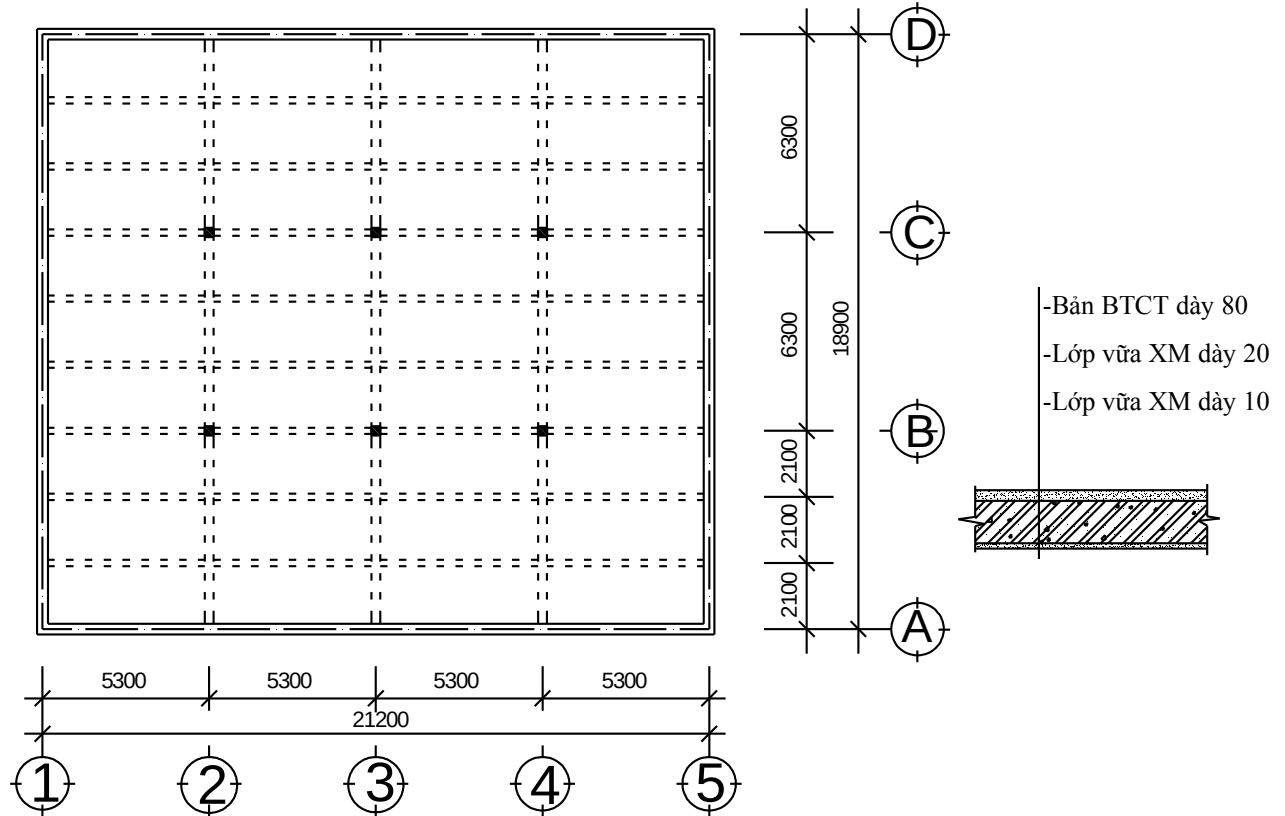


THUYẾT MINH VÀ TÍNH TOÁN SÀN SƯỜN TOÁN KHỐI LOẠI BẢN DẪM.

1. MẶT BẰNG SÀN VÀ LỰA CHỌN VẬT LIỆU

1.1 Mặt bằng sàn

Sơ đồ mặt bằng sàn như sau:



1.2. Số liệu cho trước.

Kích thước mặt bằng: $l_1 = 2,1$ m; $l_2 = 5,3$ m (tính từ giữa trục dầm và trục tường).

Hoạt tải tiêu chuẩn: $P_{tc} = 9,6$ KN/m².

1.3. Cấu tạo sàn.

Cấu tạo sàn gồm các lớp như sau :

- + Vữa XM dày 2cm, khối lượng riêng 2000Kg/m³
- + Bản BTCT dày 8cm, khối lượng riêng 2500Kg/m³.
- + Vữa XM dày 1cm, khối lượng riêng 1800Kg/m³.

1.4. Số liệu tính toán của vật liệu :

+ Bê tông với cấp độ bền 20: B_{20} , có $R_b = 11,5$ MPa ; $R_{bt} = 0,9$ MPa .

+ Chọn hai loại thép:

- Thép A-I: $R_s = R_{sc} = 225$ MPa ; $R_{sw} = 175$ MPa : Dùng cho bản và cốt đai.
- Thép A-I: $R_s = R_{sc} = 280$ MPa ; $R_{sw} = 225$ MPa : Dùng cho cốt dọc và cốt xiên.

2. TÍNH TOÁN BẢN

2.1 Sơ đồ sàn

Xét tỷ số : $\frac{l_2}{l_1} = \frac{5,3}{2,1} = 2,52 < 2$.

Như vậy xem bản làm việc theo một phương, ta có sàn sườn toàn khối loại bản dầm từ trục 2 - 4 là dầm chính, các dầm dọc là dầm phụ.

Để tính toán bản, ta cắt một dải bản có bề rộng $b = 1\text{m}$, vuông góc với các dầm phụ và xem như một dầm liên tục.

2.2 Chọn kích thước tiết diện của các cấu kiện.

+ Đối với bản: Tính toán sơ bộ chiều dày của bản theo công thức kinh nghiệm:

$$h_b = \frac{D}{m} \cdot l_1$$

Với $m=30 \div 45$ đối với bản; Chọn $m=35$ cho bản liên tục và $D=0,8 \div 1,4$
Lấy $D=1,4$ vì tải trọng $P_{tc}=9,69,6 \text{ KN/m}^2$ là khá lớn.

$$\Rightarrow h_b = \frac{1,3}{35} \cdot 2,1 = 0,078 \text{ m. Chọn } h_b=0,08\text{m}=8\text{cm.}$$

+ Đối với dầm phụ : Nhịp dầm là $l_{dp} = l_2 = 5,3\text{m}$ (chưa phải là nhịp tính toán).

Sử dụng công thức kinh nghiệm : $h_b = \frac{D}{m_d} \cdot l_1$

Với l_d là nhịp dầm đang xét và $m_d = 12 \sim 20$ đối với dầm phụ . Vì tải trọng tương đối lớn nên ta chọn m_d nhỏ. Tính toán với $m_d=14$ ta có:

$$h_{dp} = \frac{1}{14} \cdot l_{dp} = \frac{1}{14} \cdot 5,3 = 0,38\text{m} . \Rightarrow \text{Ta chọn } h_{dp}=400 \text{ mm.}$$

Từ đó tính được chiều rộng dầm phụ: $b_{dp} = (0,3 \div 0,5) \cdot h_{dp}$
 $\Rightarrow b_{dp}=0,45 \cdot 400 = 180 \text{ m; Chọn } b_{dp}=200 \text{ mm.}$

Như vậy dầm phụ có: $h_{dp}=40 \text{ cm;}$

$$b_{dp}=20 \text{ cm.}$$

+ Đối với dầm chính : Nhịp dầm chính là : $l_{dc}=3 \cdot l_1=3 \cdot 2,1 = 6,3 \text{ m.}$

Tương tự sử dụng công thức kinh nghiệm : $h_{dc} = \frac{1}{m_d} \cdot l_{dc} .$

Với $m_d = 8 \div 15$ đối với dầm chính, chọn sơ bộ $m_d = 9$ vì tải trọng tương đối lớn nên

$$\text{Chiều cao dầm chính : } h_{dc} = \frac{1}{9} \cdot l_{dc} = \frac{1}{9} \cdot 6,3 = 0,7 \text{ m} = 700 \text{ mm.}$$

$$\text{Tính bề rộng dầm chính : } b_{dc}=0,4 \cdot 700 = 280 \text{ mm.}$$

2.3 Nhịp tính toán:

+ Nhịp giữa: $l_o = l_1 - b_{dp} = 2,1 - 0,2 = 1,9 \text{ m.}$

$$+ \text{Nhịp biên: } l_{ob} = l_1 - \frac{b_{dp}}{2} - \frac{h_{dp}}{2} + \frac{h_b}{2} = 2,1 - \frac{0,2}{2} - \frac{0,34}{2} + \frac{0,08}{2} = 1,87\text{m.}$$

$$\text{Chênh lệch giữa các nhịp : } \frac{1,9 - 1,87}{1,9} \cdot 100\% = 1,58\%.$$

2.4 Xác định tải trọng :

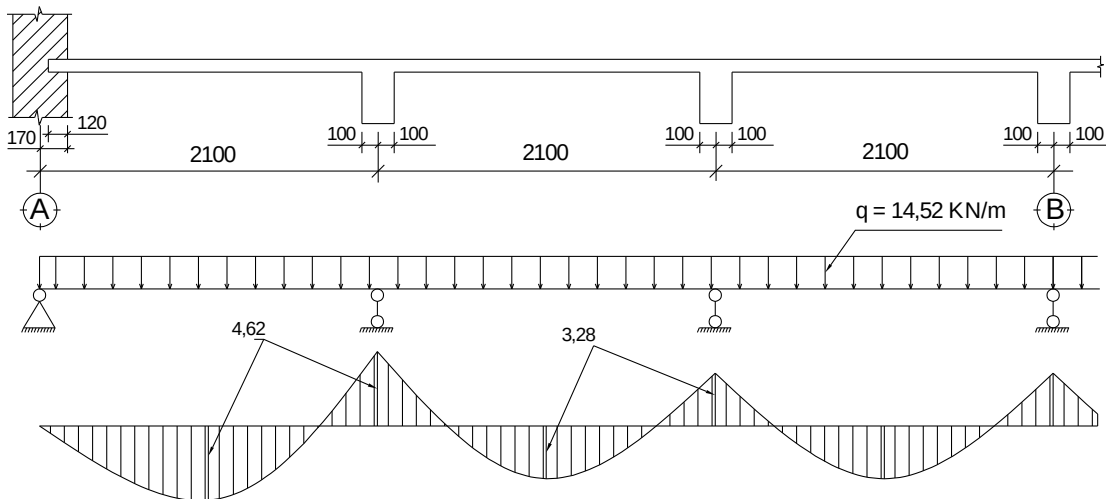
- + **Hoạt tải tính toán** : $P_{tt} = P_{tc} \cdot n = 9,6 \cdot 1,2 = 11,52 \text{ KN/m}^2$.
 + **Tĩnh tải** : Được xác định bằng bản tính các lớp cấu tạo sàn.

Các lớp	Tiêu chuẩn	n	Tính toán
Vữa XM, $\delta = 2\text{cm}$, $\gamma = 2000 \text{ Kg/m}^3$ $0,02 \cdot 2000 = 40$	40	1,2	48
Bản BTCT dày 8cm , $\gamma = 2500 \text{ Kg/m}^3$ $0,08 \cdot 2500 = 200$	200	1,1	220
Vữa XM $\delta = 1\text{cm}$, $\gamma = 1800 \text{ Kg/m}^3$ $0,01 \cdot 1800 = 18$	18	1,2	21.6

Cộng : 289.6 KG/m^2

Vậy $g = 18.96 \text{ KG/m}^2 = 2,952 \text{ KN/m}^2$. Lấy tròn $g = 3 \text{ KN/m}^2$.

- + **Tải trọng toàn phần** : $q = g + P_{tt} = 3 + 11,52 = 14,52 \text{ KN/m}^2$.
 Tính toán với dải bản rộng $b = 1\text{m}$, có $q = 14,52 \text{ KN/m}$.



Sơ đồ tính toán của dải bản

2.5 Xác định nội lực : Giá trị nội lực xem như chỉ bao gồm mômen: M.

- Giá trị mômen ở nhịp giữa và gối giữa :

$$M = \pm \frac{q \cdot l_0^2}{16} = \pm \frac{14,52 \cdot 1,9^2}{16} = \pm 3,28 \text{ KNm.}$$

- Giá trị mômen ở nhịp biên và gối thứ 2:

$$M_b = \pm \frac{q \cdot l_{ob}^2}{11} = \pm \frac{14,52 \cdot 1,87^2}{11} = \pm 4,62 \text{ KNm.}$$

2.6 Tính toán cốt thép

Chuẩn bị số liệu để tính toán:

Bê tông có cấp độ bền: B_{20} , $R_b = 11,5 \text{ MPa}$.

Cốt thép dùng cho bản: A-I: $R_s = R_{sc} = 225 \text{ MPa}$.

Tính toán cốt thép cho bản theo cấu kiện chịu uốn tiết diện hình chữ nhật với kích thước: $b \cdot h_b = 1000 \cdot 80 \text{ mm}^2$.

Đối với bản: $h_b = 80 \text{ mm}$, ban đầu chọn $a = 1,5 \text{ cm}$ cho mọi tiết diện.

Với a là khoảng cách từ mép dưới BT đến trọng tâm thép ở vùng kéo.

Ta thấy đối với bản tính theo sơ đồ hình thành khớp dẻo nên tại tiết diện có khớp dẻo phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\xi = \frac{x}{h_0} \leq 0,3 \Rightarrow \alpha_R \leq 0,255.$$

2.6.1 Tính toán thép ở tiết diện gối thứ 2 và nhịp biên.

Số liệu ở gối biên và nhịp biên: $M_b = 4,62 \text{ KNm}$.

Với $a = 1,5 \text{ cm} \Rightarrow$ Tính $h_0 = h_b - a = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ cm}$.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M_b}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{4,62}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 10,065^2} = 0,095 < \alpha_R = 2,55.$$

Từ bảng tra phụ lục 9: $\zeta = 0,95$ (hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$)

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M_b}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{4,62}{225 \cdot 10^3 \cdot 0,95 \cdot 0,065} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,33 \text{ cm}^2.$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép: $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{3,33}{100 \cdot 6,5} \cdot 100\% = 0,512\% > \mu_{\min} = 0,05\%$.

Và $\in (0,3 \div 0,6\%)$ đối với bản.

Dự kiến dùng thép $\Phi 8$, $A'_s = 0,503 \text{ cm}^2$. Khoảng cách giữa các thanh thép $\Phi 8$ là:

$$a = \frac{b \cdot A'_s}{A_s} = \frac{100 \cdot 0,503}{3,33} = 15,11 \text{ cm}.$$

Tra bảng phụ lục 15: chọn thép $\Phi 8$, khoảng cách các thanh $a = 15 \text{ cm}$ ($A_s = 3,35$).

2.6.2 Tính toán thép ở tiết diện gối giữa và nhịp giữa

Số liệu ở gối giữa và nhịp giữa: $M = 3,28 \text{ KNm}$.

Tính $h_0 = h_b - a = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ cm}$.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{3,28}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 10,065^2} = 0,0675 < \alpha_R = 0,255$$

Từ bảng tra phụ lục: $\zeta = 0,965$. (hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$)

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{3,28}{225 \cdot 10^3 \cdot 0,965 \cdot 0,065} = 2,324 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,324 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Kiểm tra: } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{2,324}{100 \cdot 6,5} \cdot 100\% = 0,36\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

Và $\in (0,3 \div 0,6\%)$ đối với bản.

Dự kiến dùng thép $\Phi 6$, $A_s' = 0,283 \text{ cm}^2$. Khoảng cách giữa các thanh thép $\Phi 6$ là:

$$a = \frac{b \cdot A_s'}{A_s} = \frac{100 \cdot 0,283}{2,324} = 12,18 \text{ cm}.$$

Từ phụ lục 15, chọn thép $\Phi 6$, $a = 12 \text{ cm}$, $A_s = 2,36 \text{ cm}^2$.

Tại các nhịp giữa và gối giữa là những ô bản mà cả 4 cạnh đúc liền với dầm được phép giảm 20% cốt thép (do ảnh hưởng của hiệu ứng vòm khi hình thành khớp dể)

Cốt thép giảm 20%: $A_s = 80\% \cdot 2,324 = 1,86 \text{ cm}^2$.

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{1,86}{100 \cdot 6,5} \cdot 100\% = 0,3\% > \mu_{\min} = 0,05\% \quad \text{Và } \in (0,3 \div 0,6\%) \text{ đối với bản.}$$

Dùng thép $\Phi 6$, khoảng cách giữa các thanh thép là:

$$a = \frac{b \cdot A_s'}{A_s} = \frac{100 \cdot 0,283}{1,86} = 15,22 \text{ cm}.$$

Tra phụ lục chọn: thép $\Phi 6$, khoảng cách $a = 15 \text{ cm}$, $A_s = 1,89 \text{ cm}^2$.

Kiểm tra lại chiều cao làm việc h_0 (hay là kiểm tra lại a)

- Chọn lớp bê tông bảo vệ $C_0 = 10$ (đối với bản $h = 80 < 100$)

- Đối với thép $\Phi 8$: $a_{ct} = 10 + 8/2 = 14 < a_{gt} = 15$

- Đối với thép $\Phi 6$: $a_{ct} = 10 + 6/2 = 13 < a_{gt} = 15$

Sự sai khác giữa a giả thiết và a thực tế là không lớn và nghiêng về an toàn (cho chiều cao làm việc lớn hơn), nên không cần phải giả thiết lại. Cốt thép được bố trí thành lưới và phù hợp với yêu cầu khoảng cách giữa các cốt thép.

2.6.3 Đặt cốt thép chịu mômen âm:

Tại những vùng chịu mô men âm của bản ta cần phải bố trí cốt thép chịu mô men âm.

Với $P = 11,52 \text{ KN} \geq 3g = 3 \cdot 3 = 9 \text{ KN}$. Do đó lấy đoạn dài tính toán của cốt thép

$$\text{bằng } \lambda \cdot l_0 = \frac{1}{3} \cdot l_0 = \frac{1}{3} \cdot 1,9 = 0,63 \text{ m (lấy } \lambda = \frac{1}{3} \text{)}.$$

Như vậy đoạn từ mút cốt thép đến trục dầm sẽ là: $0,63 + \frac{0,2}{2} = 0,73 \text{ m}$.

Với $h_b = 8 \text{ cm}$ có thể tiết kiệm thép bằng cách uốn phối hợp. Đoạn thẳng uốn từ điểm

uốn đến mép dầm là $\frac{1}{6} \cdot l_0 = \frac{1}{6} \cdot 1,9 = 0,32 \text{ m}$ với góc uốn thường là 30° .

Khoảng cách từ trục dầm đến điểm uốn sẽ là: $0,32 + 0,1 = 0,42 \text{ m}$.

2.7 Cốt thép đặt theo cấu tạo:

+ Tại chỗ bản gác lên dầm chính cần phải bố trí cốt thép để chịu mô men âm. Cốt thép chịu mô men âm đặt theo phương vuông góc với dầm chính, chọn thép $\varnothing 6$, $a = 200$.

Có diện tích trên mỗi bản là $A_s^* = 1,41 \text{ cm}^2$ lớn hơn $\frac{1}{3}$ diện tích cốt chịu lực của bản :

$$\text{Đối với gôỉ giữa và nhịp giữa : } \frac{1}{3} \cdot 2,324 = 0,775 \text{ cm}^2 \leq 1,41 \text{ cm}^2$$

$$\text{Đối với gôỉ thứ 2 và nhịp biên : } \frac{1}{3} \cdot 3,33 = 1,11 \text{ cm}^2 \leq 1,41 \text{ cm}^2.$$

Và không quá 5 thanh $\varnothing 6$ trên 1 m dài.

Sử dụng các cốt mũ, đoạn dài đến mép dầm $\frac{1}{4} \cdot l_0 = \frac{1}{4} \cdot 1,9 = 0,475 \text{ m}$.

Tính đến trục dầm : $0,475 + \frac{0,28}{2} = 0,615 \approx 0,62 \text{ m}$.

Chiều dài thanh cốt mũ này là : $0,62 \cdot 2 + 2 \cdot 6,5 = 1,37 \text{ m} = 137 \text{ cm}$. (với chiều dài 2 góc vuông là 6,5 cm).

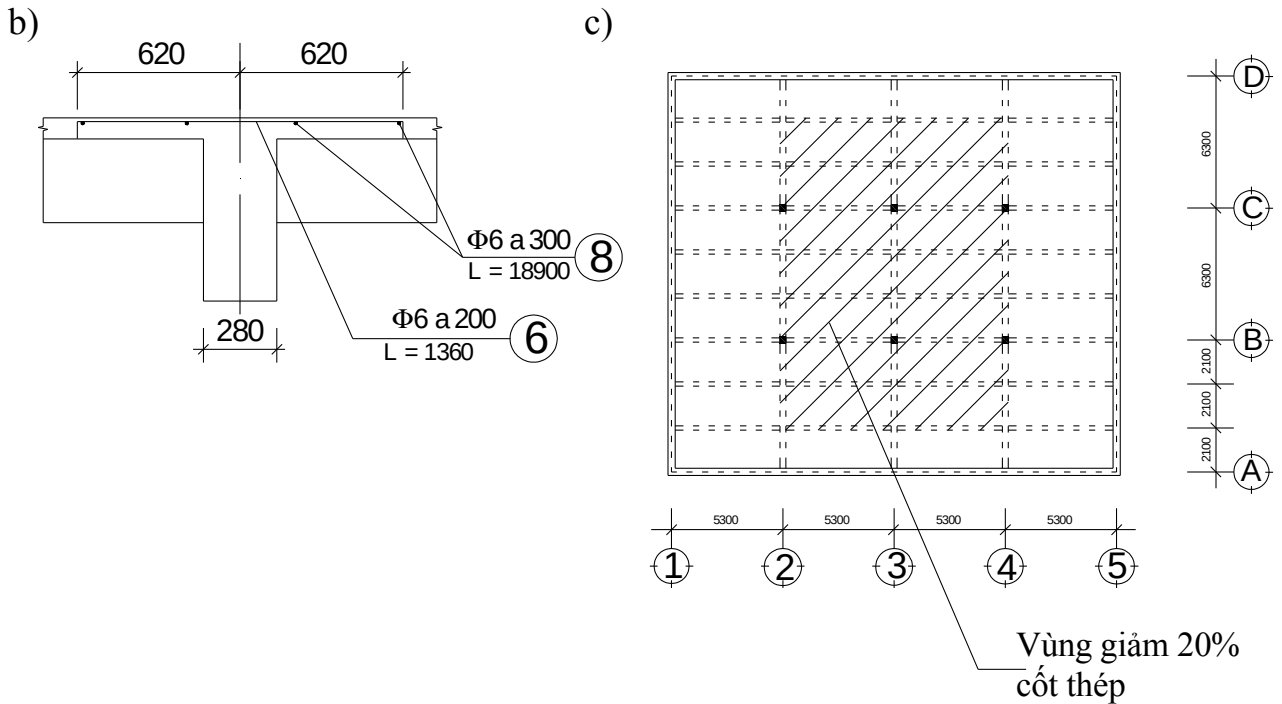
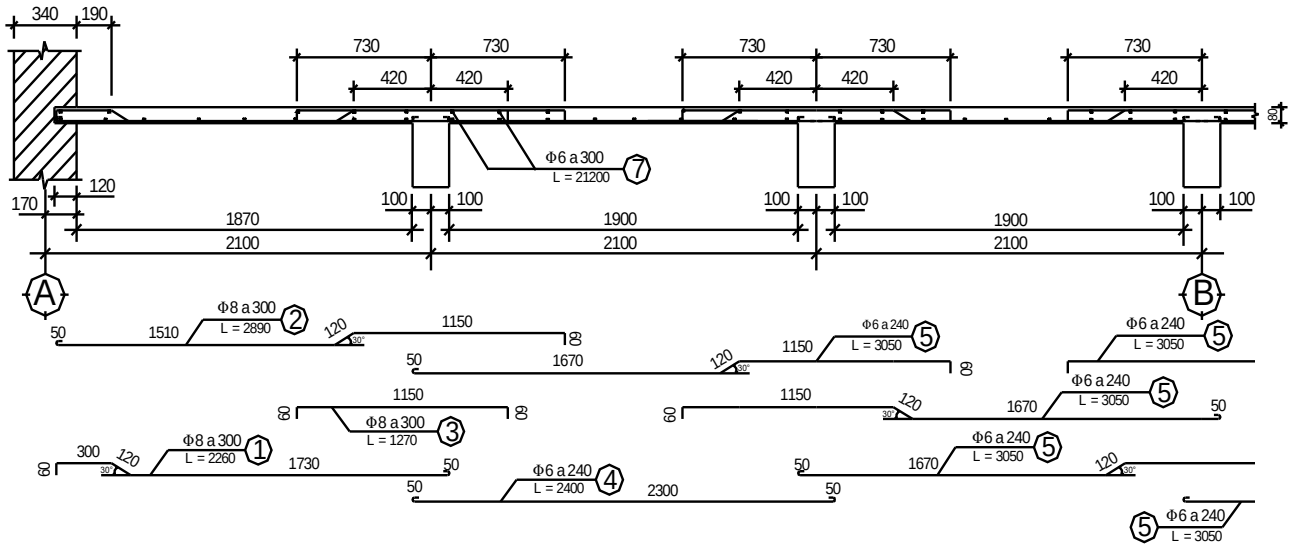
+ Cốt thép phân bố chọn $\varnothing 6$, $a = 300$, có diện tích trong mỗi mét bề rộng bản là :

$$\frac{0,283 \cdot 100}{30} = 0,94 \text{ cm}^2 \geq 20\% \text{ diện tích cốt thép chịu lực (với nhịp biên là } 0,2 \cdot 3,33 = 0,666 \text{ cm}^2; \text{ nhịp giữa } 0,2 \cdot 2,324 = 0,465 \text{ cm}^2).$$

Hình vẽ dưới đây thể hiện bố trí cốt thép trên mặt vuông góc với dầm phụ trong phạm vi giữa trục 1 và trục 2; trục 4 và trục 5 của mặt sàn. Đây là phạm vi chưa giảm 20% cốt thép Mặt cắt thể hiện từ trục A đến trục B. Cấu tạo của bản từ trục C đến trục D lấy đối xứng với bản được vẽ. Các ô bản ở vùng giữa từ trục B đến trục C cấu tạo giống ô bản thứ 3, xem là ô bản giữa.

Từ trục 2 đến trục 4 cốt thép ở ô bản giữa được giảm 20% cốt thép. Mặt cắt cũng được thể hiện như trên nhưng khoảng cách cốt thép từ ô thứ 2 trở đi lấy $a = 300$ thay cho $a = 240$. (Điều này được thể hiện rõ ở trong bản vẽ).

a)



Bố trí cốt thép trong bản

- a) Mặt cắt vuông góc với dầm phụ trong đoạn giữa trục 1 và 2 cũng như trục 4 và 5; b) Mặt cắt vuông góc với dầm chính ; c) Vùng ô bản được giảm 20% cốt thép.

3. TÍNH TOÁN DÀM PHỤ:

3.1 Sơ đồ tính toán:

Dầm phụ là một dầm liên tục gồm 4 nhịp, các gối tựa là tường và các dầm chính, lấy đoạn dầm gối lên tường lấy bằng $a = 220\text{mm}$, bề rộng dầm chính đã giả thiết ban đầu là $b_{dc} = 280\text{mm}$

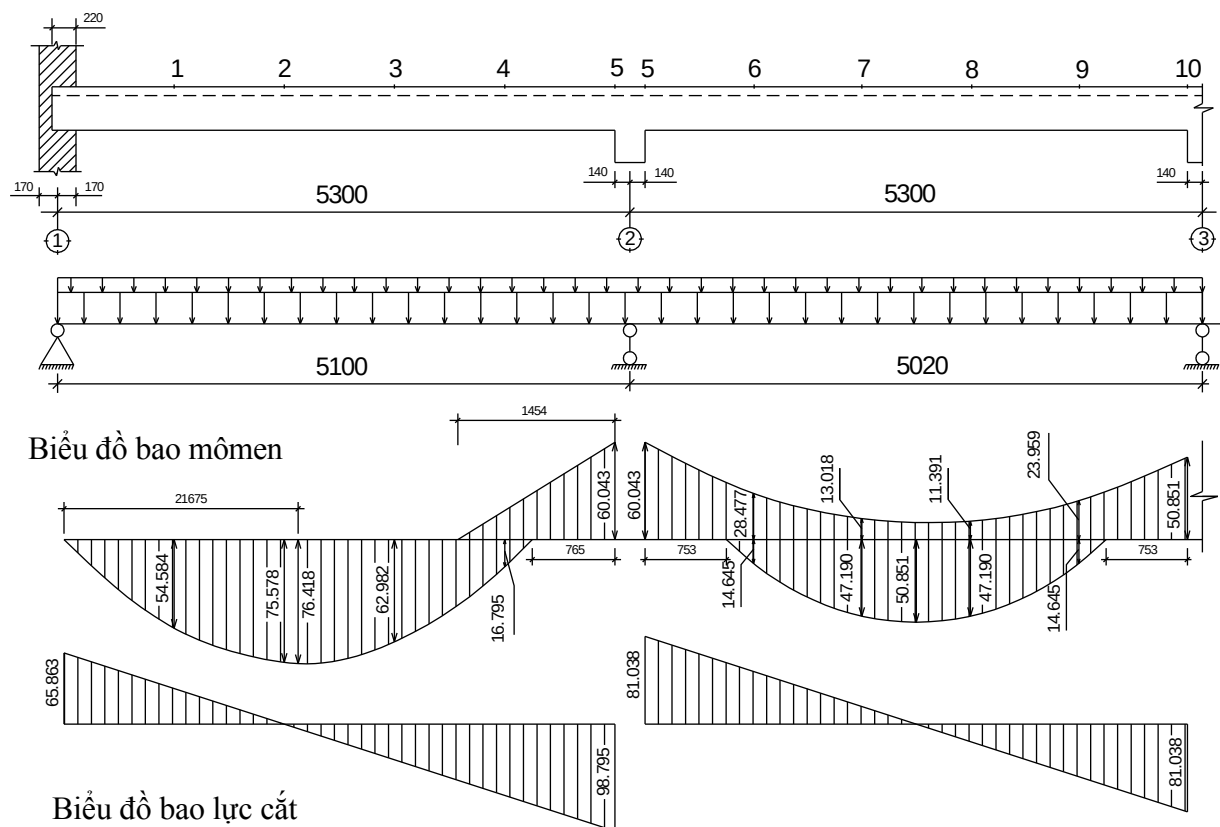
Nhịp tính toán :

$$\text{Nhịp biên: } l_b = l_2 - \frac{b_{dc}}{2} - \frac{h_t}{2} + \frac{a}{2} = 5,3 - \frac{0,28}{2} - \frac{0,34}{2} + \frac{0,22}{2} = 5,1 \text{ m}$$

$$\text{Nhịp giữa: } l = l_2 - b_{dc} = 5,3 - 0,28 = 5,02 \text{ m}$$

$$\text{Chênh lệch giữa các nhịp: } \frac{5,1 - 5,02}{5,1} \cdot 100\% = 1,57\% \leq 10\%.$$

Sơ đồ tính toán :



Sơ đồ tính toán và nội lực trong dầm phụ

3.2 Tính toán tải trọng: Ta có khoảng cách giữa các dầm phụ đều bằng nhau và bằng 2,1 m nên :

$$+ \text{Hoạt tải tác dụng lên dầm: } P_d = p_b \cdot l_1 = 11,52 \cdot 2,1 = 24,192 \text{ kN/m.}$$

$$+ \text{Tĩnh tải } g_d = g \cdot l_1 + g_o.$$

Trong đó : g_o là trọng lượng của 1 m dài dầm phụ trừ phần bản đã kê vào khi

$$\text{tính toán : } g_o = b_{dp} \cdot (h_{dp} - h_b) \cdot \gamma_{bt} \cdot n = 0,2 \cdot (0,4 - 0,08) \cdot 2500 \cdot 1,1$$

$$= 176 \text{ kG/m} = 1,794 \text{ kN/m.}$$

$$\Rightarrow g_d = 3.2,1 + 1,794 = 8,094 \text{ kN/m.}$$

$$+ \text{Tải trọng toàn phần tác dụng lên dầm phụ } q_d = 24,192 + 8,094 = 32,286 \text{ kN/m.}$$

$$+ \text{Tỉ số } \frac{p_d}{g} = \frac{24,192}{8,094} = 2,99.$$

3.3 Tính toán và vẽ biểu đồ bao nội lực:

3.3.1 Tính toán và vẽ biểu đồ bao mômen

Lợi dụng tính chất đối xứng, ta chỉ vẽ biểu đồ bao mômen cho một nửa hệ. Với dầm có nhịp chênh nhau không quá 20% tung độ mômen các nhánh được xác định theo công thức :

$$- \text{Tung độ biểu nhánh dương được xác định : } M = \beta_1 \cdot q_d \cdot l^2.$$

$$- \text{Tung độ nhánh âm được xác định : } M = \beta_2 \cdot q_d \cdot l^2.$$

Với các hệ số được cho như sau :

+ Hệ số β cho ở hình vẽ biểu đồ dầm (tra ở Sách BTCT).

+ Hệ số β_2 và k là giá trị phụ thuộc vào tỷ số $\frac{p_d}{g_d}$ và vào vị trí của tiết diện

được cho tra ở bảng cho trước (ở bảng tra 10.1 trang 317 ở sách BTCT).

- Mômen âm của nhịp biên bị triệt tiêu cách mép gối tựa một đoạn là $x = k \cdot l_b$ và giá trị k tra ở bảng tra ta được $k = 0,285 \Rightarrow x = 0,285 \cdot 5,1 = 1,454 \text{ m}$.

- Mômen dương bị triệt tiêu cách mép gối tựa một đoạn 0,15.l

$$+ \text{Đối với nhịp giữa } 0,15 \cdot l = 0,15 \cdot 5,02 = 0,753 \text{ m.}$$

$$+ \text{Đối với nhịp biên } 0,15 \cdot l_b = 0,15 \cdot 5,1 = 0,765 \text{ m.}$$

Ta có các giá trị được tính toán được thể hiện ở bảng sau:

Bảng giá trị mômen của dầm phụ :

Nhịp, tiết diện	Giá trị β		Tung độ M (KNm)	
	Của M_{\max}	Của M_{\min}	M_{\max}	M_{\min}

Nhịp biên				
Gối A				
1	0.065		54,584	
2	0.090		75,578	
0.4251	0.091		76,418	
3	0.075		62,982	
4	0.02		16,795	
Gối B - TD5		-0.0715		-60,043
Nhịp giữa				
6	0.018	-0,035	14,645	-28,477
7	0.058	-0,016	47,19	-13,018
0.51	0.0625		50,851	
8	0.058	-0,014	47,19	-11,391
9	0.018	-0,024	14,645	-23,595
Gối C – TD10		-0.0625		-50.851

Từ đó vẽ được biểu đồ bao mômen như trên.

3.3.2 Tính toán và vẽ biểu đồ bao lực cắt.

Tính toán lực cắt theo sơ đồ khớp dẻo, sử dụng công thức tính sau:

Tại gối A : $Q_A = 0,4 \cdot q_d \cdot l_b = 0,4 \cdot 32,286 \cdot 5,1 = 65,863 \text{ KN}$.

Tại mép trái gối B : $Q_B^T = 0,6 \cdot q_d \cdot l_b = 0,6 \cdot 32,286 \cdot 5,1 = 98,795 \text{ KN}$.

Tại mép phải gối B và gối giữa :

$Q_B^P = Q_C^T = Q_C^P = 0,5 \cdot q_d \cdot l = 0,5 \cdot 32,286 \cdot 4,5 \cdot 0,2 = 81,038 \text{ KN}$.

Từ đó vẽ được biểu đồ bao lực cắt như hình trên.

3.4 Tính toán cốt thép dọc chịu lực:

Số liệu tính toán: + Bê tông có cấp độ bền $B_{20} \Rightarrow R_b = 11,5 \text{ MPa} = 11,5 \cdot 10^3 \text{ KN/m}^2$.

+ Chọn cốt thép dọc là thép A-II có $R_s = R_{sc} = 280 \text{ MPa} = 280 \cdot 10^3 \text{ KN/m}^2$.

Dùng mômen cực đại ở mỗi nhịp và gối tựa để tính toán. Dầm đúc liền khối với bản sàn nên ta xem một phần bản tham gia chịu lực với dầm như là tiết diện chữ T.

Đối với dầm phụ tính theo sơ đồ khớp dẻo nên tại tiết diện có khớp dẻo phải thỏa

mãn điều kiện $\xi = \frac{x}{h_0} \leq 0,3 \Rightarrow \alpha_m \leq \varepsilon_R = 0,255$.

a) Đối với tiết diện gối chịu mômen âm, cánh chữ T nằm trong vùng chịu kéo.

Ta tiến hành tính toán theo tiết diện hình chữ nhật kích thước $b \times h_0$.

+) Tại gối B $M_B = 60,043 \text{ KNm}$.

Ở đây có thể dùng nhiều cốt thép nên ta giả sử $a = 4,5 \text{ cm} \Rightarrow h_0 = 40 - 4,5 = 35,5 \text{ cm}$

Tính $\alpha_m = \frac{M_B}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{60,043}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 35,5^2} = 0,207 < \alpha_R$: thỏa mãn điều kiện hạn chế.

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,883$ (hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$)

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M_B}{R_s \zeta h_0} = \frac{60,043}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,883 \cdot 0,355} = 6,84 \cdot 10^{-4} m^2 = 6,84 cm^2.$$

$$\text{Kiểm tra hàm lượng cốt thép : } \mu = \frac{A_s \cdot 100\%}{b \cdot h_0} = \frac{6,48 \cdot 100\%}{20 \cdot 35,5} = 0,96\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

và $\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm nên hòa mãn điều kiện cốt thép.

+) Tại gối C

Số liệu ở gối C: $M_C = 50,851$ KN.m

Giả sử $a = 3,5$ cm $\Rightarrow h_0 = h_{dp} - a = 40 - 3,5 = 36,5$ cm = 0,365 m.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M_C}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{50,851}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,365^2} = 0,166 < \alpha_R : \text{thoả mãn điều kiện hạn chế.}$$

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,909$ hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M_C}{R_s \zeta h_0} = \frac{50,851}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,909 \cdot 0,365} = 5,47 \cdot 10^{-4} m^2 = 5,47 cm^2.$$

$$\text{Kiểm tra hàm lượng cốt thép : } \mu = \frac{A_s \cdot 100\%}{b \cdot h_0} = \frac{5,47 \cdot 100\%}{20 \cdot 36,5} = 0,75\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

và $\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm.

b) Đối với nhịp chịu mômen dương.

Cánh chữ T nằm trong vùng chịu nén. Tính toán cốt thép theo tiết diện chữ T

Ở nhịp biên do giá trị mômen lớn, nên dự kiến $a = 4,5$ cm $\Rightarrow h_0 = h_{dp} - a = 35,5$ cm

Ở nhịp giữa dự kiến $a = 3,5$ cm $\Rightarrow h_0 = h_{dp} - a = 36,5$ cm.

Trước hết chọn bề rộng cánh S_C của cánh chữ T, giá trị này không được lớn hơn các giá trị sau :

$$S_C \leq \begin{cases} \frac{1}{6} l_d = \frac{1}{6} \cdot 5,1 = 0,85 m \\ \frac{1}{2} l = \frac{1}{2} \cdot 1,9 = 0,95 m \\ 6 \cdot h'_f = 6 \cdot 0,08 = 0,48 m (h'_f \geq 0,1 h) \end{cases} \Rightarrow S_C \leq 0,48 m.$$

Vậy chọn $S_C = 0,48$ m và $b_f' = 2 \cdot S_C + b_{dp} = 1,16$ m để tính cốt thép.

Để phân biệt trường hợp trục trung hoà qua cánh hay là qua sườn, ta phải tính giá trị mômen ứng với trường hợp trục trung hoà qua mép dưới của cánh ($x = h'_f$) rồi so sánh với mômen ngoại lực.

Giá trị mômen qua mép cánh:

$$M_f = R_b \cdot b_f' \cdot h'_f \cdot (h_0 - \frac{h'_f}{2}) = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 0,08 \cdot (0,355 - \frac{0,08}{2}) = 336,168 \text{ kNm.}$$

Nhận xét $\max|M|=76,418\text{KNm} < M_f = 336,168\text{ kNm}$: Do đó đối với tất cả các tiết diện nhịp biên và nhịp giữa trục trung hoà đi qua cánh. Việc tính toán như đối với tiết diện hình chữ nhật $b_f' > h_o$.

+) Ở nhịp biên

Số liệu ở nhịp biên : $M = 76,418\text{ kNm}$.

Giả sử ban đầu $a = 4,5\text{ cm} \Rightarrow h_o = h_{dp} - a = 40 - 4,5 = 35,5\text{ cm} = 0,355\text{ m}$.

Tính $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_o^2} = \frac{76,418}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 0,355^2} = 0,046 < \alpha_R$: thoả mãn điều kiện hạn chế.

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,976$ hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M_b}{R_s \cdot \zeta \cdot h_o} = \frac{76,418}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,976 \cdot 0,355} = 7,88 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2 = 7,88\text{ cm}^2.$$

Kiểm tra : $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} = \frac{7,88 \cdot 100\%}{20 \cdot 35,5} = 1,11\% > \mu_{\min} = 0,05\%$ và $\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm

+) Ở nhịp thứ hai

Số liệu ở nhịp hai : $M = 50,851\text{ kNm}$.

Giả sử ban đầu $a = 3,5\text{ cm} \Rightarrow h_o = h_{dp} - a = 40 - 3,5 = 36,5\text{ cm} = 0,365\text{ m}$.

Tính $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{50,851}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 0,365^2} = 0,029 < \alpha_R$: thoả mãn điều kiện hạn chế.

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,985$ hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot R_s \cdot h_o} = \frac{50,851}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,985 \cdot 0,365} = 5,05 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2 = 5,05\text{ cm}^2.$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép : $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} = \frac{5,05 \cdot 100\%}{20 \cdot 36,5} = 0,69\% > \mu_{\min} = 0,05\%$ và

$\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm.

3.5 Chọn và bố trí cốt thép dọc cho các tiết diện:

Để có được cách bố trí hợp lí cần phải so sánh các phương án. Trước hết tìm tổ hợp thanh có thể chọn các tiết diện chính. Dưới đây là một số liệt kê các thép chọn, ở đây chưa xét đến sự phối hợp giữa các vùng, diện tích các thanh ghi ở một bên.

Tiết diện	Nhịp biên	Gối B	Nhịp thứ hai	Gối C
Diện tích A_s cần thiết (cm^2)	7,88 cm^2	6,84 cm^2	5,05 cm^2	5,47 cm^2

Các thanh và diện tích tiết diện (cm^2)	*2 ϕ 2 +3 ϕ 6 (8,29 cm^2)	*2 ϕ 2 +3 ϕ 4 (6,88 cm^2)	*2 ϕ 2 +2 ϕ 4 (5,34 cm^2)	*2 ϕ 2 +2 ϕ 4 (5,34 cm^2)
	*3 ϕ 4 +2 ϕ 6 (8,64 cm^2)	*4 ϕ 2 + ϕ 6 (6,531 cm^2)	*2 ϕ 6 + ϕ 4 (5,609 cm^2)	*2 ϕ 6 + ϕ 4 (5,559 cm^2)
	*4 ϕ 4 + ϕ 6 (8,171 cm^2)	*3 ϕ 2 +2 ϕ 6 (7,41 cm^2)	*2 ϕ 0 + ϕ 6 (5,091 cm^2)	*3 ϕ 2 + ϕ 6 (5,4 cm^2)
		*2 ϕ 2 + ϕ 4 +2 ϕ 6 (7,82 cm^2)		*2 ϕ 2 + ϕ 20 (5,402 cm^2)

Bảng chọn thép cho các tiết diện chính của dầm.

Từ cách chọn cốt thép trên ta có các phương án bố trí cốt thép cho dầm chính như sau

Tiết diện	Nhịp biên	Gối B	Nhịp thứ hai	Gối C
Diện tích A_s cần thiết(cm^2)	7,88 cm^2	6,84 cm^2	5,05 cm^2	5,47 cm^2
1	2 ϕ 2 +3 ϕ 6	2 ϕ 2 +3 ϕ 4	ϕ 4 +2 ϕ 6	2 ϕ 2 +2 ϕ 4
2	3 ϕ 4 +2 ϕ 6	2 ϕ 2 + ϕ 4 +2 ϕ 6	ϕ 4 +2 ϕ 6	ϕ 4 +2 ϕ 6
3	3 ϕ 4 +2 ϕ 6	2 ϕ 2 +3 ϕ 4	2 ϕ 4 + ϕ 6	2 ϕ 2 +2 ϕ 4

Các phương án bố trí thép.

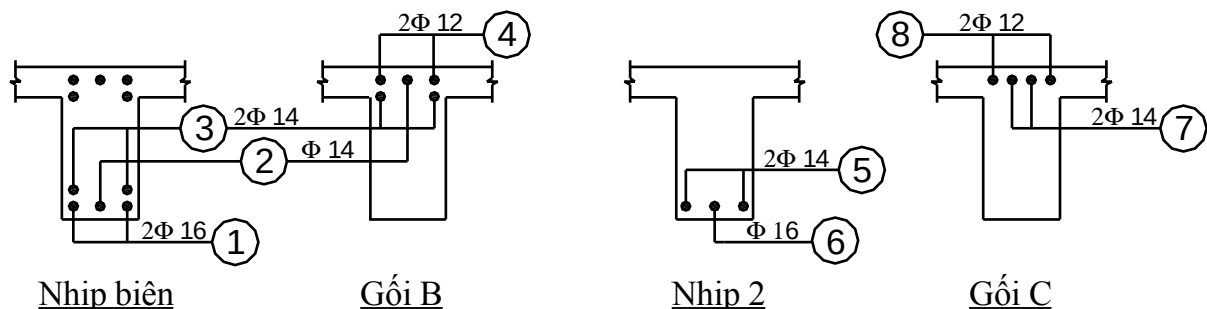
So sánh các phương án chọn ta thấy

+) Phương án 1 có diện tích khá sát với yêu cầu nhưng không thể phối hợp được cốt thép giữa gối B và nhịp biên.

+) Phương án 2 có thể phối hợp được cốt thép giữa các gối và các nhịp một cách dễ dàng tuy nhiên ở một số tiết diện diện tích còn quá lớn.

+) Phương án 3 có diện tích khá sát với yêu cầu và có thể phối hợp tốt cốt thép nên ta chọn phương án này làm phương án bố trí cốt thép cho dầm phụ.

Ta có cách bố trí cốt thép như sau :



Bố trí cốt thép chịu lực trong tiết diện chính của dầm

3.6 Tính toán cốt đai:

Số liệu tính toán:

+ Bê tông có cấp độ bền $B_{20} \Rightarrow R_b = 11,5 \text{ MPa}$, $R_{bt} = 0,9 \text{ MPa}$, $E_b = 27.10^3 \text{ MPa}$,+ Chọn cốt đai là thép A-I có $R_{sw} = 175 \text{ MPa}$, $E_s = 21.10^4 \text{ MPa}$ Từ biểu đồ lực cắt của dầm ta có $Q_{\max} = Q_B^T = 98,795 \text{ kN}$ * Xét tiết diện mép trái gối B có $Q_{\max} = Q_B^T = 14705 \text{ kG}$, có $h_0 = 45.4 \text{ cm}$ Với chiều cao dầm phụ là 400mm, ta chọn đai ~~46~~ và khoảng cách các đai theo cầu

$$\text{tạo là } \begin{cases} S \leq \frac{h}{2} = \frac{400}{2} \Rightarrow \text{chọn } S = 150 \\ S \leq 150 \end{cases}$$

- Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính tại tiết diện mép trái gối B là nơi có Q đạt max.

$$Q_B^T \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

Trong đó φ_{w1} là hệ số xét đến ảnh hưởng của cốt đai đặt vuông góc với trục cầu kiện, được xác định theo công thức: $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w$

$$\text{Với } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{21.10^4}{27.10^3} = 7,78 \text{ và } \mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot S} = \frac{2.28,3}{200.150} = 0,0019$$

Từ đó tính được $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1,074 < 1,3$ (thỏa mãn)Giá trị φ_{b1} : hệ số xét đến khả năng phân phối lại nội lực của các loại bê tông khác nhau, được tính theo: $\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0,01.11,5 = 0,885$ Tính được $0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3.1,074.0,885.11,5.10^3.0,2.0,355 = 232,823 \text{ KN}$.Nhận xét $Q_B^T = 98,795 \text{ KN} < 232,823 \text{ KN}$: thỏa mãn điều kiệnTính $M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2$ Trong đó φ_{b2} là hệ số xét đến ảnh hưởng của BT, đối với BT nặng chọn $\varphi_{b2} = 2$. φ_f là hệ số xét đến ảnh hưởng của cánh tiết diện chữ T khi cánh nằm trong vùng nén tuy nhiên cốt đai không được neo vào cánh nên có thể bỏ qua vậy $\varphi_f = 0$ φ_n là hệ số xét đến lực dọc trục, ta có $\varphi_n = 0$ Từ đó tính $M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2.1.0,9.10^3.0,2.0,3545^2 = 45,241 \text{ kNm}$.Tính $Q_{b1} = 2 \cdot \sqrt{M_b \cdot q_1} = 2 \cdot \sqrt{45,241.20,19} = 60,446 \text{ kN}$.Trong đó giá trị $q_1 = g_d + P_d/2 = 8,094 + \frac{24,192}{2} = 20,19 \text{ kN/m}$.Tính $\frac{Q_{b1}}{0,6} = \frac{60,446}{0,6} = 100,743 \text{ kN} > Q_B^T = 98,795 \text{ kN}$.Từ đó tính giá trị q_{sw} theo công thức sau:

$$q_{sw} = \frac{Q_{\max}^2 - Q_{b1}^2}{4 \cdot M_b} = \frac{98,795^2 - 60,446^2}{4.45,241} = 33,746 \text{ kN/m}$$

Kiểm tra điều kiện : $q_{sw} \geq \frac{Q_{\max} - Q_{b1}}{2.h_0} = q_0$

$$q_0 = \frac{98,795 - 60,446}{2.0,3545} = 54,089 \text{ kN/m} > q_{sw}$$

Như vậy phải lấy giá trị $q_{sw} = 54,089 \text{ kN/m}$ để tính toán .

Tiếp tục kiểm tra điều kiện $q_{sw} \geq \frac{Q_{b\min}}{2.h_0}$.

Với $Q_{b\min} = \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 9 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,3545 = 38,286 \text{ kN}$.

$$\Rightarrow \frac{Q_{b\min}}{2.h_0} = \frac{38,286}{2.0,3545} = 54 \text{ kN/m}.$$

Vậy $q_{sw} > \frac{Q_{b\min}}{2.h_0} = 54 \text{ kN/m}$ Thỏa mãn vậy chọn $q_{sw} = 54,089 \text{ kN/m}$.

Chọn đai $\phi 6$, hai nhánh, tính khoảng cách đai tại khu vực gần gối tựa:

$$s_{tt} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{175 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 283 \cdot 10^{-4}}{54,089} = 0,183 \text{ m}$$

Tính s_{\max} theo công thức :

$$s_{\max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q_{\max}} = \frac{1,5 \cdot (1 + 0) \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,3545^2}{98,795} = 0,343 \text{ m}.$$

S lấy theo cấu tạo : + Khu vực gần gối tựa lấy $\phi 6$ hai nhánh có $S = 150 \text{ mm}$.

+ Khu vực giữa dầm lấy $\phi 6$ hai nhánh có $S = 250 \text{ mm}$.

Giá trị s cần tìm sẽ là giá trị nhỏ nhất của $\{s_{ct} = 150; s_{\max} = 343; s_{tt} = 183\} = 150 \text{ mm}$

Do đó phải chọn cốt đai theo cấu tạo tối thiểu .

Tính các giá trị q_{sw1} , và q_{sw2} theo công thức

$$q_{sw1} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_1} = \frac{175 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 283 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 66,03 \text{ kN/m}.$$

$$q_{sw2} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_2} = \frac{175 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \cdot 283 \cdot 10^{-4}}{0,25} = 39,62 \text{ kN/m}.$$

Tính $q_{sw1} - q_{sw2} = 66,03 - 39,62 = 26,41 \text{ kN/m}$.

Vì $q_1 = 20,19 < q_{sw1} - q_{sw2} = 26,41 \text{ kN/m}$

Do đó tính chiều dài khu vực gần gối tựa theo công thức:

$$l_1 = \frac{Q_{\max} - (Q_{b\min} + q_{sw2} \cdot C_{01})}{q_1} - C_{01}$$

Trong đó giá trị $Q_{b\min} = 38,286 \text{ kN}$

Tính giá trị : $c_{01} = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw1}}} = \sqrt{\frac{45,241}{66,03}} = 0,828 \text{ m}$

$$l_1 = \frac{Q_{\max} - (Q_{b\min} + q_{sw2} \cdot C_{01})}{q_1} - C_{01} = \frac{98,795 - (38,286 + 39,62 \cdot 0,828)}{20,19} - 0,828 = 0,544 \text{ m}$$

Ta có $l_1 < \frac{1}{4} \cdot l_{nhíp} = \frac{1}{4} \cdot 5,1 = 1,275 \text{ m}$ vậy chọn $l = 1280 \text{ mm}$.

Chọn khoảng cách cốt đai theo cấu tạo như sau:

- + Với đoạn 1280 mm gần gối tựa, bố trí mỗi bên $\phi 6, a150$
- + Với đoạn giữa nhịp bố trí $\phi 6, a250$

Đối với dầm phụ ta không bố trí cốt xiên vì giá trị lực cắt không lớn lắm. Mà ở đây ta chỉ tận dụng uốn các thanh cốt dọc để tận dụng thép và làm cốt xiên cấu tạo.

3.7 Tính toán và vẽ biểu đồ bao vật liệu :

Tính toán và kiểm tra chiều cao làm việc thực tế của từng tiết diện so với giả thiết.

Ta xác định giá trị a theo công thức : $a = \frac{\sum A_{s_i} a_i}{\sum A_s}$ với A_{s_i} là diện tích cốt thép của lớp

thứ i ; a_i khoảng cách từ lớp cốt thép thứ i đến mép dầm . Từ đó xác định chiều cao làm việc theo công thức $h_o = h_{df} - a$.

Với lớp bê tông bảo vệ: + Phía dưới $C \geq \{C_o = 20; \phi_{max} = 16\} \Rightarrow C = 20$ mm.

+ Phía trên $C \geq C_b + \phi_{max} = 10 + 6 = 16 \Rightarrow$ chọn $C=20$ mm.

Khoảng hở giữa hai lớp cốt thép: + Phía dưới $t \geq \{t_o = 25; \phi_{max} = 16\} \Rightarrow t = 25$ mm.

+ Phía trên $t \geq \{t_o = 30; \phi_{max} = 16\} \Rightarrow$ chọn $t = 30$ mm.

Tính toán khả năng chịu lực của tiết diện:

+ Đối với tiết diện ở gối, ta tính khả năng chịu lực M_{gh} theo tiết diện hình chữ nhật kích thước b_{df}, h_{df} . Sử dụng công thức

$$\text{Tính } \xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_o}; \quad \zeta = 1 - \frac{\xi}{2}; \quad M_{td} = R_s \cdot A_s \cdot \zeta \cdot h_o.$$

+ Đối với tiết diện nhịp chịu mômen dương ta tính theo tiết diện hình chữ nhật kích thước b'_r, h_{df} . Trong các công thức trên ta thay giá trị b thành b'_r .

Ta tính toán và lập được bảng giá trị khả năng chịu lực của các tiết diện như sau:

Tiết diện	Số lượng và diện tích(cm ²)	h _o (cm)	ξ	ζ	M _{td}
Cạnh nhịp biên	3 $\phi 4$ + 2 $\phi 6$ (8,64 cm ²)	35,8	0,051	0,975	84,442
Giữa nhịp biên	Uốn 2 $\phi 4$ còn $\phi 4$ + 2 $\phi 6$ (5,559 cm ²)	37,2	0,031	0,985	57,034
Cạnh nhịp biên	Uốn $\phi 4$ còn 2 $\phi 6$ (4,02 cm ²)	37,2	0,023	0,989	41,412
Trên gối B	2 $\phi 2$ + 3 $\phi 4$ (6,88 cm ²)	35,45	0,236	0,882	60,232
Cạnh gối B	Uốn hoặc cắt $\phi 4$ còn 2 $\phi 2$ + 2 $\phi 4$ (5,34 cm ²)	35,0	0,186	0,907	47,465
Cạnh gối B	Uốn hoặc cắt 2 $\phi 4$ còn 2 $\phi 2$ (2,26 cm ²)	37,4	0,074	0,963	22,791
Trên nhịp 2	2 $\phi 4$ + $\phi 6$ (5,091 cm ²)	37,2	0,029	0,986	52,285
Cạnh nhịp 2	Uốn $\phi 6$ còn 2 $\phi 4$ (3,08 cm ²)	37,3	0,017	0,992	31,91
Gối C	2 $\phi 2$ + 2 $\phi 4$ (5,34 cm ²)	37,3	0,174	0,913	50,919
Cạnh gối C	Cắt 2 $\phi 4$ còn 2 $\phi 2$ (2,26 cm ²)	37,4	0,074	0,963	22,791

* Ở nhịp 2: Tiến hành uốn thanh số 6 từ nhịp 2 lên gối B, khả năng chịu lực của các thanh còn lại là $M_{tds} = 31,91$ kNm. Ở hình bao mômen ở tiết diện 6 có $M = 14,645$ kNm và tiết diện 7 có $M = 47,19$ kNm. Suy ra tiết diện có $M = 31,91$ kNm nằm giữa tiết diện 6 và 7. Từ đó tính được tiết diện có $M = 31,91$ kNm cách mép gối B một đoạn là

$X_6 = 1,4$ m (có thể dùng cách vẽ theo đúng tỉ lệ đo sau đó xác định tiết diện cần tìm). Đây là tiết diện sau khi uốn của thanh. Ta chọn điểm cuối của đoạn uốn cách mép gối một đoạn là $1,26$ m nằm ngoài tiết diện sau.

Điểm uốn cách tâm gối $Z_6 = 1,26 + 0,14 = 1,4$ m.

* Tìm điểm cắt lý thuyết thanh số 2 bên phải gối B

Sau khi cắt thanh số 2: khả năng chịu lực còn lại là $M_{td} = 47,465$ kNm từ hình bao mômen nhận thấy tiết diện này nằm giữa tiết diện số 5 có $M = 60,043$ kNm và tiết diện 6 có $M = 28,477$ kNm. Nội suy theo đường thẳng ta có điểm cần tìm cách mép gối 1 đoạn $X_2 = 0,4$ m.

Tính đoạn kéo dài $W = \frac{Q}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d$

Với Q là giá trị lực cắt tại mặt cắt lý thuyết. Tại mặt cắt lý thuyết có $X_2 = 0,4$ m có

$$Q_2 = \frac{0,5 \cdot l - X_2}{0,5 \cdot l} \cdot Q_B^T = \frac{0,5 \cdot 5,02 - 0,4}{0,5 \cdot 5,02} \cdot 81,038 = 68,124 \text{ kN.}$$

Phía trước có khả năng có cốt xiên nhưng quá xa nên không kể vào tính toán

$$+) q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{173 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 0,283 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 66,033 \text{ kN/m.}$$

$$\text{Vậy } W = \frac{68,124}{2 \cdot 66,033} + 5 \cdot 0,014 = 0,586 \text{ m}$$

Ta có $W = 0,586 > 20 \cdot d = 0,28$ m (thoả mãn).

Điểm cắt thực tế cách mép gối tựa một đoạn $Z_2 = X_2 + W = 0,4 + 0,586 = 0,986$ m cách tâm gối B là $1,126$ m lấy tròn $1,13$ m.

Điểm nút của cốt xiên cách mép gối tựa $1,26$ m nằm ngoài đoạn cắt nên không tính vào là hợp lý.

* Tìm điểm cắt lý thuyết thanh số 3 bên phải gối B

Sau khi cắt khả năng chịu lực của các thanh còn lại là $M_{td} = 22,791$ kNm. Dựa vào hình bao mômen tìm tiết diện có $M = -22,791$ kNm ta được $X_3 = 1,37$ m.

Ta thấy tiết diện cắt lý thuyết nằm trong vùng có cốt xiên nên cần xác định ảnh hưởng

của nó. Vậy đoạn kéo dài là $W = \frac{Q_3 - Q_{s.inc}}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d$

$$\text{Với } Q_3 = \frac{0,5 \cdot l - X_3}{0,5 \cdot l} \cdot Q_B^T = \frac{0,5 \cdot 5,02 - 1,37}{0,5 \cdot 5,02} \cdot 81,038 = 36,806 \text{ kN.}$$

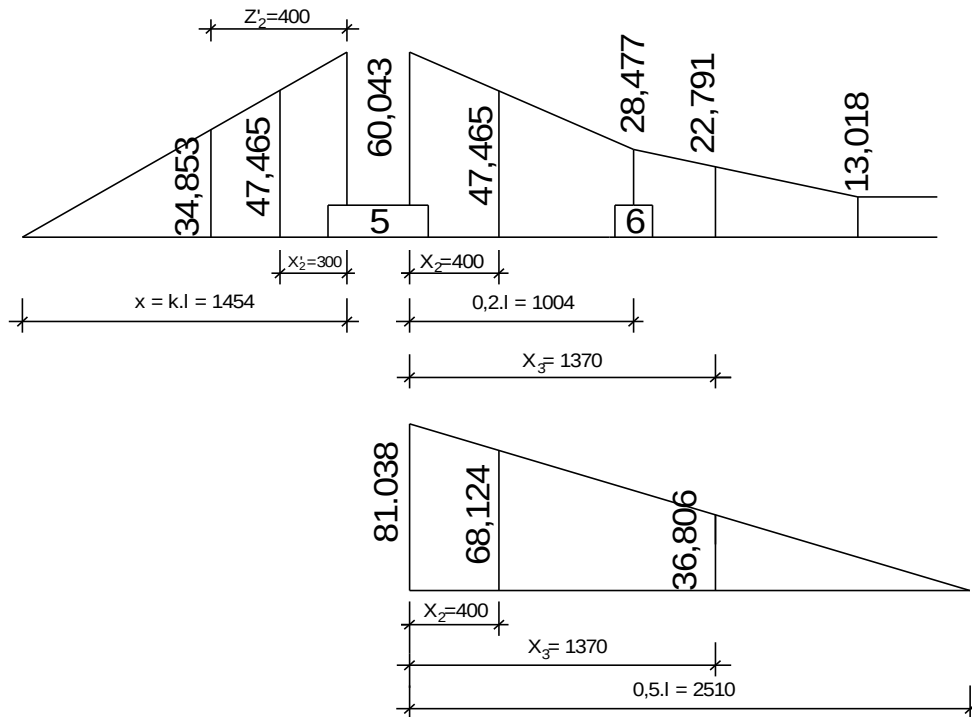
$$Q_{s.inc} = R_{sw} \cdot A_{sw} \cdot \sin \alpha = 225 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 0,11 \cdot 10^{-4} \cdot \sin 45^\circ = 31,995 \text{ kN.}$$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{173 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 0,283 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 66,033 \text{ kN/m.}$$

$$\text{Vậy } W = \frac{36,806 - 31,995}{2,66,033} + 5,0,014 = 0,11 \text{ m} < 20.d = 0,28 \text{ m.}$$

Chọn $W = 20.d = 0,28 \text{ m}$

Điểm cắt thực tế của cốt thép cách mép gối B một đoạn $X_3 + W = 1,37 + 0,28 = 1,65 \text{ m}$ và cách tâm gối $1,79 \text{ m}$.



Sơ đồ tính mặt cắt lý thuyết và uốn một số thanh

* Tìm điểm cắt lý thuyết thanh số 7 bên trái gối C (gồm 2 thanh $\Phi 4$)

Các thanh còn lại sau khi cắt có $M_{td} = 22,791 \text{ kNm}$.

Dựa vào biểu đồ bao mômen ta có tiết diện có $M = -22,791 \text{ kNm}$ cách mép gối C một đoạn $X_7 = 1,097 \text{ m}$.

Trước mặt cắt lý thuyết có cốt xiên tương tự ở bên phải gối B ta tính được đầu trên của cốt xiên cách mép gối C một đoạn là $1,26 \text{ m}$. Khoảng cách từ điểm đầu của lớp cốt xiên đến tiết diện cắt lý thuyết là: $1,26 - 1,097 = 0,163 \text{ m}$.

* Uốn các thanh thép ở bên trái gối B: Uốn theo cấu tạo các thanh số 2 và số 3 theo các quy định cho điểm đầu và điểm kết thúc. Khi xem cốt xiên uốn từ trên xuống có điểm bắt đầu lần lượt cách trục gối tựa là 0,4 m và 0,9 m (cách mép gối là 0,26 m và 0,76 m)

Kiểm tra điều kiện uốn thanh thép số 2 :

+ Thỏa mãn điều kiện về điểm đầu : Điểm đầu cách mép gối tựa một đoạn 0,26 m lớn

hơn giá trị $\frac{h_0}{2} = \frac{0,3545}{2} = 0,18m$

+ Điểm kết thúc uốn cách mép gối một đoạn là $Z'_2 = 0,61$ m (cách tâm gối một đoạn 0,75 m).

Tại đây ta có $M = \frac{60,043}{1,454} \cdot (1,454 - 0,61) = 34,853$ kNm $< M_{tds} = 47,465$ kNm.

Tim tiết diện sau tại đó có $M = M_{tds}$ ta có khi $M = -47,465$ kNm

$\Rightarrow x'_2 = 1,454 \cdot (1 - \frac{47,465}{60,043}) = 0,3$ m.

Nhận xét $Z'_2 = 0,61$ m $> 0,3$ m như vậy điểm kết thúc uốn thép từ trên xuống nằm ra ngoài tiết diện sau : thỏa mãn điều kiện điểm kết thúc.

Uốn thanh số 3 gồm 2 thanh $\Phi 4$

Tại tiết diện cách mép gối một đoạn là 0,76 m, cách trục gối một đoạn là 0,9 m. Trước khi uốn khả năng chịu lực là $M_{td} = 47,465$ kNm và sau khi uốn 2 thanh trên khả năng chịu lực còn lại là $M_{tds} = 22,791$ kNm. Kiểm tra điều kiện điểm đầu : khoảng cách từ

điểm đầu đến điểm cuối của thanh số 2 là $0,76 - 0,3 = 0,46$ m $> \frac{h_0}{2} = \frac{0,374}{2} = 0,187$ m

thỏa mãn điều kiện điểm đầu.

Điểm kết thúc uốn cách mép gối một đoạn là $Z'_3 = 1,02$ mm. Sau khi uốn khả năng chịu lực của tiết diện còn lại là $M_{tds} = 22,791$ kNm. Tại tiết diện có $M = -22,791$ kNm cách mép gối $x_3 = 1,454 \cdot (1 - \frac{22,791}{60,043}) = 0,902$ m.

Nhận xét $Z'_3 = 1,02m > x_3 = 0,902m$: điểm kết thúc nằm ra ngoài tiết diện sau.

Tiết diện có $M = 0$ ta cắt lý thuyết hai thanh còn lại và nối thêm 2 thanh cốt dọc cấu tạo (thường dùng $\Phi_{10} \div \Phi_{20}$) tuy nhiên để có chiều dài thanh hợp lý ta không cắt ở điểm này mà cắt tại điểm khác thích hợp hơn.

* Uốn các thanh thép ở bên phải gối A: Uốn thanh số 3 lên làm cốt xiên cấu tạo . Sau khi uốn khả năng chịu lực còn lại của các thanh còn lại là $M_{td} = 57,034$ kNm. Tiết diện có $M = 57,034$ kNm nằm giữa tiết diện 1 có $M = 54,58$ kNm và tiết diện 2 có $M = 75,578$ kNm. Dùng phương pháp đo vẽ đúng tỷ lệ ta xác định được tiết diện cần tìm cách mép gối 1 đoạn 1,09 m. Chọn điểm uốn cách mép gối A 1 đoạn 0,8 m thỏa mãn điều kiện uốn cốt thép.

Ta có các kết quả được thể hiện ở hình bao vật liệu.

* Kiểm tra neo cốt thép và nối cốt thép:

- Cốt thép ở nhịp và biên, sau khi uốn và cắt phải đảm bảo số còn lại neo chặt vào gối

+ Ở nhịp biên : $A_s = 11,12 \text{ cm}^2$, số neo vào gối tựa là $2\phi 8$ có $A_s = 5,09 \text{ cm}^2$ đảm bảo lớn 1/3

diện tích của $11,12 \text{ cm}^2$: $5,09 > 1/3 \cdot 11,12 = 3,707 \text{ cm}^2$.

+ Ở nhịp giữa : $A_s = 7,63 \text{ cm}^2$, số neo vào gối tựa là $2\phi 8$ có $A_s = 5,09 \text{ cm}^2$ đảm bảo lớn 1/3

diện tích của $7,63 \text{ cm}^2$: $5,09 > 1/3 \cdot 7,63 = 2,54 \text{ cm}^2$.

- Đoạn cốt thép neo vào gối biên kê tự do $l_{an} \geq 5\phi$ thường lấy $l_{an} = 10\phi = 10 \cdot 1,8 = 18 \text{ cm}$

Đoạn neo thực tế lấy bằng $22 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 19 \text{ cm} > 18 \text{ cm}$ thoả mãn.

- Chọn $2\phi 2$ có diện tích $2,26 \text{ cm}^2$ làm cốt dọc cấu tạo để nối với $2\phi 6$ ở bên trái gối B, đảm bảo diện tích tối thiểu lấy bằng $0,1\%$. diện tích sườn = $0,1\% \cdot 20 \cdot 47,1 = 0,941 \text{ cm}^2$.

- Đoạn nối của hai thanh số 1 và số 4 ở gối được tính theo công thức sau:

$$\begin{cases} l_{an} = (\omega_{an} \cdot \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an}) \cdot \phi = (0,9 \cdot \frac{280}{11,5} + 11) \cdot 1,8 = 592 \\ l_{an} \geq l_{an}^* = \lambda_{an} \cdot \phi = 15 \cdot 1,8 = 360 \\ l_{an} \geq l_{min} = 200 \end{cases} \implies l_{an} = 600 \text{ mm}$$

Lấy $l_{an} = 600 \text{ mm}$, cạnh dầm chính là 320 mm . Như vậy đầu mút cốt thép cong kéo dài qua mép dầm chình một đoạn là $\frac{600 - 320}{2} = 140 \text{ mm}$

- Tiết diện cạnh nhịp biên :

$$\begin{cases} Q_{max} < 2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 : 2,5 \cdot 0,75 \cdot 200 \cdot 471 : 176625 \\ Q < \frac{1}{c} \cdot \frac{b \cdot h_0^2 \cdot (1 + \phi_n) \cdot R_{bt}}{2,471} : \frac{1,5 \cdot (1 + 0) \cdot 0,75 \cdot 200 \cdot 471^2}{2,471} : 52987,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 14705 < 176625 \\ 9803 < 52987,5 \end{cases} \Rightarrow \text{thoả}$$

Do đó đoạn kéo dài l_a của thanh cốt xiên cấu tạo sâu vào phía gối tựa do một đoạn tối thiểu là $5d = 5 \cdot 16 = 80 \text{ mm}$. Đoạn này ta có thể lấy theo cấu tạo là 200 .

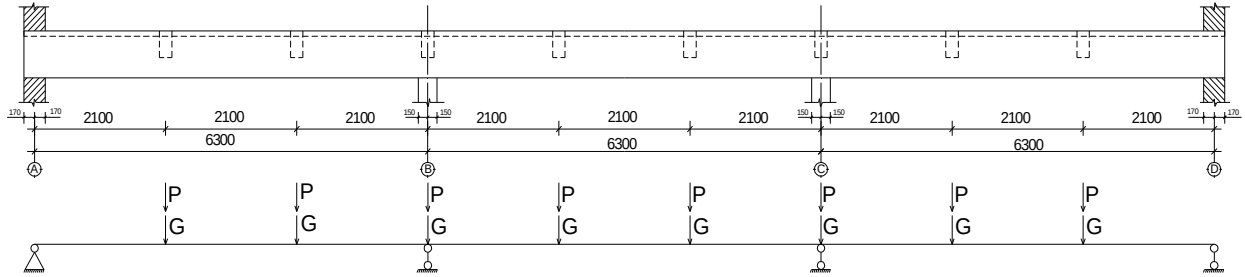
4. TÍNH TOÁN DẦM CHÍNH.

4.1 Sơ đồ tính toán:

Dầm chính là dầm liên tục gồm 3 nhịp có gối tựa là tường và cột. Với kích thước dầm chính có $b_{dc} = 280 \text{ mm}$ nên ta chọn bề rộng cột là $b_c = 300 \text{ mm}$. Đoạn dầm chính kê lên tường đúng bằng bề dày tường $h_t = 340 \text{ mm}$.

Nhịp tính toán ở nhịp biên và nhịp giữa đều bằng nhau và bằng $l = 3 \cdot l_1 = 6,3 \text{ m}$.

Sơ đồ tính toán như sau :



Sơ đồ tính toán dầm chính

4.2. Xác định tải trọng.

Tải trọng tác dụng lên dầm chính là tải trọng từ dầm phụ và trọng lượng bản thân nó truyền lên bao gồm hoạt tải tập trung P và tĩnh tải tập trung G.

+ Hoạt tải tập trung : $P = p_d \cdot l_2 = 24,192 \cdot 5,3 = 128,22 \text{ kN}$.

+ Tĩnh tải tập trung $G = G_0 + G_1$

Trong đó :

G_0 là trọng lượng của bản thân dầm chính đưa về thành các lực tập trung:

$$G_0 = b_{dc} (h_{dc} - h_b) \gamma_{bt} \cdot l_1 \cdot n = 0,28 \cdot (0,7 - 0,08) \cdot 2500 \cdot 2,1 \cdot 1,1 = 1002,54 \text{ KG} = 10,22 \text{ kN}$$

G_1 tĩnh tải tập trung của dầm phụ truyền lên dầm chính:

$$G_1 = g_{dp} \cdot l_2 = 8,094 \cdot 5,3 = 42,898 \text{ kN}$$

Từ đó tính được tĩnh tải tập trung : $G = G_0 + G_1 = 10,22 + 42,898 = 53,118 \text{ kN}$.

4.3 Tính toán và vẽ biểu đồ bao mômen:

Ta tính toán và vẽ biểu đồ bao mômen và lực cắt dựa vào phương pháp tổ hợp tải trọng, rồi xác định nội lực rồi tổ hợp nội lực để vẽ được biểu đồ bao mômen và lực cắt. Lợi dụng tính chất đối xứng của dầm ta chỉ cần tính toán cho một nửa dầm.

4.3.1 Biểu đồ bao mômen:

a) Biểu đồ M_G :

Ta có tung độ của biểu đồ mômen do tĩnh tải M_G tác dụng lên dầm chính là :

$$M_G = \alpha G \cdot l \text{ Với giá trị } \alpha \text{ cho ở bảng tra ở phụ lục sách kết cấu BTCT.}$$

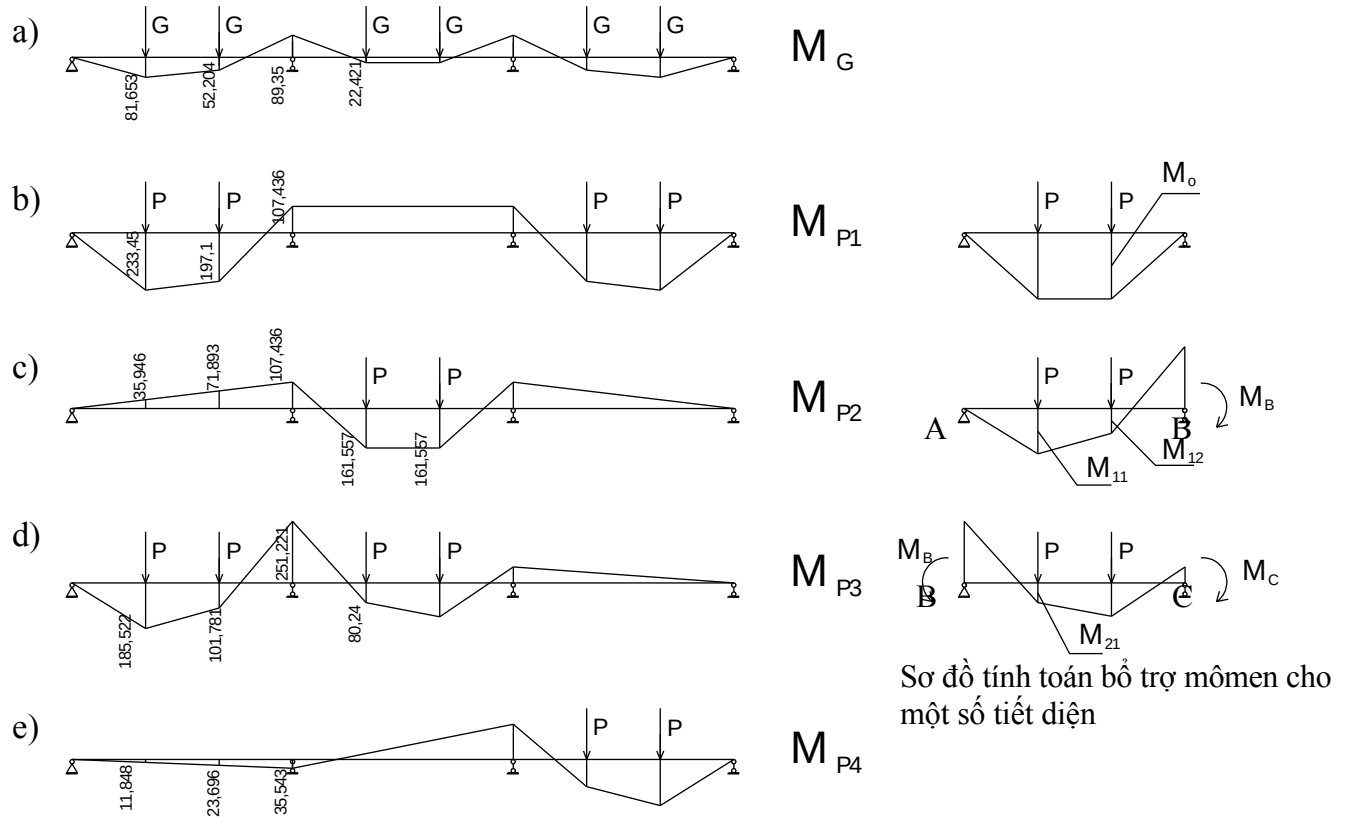
Các giá trị tính toán được thể hiện ở bảng 5 dưới đây.

b) Các biểu đồ M_{pi}

Xét bốn trường hợp bất lợi của hoạt tải 1,2,3,4 như trên hình vẽ b,c,d,e. Ta có tung độ của các biểu đồ mômen do các trường hợp trên là :

$$M_{pi} = \alpha P \cdot l \text{ với } \alpha \text{ là hệ số cho ở bảng.}$$

Kết quả tính được thể hiện ở bảng 5.



Sơ đồ tính mômen trong dầm

Trong sơ đồ M_{P3} và M_{P4} còn thiếu α để tính mômen tại các tiết diện 1,2,3. Để tính toán M_{P3} cần tính thêm M_C .

+ Với sơ đồ M_{P3} ta có $M_C = \alpha \cdot P \cdot l = -0,08 \cdot 128,22 \cdot 6,3 = -64,623$ KNm.

Đem cắt rời các nhịp AB, BC.

Trong M_{P3} : nhịp 1,2 có tải trọng. Ta tính M_0 của dầm đơn giản kê lên gối tự do.

$$M_0 = P \cdot l_1 = 128,22 \cdot 2,1 = 269,262 \text{ KNm.}$$

$$M_{11} = 269,262 - \frac{1}{3} \cdot 251,221 = 185,522 \text{ KNm.}$$

$$M_{12} = 269,262 - \frac{2}{3} \cdot 251,221 = 101,781 \text{ KNm.}$$

$$M_{21} = 269,262 - \frac{2}{3} \cdot 251,522 - \frac{1}{3} \cdot 64,623 = 80,24 \text{ KNm.}$$

+ Với M_{P4} có $M_{11} = \frac{1}{3} \cdot M_B = \frac{1}{3} \cdot 35,543 = 11,848$ KNm.

$$M_{12} = 2M_{11} = 23,696 \text{ KNm.}$$

Bảng 5 : Tính toán và tổ hợp mômen

Tiết diện	11	12	B	21	22	C
Sơ đồ tính						
α	0,244	0,156	-0,267	0,067	0,067	
M_G M	81,653	52,204	-89,35	22,421	22,421	
α	0,289	0,244	-0,133	-0,133	-0,133	
M_{P_1} M	233,45	197,1	-107,436	-107,436	-107,436	
α	-0,0445	-0,089	-0,133	0,200	0,200	
M_{P_2} M	-35,946	-71,893	-107,436	161,557	161,557	
α			-0,311			-0,089
M_{P_3} M	185,522	101,781	-251,221	80,24		-64,623
α			0,044			-0,178
M_{P_4} M	11,848	23,696	35,543			-143,786
M_{\max}	315,103	249,304	-53,807	183,978	183,978	
M_{\min}	45,707	-19,689	-340,571	-85,015	-85,015	

c) Biểu đồ bao mômen:

Tung độ biểu đồ bao mômen tính theo công thức sau :

$$\begin{cases} M_{\max} = M_G + \max M_{P_i} \\ M_{\min} = M_G + \min M_{P_i} \end{cases}$$

Tính toán M_{\max} và M_{\min} cho từng tiết diện và ghi vào hai dòng cuối của bảng tính. Biểu đồ bao mômen được vẽ bằng cách vẽ các nhanh M_{\max} và M_{\min} . Để tính toán cốt thép theo sơ đồ đàn hồi, đối với tiết diện ở gối ta phải tính toán giá trị max của **mômen mép gối**.

Biểu đồ bao mômen

d) Xác định mômen mép gối B:

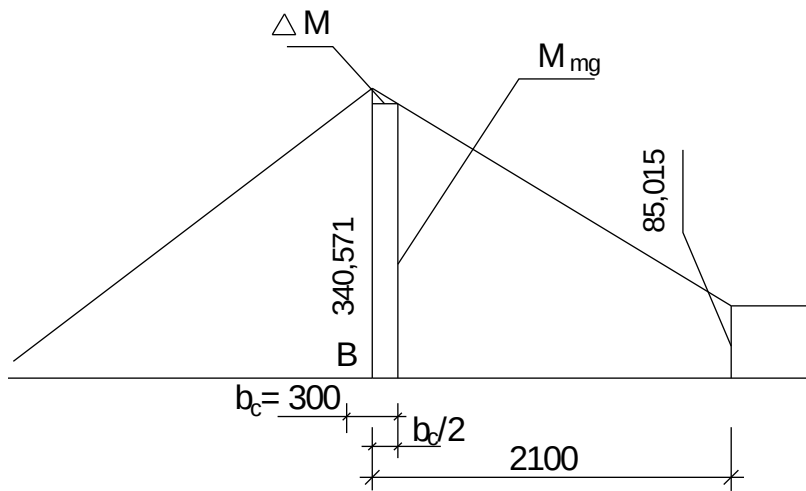
Theo biểu đồ mômen thấy rằng phía bên phải gối B ít dốc hơn phía bên trái, ta tính mômen ở mép gối B ở phía bên phải sẽ cho giá trị tuyệt đối lớn hơn.

Độ dốc của biểu đồ mômen trong đoạn gần gối B (về phía phải) là:

$$i = \frac{340,571 - 85,015}{2,1} = 121,693 \text{KNm};$$

$$\Rightarrow \Delta M = \frac{i \cdot b_C}{2} = \frac{121,693 \cdot 0,3}{2} = 18,254 \text{KNm};$$

Giá trị mômen mép bên phải gối B là : $M_{mg} = 340,571 - 18,254 = 322,317$ KNm.
Trị số này dùng để tính toán cốt thép ở gối B.



Sơ đồ tính M_{mg}

4.4 Tính và vẽ biểu đồ bao lực cắt.

Tiến hành tính toán và vẽ biểu đồ lực cắt như đối với biểu đồ bao mômen.

$$Q_G = \beta \cdot G \text{ và các } Q_{Pi} = \beta \cdot P$$

Trong đó $G = 53,118$ KN và $P = 128,22$ KN.

Và các giá trị β được tra ở sơ đồ dạng tải trọng tập trung P của dầm ba nhịp.

Kết quả được ghi ở bảng sau tính toán và tổ hợp lực cắt.

* Biểu đồ bao lực cắt : Ta tiến hành tính toán các giá trị Q_{max} và Q_{min} rồi từ đó vẽ hai nhánh Q_{max} và Q_{min} .

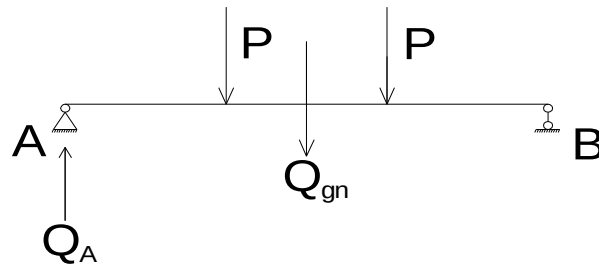
Trong đó $Q_{max} = Q_G + \max Q_{Pi}$ và $Q_{min} = \min Q_{min}$.

Bảng tính toán và tổ hợp lực cắt.

Đoạn dầm Sơ đồ	Bên phải gối	Giữa nhịp biên	Bên trái gối B	Bên phải gối B	Giữa nhịp giữ
Q_G	β	0,733	-1,267	1	0
Q		38,395	-67,301	53,118	
Q_{P1}	β	0,867	-1,133	0	0

Q		111,167	-17,053	-145,273	0	
Q _{P2}	<i>B</i>	- 0,133		- 0,133	1	0
	Q	-17,053	-17,053	-17,053	128,22	
Q _{P3}	<i>B</i>	0,689		-1,311	1,222	
	Q	88,344	-39,876	-168,096	156,685	28,465
Q _{P4}	<i>B</i>			0,044	-0,222	
	Q	5,642	5,642	5,642	-28,465	-28,465
Q _{max}		150,102	-8,541	-61,659	209,803	28,465
Q _{min}		21,882	-54,059	-235,397	24,653	-28,465

Đối với đoạn giữa nhịp, ta tính giá trị lực cắt Q theo phương pháp mặt cắt.
Ví dụ để tính giá trị lực cắt tại giữa nhịp của đoạn dầm AB:



$$Q_{gn} = Q_A - P.$$

Ta có giá trị lực cắt tại các đoạn giữa nhịp như sau:

+ Đối với Q_G: $Q_{gn} = Q_{AG} - G = 38,935 - 53,118 = -14,183$ (kN).

+ Đối với Q_{P1}: $Q_{gn} = Q_{A1} - P = 111,167 - 128,22 = -17,053$ (kN).

+ Đối với Q_{P2}: $Q_{gn} = Q_{A2} = -17,053$ (kN)

+ Đối với Q_{P3}: $Q_{gn} = Q_{A3} - P = 88,344 - 128,22$ (kN).

+ Đối với Q_{P4} lực cắt tại một số tiết diện được suy ra từ biểu đồ mômen.

Ta có biểu đồ lực cắt như sau :

4.5 Tính toán cốt thép dọc

Số liệu tính toán :

+ Bê tông có cấp độ bền B₂₀: $R_b = 11,5 \text{ MPa} = 11,5 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$.

+ Chọn cốt thép dọc là thép A-II có $R_s = R_{sc} = 280 \text{ MPa} = 280 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$.

a) Đối với tiết diện gối B chịu mômen âm, cánh chữ T nằm trong vùng kéo:

Tiến hành tính toán cốt thép ở gối B theo tiết diện hình chữ nhật kích thước b x h.

Đầu tiên tính các giá trị ξ_R, α_R theo công thức sau:

$$\xi_R = \frac{\omega}{R_s \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right) + \frac{\sigma_{sc,u}}{1,1}} \quad \text{với} \quad \omega = \alpha - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 11,5 = 0,758.$$

$$\delta_{sc,u} = 500 \text{ MPa}; R_s = 280 \text{ MPa}.$$

$$\Rightarrow \xi_R = \frac{0,758}{1 + \frac{280}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,758}{1,1}\right)} = 0,646.$$

$$\Rightarrow \alpha_R = \xi_R \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi_R) = 0,437.$$

Ở gôì B lấy giá trị mômen ở mép gôì để tính toán, ta có $M_{mg} = 322,317$ (kNm)
 Ở trên gôì cốt thép dầm chính phải đặt xuống phía dưới hàng trên cùng của cốt thép dầm phụ nên a khá lớn. Ta giả sử $a = 7,5 \text{ cm} \Rightarrow h_0 = h - a = 70 - 7,5 = 62,5 \text{ cm}$.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M_B}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{322,317}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,625^2} = 0,256 < \alpha_R : \text{ thoả mãn điều kiện hạn chế.}$$

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,849$ (hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$)

Diện tích cốt thép tính theo công thức:

$$A_s = \frac{M_B}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{322,317}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,849 \cdot 0,625} = 21,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 21,69 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kiểm tra : } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{21,69}{28 \cdot 62,5} \cdot 100\% = 1,2\% > \mu_{\min} = 0,05\% \text{ và } \in (0,6 \div 1,2\%) \text{ đối với dầm.}$$

b) Đối với nhịp chịu mômen dương :

Cánh chữ T nằm trong vùng nén. Tính toán cốt thép theo tiết diện chữ T

Bề rộng cánh dùng trong tính toán $b'_f = b_{dc} + 2 \cdot S_C$

Trước hết tính giá trị S_C của cánh chữ T, giá trị này không được lớn hơn các giá trị

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{6} \cdot \text{nhịp tính toán của dầm chính} = \frac{1}{6} \cdot 630 = 105 \text{ mm} \\ \text{Sau : } S_C \leq \begin{cases} 6 \cdot h'_f = 6 \cdot 80 = 480 \text{ mm} & (\text{do } h'_f \geq 0,1 \cdot h) \\ \frac{1}{2} S = \frac{1}{2} \cdot (5300 - 280) = 2510 \text{ mm} \end{cases} \end{array} \right.$$

Vậy chọn $S_C = 480 \text{ mm}$ và $b'_f = 2 \cdot S_C + b_{dc} = 1240 \text{ mm} = 1,24 \text{ m}$ để tính cốt thép.
 Để phân biệt trường hợp trục trung hoà qua cánh hay là qua sườn, ta phải tính giá trị mômen ứng với trường hợp trục trung hoà qua mép dưới của cánh ($x = h'_f$) rồi so sánh với mômen ngoại lực.

Giá trị mômen qua mép cánh:

$$M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot \left(h_0 - \frac{h'_f}{2}\right) = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 0,08 \cdot \left(0,645 - \frac{0,08}{2}\right) = 690,184 \text{ kNm}.$$

Trong đó : giả sử ban đầu $a = 5,5 \text{ cm}$ cho 2 tiết diện nhịp biên và nhịp giữa.

$$\text{Giá trị } h_0 = h - a = 70 - 5,5 = 64,5 \text{ cm} = 0,645 \text{ m}.$$

+)Tính tiết diện nhịp biên:

Số liệu ở nhịp biên : $M = 315,103$ KNm.

Nhận xét $M < M_f$: Vậy trục trung hoà đi qua cánh nên ở nhịp biên ta tính toán như tiết diện chữ nhật $b_f \cdot h$.

Tính α_m theo công thức sau :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f \cdot h_o^2} = \frac{315,103}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 0,645^2} = 0,053 \leq \alpha_R$$

=> thoả mãn điều kiện hạn chế.

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,973$ (hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$)

$$\text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_o} = \frac{315,103}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,973 \cdot 0,645} = 17,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 17,93 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Kiểm tra hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100\% = \frac{17,93}{28 \cdot 64,5} \cdot 100\% = 0,99\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

và $\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm nên thoả mãn điều kiện cốt thép.

+)Tính tiết diện nhịp giữa: $M = 183,978$ KNm.

Nhận xét $M < M_f$ Vậy trục trung hoà đi qua cánh. Tính toán cốt thép theo tiết diện hình chữ nhật kích thước $b_f \cdot h$.

Giả sử ban đầu $a = 5,5$ cm $\Rightarrow h_o = h - a = 70 - 5,5 = 64,5$ cm = 0,645 m.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f \cdot h_o^2} = \frac{183,978}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 0,645^2} = 0,031 \leq \alpha_R : \text{ thoả mãn điều kiện hạn chế.}$$

Từ bảng tra phụ lục 9 : $\zeta = 0,984$ hoặc sử dụng công thức: $\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m})$

$$\text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_o} = \frac{183,978}{280 \cdot 10^3 \cdot 0,984 \cdot 0,645} = 10,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 10,35 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Kiểm tra hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100\% = \frac{10,35}{28 \cdot 64,5} \cdot 100\% = 0,6\% > \mu_{\min} = 0,05\%$$

và $\in (0,6 \div 1,2\%)$ đối với dầm nên thoả mãn điều kiện cốt thép.

* Chọn cốt thép dọc cho các tiết diện chính

Chọn lớp Bê tông bảo vệ:

$$+ \text{ Ở phía dưới : } C \geq \{C_0 = 20; \varphi_{\max} = 22\} = 22 \Rightarrow \text{Chọn } C = 25 \text{ mm}$$

+ Ở phía trên : Vì cốt thép ở gối phải đặt phía dưới của cốt thép dầm phụ nên:

$$C \geq C_{df} + \varphi_{\max df} = 20 + 16 = 36 \Rightarrow \text{Chọn } C = 36 \text{ mm.}$$

Khoảng cách giữa 2 lớp thép :

$$+ \text{ Ở phía dưới : } t \geq \{t_0 = 25; \phi_{\max} = 22\} = 22 \Rightarrow \text{Chọn } C = 25 \text{ mm.}$$

$$+ \text{ Ở phía trên : } t \geq \{t_0 = 30; \varphi_{\max} = 22\} = 22 \Rightarrow \text{Chọn } C = 30 \text{ mm.}$$

Từ đó chọn được cốt thép và tính toán được chiều cao làm việc thực tế như sau :

Tiết diện	$A_s(\text{cm}^2)$	Chọn thép (cm^2)	a(cm)	h_o giả thiết (cm)	h_o thực tế(cm)
-----------	--------------------	-----------------------------	-------	----------------------	-------------------

Nhịp biên	17,93	$\phi 20 + 4\phi 22 (18,342 \text{ cm}^2)$	5,5	64,5	64,5
Gối B	21,69	$1\phi 20 + 5\phi 22 (22,142 \text{ cm}^2)$	7,36	62,5	62,64
Nhịp giữa	10,35	$1\phi 20 + 2\phi 22 (10,742 \text{ cm}^2)$	3,6	64,5	66,4

Các giá trị h_0 đều lớn hơn h_0 giả thiết và sự sai lệch không lớn lắm, thiên về an toàn nên ta không giả thiết lại.

Ta có sơ đồ bố trí cốt thép như sau:

4.6 Tính toán cốt đai và cốt xiên:

Số liệu tính toán :

+ Bê tông có cấp độ bền B_{20} có : $R_b = 11,5 \text{ MPa}$; $E_b = 27.10^3 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 0,9 \text{ MPa}$.

+ Thép cốt đai : Loại A-I có $R_{sw} = 175 \text{ MPa}$; $E_s = 21.10^4 \text{ MPa}$.

+ Thép dọc và cốt xiên : Loại A-II có $R_{sw} = 225 \text{ MPa}$; $E_s = 21.10^4 \text{ MPa}$.

* Ban đầu giả thiết cốt đai $\phi 8$ (do chiều cao dầm $h_{dc} = 700$), 2 nhánh .

- Khoảng cách giữa các cốt đai theo cấu tạo thoả mãn:

$$\left\{ \begin{array}{l} S \leq \frac{h_{dc}}{3} = \frac{700}{3} = 233.3 \text{ mm} \\ S \leq 500 \text{ mm} \end{array} \right. \Rightarrow \text{Chọn } S = 200 \text{ mm.}$$

a) Đối với đoạn dầm bên trái gối B:

Với $Q_B^T = 235,397 \text{ kN}$.

Với chiều cao dầm chính là 700mm, ta chọn đai $\phi 8$ và khoảng cách các đai theo cấu tạo là $S = 200 \text{ mm}$.

- Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính tại tiết diện bên trái gối B

$$Q_B^T \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

Trong đó φ_{w1} là hệ số xét đến ảnh hưởng của cốt đai đặt vuông góc với trục cấu kiện, được xác định theo công thức: $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w$

$$\text{Với } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{21.10^4}{21.10^3} = 7,78 \text{ và } \mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot S} = \frac{2.3.503}{28.20} = 0,0018$$

Từ đó tính được $\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 0,0018 \cdot 7,78 = 1,07 < 1,3$ (thoả mãn)

Giá trị φ_{b1} : hệ số xét đến khả năng phân phối lại nội lực của các loại bê tông khác nhau được tính theo: $\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0,01.11,5 = 0,885$

Ta tính được $0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o = 0,3 \cdot 1,07 \cdot 0,885 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,6264 = 573,002 \text{ kN}$.
 Nhận xét $Q_B^T = 235,397 \text{ kN} < 573,002 \text{ kN}$: thỏa mãn điều kiện.

$$\text{Tính } S_{\max} = \frac{[\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2]}{Q} = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,6264^2}{235,397} = 0,630 \text{ m}.$$

Trong đó : + φ_{b4} là hệ số xét đến sự không chính xác của khoảng cách cốt đai trong thi công và sự lệch lạc về phương của khu nứt nghiêng do bê tông không đồng chất

$\varphi_{b4} = 1,5$ đối với BT nặng và $\varphi_{b4} = 1,2$ đối với BT hạt nhỏ.

+ φ_n hệ số xét đến ảnh hưởng của lực dọc trục.

+ h_o là chiều cao làm việc của tiết diện ứng với Q_{\max} (ở đây đoạn dầm bên trái gối B đạt Q_{\max})

$$\text{Tính } q_{sw} = \frac{A_{sw} \cdot R_{sw}}{S} = \frac{2,0 \cdot 503 \cdot 10^{-4} \cdot 175 \cdot 10^3}{0,2} = 88,025 \text{ kN/m}.$$

$$\text{Tính : } M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2$$

Trong đó φ_{b2} là hệ số xét đến ảnh hưởng của BT, đối với BT nặng chọn $\varphi_{b2} = 2$

φ_f là hệ số xét đến ảnh hưởng của cánh tiết diện chữ T khi cánh nằm trong vùng nén ở đây $\varphi_f = 0$ vì cánh không nằm trong vùng nén

φ_n là hệ số xét đến lực dọc trục ta có $\varphi_n = 0$.

Từ đó tính $M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 = 2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,6264^2 = 197,758 \text{ kNm}$

$$\text{Tính } C_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{197,758}{88,025}} = 1,5 \text{ m} > 2 \cdot h_o = 2 \cdot 0,6264 = 1,25 \text{ m}.$$

Do đó chọn giá trị $C_0 = 1,25 \text{ m}$ để tính.

Tính giá trị Q_u

$$Q_u = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2}{C_0} + q_{sw} \cdot C_0 = \frac{M_b}{C_0} + q_{sw} \cdot C_0 = \frac{197,758}{1,25} + 88,025 \cdot 1,25 = 268,238 \text{ kN}$$

Nhận xét : $Q_B^T = 235,397 < Q_u$: vậy không cần phải bố trí cốt xiên trên đoạn bên trái gối B chỉ cần uốn cốt xiên theo cấu tạo.

b) Đối với đoạn dầm bên phải gối B:

Tính toán tương tự như đối với đoạn dầm bên trái gối B, kết quả tìm được giá trị Q_u tương tự như trên $Q_u = 268,238 \text{ kN}$.

Với $Q_B^P = 209,803 \text{ kN} < Q_u \Rightarrow$ Trên đoạn dầm bên phải gối B không cần bố trí cốt xiên.

c) Đối với đoạn dầm bên phải gối A:

- Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính tại tiết diện mép phải gối A

$$Q_A^P \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o$$

Tính được $0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o = 0,3 \cdot 1,07 \cdot 0,885 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,645 = 590,016 \text{ kN}$.

Nhận xét $Q_A^P = 150,102 \text{ kN} < 590,016 \text{ kN}$: thỏa mãn điều kiện.

$$\text{Tính } q_{sw} = \frac{A_{sw} \cdot R_{sw}}{S} = \frac{2,0 \cdot 503 \cdot 10^{-4} \cdot 175 \cdot 10^3}{0,2} = 88,025 \text{ kN/m}.$$

$$\text{Tính : } M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2$$

Trong đó φ_{b2} là hệ số xét đến ảnh hưởng của BT, đối với BT nặng chọn $\varphi_{b2} = 2$
 φ_f là hệ số xét đến ảnh hưởng của cánh tiết diện chữ T khi cánh nằm trong vùng nén ở đây $\varphi_f = 0$ vì cánh không nằm trong vùng nén
 φ_n là hệ số xét đến lực dọc trục ta có $\varphi_n = 0$.

Từ đó tính $M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,645^2 = 209,677 \text{ kNm}$

$$\text{Tính } C_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{209,677}{88,025}} = 1,54 \text{ m} > 2 \cdot h_0 = 1,29 \text{ m}.$$

Do đó chọn giá trị $C_0 = 1,29 \text{ m}$ để tính Q_u

Tính giá trị Q_u :

$$Q_u = \frac{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{C_0} + q_{sw} \cdot C_0 = \frac{M_b}{C_0} + q_{sw} \cdot C_0 = \frac{209,677}{1,29} + 88,025 \cdot 1,29 = 276,093 \text{ kN}$$

Nhận xét : $Q_A^p = 150,102 < Q_u$: vậy không cần phải bố trí cốt xiên trên đoạn bên phải gối A. Tại vùng này ta chỉ tận dụng cốt xiên trong việc bố trí cốt dọc.

*Kết luận

- + Bố trí cốt đai : Bố trí cốt đai phân bố đều \varnothing , khoảng cách a200.
- + Bố trí cốt xiên : Cốt xiên chỉ bố trí theo cấu tạo tại các gối

4.7. Tính toán cốt treo:

Tại chỗ dầm phụ gác lên dầm chính bố trí cốt treo trong dầm chính để tránh phá hoại cục bộ, cốt treo là cốt đai hoặc cốt chữ V.

Ở đây ta chỉ bố trí cốt đai không bố trí cốt vai bò (do lực cắt Q không lớn lắm và chiều cao dầm khá lớn).

- Lực tập trung do dầm phụ truyền lên dầm chính là :

$$Q = P + G_1 = 128,22 + 42,898 = 171,118 \text{ kN}.$$

- Cốt treo được đặt dưới dạng cốt đai, diện tích cần thiết là :

$$A_{tr} = \frac{Q}{R_s} = \frac{171,118}{225 \cdot 10^3} = 7,61 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 7,61 \text{ cm}^2.$$

Dùng đai \varnothing , hai nhánh ta có số lượng đai cần thiết là :

$$n = \frac{A_{tr}}{2 \cdot 0,503} = \frac{7,61}{2 \cdot 0,503} = 7,6 \approx 8 \text{ đai}.$$

A_{tr} bố trí trong phạm vi hai bên dầm phụ với khoảng cách mỗi bên là h_1

Trong đó $h_1 = h_{dc} - h_{df} = 700 - 400 = 300 \text{ mm}$

Ta đặt mỗi bên mép dầm phụ 4 đai, khoảng cách giữa các đai là 70 mm.

4.8. Cắt, uốn cốt thép và vẽ hình bao vật liệu :

Bố trí các thanh thép tại các tiết diện chính như sau :

a) Tính toán khả năng chịu lực của các tiết diện:

+) Gối B chịu mômen âm tính toán khả năng chịu lực theo tiết diện hình chữ nhật

$$\text{kích thước } b \times h_0 : \text{ Tính } \xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{280 \cdot 10^3 \cdot 22,142 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 0,6264} = 0,307 \leq \xi_R$$

$$\Rightarrow \zeta = 1 - \frac{\xi}{2} = 0,847.$$

$$\text{Tính } M_{gh} = R_s \cdot A_s \cdot \zeta \cdot h_0 = 280 \cdot 10^3 \cdot 22,142 \cdot 10^{-4} \cdot 0,847 \cdot 0,6264 = 328,935 \text{ kNm.}$$

+) Nhịp biên có mômen dương trực trung hoà đi qua cánh nên tiết diện tính theo tiết diện hình chữ nhật kích thước $b'_f \times h_{dc}$ chiều cao làm việc $h_0 = 0,645 \text{ m}$.

$$\text{Tính } \xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0} = \frac{280 \cdot 10^3 \cdot 18,342 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 0,645} = 0,056 \leq \xi_R$$

$$\Rightarrow \zeta = 1 - \frac{\xi}{2} = 0,972.$$

$$\text{Tính } M_{gh} = R_s \cdot A_s \cdot \zeta \cdot h_0 = 280 \cdot 10^3 \cdot 18,342 \cdot 10^{-4} \cdot 0,972 \cdot 0,645 = 321,981 \text{ kNm.}$$

+) Tương tự nhịp giữa có mômen dương trực trung hoà đi qua cánh nên tiết diện tính theo tiết diện hình chữ nhật kích thước $b'_f \times h_{dc}$ chiều cao làm việc $h_0 = 0,664 \text{ m}$.

$$\text{Tính } \xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0} = \frac{280 \cdot 10^3 \cdot 10,742 \cdot 10^{-4}}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,24 \cdot 0,664} = 0,032 \leq \xi_R$$

$$\Rightarrow \zeta = 1 - \frac{\xi}{2} = 0,984.$$

$$\text{Tính } M_{gh} = R_s \cdot A_s \cdot \zeta \cdot h_0 = 280 \cdot 10^3 \cdot 10,742 \cdot 10^{-4} \cdot 0,984 \cdot 0,664 = 196,52 \text{ kNm.}$$

* Ở những tiết diện khác, sau khi cắt uốn cốt thép, tính giá trị M_{gh} với những cốt thép còn lại cũng theo như những công thức trên. Với mỗi tiết diện cần xác định h_0 theo cấu tạo tại tiết diện đó. Việc cắt, uốn và tính toán tung độ của hình bao vật liệu được lập ở bảng dưới đây.

Tiết diện	Cốt thép	$A_s(\text{cm}^2)$	$h_0(\text{cm}^2)$	ξ	ζ	$M_{gh}(\text{kNm})$
Nhịp biên $b_f' = 1,24\text{m}$	- 1 ϕ 20 + 4 ϕ 22	18,342	64,5	0,056	0,972	321,981
	- Uốn hai thanh số 3 còn lại 1 ϕ 20 + 2 ϕ 22	10,742	66,4	0,032	0,984	196,52
Gối B $b_{dc} = 0,28\text{ m}$ Bên trái gối B	- 1 ϕ 20 + 5 ϕ 22	22,142	62,64	0,307	0,847	328,935
	- Uốn thanh số 6 còn lại 1 ϕ 20 + 4 ϕ 22	18,342	63,16	0,253	0,874	283,503
	- Uốn 2 thanh số 3, còn lại 1 ϕ 20 + 2 ϕ 22	10,742	65,3	0,143	0,929	182,462
	- Cắt thanh số 5 còn lại 2 ϕ 22	7,6	65,3	0,101	0,95	132,01
Bên phải gối B	- Uốn thanh số 6 còn lại 1 ϕ 20 + 4 ϕ 22	18,342	63,16	0,253	0,874	283,503
	- Uốn thanh số 5 còn lại 4 ϕ 22	15,2	62,7	0,211	0,895	238,832
	- Cắt thanh số 7 còn lại 2 ϕ 22	7,6	65,3	0,101	0,95	132,01
Nhịp giữa $b_f' = 1,24\text{m}$	- 1 ϕ 20 + 2 ϕ 22	10,742	66,4	0,032	0,984	196,52
	- Uốn thanh số 5 còn lại thanh số 4: 2 ϕ 22	7,6	66,4	0,023	0,989	139,745

b) Xác định mặt cắt lý thuyết và mặt cắt thực tế của các thanh:

+) Ở bên trái gối B khi cắt thanh số 5 khả năng chịu lực của các thanh còn lại là $M_{gh} = 132,01$ kNm (mômen âm). Theo hình bao mômen thì tiết diện có $M = -132,01$ kNm nằm trong đoạn gần gối B về phía trái, ở trên đoạn này thì độ dốc của hình bao mômen là:

$$i = \frac{340,571 - 19,689}{2,1} = 152,8 \text{ kN.}$$

Tiết diện có $M = -132,01$ kNm cách tâm gối B một đoạn là :

$$x_5 = \frac{340,571 - 132,01}{152,8} = 1,37 \text{ m.}$$

Với $x_5 = 1,37$ m đối chiếu với sơ đồ dự kiến uốn cốt xiên ở phía bên trái gối B, thấy rằng mặt cắt lý thuyết nằm trong vùng đặt cốt xiên. Theo bảng trên thì cốt xiên là do uốn 2 $\varnothing 2$ từ dưới lên với $A_{sinc} = 7,6 \text{ cm}^2$

$$\text{Đoạn kéo dài } W \text{ là } \begin{cases} W = \frac{Q - Q_{s.inc}}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d = \frac{152,8 - 150,472}{2 \cdot 88,025} + 5 \cdot 0,02 = 0,113 \text{ m} \\ W \geq 20 \cdot d = 20 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow W = 0,4 \text{ m.}$$

Với $q_{sw} = 88,025 \text{ kN}$; $Q_{sinc} = R_s \cdot A_{sinc} \cdot \sin \alpha = 280 \cdot 10^3 \cdot 7,6 \cdot 10^{-4} \cdot \sin 45^\circ = 150,472 \text{ kN}$;
 $Q =$ độ dốc của biểu đồ mômen $= 144,109 \text{ kN}$.

Chiều dài thực tế đoạn cắt thanh số 4 về phía trái trục gối B một đoạn là

$$Z_4 = 1,37 + 0,4 = 1,77 \text{ m.}$$

Vì mặt cắt lý thuyết của thanh số 4 nằm vào giữa của đoạn uốn cốt xiên thanh số 3 nên trên hình bao vật liệu thể hiện bước nhảy tương ứng ở giữa đoạn xiên. Tung độ bước nhảy bằng độ giảm của khả năng chịu lực do cắt thanh thép là:

$$182,462 - 132,01 = 50,452 \text{ kNm.}$$

+) Tại tiết diện có mômen âm bằng không (trong phạm vi đoạn giữa nhịp biên) đem cắt lý thuyết 2 thanh số 7 : 2 $\varnothing 2$. Sau đó dùng cốt cấu tạo làm giá. Diện tích của cốt giá tối thiểu là $0,1\% \div 0,2\%$ diện tích của sườn dầm, thường lấy $0,1\%$ diện tích sườn dầm $= 0,001 \cdot 28 \cdot 65,3 = 1,83 \text{ cm}^2 \Rightarrow$ Dùng 2 thanh 2 $\varnothing 2$ có diện tích $2,26 \text{ cm}^2$ làm cốt giá thỏa mãn điều kiện.

Theo hình bao mômen, tiết diện có $M = 0$ cách trục gối B về phía trái một đoạn là $x_5 = 2,73$ m (có thể tính theo hình học hoặc đo trực tiếp trong máy khi vẽ đúng tỉ lệ).

Trong vùng này độ dốc của biểu đồ mômen là $i = \frac{45,707 + 19,689}{2,1} = 31,141 \text{ kN.}$

$\Rightarrow Q = 31,141 \text{ kN.}$

Tính đoạn kéo dài (với $Q_{s.inc} = 0$ vì thanh số 5 không đi qua các lớp cốt xiên).

$$\left\{ \begin{array}{l} W = \frac{Q}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d = \frac{31,141}{2 \cdot 2,88,025} + 5 \cdot 0,02 = 0,28 \text{ m} \\ W \geq 20 \cdot d = 20 \cdot 0,02 = 0,4 \text{ m} \end{array} \right. \Rightarrow W = 0,4 \text{ m}.$$

Vậy đoạn kéo dài của thanh số 7 từ trục gối B đến điểm cắt thực tế là :

$$Z_5 = 2,73 + 0,4 = 3,13 \text{ m}.$$

Vì đã tính đủ cho cốt thép chịu mômen, cốt giá chỉ hoàn toàn là cấu tạo, do đó đoạn cốt giá nối vào 2 thanh số 7 chỉ cần lấy theo cấu tạo đối với thanh có đường kính bé. Đoạn nối được lấy theo cấu tạo với thanh đường kính bé $10 \cdot d = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ cm}$.

+) Bên phải gối B cắt 2 thanh số 3 là 2 thanh $\varnothing 2$ được uốn từ nhịp biên lên gối B được kéo dài qua gối, sau khi cắt khả năng chịu lực $M_{gh} = 132,01 \text{ kNm}$.

Tiết diện có mômen âm $M = -132,01 \text{ kNm}$ này nằm bên phải gối B cách trục gối một đoạn

x_3 . Độ dốc của biểu đồ mômen trong đoạn này đã tính khi xác định mômen mép gối B

$$i = \frac{340,571 - 85,015}{2,1} = 121,693 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow x_3 = \frac{340,571 - 132,01}{121,693} = 1,71 \text{ m}.$$

Đoạn kéo dài $W = \frac{Q}{2 \cdot q_{sw}} + 5 \cdot d = \frac{121,693}{2 \cdot 2,88,025} + 5 \cdot 0,022 = 0,8 \text{ m} \geq 20 \cdot d = 0,44 \text{ m}$.

Vậy đoạn cắt thực tế cách trục gối một đoạn là $Z_3 = 1,71 + 0,8 = 2,51 \text{ m}$.

c) Uốn và kiểm tra uốn cốt thép:

+) Bên trái gối B uốn thanh số 6 đang chịu mômen âm làm cốt xiên. Cốt này được dùng hết khả năng chịu lực tại tiết diện mép gối (chịu $M_{mép \text{ gối}}$), đó là tiết diện trước. Điểm bắt đầu uốn cách mép gối một đoạn $0,32 \text{ m}$, thỏa mãn các điều kiện về cường độ sau:

- Theo điều kiện về lực cắt: $0,32 \text{ m} < S_{max} = 0,63 \text{ m}$.

- Theo điều kiện về mômen: $0,32 \text{ m} > \frac{h_0}{2} = \frac{0,6264}{2} = 0,313 \text{ m}$.

Tiết diện sau khi uốn có $M_{ghs} = 283,503 \text{ kNm}$. Theo biểu đồ mômen tiết diện có

$M = -283,503 \text{ kNm}$ nằm cách trục gối B một đoạn $X_6 = \frac{340,571 - 283,503}{152,8} = 0,37 \text{ m}$.

Đây là tiết diện sau. Điểm kết thúc uốn cách trục gối một đoạn là $0,47 + 0,57 = 1,04 \text{ m}$. $1,04 > X_6$ như vậy điểm kết thúc uốn nằm ra ngoài tiết diện sau (thỏa mãn điều kiện). Tương tự lí luận khi uốn cốt số 6 bên phải gối B ta có điểm uốn cách trục gối 1 đoạn $Z = 0,47 \text{ m}$.

+) Uốn cốt thép số 3 từ trên xuống chịu mômen dương. Sau khi uốn cốt số 3 khả năng chịu lực còn lại là $M_{gh} = 182,462 \text{ kNm}$. Tiết diện có $M = 182,462 \text{ kNm}$ cách trục gối B

một đoạn là $X_3 = \frac{340,571 - 182,462}{152,8} = 1,04 \text{ m}$.

Chọn điểm uốn cách trục gối B một đoạn 1,2 m. Thỏa mãn các điều kiện sau

Điểm uốn cách điểm gối B trước một đoạn $1,2 - 0,48 = 0,72 \text{ m} > \frac{h_0}{2} = 0,326 \text{ m}$.

Điểm uốn cách trục gối B một đoạn : 1,72 m nằm ngoài tiết diện sau nên thỏa mãn điều kiện .

+) Xét việc uốn thanh số 5 theo hai phía là uốn từ trên xuống và từ dưới lên.

-Việc uốn thanh số 5 từ trên gối xuống nhịp giữa : Chọn điểm bắt đầu uốn cách trục gối B một đoạn 1,08 m và điểm kết thúc uốn cách trục gối B một đoạn 1,70 m. Ta có các tiết diện trước và sau khi uốn có $M_{\text{gh}} = 283,503 \text{ kNm}$ và $M_{\text{ghs}} = 238,832 \text{ kNm}$.

Trên nhánh M_{min} bên trái gối B ứng với các mômen vừa nêu trên thì điểm kết thúc lần lượt cách trục gối B một đoạn :

$$x_{\text{st}} = \frac{340,571 - 283,503}{121,693} = 0,47 \text{ m}$$

$$x_{\text{ss}} = \frac{340,571 - 238,832}{121,693} = 0,84 \text{ m}$$

Điểm bắt đầu uốn cách tiết diện trước một đoạn là : $1,08 - 0,47 = 0,61 \text{ m} >$

$\frac{h_0}{2} = \frac{0,653}{2} = 0,326 \text{ m}$ và điểm kết thúc uốn nằm ngoài tiết diện sau.

-Uốn cốt 5 từ dưới lên: ta có ở phía dưới cốt số 5 được sử dụng tối đa khả năng chịu lực với mômen dương lớn nhất 183,978 kNm tiết diện này cách trục gối B một đoạn 2,1

m. Điểm bắt đầu uốn cách tiết diện trước một đoạn = $2,1 - 1,70 = 0,4 \text{ m} > \frac{h_0}{2} = 0,33 \text{ m}$.

Sau khi uốn $M_{\text{gh}} = 139,745 \text{ kNm}$.

Trên nhánh dương của hình bao mômen ở nhịp giữa tiết diện có $M = 139,745 \text{ kNm}$ cách

trục gối B một đoạn: $X'_s = \frac{139,745 + 53,807}{183,978 + 53,807} \cdot 2,1 = 1,71 \text{ m}$.

Điểm kết thúc uốn của cốt 5 từ dưới lên cách trục gối B một đoạn 1,08 m $> 1,71 \text{ m}$. Xét nhánh có mômen Max thì điểm kết thúc uốn nằm ngoài tiết diện sau thỏa mãn yêu cầu.

4.9. Kiểm tra neo cốt thép

- Cốt thép ở phía dưới sau khi uốn, số được kéo vào neo ở gối tựa đều phải đảm bảo diện tích lớn hơn 1/3 diện tích cốt thép ở giữa nhịp.

+ Nhịp biên:

Cốt thép $1\phi 20 + 2\phi 22$ neo vào gối tựa có $A_s = 10,742 \text{ cm}^2 \geq \frac{1}{3} \cdot 18,342 = 6,11 \text{ cm}^2$.

+ Nhịp giữa:

Cốt thép $2\phi 22$ neo vào gối tựa có $A_s = 7,6 \text{ cm}^2 \geq \frac{1}{3} \cdot 10,742 = 3,58 \text{ cm}^2$.

- Ở gối B, phía nhịp biên kéo vào $1\phi 20 + 2\phi 22$, ở nhịp giữa kéo vào $2\phi 22$ đoạn neo được đặt nối chồng lên nhau sẽ lấy tối thiểu bằng $20d$ (do được neo dưới cột). Do đó đoạn neo sẽ là $20 \cdot 22 = 220 \text{ mm}$.

- Ở nhịp biên, đoạn dầm kê lên cột là 340 mm, đoạn cốt thép neo vào gối biên là $340 - 30 = 310 \text{ mm}$ thỏa mãn điều kiện neo cốt thép tối thiểu là $10\phi = 10 \cdot 28 = 280 \text{ mm}$

- Đoạn neo các thanh chỉ làm cốt xiên cầu tạo lấy tối thiểu là 5d, thường lấy là 10d do vậy đoạn neo sẽ là $10.22 = 220$ mm đối với $\varnothing 22$ và $10.20 = 200$ mm đối với $\varnothing 20$.

5. BẢNG TỔNG HỢP SỐ LIỆU

5.1. Thống kê cốt thép cho từng cầu kiện

Cầu kiện	Số hiệu thanh	Đường kính (mm)	Số lượng thanh	Chiều dài một thanh (mm)	Tổng chiều dài (m)	Trọng lượng (kG)
1	2	3	4	5	6	7
Toàn sàn	1	8	2270	190	1	1
	2	8	3730	190	2	2
	3	8	1880	206	3	3
	4	8	4670	1364	4	4
	5	8	2500	165	5	5
	6	6	24800	124	6	6
	7	6	1560	324	7	7
	8	6	21600	18	8	8

Một dầm phụ (8CK)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
Một dầm chính (3CK)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					

5.2 phân loại cốt thép cho toàn sàn:

Nhóm	A-I		A-II				
Đường kính(mm)							
Trọng lượng (kG)							

5.3 Chỉ tiêu sử dụng vật liệu:

Cấu kiện	Thể tích bê tông:m ³	Khối lượng cốt thép : KG	Hàm lượng thép trong 1m ³ bê tông :KG
Bản			
Dầm phụ	V ₁ = ; V ₂ =		
Dầm chính	V ₁ = ; V ₂ =		
Toàn sàn	V _s =		

