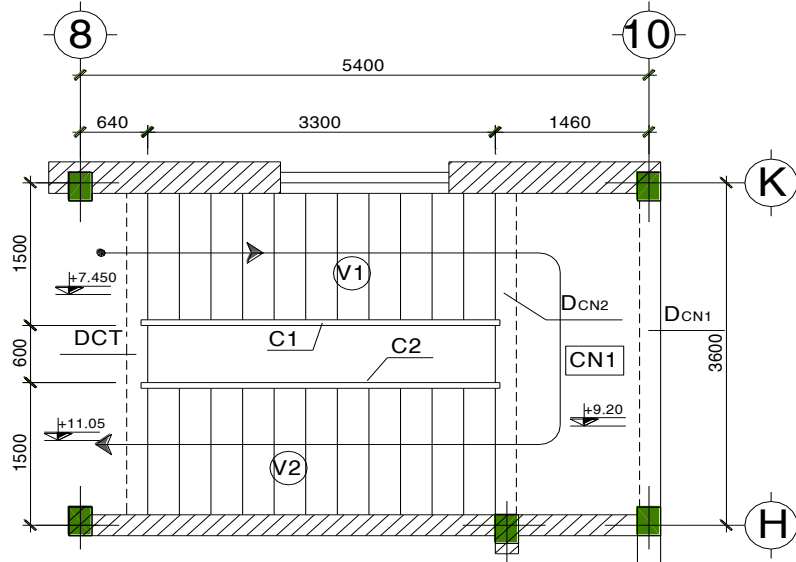


CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN CẦU THANG

I./ SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

1./ Sơ đồ tính cầu thang:



MẶT BẰNG CẦU THANG TẦNG 3

2./ Vật liệu sử dụng:

+ Bê tông: Cấp độ bền B25, Xi măng PC30, đá dăm 1x2cm

- Cường độ chịu nén dọc trục $R_b = 14,5 \text{ MPa}$

- Cường độ chịu kéo dọc trục $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$

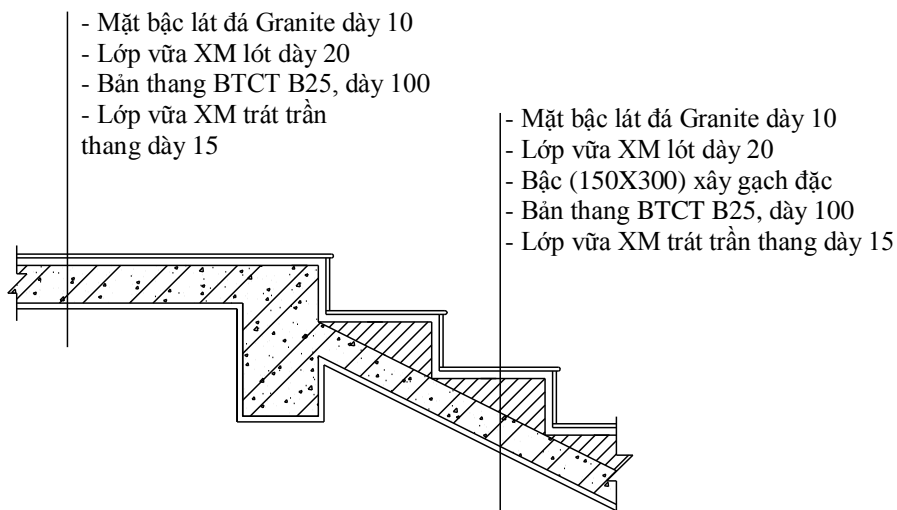
+ Cốt Thép:

- $\Phi < 10$ dùng thép AI có $R_s = 225 \text{ MPa}$, $R_{sw} = 175 \text{ MPa}$

- $\Phi \geq 10$ Thép AII có $R_s = 280 \text{ MPa}$, $R_{sw} = 225 \text{ MPa}$

II./ TÍNH TOÁN BẢN VẾ CẦU THANG:

1./ Xác định tải trọng: Bản thang được cấu tạo như hình vẽ sau:

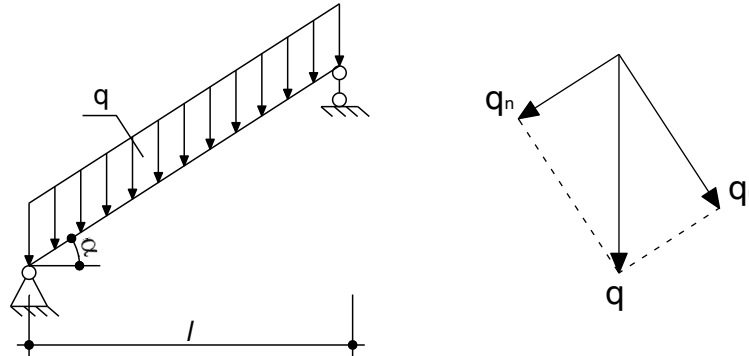


a./ Tải trọng tác dụng lên vế thang V1, V2:

Tải trọng toàn phần q của vế thang là thẳng đứng theo phương trọng lực. Nhưng khi tính toán bản thang thì tải trọng q được chia làm hai thành phần:

- * Thành phần q_n song song với phương cạnh dài gây nén cho bản thang
- * Thành phần q_u vuông góc với phương cạnh dài sẽ gây uốn cho bản thang

Ở đây ta chỉ xét đến tác dụng của thành phần gây uốn, còn thành phần gây nén đã có bê tông chịu.



+ *Tính tải:* Dựa vào cấu tạo các lớp của bản thang:

- Lớp đá Granite dày 10:

$$g_1 = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \frac{b+h}{\sqrt{b^2+h^2}} = 1,3 \cdot 22 \cdot 0,01 \cdot \frac{0,3+0,15}{\sqrt{0,3^2+0,15^2}} = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

- Lớp vữa lót:

$$g_2 = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \frac{b+h}{\sqrt{b^2+h^2}} = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,02 \cdot \frac{0,3+0,15}{\sqrt{0,3^2+0,15^2}} = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

- Bậc xây gạch đặc:

$$g_3 = n \cdot \gamma \cdot \frac{b+h}{2 \cdot \sqrt{b^2+h^2}} = 1,1 \cdot 18 \cdot \frac{0,3+0,15}{2 \cdot \sqrt{0,3^2+0,15^2}} = 1,33 \text{ kN/m}^2$$

- Lớp BTCT:

$$g_4 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,1 \cdot 25 \cdot 0,1 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

- Lớp vữa trát mặt dưới bản thang:

$$g_5 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,015 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

⇒ **Tổng tính tải tính toán lên bản thang:**

$$g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 = 0,38 + 0,56 + 1,33 + 2,75 + 0,31 = 5,33 \text{ kN/m}^2$$

+ *Hoạt tải:* Theo tiêu chuẩn TCVN 2737-1995, tải trọng bản thang của văn phòng, nhà làm việc, ...

$$p_{tc} = 400 \text{ kG/m}^2 = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{tt} = n \cdot p_{tc} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ kN/m}^2$$

⇒ **Tổng tải trọng theo phương vuông góc với trục vế thang phân bố trên 1m^2 bản thang:**

$$q_v = g + p_{tt} \cdot \cos \alpha = 5,33 + 4,8 \cdot 0,89 = 9,60 \text{ kN/m}^2$$

b./ Tải trọng tác dụng lên chiếu nghỉ CN1 (cos +9.20):

+ *Tĩnh tải:*

- Lớp đá Granite dày 10

$$g_1 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,1 \cdot 22 \cdot 0,01 = 0,242 \text{ kN/m}^2$$

- Lớp vữa xi măng lót $\delta = 20$

$$g_2 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,02 = 0,416 \text{ kN/m}^2$$

- Bản BTCT dày 100:

$$g_3 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,1 \cdot 25 \cdot 0,1 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

- Lớp vữa trát mặt dưới bản chiếu nghỉ dày 15

$$g_4 = n \cdot \gamma \cdot \delta = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,015 = 0,312 \text{ kN/m}^2$$

⇒ **Tổng tĩnh tải tác dụng lên chiếu nghỉ:**

$$g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 0,242 + 0,416 + 2,75 + 0,312 = 3,72 \text{ kN/m}^2$$

+ Hoạt tải: $p_{tt} = 4,8 \text{ kN/m}^2$

⇒ **Tổng tải trọng tác dụng theo phương thẳng đứng phân bố trên 1m^2 bản:**

$$q_b = g + p_{tt} = 3,72 + 4,8 = 8,52 \text{ kN/m}^2$$

2./ Tính toán nội lực và cốt thép cho vế thang V1, V2 và chiếu nghỉ CN1:

Tính toán theo sơ đồ đàn hồi và xem vế thang gối lên tường và cốn thang nên sơ đồ tính là tĩnh định.

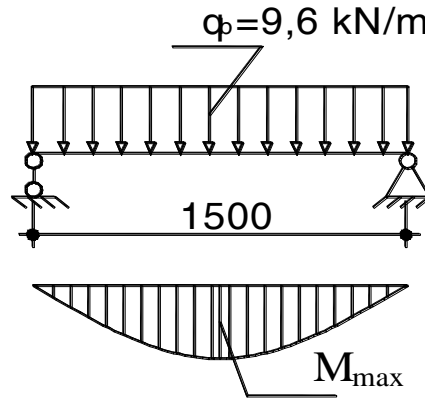
a./ Vế thang V1, V2:

+ **Vế V1:** Kích thước bản tính theo phương nghiêng với góc nghiêng $\alpha = 26,56^\circ$, chiều dài tính toán của vế $l_1 = 1,5 \text{ m}$, $l_2 = l_1 / \cos(26,56^\circ) = 1,5 / 0,89 = 1,68 \text{ m}$

Tỉ số: $\frac{l_2}{l_1} = \frac{1,68}{1,5} = 1,12 > 1 \Rightarrow$ Tính toán theo bản loại dầm.

Cắt một dải bản có bề rộng $b = 1 \text{ m}$ chịu tải trọng phân bố

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{9,6 \cdot 1,5^2}{8} = 2,7 \text{ kN.m}$$



+ **VỀ V2:** Có kích thước $l_1 = 1,5\text{m}$, $l_2 = \frac{3,3}{\cos 26,56^\circ} = 3,7 \text{ m}$

Tỉ số $\frac{l_2}{l_1} = \frac{3,7}{1,5} = 2,47 > 2 \Rightarrow$ tính toán theo bản loại dầm.

$$M_{\max} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{9,6.1,5^2}{8} = 2,7 \text{ kN.m}$$

b./ Chiều nghiêng CN1:

Tính toán gần đúng cho ô sàn hình chữ nhật có kích thước $(l_1 \times l_2) = (1,46 \times 3,6) \text{ m}$

Tỉ số $\frac{l_2}{l_1} = \frac{3,6}{1,46} = 2,47 > 2 \Rightarrow$ Tính theo bản loại dầm.

Kết quả tính toán nội lực và cốt thép được lập theo bảng sau.

Ghi chú: Cốt thép giá dùng $\Phi 6a250$.

BẢNG TÍNH CỐT THÉP SÀN VỀ THANG V1&V2

Cấp bền BT : $R_n = 14.5$ Cốt thép $\emptyset \leq 8$ $R_s = R_{sc} = 225$ $\xi_R = 0.618$ $\alpha_R = 0.427$ $\mu_{min} = 0.10\%$
 Cốt thép $\emptyset > 8$ $R_s = R_{sc} = 280$ $\xi_R = 0.595$ $\alpha_R = 0.418$

STT	Sơ đồ sàn	Kích thước		Tải trọng			Chiều dày			Tỷ số I_2/I_1	Moment (N.m/m)	Tính thép			Chọn thép				
		l_1 (m)	l_2 (m)	g (N/m ²)	p (N/m ²)	h (mm)	a (mm)	h_0 (mm)	α_m			ζ	A_s^{TT} (cm ² /m)	H.lượng μ^{TT} (%)	\emptyset (mm)	a^{TT} (mm)	a^{BT} (mm)	A_s^{CH} (cm ² /m)	H.lượng μ^{BT} (%)
V1	a	1.50	3.70	5,330	4,800	100	15.0	85.0	2.47	$M_{nh} = 1/8 \cdot q \cdot L = 2,849$ $M_g = 0$	0.027	0.986	1.51	0.18%	6	187	150	1.88	0.22%
V2	a	1.50	3.70	5,330	4,800	100	15.0	85.0	2.47	$M_{nh} = 1/8 \cdot q \cdot L = 2,849$ $M_g = 0$	0.027	0.986	1.51	0.18%	6	187	150	1.88	0.22%

BẢNG TÍNH CỐT THÉP SÀN CHIỀU NGHỈ

Cấp bền BT : $R_n = 14.5$ Cốt thép $\emptyset \leq 8$ $R_s = R_{sc} = 225$ $\xi_R = 0.618$ $\alpha_R = 0.427$ $\mu_{min} = 0.10\%$
 Cốt thép $\emptyset > 8$ $R_s = R_{sc} = 280$ $\xi_R = 0.595$ $\alpha_R = 0.418$

STT	Sơ đồ sàn	Kích thước		Tải trọng			Chiều dày			Tỷ số I_2/I_1	Moment (N.m/m)	Tính thép			Chọn thép				
		l_1 (m)	l_2 (m)	g (N/m ²)	p (N/m ²)	h (mm)	a (mm)	h_0 (mm)	α_m			ζ	A_s^{TT} (cm ² /m)	H.lượng μ^{TT} (%)	\emptyset (mm)	a^{TT} (mm)	a^{BT} (mm)	A_s^{CH} (cm ² /m)	H.lượng μ^{BT} (%)
CN1	C	1.46	3.60	3,770	4,800	100	15.0	85.0	2.47	$M_{nh} = 1/24 \cdot q \cdot L = 1,187$ $M_g = -1/12 \cdot q \cdot L = -1,522$	0.011	0.994	0.85	0.10%	6	333	200	1.41	0.17%
							15.0	85.0			0.015	0.993	0.85	0.10%	6	333	200	1.41	0.17%

III./ TÍNH TOÁN CỐN THANG C1&C2:

Sơ bộ chọn tiết diện cốn thang C1& C2: (bxh) = (10x30)cm

a./ Tính toán tải trọng tác dụng:

- Trọng lượng bê tông:

$$g_b = n \cdot \gamma \cdot b \cdot (h-h_b) = 1,1.25.0,1.(0,3-0,1) = 0,55 \text{ kN/m}$$

- Trọng lượng vữa trát:

$$g_v = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot [b+2 \cdot (h-h_b)] = 1,3.16.0,01.[0,1+2 \cdot (0,3-0,1)] = 0,156 \text{ kN/m}$$

- Trọng lượng lan can tay vịn: $g_{lc} = 0,2 \text{ kN/m}$ (Tạm tính)

- Tải trọng tính toán do vế thang truyền vào:

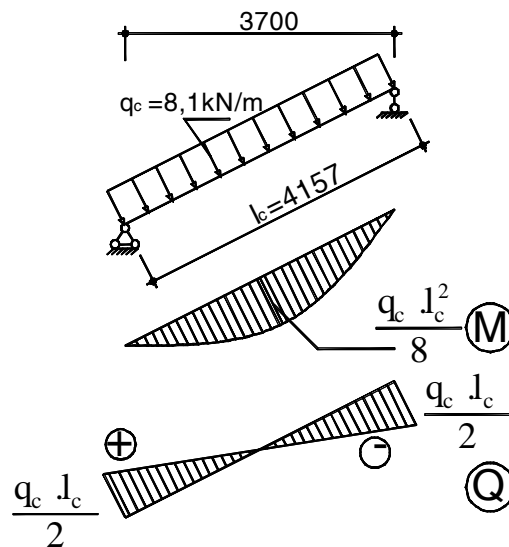
$$q = q_v \cdot \frac{l_1}{2} = 9,6 \cdot \frac{1,5}{2} = 7,2 \text{ kN/m}$$

⇒ Tải trọng tính toán tổng cộng tác dụng lên cốn thang:

$$q_c = g_b + g_v + g_{lc} + q = 0,55 + 0,156 + 0,2 + 7,2 = 8,1 \text{ kN/m}$$

b./ Tính toán nội lực và cốt thép: Xem cốn thang làm việc như dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố $q_c = 8,1 \text{ kN/m}$. Chiều dài tính toán $l_c = 3,7/0,89 = 4,157 \text{ m}$.

Sơ đồ tính như hình vẽ:



*** Nội lực:**

$$M_{\max} = \frac{q_c \cdot l_c^2}{8} = \frac{8,1 \cdot 4,157^2}{8} = 17,5 \text{ kN.m}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_c \cdot l_c}{2} = \frac{8,1 \cdot 4,157}{2} = 16,83 \text{ kN}$$

*** Tính toán cốt thép chịu lực:**

+ Chọn $a = 4 \text{ cm} \Rightarrow h_0 = h - a = 30 - 4 = 26 \text{ cm}$

+ Xác định và kiểm tra điều kiện hạn chế:

$$\alpha_m = \frac{M_{\max}}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{17,5}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0,26^2} = 0,178 \leq \alpha_R$$

Đối với bê tông cấp độ bền B25, cốt thép chịu lực A_{II} tra bảng có:

$$\xi_R = 0,595$$

$$\alpha_R = 0,418$$

$$+ \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,178}}{2} = 0,82$$

+ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s^{TT} = \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot R_s \cdot h_o^2} = \frac{17,5 \cdot 10^3}{0,822 \cdot 280 \cdot 0,26} = 2,93 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn 1 Φ18 có A_s = 2,545 cm² ≥ A_s^{TT}

$$+ \text{Hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100 = \frac{2,545}{10 \cdot 26} \cdot 100 = 0,98\%$$

⇒ 0,8% ≤ μ = 0,98% ≤ 1,5% Hợp lý

+ Cốt dọc cầu tạo chọn 1 Φ14

* **Tính toán cốt đai:** Vì Q_{max} bé nên không tính toán cốt đai chịu cắt mà chỉ đặt theo cầu tạo. Mặt khác, cốt đai n=1 nên ta chọn phương án phối hợp cốt thép chịu lực của vế thang lên làm cốt đai. Vậy chọn Φ6a150 cho suốt chiều dài cồn thang.

IV./ TÍNH TOÁN DẦM CHIẾU NGHỈ:

1./ Tính toán DCN1:

+ Vị trí dầm DCN1 xem mặt bằng cầu thang.

+ Kích thước sơ bộ dầm DCN1:

- Nhịp tính toán: l = 3,6m

- Tiết diện (20x30)cm

a./ Tải trọng tính toán:

+ Trọng lượng bê tông:

$$g_b = n \cdot \gamma \cdot b \cdot (h - h_b) = 1 \cdot 1,25 \cdot 0,2 \cdot (0,3 - 0,1) = 1,1 \text{ kN/m}$$

+ Trọng lượng vữa trát:

$$g_{v1} = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot [b + 2 \cdot (h - h_b)] = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,015 \cdot [0,2 + 2 \cdot (0,3 - 0,1)] = 0,187 \text{ kN/m}$$

+ Trọng lượng tường và cửa kính xây trên dầm:

- Tường dày 200 (γ = 3,3 kN/m²) có diện tích tổng cộng:

$$(2,35 \cdot 2,1) + (4,1,95) = 12,73 \text{ m}^2 \Rightarrow g_t = 1,3 \cdot 12,73 \cdot 3,3 = 5,46 \text{ kN}$$

- Tải trọng vữa trát tường: $\delta = 15\text{mm}$

$$g_{v2} = 1,3 \cdot 16 \cdot 2 \cdot (12,73 \cdot 0,015) = 7,94 \text{ kN}$$

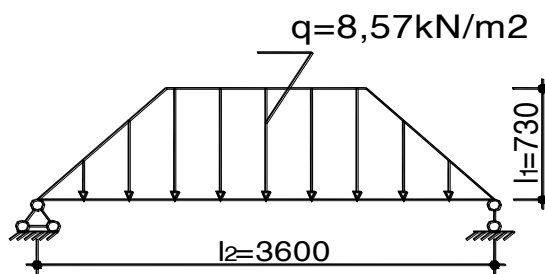
- Tải trọng kính có diện tích $S_k = 2,35 \cdot 1,9 = 4,46 \text{ m}^2$:

$$g_k = 1,1 \cdot 0,4 \cdot 4,46 = 1,97 \text{ kN}$$

\Rightarrow Xem tải trọng của tường và kính phân bố đều trên dầm DCN1, vậy tính tải do tường và kính xây trên dầm:

$$g = \frac{g_t + g_{v2} + g_k}{l} = \frac{5,46 + 7,94 + 1,97}{4} = 16,13 \text{ kN/m}$$

+ Tải trọng tính toán do sàn chiếu nghỉ CN1 truyền vào theo dạng hình thang.



Dùng công thức qui đổi về tải trọng phân bố đều hình chữ nhật:

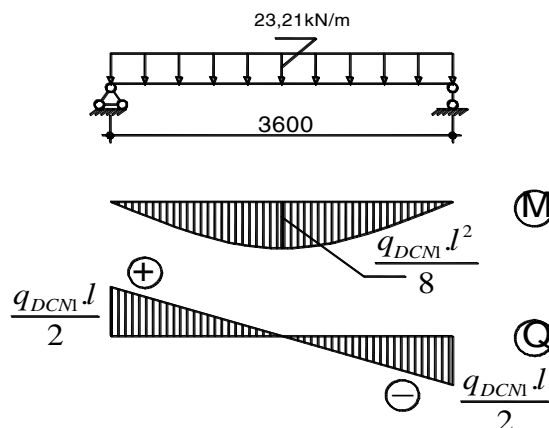
$$q_{td} = (1 - 2\beta^2 + \beta^3) \cdot 0,5 \cdot q \cdot l_1 \text{ với } \beta = \frac{l_1}{2 \cdot l_2} = \frac{1,46}{2 \cdot 3,6} = 0,2$$

$$\Rightarrow q_{td} = (1 - 2 \cdot 0,2^2 + 0,2^3) \cdot 0,5 \cdot 8,57 \cdot 1,46 = 5,8 \text{ kN/m}$$

Vậy tổng tải trọng tác dụng lên dầm DCN1:

$$q_{DCN1} = g_b + g_v + q_{td} + g = 1,1 + 0,187 + 5,8 + 16,13 = 23,21 \text{ kN/m}$$

b./ Tính toán nội lực: Xem dầm làm việc như dầm đơn giản, sơ đồ tính như hình vẽ:



$$M_{\max} = \frac{q_{DCN1} \cdot l^2}{8} = \frac{23,21 \cdot 3,6^2}{8} = 37,6 \text{ kN.m}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{DCN1}.l}{2} = \frac{23,21.3,6}{2} = 41,77 \text{ kN}$$

c./ Tính toán cốt thép: Bỏ qua sự làm việc của cánh, tính toán theo tiết diện chữ nhật (bxh) = (20x30)cm, chiều cao làm việc của tiết diện $h_o = h - a = 30 - 4 = 26\text{cm}$

+ Xác định và kiểm tra điều kiện hạn chế:

$$\alpha_m = \frac{M_{\max}}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{37,6}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,26^2} = 0,19 \leq \alpha_R$$

Đối với bê tông cấp độ bền B25, cốt thép chịu lực A_{II} tra bảng có:

$$\xi_R = 0,595$$

$$\alpha_R = 0,418$$

$$+ \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,19}}{2} = 0,81$$

+ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s^{TT} = \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot R_s \cdot h_o^2} = \frac{37,6 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 280 \cdot 26} = 6,09 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn 2 Φ 18 + 1 Φ 16 có $A_s = 7,1 \text{ cm}^2 \geq A_s^{TT}$

+ Hàm lượng cốt thép: $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100 = \frac{7,1}{20 \cdot 26} \cdot 100 = 1,365\%$

+ Cốt dọc cấu tạo chọn 2 Φ 14

* **Tính toán cốt đai:** Vì Q_{\max} bé nên không tính toán cốt đai chịu cắt mà chỉ đặt theo cấu tạo. Vậy chọn Φ 6a150 cho phạm vi 1/4 nhịp và Φ 6a200 cho giữa nhịp.

2./ Tính toán DCN2:

+ Vị trí dầm DCN2 xem mặt bằng cầu thang.

+ Kích thước sơ bộ dầm DCN:

- Nhịp tính toán: $l = 3,6\text{m}$

- Tiết diện (20x30)cm

a./ Tải trọng tính toán:

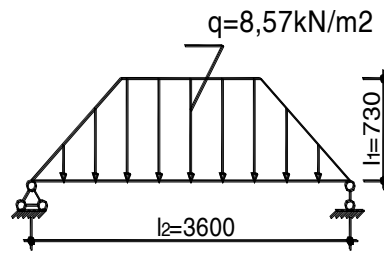
+ Trọng lượng bê tông:

$$g_b = n \cdot \gamma \cdot b \cdot (h - h_b) = 1,1 \cdot 25 \cdot 0,2 \cdot (0,3 - 0,1) = 1,1 \text{ kN/m}$$

+ Trọng lượng vữa trát:

$$g_{v1} = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot [b + 2 \cdot (h - h_b)] = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,015 \cdot [0,2 + 2 \cdot (0,3 - 0,1)] = 0,18 \text{ kN/m}$$

+ Tải trọng tính toán do sàn chiếu nghỉ CN1 truyền vào theo dạng hình thang



Dùng công thức qui đổi về tải trọng phân bố đều hình chữ nhật:

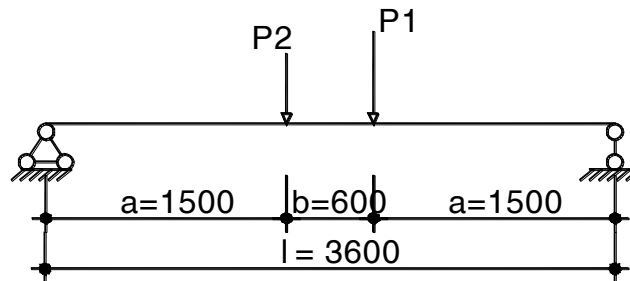
$$q_{td} = (1 - 2\beta^2 + \beta^3) \cdot 0,5 \cdot q \cdot l_1 \text{ với } \beta = \frac{l_1}{2 \cdot l_2} = \frac{1,46}{2 \cdot 3,6} = 0,2$$

$$\Rightarrow q_{td} = (1 - 2 \cdot 0,2^2 + 0,2^3) \cdot 0,5 \cdot 8,57 \cdot 1,46 = 5,8 \text{ kN/m}$$

Vậy tổng tải trọng tính toán phân bố tác dụng lên dầm DCN2:

$$q_{DCN2} = g_b + g_v + q_{td} = 1,1 + 0,18 + 5,8 = 7,08 \text{ kN/m}$$

+ Tải trọng tập trung do cột thang C1 và C2 tác dụng vào:



- Do cột thang C1 truyền vào:

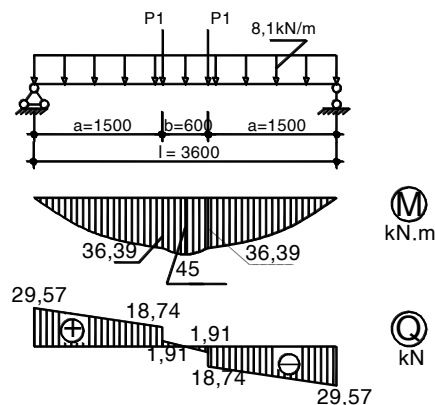
$$P_1 = q_{c1} \cdot \frac{l_{c1}}{2} = 8,1 \cdot \frac{4,157}{2} = 16,83 \text{ kN}$$

- Do cột thang C2 truyền vào:

$$P_2 = q_{c2} \cdot \frac{l_{c2}}{2} = 8,1 \cdot \frac{4,157}{2} = 16,83 \text{ kN}$$

b./ Tính toán nội lực: Xem dầm làm việc như dầm đơn giản.

Biểu đồ nội lực trong dầm:



+ Tại tiết diện $x = 1,5\text{m}$

$$\begin{aligned} M_2 &= M_{qx} + M_p \\ &= \left(\frac{q.l.x}{2} - \frac{q.x^2}{2} \right) + \frac{a \cdot P_2 \cdot (a+b) + P_1 \cdot a}{1} \\ &= \left(\frac{7,08 \cdot 3,6 \cdot 1,5}{2} - \frac{7,08 \cdot 1,5^2}{2} \right) + \frac{1,5 \cdot [6,83 \cdot (1,5+0,6) + 16,83 \cdot 1,5]}{3,6} \\ &= 11,15 + 25,24 = 36,39 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

+ Tại tiết diện giữa dầm: $x = 1,5 + 0,3 = 1,8\text{m}$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= M_{qx} + M_p \\ &= \frac{q.l^2}{8} + 0,5 \cdot \left(\frac{a \cdot P_2 \cdot (a+b) + P_1 \cdot a}{1} + \frac{a \cdot P_1 \cdot (a+b) + P_2 \cdot a}{1} \right) \\ &= \frac{7,08 \cdot 3,6^2}{8} + 0,5 \cdot \left(\frac{1,5 \cdot [16,83 \cdot (1,5+0,6) + 16,83 + 1,5]}{3,6} + \frac{1,5 \cdot [16,83 \cdot (1,5+0,6) + 16,83 + 1,5]}{3,6} \right) \\ &= 11,46 + 33,54 = 45 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

+ Tại tiết diện $x = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_1 &= M_{qx} + M_p \\ &= \left(\frac{q.l.x}{2} - \frac{q.x^2}{2} \right) + \frac{a \cdot P_1 \cdot (a+b) + P_2 \cdot a}{1} \\ &= \left(\frac{7,08 \cdot 3,6 \cdot 1,5}{2} - \frac{7,08 \cdot 1,5^2}{2} \right) + \frac{1,5 \cdot [6,83 \cdot (1,5+0,6) + 16,83 \cdot 1,5]}{3,6} \\ &= 11,15 + 25,24 = 36,39 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Và giá trị lực cắt Q được suy ra từ biểu đồ M .

c./ Tính toán cốt thép: Bỏ qua sự làm việc của cánh, tính toán theo tiết diện chữ nhật ($b \times h$) = (20x30)cm, chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = h - a = 30 - 4 = 26\text{cm}$.

Với lý do an toàn, ta dùng $M_{\max 1}$ để tính toán cốt thép.

+ Xác định và kiểm tra điều kiện hạn chế:

$$\alpha_m = \frac{M_1}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{37,38}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,26^2} = 0,19 \leq \alpha_R$$

Đối với bê tông cấp độ bền B25, cốt thép chịu lực A_{II} tra bảng có:

$$\xi_R = 0,595, \alpha_R = 0,418$$

$$+ \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,19}}{2} = 0,81$$

+ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s^{TT} = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_o^2} = \frac{37,38 \cdot 10^3}{0,81 \cdot 280 \cdot 26} = 6,33 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn 2 Φ 16 + 1 Φ 18 có $A_s = 6,56 \text{ cm}^2 \geq A_s^{TT}$

+ Hàm lượng cốt thép: $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100 = \frac{6,56}{20 \cdot 26} \cdot 100 = 0,91\%$

+ Cốt dọc cấu tạo chọn 2 Φ 14

*** Tính toán cốt đai:**

+ Kiểm tra điều kiện chịu cắt:

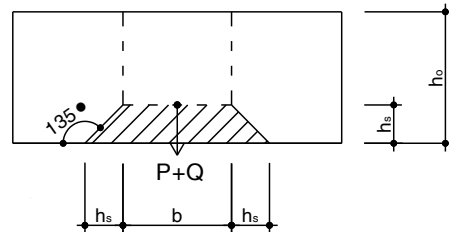
$$Q_{\max} = 43,08 \text{ kN} \leq 0,6 \cdot 1,05 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,36 = 45,36 \text{ kN}$$

Nên không tính toán cốt đai chịu cắt mà chỉ đặt theo cấu tạo. Vậy chọn Φ 6a150 cho phạm vi 1/4 nhịp và Φ 6a200 cho giữa nhịp.

*** Tính toán cốt treo chịu lực tập trung P1, P2:**

+ Kiểm tra điều kiện:

$$P \cdot \left(1 - \frac{h_s}{h_o}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$



Trong đó:

P (kN): Tổng tải trọng tác dụng tập trung lên dầm

$$P_1 = 16,83 \text{ kN}, h_s = 5 \text{ cm}$$

$$\Leftrightarrow (16,83) \cdot \left(1 - \frac{5}{36}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

$$\Leftrightarrow 3,74 \text{ kN} \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

+ Dùng cốt treo Φ 6 có $R_{sw} = 175 \text{ MPa} = 17,5 \text{ kN/cm}^2$

+ Diện tích cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} \geq \frac{3,74}{17,5} = 0,21 \text{ cm}^2$$

Chọn 3 Φ 6, số nhánh n=2, khoảng cách a=50 và đặt theo cấu tạo trong phạm vi $h_s=300$

$$P_2 = 16,83 \text{ kN}, h_s = 28 \text{ cm}$$

$$\Leftrightarrow (16,41) \cdot \left(1 - \frac{28}{36}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

$$\Leftrightarrow 3,74 \text{ kN} \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

+ Dùng cốt treo Φ 6 có $R_{sw} = 175 \text{ MPa} = 17,5 \text{ kN/cm}^2$

+ Diện tích cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} \geq \frac{3,74}{17,5} = 0,21 \text{ cm}^2$$

Chọn 3 Φ6, số nhánh n=2, khoảng cách a=50 và đặt theo cấu tạo trong phạm vi h_s=300

* **Cốt thép đặt cấu tạo:** Dùng 2 Φ14

V./ TÍNH TOÁN DẦM CHIẾU TỚI DCT:

+ Chiều dài tính toán l = 3,6m

+ Tiết diện (20x30)cm

1./ Tải trọng tính toán tác dụng lên dầm DCT:

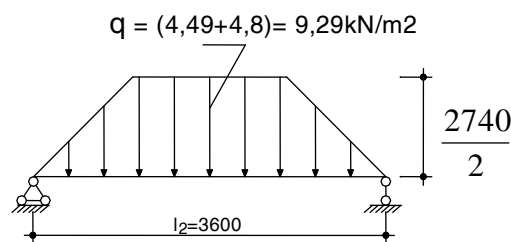
+ Trọng lượng BTCT

$$g_b = n \cdot \gamma \cdot b \cdot (h - h_b) = 1,1 \cdot 25 \cdot 0,2 \cdot (0,3 - 0,12) = 1,1 \text{ kN/m}$$

+ Trọng lượng vữa trát:

$$g_{v1} = n \cdot \gamma \cdot \delta \cdot [b + 2 \cdot (h - h_b)] = 1,3 \cdot 16 \cdot 0,015 \cdot [0,2 + 2 \cdot (0,3 - 0,12)] = 0,187 \text{ kN/m}$$

+ Tải trọng tính toán do sàn chiếu tới truyền vào theo dạng hình thang:



Dùng công thức qui đổi về tải trọng phân bố đều hình chữ nhật:

$$q_{td} = (1 - 2 \cdot \beta^2 + \beta^3) \cdot 0,5 \cdot q \cdot l_1 \text{ với } \beta = \frac{l_1}{2 \cdot l_2} = \frac{2,74}{2 \cdot 3,6} = 0,38$$

$$\Rightarrow q_{td} = (1 - 2 \cdot 0,38^2 + 0,38^3) \cdot 0,5 \cdot 9,29 \cdot 2,74 = 9,75 \text{ kN/m}$$

Vậy tổng tải trọng tính toán phân bố tác dụng lên dầm DCT:

$$q_{DCT} = g_b + g_v + q_{td} = 1,1 + 0,187 + 9,75 = 10,03 \text{ kN/m}$$

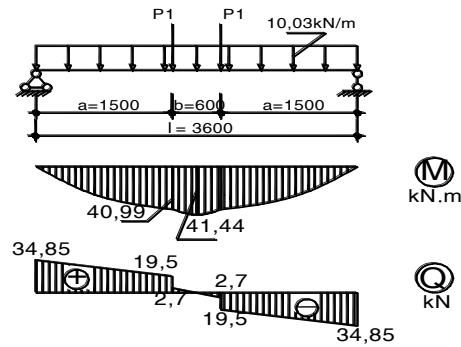
+ Tải trọng tập trung do hai cột C2 truyền vào:

$$P_1 = \frac{q_{c2} \cdot l_{c2}}{2} = \frac{8,1 \cdot 4,157}{2} = 16,8 \text{ kN}$$

2./ Tính toán nội lực và tính toán cốt thép:

a./ Nội lực: Theo nguyên tắc cộng tác dụng

+ Sơ đồ tính:



+ Nội lực:

- Tại tiết diện có tọa độ $x = 1,5 \text{ m}$

$$M_x = \frac{q.l.x}{2} - \frac{q.x^2}{2} = \frac{10,03.3.6.1,5}{2} - \frac{10,03.1,5^2}{2} = 15,79 \text{ kN.m}$$

$$\Rightarrow M_1 = M_x + P_1.a = 15,79 + 16,8.1,5 = 40,99 \text{ kN.m}$$

$$\Rightarrow M_{\max} = \frac{q.l^2}{8} + P_1.a = \frac{10,03.3.6^2}{8} + 16,8.1,5 = 41,44 \text{ kN.m}$$

$$Q_{\max} = \frac{q.l}{2} + P_1 = \frac{10,03.3.6}{2} + 16,8 = 34,85 \text{ kN}$$

- Tại $x = 1,5 \text{ m}$:

$$Q_{\text{ph}} = \frac{0,3}{2} \cdot \frac{q.l}{2} = \frac{0,3}{2} \cdot \frac{10,03.3.6}{2} = 2,7 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{tr}} = Q_{\text{ph}} + P_1 = 2,7 + 16,8 = 19,5 \text{ kN}$$

b./ Tính toán cốt thép:

Bỏ qua sự làm việc của cánh, tính toán theo tiết diện chữ nhật $(bxh) = (20 \times 30) \text{ cm}$, chiều cao làm việc của tiết diện $h_0 = h - a = 30 - 4 = 26 \text{ cm}$.

+ Xác định và kiểm tra điều kiện hạn chế:

$$\alpha_m = \frac{M_{\max}}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{41,44}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,26^2} = 0,18 \leq \alpha_R$$

Đối với bê tông cấp độ bền B25, cốt thép chịu lực A_{II} tra bảng có:

$$\xi_R = 0,595, \alpha_R = 0,418$$

$$+ \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,18}}{2} = 0,82$$

+ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s^{TT} = \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0^2} = \frac{41,44 \cdot 10^3}{0,839 \cdot 280 \cdot 26} = 6,78 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn 2 Φ 16 + 1 Φ 18 có $A_s = 6,56 \text{ cm}^2 \geq A_s^{TT}$

+ Hàm lượng cốt thép: $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} \cdot 100 = \frac{6,56}{20 \cdot 26} \cdot 100 = 1,26\%$

+ Cốt dọc cầu tạo chọn 2Φ 14

* **Tính toán cốt đai:**

+ Kiểm tra điều kiện chịu cắt:

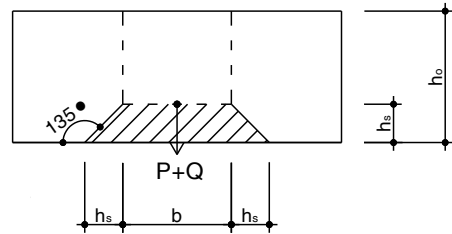
$$Q_{\max} = 34,85 \text{ kN} \leq 0,6 \cdot 1,05 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,26 = 32,76 \text{ kN}$$

Nên không tính toán cốt đai chịu cắt mà chỉ đặt theo cầu tạo. Vậy chọn Φ 6a150 cho phạm vi 1/4 nhịp và Φ 6a200 cho giữa nhịp.

* **Tính toán cốt treo chịu lực tập trung P1, P2:**

+ Kiểm tra điều kiện:

$$P \cdot \left(1 - \frac{h_s}{h_o}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$



Trong đó:

P (kN): Tổng tải trọng tác dụng tập trung lên dầm

$$P_1 = 10,03 \text{ kN}, h_s = 5 \text{ cm}$$

$$\Leftrightarrow (10,03) \cdot \left(1 - \frac{5}{26}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

$$\Leftrightarrow 8,1 \text{ kN} \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

+ Dùng cốt treo Φ 6 có $R_{sw} = 175 \text{ MPa} = 17,5 \text{ kN/cm}^2$

+ Diện tích cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} \geq \frac{8,1}{17,5} = 0,46 \text{ cm}^2$$

Chọn 3 Φ 6, số nhánh n=2, khoảng cách a=50 và đặt theo cầu tạo trong phạm vi $h_s=100$

$$P_2 = 10,03 \text{ kN}, h_s = 18 \text{ cm}$$

$$\Leftrightarrow (10,03) \cdot \left(1 - \frac{18}{26}\right) \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

$$\Leftrightarrow 3,08 \text{ kN} \leq \sum R_{sw} \cdot A_{sw}$$

+ Dùng cốt treo Φ 6 có $R_{sw} = 175 \text{ MPa} = 17,5 \text{ kN/cm}^2$

+ Diện tích cốt treo cần thiết:

$$A_{sw} \geq \frac{3,08}{17,5} = 0,17 \text{ cm}^2$$

Chọn 5 Φ 6, số nhánh n=2, khoảng cách a=50 và đặt theo cầu tạo trong phạm vi $h_s=200$

* **Cốt thép đặt cầu tạo:** Dùng 2 Φ 14

Kết luận:

- Cấu tạo và bố trí cốt thép cầu thang được thể hiện ở bản vẽ KC-03/03.
- Lớp bê tông bảo vệ sàn $a = 1,5\text{cm}$, dầm $a = 2,5\text{ cm}$

BẢNG TỔNG HỢP CỐT THÉP DẦM CẦU THANG

Cấu kiện	Nhịp l (m)	Tiết diện	Cốt dọc	Cốt đai	Cốt treo
Cột C1	4,157	Gối	1Φ14	Φ6a150	
		Nhịp	1Φ18	Φ6a200	
Cột C2	4,157	Gối	1Φ14	Φ6a150	
		Nhịp	1Φ18	Φ6a150	
Dầm DCN1	3,6	Gối	2Φ14	Φ6a150	
		Nhịp	2Φ18+1Φ16	Φ6a200	
Dầm DCN2	3,6	Gối	2Φ14	Φ6a150	
		Nhịp	2Φ16+1Φ18	Φ6a200	Φ6a50
Dầm DCT	3,6	Gối	2Φ14	Φ6a150	
		Nhịp	2Φ16+1Φ18	Φ6a200	Φ6a50