



SƠ ĐỒ 3 X 3
MẪU ĐỒ ÁN BÊ TÔNG 1



Hồ trợ đồ án BTCT1 uy tín chất lượng - Liên hệ : Facebook/zalo : Phạm Đức Tân (0974533104)

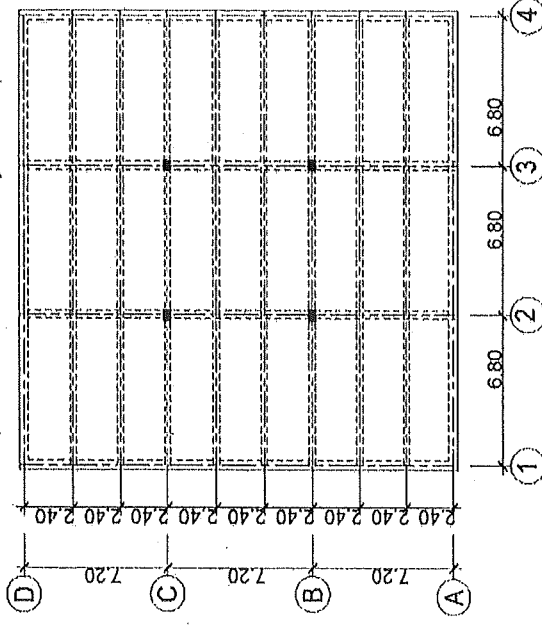
THUYẾT MINH ĐỒ ÁN BÊ TÔNG CỐT THÉP 1

Họ và tên: Phạm Đức Tân - 0974533104

Lớp: MSSV:

I. SỐ LIỆU CHO TRƯỚC

1. Sơ đồ kết cấu sàn



(Đơn vị: m)

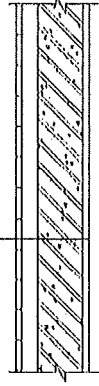
2. Các kích thước đầu vào :

- Kích thước tính từ giữa trục dầm và trục tường: $L_1 = 2.40 \text{ m}$
 $L_2 = 6.80 \text{ m}$
- Tường chịu lực có chiều dày: $b_t = 340 \text{ mm}$
- Tiết diện cột bê tông cốt thép: + Cột giữa: $b_c \times h_c = 300 \times 300 \text{ mm}$

3. Tải trọng tác dụng lên sàn :

- Tĩnh tải: Bao gồm 4 lớp vật liệu cấu tạo sàn như hình vẽ

LỚP GẠCH LÁT DÀY	20 mm
LỚP Vữa LÓT DÀY	20 mm
SÀN BÊ TÔ CỐT THÉP CHU LƯC	80 mm
LỚP Vữa TRÉT TRẦN DÀY	15 mm



CẤU TẠO SÀN

- Hoạt tải tiêu chuẩn: $p^c = 11 \text{ kN/m}^2$

- Hệ số độ tin cậy của tải trọng: $n = 1.2$

4. Vật liệu sử dụng :

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B25

- Cốt thép của cột đai dầm dùng thép nhóm:

- Cốt thép dọc của dầm dùng thép nhóm :

-Cốt thép của bản sàn dùng thép nhóm :

CB-300T

CB-400V

CB-300T

II. TÍNH BÀN

1. Nhận xét :

- Sàn có dầm theo 2 phương. Dầm tại các trục 2,3 là dầm chính.
- Các dầm vuông góc với dầm chính là dầm phụ.
- Kích thước ô bản $L_1 = 2.40 \text{ m}$ $\Rightarrow L_2 > 2.L_1$ nên ta tính toán như bản làm việc 1 phương
- $L_2 = 6.80 \text{ m}$

2. Chọn sơ bộ kích thước cầu kiện:

2.1. Chọn chiều dày bản sàn:

$$h_b = \frac{D \times L_1}{m} = \frac{1.1 \times 2400}{30 \sim 35} = 75 \sim 88 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Chọn chiều dày bản: $h_b = 80 \text{ mm}$

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:

$$h_{dp} = \frac{1 \times L_2}{m_{dp}} = \frac{1 \times 6800}{12 \sim 16} = 425 \sim 567 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Chọn tiết diện dầm phụ: $h_{dp} = 500 \text{ mm}$
 $b_{dp} = 220 \text{ mm}$

2.3. Chọn tiết diện dầm chính:

- Nhip dầm chính là khoảng cách giữa các cột: $L_{dc} = 7200 \text{ mm}$

$$h_{dc} = \frac{1 \times L_{dc}}{m_{dc}} = \frac{1 \times 7200}{8 \sim 12} = 600 \sim 900 \text{ mm}$$

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

3. Sơ đồ tính bản

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

- Nhip tính toán của bản:

$$+ \text{ Nhip biên: } L_{ob} = 2.4 - 0.5 \times 0.22 - 0.5 \times 0.34 + 0.5 \times 0.08 = 2.160 \text{ m}$$

$$+ \text{ Nhip giữa: } L_o = 2.4 - 0.22 = 2.180 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{ Chênh lệch giữa các nhip: } \frac{2.18 - 2.16}{2.18} \times 100\% = 0.9\% < 10\%$$

4. Tải trọng tính toán

4.1. Tính tải tính toán

STT	Các lớp cấu tạo bản	Chiều dày (mm)	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$	n	Tải trọng tính toán (kN/m ²)
1	- Lớp gạch lát	20	20	1.1	0.44
2	- Lớp vữa lót	20	18	1.3	0.47
3	- Bản BTCT	80	25	1.1	2.20
4	- Lớp vữa trát trần	15	18	1.3	0.35
Tổng cộng					3.46

$$\Rightarrow \text{ Lấy: } g_b = 3.46 \text{ kN/m}^2$$

4.2. Hoạt tải tính toán

- Hoạt tải tiêu chuẩn lấy theo số liệu đầu vào là: 11 kN/m^2

$$\Rightarrow \text{ Hoạt tải tính toán: } p_b = n \times p^c = 1.2 \times 11 = 13.2 \text{ kN/m}^2$$

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

$$q_b = 1 \times (g_b + p_b) = 3.46 + 13.2 = 16.7 \text{ kN/m}$$

5. Sơ đồ tính toán và nội lực bản

* Nhận xét: Bản được tính toán theo sơ đồ dề. Do chênh lệch chiều dài các nhip 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:

- Mô men uốn tại nhịp biên và gối thứ 2:

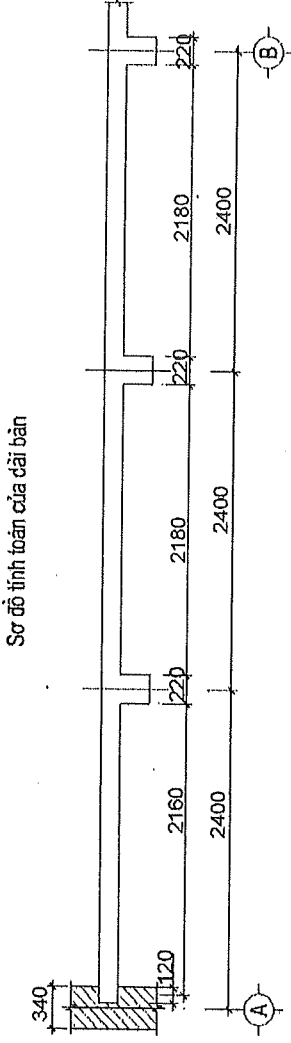
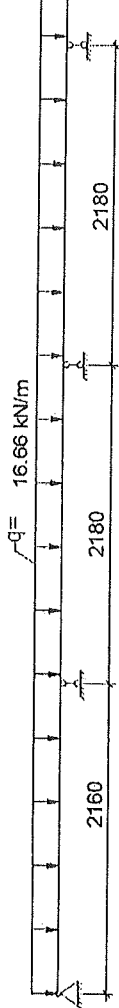
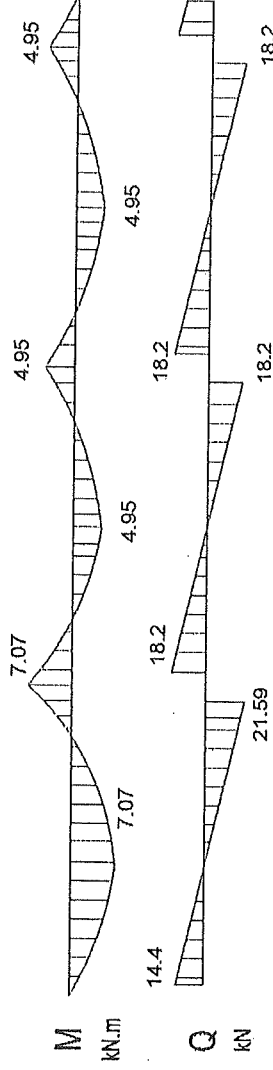
$$M_1 = \pm \left(\frac{q_b \cdot l^2}{11} \right) = \pm \frac{16.7 \times 2.16 \times 2.16}{11} = \pm 7.07 \text{ kNm}$$

- Moment uốn tại nhịp giữa và gối giữa:

$$M_2 = \pm \left(\frac{q_b \cdot l^2}{16} \right) = \pm \frac{16.7 \times 2.18 \times 2.18}{16} = \pm 4.95 \text{ kNm}$$

- Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$Q_{\max} = 0.6 \times q_b \times L_{cb} = 0.6 \times 16.7 \times 2.16 = 21.59 \text{ kN}$$



6. Tính cốt thép bản

* Vật liệu sử dụng:

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B25 có $R_b = 14.5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 1.05 \text{ Mpa}$

- Cốt thép nhóm CB-300T có $R_s = 260 \text{ Mpa}$

- Tính nội lực theo sơ đồ dầm, hệ số hạn chế vùng nén $\alpha_f = 0.255$

- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{\min} = 0.05\%$

- Chọn $a = 15 \text{ mm}$

=> Tính được chiều cao làm việc của tiết diện bản:

$$h_0 = h_b - a = 80 - 15 = 65 \text{ mm}$$

6.1. Tính cốt thép tại gối biên và nhịp biên

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{7.07 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 65 \times 65} = 0.12 < 0.255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.939$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{7.07 \times 10^6}{260 \times 0.939 \times 65} = 445 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{445 \times 100\%}{1000 \times 65} = 0.69\% > 0.05\% = \mu_{\min}$$

=> Chọn thép: Ø8a110 (mm) Có As = 457 mm²

6.2. Tính cốt thép tại gối giữa và nhịp giữa

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{4.95 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 65 \times 65} = 0.08 < 0.255 = \alpha_{pl}$$

$$\xi = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.96$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{4.95 \times 10^6}{260 \times 0.96 \times 65} = 306 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{306 \times 100\%}{1000 \times 65} = 0.47\% > 0.05\% = \mu_{\min}$$

=> Chọn thép: Ø8a160 (mm) Có As = 314 mm²

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

$$h_{\alpha} = 80 - 10 - 0.5 \times 8 = 66 \text{ mm} > h_0 = 65 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

6.3. Bố trí cốt thép chịu mômen

a. Thép dọc chịu mômen âm

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

$$L_v = v \cdot L_0 = 0.333 \times 2.18 \times 1000 = 727 \text{ mm} \quad , \text{ Chọn } L_v = 730 \text{ mm}$$

6.4. Cốt thép cấu tạo

a. Cốt thép chịu mômen âm đặt theo phương vuông góc với dầm chính:

$$A_{sd} \geq 50\% \text{ diện tích cốt thép chịu mômen âm ở vùng giữa dầm phụ} \\ \geq 0.5 \times 306 = 153.0 \text{ mm}^2$$

Đồng thời không ít hơn 5 thanh Ø6 trên 1m dài.

Vậy ta chọn : Ø6a180 có diện tích cốt thép trên 1m dài là: $A_{s\alpha} = 157 \text{ mm}^2$

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

$$L_v = \frac{1}{4} \times L_0 = \frac{1}{4} \times 2.18 \times 1000 = 545 \text{ mm} \quad , \text{ Chọn } L_v = 550 \text{ mm}$$

b. Cốt thép cấu tạo được bố trí vuông góc với cốt thép chịu lực:

- Cốt thép cấu tạo đặt vuông góc với cốt thép chịu mômen dương:

+ Ta có: $L1 = 2.40 \text{ m} \Rightarrow 2.L1 < L2 \leq 3.L1$

$$L2 = 6.80 \text{ m}$$

$$\Rightarrow A_{sd} \geq 30\% \text{ diện tích cốt thép tính toán tại giữa nhịp biên}$$

$$\geq 0.3 \times 445 = 133.5 \text{ mm}^2$$

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

Vậy ta chọn : Ø6a200 có diện tích cốt thép trên 1m dài là: $A_{s\alpha} = 141 \text{ mm}^2$

c. Cốt thép cấu tạo được bố trí vuông góc với mép tường tại nhịp biên

- Tại vị trí sàn liên kết với tường vẫn tồn tại một mômen âm có giá trị nhỏ, không được kể đến trong tính toán, do đó cần bố trí thép cấu tạo Ø6a200 để chịu mômen này.

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

$$L_v = \frac{1}{6} \times L_{0b} = \frac{1}{6} \times 2.16 \times 1000 = 360 \text{ mm} \quad , \text{ Chọn } L_v = 360 \text{ mm}$$

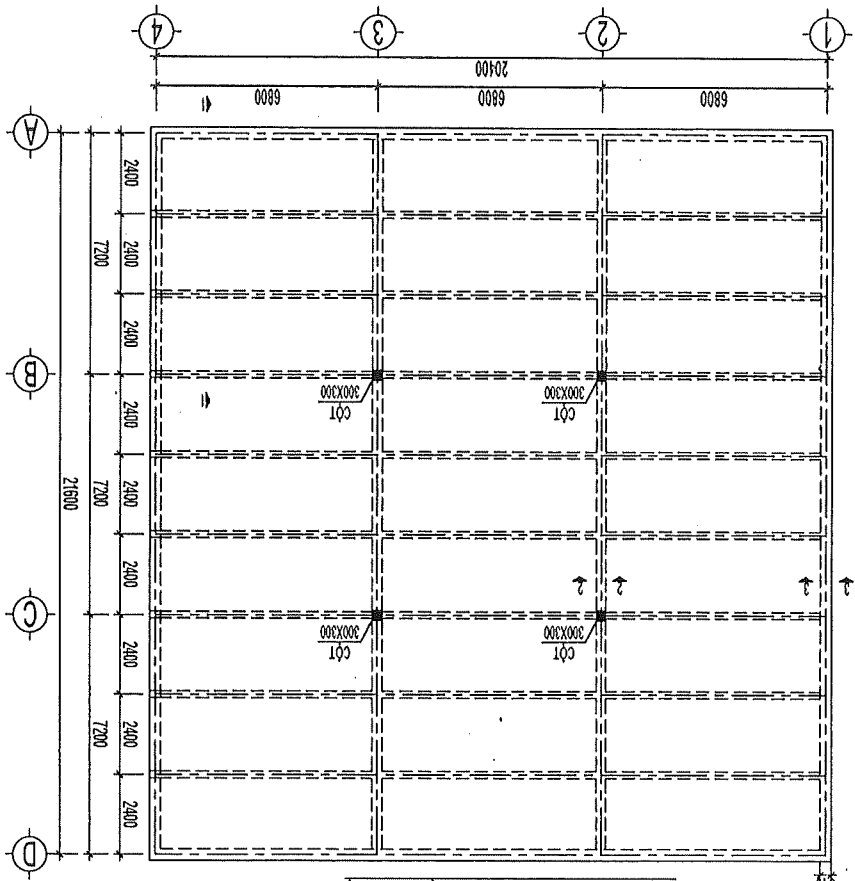
7. Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông:

- Ta có: $Q_{\max} = 21.59 \text{ kN}$

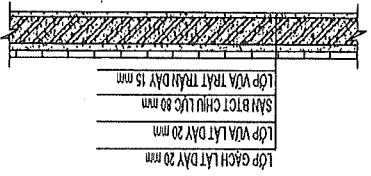
$$Q_{b\min} = 0.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0.5 \times 1.05 \times 1000 \times 65 = 34125 \text{ N} = 34.13 \text{ kN} > Q_{\max}$$

=> Bê tông đủ khả năng chịu lực cắt, không cần bố trí cốt đai trong bản.

TÊN C/KIỆN	SỐ HIỆU	HÌNH DẠNG - KÍCH THƯỚC	ĐƯỜNG KÍNH (mm)	CHIỀU DÀI 1 THANH (mm)	SỐ LƯỢNG C/KIỆN 1 T.BỘ	TỔNG CHIỀU DÀI (m)	TỔNG T.LƯỢNG (kg)
1	60	2280	60	2400	354	2073.78	335.24
2	60	16740	60	16860	123	2073.78	818.28
3	70	1680	70	1820	1092	1987.44	784.21
5	70	460	70	600	396	237.6	52.74
6	50	20180	50	20280	167	3386.76	751.70
7	70	1400	70	1540	234	360.36	79.98
8	50	21380	50	21480	16	343.68	76.28

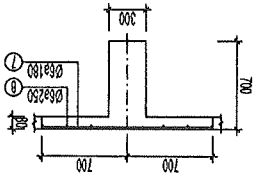


MẶT BẰNG KẾT CẤU SÀN(TL:1/150)

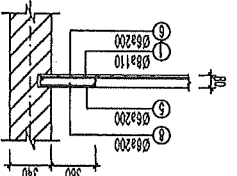


CẦU TẠO SÀN(TL:1/15)

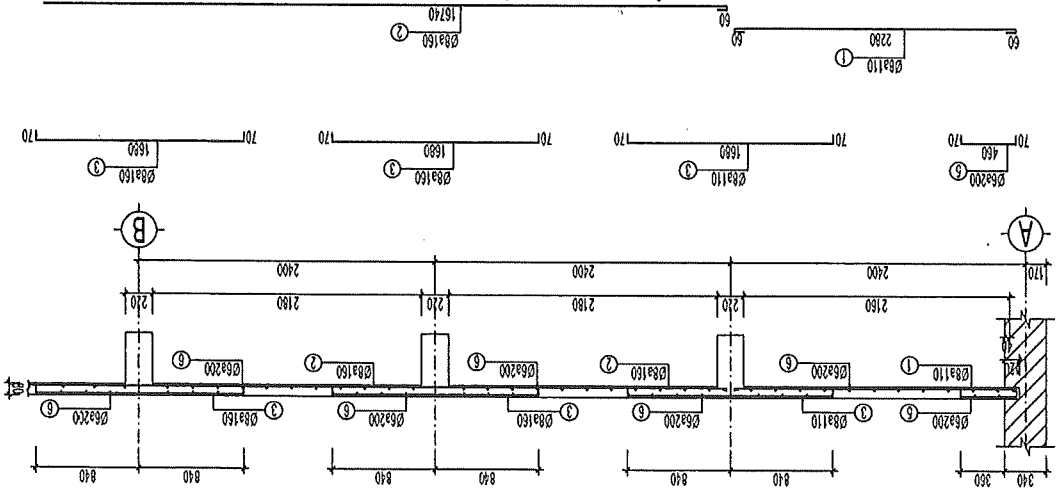
MẶT CẮT SÀN 2-2 (TL:1/40)



MẶT CẮT SÀN 3-3 (TL:1/40)



KHAI TRIỂN THÉP MẶT CẮT SÀN 1-1(TL:1/40)



TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG	BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP	GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN	PHẠM ĐỨC TÂN
SAN SƯỜN CỎ BÀN LOẠI DẠM	ĐỒ ÁN BÊ TÔNG CỐT THÉP 1	SSSV	LỚP
0974533104			

*GHI CHÚ:
-BÊ TÔNG CẤP CỘ ĐỀ H B25 ; R_{yk} = 14,5 MPa ; R_{yk} = 1,05 MPa
-THÉP SÀN (THÉP < < Ø10) NHÓM CB-300T

CẦU KIỆN	BẦY SẦY	34.92	2898	82.99
THỂ TÍCH BÊ TÔNG (m ³)	KHỐI LƯỢNG BÊ TÔNG (kg)	THỂ TÍCH CỐT THÉP (kg)	KHỐI LƯỢNG CỐT THÉP (kg)	THỂ TÍCH BÊ TÔNG (m ³)
82.99	82.99	82.99	82.99	82.99

CHỈ TIÊU SỬ DỤNG VẬT LIỆU

III. TÍNH DẦM PHỤ

1. Sơ đồ tính

- Dầm phụ là dầm liên tục 3 nhịp đối xứng. Xét 1 nửa bên trái dầm
- Tiết diện dầm phụ: $b \times h = 220 \times 500 \text{ mm}$
- Dầm gối lên tường 1 đoạn $S_d = 220 \text{ mm}$
- Nội lực dầm phụ được tính theo sơ đồ dề

- Ta có: $C_d = \min\left(\frac{S_d \cdot L_2}{2 \cdot 40}\right) = \min(220/2; 6800/40) = 110 \text{ mm}$

- Nhịp tính toán của dầm phụ

+ Nhịp biên:

$$L_{pb} = L_2 - \frac{b_p}{2} - \frac{b_c}{2} + C_d = 6.8 - 0.5 \times 0.3 - 0.5 \times 0.34 + 0.11 = 6.59 \text{ m}$$

+ Nhịp giữa:

$$L_p = L_2 - b_{oc} = 6.8 - 0.3 = 6.50 \text{ m}$$

=> Chênh lệch giữa các nhịp: $\frac{6.59 - 6.5}{6.59} \times 100\% = 1.4\% < 10\%$

2. Tải trọng tính toán

2.1 Tính tải tính toán

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

$$g_{dp} = b_{dp} \cdot (h_{dp} - h_c) \cdot \gamma_c = 0.22 \times (0.5 - 0.08) \times 25 \times 1.1 = 2.54 \text{ kN/m}$$

- Tải truyền từ bản:

$$g_b \cdot L_1 = 3.46 \times 2.4 = 8.30 \text{ kN/m}$$

=> Tính tải toàn phần tác dụng lên dầm phụ:

$$g_p = g_{dp} + g_b \cdot L_1 = 2.54 + 8.3 = 10.84 \text{ kN/m}$$

2.2 Hoạt tải tính toán

- Hoạt tải truyền từ bản:

$$p_p = p_b \cdot L_1 = 13.2 \times 2.4 = 31.68 \text{ kN/m}$$

Vậy tải trọng toàn phần (gồm tính tải và hoạt tải) tác dụng lên dầm phụ là:

$$q_p = g_p + p_p = 10.84 + 31.68 = 42.52 \text{ kN/m}$$

Tỷ số: $\frac{p_p}{g_p} = \frac{31.68}{10.84} = 2.92$

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:

$$M^+ = \beta_1 \cdot q_p \cdot L_p^2 = \beta_1 \times 42.5 \times 6.59^2 = \beta_1 \times 1846.56 \text{ kNm}$$

+ Tại nhịp giữa:

$$M^+ = \beta_2 \cdot q_p \cdot L_p^2 = \beta_2 \times 42.5 \times 6.5^2 = \beta_2 \times 1796.47 \text{ kNm}$$

- Tung độ hình bao mô-men nhánh âm:

+ Tại nhịp biên:

$$M^- = \beta_2 \cdot q_p \cdot L_p^2 = \beta_2 \times 42.5 \times 6.59^2 = \beta_2 \times 1846.56 \text{ kNm}$$

+ Tại nhịp giữa:

$$M^- = \beta_2 \cdot q_p \cdot L_p^2 = \beta_2 \times 42.5 \times 6.5^2 = \beta_2 \times 1796.47 \text{ kNm}$$

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		120.03	
2	0.0900		166.19	

0.425L	0.0910		168.04	
3	0.0720		132.95	
4	0.0200		36.93	
Gối 2-tđ 5		-0.0715		-132.03
Nhịp 2				
6	0.0180	-0.0347	32.34	-62.32
7	0.0580	-0.0154	104.20	-27.63
0.5L	0.0625		112.28	

+ Tiết diện có mô-men âm bằng 0 tại nhịp biến cách bên trái gối thứ 2 một đoạn:

$$x_1 = k \cdot L_{pb} = 0.283 \times 6.59 \times 1000 = 1865 \text{ mm}$$

+ Tiết diện có mô-men dương bằng 0 tại nhịp biến cách gối thứ 2 một đoạn:

$$x_2 = 0.15L_{pb} = 989 \text{ mm}$$

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

$$x_3 = 0.15L_p = 975 \text{ mm}$$

3.2. Biểu đồ bao lực cắt lực cắt

- Lực cắt tại gối 1

$$Q_1 = 0.4 q_p L_{pb} = 0.4 \times 42.5 \times 6.59 = 112.03 \text{ kN}$$

- Lực cắt tại gối 2 - bên trái

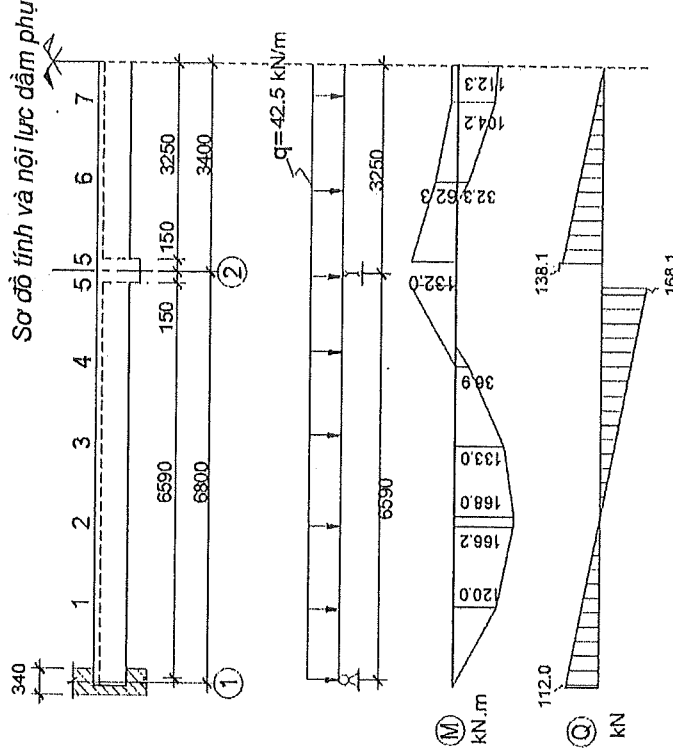
$$Q_2^T = 0.6 q_p L_{pb} = 0.6 \times 42.5 \times 6.59 = 168.05 \text{ kN}$$

- Lực cắt tại gối 2 - bên phải

$$Q_2^P = 0.5 q_p L_p = 0.5 \times 42.5 \times 6.5 = 138.13 \text{ kN}$$

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

$$x_4 = L_{pb} \times Q_1 / (Q_1 + Q_2^T) = 6590 \times 112.03 / (112.03 + 168.05) = 2636 \text{ mm}$$



4. Tính cốt thép dọc dầm phụ

* Vật liệu sử dụng:

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B25 có $R_b = 14.5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 1.05 \text{ Mpa}$

- Cốt thép dọc nhóm CB-400V có $R_s = 350 \text{ Mpa}$

- Tính nội lực theo sơ đồ dầm, hệ số hạn chế vùng nén $\alpha_{pl} = 0.255$

- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{min} = 0.05\%$

- Chọn $a = 40 \text{ mm}$ tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm phụ:

$$h_0 = h_{dp} - a = 460 \text{ mm}$$

4.1. Tính toán với mô-men âm

* Tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có: $b \times h = 220 \times 500 \text{ mm}$

- Tại gối 2 có $M^* = -132.03 \text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{132.03 \times 10^6}{14.5 \times 220 \times 460 \times 460} = 0.196 < 0.255 = \alpha_{pl}$$

$$\zeta = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.890$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{132.03 \times 10^6}{350 \times 0.89 \times 460} = 921 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{921 \times 100\%}{220 \times 460} = 0.91\% > 0.05\% = \mu_{min}$$

4.2. Tính toán với mô-men dương

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

$$6h_f' = 6 \times 80 = 480 \text{ mm}$$

$$L_0/2 = 0.5 \times 2180 = 1090 \text{ mm}$$

$$L_p/6 = 6500/6 = 1083 \text{ mm}$$

- Do $h_f' = 80 > 50 \text{ mm} = 0.1x_{h_{dp}}$ nên độ vược của cánh S_f được xác định như sau:

$$S_f = \min(1090; 1083) = 1083 \text{ mm}$$

=> Bề rộng cánh:

$$b_f' = b + 2S_f = 220 + 2 \times 1083 = 2386 \text{ mm}$$

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

$$M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h_f' (h_0 - 0.5h_f') = 14.5 \times 2386 \times 80 \times (460 - 0.5 \times 80)/10^6 = 1162.5 \text{ kN.m}$$

Ta có: $M_{max}^* = 168.0 \text{ kN.m} < 1162.5 \text{ kN.m}$

=> Trục trung hòa đi qua cánh, tính toán như tiết diện hình chữ nhật có kích thước $2386 \times 500 \text{ mm}$

- Tại nhịp biên có $M_{max}^* = 168.0 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{168.04 \times 10^6}{14.5 \times 2386 \times 460 \times 460} = 0.023 < 0.255 = \alpha_{pl}$$

$$\zeta = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.988$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{168.04 \times 10^6}{350 \times 0.988 \times 460} = 1056 \text{ mm}^2$$

+ Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{1056 \times 100\%}{220 \times 460} = 1.04\% > 0.05\% = \mu_{min}$$

- Tại nhịp 2 và nhịp giữa có $M_{max}^* = 112.3 \text{ kN.m}$

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

$$\alpha_m = 0.015 \quad A_s = 705.9 \text{ mm}^2$$

$$\zeta = 0.992 \quad \mu = 0.70\% > 0.05\% = \mu_{min}$$

4.3. Chọn và bố trí cốt thép dọc dầm phụ

Tiết diện	Nhịp biên	Gối 2	Nhịp 2
A_s tính toán	1056 mm ²	921 mm ²	706 mm ²
Chọn thép	2Ø22 + 1Ø20	2Ø20 + 1Ø20	2Ø16 + 1Ø20
A_s bố trí	1074 mm ²	942 mm ²	716 mm ²

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

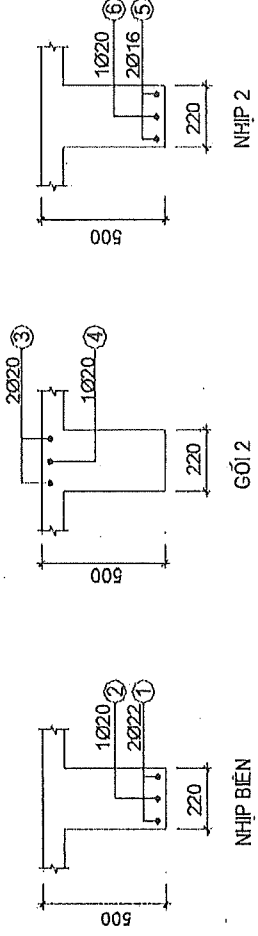
- Chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép là: 25 mm

$$h_{\text{eff}} = 500 - 25 - 0.5 \times 22 = 464 \text{ mm} > h_0 = 460 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

* Kiểm tra khoảng hở giữa các thanh thép:

$$t = \frac{220 - 2 \times 25 - 2 \times 22 - 1 \times 20}{2} = 53 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

Mặt cắt bố trí cốt thép dọc dầm phụ



NHỊP BIÊN

GỐI 2

NHỊP 2

5. Tính cốt thép đai dầm phụ

- Vật liệu sử dụng:

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B25 có $R_b = 14.5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 1.05 \text{ Mpa}$

- Cốt thép dọc nhóm CB-300T có $R_{sw} = 210 \text{ Mpa}$

- Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$Q_{\text{max}} = 168.05 \text{ kN} < 0.3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0.3 \times 14.5 \times 220 \times 464 / 1000 = 444.05 \text{ kN}$$

=> Bụng dầm thỏa mãn điều kiện chịu ứng suất nén chính

- Khả năng chịu lực cắt của bê tông:

$$Q_{b\text{min}} = 0.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0.5 \times 1.05 \times 220 \times 464 / 1000 = 53.59 \text{ kN} < Q_{\text{max}}$$

=> Cần tính toán cốt đai chịu lực cắt

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

$$\frac{1.05 \times 220 \times 464^2}{168050} = 296 \text{ mm}$$

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

$$S_d \leq \min(0.5h_0; 300 \text{ mm}) = \min(0.5 \times 464; 300 \text{ mm}) = 232 \text{ mm}$$

- Chọn trước cốt đai 2 nhánh Ø8 a150

=> Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0.25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \phi^2_w = 0.25 \times 2 \times 3.14 \times 8^2 = 100.48 \text{ mm}^2$$

$$\frac{210 \times 100.48}{150} = 140.7 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw\text{min}} = 0.25 R_{bt} \cdot b = 0.25 \times 1.05 \times 220 = 57.8 \text{ N/mm}$$

=> $q_{sw} > q_{sw\text{min}}$ => Cốt đai chọn trước thỏa mãn các điều kiện cấu tạo

- Tính toán các giá trị:

$$q_1 = q_p - 0.5 p_p = 42.52 - 0.5 \times 31.68 = 26.68 \text{ kN/m}$$

$$Q_u(0) = 2.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 + 0.75 q_{sw} \cdot h_0$$

$$= (2.5 \times 1.05 \times 220 \times 464 + 0.75 \times 140.7 \times 464) / 1000$$

$$= 316.92 \text{ kN}$$

$$Q_u(h_0) = 1.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 + 0.75 q_{sw} \cdot h_0 + q_1 \cdot h_0$$

$$= (1.5 \times 1.05 \times 220 \times 464 + 0.75 \times 140.7 \times 464 + 26.68 \times 464) / 1000$$

$$= 222.12 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u(2h_0) &= 0.75 \times R_{bt} \times b \times h_0 + 1.5 q_{sw} \cdot h_0 + 2 q_1 \cdot h_0 \\
 &= (0.75 \times 1.05 \times 220 \times 464 + 1.5 \times 140.7 \times 464 + 2 \times 26.68 \times 464) / 1000 \\
 &= 203.07 \text{ kN} \\
 Q_u(3h_0) &= 0.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 + 1.5 q_{sw} \cdot h_0 + 3 q_1 \cdot h_0 \\
 &= (0.5 \times 1.05 \times 220 \times 464 + 1.5 \times 140.7 \times 464 + 3 \times 26.68 \times 464) / 1000 \\
 &= 188.66 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Q_{u,1} = \min[Q_u(0); Q_u(h_0); Q_u(2h_0); Q_u(3h_0)] = 188.66 \text{ kN} > Q_{max}$$

$\Rightarrow$ Thỏa mãn điều kiện chịu cắt tại các điểm giới hạn

$$c_2 = \sqrt{\frac{1.5 R_{bt} \times b \times h_0^2}{q_1}} = \sqrt{\frac{1.5 \times 1.05 \times 220 \times 464^2}{26.68}} = 1672 \text{ mm}$$

$$c_3 = \sqrt{\frac{1.5 R_{bt} \times b \times h_0^2}{0.75 q_{sw} + q_1}} = \sqrt{\frac{1.5 \times 1.05 \times 220 \times 464^2}{0.75 \times 140.7 + 26.68}} = 751 \text{ mm}$$

Ta có: $c_2 \geq 3h_0 = (1672 \geq 1392) \Rightarrow$ Không cần kiểm tra điều kiện chịu lực tại tiết diện c_2

Ta có: $h_0 \leq c_3 \leq 2h_0 = (464 \leq 751 \leq 928)$

$$\begin{aligned}
 Q_u(c_3) &= \sqrt{6 \times R_{bt} \times b \times h_0^2 \times (0.75 \cdot q_{sw} + q_1)} \\
 &= \sqrt{6 \times 1.05 \times 220 \times 464^2 \times (0.75 \times 140.7 + 26.7)} \\
 &= 198635 \text{ N} = 198.64 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$\Rightarrow Q_u(c_3) > Q_{max} \Rightarrow$ Đảm bảo chịu lực tại tiết diện c_3

Vậy ta chọn bố trí cốt đai tại vị trí gần gối tự Ø8 a150 có $q_{sw} = 140.7 \text{ N/mm}$

* Tại vị trí giữa nhịp bố trí đai:

6. Tính và vẽ hình bao vật liệu

6.1. Tính toán khả năng chịu lực

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

- Bề rộng cánh: $b_f = 2386 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\text{Ø}22 + 1\text{Ø}20$, có $A_s = 1074 \text{ mm}^2$

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép dày: $c = 25 \text{ mm}$

- Chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = 500 - 25 - 0.5 \times 22 = 464 \text{ mm}$

$\Rightarrow$ Ta tính được các giá trị:

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b_f h_0} = \frac{350 \times 1074}{14.5 \times 2386 \times 464} = 0.023 < \xi_{pl} = 0.3$$

$$x = \xi_R h_0 = 0.023 \times 464 = 10.67 \text{ mm} < h_f = 80 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$ Trục trung hòa đi qua cánh

$$\zeta = 1 - 0.5\xi = 1 - 0.5 \times 0.023 = 0.989$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s A_s \zeta h_0 = 350 \times 1074 \times 0.989 \times 464 / 10^6 = 172.5 \text{ kN.m}$$

b. Xét tại gối 2, mô-men âm, tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có: $b \times h = 220 \times 500 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\text{Ø}20 + 1\text{Ø}20$, có $A_s = 942 \text{ mm}^2$

- Lớp bê tông bảo vệ cốt thép dày: $c = 25 \text{ mm}$

- Chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = 500 - 25 - 0.5 \times 20 = 465 \text{ mm}$

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_c b h_0} = \frac{350 \times 942}{14.5 \times 220 \times 465} = 0.222 < \xi_{pl} = 0.3$$

$$\zeta = 1 - 0.5\xi = 1 - 0.5 \times 0.222 = 0.889$$

$$\Rightarrow M_{td} = R_s A_s \zeta h_0 = 350 \times 942 \times 0.889 \times 465 / 10^6 = 136.3 \text{ kN.m}$$

* 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	ζ	M_{td} (kN.m)
Giữa nhịp biên	2Ø22 + 1Ø20	1074	464	0.023	0.989	172.5
Cạnh nhịp biên	Cắt 1Ø20 còn 2Ø22	760	464	0.017	0.992	122.4
Trên gối 2	2Ø20 + 1Ø20	942	465	0.222	0.889	136.3
Cạnh gối 2	Cắt 1Ø20 còn 2Ø20	628	465	0.148	0.926	94.6
Giữa nhịp 2	2Ø16 + 1Ø20	716	465	0.016	0.992	115.6
Cạnh nhịp 2	Cắt 1Ø20 còn 2Ø16	402	467	0.009	0.996	65.4

6.2. Xác định mật cốt lý thuyết của các thanh

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

+ Sau khi cắt cốt thép số 4 (1Ø20) còn lại cốt thép số 3 (2Ø20), khả năng chịu mô-men của tiết diện là:

$M_{td} = 94.6 \text{ kN.m}$. Biểu đồ bao vật liệu giao với biểu đồ bao mô-men 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: $x_1 : 697 \text{ mm}$

+ Giá trị lực cắt tại điểm H là: $Q = 108.5 \text{ kN}$

+ Tại vị trí này cốt đai được bố trí Ø8a150 có $q_{sw} = 140.7 \text{ N/mm}$

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

$$W_2^p = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5\phi = \frac{108.5 \times 1000}{2 \times 140.7} + 5 \times 20 = 486 \text{ mm} > 400 = 20\phi$$

$\Rightarrow$ Ta chọn đoạn kéo dài $W_4^p = 490 \text{ mm}$

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

Cốt thép	Vị trí mặt cắt lý thuyết	W (mm)
Cốt thép số 2 đầu bên trái (nhịp biên)	Cách gối 1 là: 1387 mm	400
Cốt thép số 2 đầu bên phải (nhịp biên)	Cách mép trái gối 2 là: 2492 mm	468
Cốt thép số 3 đầu bên trái (gối 2)	Cách mép trái gối 2 là: 1865 mm	626
Cốt thép số 4 đầu bên trái (gối 2)	Cách mép trái gối 2 là: 528 mm	618
Cốt thép số 4 đầu bên phải (gối 2)	Cách mép phải gối 2 là: 697 mm	486
Cốt thép số 6 đầu bên trái (nhịp giữa)	Cách mép phải gối 2 là: 1899 mm	440

6.3. Cốt thép cấu tạo:

- Bố trí cốt thép số 7 (2Ø12) có $A_s = 226 \text{ mm}^2 > 0.1\% b \cdot h_0 = 102 \text{ mm}^2$, làm cốt giá ở nhịp biên, trong đoạn dầm không có mô-men âm.

6.4. Neo cốt thép:

- Xét tại nhịp biên: Cắt 1Ø20 còn 2Ø22

$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 70.76 % diện tích cốt thép ở giữa nhịp (Thỏa mãn)

Do $Q = 112.03 \text{ kN} > Q_{bmin} = 53.59 \text{ kN}$ nên chiều dài neo cốt thép số 1 vào gối 1 tối thiểu là:

$$L_{an} = \max(200, 15\phi) = 330 \text{ mm}$$

- Xét tại nhịp 2: Cắt 1Ø20 còn 2Ø16

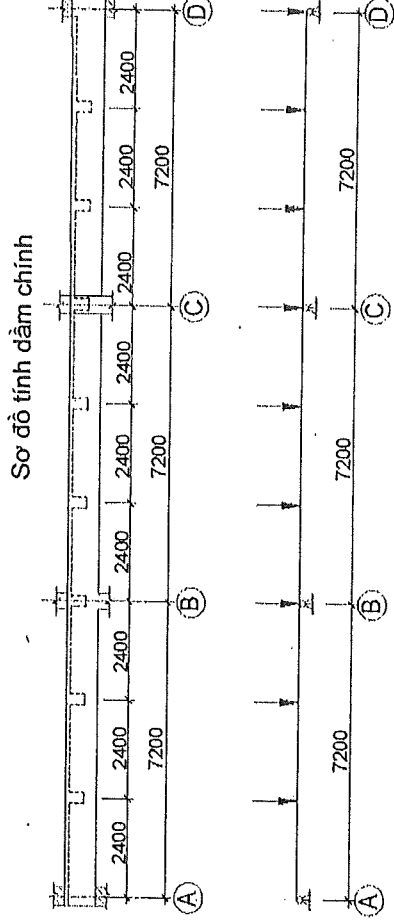
$\Rightarrow$ Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 56.15 % diện tích cốt thép ở giữa nhịp (Thỏa mãn)

Chiều dài neo cốt thép số 2 vào gối tối thiểu là $L_{an} = \max(200, 15\phi) = 240 \text{ mm}$

III. TÍNH DẦM CHÍNH

1. Sơ đồ tính

- Dầm chính là dầm liên tục 3 nhịp đối xứng
- Nội lực dầm chính được tính theo sơ đồ đàn hồi
- Tiết diện dầm chính là: $b \times h = 300 \times 700$ mm
- Tiết diện cột: $b \times h = 300 \times 300$ mm
- Nhịp tính toán của dầm chính: $L_c = 7200$ mm



2. Tải trọng tính toán

- Trọng lượng bản thân dầm chính quy về thành các lực tập trung:
 $G_0 = b_{dc} \cdot (h_{dc} - h_p) \cdot \gamma \cdot n \cdot L_1 = 0.3 \times (0.7 - 0.08) \times 25 \times 1.1 \times 2.4 = 12.3$ kN
- Tải trọng do dầm phụ truyền vào:

$$G_1 = g_{dp} \cdot L_2 = 10.84 \times 6.8 = 73.7 \text{ kN}$$

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

$$G = G_0 + G_1 = 12.3 + 73.7 = 86.0 \text{ kN}$$

- Hoạt tải tác dụng vào dầm chính dưới dạng lực tập trung:

$$P = p_{dp} \cdot L_2 = 31.68 \times 6.8 = 215.4 \text{ kN}$$

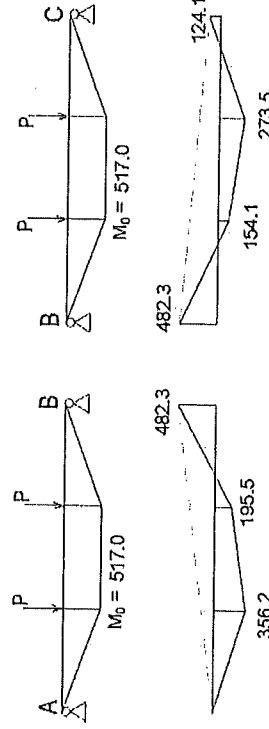
3. Nội lực dầm chính

3.1. Biểu đồ bao Mô-men

- Mô men uốn do tải gây ra được xác định theo công thức:
 $M_G = \alpha \cdot G \cdot L_c = \alpha \times 86 \times 7.2 = \alpha \times 619.2$ kN.m
- Mô men uốn do hoạt tải gây ra được xác định theo công thức:
 $M_{P1} = \alpha \cdot P \cdot L_c = \alpha \times 215.4 \times 7.2 = \alpha \times 1550.9$ kN.m

- Xét 1 trường hợp

- Trong sơ đồ M_{p3} còn thiếu các giá trị mô-men tại các tiết diện 1, 2, 3, 4.
 Lập sơ đồ để tính các giá trị mô-men:



+ Ta có:

$$M_0 = P \cdot L_1 = 215.424 \times 2.4 = 517.0 \text{ kN.m}$$

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

$$M_1 = 517 - 482.3 \times (1/3) = 356.2 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = 517 - 482.3 \times (2/3) = 195.5 \text{ kN.m}$$

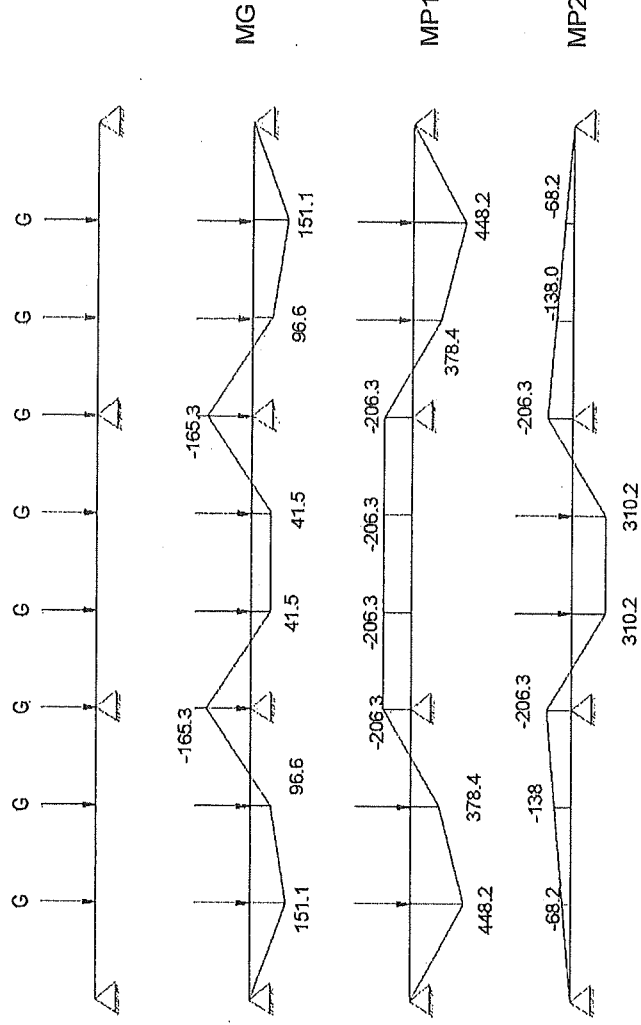
$$M_3 = 517 - (482.3 - 124.1) \times (2/3) - 124.1 = 154.1 \text{ kN.m}$$

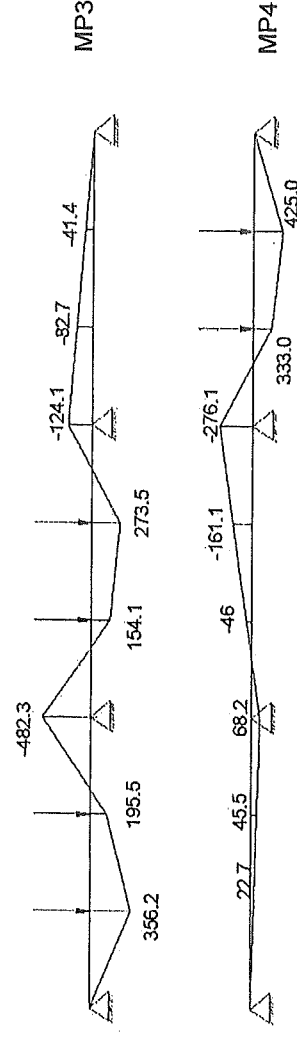
$$M_4 = 517 - (482.3 - 124.1) \times (1/3) - 124.1 = 273.5 \text{ kN.m}$$

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

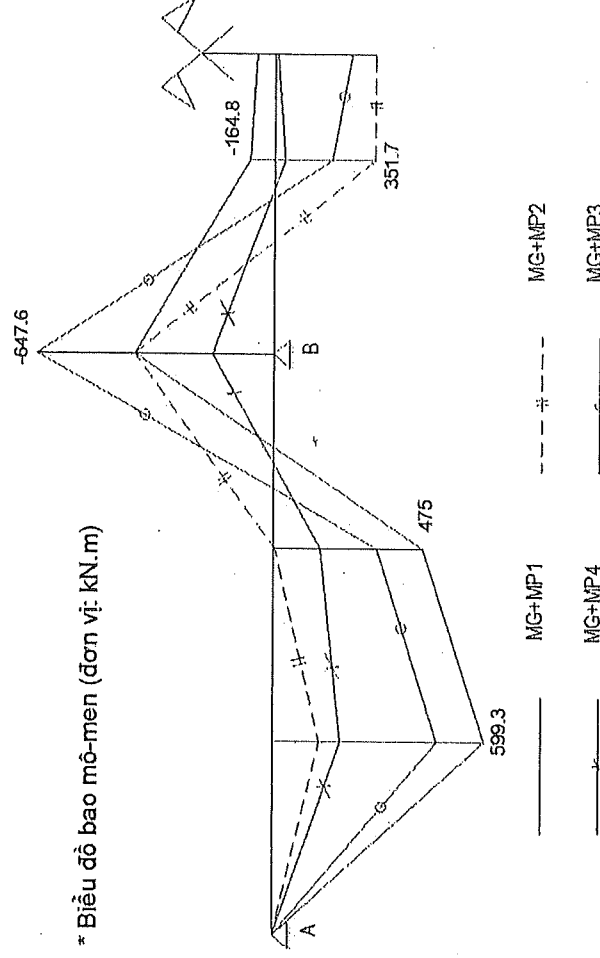
Mô men (kN.m)	Tiết diện 1	Tiết diện 2	Gối B	Tiết diện 3	Tiết diện 4	Gối C
M_G	α	0.244	-0.267	0.067	0.067	-0.267
	M	151.1	-165.3	41.5	41.5	-165.3
M_{P1}	α	0.289	-0.133	-0.133		
	M	448.2	-206.3	-206.3	-206.3	-206.3
M_{P2}	α	-0.044	-0.089	0.2	0.2	
	M	-68.2	-138	310.2	310.2	-206.3
M_{P3}	α		-0.311			-0.08
	M	356.2	-482.3	154.1	273.5	-124.1
M_{P4}	α		0.044			-0.178
	M	22.7	68.2	-45.5	-161.1	-276.1
$M_G + M_{P1}$		599.3	475	-164.8		
$M_G + M_{P2}$		82.9	-41.4	351.7		
$M_G + M_{P3}$		507.3	292.1	195.6		
$M_G + M_{P4}$		173.8	142.1	-4		
M_{min}		82.9	-41.4	-647.6		
M_{max}		599.3	475	351.7		

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

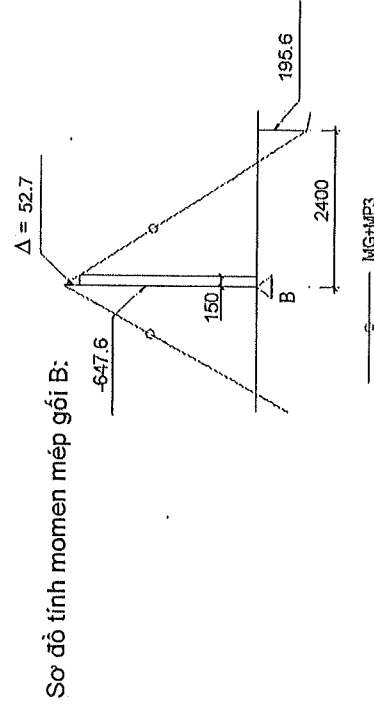




* Biểu đồ bao mô-men (đơn vị: kN.m)



* Nhận xét: Do sự phá hoại dầm 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:



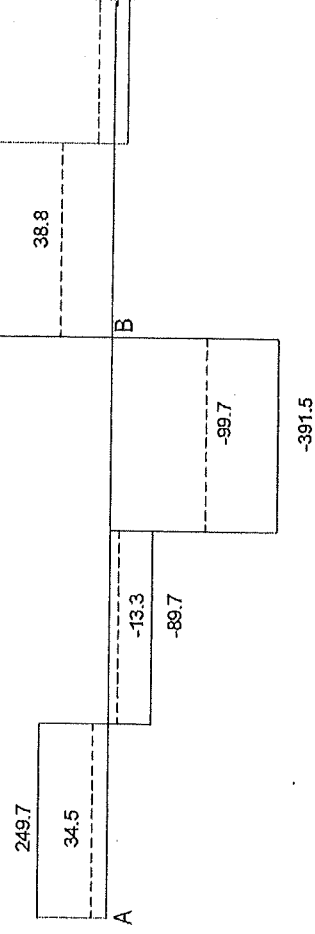
$$M_{mg}^B = - [647.6 - 0.5 \times 0.3 \times (647.6 + 195.6)/2.4] = - 594.9 \text{ kN.m}$$

3.2. Biểu đồ bao lực 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 ta lập được bảng:

Lực cắt (kN)	Bên phải gối A	Giữa nhịp biên	Bên trái gối B	Bên phải gối B
Q_G	63.0	-22.7	-109.1	86.2
Q_{P1}	186.8	-29.1	-243.6	0.0
Q_{P2}	-28.4	-28.4	-28.4	215.2
Q_{P3}	148.4	-67.0	-282.4	265.2
Q_{P4}	9.5	9.5	9.5	-47.4
Q_{min}	34.5	-89.7	-391.5	38.8
Q_{max}	249.7	-13.3	-99.7	351.3

* 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 B25 có $R_b = 14.5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 1.05 \text{ Mpa}$
- Cốt thép dọc nhôm CB-400V có $R_s = 350 \text{ Mpa}$
- Tính nội lực theo sơ đồ đàn hồi, hệ số hạn chế vùng nén $\alpha_R = 0.391$
- Hàm lượng cốt thép tối thiểu $\mu_{min} = 0.05\%$

4.1. Tính toán với mô-men âm

- Chọn $a = 80 \text{ mm}$ tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm chính:

$$h_0 = h_{dc} - a = 620 \text{ mm}$$

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

- Tại mép gối B có $M^- = -594.9 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{594.9 \times 10^6}{14.5 \times 300 \times 620 \times 620} = 0.356 < 0.391 = \alpha_R$$

$$\xi = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.769$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{594.9 \times 10^6}{350 \times 0.769 \times 620} = 3565 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{3565 \times 100\%}{300 \times 620} = 1.92\% > 0.05\% = \mu_{\min}$$

4.2. Tính toán với mô-men dương

- Chọn $a = 60$ mm tính được chiều cao làm việc của tiết diện dầm chính:

$$h_0 = h_{dc} - a = 640 \text{ mm}$$

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

$$6h_f' = 6 \times 80 = 480 \text{ mm}$$

$$L_p/2 = 0.5 \times 6500 = 3250 \text{ mm}$$

$$L_c/6 = 7200/6 = 1200 \text{ mm}$$

- Do $h_f' = 80 > 70$ mm = $0.1x_{dc}$ nên độ vươn của cánh S_f được xác định như sau:

$$S_f = \min(3250; 1200) = 1200 \text{ mm}$$

=> Bề rộng cánh:

$$b_f' = b + 2S_f = 300 + 2 \times 1200 = 2700 \text{ mm}$$

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

$$M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0.5h_f') = 14.5 \times 2700 \times 80 \times (640 - 0.5 \times 80) / 10^6 = 1879.2 \text{ kN.m}$$

Ta có: $M_{\max}^* = 599.3 \text{ kN.m} < 1879.2 \text{ kN.m}$

=> Trục trung hòa đi qua cánh, tính toán như tiết diện hình chữ nhật có kích thước 2700×700 mm

- Tại nhịp biên có $M_{\max}^* = 599.3 \text{ kN.m}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{599.3 \times 10^6}{14.5 \times 2700 \times 640 \times 640} = 0.037 < 0.391 = \alpha_R$$

$$\zeta = 0.5 \times (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.981$$

=> Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{599.3 \times 10^6}{350 \times 0.981 \times 640} = 2727 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép:

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{2727 \times 100\%}{300 \times 640} = 1.42\% > 0.05\% = \mu_{\min}$$

- Tại nhịp giữa có $M_{\max}^* = 351.7 \text{ kN.m}$

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

$$\alpha_m = 0.022 \quad A_s = 1588 \text{ mm}^2$$

$$\zeta = 0.989 \quad \mu = 0.83\% > 0.05\% = \mu_{\min}$$

Tiết diện	Nhịp biên	Gối B	Nhịp 2
A_s tính toán	2727 mm ²	3565 mm ²	1588 mm ²
Chọn thép	2Ø25 + 2Ø25 + 2Ø22	2Ø28 + 2Ø28 + 2Ø28	2Ø25 + 1Ø28
A_s bố trí	2724 mm ²	3695 mm ²	1597 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: 47 mm

Chọn khoảng hở giữa 2 lớp cốt thép là: 30 mm

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

+ Lớp 1 bố trí: 2Ø28+2Ø28 $A_{s1} = 2463 \text{ mm}^2$ $a_1 = 47 + 0.5 \times 28 = 61 \text{ mm}$

+ Lớp 2 bố trí: 2Ø28 $A_{s2} = 1232 \text{ mm}^2$ $a_2 = 47 + 28 + 30 + 0.5 \times 28 = 119 \text{ mm}$

=> Khoảng cách từ mép ngoài bê tông đến đến trọng tâm cốt thép là:

$$a = (A_{s1} \cdot a_1 + A_{s2} \cdot a_2) / (A_{s1} + A_{s2}) = 80 \text{ mm}$$

=> Chiều cao làm việc thực tế của tiết diện là:

$$h_{\text{ot}} = 700 - 80 = 620 \text{ mm} = h_0 = 620 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

b. Xét tiết diện giữa nhịp:

- Với cốt thép chịu mô-men dương đặt 2 lớp, chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ 30 mm

Chọn khoảng hở giữa 2 lớp cốt thép là: 30 mm

+ Xét trường hợp tiết diện nhíp biến:

+ Lớp 1 bố trí: 2Ø25+2Ø25 $A_{s1} = 1963 \text{ mm}^2$ $a_1 = 30 + 0.5 \times 25 = 43 \text{ mm}$

+ Lớp 2 bố trí: 2Ø22 $A_{s2} = 760 \text{ mm}^2$ $a_2 = 30 + 25 + 30 + 0.5 \times 22 = 96 \text{ mm}$

=> Khoảng cách từ mép ngoài bê tông đến trọng tâm cốt thép là:

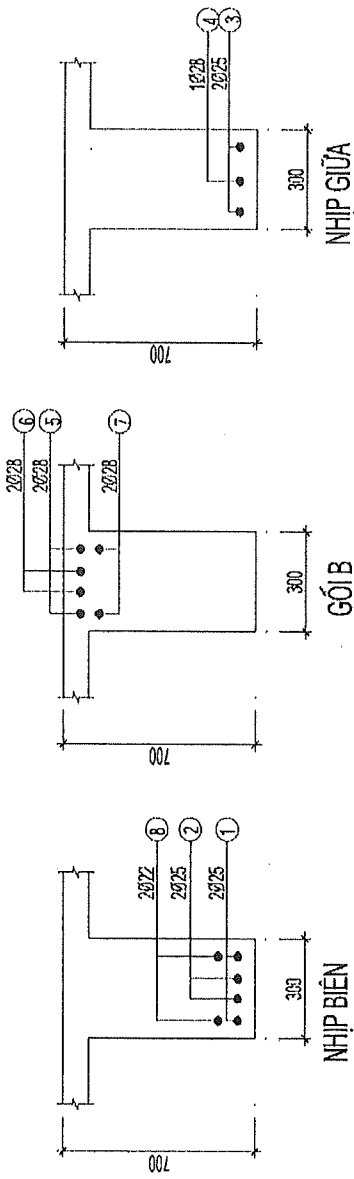
$$a = (A_{s1} \cdot a_1 + A_{s2} \cdot a_2) / (A_{s1} + A_{s2}) = 57 \text{ mm}$$

=> Chiều cao làm việc thực tế của tiết diện là:

$$h_{\text{ot}} = 700 - 57 = 643 \text{ mm} > h_0 = 640 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

c. Kiểm tra khoảng hở giữa các thanh thép:

$$t = \frac{300 - 2 \times 30 - 2 \times 28 - 2 \times 28}{3} = 43 \text{ mm} > 30 \text{ mm} \quad (\text{Thỏa mãn})$$



5. Tính cốt thép đai dầm chính

- Vật liệu sử dụng:

- Bê tông cấp độ bền chịu nén B25 có $R_b = 14.5 \text{ Mpa}$ và $R_{bt} = 1.05 \text{ Mpa}$

- Cốt thép đai nhóm CB-300T có $R_{sw} = 210 \text{ Mpa}$

- Chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = 656 \text{ mm}$

- Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$Q_{\text{max}} = 391.50 \text{ kN} < 0.3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0.3 \times 14.5 \times 300 \times 656 / 1000 = 856.08 \text{ kN}$$

=> Bụng dầm thỏa mãn điều kiện chịu ứng suất nén chính

- Khả năng chịu lực của bê tông:

$$Q_{\text{bmin}} = 0.5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 0.5 \times 1.05 \times 300 \times 656 / 1000 = 103.3 \text{ kN}$$

* Xét tiết diện bên phải gối A, có giá trị lực cắt lớn nhất là $Q = 249.7 \text{ kN} > Q_{\text{bmin}}$

=> Cần bố trí cốt đai chịu lực cắt

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

$$S_{\text{max}} = \frac{R_{bt} \times b \times h_0^2}{Q} = \frac{1.05 \times 300 \times 656^2}{249700} = 543 \text{ mm}$$

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

$$S_d \leq \min(0.5h_0; 300\text{mm}) = \min(0.5 \times 656; 300\text{mm}) = 300 \text{ mm}$$

- Chọn trước cốt đai 2 nhánh : Ø10 a200

=> Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0.25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \varnothing_w^2 = 0.25 \times 2 \times 3.14 \times 10^2 = 157.00 \text{ mm}^2$$

$$q_{sw} = \frac{210 \times 157}{200} = 164.9 \text{ N/mm}$$

$$q_{swmin} = 0.25 R_{bt} \cdot b = 0.25 \times 1.05 \times 300 = 78.8 \text{ N/mm}$$

=> $q_{sw} > q_{swmin}$ => Cốt đai chọn trước thỏa mãn các điều kiện cấu tạo

- Tính toán các giá trị:

$$c1 = \sqrt{\frac{1.5 \times 1.05 \times 300 \times 656^2}{0.75 \times 164.9}} = 1282 \text{ mm}$$

$$M_b = 1.5 \times R_{bt} \times b \times h_0^2 = (1.5 \times 1.05 \times 300 \times 656^2) / 1000000 = 203.3 \text{ kN.m}$$

- Khoảng cách từ gối tựa đến điểm đặt lực tập trung : $a = L_c / 3 = 2400 \text{ mm}$

=> Tính theo TH : $3h_0 \leq a$

$$h_0 < c_1 \leq 2h_0 \Rightarrow Q_u(c_1) = 2x \sqrt{\frac{0.75 \times M_b \times q_{sw}}{(0.75 \times 203.3 \times 164.9)}}$$

$$= 2x \sqrt{\frac{0.75 \times 203.3 \times 164.9}{0.75 \times 203.3 \times 164.9}}$$

$$= 317.13 \text{ kN}$$

$$Q_u(3h_0) = 0.5 R_{bt} \cdot b h_0 + 0.75 q_{sw} \cdot 2h_0$$

$$= (0.5 \times 1.05 \times 300 \times 656) / 1000 + 0.75 \times 164.9 \times (2 \times 0.656)$$

$$= 265.58 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_u = \min[Q_u(h_0); Q_u(3h_0)] = 265.58 \text{ kN} > Q_{max}$$

Vậy ta chọn bố trí cốt đai: Ø10 a200 có $q_{sw} = 164.9 \text{ N/mm}$

* Xét tiết diện bên trái gối B, có giá trị lực cắt lớn nhất là $Q = 391.5 \text{ kN} > Q_{bmin}$

=> Cần bố trí cốt đai chịu lực cắt

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

$$S_{max} = \frac{R_{bt} \times b \times h_0^2}{Q} = \frac{1.05 \times 300 \times 620^2}{391.5} = 309 \text{ mm}$$

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

$$S_d \leq \min(0.5h_0; 300\text{mm}) = \min(0.5 \times 620; 300\text{mm}) = 300 \text{ mm}$$

- Chọn trước cốt đai 2 nhánh : Ø10 a100

=> Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0.25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \varnothing_w^2 = 0.25 \times 2 \times 3.14 \times 10^2 = 157.00 \text{ mm}^2$$

$$q_{sw} = \frac{210 \times 157}{100} = 329.7 \text{ N/mm}$$

$$q_{swmin} = 0.25 R_{bt} \cdot b = 0.25 \times 1.05 \times 300 = 78.8 \text{ N/mm}$$

=> $q_{sw} > q_{swmin}$ => Cốt đai chọn trước thỏa mãn các điều kiện cấu tạo

- Tính toán các giá trị:

$$c1 = \sqrt{\frac{1.5 \times 1.05 \times 300 \times 620^2}{0.75 \times 329.7}} = 857 \text{ mm}$$

$$M_b = 1.5 \times R_{bt} \times b \times h_0^2 = (1.5 \times 1.05 \times 300 \times 620^2) / 1000000 = 192.2 \text{ kN.m}$$

- Khoảng cách từ gối tựa đến điểm đặt lực tập trung : $a = L_c / 3 = 2400 \text{ mm}$

=> Tính theo TH : $3h_0 \leq a$

$$h_0 < c_1 \leq 2h_0 \Rightarrow Q_u(c_1) = 2x \sqrt{\frac{0.75 \times M_b \times q_{sw}}{(0.75 \times 192.2 \times 329.7)}}$$

$$= 2x \sqrt{\frac{0.75 \times 192.2 \times 329.7}{0.75 \times 192.2 \times 329.7}}$$

$$= 436.01 \text{ kN}$$

$$Q_u(3h_0) = 0.5 R_{bt} \cdot b h_0 + 0.75 q_{sw} \cdot 2h_0$$

$$= (0.5 \times 1.05 \times 300 \times 620) / 1000 + 0.75 \times 329.7 \times (2 \times 0.62)$$

$$= 404.27 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow Q_u = \min[Q_u(h_0); Q_u(3h_0)] = 404.27 \text{ kN} > Q_{max}$$

Vậy ta chọn bố trí cốt đai: Ø10 a100 có $q_{sw} = 329.7 \text{ N/mm}$

- * Xét tiết diện bên phải gối B, có giá trị lực cắt lớn nhất là $Q = 351.3 \text{ kN} > Q_{bmin}$
- Bố trí cốt đai giống tiết diện bên phải gối B: $\text{Ø}10 \text{ a}100$ có $q_{sw} = 329.7 \text{ N/mm}$
- * Tại các tiết diện giữa nhịp ta bố trí cốt đai: $\text{Ø}8 \text{ a}300$ có $q_{sw} = 109.9 \text{ N/mm}$

6. Tính cốt treo

- Cốt thép dùng làm cốt treo nhóm CB-300T có $R_{sw} = 210 \text{ Mpa}$
 - Chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = 643 \text{ mm}$
 - Lực tập trung do dầm phụ truyền vào dầm chính:
- $$P_1 = P + G_1 = 215.424 + 73.712 = 289.1 \text{ kN}$$
- Cốt treo được bố trí dưới dạng cốt đai, diện tích tiết diện cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} = \frac{P_1 \left(1 - \frac{h_s}{h_0}\right)}{R_{sw}} = \frac{289.1 \times 1000 \times (1 - 143/643)}{210} = \text{#####} \text{ mm}^2$$

Trong đó: $h_s = h_{0dc} - h_{dp} = 643 - 500 = 143 \text{ mm}$

=> Chọn cốt đai 2 nhánh: $\text{Ø}10 \text{ a}70$

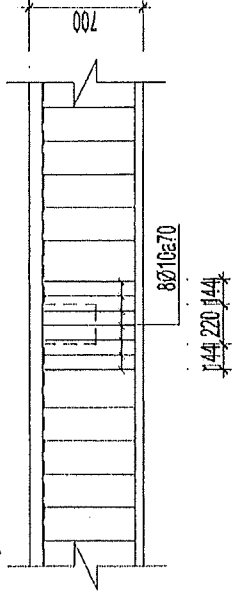
=> Diện tích 1 lớp cốt đai:

$$A_{sw} = 0.25 \cdot n_w \cdot \pi \cdot \text{Ø}_w^2 = 0.25 \times 2 \times 3.14 \times 10^2 = 157.00 \text{ mm}^2$$

=> Số lượng cốt đai cần thiết:

$$n = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{1076.6}{157} = 6.86$$

Vậy ta chọn bố trí $8\text{Ø}10\text{a}70$, 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 tại nhịp biên, mô-men dương, tính toán theo tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén:

- Bề rộng cánh: $b_f = 2700 \text{ mm}$

- Bố trí cốt thép: $2\text{Ø}25 + 2\text{Ø}25$, có $A_s = 2724 \text{ mm}^2$

- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 656 \text{ mm}$

=> Ta tính được các giá trị:

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b_f h_0} = \frac{350 \times 2724}{14.5 \times 2700 \times 656} = 0.037 < \xi_R = 0.533$$

$$x = \xi_R h_0 = 0.037 \times 656 = 24.3 \text{ mm} < h_f = 80 \text{ mm}$$

=> Trục trung hòa đi qua cánh

$$\zeta = 1 - 0.5\xi = 1 - 0.5 \times 0.037 = 0.982$$

$$\Rightarrow M_{ld} = R_s A_s \zeta h_0 = 350 \times 2724 \times 0.982 \times 656/10^6 = 614.2 \text{ kN.m}$$

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

- Bố trí cốt thép: $2\text{Ø}28 + 2\text{Ø}28 + 2\text{Ø}28$, có $A_s = 3695 \text{ mm}^2$

- Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = 620 \text{ mm}$

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0} = \frac{350 \times 3695}{14.5 \times 300 \times 620} = 0.480 < \xi_R = 0.533$$

$$\zeta = 1 - 0.5\xi = 1 - 0.5 \times 0.48 = 0.760$$

$$\Rightarrow M_{ld} = R_s A_s \zeta h_0 = 350 \times 3695 \times 0.76 \times 620/10^6 = 609.4 \text{ kN.m}$$

* 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	ζ	M_{ed} (kN.m)
Giữa nhịp biên	2Ø25 + 2Ø25 + 2Ø22	2724	643	0.038	0.981	601.4
Cạnh nhịp biên	Cắt 2Ø22 còn 2Ø25 + 2Ø25	1963	658	0.027	0.987	446.2
Cạnh nhịp biên	Cắt 2Ø25 còn 2Ø25	982	658	0.013	0.994	224.8
Trên gối B	2Ø28 + 2Ø28 + 2Ø28	3695	620	0.480	0.760	609.4
Cạnh gối B	Cắt 2Ø28 còn 2Ø28 + 2Ø28	2463	639	0.310	0.845	465.5
Cạnh gối B	Cắt 2Ø28 còn 2Ø28	1232	639	0.155	0.923	254.3
Giữa nhịp 2	2Ø25 + 1Ø28	1597	656	0.022	0.989	362.6
Cạnh nhịp 2	Cắt 1Ø28 còn 2Ø25	982	658	0.013	0.994	224.8

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 (1Ø28) còn lại cốt thép số 3 (2Ø25), khả năng chịu mô-men của tiết diện là:

$M_{td} = 224.8 \text{ kN.m}$. Biểu đồ bao vật liệu giao với biểu đồ bao mô-men 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: 1979 mm

+ Tại vị trí này cốt đai được bố trí Ø10a100 có $q_{sw} = 329.7 \text{ N/mm}$

+ Giá trị lực cắt tại điểm H là: $Q = (371.6 + 351.7)/2.4 = 301.4 \text{ kN}$

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

$$W_1^I = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5\phi = \frac{301.4 \times 1000}{2 \times 329.7} + 5 \times 28 = 597 \text{ mm} > 560 = 20\phi$$

=> Ta chọn đoạn kéo dài $W_1^I = 597 \text{ mm}$

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

Cốt thép	Vị trí mặt cắt lý thuyết	W (mm)
Cốt thép số 4 đầu bên trái (nhịp giữa)	Cách trục B là: 1979 mm	597
Cốt thép số 7 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 465 mm	734
Cốt thép số 7 đầu bên phải (gối B)	Cách trục B là: 518 mm	673
Cốt thép số 6 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 1004 mm	734
Cốt thép số 6 đầu bên phải (gối B)	Cách trục B là: 1361 mm	560
Cốt thép số 5 đầu bên trái (gối B)	Cách trục B là: 3199 mm	560
Cốt thép số 2' đầu bên trái (nhịp biên)	Cách trục A là: 1787 mm	867
Cốt thép số 2' đầu bên phải (nhịp biên)	Cách trục B là: 2318 mm	645
Cốt thép số 2 đầu bên trái (nhịp biên)	Cách trục A là: 900 mm	882
Cốt thép số 2 đầu bên phải (nhịp biên)	Cách trục B là: 1691 mm	660

7.3. Cốt thép cấu tạo:

- Bố trí cốt thép số 9 (2Ø14) có $A_s = 308 \text{ mm}^2 > 0.1\% b.h_0 = 192 \text{ mm}^2$, làm cốt giá ở nhịp biên, trong đoạn dầm không có mô-men âm.

- Do chiều cao tiết diện dầm $h_{dc} = 700 \text{ mm}$ nên cần bố trí thêm 2Ø14 làm cốt giá 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: Cắt 2Ø25 còn 2Ø25

=> Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 50.00 % diện tích cốt thép ở giữa nhịp (Thỏa mãn)

Do $Q = 249.7 \text{ kN} > Q_{bmin} = 103.3 \text{ kN}$ nên chiều dài neo cốt thép số 1 vào gối tối thiểu là:

$$L_{an} = 15\phi = 15 \times 25 = 250 \text{ mm}$$

- Xét tại nhịp 2: Cắt 1Ø28 còn 2Ø25

=> Diện tích cốt thép kéo vào gối sau khi cắt = 61.00 % diện tích cốt thép ở giữa nhịp (Thỏa mãn)

Hỗ trợ đồ án BTCT1 uy tín chất lượng - Liên hệ : Facebook/zalo : Phạm Đức Tân (0974533104)

Chiều dài neo cốt thép số 3 vào gối tối thiểu là $L_{an} = 15\varnothing = 375 \text{ mm}$

