

SO SÁNH THIẾT KẾ DẦM THÉP TỔ HỢP HÀN GIẰNG LIÊN TỤC THEO PHƯƠNG NGANG THEO TIÊU CHUẨN HOA KỲ VÀ TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

Phan Thành Nhân⁽¹⁾

⁽¹⁾ Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận 29/12/2016; Chấp nhận đăng 29/01/2017; Email: nhanpt@tdmu.edu.vn

Tóm tắt

Trong xu thế hội nhập quốc tế, việc nghiên cứu và áp dụng nhiều loại tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép là tất yếu. Bài viết này trình bày cách thiết kế dầm thép tổ hợp hàn giằng liên tục theo phương ngang theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ (AISC 360-10 và ASCE-07) và tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5575-2912 và TCVN 2737-1995). Từ đó, tác giả có những đánh giá, so sánh các kết quả tính toán và thiết kế khi áp dụng các hệ tiêu chuẩn khác nhau.

Từ khóa: hàn giằng, kết cấu thép, tiêu chuẩn Hoa Kỳ, tiêu chuẩn Việt Nam

Abstract

COMPARING THE DESIGNS OF WELDED BUILT UP STEEL BEAM WITH CONTINUOUS LATERAL BRACING BASED ON AMERICAN STANDARD AND VIETNAMESE STANDARD

In the trend of global integration, researching and applying a variety of standards to designing steel structures is inevitable. This paper presents the designs of welded built up steel beams with continuous lateral bracing based on American (AISC 360-10 And ASCE-07) and Vietnamese standards (TCVN 5575-2912 and TCVN 2737-1995). The assessment and cross comparision of design results obtained with different systems of standards have been made.

1. Giới thiệu

Bộ Xây dựng đã ban hành Thông tư số 40/2009/TT – BXD ngày 09/12/2009 về việc Quy định việc áp dụng tiêu chuẩn xây dựng nước ngoài trong hoạt động xây dựng ở Việt Nam. Hiện nay có rất nhiều công trình bằng kết cấu thép được thiết kế và thi công theo nhiều tiêu chuẩn nước ngoài như: AISC (Hoa Kỳ), BS5950 (Anh), Eurocode (Châu Âu). Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu so sánh việc thiết kế theo các tiêu chuẩn nước ngoài với tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép của Việt Nam đã được thực hiện.

Trong [7], tác giả đã so sánh áp dụng tiêu chuẩn AISC/ASD (Mỹ) và TCVN 5575 – 1991 (Việt Nam) để kiểm tra ổn định cục bộ dầm thép bản tổ hợp. Tuy nhiên, tác giả chưa đề cập đến ảnh hưởng của ổn định cục bộ đến độ bền của cấu kiện chịu uốn và bài toán ví dụ chỉ so sánh tiêu chuẩn AISC/ASD (Mỹ) và TCVN 5575 – 1991 (Việt Nam) riêng biệt mà không đặt trong hệ thống tiêu chuẩn của nó. Trong [6], tác giả so sánh tính toán cấu kiện thép chịu nén lệch theo tiêu chuẩn Mỹ AISC với TCXDVN 338:2005. Tuy vậy, ví dụ lại xuất phát từ nội lực của cột mà không phải từ điều kiện làm việc của cấu kiện. Do đó, tác giả đã bỏ qua các yếu tố khác như

tải trọng, tổ hợp tải trọng và phương pháp phân tích nội lực. Vì vậy, chúng ta cần phải nghiên cứu sự làm việc của các cấu kiện trong cùng hệ thống tiêu chuẩn và cùng một điều kiện làm việc. Báo cáo sẽ so sánh thiết kế dầm thép tổ hợp hàn giằng liên tục theo phương ngang theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ (AISC 360-10 và ASCE-07) và tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5575 – 2012 và TCVN 2737-1995).

2. Cơ sở lý thuyết

Trong phần này, báo cáo tóm lược các lý thuyết thiết kế dầm thép tổ hợp hàn giằng liên tục theo phương ngang theo hai tiêu chuẩn TCVN 5575 – 2012 và AISC 360-10

2.1. Thiết kế cấu kiện dầm tổ hợp theo TCVN 5575 – 2012 [4]

Theo TCVN 5575 – 2012, việc thiết kế dầm thép được thực hiện theo hai bước riêng biệt là tính toán về bền khi chịu uốn và tính toán ổn định cục bộ bản cánh và bản bụng

Tính toán về bền khi chịu uốn: Cấu kiện bụng đặc chịu uốn trong một phương chính được

kiểm tra theo công thức
$$\frac{M}{W_{n,min}} \leq f \gamma_c \quad (1)$$

Trong đó: M – mômen uốn quanh trục tính toán; f – cường độ tính toán của vật liệu thép; γ_c – hệ số điều kiện làm việc của kết cấu; $W_{n,min}$ – môđun chống uốn nhỏ nhất của tiết diện thực đối với trục tính toán.

Tính toán ổn định bản cánh: Chiều rộng tính toán b_o của bản cánh lấy như sau: bằng khoảng cách từ biên của bản bụng đến mép của bản cánh;

Bảng 1. Giá trị giới hạn $[b_o/t_f]$

Tính toán dầm	Đặc điểm phần nhô ra	Giá trị $[b_o/t_f]$
Trong giới hạn đàn hồi	Không viền mép	$0,5\sqrt{E/f}$
	Có viền mép	$0,75\sqrt{E/f}$
Kể đến sự phát triển của biến dạng dẻo ⁽¹⁾	Không viền mép	$0,11h_w/t_w$ nhưng không lớn hơn $0,5\sqrt{E/f}$
	Có viền mép	$0,16h_w/t_w$ nhưng không lớn hơn $0,75\sqrt{E/f}$

(1): Khi $h_w/t_w \leq 2,7\sqrt{E/f}$ giá trị $[b_o/t_f]$ lấy như sau: Đối với cánh không viền: $[b_o/t_f] = 0,3\sqrt{E/f}$; Đối với cánh viền bằng sườn: $[b_o/t_f] = 0,45\sqrt{E/f}$; h_w, t_w là chiều cao tính toán và chiều dày của bản bụng.

Tính toán ổn định bản bụng:

Để đảm bảo ổn định cục bộ, bản bụng của dầm tổ hợp phải được tăng cường bằng các sườn cứng theo các qui định sau:

- Nếu độ mảnh qui ước của bản bụng $\bar{\lambda}_w > 3,2$ khi dầm chịu tải trọng tĩnh, hoặc $\bar{\lambda}_w > 2,2$ khi dầm chịu tải trọng di động thì bản bụng phải được tăng cường bằng các sườn cứng ngang, trong đó $\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{f}{E}}$, (h_w là chiều cao tính toán của bản bụng dầm; t_w là chiều dày của bản bụng).

- Nếu độ mảnh của bản bụng $\bar{\lambda}_w > 5,5$ thì ngoài sườn ngang còn phải tăng cường bản bụng bằng sườn tăng cường dọc.

2.2. Thiết kế cấu kiện dầm thép tổ hợp hàn theo AISC360-10 [1,5,8]

Theo AISC360-10, khi thiết kế dầm thép, độ bền chịu uốn danh nghĩa có xét đến ảnh hưởng của điều kiện ổn định cục bộ bản cánh, bản bụng. Do đó, bước đầu tiên là phải phân loại tiết diện để làm cơ sở cho việc xác định độ bền chịu uốn danh nghĩa.

Phân loại tiết diện dầm theo điều kiện ổn định cục bộ

Các phần tử của dầm được chia thành ba lớp: đặc chắc, không đặc chắc và mảnh

Bảng 2. Phân loại tiết diện dầm theo điều kiện ổn định cục bộ

Phân lớp	Cánh	Bụng
Đặc chắc	$\lambda_f \leq \lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\lambda_w \leq \lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Không đặc chắc	$\lambda_f \leq \lambda_{rf} = 0,95 \sqrt{\frac{k_c E}{0,7 F_y}}$	$\lambda_w \leq \lambda_{rw} = 5,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Mảnh	$\lambda_f > \lambda_{rf} = 0,95 \sqrt{\frac{k_c E}{0,7 F_y}}$	$\lambda_w > \lambda_{rw} = 5,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

Trong đó: $\lambda_f = \frac{b}{t}$; $\lambda_w = \frac{h}{t_w}$; $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$

Tính toán về độ bền chịu uốn danh nghĩa khi dầm được giằng theo phương bên

Độ bền chịu uốn danh nghĩa của dầm tiết diện chữ I, được giằng theo phương bên, là giá trị nhỏ nhất được chọn từ các trạng thái giới hạn: chảy dẻo của cánh nén, mất ổn định cục bộ của cánh nén. Ảnh hưởng của sự mất ổn định cục bộ của bản bụng được xét đến bởi các hệ số R_{pc} (hệ số dẻo của bản bụng) và R_{pg} (hệ số giảm khả năng chịu uốn).

Bảng 3. Độ bền chịu uốn danh nghĩa

Phân lớp bản bụng	Phân lớp bản cánh	Các trạng thái giới hạn	
		Chảy dẻo của cánh nén	Mất ổn định cục bộ của cánh nén
Đặc chắc	Đặc chắc	$M_n = M_p = F_y Z_x$	-
	Không đặc chắc	-	$M_n = \left[M_p - (M_p - 0,7 F_y S_x) \left(\frac{\lambda_f - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right]$
	Mảnh	-	$M_n = \frac{0,9 E k_c S_x}{\lambda_f^2}$
Không đặc chắc	Đặc chắc	$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc}$	-
	Không đặc chắc	$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc}$	$M_n = \left[R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc}) \left(\frac{\lambda_f - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right]$
	Mảnh	$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc}$	$M_n = \frac{0,9 E k_c S_x}{\lambda_f^2}$
Mảnh	Đặc chắc	$M_n = R_{pg} M_{yc} = R_{pg} F_y S_{xc}$	-
	Không đặc chắc	$M_n = R_{pg} M_{yc} = R_{pg} F_y S_{xc}$	$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc}$
	Mảnh	$M_n = R_{pg} M_{yc} = R_{pg} F_y S_{xc}$	$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc}$

Với các giá trị $F_L, F_{cr}, R_{pc}, R_{pg}$ - tham khảo theo [1,5,8]

Khả năng chịu uốn của tiết diện

Khả năng chịu uốn thiết kế (theo LRFD): $\phi_b M_n$ với $\phi_b = 0,9$

Khả năng chịu uốn cho phép (theo ASD): M_n / Ω_b với $\Omega_b = 1,67$

3. Ví dụ tính toán

3.1. Ví dụ 1

Mô tả bài toán: Thiết kế dầm phụ tổ hợp hàn trong sàn (sơ đồ tính là dầm giản đơn) có chức năng là phòng đọc sách (thư viện), nhịp $L = 6\text{m}$, bước $b = 2\text{m}$. Tĩnh tải tác dụng lên dầm là: $D = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Đặc trưng vật liệu: $E = 2000 \text{ kN/cm}^2$, $F_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$

Thiết kế theo Tiêu chuẩn Việt Nam

i: Tải trọng và mômen uốn lớn nhất (M_{max}) trong dầm

Sơ bộ chọn dầm có tiết diện và các đặc trưng hình học như sau

h (cm)	b_f (cm)	t_f (cm)	h_w (cm)	t_w (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_x (cm ³)
36.6	18	0.8	35	0,5	46,3	11015,8	601,9564

Theo [3], hoạt tải tiêu chuẩn $p^c = 2 \text{ kN/m}^2$

Tải trọng tác dụng lên dầm:

$$q^c = 2,5 \times 2 + 0,0785 \times 46,3 + 2 \times 2 = 12,63 \text{ kN / m}$$

$$q = (2,5 \times 2 + 0,0785 \times 46,3) \times 1,1 + 2 \times 2 \times 1,2 = 14,3 \text{ kN / m}$$

Mômen uốn lớn nhất trong dầm

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8} = 14,3 \times \frac{8^2}{8} = 114,38 \text{ kNm}$$

ii: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện chịu uốn

Khả năng chịu uốn của tiết diện

Với $[M] \leq W_{n,min} \cdot f_{\gamma_c} = 601,96 \times 28,23 / 100 \times 0,9 = 152,92 \text{ kNm}$

$$f = \frac{0,9 F_y}{\gamma_M} = \frac{0,9 \times 34,5}{1,1} = 28,23 \text{ kN / cm}^2$$

Tỷ số $\frac{M}{[M]} = \frac{114,38}{152,92} = 0,75$

Vậy tiết diện đã chọn thỏa về điều kiện chịu uốn

iii: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện ổn định cục bộ

Độ mảnh của cánh:

$$\lambda_f = \frac{b_0}{t_f} = \frac{(18 - 0,5) / 2}{0,8} = 10,94$$

Độ mảnh giới hạn của cánh

$$[\lambda_f] = 0,5 \sqrt{\frac{E}{f}} = 0,5 \times \sqrt{\frac{2000}{31,36}} = 12,63$$

Vậy bản cánh đảm bảo điều kiện ổn định cục bộ

Độ mảnh qui ước của bản bụng

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{f}{E}} = \frac{35}{0,5} \times \sqrt{\frac{31,36}{2000}} = 2,77$$

Độ mảnh qui ước giới hạn của bản bụng $[\bar{\lambda}_w] = 3,2$

Vậy bản bụng đảm bảo ổn định cục bộ, không cần gia cường sườn ngang

iv: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện võng

Độ võng tương đối của dầm $\frac{\Delta}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{12,63 \times 6^3}{2000 \times 11015,8 \times 10^{-4}} = \frac{1}{261}$

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{12,63 \times 6^3}{2000 \times 11015,8 \times 10^{-4}} = \frac{1}{261}$$

Độ võng tương đối cho phép $\left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{250}$

Vậy tiết diện dầm thỏa điều kiện về độ võng

Thiết kế theo Tiêu chuẩn Hoa Kỳ

i: Tải trọng và mômen uốn thiết kế lớn nhất (M_{max}) trong dầm

Sơ bộ chọn dầm có tiết diện và các đặc trưng hình học như sau

h(cm)	b_f (cm)	t_f (cm)	h_w (cm)	t_w (cm)	A(cm ²)	I_x (cm ⁴)	S_x (cm ³)	Z_x (cm ³)
45,6	18	0,8	44	0,5	50,8	18001,5	789,542	887,12

Tải trọng: theo [2], hoạt tải nhỏ nhất $L = 2.87 \text{ kN/m}^2$

Theo ASD:

$$q = D + L = 1 \times (2,5 \times 2 + 0,0785 \times 50,8) + 1 \times (2,87 \times 2) = 14,73 \text{ kN/m}$$

$$M_a = \frac{14,73 \times 6^2}{8} = 117,82 \text{ kNm}$$

Theo LRFD:

$$q = 1.4D + 1.6L = 1,4 \times (2,5 \times 2 + 0,0785 \times 50,8) + 1,6 \times (2,87 \times 2) = 21,77 \text{ kN/m}$$

$$M_u = \frac{21,77 \times 6^2}{8} = 174,14 \text{ kNm}$$

ii: Phân lớp tiết diện

Độ mảnh của cánh $\lambda_f = \frac{b_f}{t_f} = \frac{18/2}{0,8} = 11,25$

Độ mảnh giới hạn của bản cánh

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2000}{34,5}} = 9,15;$$

$$\lambda_{rf} = 0,95 \sqrt{\frac{k_c E}{0,7 F_y}} = 0,95 \sqrt{\frac{0,43 \times 2000}{0,7 \times 34,5}} = 17,85$$

Với: $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = \frac{4}{\sqrt{44/0,5}} = 0,43$

Vậy bản cánh không đặc chắc.

Độ mảnh của bản bụng $\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = \frac{44}{0,5} = 88$

Độ mảnh giới hạn của bản bụng $\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2000}{34,5}} = 90,53$;

Vậy bản bụng đặc chắc

ii: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện chịu uốn

Theo bảng 3, với điều kiện bản bụng đặc chắc, bản cánh không đặc chắc ta có

$$M_n = \left[306,05 - (306,05 - 0,7 \times 34,5 \times 789,54 \times 10^{-2}) \left(\frac{11,25 - 9,15}{17,85 - 9,15} \right) \right] = 278,2 \text{ kNm}$$

Khả năng chịu uốn cho phép (theo ASD):

$$M_n / \Omega_b = 278,2 / 1,67 = 166,59 \text{ kNm}$$

Khả năng chịu uốn thiết kế (theo LRFD):

$$\phi_b M_n = 0,9 \times 278,2 = 250,39 \text{ kNm}$$

So sánh khả năng chịu uốn với mômen thiết kế

$$\frac{M_a}{M_n / \Omega_b} = \frac{117,82}{166,59} = 0,71 \quad ; \quad \frac{M_u}{\phi_b M_n} = \frac{174,14}{250,39} = 0,70$$

Vây tiết diện đã chọn đảm bảo điều kiện bền khi chịu uốn

iv: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện võng

$$\text{Độ võng tương đối của dầm} \quad \frac{\Delta}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{14,73 \times 6^3}{2000 \times 18001,5 \times 10^{-4}} = \frac{1}{366}$$

$$\text{Độ võng tương đối cho phép} \quad \left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{360}$$

Vây tiết diện dầm thỏa điều kiện về độ võng

3.2. Ví dụ 2

Mô tả bài toán: Thiết kế dầm mái (sơ đồ tính là dầm giản đơn), nhịp L = 15m, bước b = 3m. Tĩnh tải tác dụng lên dầm là: D = 0,785 kN/m². Đặc trưng vật liệu: E = 2000 kN/cm², F_y = 34,5 kN/cm²

Thiết kế theo Tiêu chuẩn Việt Nam

Tải trọng và mômen uốn lớn nhất (M_{max}) trong dầm

Sơ bộ chọn dầm có tiết diện và các đặc trưng hình học như sau

h (cm)	b _f (cm)	t _f (cm)	h _w (cm)	t _w (cm)	A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)
67	18	1	65	0,6	75	52938,3	1580,2

Theo [3], hoạt tải tiêu chuẩn p^c = 0,3 kN/m²

Tải trọng tác dụng lên dầm:

$$q^c = 0,785 \times 3 + 0,0785 \times 75 + 0,3 \times 3 = 9,14 \text{ kN / m}$$

$$q = (0,785 \times 3 + 0,0785 \times 75) \times 1,1 + 0,3 \times 3 \times 1,2 = 10,15 \text{ kN / m}$$

Mômen uốn lớn nhất trong dầm

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8} = 10,15 \times \frac{15^2}{8} = 285,38 \text{ kNm}$$

i: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện chịu uốn

Khả năng chịu uốn của tiết diện

$$\text{Với } [M] \leq W_{n,\min} f \gamma_c = 1580,2 \times 28,23 / 100 \times 0,9 = 401,45 \text{ kNm}$$

$$f = \frac{0,9 F_y}{\gamma_M} = \frac{0,9 \times 34,5}{1,1} = 28,23 \text{ kN / cm}^2. \text{ Tỷ số } \frac{M}{[M]} = \frac{285,38}{401,45} = 0,71$$

Vây tiết diện đã chọn thỏa về điều kiện chịu uốn

ii: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện ổn định cục bộ

$$\text{Độ mảnh của cánh: } \lambda_f = \frac{b_0}{t_f} = \frac{(18 - 0,6) / 2}{1} = 8,7$$

Độ mảnh giới hạn của cánh

$$[\lambda_f] = 0,5 \sqrt{\frac{E}{f}} = 0,5 \times \sqrt{\frac{2000}{31,36}} = 12,63$$

Vậy bản cánh đảm bảo điều kiện ổn định cục bộ
Độ mảnh qui ước của bản bụng

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{f}{E}} = \frac{65}{0,6} \times \sqrt{\frac{31,36}{2000}} = 4,29$$

Độ mảnh qui ước giới hạn của bản bụng $[\bar{\lambda}_w] = 3,2$

Vậy bản bụng không đảm bảo ổn định cục bộ, cần gia cường sườn ngang
iv: Kiểm tra tiết diện theo điều kiện võng

Độ võng tương đối của dầm

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{9,14 \times 15^3}{2000 \times 52938,25 \times 10^{-4}} = \frac{1}{263}$$

Độ võng tương đối cho phép

$$\left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{250}$$

Vậy tiết diện dầm thỏa điều kiện về độ võng

Thiết kế theo Tiêu chuẩn Hoa Kỳ

Tải trọng và mômen uốn thiết kế lớn nhất (M_{max}) trong dầm

Sơ bộ chọn dầm có tiết diện và các đặc trưng hình học như sau

h(cm)	b _f (cm)	t _f (cm)	h _w (cm)	t _w (cm)	A(cm ²)	I _x (cm ⁴)	S _x (cm ³)	Z _x (cm ³)
67	18	1	65	0,6	75	52938,3	1580,25	1821,75

Tải trọng: theo [2], hoạt tải nhỏ nhất $L = 0,57 \text{ kN/m}^2$

Theo ASD:

$$q = D + L = 1 \times (0,785 \times 3 + 0,0785 \times 75) + 1 \times (0,57 \times 3) = 9,95 \text{ kN/m}$$

$$M_a = \frac{9,95 \times 15^2}{8} = 279,91 \text{ kNm}$$

Theo LRFD:

$$q = 1.4D + 1.6L = 1,4 \times (0,785 \times 3 + 0,0785 \times 75) + 1,6 \times (0,57 \times 3) = 14,28 \text{ kN/m}$$

$$M_u = \frac{14,28 \times 15^2}{8} = 401,5 \text{ kNm}$$

i. Phân lớp tiết diện

Độ mảnh của cánh

$$\lambda_f = \frac{b_f}{t_f} = \frac{18/2}{1} = 9$$

Độ mảnh giới hạn của bản cánh

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2000}{34,5}} = 9,15;$$

$$\lambda_{rf} = 0,95 \sqrt{\frac{k_c E}{0,7 F_y}} = 0,95 \sqrt{\frac{0,38 \times 2000}{0,7 \times 34,5}} = 16,95$$

$$\text{Với: } k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = \frac{4}{\sqrt{65/0,6}} = 0,38$$

Vây bản cánh đặc chắc
Độ mảnh của bản bụng

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = \frac{65}{0,6} = 108,33$$

Độ mảnh giới hạn của bản bụng

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2000}{34,5}} = 90,53 \quad ; \lambda_{rw} = 5,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 5,7 \sqrt{\frac{2000}{34,5}} = 137,24$$

Vây bản bụng không đặc chắc

ii. Kiểm tra tiết diện theo điều kiện chịu uốn

Theo bảng 3, với điều kiện bản bụng không đặc chắc, bản cánh đặc chắc ta có

$$M_n = R_{pc} F_y S_{xc} = 1,09 \times 34,5 \times 1580,25 \times 10^{-2} = 598,74 kNm$$

Với:

$$R_{pc} = \left[\frac{34,5 \times 1821,75}{34,5 \times 1580,25} - \left(\frac{34,5 \times 1821,75}{34,5 \times 1580,25} - 1 \right) \left(\frac{108,33 - 90,53}{137,24 - 90,53} \right) \right] = 1,09 \leq \frac{M_p}{M_{yc}} = 1,15$$

Khả năng chịu uốn cho phép (theo ASD):

$$M_n / \Omega_b = 598,74 / 1,67 = 357,33 kNm$$

Khả năng chịu uốn thiết kế (theo LRFD):

$$\phi_b M_n = 0,9 \times 598,74 = 537,07 kNm$$

So sánh khả năng chịu uốn với mômen thiết kế

$$\frac{M_a}{M_n / \Omega_b} = \frac{279,91}{357,33} = 0,78 \quad ; \quad \frac{M_u}{\phi_b M_n} = \frac{401,5}{537,07} = 0,75$$

iii. Kiểm tra tiết diện theo điều kiện võng

Độ võng tương đối của dầm

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{9,95 \times 15^3}{2000 \times 52938,25 \times 10^{-4}} = \frac{1}{242}$$

Độ võng tương đối cho phép

$$\left[\frac{\Delta}{l} \right] = \frac{1}{240}$$

Vây tiết diện dầm thỏa điều kiện về độ võng

4. Kết luận

Về tính toán khả năng chịu uốn và điều kiện ổn định cục bộ: Thiết kế theo TCVN5575-2012, việc tính toán khả năng chịu uốn và điều kiện ổn định cục bộ của tiết diện độc lập lẫn nhau. Vì vậy, quá trình thiết kế tương đối đơn giản. Khi tiết diện không đảm bảo điều kiện cục bộ thì xem như tiết diện mất khả năng chịu lực hoặc phải gia cường bằng các sườn đứng, sườn ngang. Điều này làm giảm khả năng sản xuất tự động hóa. Thiết kế theo AISC360-10, việc tính toán khả năng chịu uốn của tiết diện đã xét đến ảnh hưởng của điều kiện ổn định cục bộ của tiết diện. Do đó, quá trình tính toán phức tạp. Tuy nhiên, thiết kế theo AISC360-10 cho phép thiết kế các tiết diện có chiều cao lớn mà không phải gia cường các sườn. Điều này rất thuận lợi cho việc tự động hóa trong sản xuất.

Về kết quả tính toán: Thiết kế các cấu kiện chịu uốn là các dầm sàn có chiều cao tiết diện nhỏ, hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam cho kích thước tiết diện nhỏ hơn hệ thống tiêu chuẩn Hoa

Kỳ. Thiết kế các cấu kiện chịu uốn là các dầm mái có chiều cao tiết diện lớn, hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam và hệ thống tiêu chuẩn Hoa Kỳ đều cho tiết diện tương đương nhau. Tuy nhiên, bản bụng khi thiết kế theo TCVN5575-2012 phải được gia cường các sườn ngang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] American Institute of steel Construction (2010), *Specification for structural steel buildings*, Chicago, Illinois, USA.
- [2] American Society of Civil Engineers (2006), *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, Reston, Virginia, USA
- [3] Bộ Xây dựng (1996), *Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737 – 1995*, NXB Xây dựng.
- [4] Bộ Xây dựng (2013), *Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5575 – 2012*, NXB Xây dựng.
- [5] Đoàn Đình Kiên, Nguyễn Song Hà (2010), *Thiết kế kết cấu thép theo quy phạm Hoa Kỳ AISC 2005*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [6] Thân Trọng Phúc (2013), *Tính toán cấu kiện thép chịu nén lệch tâm theo tiêu chuẩn Mỹ AISC, so sánh với TCXDVN 338: 2005*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Đà Nẵng.
- [7] Huỳnh Minh Sơn (2004), “So sánh áp dụng tiêu chuẩn AISC/ASD (Mỹ) với tiêu chuẩn TCVN 5575 – 1991 (Việt Nam) để kiểm tra ổn định cục bộ dầm thép bản tổ hợp”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, số 3(7)-2004, Tr. 20-26
- [8] Trần Thị Thôn (2014), *Thiết kế nhà thép tiền chế (theo quy phạm Hoa Kỳ AISC-2005/ASD và LRFD)*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh,