

Chương 2: Liên kết

Ví dụ 2.1:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết hàn đối đầu nối 2 bản thép có kích thước (320x12)mm như hình vẽ 2.12. Biết liên kết chịu lực kéo $N=120\text{KN}$ được đặt lệch tâm 1 đoạn $e = 10\text{cm}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34s có $f=2100\text{daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wt} = 1800\text{ daN/cm}^2$; $\gamma_c = 1$;

Bài làm:

Do lực trục đặt lệch tâm 1 đoạn $e = 10\text{cm}$, sinh ra mômen:

$$M = Ne = 120 \cdot 10 = 1200\text{ KNcm} = 120000\text{ daNcm}.$$

Chiều dài tính toán của đường hàn:

$$l_w = b - 2t = 32 - 2 \cdot 1,2 = 29,6\text{ cm};$$

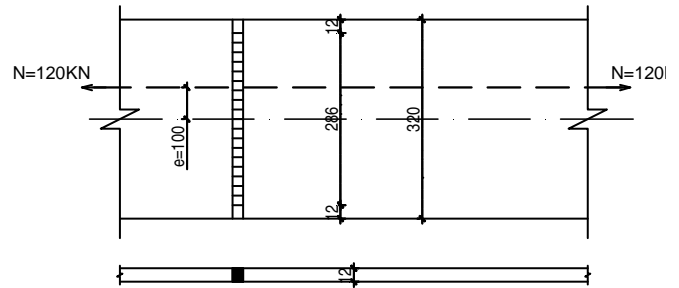
Mômen kháng uốn của đường hàn:

$$W_w = \frac{l_w^2 h_f}{6} = \frac{29,6^2 \cdot 1,2}{6} = 175,23(\text{cm}^2)$$

Diện tích của đường hàn:

$$A_w = l_w \cdot t = 29,6 \cdot 1,2 = 35,52(\text{cm}^2)$$

Khả năng chịu lực của đường hàn:



Hình 2.12

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{120000}{175,23} + \frac{12000}{35,52} = 1022,65(\text{daN/cm}^2) < f_{wt} \gamma_c = 1800(\text{daN/cm}^2)$$

Vậy liên kết đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 2.2:

Xác định lực lớn nhất tác dụng lên liên kết hàn đối đầu xiên nối 2 bản thép có kích thước (320x12)mm như hình vẽ 2.13. Biết góc nghiêng $\alpha = 45^\circ$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f=2100\text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wt}=1800\text{daN/cm}^2$; $\gamma_c=1$; $f_v=1250\text{daN/cm}^2$

Bài làm:

Chiều dài thực tế của đường hàn: $l_{tt} = (b/\sin 45^\circ) = 45,25\text{ cm};$

Chiều dài tính toán của đường hàn: $l_w = l_{tt} - 2t = 45,25 - 2 \cdot 1,2 = 42,85\text{ cm};$

Diện tích của đường hàn:

$$A_w = l_w \cdot t = 42,85 \cdot 1,2 = 51,42(\text{cm}^2)$$

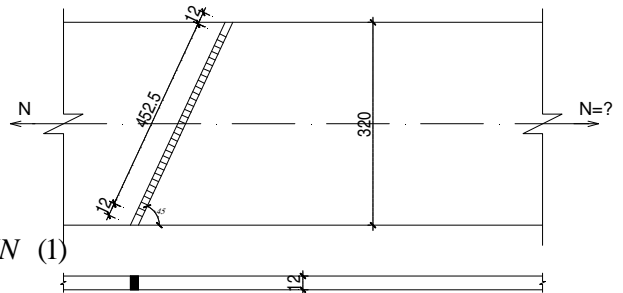
ứng suất pháp trên đường hàn đối đầu xiên:

$$\sigma = \frac{N \cos \alpha}{A_w} \leq f_{wt} \gamma_c$$

$$\Rightarrow N_1 \leq \frac{f_{wt} \gamma_c \cdot A_w}{\cos \alpha} = \frac{1800 \cdot 1 \cdot 51,42}{\sqrt{2}/2} = 130894\text{ daN} \approx 1309\text{KN} \quad (1)$$

ứng suất tiếp trên đường hàn đối đầu xiên:

$$\tau = \frac{N \sin \alpha}{A_w} \leq f_v \gamma_c \Rightarrow N_2 \leq \frac{f_v \gamma_c \cdot A_w}{\sin \alpha} = \frac{1250 \cdot 1 \cdot 51,42}{\sqrt{2}/2} = 90898\text{ daN} \approx 909\text{KN} \quad (2)$$

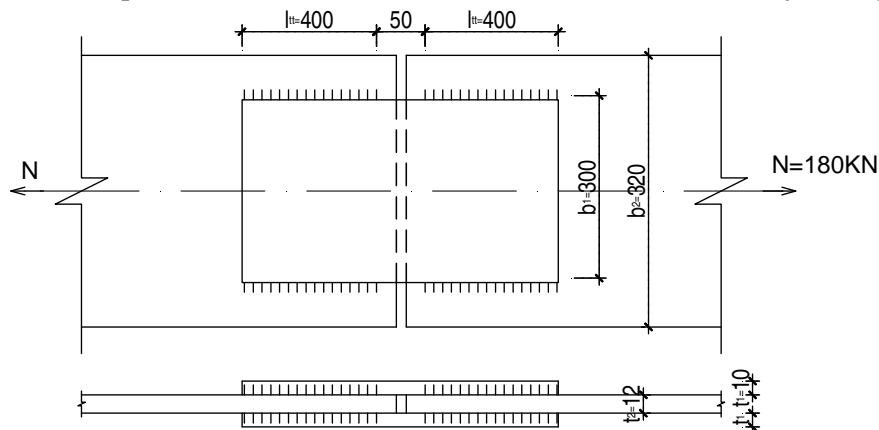


Từ (1) và (2), ta có lực lớn nhất tác dụng lên liên kết là:

$$N_{\max} = \min(N_1, N_2) = 909 \text{ KN}$$

Ví dụ 2.3:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết hàn góc cạnh nối 2 bản thép có kích thước (320x12)mm, liên kết sử dụng 2 bản ghép có kích thước (300x8)mm như hình vẽ 2.13. Biết lực kéo tính toán $N = 1800 \text{ KN}$, chiều cao đường hàn $h_f = 10\text{mm}$; chiều dài thực tế của đường hàn $l_{tt} = 400\text{mm}$; Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2$; $f_{ws} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$; $\gamma_c = 1$;



Hình 2.13

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép:

$$\sum A_{bg} = 2.0,8.30 = 48 \text{ (cm}^2\text{)} > A = 32.1,2 = 38,4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết:

Chiều dài tính toán của 1 đường hàn: $l_f = l_{tt} - 1 = 40 - 1 = 39 \text{ (cm)}$

Diện tích tính toán của các đường hàn: $\sum A_f = \sum l_f \cdot h_f = 4.39.1 = 156 \text{ (cm}^2\text{)}$

Ta có: $(\beta f_w)_{\min} = \min(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \min(1800.0,7; 1500.1) = 1260 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$

Khả năng chịu lực của liên kết:

$$\sigma = \frac{N}{\sum A_f} = \frac{180000}{156} = 1153,85 \text{ (daN/cm}^2\text{)} \leq (\beta f_w)_{\min} \gamma_c = 1260 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

Vậy liên kết đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 2.4:

Thiết kế liên kết hàn góc cạnh nối 2 bản thép có kích thước (320x12)mm, liên kết sử dụng 2 bản ghép có kích thước (300x10)mm như hình vẽ 2.14. Biết lực kéo tính toán $N = 1200 \text{ KN}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2$; $f_{ws} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$; $\gamma_c = 1$;

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép: $\sum A_{bg} = 2.1.30 = 60 \text{ (cm}^2\text{)} > A = 32.1,2 = 38,4 \text{ (cm}^2\text{)}$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Xác định chiều dài đường hàn:

Với chiều dày tấm thép cơ bản là 12mm và thép bản ghép là 10mm, chọn chiều cao đường hàn $h_f = 10\text{mm}$ đảm bảo điều kiện:

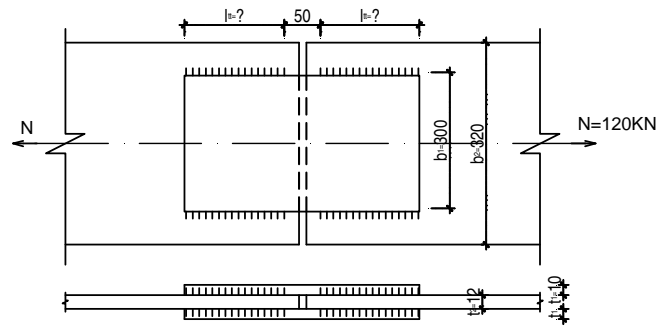
$$h_{f\min} = 6(\text{mm}) < h_f = 10(\text{mm}) < h_{f\max} = 1,2t_{\min} = 12(\text{mm}).$$

Ta có: $(\beta_f f_w)_{\min} = \min(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \min(1800 \cdot 0,7; 1500 \cdot 1) = 1260 (\text{daN/cm}^2)$ Hình 2.14

Tổng chiều dài cần thiết của đường hàn liên kết:

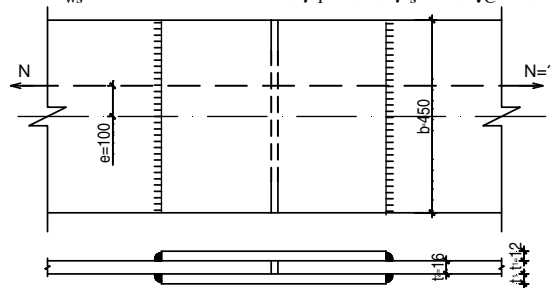
$$\sigma = \frac{N}{\sum A_f} = \frac{N}{\sum l_f h_f} \leq (\beta_f f_w)_{\min} \gamma_c \Rightarrow \sum l_f \geq \frac{N}{(\beta_f f_w)_{\min} \gamma_c h_f} = \frac{120000}{1260 \cdot 1 \cdot 1} = 95,24(\text{cm})$$

Chiều dài thực tế của 1 đường hàn: $l_f = (\sum l_f / 4) + 1 = 95,24 / 4 + 1 \approx 25(\text{cm})$



Ví dụ 2.5:

Xác định lực lớn nhất tác dụng lên liên kết hàn góc đầu nối 2 bản thép có kích thước (450x16)mm, liên kết sử dụng 2 bản ghép có kích thước (450x12)mm như hình vẽ 2.15. Biết lực kéo tính toán N (KN) được đặt lệch tâm 1 đoạn $e = 10\text{ cm}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2$; $f_{ws} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$; $\gamma_c = 1$;



Hình 2.15

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép: $\sum A_{bg} = 2 \cdot 1,2 \cdot 45 = 108 (\text{cm}^2) > A = 45 \cdot 1,4 = 72 (\text{cm}^2)$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Xác định nội lực lớn nhất:

Với chiều dày tấm thép cơ bản là 16mm và thép bản ghép là 12mm, chọn chiều cao đường hàn $h_f = 14\text{mm}$ đảm bảo điều kiện:

$$h_{f\min} = 6(\text{mm}) < h_f = 14(\text{mm}) < h_{f\max} = 1,2t_{\min} = 14,4(\text{mm}).$$

Ta có: $(\beta_f f_w)_{\min} = \min(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \min(1800 \cdot 0,7; 1500 \cdot 1) = 1260 (\text{daN/cm}^2)$

Chiều dài thực tế của 1 đường hàn: $l_{w(tt)} = b - 1 = 45 - 1 = 44 (\text{cm})$

Diện tích tính toán của các đường hàn trong liên kết: $\sum A_f = \sum l_w h_f = 2 \cdot 44 \cdot 1,4 = 123,2 (\text{cm}^2)$

Mômen kháng uốn của các đường hàn trong liên kết:

$$\sum W_f = \frac{\sum l_f^2 \cdot h_f}{6} = \frac{2 \cdot 44^2 \cdot 1,4}{6} = 903,5(\text{cm}^3)$$

Do lực trục đặt lệch tâm 1 đoạn $e = 10\text{cm}$, sinh ra mômen:

$$M = Ne = N \cdot 10 = 10N \text{ (KNcm)} = 1000N \text{ (daNcm)}.$$

Từ điều kiện bền cho liên kết:

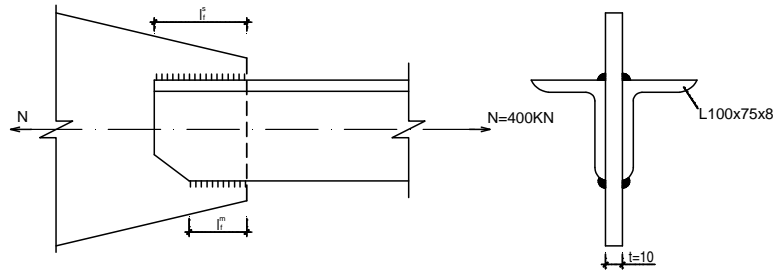
$$\sigma = \frac{N}{\sum A_f} + \frac{M}{\sum W_f} = \frac{N}{\sum A_f} + \frac{N \cdot e}{\sum W_f} \leq (\beta f_w)_{\min} \gamma_c$$

Ta có, lực lớn nhất tác dụng lên liên kết:

$$N \leq \frac{(\beta f_w)_{\min} \gamma_c}{\frac{1}{\sum A_f} + \frac{e}{\sum W_f}} = \frac{1260 \cdot 1}{\frac{1}{123,2} + \frac{10}{903,5}} \approx 65677 \text{ (daN)} \approx 657 \text{ (KN)}$$

Ví dụ 2.6:

Thiết kế liên kết hàn góc cạnh nối 2 thép góc L 100x75x8, liên kết cạnh dài, với bản thép có chiều dày $t=10\text{mm}$. Biết lực kéo tính toán $N = 400\text{(KN)}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f=2100 \text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wf}=1800 \text{ daN/cm}^2$; $f_{ws} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $\beta_f=0,7$; $\beta_s=1$; $\gamma_c=1$;



Hình 2.16

Bài làm:

Với chiều dày tấm thép là 10mm và thép góc ghép là 8mm, chọn chiều cao đường hàn $h_f^s = 8\text{mm}$, $h_f^m = 6\text{mm}$ đảm bảo điều kiện:

$$h_{f\min} = 4(\text{mm}) < h_f^s = 8(\text{mm}) < h_{f\max} = 1,2t_{\min} = 9,6(\text{mm}).$$

$$h_{f\min} = 4(\text{mm}) < h_f^m = 6(\text{mm}) < h_{f\max} = 1,2t_{\min} = 9,6(\text{mm}).$$

Ta có: $(\beta f_w)_{\min} = \min(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \min(1800 \cdot 0,7; 1500 \cdot 1) = 1260 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$

Nội lực đường hàn sống chịu: $N_s = kN = 0,6N = 240 \text{ (KN)}$

Nội lực đường hàn mép chịu: $N_m = (1-k)N = 0,4N = 160 \text{ (KN)}$

Tổng chiều dài tính toán của đường hàn sống:

$$\sum l_f^s \geq \frac{N_s}{(\beta f_w)_{\min} \gamma_c h_f^s} = \frac{24000}{1260 \cdot 1 \cdot 0,8} \approx 40 \text{ cm}$$

Tổng chiều dài tính toán của đường hàn mép:

$$\sum l_f^m \geq \frac{N_m}{(\beta f_w)_{\min} \gamma_c h_f^m} = \frac{16000}{1260 \cdot 1 \cdot 0,6} \approx 22 \text{ cm}$$

Vậy, chiều dài thực tế của 1 đường hàn sống:

$$l_f^s = \sum(l_f^s)/2 + 1 = 21 \text{ (cm)}$$

Chiều dài thực tế của 1 đường hàn mép:

$$l_f^m = \sum(l_f^m)/2 + 1 = 12 \text{ (cm)}$$

Ví dụ 2.7:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết bulông nối 2 bản thép có kích thước (400x16)mm, liên kết sử dụng 2 bản ghép có kích thước (400x12)mm như hình vẽ 2.17. Biết lực kéo tính toán $N = 2000$

KN được đặt lệch tâm 1 đoạn $e=5\text{cm}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f=2100 \text{ daN/cm}^2$; sử dụng bulông thường có cấp độ bền 4.6 có $f_{vb} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $f_{cb} = 3950 \text{ daN/cm}^2$; đường kính bulông $d=22\text{mm}$; $\gamma_c=1$;

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép:

$$\sum A_{bg} = 2.1,2.40 = 96 (\text{cm}^2) > A = 1,6.40 = 64 (\text{cm}^2)$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết:

Khả năng chịu cắt của 1 bulông trong liên kết:

$$[N]_{vb} = n_v \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot f_{vb} = 2.3,8.0,9.1500 = 10260 (\text{daN})$$

Khả năng chịu ép mặt của 1 bulông trong liên kết:

$$[N]_{cb} = d \cdot \sum (t)_{\min} \cdot \gamma_b \cdot f_{cb} = 2.2.1,5.0,9.3950 = 11731,5 (\text{daN})$$

Khả năng chịu lực nhỏ nhất của bulông:

$$[N]_{b\min} = \min([N]_{vb}, [N]_{cb}) = 10260 (\text{daN})$$

Do lực trục đặt lệch tâm 1 đoạn $e = 5\text{cm}$, sinh ra mômen:

$$M = Ne = N.5 = 2000.5 (\text{KNcm}) = 100000 (\text{daNcm}).$$

Lực lớn nhất tác dụng lên dãy bulông ngoài cùng do mômen gây ra:

$$N_{bM} = \frac{M \cdot l_1}{\sum l_i^2} = \frac{1000000.30}{30^2 + 18^2 + 6^2} = 23809,5 (\text{daN})$$

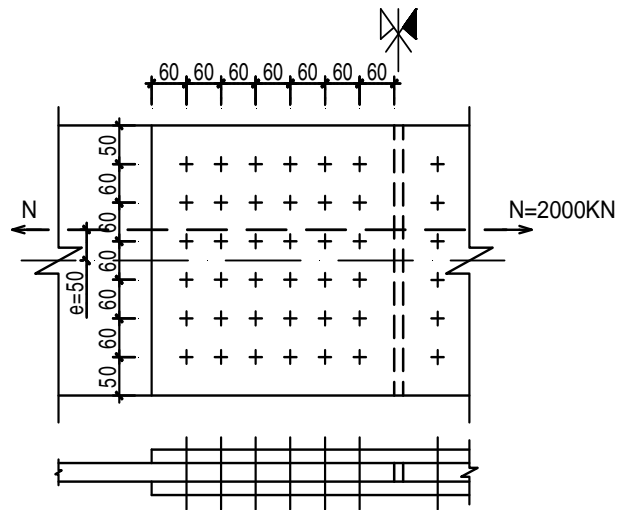
Lực lớn nhất tác dụng lên 1 bulông trong liên kết:

$$N_b = \frac{N_{bM}}{n_1} + \frac{N}{n} = \frac{23809,6}{6} + \frac{100000}{36} = 9524 (\text{daN}) < [N]_{b\min} = 10260 (\text{daN})$$

Trong đó: n_1 – số bulông trên 1 dãy.

Vậy, liên kết đảm bảo khả năng chịu lực.

Hình 2.17



Ví dụ 2.8:

Thiết kế liên kết bulông nối 2 bản thép có kích thước $(400 \times 16)\text{mm}$, liên kết sử dụng 2 bản ghép, chịu lực kéo tính toán $N = 900 \text{ KN}$ đặt đúng tâm. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f=2100 \text{ daN/cm}^2$; sử dụng bulông thường cấp độ bền 4.6 có $f_{vb} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $f_{cb} = 3950 \text{ daN/cm}^2$; $\gamma_c=1$;

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép:

Chọn 2 bản ghép có kích thước $(400 \times 12)\text{mm}$ đảm bảo điều kiện:

$$\sum A_{bg} = 2.1,2.40 = 96 (\text{cm}^2) > A = 1,6.40 = 64 (\text{cm}^2)$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Thiết kế liên kết:

Chọn bulông có đường kính $d=20\text{mm}$.

Khả năng chịu cắt của 1 bulông trong liên kết:

$$[N]_{vb} = n_v \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot f_{vb} = 2.3 \cdot 14.0 \cdot 9.1500 = 8478 \text{ (daN)}$$

Khả năng chịu ép mặt của 1 bulông trong liên kết:

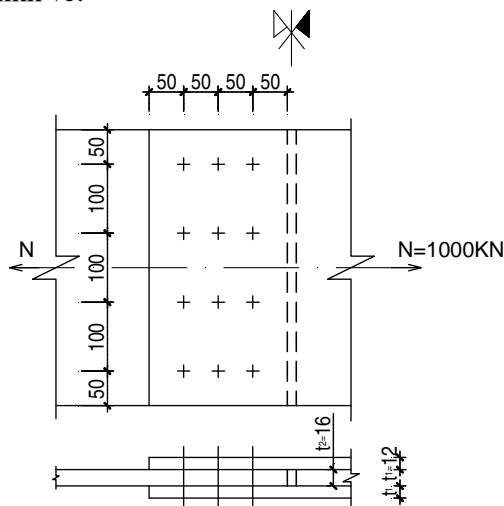
$$[N]_{cb} = d \cdot \sum(t)_{\min} \cdot \gamma_b \cdot f_{cb} = 2.4 \cdot 0.9 \cdot 3950 = 28440 \text{ (daN)}$$

Khả năng chịu lực nhỏ nhất của bulông:

Số lượng bulông cần thiết trong liên kết:

$$n = \frac{N}{[N]_{b\min}} = \frac{90000}{8478} = 10.6$$

Chọn 12 bulông và bố trí như hình vẽ.



Hình 2.18

Kiểm tra bền cho bản ghép:

$$A_{hn} = A - A_{gy} = 40 \cdot 1.6 - 4 \cdot 2.2 \cdot 1.6 = 49.92 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{hn}} = \frac{90000}{49.92} = 1802.9 \text{ (daN / cm}^2\text{)} < f\gamma_c = 2100 \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

Vậy liên kết bulông đã chọn đảm bảo điều kiện bền.

Ví dụ 2.9:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết bulông cường độ cao nối 2 bản thép có kích thước (400x16)mm, sử dụng 2 bản ghép có kích thước (400x12)mm như hình vẽ. Biết lực kéo tính toán $N = 2000 \text{ KN}$. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; sử dụng bulông cường độ cao 40Cr có $f_{ub} = 11000 \text{ daN/cm}^2$; đường kính bulông $d = 20 \text{ mm}$; $\gamma_c = 1$;

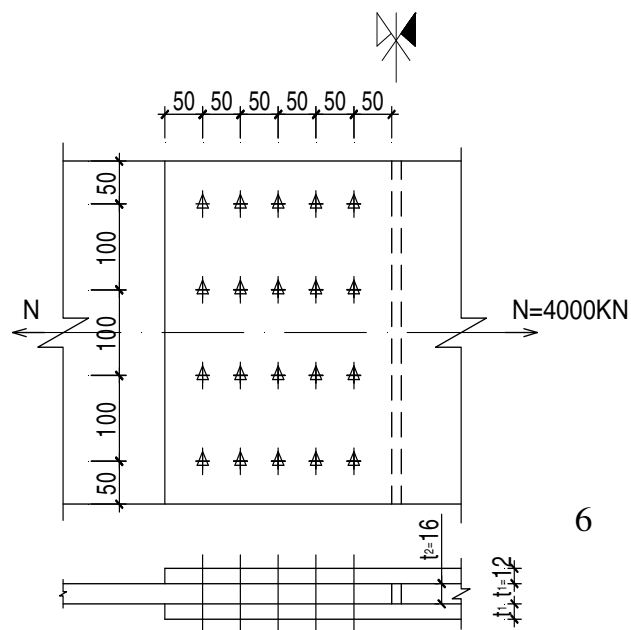
Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép:

$$\sum A_{bg} = 2 \cdot 1.2 \cdot 40 = 96 \text{ (cm}^2\text{)} > A = 1.6 \cdot 40 = 64 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Kiểm tra khả năng chịu lực cho liên kết:



Khả năng chịu kéo của 1 bulông cường độ cao trong liên kết: $[N]_b = n_f \cdot A_{bn} \cdot \gamma_{b1} \cdot f_{hb} \left(\frac{\mu}{\gamma_{b2}} \right)$

Ta có: $f_{hb} = 0,7 f_{ub} = 0,7 \cdot 11000 = 7700 \text{ (daN/cm}^2\text{)}$

$\gamma_{b1} = 1$ (do số lượng bulông trong liên kết $n_a > 10$);

$\gamma_{b2} = 1,17$; $\mu = 0,35$; $n_f = 2$; $A_{bn} = 2,45 \text{ (cm}^2\text{)}$

$$[N]_b = 2 \cdot 2,45 \cdot 1 \cdot 7700 \cdot \left(\frac{0,35}{1,17} \right) = 11287 \text{ (daN)}$$

Lực lớn nhất tác dụng lên 1 bulông trong liên kết:

$$N_b = \frac{N}{n} = \frac{200000}{20} = 10000 \text{ (daN)} < [N]_b = 11287 \text{ (daN)}$$

Vậy liên kết đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 2.10:

Xác định lực lớn nhất tác dụng lên liên kết bulông nối 2 bản thép có kích thước (400x16)mm, liên kết sử dụng 2 bản ghép có kích thước (400x12)mm như hình vẽ 2.21. Sử dụng vật liệu thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; bulông thường độ bền lớp 4.6 có $f_{vb} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $f_{cb} = 3950 \text{ daN/cm}^2$; đường kính bulông $d = 20 \text{ mm}$; $\gamma_c = 1$;

Bài làm:

a, Kiểm tra bền cho bản ghép:

Chọn 2 bản ghép có kích thước (400x12)mm đảm bảo điều kiện:

$$\sum A_{bg} = 2 \cdot 1,2 \cdot 40 = 96 \text{ (cm}^2\text{)} > A = 1,6 \cdot 40 = 64 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.

b, Xác định lực lớn nhất tác dụng lên liên kết:

Khả năng chịu cắt của 1 bulông trong liên kết:

$$[N]_{vb} = n_v \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot f_{vb} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 1500 = 8478 \text{ (daN)}$$

Khả năng chịu ép mặt của 1 bulông trong liên kết:

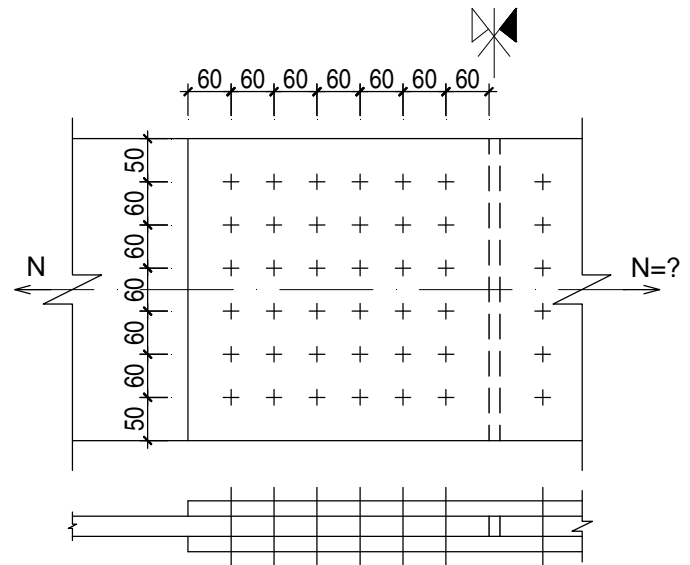
$$[N]_{cb} = d \cdot \sum (t)_{\min} \cdot \gamma_b \cdot f_{cb} = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 3950 = 10665 \text{ (daN)}$$

Khả năng chịu lực nhỏ nhất của bulông:

$$[N]_{b\min} = \min([N]_{vb}, [N]_{cb}) = 8478 \text{ (daN)}$$

Ngoại lực lớn nhất tác dụng lên liên kết:

$$N = [N]_{b\min} \cdot n = 8478 \cdot 36 = 305208 \text{ (daN)} \approx 3052 \text{ (KN)}$$

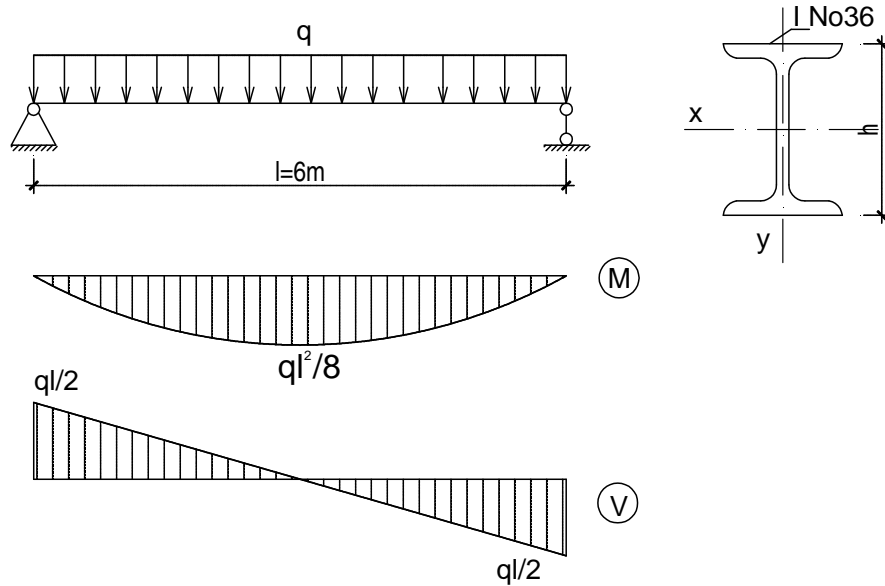


Hình 2.21

Chương 3: Dầm thép

Ví dụ 3.1:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho dầm chữ IN₀36 có sơ đồ dầm đơn giản nhịp $l = 6\text{m}$, chịu tải trọng phân bố đều $q_c = 2500 \text{ daN/m}$ như hình vẽ 3.7. Biết các đặc trưng hình học của thép IN₀36: $W_x = 743 \text{ cm}^3$; $I_x = 13380 \text{ cm}^4$; $h = 36\text{cm}$; $S_x = 423 \text{ cm}^3$; $t_w = 12,3 \text{ mm}$; bỏ qua trọng lượng bản thân dầm. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_v = 1250 \text{ daN/cm}^2$; độ võng $[\Delta/l] = 1/250$; $\gamma_c = 1$; $\gamma_q = 1,2$.



Hình 3.7

Bài làm:

Tải trọng tính toán tác dụng lên dầm:

$$q_{tt} = q_c \gamma_q = 2500 \cdot 1,2 = 3000 \text{ (daN/m)}$$

Mômen lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$M_{\max} = \frac{q_{tt} l^2}{8} = \frac{3000 \cdot 6^2}{8} = 13500 \text{ (daNm)}$$

Lực cắt lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$V_{\max} = \frac{q_{tt} l}{2} = \frac{3000 \cdot 6}{2} = 9000 \text{ (daN)}$$

Kiểm tra bền cho dầm hình:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{13500 \cdot 10^2}{743} = 1817 \text{ (daN / cm}^2\text{)} < f \gamma_c = 2100 \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

$$\tau = \frac{V_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{9000 \cdot 423}{13380 \cdot 1,23} = 231,3 \text{ (daN / cm}^2\text{)} < f_v \gamma_c = 1250 \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

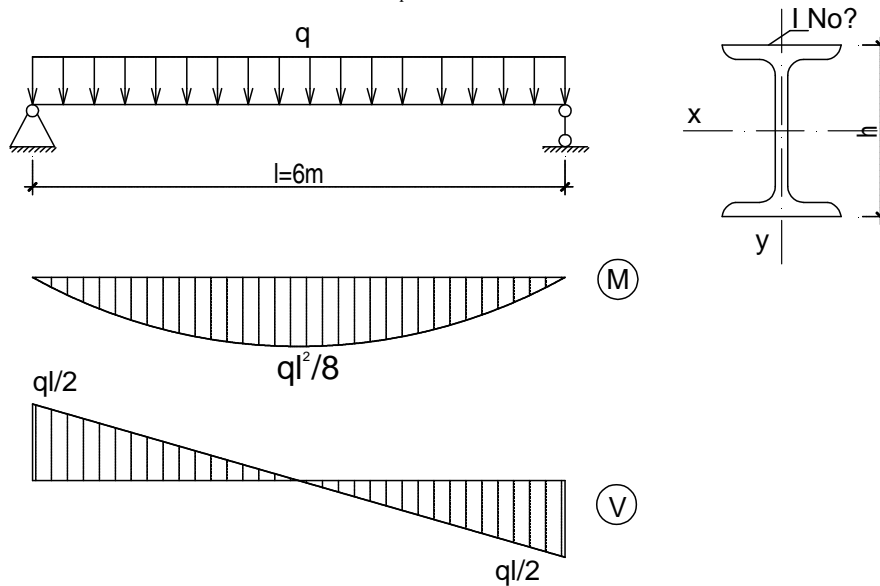
Kiểm tra độ võng cho dầm hình:

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5 \cdot q_c l^3}{384 E I_x} = \frac{5 \cdot 25 \cdot (6 \cdot 10^2)^3}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 13380} = 0,0025 < \left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{250} = 0,004$$

Vậy dầm thép đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 3.2:

Thiết kế tiết diện dầm chữ I định hình cho dầm có sơ đồ dầm đơn giản nhịp $l = 6\text{m}$, chịu tải trọng phân bố đều $q_c = 1000 \text{ daN/m}$ như hình vẽ 3.8. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_v = 1250 \text{ daN/cm}^2$; độ võng $[\Delta/l] = 1/250$; $\gamma_c = 1$; $\gamma_q = 1,2$.



Hình 3.8

Bài làm:

Tải trọng tính toán tác dụng lên dầm:

$$q_{tt} = q_c \gamma_q = 1000 \cdot 1,2 = 1200 \text{ (daN/m)}$$

Mômen lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$M_{\max} = \frac{q_{tt} l^2}{8} = \frac{1200 \cdot 6^2}{8} = 5400 \text{ (daNm)}$$

Lực cắt lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$V_{\max} = \frac{q_{tt} l}{2} = \frac{1200 \cdot 6}{2} = 3600 \text{ (daN)}$$

Từ điều kiện đảm bảo tra bền cho dầm hình:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} < f \gamma_c \Rightarrow W_x \geq \frac{M_{\max}}{f \gamma_c} = \frac{5400 \cdot 10^2}{2100} = 257,1 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Chọn I N₀24 có các đặc trưng hình học:

$$W_x = 289 \text{ cm}^3; I_x = 3460 \text{ cm}^4; h = 24\text{cm}; S_x = 163 \text{ cm}^3; t_w = 9,5 \text{ mm}; g_{bt} = 27,3 \text{ (daN/m)}.$$

Kiểm tra lại tiết diện dầm đã chọn:

Mômen lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$M_{\max} = \frac{(q_{tt} + g_{bt}) l^2}{8} = \frac{(1200 + 27,3 \cdot 1,05) \cdot 6^2}{8} \approx 5529 \text{ (daNm)}$$

Lực cắt lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$V_{\max} = \frac{(q_{tt} + g_{bt}) l}{2} = \frac{(1200 + 27,3 \cdot 1,05) \cdot 6}{2} \approx 3686 \text{ (daN)}$$

Kiểm tra bền cho dầm:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{5529 \cdot 10^2}{289} = 1913 \text{ (daN / cm}^2\text{)} < f\gamma_c = 2100 \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

$$\tau = \frac{V_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{3686 \cdot 163}{3460 \cdot 0,95} \approx 182,8 \text{ (daN / cm}^2\text{)} < f_v \gamma_c = 1250 \text{ (daN / cm}^2\text{)}$$

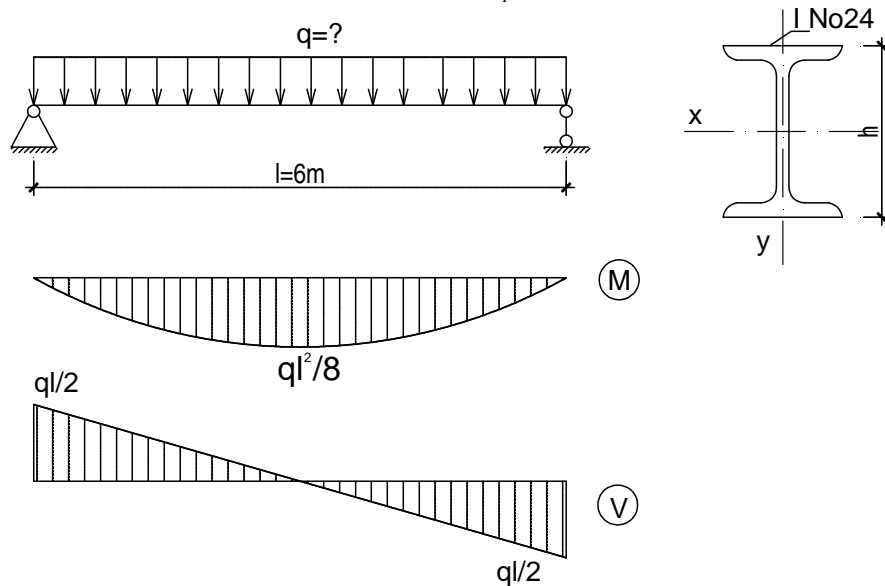
Kiểm tra độ võng cho dầm hình:

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5 \cdot q_c \cdot l^3}{384 E I_x} = \frac{5 \cdot (10 + 0,273) \cdot (6 \cdot 10^2)^3}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 3460} = 0,00398 < \left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{250} = 0,004$$

Vậy dầm thép đã chọn đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 3.3:

Xác định tải trọng lớn nhất tác dụng lên dầm đơn giản nhịp $l = 6\text{m}$, có tiết diện mặt cắt ngang IN_{024} như hình vẽ 3.9. Biết các đặc trưng hình học của thép IN_{024} : $W_x = 289 \text{ cm}^3$; $I_x = 3460 \text{ cm}^4$; $h = 24\text{cm}$; $S_x = 163 \text{ cm}^3$; $t_w = 9,5 \text{ mm}$; bỏ qua trọng lượng bản thân dầm. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_v = 1250 \text{ daN/cm}^2$; độ võng $[\Delta/l] = 1/250$; $\gamma_c = 1$; $\gamma_q = 1,2$.



Hình 3.9

Bài làm:

Tải trọng tính toán tác dụng lên dầm:

$$q_{tt} = q_c \gamma_q = q_c \cdot 1,2 \text{ (daN/m)}$$

Mômen lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$M_{\max} = \frac{q_{tt} l^2}{8} = \frac{q_{tt} \cdot 6^2}{8} = 4,5 q_{tt} \text{ (daNm)}$$

Lực cắt lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$V_{\max} = \frac{q_{tt} l}{2} = \frac{q_{tt} \cdot 6}{2} = 3 q_{tt} \text{ (daN)}$$

Từ điều kiện đảm bảo bền cho dầm hình:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} < f\gamma_c = 2100(\text{daN} / \text{cm}^2) \Rightarrow q_1 \leq \frac{f\gamma_c \cdot W_x}{4,5} = \frac{2100 \cdot 289}{4,5 \cdot 10^2} = 1348,7 (\text{daN} / \text{m})$$

Từ điều

$$q_1 = \frac{q_{II}^1}{\gamma_q} = \frac{1348,7}{1,2} \approx 1124 (\text{daN} / \text{m})$$

kiện đảm bảo độ võng cho dầm hình:

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5 \cdot q_c l^3}{384 E I_x} < \left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{250} \Rightarrow q_c^2 \leq \left[\frac{\Delta}{l} \right] \frac{384 E I_x}{5 l^3} = \frac{1}{250} \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 3460 \cdot 384}{(6 \cdot 10^2)^3 \cdot 5}$$

Ta có tải trọng

$$= 10,33 (\text{daN} / \text{cm}) = 1033 (\text{daN} / \text{m})$$

tiêu chuẩn lớn nhất tác dụng lên dầm:

$$q_c^{\max} = \min(q_c^1 \text{ và } q_c^2) = 1033 (\text{daN/m}).$$

Ví dụ 3.4:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho dầm I tổ hợp hàn có kích thước bản bụng (1000x8)mm, bản cánh (240x16)mm như hình vẽ 3.10. Biết $M_{\max} = 10000 \text{ daNm}$; $V_{\max} = 130000 \text{ daN}$. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_v = 1250 \text{ daN/cm}^2$;

Bài làm:

Các đặc trưng hình học của dầm:

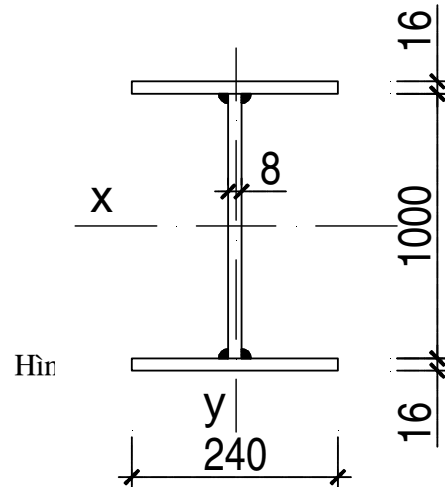
$$I = \frac{h_w^3 t_w}{12} + 2 \left(\frac{t_f^3 b_f}{12} + b_f t_f \frac{h_f^2}{4} \right)$$

$$= \frac{100^3 \cdot 0,8}{12} + 2 \left(\frac{1,6^3 \cdot 24}{12} + 1,6 \cdot 24 \cdot \frac{101,6^2}{4} \right)$$

$$= 271168 (\text{cm}^4)$$

$$W_x = \frac{I x}{h} \cdot 2 = \frac{271168 \cdot 2}{103,2} = 5255,2 (\text{cm}^3)$$

$$S_x = b_f t_f \frac{h_f}{2} = 24 \cdot 1,6 \cdot \frac{101,6}{2} = 1923,07 (\text{cm}^3)$$



Kiểm tra điều kiện bền cho dầm:

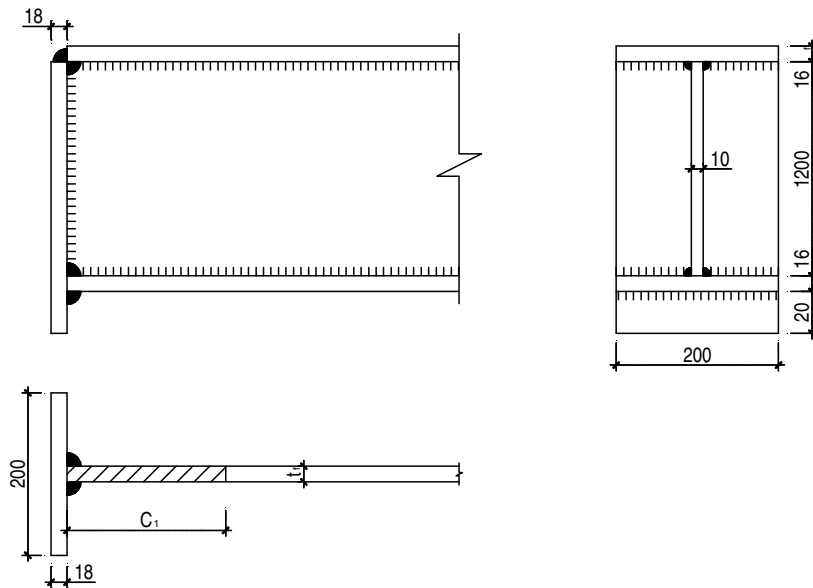
$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{1000000}{5255,2} = 1913,8 (\text{daN} / \text{cm}^2) < f\gamma_c = 2100 (\text{daN} / \text{cm}^2)$$

$$\tau = \frac{V_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{130000 \cdot 1923,07}{271168 \cdot 0,8} = 1152,3 (\text{daN} / \text{cm}^2) < f_v \gamma_c = 1250 (\text{daN} / \text{cm}^2)$$

Vậy tiết diện dầm đã chọn đảm bảo điều kiện bền.

Ví dụ 3.5:

Xác định kích thước sườn gối cho dầm I tổ hợp hàn có kích thước bản bụng (1200x10)mm, bản cánh (200x16)mm như hình vẽ 3.11. $V_{\max} = 1000 \text{ KN}$. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_c = 3200 \text{ daN/cm}^2$;



Hình 3.11

Bài làm:

Xác định tiết diện sườn gối từ điều kiện ép mặt tì đầu:

$$\sigma = \frac{V_{\max}}{A_s} \leq f_c \gamma_c \Rightarrow A_s \geq \frac{V_{\max}}{f_c \gamma_c} = \frac{100000}{3200 \cdot 1} \approx 31,3 (\text{cm}^2)$$

Chọn $b_s = b_f = 20$ (cm)

Chiều dày sườn gối:

$$t_s \geq \frac{A_s}{b_s} = \frac{31,3}{20} \approx 1,6 (\text{cm})$$

Kiểm tra chiều dày sườn theo điều kiện ổn định:

$$\frac{b_s}{t_s} \leq \sqrt{\frac{E}{f}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2100}} = 31,6 \Rightarrow t_s \geq \frac{b_s}{31,6} = \frac{20}{31,6} = 0,65 (\text{cm})$$

Vậy, chọn sườn có kích thước $b_s, t_s = 20 \cdot 1,8$ (cm)

Kiểm tra ổn định tổng thể:

Ta có: $c_1 = 0,65 t_w$. $\sqrt{E/f} = 0,65 \cdot 1 \cdot \sqrt{2,1 \cdot 10^6 / 2100} = 20,54 (\text{cm})$

$$A = A_s + A_{qu} = 1,8 \cdot 20 + 1 \cdot 20,54 = 56,54 (\text{cm}^2)$$

$$I_z = \frac{t_w^3 \cdot c_1}{12} + \frac{b_s^3 \cdot t_s}{12} = \frac{1^3 \cdot 20,54}{12} + \frac{20^3 \cdot 1}{12} = 1202 (\text{cm}^4)$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{1202}{56,54}} = 4,61 (\text{cm})$$

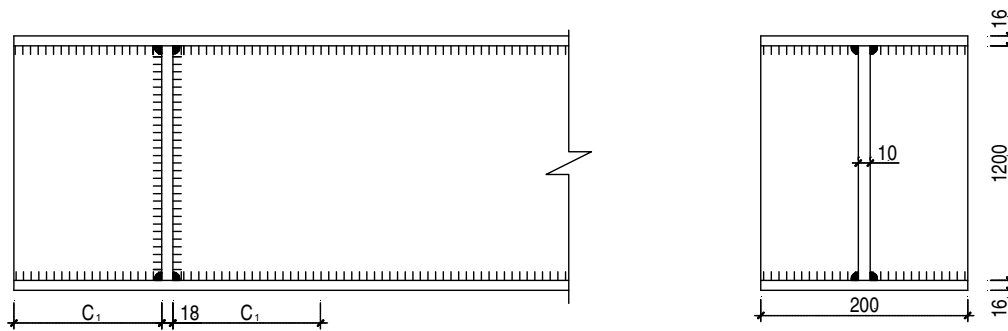
$$\lambda_z = \frac{h_w}{i_z} = \frac{120}{4,61} = 26. \text{ Tra bảng ta có } \varphi = 0,949.$$

$$\sigma = \frac{V_{\max}}{A \varphi} = \frac{100000}{56,54 \cdot 0,949} = 1864 (\text{daN} / \text{cm}^2) < f \gamma_c = 2100 (\text{daN} / \text{cm}^2)$$

Vậy, tiết diện sườn gối đã chọn đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 3.6:

Kiểm tra khả năng chịu lực cho vùng dầm gần gối tựa của dầm I tổ hợp hàn có kích thước bản bụng (1200x10)mm, bản cánh (200x16)mm có sơ đồ như hình vẽ 3.12. $V_{\max} = 1500 \text{ KN}$. Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_c = 3200 \text{ daN/cm}^2$; Biết $c_1 = 0,65 t_w \cdot \sqrt{E/f}$



Hình 3.12

Bài làm:

$$\text{Tính } c_1 = 0,65 t_w \cdot \sqrt{E/f} = 0,65 \cdot 1 \cdot \sqrt{2,1 \cdot 10^6 / 2100} = 20,54 (\text{cm})$$

$$A = A_s + 2 A_{qu} = 1,8 \cdot 20 + 2 \cdot 1 \cdot 20,54 = 77,08 (\text{cm}^2)$$

$$I_z = 2 \frac{t_w^3 \cdot c_1}{12} + \frac{b_s^3 \cdot t_s}{12} = 2 \cdot \frac{1^3 \cdot 20,54}{12} + \frac{20^3 \cdot 1}{12} = 1204 (\text{cm}^4)$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{1204}{77,08}} = 3,95 (\text{cm})$$

$$\lambda_z = \frac{h_w}{i_z} = \frac{120}{3,95} = 30,38. \text{ Tra bảng ta có } \phi = 0,936.$$

$$\sigma = \frac{V_{\max}}{A \phi} = \frac{150000}{77,08 \cdot 0,936} = 2080 (\text{daN} / \text{cm}^2) < f \gamma_c = 2100 (\text{daN} / \text{cm}^2)$$

Vậy, tiết diện sườn gối đã chọn đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 3.7:

Tính mối nối bản bụng cho dầm I tổ hợp hàn có kích thước bản bụng (1200x10)mm, bản cánh (200x16)mm như hình vẽ 3.14. Biết $M_x = 300 \text{ KNm}$; $V_x = 2000 \text{ KN}$; Sử dụng thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $f_v = 1250 \text{ daN/cm}^2$; que hàn N42 có $f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2$; $f_{wf} = 1500 \text{ daN/cm}^2$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$; $\gamma_c = 1$;

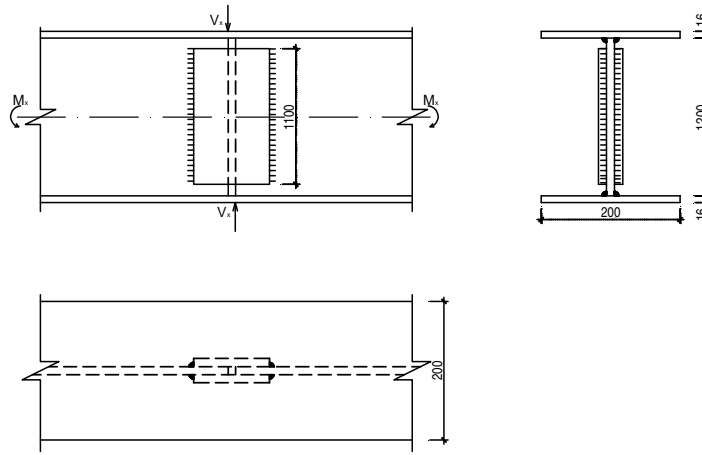
Bài làm:

Sử dụng mối nối có 2 bản ghép với đường hàn góc đầu.

Chọn bản ghép có kích thước (1100x8x100)mm đảm bảo điều kiện bền cho bản ghép:

$$\sum A_{bg} = 2 \cdot 0,8 \cdot 110 = 176 (\text{cm}^2) > A = 1 \cdot 120 = 120 (\text{cm}^2)$$

Vậy bản ghép đảm bảo điều kiện bền.



Hình 3.13

Chọn chiều cao đường hàn $h_f = 8(\text{mm})$ thỏa mãn điều kiện:

$$h_{f\min} = 6(\text{mm}) < h_f = 8(\text{mm}) < h_{f\max} = 1,2t_{\min} = 9,6(\text{mm}).$$

Chiều dài tính toán của 1 đường hàn:

$$l_f = l_u - 1 = 110 - 1 = 109(\text{cm})$$

Diện tích tính toán của các đường hàn:

$$\sum A_f = \sum l_f \cdot h_f = 2 \cdot 109 \cdot 0,8 = 174,4(\text{cm}^2)$$

Mô men kháng uốn của các đường hàn:

$$\sum W_f = \sum l_f^2 \cdot h_f / 6 = 2 \cdot 109^2 \cdot 0,8 / 6 = 3168,3(\text{cm}^2)$$

Mômen uốn mà mỗi hàn nối bụng phải chịu:

$$M_w = M_x \frac{I_w}{I_d} + V_x \cdot e = 300 \cdot \frac{144000}{380599} + 2000 \cdot 0,05 = 213,5(\text{KNm})$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} I &= \frac{h_w^3 t_w}{12} + 2 \left(\frac{t_f^3 b_f}{12} + b_f t_f \frac{h_f^2}{4} \right) \\ &= \frac{120^3 \cdot 1}{12} + 2 \left(\frac{1,6^3 \cdot 20}{12} + 2 \cdot 20 \cdot \frac{121,6^2}{4} \right) = 380599(\text{cm}^4) \\ I_w &= \frac{h_w^3 t_w}{12} = \frac{120^3 \cdot 1}{12} = 144000(\text{cm}^4) \end{aligned}$$

Ta có: $(\beta f_w)_{\min} = \min(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \min(1800 \cdot 0,7; 1500 \cdot 1) = 1260(\text{daN/cm}^2)$

Khả năng chịu lực của liên kết:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\left(\frac{V_x}{\sum A_f} \right)^2 + \left(\frac{M_w}{\sum W_f} \right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{200000}{174,4} \right)^2 + \left(\frac{21350 \cdot 100}{3168,3} \right)^2} = 1146,8(\text{daN/cm}^2) < (\beta f_w)_{\min} = 1260(\text{daN/cm}^2) \end{aligned}$$

Vậy liên kết đảm bảo khả năng chịu lực.

Chương 4: Cột

Ví dụ 4.1. Chọn tiết diện cột đặc chịu nén đúng tâm (I định hình). Biết cột có chiều dài $l = 5$ m. Cột có liên kết theo phương x hai đầu khớp; theo phương y 1 đầu ngàm, một đầu khớp. Tải trọng tác dụng $N = 3500$ kN. Vật liệu là thép CCT38 có $f = 2300$ daN/cm²; $[\lambda] = 120$, $\gamma = 1$.

Bài làm:

$$f = 2300 \text{ daN/cm}^2 = 23 \text{ kN/cm}^2.$$

Chiều dài tính toán của cột

$$l_y = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ (m)}; \quad l_x = 1 \cdot 5 = 5 \text{ (m)}$$

Chọn sơ bộ độ mảnh $\lambda = 40$ tra bảng được giá trị $\varphi = 0,900$.

Diện tích tiết diện cột cần thiết là:

$$A_{yc} = N / (f \cdot \varphi \cdot \gamma_c) = 3500 / (23 \cdot 0,9) = 169,1 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Bán kính quán tính

$$i_{xyc} = l_x / \lambda = 500 / 40 = 12,5 \text{ (cm)}.$$

$$i_{yy} = l_y / \lambda = 350 / 40 = 8,75 \text{ (cm)}.$$

Chiều rộng và chiều cao tiết diện cột:

$$b_{yc} = i_{yy} / \alpha_y = 8,75 / 0,24 = 36,5 \text{ (cm)};$$

$$h_{yc} = i_{xyc} / \alpha_x = 12,5 / 0,42 = 29,8 \text{ (cm)}.$$

Từ bảng tra chọn thép I cánh rộng 40K1 có:

$A = 175,8 \text{ cm}^2$; $h = 393 \text{ mm}$; $b = 400 \text{ mm}$; $d = 11 \text{ mm}$; $t = 16,5 \text{ mm}$; $r = 22 \text{ mm}$; $I_x = 52400 \text{ cm}^4$; $W_x = 2664 \text{ cm}^3$; $i_x = 17,26 \text{ cm}$; $S_x = 1457 \text{ cm}^3$;

$I_y = 17610 \text{ cm}^4$; $W_y = 880 \text{ cm}^3$; $i_y = 10 \text{ cm}$; $g = 138 \text{ kg/m}$.

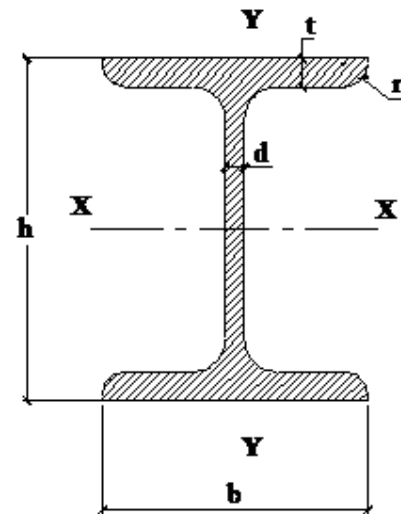
Độ mảnh $\lambda_y = l_y / i_y = 350 / 10 = 35$;

$$\lambda_x = l_x / i_x = 500 / 17,26 = 28,97 \rightarrow \lambda_{\max} = 35 \rightarrow \varphi = 0,918.$$

Kiểm tra

$$\sigma = N / (A \cdot \varphi) = 3500 / (175,8 \cdot 0,918) = 21,7 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < f \cdot \gamma_c = 23 \text{ kN/cm}^2.$$

Ổn định tổng thể cột đã chọn thỏa mãn. (không cần kiểm tra ô đ cục bộ với tiết diện định hình)



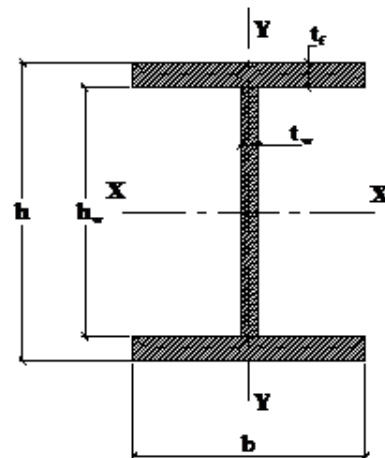
Ví dụ 4.2. Chọn tiết diện cột đặc chịu nén đúng tâm (I tổ hợp). Biết cột có chiều dài $l = 6,5$ m. Cột có liên kết theo phương x hai đầu khớp; theo phương y 1 đầu ngàm, một đầu khớp. Tải trọng tác dụng $N = 4500$ kN. Vật liệu là thép CCT38 có $f = 2300$ daN/cm²; $[\lambda] = 120$, $\gamma = 1$.

Bài làm:

$$f = 2300 \text{ daN/cm}^2 = 23 \text{ kN/cm}^2.$$

Chiều dài tính toán của cột

$$l_y = 0,7 \cdot 6,5 = 4,55 \text{ (m)}; \quad l_x = 1 \cdot 6,5 = 6,5 \text{ (m)}$$



Chọn sơ bộ độ mảnh $\lambda=40$ tra bảng được giá trị $\varphi=0,900$.

Diện tích tiết diện cột cần thiết là:

$$A_{yc} = N/(f \cdot \varphi) = 4500/(23 \cdot 0,9) = 217,3 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Bán kính quán tính

$$i_{xyc} = I_x/\lambda = 650/40 = 16,25 \text{ (cm)}.$$

$$i_{yyc} = I_y/\lambda = 455/40 = 11,35 \text{ (cm)}.$$

Chiều rộng và chiều cao tiết diện cột:

$$b_{yc} = i_{yyc}/\alpha_y = 11,35/0,24 = 47,4 \text{ (cm)};$$

$$h_{yc} = i_{xyc}/\alpha_x = 16,25/0,42 = 38,7 \text{ (cm)}.$$

Chọn tiết diện cột: cánh- $2.48.1,8=172,8 \text{ (cm}^2\text{)}$

$$\text{bụng } 217,3 - 172,8 = 44,5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$h_w = 38,7 - 2 \cdot 1,8 = 35,1 \text{ cm}$ chọn 36 cm ;

$$\rightarrow t_w \approx 44,5/36 = 1,24 \text{ (cm)}; \text{ chọn } h_w = 38 \text{ cm}; t_w = 1,2 \text{ cm}.$$

Kiểm tra ổn định

$$\text{-đặc trưng hình học: } I_y = 2 \cdot 1,8 \cdot 48^3/12 + 38 \cdot 1,2^3/12 = 33183 \text{ cm}^4;$$

$$A = 2 \cdot 1,8 \cdot 48 + 1,2 \cdot 38 = 218,4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{33183}{218,4}} = 12,3 \text{ (cm)}$$

$$\lambda_y = l_y/i_y = 445/12,3 = 36,2 ;$$

$$I_x = 48 \cdot 41,6^3/12 - (48 - 1,2) \cdot 38^3/12 = 73964 \text{ cm}^4;$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{73964}{218,4}} = 18,4 \text{ (cm)}$$

$$\lambda_x = l_x/i_x = 650/18,4 = 35,3 \rightarrow \lambda_{\max} = 36,2 \rightarrow \varphi = 0,912.$$

-kiểm tra ổn định tổng thể

$$\sigma = N/(A \cdot \varphi) = 4500/(218,4 \cdot 0,912) = 22,6 \text{ (kN/cm}^2\text{)} < f. \gamma_c = 23 \text{ kN/cm}^2.$$

$$(\sigma - f \cdot \gamma_c)/f \cdot \gamma_c = 1,8\% < 5\% \text{ thỏa mãn.}$$

-kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f}{E}} = 36,2 \sqrt{\frac{23}{2,1 \cdot 10^4}} = 1,2 < 2$$

$$\left[\frac{h_w}{t_w} \right] = (1,3 + 0,15 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f}} = (1,3 + 0,15 \cdot 1,2) \sqrt{\frac{21000}{23}} = 44,7$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 380/12 = 31,6 < \left[\frac{h_w}{t_w} \right] = 44,7$$

-kiểm tra ổn định cục bộ bản cánh $b_0 = (480 - 12)/2 = 234 \text{ (mm)}$

$$\left[\frac{b_0}{t_f} \right] = (0,36 + 0,1 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f}} = (0,36 + 0,1 \cdot 1,2) \sqrt{\frac{21000}{23}} = 14,5$$

$$\frac{b_0}{t_f} = 234/18 = 13 < \left[\frac{b_0}{t_f} \right] = 14,5.$$

Vậy tiết diện đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định tổng thể, ổn định cục bộ cánh và bụng.

Ví dụ 4.4. Xác định khả năng chịu lực của cột chịu nén đúng tâm có các số liệu sau. Cột có tiết diện chữ I tổ hợp, bản cánh (480x18)mm, bản bụng (450x12) mm. Cột có chiều dài $l=6,5$ m , hai đầu liên kết khớp. Cường độ thép $f=2300\text{daN/cm}^2$, $[\lambda] =120$

Bài làm:

Chiều dài tính toán của cột $l_x=l_y = 0,7.6,5= 4,55$ (m).

$$A=2.1,8.48+1,2.45=226,8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$I_y = 2.1,8.48^3/12 + 45.1,2^3/12 = 33182 \text{ cm}^4;$$

$$I_x = 48.48,6^3/12 - (48-1,2).45^3/12 = 103778 \text{ cm}^4;$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{33182}{226,8}} = 12,09 \text{ (cm)}; \lambda_y = l_y / i_y = 445/12,09 = 36,8$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{103778}{226,8}} = 21,4 \text{ (cm)}; \lambda_x = l_x / i_x = 445/21,4 = 20,8$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_y = 36,8 \rightarrow \varphi = 0,911.$$

Lực lớn nhất cột có thể chịu :

$$N_{\max} = A \cdot \varphi \cdot f \cdot \gamma_c = 226,8 \cdot 0,911 \cdot 23 \cdot 1 = 4752 \text{ kN}.$$

Chương 5:Dàn

Ví dụ 5.1. Kiểm tra khả năng chịu lực của thanh dàn ghép từ hai thép góc có số hiệu L 125x90x10, chịu lực nén $N = 500 \text{ KN}$. Biết chiều dài tính toán của thanh $l_x = 250 \text{ cm}$, $l_y = 400 \text{ cm}$. Diện tích tiết diện 1 thép góc $A_g = 20,6 \text{ cm}^2$. Bán kính quán tính tra bảng $i_x = 3,95 \text{ cm}$, $i_y = 2,6 \text{ cm}$; $i_{x2} = 5,95 \text{ cm}$. Thép CCT34 có $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$, $[\lambda] = 120$.

Bài làm: $i_x = i_y$ (tra bảng) $= 2,6 \text{ cm}$; $i_y = i_{x2}$ (tra bảng) $= 5,95 \text{ cm}$

$$f = 2100 \text{ daN/cm}^2 = 21 \text{ kN/cm}^2.$$

$$\lambda_x = l_x / i_x = 250 / 2,6 = 96,2 < [\lambda] = 120;$$

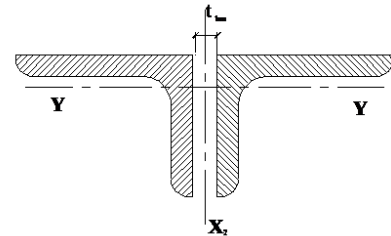
$$\lambda_y = l_y / i_y = 400 / 5,95 = 67,2 < [\lambda] = 120;$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 96,2 \text{ (cm)} \rightarrow \varphi = 0,611.$$

Kiểm tra ổn định thanh đã chọn

$$\sigma = N / (A \cdot \varphi) = 500 / (2 \cdot 20,6 \cdot 0,611) = 19,86 \text{ (kN/cm}^2) < f \cdot \gamma_c$$
$$= 21 \text{ kN/cm}^2.$$

Vậy tiết diện đã chọn đủ khả năng chịu lực.



Ví dụ 5.2. Chọn tiết diện thanh cánh trên của dàn mái bằng hai thép góc, chịu lực nén $N = 500 \text{ kN}$. Biết chiều dài tính toán của thanh $l_x = 250 \text{ cm}$, $l_y = 400 \text{ cm}$, chiều dày bản mặt $t_{bm} = 10 \text{ mm}$, $f = 2100 \text{ daN/cm}^2$; $[\lambda] = 120$.

Bài làm:

$$f = 2100 \text{ daN/cm}^2 = 21 \text{ kN/cm}^2.$$

$$\text{Chọn } \lambda = 100 \rightarrow \varphi = 0,582$$

Diện tích tiết diện cần thiết:

$$A_{yc} = N / (\varphi \cdot f \cdot \gamma_c) = 500 / (0,582 \cdot 21 \cdot 1) = 40,9 \text{ (cm}^2).$$

Bán kính quán tính cần thiết:

$$i_x = l_x / \lambda = 250 / 100 = 2,5 \text{ (cm)}$$

$$i_y = l_y / \lambda = 400 / 100 = 4 \text{ (cm)}$$

Ta chọn 2 thép góc không đều cạnh ghép cạnh ngắn (vì $i_x \approx 0,5 i_y$)

Từ bảng tra thép góc không đều cạnh chọn 2 thanh thép góc không đều cạnh L 100x90x13 có $A = 2.23,1 \text{ cm}^2 = 46,2 \text{ cm}^2$ và với $t_{bm} = 10 \text{ mm}$ có $i_{x2} = 4,7 > 4$; $i_x = 2,66 \text{ cm}$

$$\lambda_x = l_x / i_x = 250 / 2,66 = 94 < [\lambda] = 120;$$

$$\lambda_y = l_y / i_y = 400 / 4,7 = 85,1 < [\lambda] = 120;$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 94 \text{ (cm)} \rightarrow \varphi = 0,625.$$

Kiểm tra ổn định thanh đã chọn

$$\sigma = N / (A \cdot \varphi) = 500 / (46,2 \cdot 0,625) = 17,32 \text{ (kN/cm}^2) < f \cdot \gamma_c = 21 \text{ kN/cm}^2.$$

Phản kết cấu gỗ

Nén đúng tâm

Bài 1: Kiểm tra một thanh nén đúng tâm 2 đầu liên kết khớp có kích thước như hình vẽ. Biết lực nén tính toán $N_{tt} = 10T$; $R_n = 130 \text{ kg/cm}^2$; $[\lambda] = 150$.

Giải:

Kiểm tra về cường độ:

Theo công thức: $\sigma = N_{tt}/A_{th}$.

$$A_{th} = A_{ng} - A_{gy} = 18.15 - 6.15 = 180 \text{ cm}^2.$$

$$\sigma = N_{tt}/A_{th} = 10000/180 = 55,6 \text{ kg/cm}^2 < R_n = 130 \text{ kg/cm}^2.$$

Vậy thanh gỗ thỏa mãn điều kiện chịu lực về cường độ.

b) Kiểm tra về ổn định

$$A_{gy} = 6.15 = 80 \text{ cm}^2.$$

$$A_{ng} = 18.15 = 270 \text{ cm}^2.$$

$$A_{gy}/A_{ng} = 80/270 = 33\% > 25\% \text{ nên}$$

$$A_{tt} = 4/3 A_{th} = 4/3 \cdot 180 = 240 \text{ cm}^2.$$

$$r_{min} = 0,289 \cdot b = 0,289 \cdot 15 = 4,34 \text{ cm.}$$

$$l_0 = l = 420 \text{ cm.}$$

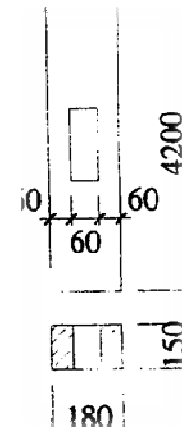
$$\lambda_{max} = l_{tt}/r_{min} = 420/4,34 = 97 < [\lambda] = 150 \text{ thỏa mãn.}$$

$$\varphi = 3100/\lambda^2 = 3100/97^2 = 0,33.$$

$$\sigma = N_{tt}/(\varphi \cdot A_{th}) = 10000/(0,33 \cdot 240) = 126 \text{ kg/cm}^2 < R_n = 130 \text{ kg/cm}^2.$$

Vậy thanh gỗ đảm bảo điều kiện về ổn định.

Từ các kết quả trên thấy rằng việc kiểm tra ổn định thường có tính chất quyết định.



Bài 2: Chọn tiết diện một cột gỗ chịu nén đúng tâm trong một kết cấu chịu lực lâu dài biết chiều dài tính toán $l_{tt} = 5 \text{ m}$, tải trọng tính toán $N_{tt} = 10 \text{ T}$.

Giải:

Giả thiết $\lambda > 75$.

$$\text{Dùng tiết diện tròn: } A = \frac{l_{tt}}{15,75} \cdot \sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{15,75} \cdot \sqrt{\frac{10000}{130}} = 278 \text{ cm}^2$$

$$d = 1,135 \sqrt{A} = 1,135 \sqrt{278} = 18,9 \text{ cm.}$$

Chọn gỗ có $d = 20$ cm, thử lại độ mảnh $\lambda_{\max} = 500/(0,25.20) = 100 > 75$ dùng đúng công thức.

b) Nếu dựng tiết diện vuông :

$$A = \frac{l_n}{16} \cdot \sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{16} \cdot \sqrt{\frac{10000}{130}} = 282 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{282}} = 16,8 \text{ cm.}$$

Dùng tiết diện vuông có cạnh 18×18 cm, thử lại độ mảnh $\lambda_{\max} = 500/(0,289.18) = 93,7 > 75$ dùng đúng công thức.

Nếu $\lambda_{\max} < 75$ ta giả thiết lại $\lambda < 75$ và dùng công thức tính toán tương ứng.

Uốn phẳng

Bài 1 : Chọn tiết diện một dầm gỗ biết $l = 4,5$ m, tải trọng $q^{\text{tc}} = 400$ kG/m, $q^{\text{tt}} = 485$ kG/m. $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}$, Gỗ nhóm VI, độ ẩm 18%, nhiệt độ 20°C . Sơ đồ dầm đơn giản.

Giải

Lấy các thông số đầu bài.

Gỗ nhóm VI, độ ẩm 15%, nhiệt độ 20°C nên $R_u = 120$ kG/cm².

Tính toán nội lực.

$$M_{\max} = \frac{q'' l^2}{8} = \frac{485 \times 4,5^2}{8} = 1227,6 \text{ kGm}$$

$$Q_{\max} = \frac{q'' l}{2} = \frac{485 \times 4,5}{2} = 1091,3 \text{ kG}$$

Lựa chọn tiết diện.

Chọn tiết diện chữ nhật.

Giả thiết thanh gỗ có một cạnh > 15 cm, $h / b < 3,5$, khi đó $m_u = 1,15$.

Giả thiết $b = 0,8h$.

$$W_{ct} = \frac{M_{\max}}{m_u R_u} = \frac{1227,6 \times 10^2}{1,15 \times 120} = 889,6 \text{ cm}^3$$

$$J_{ct} = \frac{5}{384} \frac{q^{tc} l^3}{E} \left[\frac{l}{f} \right] = \frac{5}{384} \frac{400 \times 10^{-2} \times 450^3}{10^5} \times 250 = 11865,23 \text{ cm}^4$$

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{15W_{ct}}{2}} = \sqrt[3]{\frac{15 \times 889,6}{2}} = 18,8 \text{ cm} \Rightarrow b_1 = 0,8h_1 = 0,8 \times 18,8 = 15,04 \text{ cm}$$

$$h_2 = \sqrt[4]{15J_{ct}} = \sqrt[4]{15 \times 11865,23} = 20,5 \text{ cm} \Rightarrow b_2 = 0,8h_2 = 0,8 \times 20,5 = 16,4 \text{ cm}$$

Chọn $b = 18 \text{ cm}$, $h = 20 \text{ cm}$.

Tính lại các thông số tiết diện đã chọn.

$$\frac{h}{b} = \frac{20}{18} < 3,5, h > 15 \text{ cm} \Rightarrow m_u = 1,15$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{18 \times 20^2}{6} = 1200 \text{ cm}^3 > W_{ct} = 889,6 \text{ cm}^3$$

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{18 \times 20^3}{12} = 12000 \text{ cm}^4 > J_{ct} = 11865,23 \text{ cm}^4$$

Kiểm tra lại tiết diện đã chọn.

Giả thiết về m_u : b và $h > 15 \text{ cm}$, nên giả thiết về m_u là đúng.

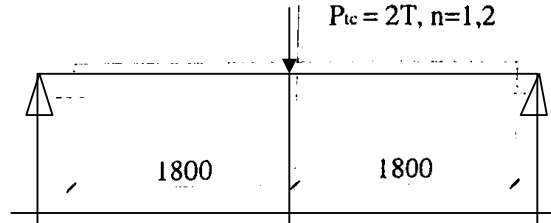
Bền uốn: Do không có giảm yếu và giả thiết về m_u là đúng nên không cần kiểm tra.

Bền cắt: Do $l/h = 450/20 = 22,5 > 5$ nên không cần kiểm tra bền cắt.

Độ võng: Không cần kiểm tra.

Bài 2: chọn tiết diện một dầm gỗ, biết: nhịp 3,6 m; tải trọng $P_{tc} = 2T$; hệ số vượt tải 1,2; gỗ có $R_n = 130 \text{ kg/cm}^2$; $[f/l] = 1/250$.

Giải:



$$M_{\max} = P_{tt} \cdot l/4 = (2000 \cdot 1,2) \cdot 360/4 = 216000 \text{ kgcm.}$$

Dự kiến chọn dầm tiết diện chữ nhật có cạnh $\geq 15 \text{ cm}$, $h/b \leq 3,5 \rightarrow m_u = 1,15$.

$$\sigma_n = \frac{M}{W_{th}} \leq m_u \cdot R_u \rightarrow W_{ct} = \frac{M}{R_u \cdot m_u} = \frac{216000}{130 \cdot 1,15} = 1445 \text{ cm}^3$$

$$\frac{f}{l} = \frac{P_{tc} \cdot l^2}{48 E \cdot I} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \rightarrow I_{ct} = \frac{P_{tc} \cdot l^2}{48 E} \cdot \left[\frac{l}{f} \right] = \frac{2000 \cdot 360^2}{48 \cdot 10^5} \cdot 250 = 13500 \text{ cm}^4.$$

Giả thiết $k = h/b = 1,25 \rightarrow b = 0,8h \rightarrow W = bh^2/6 = 0,8h^3/6$; $I = bh^3/12 = 0,8h^4/12$.

Ta có: $0,8h^3/6 = 1445$; $0,8h^4/12 = 13500 \rightarrow h = 22,1 \text{ cm}$; $h = 21,2 \text{ cm}$.

Chọn $b \times h = 18 \times 22 \text{ cm} \rightarrow h/b = 22/18 = 1,2 < 3,5$ vậy giả thiết ban đầu là đúng.

$$W = bh^2/6 = 18 \cdot 22^2/6 = 1452 \text{ cm}^3 > W_{ct} = 1445 \text{ cm}^3.$$

$$I = bh^3/12 = 18 \cdot 22^3/12 = 15972 \text{ cm}^4 > I_{ct} = 13500 \text{ cm}^4.$$

Vậy tiết diện đó chọn thỏa mãn yêu cầu.

Uốn xiên

Bài 1: Chọn tiết diện xà gồ của một sàn mái nhà có độ dốc $\alpha = 25^\circ$. Chiều dài nhịp

xà gồ 3,6m. $q^{tc} = 130 \text{ kG/m}$, $q^{tt} = 180 \text{ kG/m}$. Độ võng cho phép $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$. Sơ đồ của dầm là dầm đơn giản.

Biết $\cos \alpha = 0,906$; $\sin \alpha = 0,423$.

Gỗ nhóm VI, độ ẩm 18%, nhiệt độ 20°C .

Lời giải.

Lấy các thông số đầu bài.

Gỗ nhóm VI, độ ẩm 18%, nhiệt độ 20°C nên $R_u = 130 \text{ kG/cm}^2$.

Giả thiết $m_u = 1,15$.

Phân tải trọng theo 2 phương.

$$q_y^{tc} = q^{tc} \cos \alpha = 130 \cdot \cos 25^\circ = 117,78 \text{ kG/m}$$

$$q_x^{tc} = q^{tc} \sin \alpha = 130 \cdot \sin 25^\circ = 54,99 \text{ kG/m}$$

$$q_y'' = q'' \cos \alpha = 180 \cdot \cos 25^\circ = 163,08 \text{ kG/m}$$

$$q_x'' = q'' \sin \alpha = 180 \cdot \sin 25^\circ = 76,14 \text{ kG/m}$$

Tính nội lực.

$$M_x = \frac{q_y'' l^2}{8} = \frac{163,08 \times 3,6^2}{8} = 264,18 \text{ kG.m} = 26418 \text{ kG.cm}$$

$$M_y = \frac{q_x'' l^2}{8} = \frac{76,14 \times 3,6^2}{8} = 123,34 \text{ kG.m} = 12334 \text{ kG.cm}$$

Hai mô men lớn nhất này cùng xuất hiện trên cùng 1 tiết diện giữa dầm.

Tính W_{ct} và chọn b, h .

Chọn $k = 1,2$, với $\text{tga} = 0,423 / 0,906 = 0,46$.

$$\text{Từ: } \frac{M_x}{W_x} (1 + k \cdot \text{tga}) \leq R_u m_u$$

$$\Rightarrow W_x \geq \frac{M_x}{R_u m_u} (1 + k \cdot \text{tga}) = \frac{26418}{120 \times 1,15} (1 + 1,2 \times 0,46) = 297,1 \text{ cm}^3 = W_{ct}$$

$$h = \sqrt[3]{6kW_x} = \sqrt[3]{6 \times 1,2 \times 297,1} = 12,9 \text{ cm}$$

$$b = 12,9 / 1,2 = 10,75 \text{ cm}$$

Chọn $h = 14 \text{ cm}$, $b = 12 \text{ cm}$.

Tính các thông số tiết diện đã chọn.

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{12 \times 14^2}{6} = 392 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{hb^2}{6} = \frac{14 \times 12^2}{6} = 336 \text{ cm}^3$$

$$J_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{12 \times 14^3}{12} = 2744 \text{ cm}^4$$

$$J_y = \frac{hb^3}{12} = \frac{14 \times 12^3}{12} = 2016 \text{ cm}^4$$

Kiểm tra tiết diện đã chọn.

Giả thiết về m_u : Do cả hai cạnh tiết diện đều nhỏ hơn 15cm nên $m_u = 1,0$.

Bền uốn:

$$\sigma_{max} = \sigma_{x_{max}} + \sigma_{y_{max}} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{26418}{392} + \frac{12334}{336} = 104,3 \leq m_u R_u = 120 \text{ kG/cm}^2$$

Tiết diện đã chọn đảm bảo yêu cầu cường độ.

Độ võng:

$$f_x = \frac{5}{384} \times \frac{q_x^{tc} l^4}{EJ_y} = \frac{5}{384} \times \frac{54,99 \times 10^2 \times 360^4}{10^5 \times 2016} = 0,596 \text{ cm}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \times \frac{q_y^{tc} l^4}{EJ_x} = \frac{5}{384} \times \frac{117,78 \times 10^2 \times 360^4}{10^5 \times 2744} = 0,939 \text{ cm}$$

Hai độ võng lớn nhất này cùng xuất hiện trên một tiết diện giữa dầm, vì thế:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,596^2 + 0,939^2} = 1,11 \text{ cm}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1,11}{360} = \frac{1}{324} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

Đảm bảo điều kiện biến dạng.

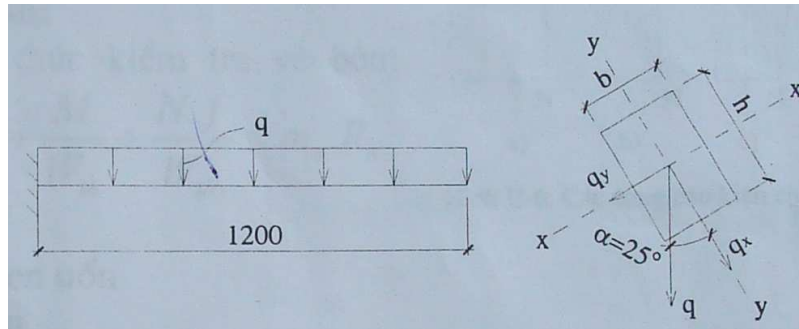
Bài 2: Chọn tiết diện xà gỗ chịu lực như hình vẽ biết $q_{tc} = 130 \text{ kg/m}$; $n=1,3$; $[f/l]=1/200$; $R_u= 130 \text{ kg/cm}^2$.

Giai: Phân tải trọng theo 2 phương:

$$q_{xtc} = q_{tc} \cdot \cos \alpha = 130 \cos 25^\circ = 117,8 \text{ kg/m}; \quad q_{ytc} = q_{tc} \cdot \sin \alpha = 130 \sin 25^\circ = 54,9 \text{ kg/m}.$$

$$q_{xtt} = q_{xtc} \cdot n = 117,8 \cdot 1,3 = 153 \text{ kg/m};$$

$$q_{ytt} = q_{ytc} \cdot n = 54,9 \cdot 1,3 = 71,4 \text{ kg/m}.$$



Mômen uốn lớn nhất:

$$M_x = q_{xtt} \cdot l^2 / 2 = 153 \cdot 1,2^2 / 2 = 110,16 \text{ kg.m};$$

$$M_y = q_{ytt} \cdot l^2 / 2 = 71,4 \cdot 1,2^2 / 2 = 51,4 \text{ kg.m}.$$

Giả thiết $k = h/b = 1,2$ và có $\tan 25^\circ = 0,466$.

Theo điều kiện cường độ ta có:

$$W_x = \frac{M_x (1 + k \tan \alpha)}{m_u \cdot R_u} = \frac{11016 \cdot (1 + 1,2 \cdot 0,466)}{1 \cdot 130} = 132 \text{ cm}^3$$

$$W_x = bh^2/6 = h^3/(6k) \rightarrow h = \sqrt[3]{6kW} = \sqrt[3]{6 \cdot 1,2 \cdot 132} = 9,8 \text{ cm}$$

$b = h/k = 9,8/1,2 = 8,2 \text{ cm}$. Chọn tiết diện $b \times h = 8 \times 10 \text{ cm}$ và kiểm tra lại:

+ Theo cường độ:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{11016,6}{8 \cdot 10 \cdot 10} + \frac{5140,6}{10 \cdot 8 \cdot 8} = 130,8 \text{ kg/cm}^2 > m_u \cdot R_u = 1 \cdot 130 = 130 \text{ kg/cm}^2$$

Sai số = $100\% \cdot (130,8 - 130) / 130 = 0,6\% < 5\%$ nên chấp nhận được.

+ Theo độ võng:

$$f_x = \frac{q_y^{tc} \cdot l^4}{8EI_y} = \frac{0,549 \cdot 120^4}{8 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 8^3 / 12} = 0,33 \text{ cm}$$

$$f_y = \frac{q_x^{tc} \cdot l^4}{8EI_x} = \frac{1,178 \cdot 120^4}{8 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^3 / 12} = 0,46 \text{ cm}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} = \frac{\sqrt{0,33^2 + 0,46^2}}{120} = \frac{1}{212} < \frac{1}{200} \text{ thỏa mãn.}$$

Nén lệch tâm

Bài 1: Chọn tiết diện một thanh gỗ chịu nén lệch tâm biết $l = 3,3\text{m}$, hai đầu liên kết khớp, $N_{tt} = 12\text{ T}$ đặt lệch tâm $e = 3\text{cm}$ so với trục cầu kiện. $R_n = 130\text{ kg/cm}^2$, $R_u = 150\text{ kg/cm}^2$.

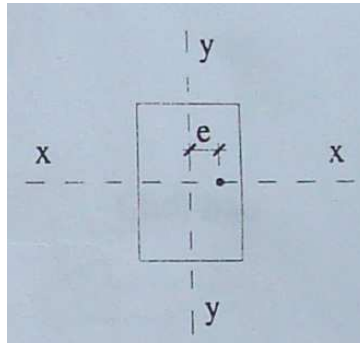
Giải:

Vì $1 < e = 3\text{cm} < 25\text{ cm}$ nên mômen quán tính cần thiết là:

$$W = \frac{N}{R_n} \left[3,3 + 0,35(l-1)^2 + \frac{M}{N} \right] = \frac{12000}{130} [3,3 + 0,35(3,3-1)^2 + 0,03] = 478\text{cm}^3$$

Chọn tiết diện chữ nhật $16 \times 18\text{ cm}$ có $W_y = 18 \cdot 16^2 / 6\text{ cm}^3 = 768\text{ cm}^3 > 478\text{ cm}^3$ (uốn quanh trục y).

$$\text{Độ mảnh } \lambda_{\max} = \lambda_y = l_{tt} / r_{\min} = 330 / (0,289 \cdot 16) = 71,4.$$



Hệ số mômen phụ:

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N}{3100 \cdot A_{ng} \cdot R_n} = 1 - \frac{71,4^2 \cdot 12000}{3100 \cdot 16 \cdot 18 \cdot 130} = 0,47$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{N}{A_{th}} + \frac{M \cdot R_n}{\xi W_{th} \cdot R_u} = \frac{12000}{16 \cdot 18} + \frac{18000 \cdot 130}{0,47 \cdot 768 \cdot 150} = 128\text{kg/cm}^2 < m_n \cdot R_n = 1 \cdot 130 = 130\text{kg/cm}^2$$

Kiểm tra ngoài mặt phẳng uốn :

$$\lambda_x = l_{tt} / r_x = 330 / (0,289 \cdot 18) = 63,4 < \lambda_y = 71,4 \text{ nên không cần kiểm tra với trục } x.$$

Liên kết mộng

Bài 1: Thiết kế liên kết mộng hai răng. $N_n = 10,6\text{T}$, $\alpha = 30^\circ$, $b \times h = 20 \times 20\text{cm}$, gỗ nhóm V, $W = 18\%$, $T = 20^\circ\text{C}$.

Lời giải.

Xác định thông số vật liệu.

Gỗ nhóm V, W = 18%, T = 20°C có $R_n = R_{em} = 135 \text{ kG/cm}^2$, $R_{em}^{90} = 22 \text{ kG/cm}^2$, $R_{tr} = 25 \text{ kG/cm}^2$.

$$R_{em}^{30} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} = \frac{135}{1 + \left(\frac{135}{22} - 1 \right) \sin^3 30^\circ} = 82,31 \text{ kG/cm}^2$$

Yêu cầu tối thiểu của h'_r .

$$\text{Từ } 1,5h \leq l'_{tr} \leq 10h'_r \Rightarrow 30 \text{ cm} \leq l'_{tr} \leq 10h'_r \Rightarrow 3 \text{ cm} \leq h'_r$$

Tính $h'_r + h''_r$.

$$h'_r + h''_r \geq \frac{N_n \cos \alpha}{m_{em} R_{em}^\alpha b} = \frac{10,6 \times 10^3 \cos 30^\circ}{1,0 \times 82,31 \times 20} = 5,52 \text{ cm}$$

Chọn h'_r , h''_r .

Từ điều kiện cấu tạo:

$$\left. \begin{array}{l} h'_r \geq 2 \text{ cm} (h'_r \geq 3 \text{ cm}) \\ h''_r \geq h'_r + 2 \text{ cm} \\ h''_r \leq \frac{h}{3} = \frac{20}{3} = 6,67 \text{ cm} \\ h''_r + h'_r \geq 5,52 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Chọn } h'_r = 3 \text{ cm}; h''_r = 6 \text{ cm}$$

Xác định chiều dài mặt trượt l.

$$N'_{em} = \frac{h'_r}{h'_r + h''_r} N_n = \frac{3}{3 + 6} \times 10600 = 3533,33 \text{ kG}$$

$$N'_{tr} = N'_{em} \cos \alpha = 3533,33 \times \cos 30^\circ = 3052 \text{ kG}$$

Trượt một phía: b = 0,25; một bên không đối xứng nên e = h / 2 = 10 cm.

$$l'_{tr} \geq \frac{N'_{tr}}{0,8R_{tr}b - \beta \frac{N'_{tr}}{e}} = \frac{3052}{0,8 \times 25 \times 20 - 0,25 \times \frac{3052}{10}} = 9,42 \text{ cm}$$

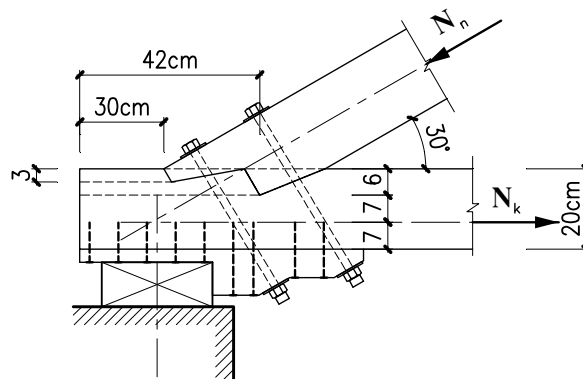
Cấu tạo: $1,5h \leq l'_{tr} \leq 10h'_r \Rightarrow 30 \text{ cm} \leq l'_{tr} \leq 30 \text{ cm} \Rightarrow l'_{tr} = 30 \text{ cm}$.

Xác định chiều dài mặt trượt 2.

$$N''_{tr} = N_n \cos \alpha = 10600 \times \cos 30^\circ = 9169 \text{ kG}$$

$$l''_{tr} \geq \frac{N''_{tr}}{1,15R_{tr}b - \beta \frac{N''_{tr}}{e}} = \frac{9169}{1,15 \times 25 \times 20 - 0,25 \times \frac{9169}{10}} = 26,26 \text{ cm}$$

Cấu tạo: $1,5h \leq l''_{tr} \leq 10h''_r \Rightarrow 30 \text{ cm} \leq l''_{tr} \leq 60 \text{ cm} \Rightarrow$ Chọn theo vẽ hình.



Hình 3.15 - Minh hoạ ví dụ

Bài 2: Tính toán liên kết mộng 2 răng ở mắt gồ dầm vì kèo có lực nén cánh trên $N_n = 11T$, $\alpha = 30^\circ$. Tiết diện các thanh là $20 \times 20 \text{ cm}$. Gỗ nhóm V, độ ẩm 18% có $R_n(R_{em}) = 135 \text{ kg/cm}^2$, $R_{em}(90^\circ) = 25 \text{ kg/cm}^2$, $R_{tr} = 25 \text{ kg/cm}^2$.

Giải:

Giả thiết $h'_r = 3 \text{ cm} > 2 \text{ cm}$; $h''_r = 6 \text{ cm} < h/3 = 20/3 = 6,6 \text{ cm}$.

$h'_r - h''_r = 6 - 3 = 3 \text{ cm} > 2 \text{ cm}$.

Tổng diện tích ép mặt: $A_{em} = A_{em}' + A_{em}'' = b(h'_r + h''_r)/\cos \alpha = 20 \cdot (3 + 6)/\cos 30^\circ = 208 \text{ cm}^2$.

$$R_{em}(30) = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}(90)} - 1\right) \sin^3 \alpha} = \frac{135}{1 + \left(\frac{135}{25} - 1\right) \sin^3 30^\circ} = 87 \text{ kg/cm}^2$$

Kiểm tra ép mặt: $N_{em} = N_n = 11000 \text{ kg} < R_{em}(30) \cdot A_{em} = 87 \cdot 208 = 18096 \text{ kg}$ thỏa mãn.

Từ điều kiện làm việc chịu trượt tính l_{tr}' và l_{tr}'' .

$$N_{tr}' = N_{tr} \cdot A_{em}' / A_{em} = N_n \cdot \cos \alpha. A_{em}' / A_{em} = 11000 \cdot \cos 30^\circ \cdot 3 / (3+6) = 3175 \text{ kg.}$$

$$\beta = 0,25; e = h/2 = 20/2 = 10 \text{ cm.}$$

$$l_{tr}' = \frac{N_{tr}'}{0,8 R_{tr} \cdot b - N_{tr}' \beta / e} = \frac{3175}{0,8 \cdot 25 \cdot 20 - 3175 \cdot 0,25 / 10} = 9,9 \text{ cm}$$

Theo cấu tạo $1,5h = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ cm} < l_{tr}' < 10h_r' = 10 \cdot 3 = 30 \text{ cm}$ nên chọn $l_{tr}' = 30 \text{ cm}$.

$$l_{tr}'' = \frac{N_{tr}}{1,15 R_{tr} \cdot b - N_{tr}' \beta / e} = \frac{11000 \cos 30^\circ}{1,15 \cdot 25 \cdot 20 - 11000 \cos 30^\circ \cdot 0,25 / 10} = 28,3 \text{ cm}$$

Tính

Theo quan hệ gần đúng $l_{tr}'' = l_{tr}' + h_{trên} / (2 \sin \alpha) = 30 + 20 / (2 \sin 30^\circ) = 50 \text{ cm}$.

Vậy chọn $l_{tr}'' = 50 \text{ cm}$.

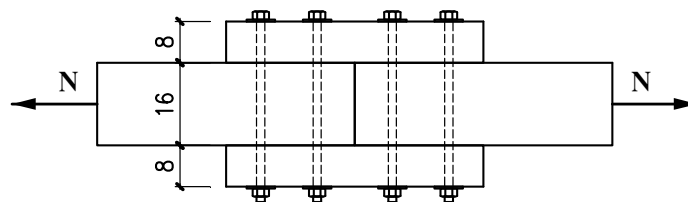
Ngoài ra còn cấu tạo thêm 2 bulông an toàn, gỗ guộc, gỗ gói. Gỗ guộc có bề rộng bằng bề rộng thanh cánh dưới, cao 6-8 cm. Gỗ gói xác định theo điều kiện chịu uốn, ép mặt do phản lực gối tựa gây ra.

Liên kết chốt

Bài 1: Cho 2 thanh gỗ hộp tiết diện 16x18cm nối dài với nhau bằng 2 bản ốp bằng gỗ tiết diện 8x18cm, liên kết với nhau bằng bu lông có đường kính $d = 18 \text{ mm}$. $N = 11 \text{ T}$.

Gỗ nhóm VI, độ ẩm $W = 18\%$, $T = 20^\circ \text{C}$.

Thiết kế liên kết.



Lời giải.

Xác định khả năng chịu lực của một mặt cắt chốt.

Đây là liên kết đối xứng. chốt thép, $a = 8 \text{ cm}$, $c = 16 \text{ cm}$, $d = 1,8 \text{ cm}$.

$$T_{em}^a = 80ad = 80 \times 8 \times 1,8 = 1152 \text{ kG}$$

$$T_{em}^c = 50cd = 50 \times 16 \times 1,8 = 1440 \text{ kG}$$

$$T_u = 180d^2 + 2a^2 = 180 \times 1,8^2 + 2 \times 8^2 = 711,2 \text{ kG} \leq 250d^2 = 250 \times 1,8^2 = 810 \text{ kG}$$

ả năng chịu lực của một mặt cắt chốt:

$$T = \min(T_{em}^a; T_{em}^c; T_u) = \min(1152; 1440; 711,2) = 711,2 \text{ kG}$$

Số lượng chốt cần thiết.

$$n_{ch} = \frac{N}{Tn} = \frac{11000}{711,2 \times 2} = 7,73 \Rightarrow \text{chọn 8 chốt.}$$

Bố trí chốt.

Do $b = 18 \text{ cm} = 10d = 10 \times 1,8$ nên:

$$S_1 = 6d = 6 \times 1,8 = 10,8 \text{ cm.}$$

$$S_2 = 3d = 3 \times 1,8 = 5,4 \text{ cm.}$$

$$S_3 = 2,5d = 2,5 \times 1,8 = 4,5 \text{ cm.}$$

Bố trí kiểu ô vuông.

Số chốt theo phương vuông góc thớ:

$$n_1 \leq \frac{h - 2S_3}{S_2} + 1 = \frac{18 - 2 \times 4,5}{5,4} + 1 = 2,7 \text{ chốt}$$

Chọn $n_1 = 2$ chốt, 4 hàng. $2 \times 4 = 8$ chốt.

Bố trí như hình vẽ.

Kiểm tra giảm yếu do khoét lỗ.

$$F_{th} = 16 \times (18 - 2 \times 1,8) = 230,4 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_k = \frac{N}{F_{th}} = \frac{11000}{230,4} = 47,7 \text{ kG/cm}^2 < m_k R_k = 0,8 \times 95 = 76 \text{ kG/cm}^2$$

Đảm bảo.

Bài 2: Cho 2 thanh gỗ tiết diện 12x18 cm nối dài với nhau bằng 2 bản gỗ ốp 8x18 cm và liên kết với nhau bằng bu lông có đường kính d=18 mm. Kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết chịu kéo đó biết nhóm gỗ VI, độ ẩm 18% có $R_k = 95 \text{ kg/cm}^2$ và lực kéo $N = 11 \text{ T}$.

Giải:

Đây là liên kết chốt thép đối xứng nên khả năng chịu lực tính theo các giá trị sau:

$$T_{em}^a = 80ad = 80 \cdot 8 \cdot 1,8 = 1152 \text{ kg};$$

$$T_{em}^c = 50cd = 50 \cdot 12 \cdot 1,8 = 1080 \text{ kg};$$

$$T_u = 180d^2 + 2a^2 = 180 \cdot 1,8^2 + 2 \cdot 8^2 = 711 \text{ kg} < 250d^2 = 250 \cdot 1,8^2 = 810 \text{ kg}.$$

$$\text{Vậy } T_{\min} = \min(1152, 1080, 711) = 711 \text{ kg}.$$

$$\text{Số lượng chốt cần thiết } n_{ch} = N / (n \cdot T_{\min}) = 11000 / (2 \cdot 711) = 8 \text{ chốt}.$$

Số chốt cần cho mỗi nối là 16 chốt.

Kiểm tra giảm yếu của thanh chịu kéo do lỗ chốt gây ra:

$$A_{th} = c(b - n \cdot d) = 12 \cdot (18 - 2 \cdot 1,8) = 172,8 \text{ cm}^2.$$

Ứng suất chịu kéo $\sigma = N / A_{th} = 11000 / 172,8 = 63,6 \text{ kg/cm}^2 < m \cdot R_k = 1 \cdot 95 = 95 \text{ kg/cm}^2$
thỏa mãn.