu bên trái (gối 3)	Cách mép trái gối 3 lã: 451	779

6.3 Cột thép cầu tạo

- BS' tính cột thép số 7 ($2\phi 12$) có $A_s = 226 \text{ mm}^2 > 0.1\% \cdot b \cdot h_0 = 100 \text{ (mm}^2\text{)}$.
lắp đặt cột giữa ở nhịp biên, trong dầm không có momen âm.

6.4 Neo cột thép

- Xét tại nhịp biên: Cốt 1 $\phi 20$ còn 2 $\phi 18 \Rightarrow$ diện tích còn 61,83% khi vào gối.
 $\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 61,83% (TM)
diện tích cốt thép ở giữa nhịp (thoả mãn)
Do $Q = 72,85 \text{ kN} > Q_{bmin} = 95 \text{ kN}$ nên chiều dài neo
cột thép số 1 vào gối 1 lã tối thiểu là:

$$L_{an} = \max(200; 15\phi) = 270 \text{ mm}$$

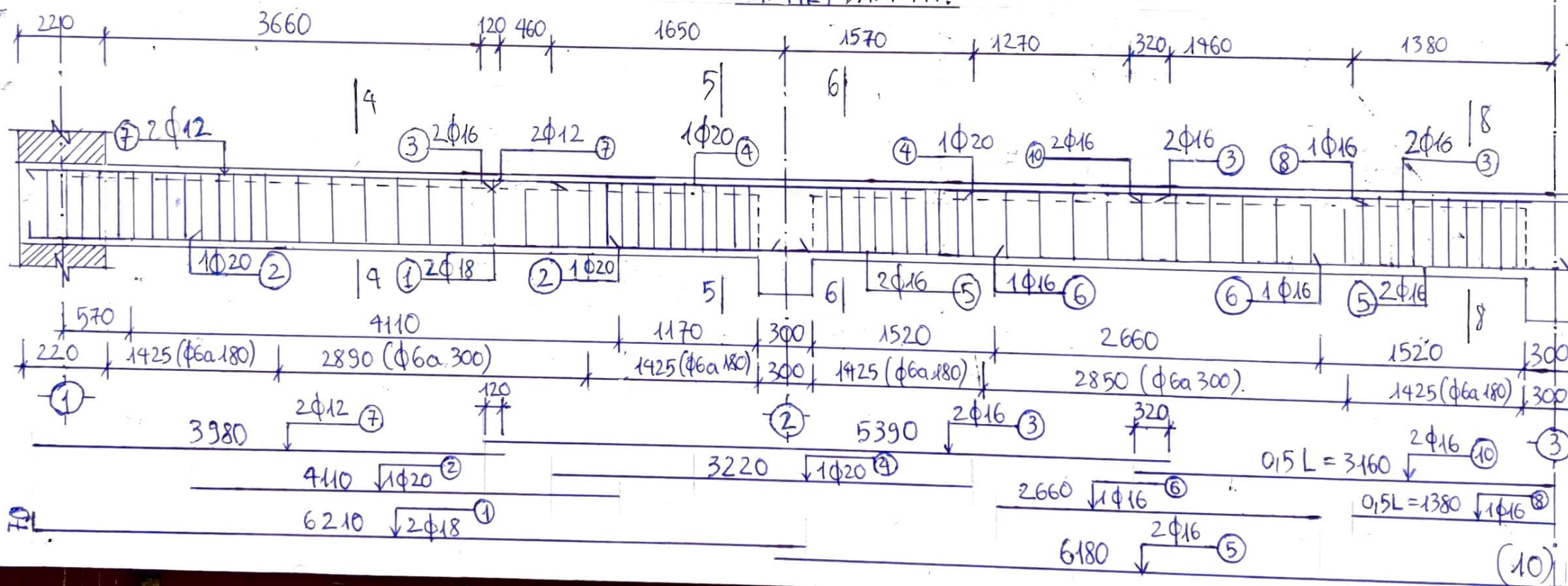
- Xét tại nhịp 2: Cốt 1 $\phi 16$ còn 2 $\phi 16$

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 66,7%
diện tích cốt thép ở giữa nhịp (thoả mãn)

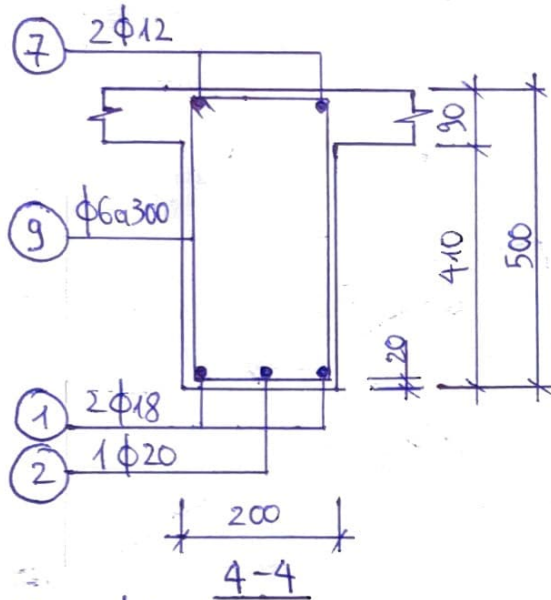
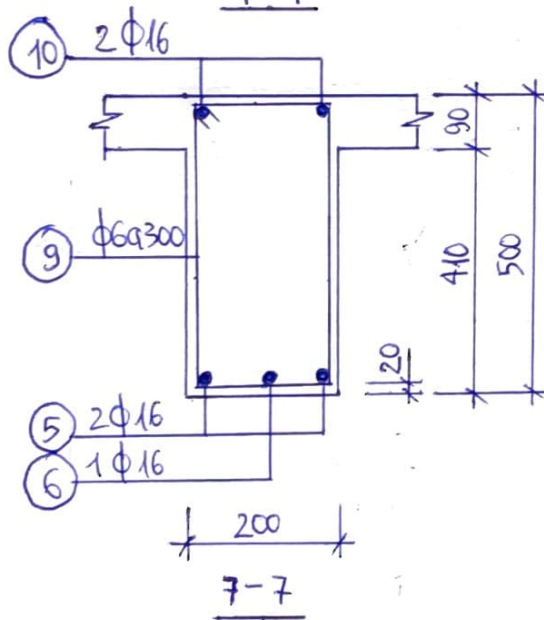
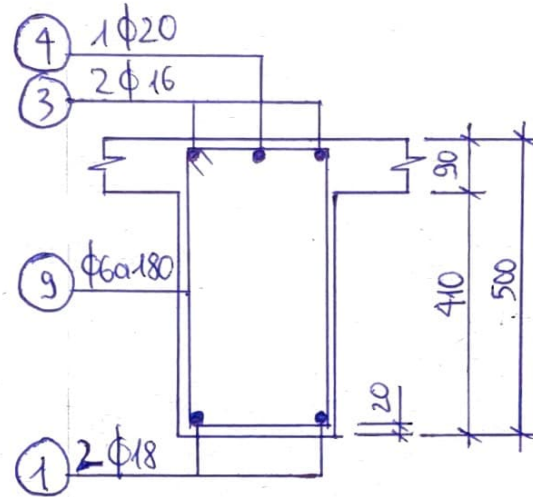
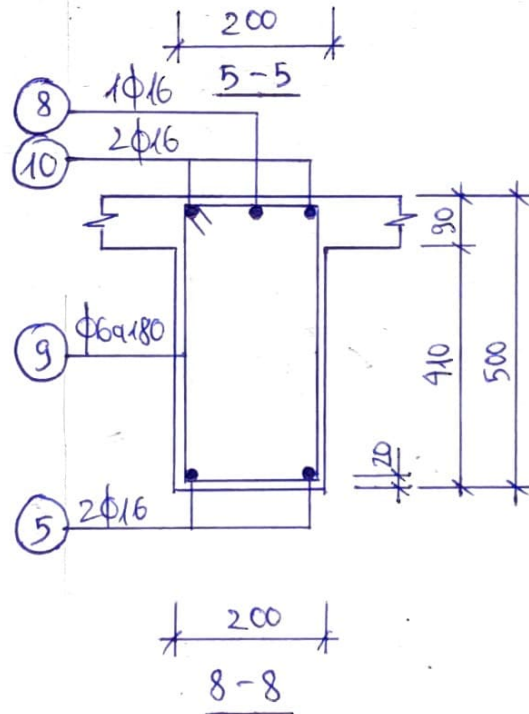
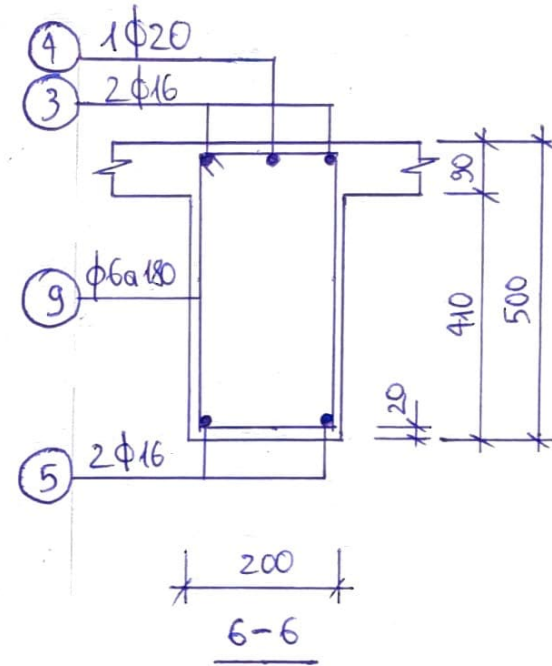
Chiều dài neo cột thép số 2 vào gối 1 lã tối thiểu là:

$$L_{an} = \max(200; 15\phi) = 240 \text{ mm}$$

TỶ LỆ : 1/35



MẶT CẮT NGANG DẦM PHỤ

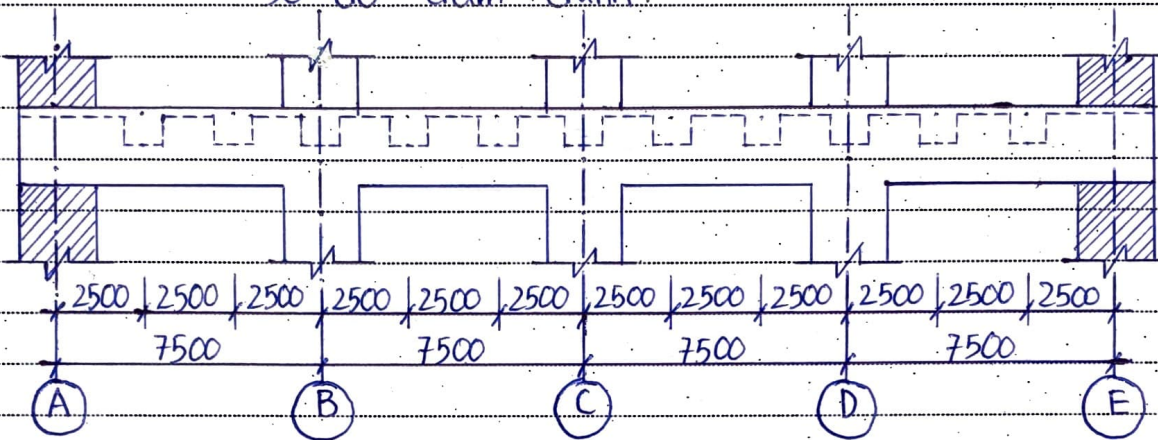
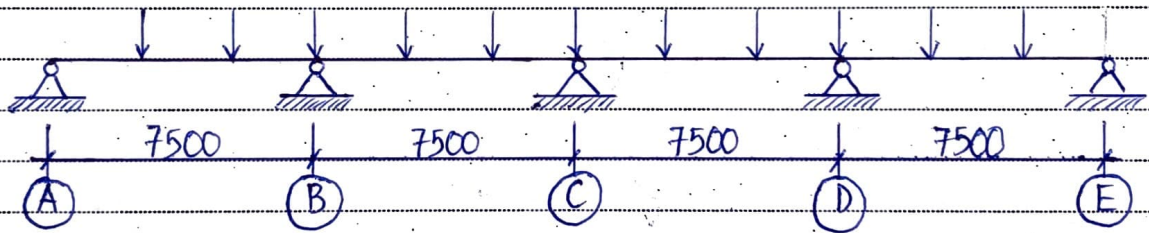


III TÍNH DẦM CHÍNH

1. Sơ đồ tính

- Dầm chính là dầm liên tục 4 nhịp đối xứng
- Nội lực dầm chính được tính theo sơ đồ dầm liên
- Tiết diện dầm chính là: $b \times h = 300 \times 700 \text{ mm}$
- Tiết diện cột: $b \times h = 400 \times 400 \text{ mm}$
- Nhịp tính toán của dầm chính: $L_c = 3 L_1 = 7500 \text{ mm}$

Sơ đồ dầm chính



2. Tải trọng tính toán.

- Trọng lượng bản thân dầm chính quy về thành các lực tập trung:

$$G_0 = b_{dc} \cdot (h_{dc} - h_f) \cdot \gamma_c \cdot n \cdot L_1$$
$$= 0,3 \times (0,7 - 0,09) \times 25 \times 1,1 \times 2,5 = 12,581 \text{ (kN)}$$

- Tĩnh tải do dầm phụ truyền vào:

$$G_1 = g_{dp} \cdot L_2 = 11,3325 \times 6 = 67,995 \text{ (kN)}$$

- $\Rightarrow$ Tổng tĩnh tải tác dụng vào dầm chính dưới dạng lực tập trung:

$$G = G_0 + G_1 = 12,581 + 67,995 = 80,576 \text{ (kN)}$$

- Hoạt tải tác dụng vào dầm chính dưới dạng lực tập trung: $P = p_{dp} \cdot L_2 = 19,8 \times 6 = 118,8 \text{ (kN)}$

3. Nội lực dầm chính

3.1 Biểu đồ bao mô-men

- Mô-men uốn do tĩnh tải gây ra được xác định theo công thức:

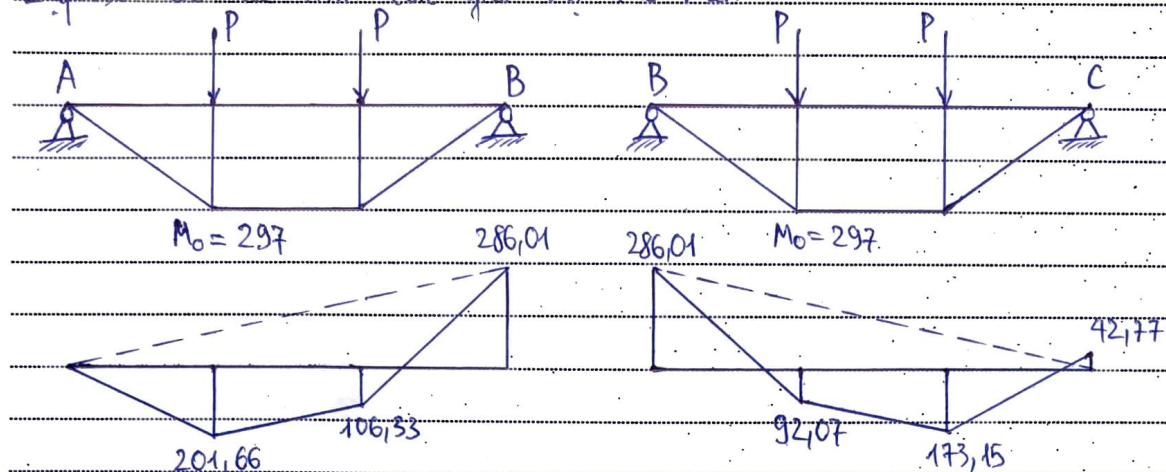
$$M_G = \alpha \cdot G \cdot L_c = \alpha \times 80,576 \times 7,5 = \alpha \times 604,32 \text{ (kN.m)}$$

- Mô-men uốn do hoạt tải gây ra được xác định theo công thức:

$$M_{Pi} = \alpha \cdot P \cdot L_c = \alpha \times 118,8 \times 7,5 = \alpha \times 891 \text{ (kN.m)}$$

- Xét 1 trường hợp

- Trong sơ đồ M_{P3} còn thiếu các giá trị mômen tại các tiết diện 1, 2, 3, 4.
Lập sơ đồ để tính các giá trị mô-men:



+ Ta có : $M_0 = P \cdot L_1 = 118,8 \times 2,5 = 297 \text{ kN.m}$

+ Kết hợp phương pháp theo biểu đồ và tính chất tam giác đồng dạng, ta tính được các giá trị mô-men:

$$M_1 = 297 - 286,01 \times (1/3) = 201,66 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = 297 - 286,01 \times (2/3) = 106,33 \text{ kN.m}$$

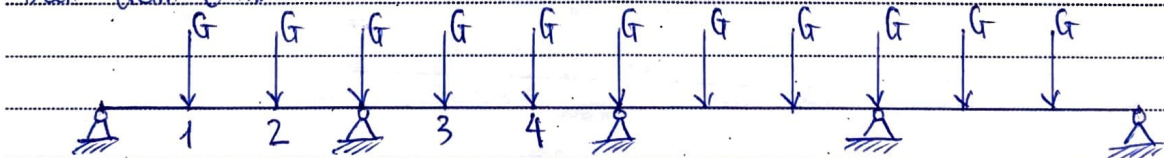
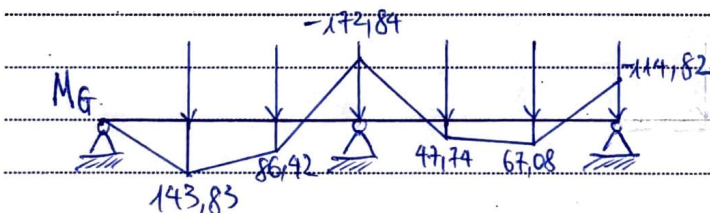
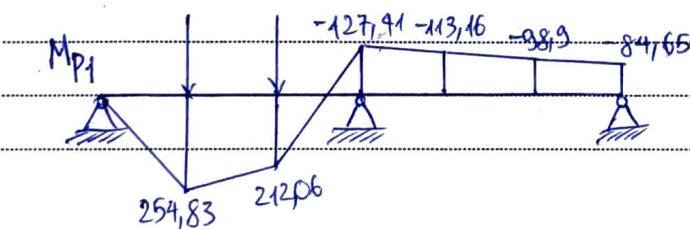
$$M_3 = 297 - (286,01 - 42,77) \times (2/3) - 42,77 = 92,07 \text{ (kN.m)}$$

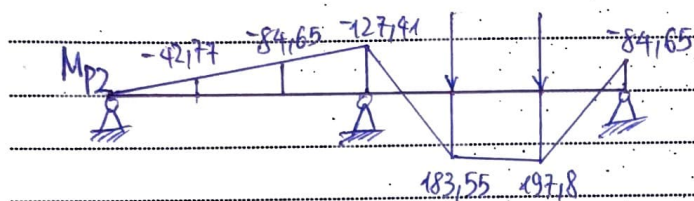
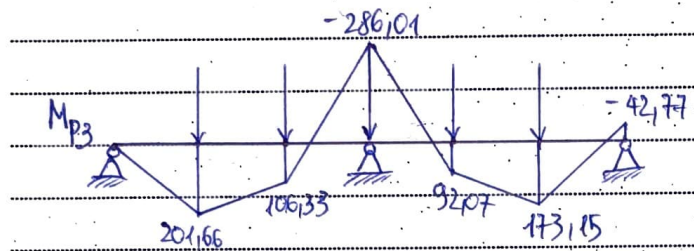
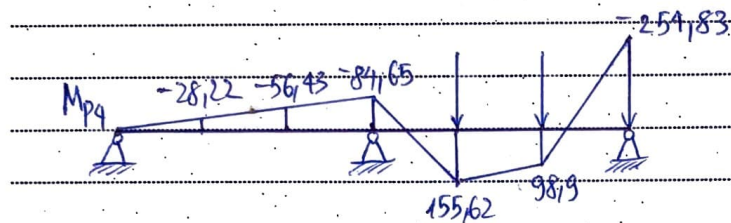
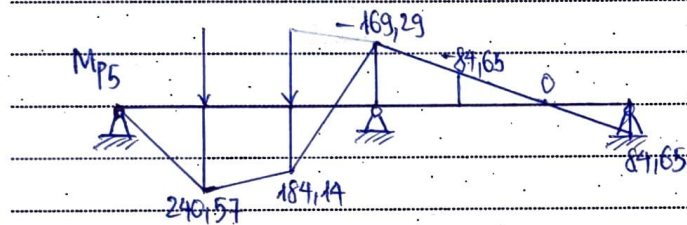
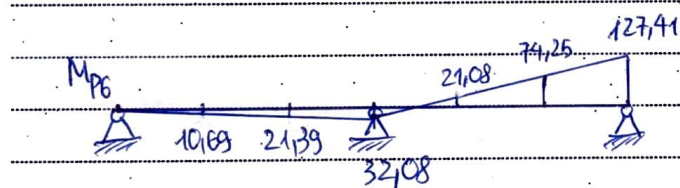
$$M_4 = 297 - (286,01 - 42,77) \times (1/3) - 42,77 = 173,15 \text{ (kN.m)}$$

* Bảng tính toán và tổ hợp mô-men dọc chính:

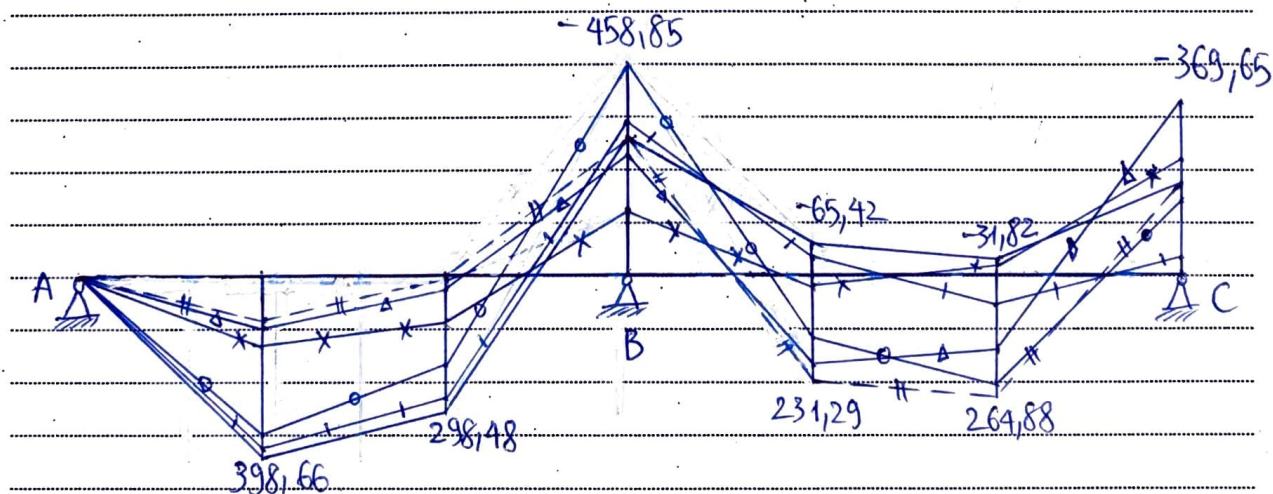
Mômen (kN.m)		Tiết diện 1	Tiết diện 2	Gối B	Tiết diện 3	Tiết diện 4	Gối C
M_G	α	0,238	0,143	-0,286	0,079	0,111	-0,19
	M	143,83	86,42	-172,84	47,74	67,08	-114,82
M_{P1}	α	0,286	0,238	-0,143	-0,127	-0,111	-0,095
	M	254,83	212,06	-127,41	-113,16	-98,9	-84,65
M_{P2}	α	-0,048	-0,095	-0,143	0,206	0,222	-0,095
	M	-42,77	-84,65	-127,41	183,55	197,8	-84,65
M_{P3}	α			-0,321			-0,048
	M	201,66	106,33	-286,01	92,07	173,15	-42,77
M_{P4}	α	-0,031	-0,063	-0,095			-0,286
	M	-28,22	-56,43	-84,65	155,62	98,9	-254,83
M_{P5}	α			-0,19			0,095
	M	240,57	184,14	-169,29	-84,65	0	84,65
M_{P6}	α			0,036			-0,143
	M	10,69	21,39	32,08	-21,08	-74,25	-127,41
$M_G + M_{P1}$		398,66	298,48	-300,25	-65,42	-31,82	-199,47
$M_G + M_{P2}$		101,06	1,77	-300,25	231,29	264,88	-199,47
$M_G + M_{P3}$		345,49	192,75	-458,85	139,81	240,23	-157,59
$M_G + M_{P4}$		115,61	29,99	-257,49	203,36	165,98	-369,65
$M_G + M_{P5}$		384,4	270,56	-342,13	-36,91	67,08	-30,17
$M_G + M_{P6}$		154,52	107,81	-140,76	26,66	-7,17	-242,23
M_{min}		101,06	1,77	-458,85	-65,42	-31,82	-369,65
M_{max}		398,66	298,48	-140,76	231,29	264,88	-30,17

* Biểu đồ mô-men do tĩnh tải và các trường hợp hoạt tải gây ra trên dầm chính:





* Biểu đồ bao mô-men (đơn vị: $\text{kN}\cdot\text{m}$).



— $M_G + M_{p1}$

- - - $M_G + M_{p2}$

— $\circ$ — $M_G + M_{p3}$

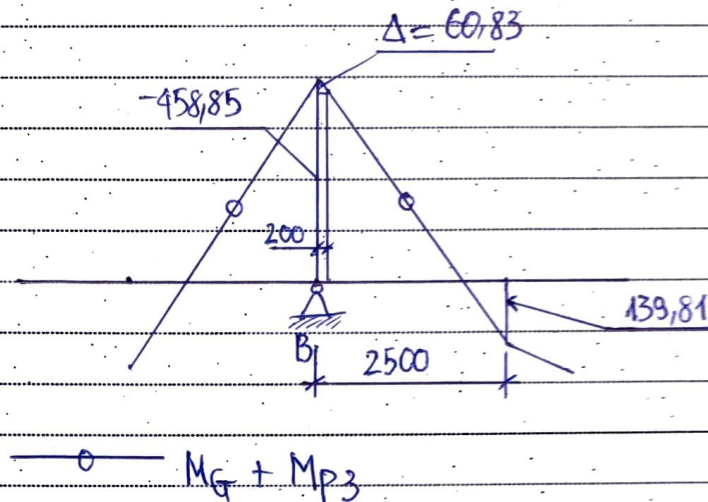
— Δ — $M_G + M_{p4}$

— + — $M_G + M_{p5}$

— $\times$ — $M_G + M_{p6}$

* Nhận xét: Do sự phân bố tải đều bởi mô-men âm thường xuất phát từ tiết diện mép gối tựa, nên ta cần xác định các giá trị mô-men âm tại mép gối B và gối C. Dựa vào tính chất tam giác đồng dạng ta tính được:

Sơ đồ momen mép gối B



$$M_{mg}^B = -[458,85 - 0,5 \times 0,4 \times (458,85 + 139,81)/2,5]$$

$$= -410,96 \text{ kN.m}$$

$$M_{mg}^C = -[369,65 - 0,5 \times 0,4 \times (369,65 + 165,98)/2,5]$$

$$= -326,8 \text{ kN.m}$$

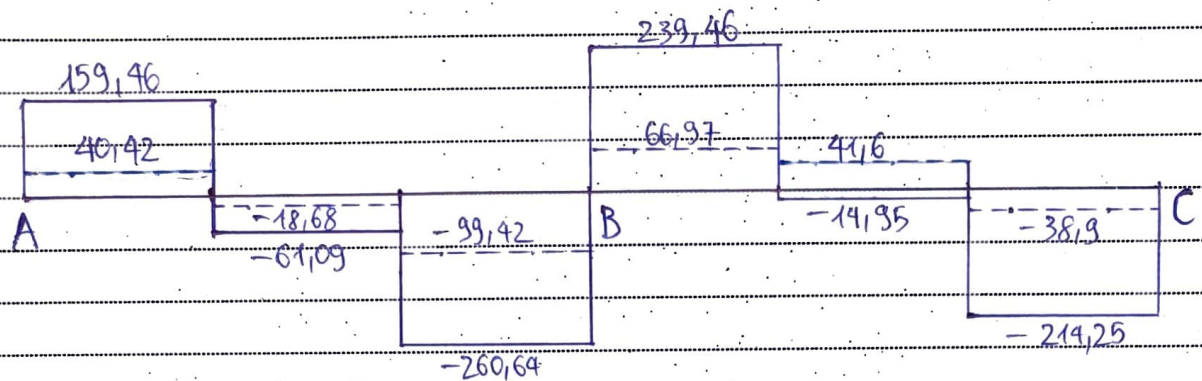
3.2 Biểu đồ bao lực cắt

- Tung độ của biểu đồ bao lực cắt được xác định là độ dốc của biểu đồ mô-men tương ứng.

Tính toán tại lập được bảng:

Lực cắt (kN)	Bên phải gối A	Giữa nhịp bên	Bên trái gối B	Bên phải gối B	Giữa nhịp 2	Bên trái gối C
Q_G	57,53	-22,96	-103,7	88,23	7,74	-72,76
Q_{P1}	101,93	-17,11	-135,79	5,7	5,7	5,7
Q_{P2}	-17,11	-16,75	-17,1	124,38	5,7	-112,98
Q_{P3}	80,66	-38,13	-156,94	151,23	32,43	-86,37
Q_{P4}	-11,29	-11,28	-11,29	96,11	-22,69	-141,49
Q_{P5}	96,23	-22,57	-141,37	33,86	33,86	33,86
Q_{P6}	4,28	4,28	4,28	-21,26	-21,27	-21,26
Q_{min}	-40,42	-61,09	-260,64	66,97	-14,95	-214,25
Q_{max}	159,46	-18,68	-99,42	239,46	41,6	-38,9

* Biểu đồ bao lực cắt (đơn vị: kN)



4. Tính cốt thép dọc dầm chính

* Vật liệu sử dụng

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20 có $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 0,9 \text{ Mpa}$.
- Cốt thép dọc nhóm CB-300V có $R_s = 260 \text{ Mpa}$
- Tính nở lún theo sơ đồ đàn hồi, hệ số hạn chế võng nên $\alpha_R = 0,413$
- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{min} = 0,1\%$

4.1 Tính toán với mômen âm

- Chọn $a = 80 \text{ mm}$ tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm chính: $h_0 = h_{dc} - a = 700 - 80 = 620 \text{ (mm)}$

* Tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có: $b \times h = 300 \times 700 \text{ mm}$

- Tại mép gối B có $M = -410,96 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{410,96 \times 10^6}{11,5 \times 300 \times 620^2} = 0,31 < 0,413 = \alpha_R$$

$$\xi = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,5 \times (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,31}) = 0,808$$

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{410,96 \times 10^6}{260 \times 0,808 \times 620} = 3153,94 \text{ (mm}^2\text{)}$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{3153,94 \times 100\%}{300 \times 620} = 1,696\% > 0,1\% = \mu_{min}$$

- Tại mép gối C có $M = -326,8 \text{ kN.m}$

Tính toán tương tự như gối 2, ta có các giá trị:

$$\alpha_m = 0,246$$

$$A_s = 2368,13 \text{ mm}^2$$

$$\xi = 0,856$$

$$\mu = 1,273\% > 0,15\% = \mu_{min}$$

4.2 Tính toán với mô-men dương

- Chọn $a = 45 \text{ mm}$ tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm chính: $h_0 = h_{dc} - a = 700 - 45 = 655 \text{ (mm)}$

* Tính toán theo tiết diện chữ T, có cánh nằm trong vùng chịu nén, ta tính các giá trị sau:

$$6h_f = 6 \times 90 = 540 \text{ (mm)}$$

$$L_p/2 = 0,5 \times 5700 = 2850 \text{ (mm)}$$

$$L_c/6 = 7500/6 = 1250 \text{ (mm)}$$

$$\text{Do } h_f = 90 > 70 = 0,1 \times h_{dc}$$

$$S_f = \min(2850; 1250) = 1250 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \text{Bề rộng cánh: } b'_f = b + 2 S_f = 300 + 2 \times 1250 = 2800 \text{ (mm)}$$

* Giả thiết trục trung hòa đi qua mặt dưới cánh, ta tính được:

$$M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 h'_f)$$

$$= 11,5 \times 2800 \times 90 \times (655 - 0,5 \times 90) / 10^6 = 1767,78 \text{ kN.m}$$

$$\text{Ta có: } M^+_{\max} = 398,66 \text{ kN.m} < 1767,78 \text{ kN.m}$$

$\Rightarrow$ Trục trung hòa đi qua cánh, tính toán như tiết diện hình chữ nhật có kích thước $2800 \times 700 \text{ mm}$

$$\text{Tại nhịp biên có } M^+_{\max} = 398,66 \text{ kN.m}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{398,66 \times 10^6}{11,5 \times 2800 \times 655^2} = 0,029 < 0,1413 = \alpha_R$$

$$\xi = 0,15 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,985$$

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{398,66 \times 10^6}{260 \times 0,985 \times 655} = 2375,72 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu \% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{2375,72 \times 100\%}{300 \times 655} = 1,2 \% > 0,1 \% = \mu_{\min}$$

$$\text{Tại nhịp giữa có } M^+_{\max} = 264,88 \text{ kN.m}$$

Tính toán tương tự như nhịp biên, ta có các giá trị:

$$\alpha_m = 0,019$$

$$A_s = 1570,58 \text{ mm}^2$$

$$\xi = 0,9903$$

$$\mu = 0,799 > 0,1 \% = \mu_{\min}$$

Tiết diện	Nhịp biên	Gối B	Nhịp 2	Gối C
A_s tính toán	2375,72 mm ²	3153,94 mm ²	1570,58 mm ²	2368,13 mm ²
Chọn thép	2 ϕ 28 + 2 ϕ 28	2 ϕ 22 + 2 ϕ 28 + 2 ϕ 28	2 ϕ 28 + 1 ϕ 22	1 ϕ 25 + 2 ϕ 28 + 2 ϕ 28
A_s bố trí	2463,0 mm ²	3223,3 mm ²	1611,6 mm ²	2463,0 mm ²

4.3. Kiểm tra lại chiều cao làm việc của tiết diện dầm và khoảng hở giữa các thanh thép:

a. Xét tiết diện gần gối tựa:

- Với cốt thép chịu mô-men âm đặt 2 lớp, chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ là: 40 mm. Chọn khoảng hở giữa 2 lớp cốt thép là: 30 mm

(Xét tường hợp gối B, tiết diện bố trí thép có A_s lớn nhất).

+ Lớp 1 bố trí: $2\phi 28 + 2\phi 22$

$$A_{s1} = 1991,8 \text{ mm}^2$$

$$a_1 = 40 + 0,5 \times 28 = 54 \text{ mm}$$

+ Lớp 2 bố trí: $2\phi 28$

$$A_{s2} = 1231,5 \text{ mm}^2$$

$$a_2 = 40 + 28 + 30 + 0,5 \times 28 = 112 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Khoảng cách từ mép ngoài bê tông đến trục tâm cốt thép là:

$$a = (A_{s1} \cdot a_1 + A_{s2} \cdot a_2) / (A_{s1} + A_{s2}) = 76 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Chiều cao làm việc thực tế của tiết diện là:

$$h_{ot} = 700 - 76 = 624 \text{ mm} > h_o = 620 \text{ mm} \text{ (thỏa mãn)}$$

b. Xét tiết diện giữa nhịp:

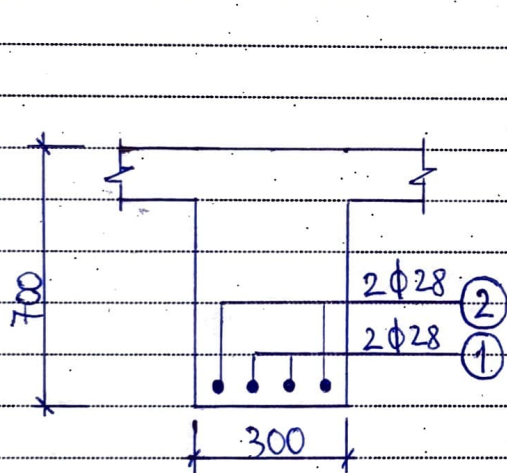
- Với cốt thép chịu mô-men dương đặt 1 lớp, chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ 30 mm

$$h_{ot} = 700 - 30 - 0,5 \times 28 = 656 \text{ mm} > h_o = 655 \text{ mm} \text{ (thỏa mãn)}$$

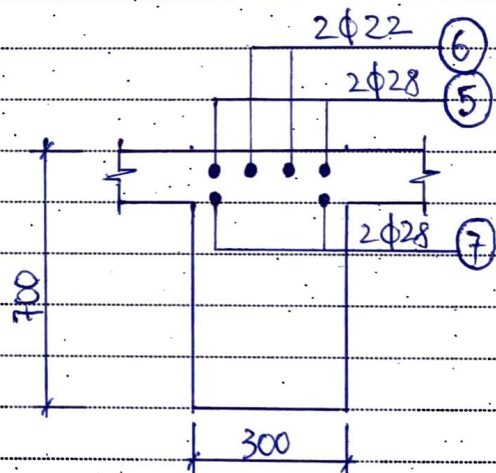
c. Kiểm tra khoảng hở giữa các thanh thép:

$$t = 300 - 2 \times 30 - 2 \times 28 - 2 \times 28 = 43 > 30 \text{ mm} \text{ (thỏa mãn)}$$

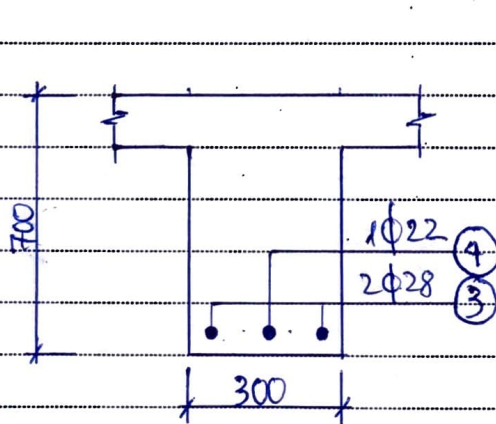
3



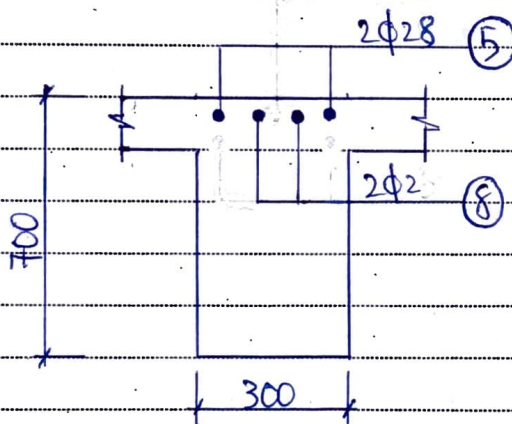
NHIP BIÊN



GỖI B



NHIP GIỮA



GỖI C

5. Tính cốt thép đai dầm chính.

- Vật liệu sử dụng:
- Bê tông cấp độ bền chịu nén B20 có $R_b = 11,5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 0,9 \text{ Mpa}$.
- Cốt thép đai nhóm CB-240T có $R_{sw} = 170 \text{ Mpa}$.
- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 656$
- Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$Q_{\max} = 260,64 \text{ kN} < 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \times 11,5 \times 300 \times 656 / 1000 = 678,96 \text{ kN}$$

$\Rightarrow$ Bụng dầm thỏa mãn điều kiện chịu ứng suất nén chính.

- Khả năng chịu lực của bê tông:

$$Q_{b\min} = 0,5 \times R_{bt} \times b \cdot h_0 = 0,5 \times 0,9 \times 300 \times 656 / 1000 = 88,56 \text{ (kN)}$$

* Xét tiết diện bên phải gối A, có giá trị lực cắt lớn nhất là:

$$Q = 159,46 \text{ kN} > Q_{b\min}$$

$\Rightarrow$ Cần bố trí cốt đai chịu lực cắt.

- Khoảng cách lớn nhất giữa các thanh cốt đai theo điều kiện cấu tạo.

$$S_{ct} \leq \min(0,5 h_0; 300 \text{ mm}) = \min(0,5 \times 656; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

- Khoảng cách lớn nhất giữa các thanh cốt đai theo điều kiện chịu lực.

$$S_{\max} = \frac{R_{bt} \times b \times h_0^2}{Q} = \frac{0,9 \times 300 \times 656^2}{159460} = 729 \text{ mm}$$

- Khoảng cách từ gối tựa đến điểm đặt lực tập trung: $a = L_c / 3 = 2500 \text{ mm}$

- Tính khả năng chịu cắt của bê tông:

$$Q_{b,1} = \frac{1,25 \times R_{bt} \times b \times h_0^2}{a} = \frac{1,25 \times 0,9 \times 300 \times 656^2}{2500 \times 1000} = 58,095 \text{ (kN)}$$

$$Q_{b,1} < Q_{b\min} \Rightarrow \text{Chọn: } Q_{b,1} = 88,56 \text{ (kN)}$$

- Tính khả năng chịu cắt do cốt đai:

$$Q_{sw,1} = Q - Q_{b,1} = 159,46 - 88,56 = 70,9 \text{ kN}$$

- Ta có: $a \geq 2,5 h_0 \Rightarrow q_{sw} = Q_{sw,1} / (1,5 h_0)$

$$= \frac{70,9 \times 1000}{1,5 \times 656} = 72,05 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw\min} = 0,25 \cdot R_{bt} \cdot b = 0,25 \times 0,9 \times 300 = 67,5 \text{ N/mm}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn } q_{sw} = 72,05 \text{ N/mm}$$

- Chọn trực cốt đai 2 nhánh: $\phi 8$

$\Rightarrow$ Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0,25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \phi_w^2 = 0,25 \times 2 \times 3,14 \times 8^2 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$\Rightarrow$ Khoảng cách tính toán giữa các thanh cốt đai là:

$$S_{tt} = \frac{R_{sw} \times A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{170 \times 100,48}{72,05} = 237,08 \text{ mm}$$

Vậy ta chọn bố trí cốt đai $\phi 8$ a 230 có $q_{sw} = 74,27 \text{ N/mm}$.

* Xét tiết diện bên trái gối B, có giá trị lực cắt lớn nhất là:

$$Q = 260,64 \text{ kN} > Q_{b\min}$$

$\Rightarrow$ Cần bố trí cốt đai chịu lực cắt

- Khoảng cách lớn nhất giữa các thanh cốt đai theo điều kiện chịu lực:

$$S_{\max} = \frac{R_{bt} \times b \times h_0^2}{Q} = \frac{0,9 \times 300 \times 624^2}{260,64 \times 10^3} = 403,36 \text{ mm}$$

- Khoảng cách giữa các thanh cốt đai theo điều kiện cấu tạo:

$$S_{ct} \leq \min(0,5 \cdot h_0; 300 \text{ mm}) = \min(0,5 \times 624; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

- Khoảng cách từ gối tựa đến điểm đặt lực tập trung: $a = L_c/3 = 2500 \text{ mm}$

- Tính khả năng chịu cắt của bê tông:

$$Q_{b,1} = \frac{1,25 \times R_{bt} \times b \times h_0^2}{a} = \frac{1,25 \times 0,9 \times 300 \times 624^2}{2500 \times 10^3} = 52,56 \text{ kN}$$

$$Q_{b,1} < Q_{b\min} \Rightarrow \text{Chọn: } Q_{b,1} = 88,56 \text{ kN}$$

- Tính khả năng chịu cắt do cốt đai:

$$Q_{sw,1} = Q - Q_{b,1} = 260,64 - 88,56 = 172,08 \text{ kN}$$

- Ta có: $a \geq 2,5 \cdot h_0 \Rightarrow q_{sw} = Q_{sw,1} / (1,5 \cdot h_0)$

$$= \frac{172,08 \times 10^3}{1,5 \times 624} = 183,85 \text{ N/mm}$$

$$\Rightarrow q_{sw\min} = 0,25 \cdot R_{bt} \cdot b = 0,25 \times 0,9 \times 300 = 67,5 \text{ N/mm}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn } q_{sw} = 183,85 \text{ N/mm}$$

- Chọn trước cốt đai 2 nhánh: $\Phi 10$

$\Rightarrow$ Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0,25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \Phi_w^2 = 0,25 \times 2 \times 3,14 \times 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$\Rightarrow$ Khoảng cách tính toán giữa các thanh cốt đai là:

$$S_{tt} = \frac{R_{sw} \times A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{170 \times 157}{183,85} = 145,17 \text{ mm}$$

Vậy ta chọn bố trí cốt đai $\Phi 10$ a 140 có $q_{sw} = 190,64 \text{ N/mm}$

* Xét tiết diện bên phải gối B, có giá trị lực cắt lớn nhất là:

$$Q = 239,46 \text{ kN} > Q_{b\min}$$

- Bố trí cốt đai giống tiết diện bên trái gối B: $\Phi 10$ a 140 có $q_{sw} = 190,64 \text{ N/mm}$

* Xét tiết diện bên trái gối C, có giá trị lực cắt lớn nhất là:

$$Q = 214,25 \text{ kN} > Q_{b\min}$$

- Bố trí cốt đai giống tiết diện bên trái gối B: $\Phi 10$ a 140 có $q_{sw} = 190,64 \text{ N/mm}$

* Tại các tiết diện giữa nhịp ta bố trí cốt đai $\Phi 8$ a 300 có $q_{sw} = 56,94 \text{ N/mm}$

6. Tính cốt treo

- Cốt thép dùng làm cốt treo nhôm CB-240T có $R_{sw} = 170 \text{ Mpa}$
- Chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = 656 \text{ mm}$
- Lực tập trung do dầm phụ truyền vào dầm chính:

$$P_1 = P + G_1 = 118,8 + 67,995 = 186,795 \text{ kN}$$

- Cốt treo được bố trí dưới dầm cột đầu, diện tích tiết diện cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} = \frac{P_1 \cdot (1 - \frac{h_s}{h_0})}{R_{sw}} = \frac{186,795 \times 10^3 \times (1 - 156/656)}{170} = 837,5 \text{ mm}^2$$

Trong đó: $h_s = h_{de} - h_{dp} = 656 - 500 = 156 \text{ (mm)}$

$\Rightarrow$ Chọn cốt đai 2 nhánh $\phi 10$

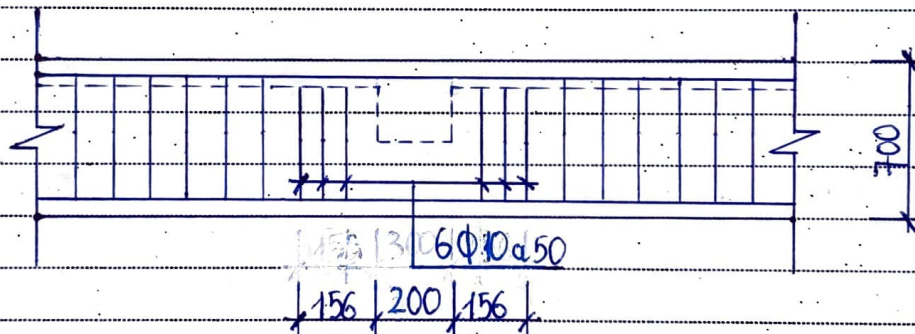
$\Rightarrow$ Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$a_{sw} = 0,25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \phi_w^2 = 0,25 \times 2 \times 3,14 \times 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$\Rightarrow$ Số lượng cốt đai cần thiết:

$$n = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{837,5}{157} = 5,33$$

Vậy ta chọn bố trí 6 $\phi 10 \alpha 50$, bố trí đều 2 bên dầm mép dầm phụ.



7. Tính và vẽ hình bao vật liệu.

7.1 Tính toán khả năng chịu lực

a. Xét tải nhịp biên, momen dương, tính toán theo tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén:

- Bề rộng cánh: $b_f = 2800 \text{ mm}$
- Bố trí cốt thép: $2\phi 28 + 2\phi 28$, có $A_s = 2463 \text{ mm}^2$
- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 656 \text{ mm}$

$\Rightarrow$ Ta tính được các giá trị:

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b_f \cdot h_0} = \frac{260 \times 2463}{11,5 \times 2800 \times 656} = 0,0303 < \xi_R = 0,583$$

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,0303 \times 656 = 19,89 \text{ mm} < h'_f = 90 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Tải trọng hợp đi qua cánh.

$$\xi_g = 1 - 0,5 \xi = 1 - 0,5 \times 0,0303 = 0,985$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s \cdot A_s \cdot \xi_g \cdot h_0 = 260 \times 2463 \times 0,985 \times 656 / 10^6 = 413,72 \text{ (kN.m.)}$$

b. Xét tại gối B, momen âm, tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có: $b \times h = 300 \times 700 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\phi 22 + 2\phi 28 + 2\phi 28$, có $A_s = 3223,3 \text{ mm}^2$
- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 624 \text{ mm}$

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{260 \times 3223,3}{11,5 \times 300 \times 624} = 0,389 < \xi_p = 0,583$$

$$\xi_s = 1 - 0,5 \xi = 1 - 0,5 \times 0,389 = 0,805$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s \cdot A_s \cdot \xi_s \cdot h_0 = 260 \times 3223,3 \times 0,805 \times 624 / 10^6 = 421,16 \text{ kN.m}$$

* Tính toán tương tự cho các tiết diện khác của dầm chính ta lập được bảng sau:

Tiết diện	Số lượng, đường kính thép	A_s (mm^2)	h_0 (mm)	ξ	ξ_s	M_{td} (kN.m)
Giữa nhịp bên	$2\phi 28 + 2\phi 28$	2463	656	0,0303	0,985	413,72
Cạnh nhịp bên	Cắt $2\phi 28$ còn $2\phi 28$	1231,5	656	0,015	0,992	208,45
Trên gối B	$2\phi 22 + 2\phi 28 + 2\phi 28$	3223,3	624	0,389	0,805	421,16
Cạnh gối B	Cắt $2\phi 28$ còn $2\phi 22 + 2\phi 28$	1991,8	646	0,232	0,884	295,68
Cạnh gối B	Cắt $2\phi 22$ còn $2\phi 28$	1231,5	646	0,144	0,928	191,98
Giữa nhịp 2	$2\phi 28 + 1\phi 22$	1611,6	656	0,0198	0,99	272,15
Cạnh nhịp 2	Cắt $1\phi 22$ còn $2\phi 28$	1231,5	656	0,015	0,992	208,45
Trên gối C	$2\phi 28 + 2\phi 28$	2463	646	0,287	0,856	354,25
Cạnh gối C	Cắt $2\phi 28$ còn $2\phi 28$	1231,5	646	0,144	0,928	191,98

7.2 Xác định mặt cắt lý thuyết của các thanh:

- Xét tiết diện dầm tại vị trí bên phải gối B:

+ Sau khi cắt cốt thép số 4 ($1\phi 22$) còn lại cốt thép số 3 ($2\phi 28$), khả năng chịu momen của tiết diện là: $M_{td} = 208,45 \text{ kN.m}$.

Biểu đồ bao với liên giao với biểu đồ bao momen tại điểm H, đây là mặt cắt lý thuyết của cốt thép số 4. Dựa vào tính chất các tam giác đồng dạng ta tính được các giá trị:

+ Mặt cắt lý thuyết của cốt thép số 4 cách gối B là: 2393 mm

+ Tại vị trí này cốt đai được bố trí: $\phi 10$ a 140 có $q_{sw} = 190,64 \text{ N/mm}$

+ Giá trị lực cắt tại điểm H là: $Q = (231,29 + 300,25) / 2,5 = 212,616 \text{ kN}$

+ Vị trí này không bố trí cốt xiên nên ta tính được đoạn kéo dài của thanh thép số 4 theo công thức:

$$w_4^T = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5\phi = \frac{212,616 \times 10^3}{2 \times 190,64} + 5 \times 22 = 668 \text{ mm} > 440 = 20\phi$$

$\Rightarrow$ Ta chọn đoạn kéo dài $w_4^T = 668 \text{ mm}$

* Tính toán tương tự cho các tiết diện khác của dầm chính ta lập được bảng sau:

Cột thép	Vị trí một cốt lý thuyết	W (mm)
Cột thép số 4 đầu bên trái (nhịp giữa)	Cách trục B là: 2393 mm	668
Cột thép số 4 đầu bên phải (nhịp giữa)	Cách trục C là: 2196 mm	597
Cột thép số 7 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 624 mm	824
Cột thép số 7 đầu bên phải (gối B)	Cách trục B là: 682 mm	768
Cột thép số 6 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 1021 mm	794
Cột thép số 6 đầu bên phải (gối B)	Cách trục B là: 1230 mm	440
Cột thép số 5 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 2485 mm	560
Cột thép số 2 đầu bên trái (nhịp biên)	Cách trục A là: 1307 mm	1214
Cột thép số 2 đầu bên phải (nhịp biên)	Cách trục B là: 2123 mm	768
Cột thép số 8 đầu bên trái (gối C)	Cách trục C là: 829 mm	702

7.3 Cốt thép cấu tạo:

- Bố trí cốt thép số 9 ($2\phi 14$) có $A_s = 308 \text{ mm}^2 > 0,1\% \cdot b \cdot h_0 = 197 \text{ mm}^2$, làm cốt giới ở nhịp biên, trong dầm dầm không có mô-men âm.
- Do chiều cao tiết diện dầm $h_{dc} = 700 \text{ mm}$ nên cần bố trí thêm $2\phi 14$ làm cốt giới đặt tại vị trí giữa tiết diện dầm và chạy suốt chiều dài dầm để tăng sự ổn định của dầm.

7.4 Neo cốt thép

- Xét tại nhịp biên: Cốt $2\phi 28$ còn $2\phi 28$
 $\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 50% diện tích cốt thép ở giữa nhịp (thỏa mãn).
 Do $Q = 159,46 \text{ kN} > Q_{bmin} = 88,56 \text{ kN}$ nên chiều dài neo cốt thép số 1 vào gối tối thiểu là: $L_{an} = 15\phi = 15 \times 28 = 420 \text{ mm}$.
- Xét tại nhịp 2: Cốt $1\phi 22$ còn $2\phi 28$
 $\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 76,4% diện tích cốt thép ở giữa nhịp (thỏa mãn).
 Chiều dài neo cốt thép số 3 vào gối tối thiểu là:
 $L_{an} = 15\phi = 420 \text{ mm}$.

MẶT CẮT NGANG DẦM CHÍNH

