

ĐẠI HỌC DUY TÂN

BÀI TẬP KẾT CẤU THÉP



ThS. PHẠM VIỆT HIẾU
KHOA XÂY DỰNG - DTU

Đà Nẵng, 20/08/2019

CHƯƠNG I. NHỮNG TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA KẾT CẤU THÉP**Bài 1.1.**

Kiểm tra độ bền của tấm thép có kích thước tiết diện $b \times t = 200 \times 10 \text{ mm}$, chịu lực kéo dọc trục $N = 200 \text{ kN}$. Bản thép bị khoét 2 lỗ tròn (nằm theo phương ngang của bản thép) đường kính $d_{lỗ} = 25 \text{ mm}$. Biết: thép Mác CCT34, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,75$.

Lời giải:

Biểu thức kiểm tra bền tấm thép:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \cdot \gamma_c \quad (1.1)$$

Trong đó:

$$N = 200 \text{ kN}$$

$$A_n = A - A_{gy} = b \cdot t - n \cdot t \cdot d_{lỗ} = 20 \cdot 1 - 2 \cdot 2,5 \cdot 1 = 15 \text{ cm}^2 \text{ (n - số lỗ giảm yếu)}$$

$f = 210 \text{ N/mm}^2 = 21 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT34, chiều dày $t = 10 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$, tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2])

$$\gamma_c = 0,75$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(1.1) = 200/15 = 13,33 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(1.1) = 21 \cdot 0,75 = 15,75 \text{ kN/cm}^2$$

(1.1) thỏa mãn \rightarrow Thép tấm đảm bảo điều kiện bền khi chịu kéo.

Bài 1.2.

Kiểm tra độ bền của thép hình chữ I số hiệu **I20**, chịu lực kéo dọc trục $N = 450 \text{ kN}$. Bản bụng thép hình chữ I bị khoét 1 lỗ tròn có đường kính $d_{lỗ} = 40 \text{ mm}$. Biết: thép Mác CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,85$.

Lời giải:

$$\text{Biểu thức kiểm tra bền của thép hình I20: } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \cdot \gamma_c \quad (1.2)$$

$$\text{Trong đó: } N = 450 \text{ kN}$$

$$A_n = A - A_{gy}$$

$A = 26,8$ diện tích thép hình chữ I, số hiệu I20 (Tra bảng I.6 dòng 7 cột 8 trang 292 [2]) (A – diện tích mặt cắt ngang của thép hình)

$t_w = d = 5,2 \text{ mm} = 0,52 \text{ cm}$ (Tra bảng I.6 dòng 7 cột 4 trang 292 [2]) (d – chiều dày thân (bụng) của thép hình)

$$A_n = A - A_{gy} = A - n \cdot t_w \cdot d_{lỗ} = 26,8 - 1 \cdot 0,52 \cdot 4 = 24,72 \text{ cm}^2$$

$f = 230 \text{ N/mm}^2 = 23 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT38, chiều dày $d = 10 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$, tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2])

$$\gamma_c = 0,85$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(1.2) = 450/24,72 = 18,2 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(1.2) = 23*0,85 = 19,55 \text{ kN/cm}^2$$

→ (1.2) thỏa mãn → Thép hình chữ I đảm bảo điều kiện bền khi chịu kéo.

Bài 1.3.

Kiểm tra theo điều kiện bền của thép hình chữ C số hiệu **C16**, chịu lực kéo dọc trục $N = 320\text{kN}$. Mỗi bản cánh thép hình chữ C bị khoét 1 lỗ tròn có đường kính $d_{lỗ} = 18\text{mm}$. Biết: thép Mác CCT42, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Lời giải:

Biểu thức kiểm tra bền của 2 thanh thép hình **2L150x100x10**:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \cdot \gamma_c \quad (1.3)$$

Trong đó:

$$N = 750 \text{ kN}$$

$$A_n = A - A_{gy} = 2 \cdot A_g - t \cdot d_{lỗ}$$

$A_g = 24,2$ diện tích của 1 thanh thép hình chữ L, số hiệu **L150x100x10** (Tra bảng I.5 dòng 61 cột 3 trang 290 [2]) (A_g – diện tích mặt cắt ngang của 1 thanh thép hình)

$t = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$ (Tra bảng I.5 dòng 61 cột 6 trang 290 [2]) (t – chiều dày cánh của thép hình)

$$A_n = A - A_{gy} = 2 \cdot A_g - n \cdot t \cdot d_{lỗ} = 2 \cdot 24,2 - 2 \cdot 1 \cdot 3 = 42,4 \text{ cm}^2$$

$f = 230 \text{ N/mm}^2 = 23 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT38, chiều dày $t = 10\text{mm} < 20\text{mm}$, tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2])

$$\gamma_c = 0,8$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(1.3) = 750/42,4 = 17,69 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(1.3) = 23*0,8 = 18,4 \text{ kN/cm}^2$$

→ (1.3) thỏa mãn → Hai thanh thép hình chữ L đảm bảo điều kiện bền khi chịu kéo.

Bài 1.4.

Kiểm tra theo điều kiện bền của một thép góc đều cạnh, số hiệu **L100x100x10**, chịu lực kéo dọc trục $N = 300\text{kN}$. Thép góc bị khoét 1 lỗ tròn trên một phần cánh có đường kính $d_{lỗ} = 22\text{mm}$. Biết: thép Mác CCT34, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,9$.

Bài 1.5.

Kiểm tra theo điều kiện bền của hai thanh thép góc không đều cạnh, ghép cạnh dài. Số hiệu **2L150x100x10**, chịu lực kéo dọc trục $N = 750\text{kN}$. Thép góc bị khoét 1 lỗ tròn trên một phần cánh có chiều dài lớn hơn với đường kính lỗ: $d_{lỗ} = 30\text{mm}$. Biết: thép Mác CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,8$.

Bài 2.1.

Kiểm tra độ bền của đường hàn đối đầu liên kết hai bản thép có tiết diện $b \times t = 260 \times 10 \text{ mm}$, chịu lực kéo $N = 400 \text{ kN}$. Biết: thép CCT34, que hàn N42, hàn tay, phương pháp kiểm tra thông thường, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Lời giải:

Biểu thức kiểm tra bền của đường hàn đối đầu khi chịu kéo:

$$\sigma = \frac{N}{tL_w} \leq f_{wt} \cdot \gamma_c \quad (2.1)$$

Trong đó: $N = 400 \text{ kN}$

$$t = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$L_w = b - 2 \cdot t = 26 - 2 \cdot 1 = 24 \text{ cm (chiều dài tính toán đường hàn đối đầu)}$$

$$f_{wt} = 0,85f = 0,85 \cdot 21 = 17,85 \text{ kN/cm}^2 \text{ (do đường hàn đối đầu chịu kéo, lấy } f_{wt} = 0,85f,$$

Mac thép CCT34. Xem dòng 1 \rightarrow dòng 4 trang 57 [2])

$$\gamma_c = 0,95$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(2.1) = 400 / (1 \cdot 24) = 16,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(2.1) = 17,85 \cdot 0,95 = 16,96 \text{ kN/cm}^2$$

\rightarrow (2.1) thỏa mãn \rightarrow Đường hàn đối đầu đảm bảo điều kiện bền khi chịu kéo.

Bài 2.2.

Kiểm tra độ bền của đường hàn đối đầu liên kết hai bản thép có tiết diện $b \times t = 200 \times 12 \text{ mm}$, chịu lực cắt $V = 270 \text{ kN}$. Biết: thép CCT38, que hàn N42, hàn tay, phương pháp kiểm tra thông thường, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,9$.

Lời giải:

Biểu thức kiểm tra bền của đường hàn đối đầu khi chịu cắt:

$$\sigma = \frac{V}{tL_w} \leq f_{wv} \cdot \gamma_c \quad (2.2)$$

Trong đó: $V = 270 \text{ kN}$

$$t = 12 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm}$$

$$L_w = b - 2 \cdot t = 20 - 2 \cdot 1,2 = 17,6 \text{ cm (chiều dài tính toán đường hàn đối đầu)}$$

$f_{wv} = f_v = 0,58f = 0,58 \cdot 23 = 13,34 \text{ kN/cm}^2$ (do đường hàn đối đầu chịu cắt, lấy $f_{wv} = f_v = 0,58f$, Mac thép CCT38. Xem dòng 4 bảng 1.2 trang 38 và dòng 4 trang 57, Xem dòng 1 \rightarrow dòng 4 trang 57 [2])

$$\gamma_c = 0,9$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(2.2) = 270 / (1,2 \cdot 17,6) = 12,78 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(2.2) = 13,34 \cdot 0,9 = 12,01 \text{ kN/cm}^2$$

→ (2.2) Không thỏa mãn → Đường hàn đối đầu KHÔNG đảm bảo điều kiện bền khi chịu cắt.

Bài 2.3.

Kiểm tra liên kết ghép chồng dùng đường hàn góc đầu để liên kết hai bản thép có kích thước $b \times t = 270 \times 10 \text{ mm}$ chịu kéo tính toán $N = 610 \text{ kN}$. Biết rằng mac thép CCT34; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,9$; que hàn N42. Chiều cao thực tế của đường hàn góc $h_f = 11 \text{ mm}$, các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

Lời giải:

Liên kết ghép chồng đủ khả năng chịu lực khi đường hàn góc đủ bền, biểu thức kiểm tra bền của đường góc khi chịu kéo là:

$$\sigma = \frac{N}{h_f \sum L_w} \leq (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c \quad (2.3)$$

Trong đó: $N = 610 \text{ kN}$

$h_f = 11 \text{ mm} = 1,1 \text{ cm}$ (chiều cao thực tế đường hàn góc)

$L_w = b - 10 = 270 - 10 = 260 \text{ mm} = 26 \text{ cm}$ (chiều dài tính toán 1 đoạn đường hàn góc)

$\sum L_w = 2L_w = 2 \cdot 26 = 52 \text{ cm}$ (tổng chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 2 đường hàn góc đầu)

$$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws})$$

$f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2 = 18 \text{ kN/cm}^2$ (do que hàn N42. Xem dòng 1, cột 3 bảng 2.4 trang 60 [2])

$f_{ws} = 0,45 f_u = 0,45 \cdot 34 = 15,3 \text{ kN/cm}^2$ (do mac thép CCT34 có $f_u = 34 \text{ kN/cm}^2$, Tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2] và dòng 10 trang 60 [2])

Các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

$$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \text{min}(0,7 \cdot 18; 1 \cdot 15,3) = \text{min}(12,6; 15,3) = 12,6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_c = 0,9$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(2.3) = 610 / (1,1 \cdot 52) = 10,66 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(2.3) = 12,6 \cdot 0,9 = 11,34 \text{ kN/cm}^2$$

→ (2.3) thỏa mãn → Đường hàn đối đầu đảm bảo điều kiện bền khi chịu kéo.

Bài 2.4.

Kiểm tra liên kết ghép chồng dùng đường hàn góc đầu để liên kết hai bản thép có kích thước $b \times t = 240 \times 10 \text{ mm}$ chịu Mômen và Lực cắt đồng thời, với $M = 10 \text{ kNm}$; $V = 200 \text{ kN}$. Biết rằng mac thép CCT38; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,9$; que hàn N42. Chiều cao thực tế của đường hàn góc $h_f = 10 \text{ mm}$, các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

Lời giải:

Liên kết ghép chồng đủ khả năng chịu lực khi đường hàn góc đủ bền, biểu thức kiểm tra bền của đường góc khi chịu M và V đồng thời là:

$$\sqrt{\left(\frac{6M}{h_f \sum (L_w)^2}\right)^2 + \left(\frac{V}{h_f \sum L_w}\right)^2} \leq (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c \quad (2.4)$$

Trong đó:

$$M = 15 \text{ kN.m} = 1500 \text{ kN.cm}$$

$$V = 200 \text{ kN}$$

$$h_f = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm (chiều cao thực tế đường hàn góc)}$$

$$L_w = b - 10 = 240 - 10 = 230 \text{ mm} = 23 \text{ cm (chiều dài tính toán 1 đoạn đường hàn góc)}$$

$\sum L_w = 2L_w = 2 \cdot 23 = 46 \text{ cm}$ (tổng chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 2 đường hàn góc đầu)

$\sum (L_w)^2 = 2 \cdot (L_w)^2 = 2 \cdot 23^2 = 1058 \text{ cm}^2$ (tổng của các bình phương chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 2 đường hàn góc đầu)

$$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws})$$

$$f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2 = 18 \text{ kN/cm}^2 \text{ (do que hàn N42. Xem dòng 1, cột 3 bảng 2.4 trang 60 [2])}$$

$f_{ws} = 0,45 f_u = 0,45 \cdot 38 = 17,1 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT34 có $f_u = 38 \text{ kN/cm}^2$, Tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2] và dòng 10 trang 60 [2])

$$\text{Các hệ số } \beta_f = 0,7; \beta_s = 1.$$

$$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \text{min}(0,7 \cdot 18; 1 \cdot 17,1) = \text{min}(12,6; 17,1) = 12,6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_c = 0,9$$

Thay vào biểu thức:

$$VT(2.4) = \sqrt{\left(\frac{6 \cdot 1500}{1 \cdot 1058}\right)^2 + \left(\frac{200}{1 \cdot 46}\right)^2} = 9,55 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(2.4) = 12,6 \cdot 0,9 = 11,34 \text{ kN/cm}^2$$

→ (2.4) thỏa mãn → Đường hàn góc đảm bảo điều kiện bền khi chịu M và V đồng thời.

Bài 2.5.

Tính toán khả năng chịu kéo của mối liên kết ghép chồng dùng đường hàn góc đầu để liên kết hai bản thép có kích thước $b \times t = 250 \times 10 \text{ mm}$. Biết rằng mác thép CCT34; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,8$; que hàn N42. Chiều cao thực tế của đường hàn góc $h_f = 10 \text{ mm}$, các hệ số $\beta_f = 0,7; \beta_s = 1$.

Lời giải:

Theo điều kiện bền của đường hàn góc khi chịu kéo:

$$\sigma = \frac{N}{h_f \sum L_w} \leq (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c \text{ ta rút ra được khả năng chịu kéo của đường hàn sẽ là:}$$

$$[N] = h_f \sum L_w (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c$$

Trong đó:

$$h_f = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm (chiều cao thực tế đường hàn góc)}$$

$$L_w = b - 10 = 250 - 10 = 240 \text{ mm} = 24 \text{ cm (chiều dài tính toán 1 đoạn đường hàn góc)}$$

$\sum L_w = 2L_w = 2 \cdot 24 = 48$ cm (tổng chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 2 đường hàn góc đầu)

$$(\beta_f)_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f \cdot f_{wf}; \beta_s \cdot f_{ws})$$

$f_{wf} = 2000 \text{ daN/cm}^2 = 20 \text{ kN/cm}^2$ (do que hàn N46. Xem dòng 2, cột 3 bảng 2.4 trang 60 [2])

$f_{ws} = 0,45f_u = 0,45 \cdot 34 = 15,3 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT34 có $f_u = 34 \text{ kN/cm}^2$, Tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2] và dòng 10 trang 60 [2])

Các hệ số $\beta_f = 0,7; \beta_s = 1$.

$$(\beta_f)_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f \cdot f_{wf}; \beta_s \cdot f_{ws}) = \text{min}(0,7 \cdot 20; 1 \cdot 15,3) = \text{min}(14; 15,3) = 14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_c = 0,8$$

Thay vào biểu thức:

$$[N] = h_f \sum L_w (\beta_f)_w)_{\min} \cdot \gamma_c = 1 \cdot 48 \cdot 14 \cdot 0,8 = 537,6 \text{ kN}$$

Khả năng chịu lực kéo lớn nhất của đường hàn góc là $N = 537,6 \text{ kN}$

Bài 2.6.

Thiết kế liên kết hai thanh thép góc 2L150x10 vào bản mã có chiều dày $t_{bm} = 12 \text{ mm}$ bằng hình thức liên kết ghép chồng dùng đường hàn góc cạnh (ở phần sống và phần mép). Biết liên kết chịu lực kéo tính toán $N = 730 \text{ kN}$, Hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$; với Mac thép CCT38, que hàn N42, hàn tay. các hệ số $\beta_f = 0,7; \beta_s = 1$.

Lời giải:

Do liên kết giữa thép góc vào bản mã nên đây là hình thức liên kết không đối xứng, khi thiết kế liên kết không đối xứng thì phân ra đường hàn sống và đường hàn mép. Các đường hàn này chịu lực khác nhau do lực kéo dọc trục N truyền vào nên cần thiết kế riêng biệt cho hai đường hàn đó.

Từ biểu thức kiểm tra bền đường hàn sống và mép, ta sẽ chọn trước chiều cao đường hàn sống và mép, sau đó rút ra được chiều dài tính toán và chiều dài thực tế của các đường hàn này.

Chọn chiều cao đường hàn, dựa vào điều kiện cấu tạo, ta chọn sao cho:

$$h_{f_{\min}} \leq h_f^m; h_f^s \leq 1,2t_{\min} \text{ (Xem điều kiện cấu tạo của đường hàn góc, dòng 1 đến dòng 5}$$

trang 58 [2]).

$$\text{Do } t_{\max} = \max(t_{bn}; t_{tg}) = \max(12; 10) = 12 \text{ mm nên từ dòng 1 bảng tra 2.3 trang 58 [2]}$$

ta có $h_{f_{\min}} = 6 \text{ mm}$.

$$t_{\min} = \min(t_{bn}; t_{tg}) = \min(12; 10) = 10 \text{ mm} \rightarrow 1,2t_{\min} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$$

Chọn $h_{fm} = 7 \text{ mm} = 0,7 \text{ cm}$; chọn $h_{fs} = 11 \text{ mm} = 1,1 \text{ cm}$. Thỏa mãn điều kiện trên (do đường hàn sống chịu lực nhiều hơn đường hàn mép nên chọn $h_{fs} > h_{fm}$ khi đó chiều dài các đường hàn sẽ xấp xỉ nhau)

$$\text{Chiều dài thực tế đường hàn sống: } a = \frac{L_f^s}{2} + 1 = \frac{kN}{2 \cdot h_f^s \cdot (\beta_f)_w)_{\min} \cdot \gamma_c} + 1$$

Chiều dài thực tế đường hàn mép: $b = \frac{L_f^m}{2} + 1 = \frac{(1-k)N}{2 \cdot h_f^m \cdot (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c} + 1$

Trong đó:

$k = 0,7$ là hệ số phân phối nội lực về đường hàn sống (dùng thép góc đều cạnh, tra dòng 1 cột 3 bảng 2.7 trang 68 [2])

$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \text{min}(0,7 \cdot 18; 1 \cdot 0,45 \cdot 38) = \text{min}(12,6; 17,1) = 12,6 \text{ kN/cm}^2$

$N = 730 \text{ kN}$

$\gamma_c = 1$

Có hai thép góc (2L150x10, nên có 2 đường hàn sống và 2 đường hàn mép)

Thay vào ta có:

Chiều dài thực tế đường hàn sống: $a = \frac{kN}{2 \cdot h_f^s \cdot (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 730}{2 \cdot 1,1 \cdot 12,6 \cdot 1} + 1 = 19,4 \text{ cm}$

Theo điều kiện cấu tạo về chiều dài đường hàn góc cạnh (dòng 5 dưới lên trang 66 [2])

$L_w \leq 85 \beta_f h_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 65,5 \text{ cm} \rightarrow$ Chọn chiều dài thực tế đường hàn sống $a = 20 \text{ cm}$

Chiều dài thực tế đường hàn mép: $b = \frac{(1-k)N}{2 \cdot h_f^m \cdot (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)730}{2 \cdot 0,7 \cdot 12,6 \cdot 1} + 1 = 13,4 \text{ cm}$

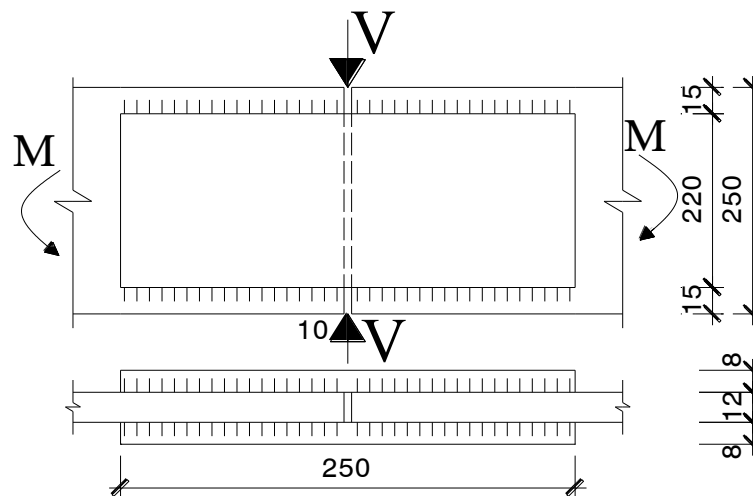
Theo điều kiện cấu tạo về chiều dài đường hàn góc cạnh (dòng 5 dưới lên trang 66 [2])

$L_w \leq 85 \beta_s h_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 41,7 \text{ cm} \rightarrow$ Chọn chiều dài thực tế đường hàn mép $b = 14 \text{ cm}$

Bài 2.7.

Cho liên kết như hình vẽ 2.7 với các thông số kích thước: bản thép $b \times t = 250 \times 12 \text{ mm}$; hai bản ghép có kích thước $b_g \times t_g = 220 \times 8 \text{ mm}$; chiều dài bản ghép $L_g = 250 \text{ mm}$; chiều cao đường hàn $h_f = 8 \text{ mm}$. Liên kết chịu mômen và lực dọc đồng thời với giá trị $M = 7 \text{ kN.m}$; $V = 200 \text{ kN}$. Biết rằng mac thép CCT38; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1,0$; que hàn N42; các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

Yêu cầu: Kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết?



Hình 2.1. Liên kết có bản ghép dùng đường hàn góc cạnh (bài 2.7)

Lời giải:

Liên kết ghép chồng đủ khả năng chịu lực khi bản ghép và đường hàn góc đủ bền

Kiểm tra bền bản ghép: $\sum A_{bg} \geq A$ (2.7a)

VT(2.7a) = $2 \cdot 22 \cdot 0,8 = 35,2 \text{ cm}^2$

VP(2.7a) = $25 \cdot 1,2 = 30 \text{ cm}^2$

→ (2.7a) thỏa mãn → Bản ghép đủ bền.

Biểu thức kiểm tra bền của đường góc khi chịu M và V đồng thời là:

$$\sqrt{\left(\frac{6M}{h_f \sum (L_w)^2}\right)^2 + \left(\frac{V}{h_f \sum L_w}\right)^2} \leq (\beta f_w)_{\min} \cdot \gamma_c \quad (2.7b)$$

Trong đó:

M = 7 kN.m = 700 kN.cm

V = 200 kN

hf = 8 mm = 0,8 cm (chiều cao thực tế đường hàn góc)

$L_w = \frac{L_g - 1}{2} - 1 = (25 - 1) / 2 - 1 = 11 \text{ cm}$ (chiều dài tính toán 1 đoạn đường hàn góc)

$\sum L_w = 4L_w = 4 \cdot 11 = 44 \text{ cm}$ (tổng chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 4 đường hàn góc cạnh, tính cho 1 nửa mỗi liên kết do có bản ghép)

$\sum (L_w)^2 = 4 \cdot (L_w)^2 = 4 \cdot 11^2 = 484 \text{ cm}^2$ (tổng của các bình phương chiều dài tính toán các đoạn đường hàn góc, có 2 đường hàn góc cạnh)

$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws})$

$f_{wf} = 1800 \text{ daN/cm}^2 = 18 \text{ kN/cm}^2$ (do que hàn N42. Xem dòng 1, cột 3 bảng 2.4 trang 60 [2])

$f_{ws} = 0,45f_u = 0,45 \cdot 38 = 17,1 \text{ kN/cm}^2$ (do mác thép CCT34 có $f_u = 38 \text{ kN/cm}^2$, Tra bảng phụ lục I.1 trang 281 [2] và dòng 10 trang 60 [2])

Các hệ số $\beta_f = 0,7; \beta_s = 1$.

$(\beta f_w)_{\min} = \text{Min}(\beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws}) = \text{min}(0,7 \cdot 18; 1 \cdot 17,1) = \text{min}(12,6; 17,1) = 12,6 \text{ kN/cm}^2$

$\gamma_c = 1$

Thay vào biểu thức:

VT(2.7b) = $\sqrt{\left(\frac{6 \cdot 700}{0,8 \cdot 484}\right)^2 + \left(\frac{200}{0,8 \cdot 44}\right)^2} = 12,25 \text{ kN/cm}^2$

VP(2.7b) = $12,6 \cdot 1 = 12,26 \text{ kN/cm}^2$

→ (2.7b) thỏa mãn → Đường hàn góc đảm bảo điều kiện bền khi chịu M và V đồng thời.

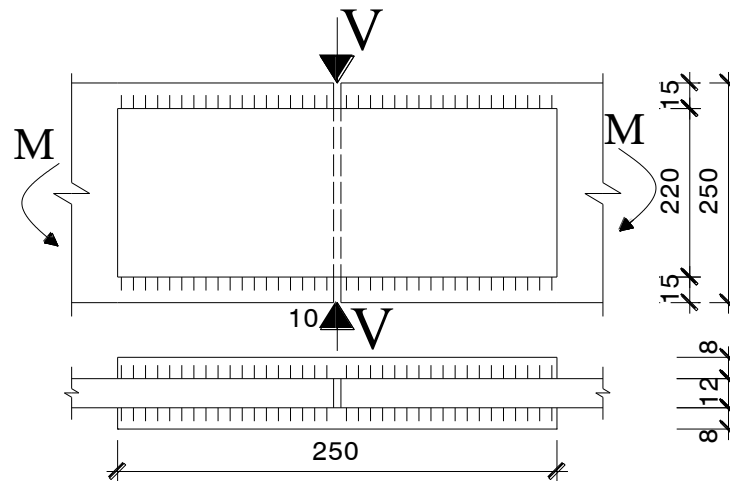
Kết luận: Liên kết đủ khả năng chịu lực

Bài 2.8.

Cho liên kết như hình vẽ 2.3 với các thông số kích thước: bản thép $b \times t = 250 \times 12 \text{ mm}$; hai bản ghép có kích thước $b_g \times t_g = 220 \times 8 \text{ mm}$; chiều dài bản ghép $L_g = 250 \text{ mm}$; chiều cao đường hàn $h_f = 8 \text{ mm}$.

Liên kết chịu mômen và lực dọc đồng thời với giá trị $M = 7\text{kN.m}$; $V = 200\text{ kN}$. Biết rằng mac thép CCT38; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1,0$; que hàn N42; các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

Yêu cầu: Kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết?



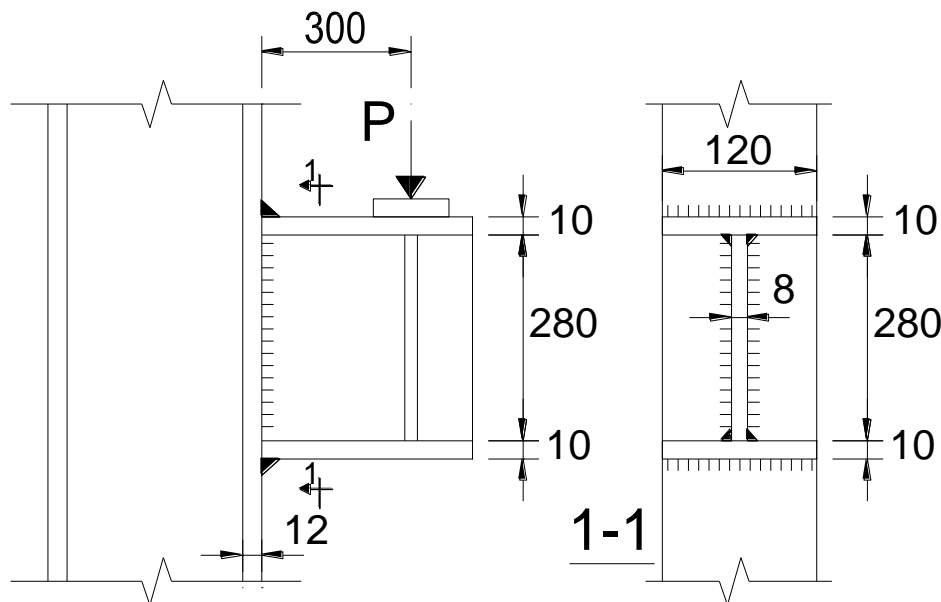
Hình 2.2. Liên kết có bản ghép dùng đường hàn góc cạnh (bài 2.8)

Bài 2.9.

Tính liên kết nối hai bản thép $b \times t = 320 \times 10\text{mm}$ chịu cắt tính toán $V = 750\text{ kN}$ bằng bản ghép và đường hàn góc, Hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$; với Mac thép CCT34, que hàn N42, hàn tay và kiểm tra bằng phương pháp thông thường. các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.

Bài 2.10.

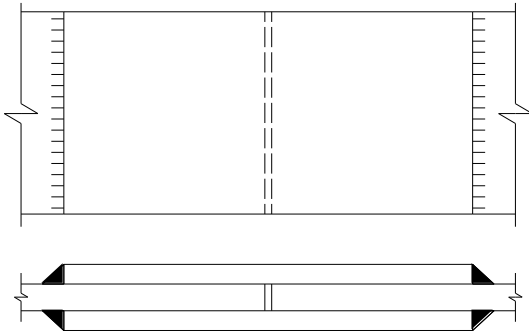
Kiểm tra đường hàn góc liên kết console vào cạnh cột. Lực $P = 180\text{kN}$; cách mép cột một đoạn $a = 30\text{cm}$; Thép CCT34; que hàn N42; hàn tay; $\gamma_c = 1$. Cho biết chiều cao đường hàn $h_f = 8\text{mm}$. các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$.



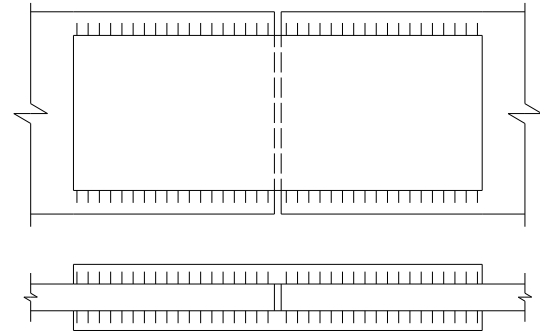
Hình 2.3. Liên kết console (bài 2.10)

Bài 2.11.

Thiết kế liên kết nối hai bản thép $b \times t = 360 \times 12 \text{mm}$ bằng hai hình thức như hình vẽ 2.4. Liên kết chịu môment tính toán $M = 4,5 \text{T.m}$ bằng bản ghép và đường hàn góc, Hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$; với Mac thép CCT42, que hàn N46, các hệ số $\beta_f = 0,7$; $\beta_s = 1$, hàn tay và kiểm tra bằng phương pháp thông thường.



2.4.a. Dùng đường hàn góc đầu

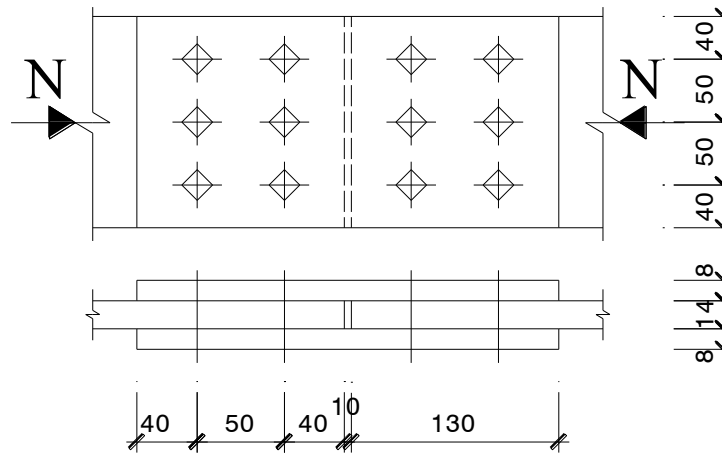


2.4.b. Dùng đường hàn góc cạnh

Hình 2.4. Liên kết có bản ghép (bài 2.11)

Bài 2.12.

Cho mỗi nối liên kết có bản ghép dùng bu lông thường như hình vẽ 2.5, liên kết chịu lực kéo tính toán $N = 350 \text{kN}$, dùng bulông thường nhóm 4.6, có đường kính $d = 18 \text{mm}$, đường kính lỗ bulông $d_{lỗ} = 20 \text{mm}$. Thép cơ bản CCT38, hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_b = 0,9$, hệ số $\gamma_{b1} = 1$. Yêu cầu: kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết bulông?



Hình 2.5. Liên kết có bản ghép (bài 2.12)

Lời giải:

Đối với liên kết có bản ghép, Thân bulong vuông góc với thép cơ bản và bản ghép, trong khi lực tác dụng vào liên kết (Cả M và V) nằm trong mặt phẳng liên kết nên Lực tác dụng vào liên kết sẽ vuông góc với thân bulong. Khi đó bulong làm việc chịu trượt.

* Khả năng chịu trượt của 1 bulong

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb})$$

Trong đó:

$$[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n_v$$

$f_{vb} = 160 \text{ N/mm}^2 = 16 \text{ kN/cm}^2$ (do cấp độ bền bulong là 4.8, tra dòng 2, cột 4 bảng phụ lục I.10 trang 300 [2])

$n_v = 2$, do có 3 bản thép, gồm 1 bản thép cơ bản và 2 bản ghép.

$$[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n_v = 16 \cdot 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 2 = 90,43 \text{ kN}$$

$$[N]_{cb} = d \cdot \sum t_{\min} f_{vb} \cdot \gamma_b$$

$f_{cb} = 465 \text{ N/mm}^2 = 46,5 \text{ kN/cm}^2$ (Do mác thép CCT38, có $f_u = 380 \text{ N/mm}^2$, tra dòng 2, cột 3 bảng phụ lục I.11 trang 300 [2])

$\sum t_{\min} = \text{Min}(14; 10 + 10) = 14 \text{ mm}$, So sánh chiều dày thép cơ bản với tổng chiều dày của cả hai bản ghép.

$$[N]_{cb} = d \cdot \sum t_{\min} f_{vb} \cdot \gamma_b = (2)(1,4)(46,5)(0,9) = 117,18 \text{ kN}$$

Vậy ta có khả năng chịu trượt của 1 bulong là:

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb}) = \text{Min}(90,43; 117,18) = 90,43 \text{ kN}$$

* Lực tác dụng vào 1 bulong do liên kết chịu đồng thời cả M và V là

$$N_{bl} = \sqrt{N_{blV}^2 + N_{blM}^2}$$

Trong đó:

$$N_{blV} = \frac{V}{n} = \frac{240}{8} = 30 \text{ kN};$$

$$N_{blM} = \frac{M J_{\max}}{m \cdot \sum l_i^2} = \frac{(4500)(24)}{(2)(24^2 + 8^2)} = 84,38 \text{ kN};$$

Thay vào trên ta có: $N_{bl} = \sqrt{N_{blV}^2 + N_{blM}^2} = \sqrt{30^2 + 78,38^2} = 89,55 \text{ kN}$

* So sánh giữa khả năng chịu trượt của 1 bulong và lực tác dụng vào 1 bulong nguy hiểm nhất ta nhận thấy: $[N]_{\min bl} > N_{bl}$ nên bulong trong liên kết đảm bảo điều kiện về chịu lực.

Bài 2.13.

Thiết kế liên kết bulông thường để nối 2 bản thép có tiết diện $b \times t = 200 \times 12 \text{ mm}$ bằng hình thức liên kết ghép chồng chịu lực kéo $N = 170 \text{ kN}$. Biết mác thép CCT34, bulông có cấp độ bền 5.6 đường kính $d = 18 \text{ mm}$. Đường kính lỗ bulông $d_{lỗ} = 20 \text{ mm}$; các hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_{b1} = 1$; $\gamma_b = 0,9$.

Lời giải:

Đối với liên kết ghép chồng chịu lực dọc N nằm trong mặt phẳng liên kết, thân bulong vuông góc với thép cơ bản nên lực tác dụng vào liên kết sẽ vuông góc với thân bulong. Khi đó bulong làm việc chịu trượt.

* Khả năng chịu trượt của 1 bulong

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb})$$

Trong đó:

$$[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n_v = (19)(0,9) \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} (1) = 43,49 \text{ kN}$$

$f_{vb} = 190 \text{ N/mm}^2 = 19 \text{ kN/cm}^2$ (do cấp độ bền bulong là 5.6, tra dòng 2, cột 5 bảng phụ lục I.10 trang 300 [2])

($n_v = 1$, do có 2 bản thép cơ bản vì đây là liên kết ghép chồng)

$$[N]_{cb} = d \cdot \sum t_{\min} f_{cb} \cdot \gamma_b = (1,8)(1,2)(39,5)(0,9) = 76,79 \text{ kN}$$

$f_{cb} = 395 \text{ N/mm}^2 = 39,5 \text{ kN/cm}^2$ (Do mác thép CCT34, có $f_u = 340 \text{ N/mm}^2$, tra dòng 2, cột 3 bảng phụ lục I.11 trang 300 [2])

Vậy ta có khả năng chịu trượt của 1 bulong là:

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb}) = \text{Min}(43,49; 76,79) = 43,49 \text{ kN}$$

* Số lượng bulong trong mỗi liên kết:

$$n \geq \frac{N}{[N]_{\min bl}} = \frac{170}{43,49} = 3,91$$

→ Chọn 4 bulong cho mỗi liên kết, bố trí thành 2 hàng và 2 dãy bulong. Số lượng các lỗ giảm yếu trên cùng một mặt cắt thép cơ bản là 2 lỗ.

* Kiểm tra lại thép cơ bản khi bị giảm yếu:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \cdot \gamma_c \quad (2.9)$$

$$A_n = (20)(1,2) - (2)(2)(1,2) = 19,2 \text{ cm}^2$$

$$VT(2.9) = (170)/(19,2) = 8,85 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(2.9) = (21)(1) = 21 \text{ kN/cm}^2$$

Vậy (2.9) thỏa mãn nên thép cơ bản đảm bảo điều kiện bền khi bị giảm yếu do đặt bulong.

Bài 2.14.

Thiết kế mỗi liên kết dùng bulông tinh để nối 2 bản thép có kích thước tiết diện $b \times t = 220 \times 18$ chịu lực cắt $V = 540 \text{ kN}$. Liên kết dùng 2 bản ghép, mác thép CCT38, bulông có cấp độ bền 4.6 đường kính $d = 22 \text{ mm}$. Đường kính lỗ bulông $d_{\text{lỗ}} = 24 \text{ mm}$. các hệ số điều kiện làm việc của liên kết bulông $\gamma_{bl} = 1$; $\gamma_b = 0,9$.

Lời giải:

* Thiết kế bản ghép:

Từ điều kiện: $\sum A_{gh} \geq A \Leftrightarrow 2b_g \cdot t_g \geq b \cdot t \Rightarrow t_g \geq \frac{b \cdot t}{2b_g}$; chọn chiều rộng bản ghép $b_g = b$, khi đó

chiều dày bản ghép cần thiết là: $t_g > t/2 = 18/2 = 9 \text{ mm}$. Chọn $t_g = 10 \text{ mm}$.

* Thiết kế bulong cho mỗi liên kết:

Đối với liên kết có bản ghép chịu lực cắt V nằm trong mặt phẳng liên kết, thân bulong vuông góc với thép cơ bản nên lực tác dụng vào liên kết sẽ vuông góc với thân bulong. Khi đó bulong làm việc chịu trượt.

+ Khả năng chịu trượt của 1 bulong

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb})$$

Trong đó:

$$[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n_v = (15)(0,9) \frac{3,14 \cdot 2,2^2}{4} (2) = 102,58 \text{ kN}$$

$$[N]_{cb} = d \cdot \sum t_{\min} f_{vb} \cdot \gamma_b = (2,2)(1,8)(51,5)(0,9) = 183,55 \text{ kN}$$

Vậy ta có khả năng chịu trượt của 1 bulong là:

$$[N]_{\min bl} = \text{Min}([N]_{vb}; [N]_{cb}) = \text{Min}(102,58; 183,55) = 102,58 \text{ kN}$$

+ Số lượng bulong trong mỗi liên kết:

$$n \geq \frac{N}{[N]_{\min bl}} = \frac{540}{102,58} = 5,26$$

→ Chọn 6 bulong cho mỗi liên kết, bố trí thành 2 hàng và 3 dãy bulong. Số lượng các lỗ giảm yếu trên cùng một mặt cắt thép cơ bản là 3 lỗ.

+ Kiểm tra lại thép cơ bản khi bị giảm yếu:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \cdot \gamma_c \quad (2.10)$$

$$A_n = (22)(1,8) - (3)(2,4)(1,8) = 26,64 \text{ cm}^2$$

$$\text{VT}(2.10) = (540)/(26,64) = 20,27 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{VP}(2.10) = (23)(1) = 23 \text{ kN/cm}^2$$

Vậy (2.10) thỏa mãn nên thép cơ bản đảm bảo điều kiện bền khi bị giảm yếu do đặt bulong.

Bài 2.15.

Thiết kế mỗi liên kết dùng bulông thường để nối 2 bản thép có kích thước tiết diện $b \times t = 250 \times 20$ chịu lực kéo trung tâm $N = 560 \text{ kN}$. Liên kết dùng 2 bản ghép, mác thép CCT34, bulông có cấp độ bền 4.8 đường kính $d = 20 \text{ mm}$. Đường kính lỗ bulông $d_{\text{lỗ}} = 22 \text{ mm}$. hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_b = 0,9$, hệ số $\gamma_{b1} = 1$.

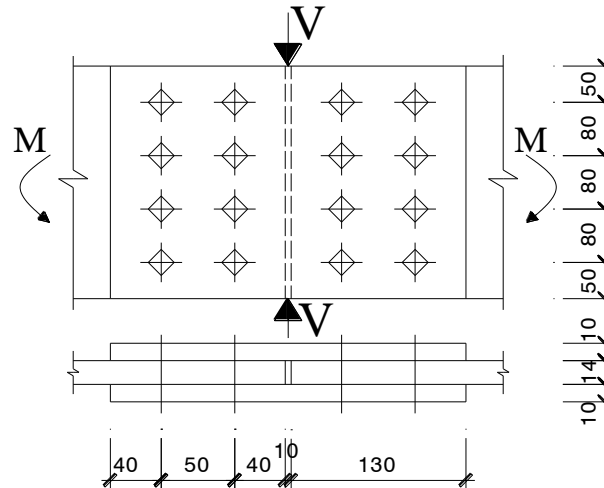
Bài 2.16.

Tính liên kết bulông tinh nối 2 bản thép có tiết diện $b \times t = 220 \times 18$ chịu lực cắt $V = 540 \text{ kN}$. Liên kết dùng 2 bản ghép, thép CCT38, bulông có cấp độ bền 4.6 đường kính $d = 22 \text{ mm}$. Đường kính lỗ bulông $d_{\text{lỗ}} = 24 \text{ mm}$. hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_b = 0,9$, hệ số $\gamma_{b1} = 1$.

Bài 2.17.

Cho mỗi nối liên kết có bản ghép dùng bu lông thường như hình vẽ 2.6, liên kết chịu mômen và lực cắt đồng thời, với $M = 45 \text{ kN.m}$; $V = 240 \text{ kN}$. Liên kết dùng bulông thường nhóm 4.8, có đường kính $d = 20 \text{ mm}$, đường kính lỗ bulông $d_{\text{lỗ}} = 23 \text{ mm}$. Thép cơ bản CCT38, hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_b = 0,9$, hệ số $\gamma_{b1} = 1$.

Yêu cầu: kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết bulông?



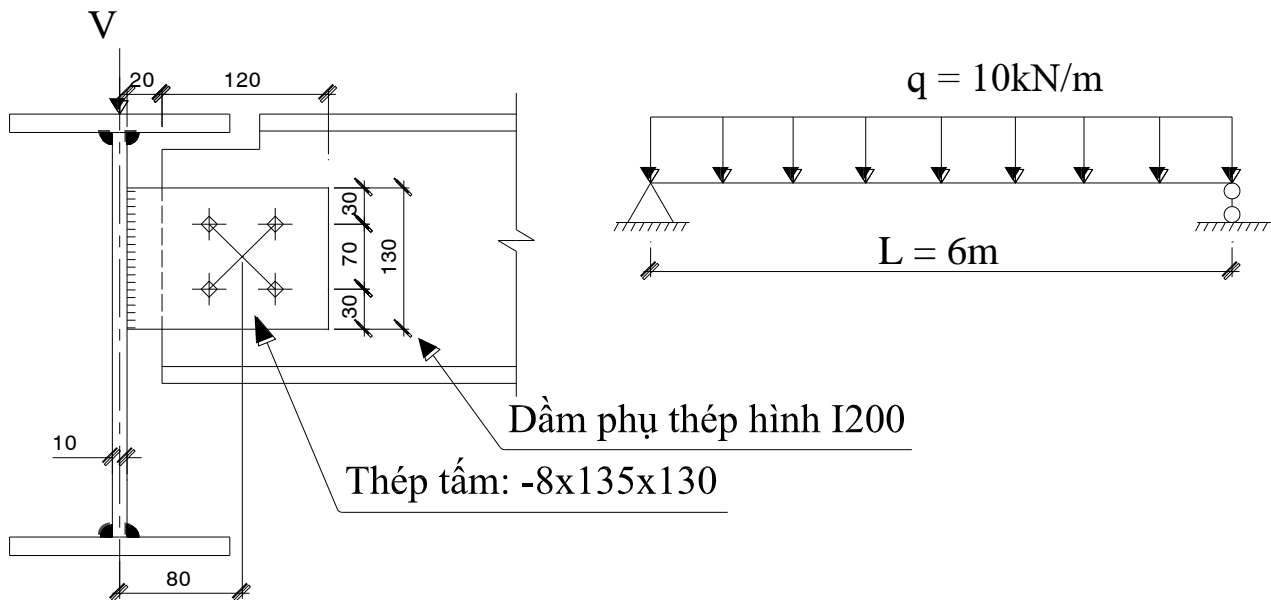
Hình 2.6. Liên kết có bản ghép (bài 2.17)

Bài 2.18.

Thiết kế liên kết hai thanh thép góc 2L150x10 vào bản mã có chiều dày $t_{bm} = 12\text{mm}$ bằng hình thức liên kết ghép chồng dùng bulông tinh có đường kính $d = 20\text{mm}$; đường kính lỗ bulông $d_{lỗ} = 22\text{mm}$. Biết liên kết chịu lực kéo tính toán $N = 180\text{ kN}$; với Mac thép CCT38, bu lông có cấp độ bền 6.6; các hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_{b1} = 1$; $\gamma_b = 0,9$.

Bài 2.19.

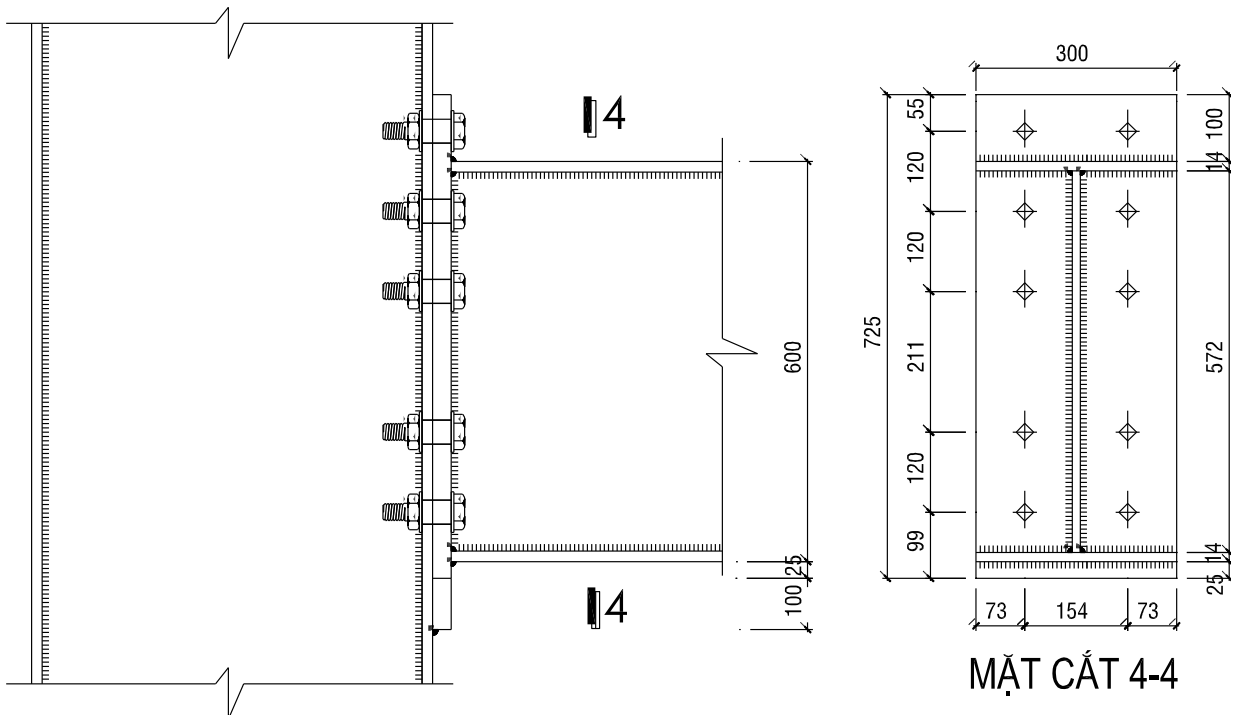
Kiểm tra bền bu lông trong liên kết cho một dầm tại vị trí gối tựa (gối tựa là một dầm chính khác). Dầm phụ này chịu tải trọng phân bố đều $q = 10\text{ kN/m}$ (đã kể đến trọng lượng bản thân dầm phụ), có sơ đồ tính như hình vẽ, làm từ thép hình I20, bu lông 4Φ16, bu lông có cấp độ bền 5.6. các hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông $\gamma_{b1} = 1$; $\gamma_b = 0,9$.



Hình 2.7. Liên kết có bản ghép (bài 2.19)

Bài 2.20.

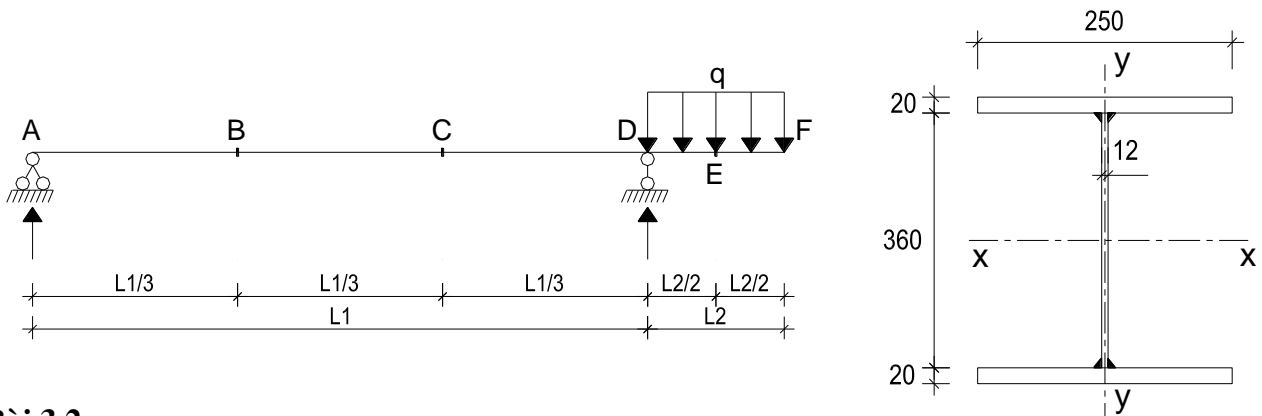
Kiểm tra bền bu lông trong liên kết cho mỗi nối giữa dầm phụ và dầm chính (như hình vẽ). Biết nội lực tại mỗi nối liên kết gồm: $M = -600 \text{ kN.m}$, $V = 175 \text{ kN}$, $N = 50 \text{ kN}$. Biết liên kết sử dụng bu lông có cấp độ bền 6.6; đường kính bu lông $d = 27 \text{ mm}$. Hệ số điều kiện làm việc $\gamma_b = 0,9$.



Hình 2.8. Liên kết có bản ghép (bài 2.23)

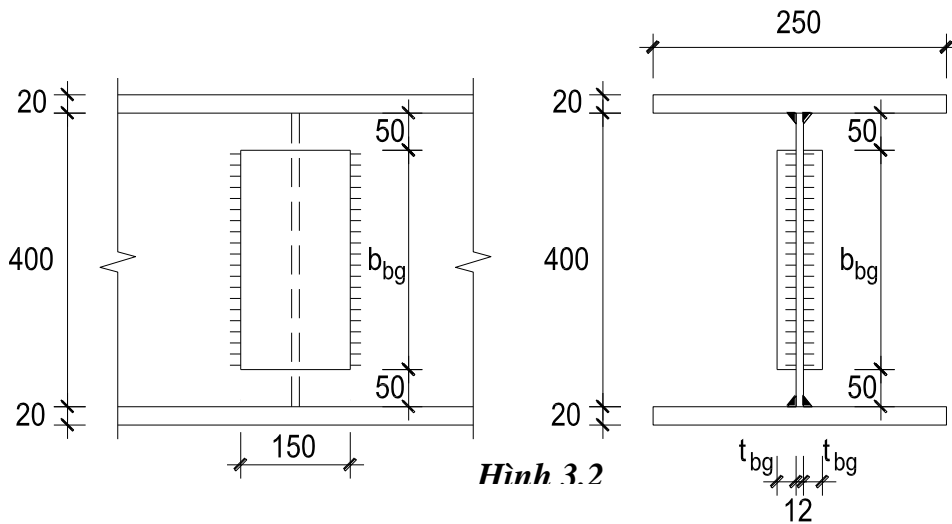
Bài 3.1.

Cho sơ đồ dầm chịu lực như hình vẽ (**Hình 3.1**), với $L_1 = 9\text{m}$; $L_2 = 2\text{m}$. Tải trọng phân bố đều $q = 35\text{T/m}$. Bỏ qua trọng lượng bản thân dầm hãy kiểm tra dầm theo điều kiện bền tại vị trí C có tiết diện như **Hình 3.2**. (Thép CCT34, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$)



Bài 3.2.

(Lấy giá trị nội lực theo bài tập số 3.1 với tiết diện theo hình 3.1) Giả sử nếu xem bản cánh của dầm chịu toàn bộ mômen, bản bụng chịu toàn bộ lực cắt, hãy thiết kế mối nối cho bản bụng dầm tại B và C. Mỗi nối dùng 2 bản ghép và đường hàn góc như (**Hình 3.2**) Tự chọn kích thước và Mac thép làm bản ghép, chọn que hàn, chọn phương pháp hàn và phương pháp kiểm tra chất lượng đường hàn.



Bài 3.3.

Kiểm tra dầm định hình chữ I, có số hiệu **I14** chịu Mômen uốn $M = 15 \text{ kN.m}$. Cho biết mác thép CCT34, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Lời giải:

Thép I14 có $W_x = 81,7 \text{ cm}^3$

Biểu thức kiểm tra:

$$\frac{M}{W_x} \leq f \cdot \gamma_c \quad (3.2)$$

$$VT(3.2) = (15)(100)/(81,7) = 18,36 \text{ kN/cm}^2$$

$$VT(3.2) = (21)(0,95) = 19,95 \text{ kN/cm}^2$$

Bài 3.4.

Kiểm tra dầm định hình chữ I, có số hiệu **C16** chịu Mômen uốn $M = 15 \text{ kN.m}$ và lực cắt $V = 10 \text{ kN}$ đồng thời. Cho biết mác thép CCT34, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Lời giải:

Thép C16 có: $W_x = 93,4 \text{ cm}^3$

$$I_x = 747 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 54,1 \text{ cm}^3$$

$$t_w = d = 5 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm}$$

Biểu thức kiểm tra:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq 1,15f \cdot \gamma_c \quad (3.3)$$

$$\sigma_1 = \frac{M}{W_x} =$$

$$\tau_1 = \frac{VS_x}{I_x t_w}$$

$$VT(3.2) = (15)(100)/(81,7) = 18,36 \text{ kN/cm}^2$$

$$VT(3.2) = (21)(0,95) = 19,95 \text{ kN/cm}^2$$

Bài 3.5.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 6\text{m}$; dầm chịu tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn $q^c = 25\text{kN/m}$ (chưa kể đến trọng lượng bản thân dầm), hệ số vượt tải $\gamma_q = 1,2$. Thép làm dầm CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$, hệ số vượt tải của trọng lượng bản thân $\gamma_{bt} = 1,05$. Yêu cầu:

1. Chọn tiết diện dầm chữ I bằng thép định hình cán nóng?
2. Kiểm tra lại tiết diện dầm tại vị trí giữa dầm, vị trí gần gối tựa có kể đến trọng lượng bản thân dầm?
3. Kiểm tra dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/250$

Lời giải:

* Tính toán nội lực cho dầm thép đơn giản, nhịp L , chịu tải trọng phân bố đều. Nội lực này đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm:

Momen lớn nhất tại giữa dầm:

$$M^{\max} = \frac{\gamma_q \cdot q^c \cdot L^2}{8} = \frac{(1,2)(25)(6^2)}{8} = 135 \text{ kN.m} = 13500 \text{ kN.cm}$$

Lực cắt lớn nhất tại gối tựa:

$$V_{\max} = \gamma_q \cdot q_c \cdot L/2 = (1,2)(25)(6)/2 = 90 \text{ kN}$$

1. Chọn tiết diện dầm thép chữ I định hình:

Xác định momen kháng uốn cần thiết:

$$W_x^{\gamma_c} = \frac{M_o^{\max}}{f \cdot \gamma_c} = \frac{13500}{(23)(1)} = 586,96 \text{ cm}^3$$

→ Chọn thép định hình chữ I số hiệu I36, có:

$$W_x = 743 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 13380 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 423 \text{ cm}^3$$

$$d = t_w = 7,5 \text{ mm} = 0,75 \text{ cm}$$

2. Kiểm tra theo điều kiện chống cắt:

$$\frac{V \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} \leq f_v \cdot \gamma_c \quad (3.1)$$

$$VT(3.1) = (90)(423)/(13380)(0,75) = 3,79 \text{ kN/cm}^2$$

$$VP(3.1) = (0,58)(23)(1) = 13,34 \text{ kN/cm}^2$$

→ OK

Bài 3.6.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 7\text{m}$; dầm chịu một tải trọng tập trung tiêu chuẩn $P^c = 50\text{kN}$ đặt ở giữa dầm, hệ số vượt tải $\gamma_p = 1,2$. Thép làm dầm CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$.

Yêu cầu:

1. Chọn tiết diện dầm chữ I bằng thép định hình cán nóng?
2. Kiểm tra lại tiết diện dầm tại vị trí giữa dầm, vị trí gần gối tựa có kể đến trọng lượng bản thân dầm?
3. Kiểm tra dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/250$

Bài 3.7.

Cho dầm thép dạng chữ I tổ hợp hàn từ ba bản thép, bản bụng $h_w \times t_w = 368 \times 12 \text{ mm}$ và bản cánh $b_f \times t_f = 180 \times 16 \text{ mm}$; thép làm dầm CCT38 có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$.

a/. Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền khi chịu mômen và lực cắt đồng thời với giá trị $M = 316 \text{ kN.m}$ và $V = 158 \text{ kN}$.

b/. Lựa chọn phương án bố trí sườn đầu dầm; tính toán và chọn kích thước sườn đầu dầm theo điều kiện ổn định cục bộ của bản thép làm sườn; vẽ cấu tạo sườn đầu dầm cho dầm chữ I nói trên.

Bài 3.8.

Cho dầm thép dạng chữ I tổ hợp hàn từ ba bản thép, bản bụng $h_w \times t_w = 368 \times 12 \text{ mm}$ và bản cánh $b_f \times t_f = 180 \times 16 \text{ mm}$; thép làm dầm CCT38 có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$.

a/. Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền khi chịu mômen và lực cắt đồng thời với giá trị $M = 305,5 \text{ kN.m}$ và $V = 205 \text{ kN}$.

b/. Lựa chọn phương án bố trí sườn đầu dầm; tính toán và chọn kích thước sườn đầu dầm theo điều kiện ổn định cục bộ của bản thép làm sườn; vẽ cấu tạo sườn đầu dầm cho dầm chữ I nói trên.

Bài 3.9.

Cho dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn $q^c = 30\text{T/m}$ (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm). Nhịp tính toán của dầm $L = 6\text{m}$. Tiết diện dầm tổ hợp có kích thước bản cánh: $b_f \times t_f = 250 \times 16\text{mm}$, bản bụng $h_w \times t_w = 668 \times 10\text{mm}$. Mac thép CCT34 có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$. Yêu cầu:

a). Kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng, bản cánh dầm?

b). Kiểm tra dầm theo điều kiện độ võng với $[\Delta/L] = 1/250$?

c). Kiểm tra sườn đầu dầm theo điều kiện ổn định cục bộ và ổn định tổng thể với $b_s = b_f$, chiều dày sườn cho trước $t_s = 20\text{mm}$?

Bài 3.10.

Cho dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn $q^c = 15\text{T/m}$ (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm). Nhịp tính toán của dầm $L = 8\text{m}$. Tiết diện dầm tổ hợp có kích thước bản cánh: $b_f \times t_f = 330 \times 16\text{mm}$, bản bụng $h_w \times t_w = 618 \times 10\text{mm}$. Mac thép CCT38 có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$. Yêu cầu:

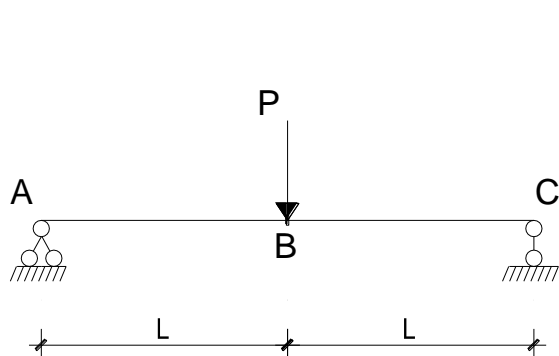
a). Kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng, bản cánh dầm?

b). Kiểm tra dầm theo điều kiện độ võng với $[\Delta/L] = 1/250$?

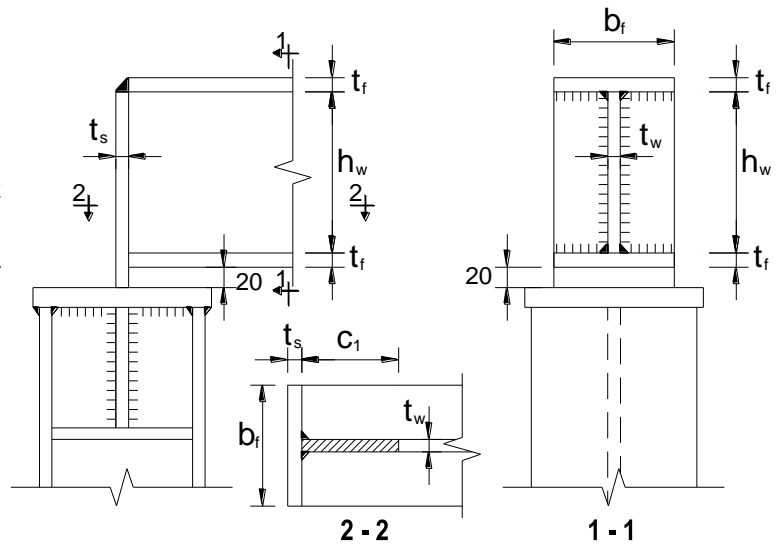
c). Kiểm tra sườn đầu dầm theo điều kiện ổn định cục bộ và ổn định tổng thể với $b_s = b_f$, chiều dày sườn cho trước $t_s = 20\text{mm}$?

Bài 3.11.

Kiểm tra chi tiết sườn đầu dầm (hình 3.4) ở mỗi nối gối dầm chính lên cột thép theo điều kiện bền có xét đến ổn định ngoài mặt phẳng dầm của sườn gối dầm. Biết rằng sơ đồ chịu lực của dầm như hình vẽ (hình 3.3) có $P = 1650 \text{ kN}$; $L = 5\text{m}$. Thép làm sườn gối CCT34 với $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$ có kích thước và tiết diện như hình 2.2; Trong đó: Kích thước của dầm: $b_f = 220\text{mm}$; $h_w = 540\text{mm}$; $t_w = 10\text{mm}$; $t_f = 18\text{mm}$; chiều dày sườn $t_s = 16\text{mm}$.



Hình 3.3



Hình 3.4

Bài 3.12.

Cho dầm định hình có số hiệu thép, mác thép và hệ số điều kiện làm việc trong bảng.

- Kiểm tra tiết diện dầm định hình khi chịu lực cắt V?

- Trong trường hợp dầm định hình không thỏa mãn điều kiện chịu cắt, hãy lập luận và đưa ra phương án chọn lại tiết diện, kiểm tra lại tiết diện dầm định hình sau khi đã chọn lại?

Số liệu cho các câu như sau:

| Số thứ tự | Số liệu cho bài tập 3.12 | | | |
|-----------|--------------------------|-------------|-------------|---------|
| | Mác | H. số | Số hiệu | lực cắt |
| | thép | γ_c | thép | V (kN) |
| 1 | CCT38 | 1 | I20a | 130 |
| 2 | CCT34 | 0.95 | I22 | 125 |
| 3 | CCT38 | 0.9 | I22a | 135 |
| 4 | CCT38 | 0.95 | C20 | 120 |
| 5 | CCT34 | 0.9 | C20a | 115 |
| 6 | CCT38 | 1 | C22 | 140 |

Bài 3.13.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 6\text{m}$, chịu tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn $q^c = 5 \text{ kN/m}$ (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm), hệ số vượt tải $\gamma_q = 1,2$. Dầm được làm bằng thép định hình chữ I, số hiệu **I20**. Mác thép CCT34, có $E = 2,1.10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,85$. **Yêu cầu:**

- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền tại giữa dầm khi chịu M_{\max}
- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/250$

Bài 3.14.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 5\text{m}$, chịu tải trọng tập trung tiêu chuẩn $Q^c = 5 \text{ kN/m}$ (Bỏ qua trọng lượng bản thân của dầm) đặt ngay giữa dầm, hệ số vượt tải $\gamma_Q = 1,2$. Dầm được làm bằng thép định hình chữ I, số hiệu **I20**. Mác thép CCT34, có $E = 2,1.10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Yêu cầu:

- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền tại giữa dầm khi chịu M_{\max} và V_{\max}
- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/250$

Bài 3.15.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 5\text{m}$, chịu tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn $q^c = 8,5 \text{ kN/m}$ (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm), hệ số vượt tải $\gamma_q = 1,2$. Dầm được làm bằng thép định hình chữ C, số hiệu **I20**. Mác thép CCT38, có $E = 2,1.10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,9$.

Yêu cầu:

- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền tại giữa dầm khi chịu M_{\max}
- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/200$.

Bài 3.16.

Cho dầm đơn giản nhịp $L = 4,5\text{m}$, chịu tải trọng tập trung tiêu chuẩn $Q^c = 45 \text{ kN}$ (Bỏ qua trọng lượng bản thân của dầm) đặt ngay giữa dầm, hệ số vượt tải $\gamma_Q = 1,2$. Dầm được làm bằng thép định hình chữ C, số hiệu **C24**. Mác thép CCT38, có $E = 2,1.10^4 \text{ kN/cm}^2$, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$.

Yêu cầu:

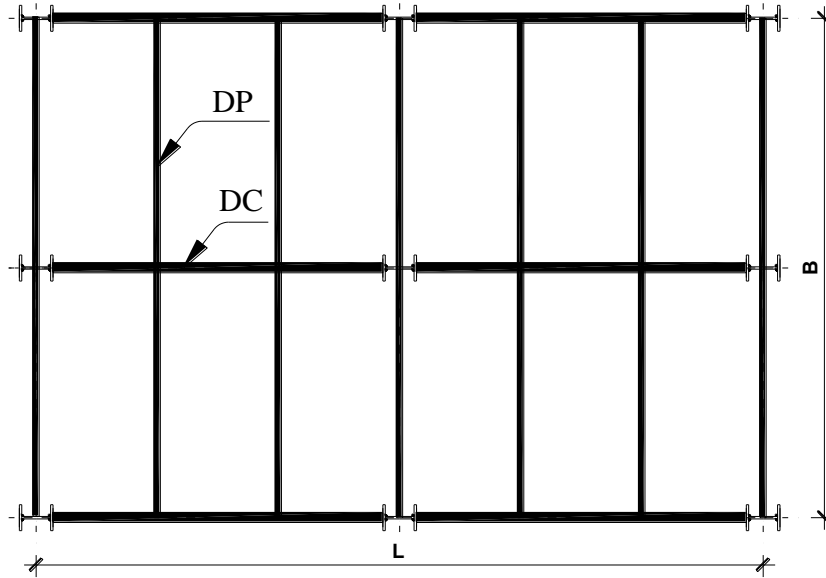
- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện bền tại giữa dầm khi chịu M_{\max} và V_{\max}
- Kiểm tra tiết diện dầm theo điều kiện độ võng, với $[\Delta/L] = 1/250$

Bài 3.17

NỘI DUNG: *Thiết kế hệ dầm - sàn chịu lực theo sơ đồ và số liệu sau:*

3.17.1. Kích thước hệ sàn thép:

Chiều dài nhà L (m); Chiều rộng nhà B (m)



Hình 3.6. Sơ đồ bố trí hệ dầm, sàn thép

3.17.2. Vật liệu:

Thép CCT34 có $E = 2,1.10^4$ KN/cm²; trọng lượng riêng $\rho = 78,5$ KN/m³. Que hàn N42, hàn tay kiểm tra bằng mắt thường, các hệ số $\beta_f = 0,7$ và $\beta_s = 1$. Bu lông có cấp độ bền 4.8, đường kính bu lông $d = 20$ mm; đường kính lỗ bu lông $d_{lỗ} = 22$ mm.

3.17.3. Hình thức sàn, dầm:

- Bản sàn : Dùng bản sàn thép tấm.
- Dầm phụ : Dầm định hình tiết diện chữ I .
- Dầm chính : Dầm tổ hợp hàn.

3.17.4. Tải trọng:

- Tĩnh tải tác dụng lên sàn : g (T/m²), hệ số vượt tải tương ứng $g_g = 1,05$
- Hoạt tải tác dụng lên sàn : p (T/m²), hệ số vượt tải tương ứng $p_p = 1,2$
- Hệ số điều kiện làm việc : $\gamma_c = 1$.

3.17.5. Độ võng giới hạn: Độ võng cho phép của bản sàn $[\Delta/L]_{bs} = 1/150$; của dầm phụ $[\Delta/L]_{dp} = 1/250$; của dầm chính $[\Delta/L]_{dc} = 1/400$.

3.17.6. Bảng số liệu:

| STT số liệu | L (m) | B (m) | g^c (T/m ²) | p^c (T/m ²) |
|-------------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 18 | 10 | 0,75 | 0,85 |
| 2 | 21 | 10 | 0,75 | 0,75 |

| | | | | |
|----------|----|---|-----|------|
| 3 | 24 | 9 | 0,8 | 0,85 |
| 4 | 27 | 9 | 0,7 | 0,65 |
| 5 | 30 | 9 | 0,7 | 0,7 |

3.17.7. Nhiệm vụ thiết kế:

- a. Thiết kế chiều dày bản sàn thép theo số liệu đã cho; xác định khoảng cách các dầm phụ (dầm sàn); tính liên kết bản sàn vào dầm phụ.
- b. Thiết kế dầm phụ.
- c. Thiết kế dầm chính.
- d. Thiết kế liên kết dầm phụ vào dầm chính. Biết dầm phụ liên kết với dầm chính bằng bu lông thông qua bản mã được hàn vào bản bụng của dầm phụ.
- e. Thiết kế sườn đầu dầm liên kết dầm chính vào đỉnh cột thép.

Bài 4.1.

Cho một cột đặc chịu nén đúng tâm $N = 62,5T$. Cột có tiết diện là thép định hình chữ H số hiệu thép I30. Cột cao 3,6m. Liên kết ở chân cột là ngàm; ở đỉnh cột là khớp theo các phương. Kiểm tra cột theo yêu cầu về độ mảnh và ổn định tổng thể. Với thép cột là CCT34, hệ số điều kiện làm việc là: $\gamma_c = 1$, độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$.

Bài 4.2.

Cho một cột đặc chịu nén đúng tâm $N = 450kN$. Cột có tiết diện là thép định hình chữ H số hiệu thép I33. Cột cao 3,2m. Liên kết ở chân cột là khớp; ở đỉnh cột là khớp theo mọi phương. Với thép cột là CCT42, hệ số điều kiện làm việc là: $\gamma_c = 1$.

a. Kiểm tra tiết diện cột theo yêu cầu về độ mảnh và ổn định tổng thể. Biết rằng độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$.

b. Kiểm tra tiết diện cột theo điều kiện bền khi cột bị khoét 2 lỗ tròn theo phương ngang trên bản cánh (một phía của tiết diện) của thép hình chữ I, 2 lỗ đối xứng qua trục của bản bụng. Đường kính lỗ bu lông $d_{lỗ} = 30mm$.

Bài 4.3.

Cho một cột đặc chịu nén đúng tâm $N = 115 T$. Cột có tiết diện là thép định hình chữ H số hiệu thép I40. Cột cao 3,6m. Liên kết ở chân cột là ngàm; ở đỉnh cột cũng là ngàm theo các phương. Với thép cột là CCT38, hệ số điều kiện làm việc là: $\gamma_c = 0,95$.

a. Kiểm tra tiết diện cột theo yêu cầu về độ mảnh và ổn định tổng thể. Biết rằng độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$.

b. Tính khả năng chịu nén của cột khi cột bị giảm yếu bởi 3 lỗ bu lông (đặt trên 1 hàng), đường kính lỗ bu lông $d_{lỗ} = 20mm$.

Bài 4.4.

Thiết kế cột đặc tiết diện thép định hình chữ I chịu nén đúng tâm $N = 650kN$. Cột cao 4,2m. Liên kết ở chân cột là ngàm; ở đỉnh cột là khớp theo các phương. Kiểm tra cột theo yêu cầu về độ mảnh và ổn định tổng thể. Với thép cột là CCT38, hệ số điều kiện làm việc là: $\gamma_c = 0,95$, độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$.

Bài 4.5.

Kiểm tra theo yêu cầu về độ mảnh và ổn định tổng thể của cột đặc chịu nén đúng tâm có tiết diện bản bụng $h_w \times t_w = 320 \times 8 \text{ mm}$; bản cánh $b_f \times t_f = 320 \times 20 \text{ mm}$. Chiều dài cột 8m, Liên kết ở chân cột là ngàm; ở đỉnh cột là khớp theo các phương. Cột chịu tải trọng thường xuyên 1200 kN và hoạt tải 400 kN. Các hệ số vượt tải tương ứng là $\gamma_g = 1,1$ và $\gamma_p = 1,3$. Thép làm cột là thép tấm mác CCT34, que hàn N42. Hệ số điều kiện làm việc của cột $\gamma_c = 1$.

Bài 4.6.

Kiểm tra cột đặc chịu nén đúng tâm theo các điều kiện: Ổn định cục bộ của bản bụng, bản cánh; độ mảnh, ổn định tổng thể. Biết cột có tiết diện chữ H tổ hợp từ ba bản thép, lực nén N, chiều dài tính toán L_x và L_y , Mác thép và hệ số điều kiện làm việc cho trong bảng. $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$; $[\lambda] = 120$.

| N (kN) | L_x (m) | L_y (m) | t_w (mm) | h_w (mm) | t_f (mm) | b_f (mm) | Mác thép | Hệ số γ_c |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|----------|------------------|
| 980 | 7,2 | 5,04 | 12 | 364 | 18 | 200 | CCT34 | 0,9 |
| 950 | 4,5 | 3,6 | 8 | 376 | 12 | 200 | CCT38 | 0,9 |
| 1680 | 6,8 | 4,76 | 14 | 364 | 18 | 240 | CCT38 | 0,9 |
| 1780 | 6,82 | 4,65 | 12 | 364 | 18 | 240 | CCT38 | 0,9 |
| 1620 | 6,00 | 5,20 | 10 | 364 | 18 | 240 | CCT34 | 0,95 |

Bài 4.7.

Kiểm tra cột đặc tiết diện chữ H tổ hợp từ ba bản thép có: bản bụng $h_w \times t_w = 220 \times 6 \text{ mm}$; bản cánh $b_f \times t_f = 240 \times 10 \text{ mm}$ theo điều kiện bền. Biết rằng cột bị khoét 1 lỗ bu lông ở bản bụng có đường kính $d = 30 \text{ mm}$; chịu lực nén tính toán $N = 1200 \text{ kN}$, Mác thép CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$. Giả sử cột không bị giảm yếu tiết diện, hãy tính lực nén lớn nhất trong cột có thể có? Thiết kế chi tiết chân cột cho cột nói trên (gồm: bản đế, dầm đế, sườn gia cường)

Bài 4.8.

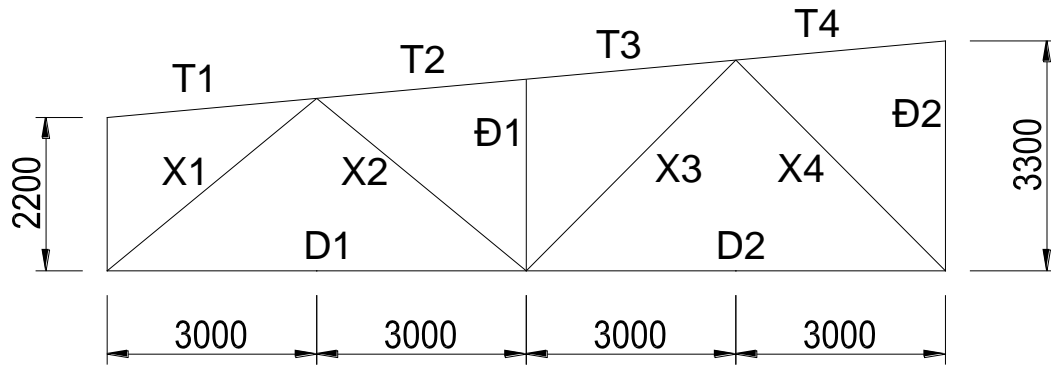
Cho cột rỗng bản giằng chịu nén đúng tâm N; tiết diện cột tổ hợp từ hai thanh thép C; chiều cao tiết diện cột h; khoảng cách các bản giằng a; kích thước bản giằng $d_b \times t_b$; chiều dài tính toán cột theo phương trục y là L_y ; Giả thiết bản giằng chịu lực cắt quy ước V_f ; hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$; $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$. Các số liệu được cho trong bảng.

Yêu cầu:

- Kiểm tra cột tiết diện theo phương trục thực theo các điều kiện về độ mảnh, ổn định tổng thể với $[\lambda] = 120$;
- tính đường hàn liên kết bản giằng vào nhánh cột.

| N (kN) | Số hiệu thép | L_y (m) | a (m) | d_b (mm) | t_b (mm) | h (mm) | Vf (kN) | Mác thép | Que hàn |
|--------|--------------|-----------|-------|------------|------------|--------|---------|----------|---------|
| 950 | C24 | 5,4 | 0,9 | 140 | 10 | 300 | 12 | CCT34 | N42 |
| 1250 | C27 | 5,6 | 0,9 | 160 | 10 | 300 | 12 | CCT38 | N46 |

Cho sơ đồ giàn mái như hình vẽ dưới (xem hình dưới):



Hình 5.1. Sơ đồ giàn mái

Yêu cầu:

1. Xác định chiều dài thực tế các thanh giàn?
2. Xác định chiều dài tính toán cho các thanh giàn, bao gồm: thanh cánh trên, thanh cánh dưới, thanh xiên và các thanh đứng?
3. Biết thanh xiên X1 có tiết diện **2L125x12**, chịu lực nén tính toán $N = -450\text{kN}$. Kiểm tra tiết diện thanh giàn X1 theo điều kiện độ mảnh và điều kiện ổn định? Với mac thép CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,75$; độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$; Thép có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$; chiều dày bản mã $t_{bm} = 12\text{mm}$.
4. Thanh cánh dưới D1 chịu lực kéo tính toán $N = +550\text{kN}$; hãy chọn tiết diện thanh giàn D1 và kiểm tra lại theo điều kiện bền và điều kiện độ mảnh; Với mac thép CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,95$; độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 400$; Thép có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$; chiều dày bản mã $t_{bm} = 12\text{mm}$.
5. Biết nội lực của thanh cánh trên T1 là -400kN (chịu nén đúng tâm), hãy thiết kế tiết diện thanh giàn T1 và kiểm tra lại theo điều kiện bền và độ mảnh? Với mac thép CCT38, hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 0,75$; độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 120$; Thép có $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$; chiều dày bản mã $t_{bm} = 12\text{mm}$.
6. Thiết kế đường hàn liên kết thanh xiên X1 và thanh cánh trên T1 vào bản mã?
7. Thiết kế liên kết bulông liên kết thanh xiên X1 và thanh cánh trên T1 vào bản mã?