



VẤN ĐỀ ỔN ĐỊNH CỤC BỘ BẢN BỤNG CỘT THÉP TIẾT DIỆN CHỮ I TỔ HỢP CHỊU NÉN LỆCH TÂM THEO TCVN 5575:2012

Nguyễn Đình Hòa^{1*}

Tóm tắt: Hệ thống tiêu chuẩn thiết kế xây dựng dân dụng và công nghiệp được Việt Nam ban hành trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn của Liên Xô trước đây và Liên bang Nga hiện nay. Các tiêu chuẩn này đến nay vẫn còn hiệu lực, tuy nhiên một số đã cũ, tồn tại những vấn đề không hợp lý mà chưa giải quyết được. Hiện nay Liên bang Nga đã ban hành một số tiêu chuẩn mới, trong đó chỉnh sửa, cập nhật những vấn đề còn tồn tại ở các phiên bản cũ, một trong số đó là Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép SP16.13330.2011. Bài báo trình bày vấn đề bất hợp lý về ổn định cục bộ của bản bụng cột thép chữ I chịu nén lệch tâm khi tính theo TCVN 5575:2012 mà các kỹ sư hay gặp trong thực tế thiết kế, chỉ ra sự khác nhau trong cách tính so với SP16.13330.2011, đưa ra ví dụ minh họa vấn đề có thể được giải quyết khi tính theo SP16.13330.2011, qua đó thấy rõ sự cần thiết cập nhật TCVN 5575:2012 cho phù hợp.

Từ khóa: Cột tiết diện chữ I; cột chịu nén lệch tâm; ổn định cục bộ; bản bụng cột; tiết diện hữu dụng; TCVN 5575:2012; SP16.13330.2011.

The problem of web local buckling of I-section column in eccentric compression according to TCVN 5575:2012

Abstract: Vietnamese standard system for steel structural design in civil and industrial engineering is based on SNiP system of former Union of Soviet Socialist Republics (USSR) and recent Russian Federation. They are valid in this time in Vietnam but some of them are backward with some irrational things. Recent Russian Federation already enforced some new standards that are updated to accord modern structural design, one of them is standard about steel structural design SP16.13330.2011. In the article, the problem of web local buckling of I-section column in eccentric compression according to TCVN 5575:2012 that is usually met by Civil engineers in design practice is introduced, the difference in calculation from SP16.13330.2011 is shown, from the examples, the problem is decided according to SP16.13330.2011 and update of TCVN 5575:2012 is proposed.

Keywords: I section column; eccentric compression column; local buckling; column web; effective section; TCVN 5575:2012; SP16.13330.2011.

Nhận ngày 4/8/2017; sửa xong 30/8/2017; chấp nhận đăng 26/9/2017

Received: August 4th, 2017; revised: August 30th, 2017; accepted: September 26th, 2017



1. Giới thiệu

Hiện nay nhu cầu xây dựng đang phát triển rất mạnh mẽ, kết cấu thép là một trong số các loại kết cấu sử dụng rộng rãi trong ngành xây dựng như: nhà công nghiệp, nhà nhịp lớn, khung nhà nhiều tầng, cầu,... nhờ những ưu điểm của nó so với các loại kết cấu khác.

Trong thực tế thiết kế xây dựng hiện nay, phần lớn các công trình bằng vật liệu thép thiết kế trong nước, không có yếu tố nước ngoài đang sử dụng tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép do Việt Nam ban hành là TCVN 5575:2012 [1] - “Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế”, đây là tiêu chuẩn mới nhất của Việt Nam về kết cấu thép sau nhiều năm sửa đổi, cập nhật, thay thế cho các bản tiêu chuẩn đã được ban hành trước đó như TCVN 5575:1991 [2]; TCXDVN 338:2005 [3]. Tuy nhiên, quá trình thiết kế kết cấu thép theo TCVN 5575:2012 vẫn còn gặp một số vướng mắc, chưa hợp lý, gây khó khăn cho các kỹ sư thiết kế.

¹ TS, Khoa Xây dựng DD & CN, Trường Đại học Xây dựng.

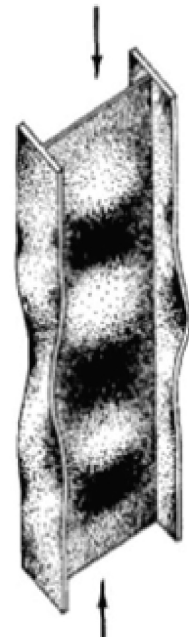
* Tác giả chính. E-mail: hoarus0010@gmail.com.

Nguồn gốc tiêu chuẩn kết cấu thép do Việt Nam ban hành có nội dung chủ yếu tham khảo, dịch từ tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép của Liên Xô (trước đây) và Liên bang Nga hiện nay như SNiP II-B.3-72 [4], SNiP II-23-81 [5] và SNiP II-23-81* [6]. Tất nhiên các tiêu chuẩn này trước đây ban hành cũng không tránh khỏi những điểm bất hợp lý, hiện nay tiêu chuẩn kết cấu thép của Liên bang Nga đã cập nhật bản mới vào năm 2011 là SP 16.13330.2011 [7] thay thế cho các tiêu chuẩn trước đó, trong tiêu chuẩn mới này đã có những điều chỉnh hơn các phiên bản trước đây cho hợp với thực tế thiết kế hiện đại cũng như đã được đưa vào các phần mềm phân tích và thiết kế kết cấu không chỉ của Liên bang Nga mà còn của Hoa Kỳ (SAP 2000 từ phiên bản 18). Trong khi đó, mặc dù đã có cập nhật và điều chỉnh một số lần từ [2] đến [3] và [1] nhưng hiện nay vẫn còn tồn tại những bất cập mà TCVN 5575:2012 chưa kịp điều chỉnh theo phiên bản mới nhất của Liên bang Nga. Một trong những vấn đề có thể kể đến là điều kiện quy định kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng đối với cột thép tổ hợp hàn.

Hiện tượng mất ổn định cục bộ của các bản thép cột tổ hợp có thể xảy ra khi chiều dày các bản thép mỏng nhưng chiều cao tiết diện cột hoặc bề rộng cánh cột lớn (Hình 1). Điều kiện ổn định cục bộ của cột nếu không được xem xét đầy đủ có thể gây nguy hiểm cho cột cũng như toàn bộ công trình.

Khi kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột thép theo TCVN 5575:2012, nếu điều kiện ổn định cục bộ chưa đảm bảo thì chưa phải tăng chiều dày bụng cột mà có thể kiểm tra lại ổn định tổng thể của cột tính với phần tiết diện hữu dụng còn lại sau khi trừ đi phần diện tích ở giữa tiết diện (được xem như đã mất ổn định), nếu điều kiện ổn định tổng thể vẫn thỏa mãn thì cột vẫn được xem là đảm bảo ổn định cục bộ (quy định này cho phép tiết kiệm vật liệu, tận dụng sự làm việc tối đa của vật liệu phù hợp với những trường hợp cột theo yêu cầu về độ cứng cần có chiều cao tiết diện lớn nhưng lại chịu tải trọng nhỏ). Tuy nhiên, đối với cột chịu nén lệch tâm, khi tính theo TCVN 5575:2012 có những trường hợp dẫn đến tiết diện hữu dụng cột lại lớn hơn tiết diện nguyên ban đầu, điều này là không hợp lý, gây băn khoăn cho người thiết kế.

Bài báo này nêu các quy định về vấn đề ổn định cục bộ của bản bụng đối với cột thép tổ hợp hàn theo SP16.13330.2011 và so sánh với các điều kiện theo tiêu chuẩn TCVN 5575:2012. Kết quả nghiên cứu cho thấy vấn đề về tiết diện hữu dụng đã nêu hoàn toàn có thể được giải quyết nếu tính theo tiêu chuẩn SP16.13330.2011; từ đó, đề nghị cần thiết cập nhật TCVN 5575:2012 cho phù hợp.



Hình 1. Mất ổn định cục bộ bản bụng và bản cánh cột

2. Ổn định cục bộ bụng cột thép chịu nén lệch tâm

2.1 Ổn định cục bộ bụng cột theo TCVN 5575:2012

Cột đặc chịu nén lệch tâm, nén - uốn thường được tổ hợp từ các bản thép, chúng có thể bị mất ổn định cục bộ khi cột chịu tải trọng. Các bản thép phải có cấu tạo sao cho không bị mất ổn định cục bộ trước khi cột mất khả năng chịu lực về ổn định tổng thể.

Khi tính toán kiểm tra ổn định cục bộ bụng cột thép tiết diện chữ I, điều kiện phải được thỏa mãn là:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \left[\frac{h_w}{t_w} \right] \quad (1)$$

trong đó: h_w là chiều cao tính toán của bản bụng; t_w là chiều dày bản bụng; $[h_w/t_w]$ là độ mảnh giới hạn của bản bụng được quy định trong 7.6.2.1 và 7.6.2.2 của TCVN 5575:2012.

Đối với cột đặc tiết diện chữ I, mục 7.6.2.5 của [1] cho phép giá trị thực tế h_w/t_w vượt quá giá trị giới hạn $[h_w/t_w]$ quy định tại mục 7.6.2.1 nếu thỏa mãn điều kiện ổn định tổng thể:

- Với cột chịu nén uốn trong 1 mặt phẳng [công thức (39), mục 7.4.2.2]:

$$\frac{N}{\varphi_e A_{\text{red}}} \leq f \cdot \gamma_c \quad (2)$$

- Với cột chịu nén uốn trong 2 mặt phẳng chính [công thức (48), mục 7.4.2.8]:

$$\frac{N}{\varphi_{\text{exy}} A_{\text{red}}} \leq f \cdot \gamma_c \quad (3)$$

trong đó: φ_e và φ_{exy} là các hệ số phụ thuộc vào độ lệch tâm tương đối tính đối và độ mảnh quy ước cột, được lấy theo tiêu chuẩn; A_{red} là diện tích tiết diện hữu dụng chỉ gồm diện tích hai cánh và hai phần bản bụng tiếp giáp với cánh; f là cường độ tính toán của vật liệu thép; γ_c là hệ số điều kiện làm việc của cột.

Theo [1], diện tích tiết diện hữu dụng A_{red} được tính như sau (Hình 2):

$$A_{red} = 2 \cdot t_f \cdot b_f + 2 \cdot C_1 \cdot t_w \quad (4)$$

trong đó: C_1 là bề rộng phần bản bụng tiếp giáp với cánh cột:

$$C_1 = 0,85 \cdot t_w \cdot \left[\frac{h_w}{t_w} \right] \quad (5)$$

2.2 Ổn định cục bộ bụng cột theo SP16.13330.2011

Theo SP16.13330.2011, ổn định cục bộ bụng cột chịu nén lệch tâm hoặc nén uốn sẽ đảm bảo nếu thỏa mãn điều kiện:

$$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{uw} \quad (6)$$

trong đó: $\bar{\lambda}_w = (h_{ef}/t_w) \sqrt{R_y/E}$ là độ mảnh quy ước của bụng cột; $\bar{\lambda}_{uw} = [h_{ef}/t_w] \sqrt{R_y/E}$ là độ mảnh quy ước giới hạn của bụng cột, được quy định trong [7]; h_{ef} là chiều cao tính toán bụng cột (đối với tiết diện chữ I tổ hợp hàn lấy bằng chiều cao bản bụng h_w); t_w là chiều dày bụng cột; R_y là cường độ tính toán của vật liệu thép.

Theo tiêu chuẩn SP16.13330.2011, cách tính toán $\bar{\lambda}_{uw}$ cũng tương tự như cách tính toán $[h_w/t_w]$ trong tiêu chuẩn TCVN 5575:2012, phù hợp với thực tế như đã nói ở trên rằng [1] được ban hành trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn của Liên bang Nga.

Khi kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng cột, mục 9.4.6 của [7] cũng cho phép giá trị thực tế độ mảnh bản bụng vượt quá giá trị giới hạn nếu kiểm tra các điều kiện ổn định tổng thể thỏa mãn với tiết diện hữu dụng:

- Với cột chịu nén uốn trong 1 mặt phẳng chính của [7]:

$$\frac{N}{\varphi_e \cdot A_{red} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \quad (7)$$

- Với cột chịu nén uốn trong 1 mặt phẳng (uốn quanh trục có độ cứng chống uốn nhỏ - trục y) và khi $\lambda_x > \lambda_y$ kiểm tra theo công thức (115), mục 9.2.8 của [7]:

$$\frac{N}{\varphi_x \cdot A_{red} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \quad (8)$$

- Với cột chịu nén uốn trong 2 mặt phẳng chính của [7]:

$$\frac{N}{\varphi_{exy} \cdot A_{red} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \quad (9)$$

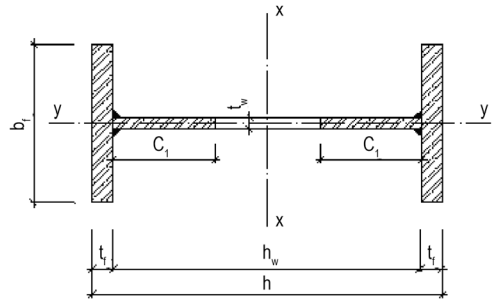
- Với cột chịu nén uốn trong 1 mặt phẳng (uốn quanh trục có độ cứng chống uốn lớn - trục x), khả năng chịu lực của cột được quyết định bởi điều kiện ổn định ngoài mặt phẳng (chỉ xét với $\alpha < 0,5$), kiểm tra theo [7]:

$$\frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A_{red} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1 \quad (10)$$

trong đó: φ_e , φ_x , φ_y và φ_{exy} là các hệ số được lấy theo tiêu chuẩn; c là hệ số kể đến ảnh hưởng của mô men; $\alpha = (\sigma - \sigma_1)/\sigma$ lấy theo [7] cũng tương tự điều 7.6.2.2 của [1].

Có thể thấy rằng khi kiểm tra lại tiết diện hữu dụng, nếu như TCVN 5575:2012 chỉ yêu cầu kiểm tra điều kiện ổn định cột trong mặt phẳng uốn theo (2) và (3) thì SP16.13330.2011 còn yêu cầu kiểm tra thêm với các điều kiện ổn định cột ngoài mặt phẳng uốn theo (8) và (10).

Ngoài ra, cách tính tiết diện hữu dụng theo [7] cũng khác so với [1], đối với cột đặc chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ I, diện tích tiết diện hữu dụng của cột theo SP16.13330.2011 được tính như sau:



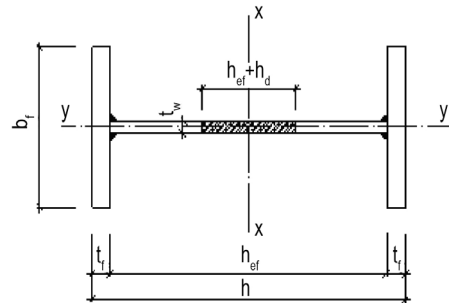
Hình 2. Tiết diện hữu dụng cột thép theo TCVN 5575:2012

$$A_{red} = A - (h_{ef} - h_d) \cdot t_w \quad (11)$$

trong đó: A là diện tích tiết diện nguyên ban đầu của cột; h_d là chiều cao hữu dụng của bụng cột (Hình 3), tính theo mục 7.3.6 của SP16.13330.2011.

$$h_d = t_w \cdot \left[\bar{\lambda}_{uw} - \left(\frac{\bar{\lambda}_w}{\bar{\lambda}_{uw}} - 1 \right) \cdot (\bar{\lambda}_{uw} - 1,2 - 0,15 \cdot \bar{\lambda}_x) \right] \cdot \left(\sqrt{\frac{E}{R_y}} \right) \quad (12)$$

trong đó: $\bar{\lambda}_x$ là độ mảnh quy ước của cột khi tính toán trong mặt phẳng tác dụng của mô men, nếu $\bar{\lambda}_x > 3,5$ thì lấy $\bar{\lambda}_x = 3,5$.



Hình 3. Tiết diện hữu dụng cột thép theo SP16.13330.2011

3. Ví dụ tính toán

Đánh giá điều kiện ổn định cục bộ của bản bụng cột thông qua hai ví dụ tính toán (ví dụ 1 và 2). Trong cả hai ví dụ, cột làm từ cùng loại vật liệu, chịu nén uốn phẳng với cùng lực dọc và mô men uốn, nhưng khác nhau chiều dài tính toán cột.

3.1 Số liệu đầu vào, chọn tiết diện cột

Cột đặc tiết diện chữ I tổ hợp hàn chịu nén uốn bởi các thành phần nội lực sau: $M_x = 60\text{kN.m}$ (gây uốn quanh trục khỏe x) và $N = 1200\text{kN}$. Chiều cao cột H ; chiều dài tính toán cột trong mặt phẳng uốn L_x ; trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng uốn L_y . Vật liệu thép CCT34 có cường độ tính toán $f(R_y) = 21\text{kN/cm}^2$; mô đun đàn hồi $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$. Hệ số điều kiện làm việc $\gamma_c = 1$.

Do cột chịu mômen M_x , để đảm bảo yêu cầu về độ cứng (yêu cầu về chuyển vị ngang cột) trong mặt phẳng uốn nên thường chọn chiều cao tiết diện h theo chiều dài cột H . Theo [8], chọn tiết diện cột như sau: chiều cao tiết diện $h = (1/10 \div 1/15) \cdot H$; bề rộng cánh cột $b_f = (0,3 \div 0,5) \cdot h$; chiều dày cánh $t_f = (1/28 \div 1/35) \cdot b_f$; chiều dày bụng cột $t_w = (1/60 \div 1/120) \cdot h$.

Kích thước cụ thể của cột trong các ví dụ 1 và 2 thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Kích thước cột

	H (m)	L_x (m)	L_y (m)	h (cm)	b_f (cm)	t_f (cm)	t_w (cm)
Ví dụ 1	7,5	15	5	60	30	1	0,8
Ví dụ 2	8	16	8	80	30	1,2	0,8

Cần tính toán các đặc trưng hình học của tiết diện cột gồm có (Bảng 2): diện tích tiết diện bản bụng A_w ; diện tích tiết diện 1 bản cánh A_f ; diện tích tiết diện cột A ; mô men quán tính I_x, I_y ; mô men kháng uốn đàn hồi W_x, W_y ; bán kính quán tính i_x, i_y ; độ mảnh cột λ_x, λ_y ; độ mảnh quy ước cột $\bar{\lambda}_x, \bar{\lambda}_y$.

Bảng 2. Đặc trưng hình học tiết diện cột

	A_w (cm ²)	A_f (cm ²)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	i_x (cm)	i_y (cm)	λ_x	λ_y	$\bar{\lambda}_x$	$\bar{\lambda}_y$
Ví dụ 1	46,4	30	106,4	65227,5	4502,5	2174,3	300,2	24,8	6,5	60,6	76,9	1,92	2,43
Ví dụ 2	62,1	36	134,1	142931,1	5403,3	3573,3	360,2	32,65	6,35	49,0	126,0	1,55	3,99

3.2 Kiểm tra ổn định cục bộ bụng cột

Kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột tiết diện chữ I chịu nén lệch tâm một phương theo cả hai tiêu chuẩn gần như nhau nên ở đây chỉ nêu chi tiết tính toán theo TCVN 5575:2012. Các bước kiểm tra tính toán gồm có: kiểm tra độ mảnh cho phép theo điều 5.5.5; độ mảnh lớn nhất của cột $\lambda_{\max} = \max(\lambda_x, \lambda_y)$; kiểm tra điều kiện ổn định cục bộ bản bụng cột; độ lệch tâm tương đối $m = (M/N) \cdot (A/W_x)$; độ lệch tâm tương đối tính đổi $m_e = \eta \cdot m$ (với η là hệ số ảnh hưởng của hình dạng tiết diện xác định theo bảng D.9); các hệ số ϕ_e, ϕ_y ; (tra các bảng D.10; D.8); hệ số c (xác định theo 7.4.2.5); điều kiện ổn định tổng thể cột trong mặt phẳng uốn $N/(\phi_e \cdot A) \leq f_{yc}$; điều kiện ổn định tổng thể cột ngoài mặt phẳng uốn $N/(c \cdot \phi_y \cdot A) \leq f_{yc}$ (nếu $N/(\phi_e \cdot A) < N/(c \cdot \phi_y \cdot A)$ thì khả năng chịu lực của cột được quyết định bởi điều kiện ổn định tổng thể ngoài mặt phẳng uốn); hệ số

$\alpha = (\sigma - \sigma_1)/\sigma$ lấy theo điều 7.6.2.2-TCVN 5575:2012, khi có $\alpha \leq 0,5$, độ mảnh giới hạn của bản bụng $[h_w/t_w]$ lấy theo bảng 33 - TCVN 5575:2012.

Các giá trị tính toán cụ thể để tính độ mảnh giới hạn của bụng cột trong hai ví dụ thể hiện ở Bảng 3 (đơn vị tính theo kN, cm).

Bảng 3. Các giá trị tính độ mảnh giới hạn của bản bụng cột

	λ_x	$[\lambda]$	m	m_e	η	φ_e	φ_y	c	$\frac{N}{\varphi_e A}$	$\frac{N}{\varphi_y A}$	f_{yc}	α	$\left[\frac{h_w}{t_w}\right]$	$\frac{h_w}{t_w}$
Ví dụ 1	76,9	129,16	0,24	0,39	1,58	0,704	0,739	0,854	16,02	17,87	21	0,383	58,52	72,5
Ví dụ 2	126,0	143,6	0,19	0,30	1,60	0,780	0,461	0,999	11,47	19,42	21	0,308	52,5	97,0

Theo Bảng 3, trong cả hai ví dụ đều có $h_w/t_w > [h_w/t_w]$, nên điều kiện ổn định cục bộ bụng cột không đảm bảo, cần phải giảm chiều cao bụng cột (tuy nhiên kích thước này bị giới hạn bởi yêu cầu độ cứng) hoặc tăng chiều dày bụng cột (làm tăng khối lượng vật liệu thép trong khi yêu cầu về chịu lực đã đảm bảo). Để không phải tăng chiều dày bụng cột, các tiêu chuẩn TCVN 5575:2012 và SP 16.13330.2011 đều cho phép kiểm tra lại ổn định tổng thể của cột với tiết diện hữu dụng.

3.3 Kiểm tra lại điều kiện ổn định tổng thể với tiết diện hữu dụng

- Kiểm tra theo TCVN 5575:2012

Khi kiểm tra lại ổn định tổng thể cột theo TCVN 5575:2012, cần tính chiều rộng của phần bản bụng hữu dụng C_1 theo (5); diện tích tiết diện hữu dụng A_{red} theo (4); kiểm tra điều kiện ổn định tổng thể trong mặt phẳng uốn theo (2).

- Kiểm tra theo SP16.13330.2011

Để kiểm tra lại ổn định tổng thể cột theo SP16.13330.2011, cần tính độ mảnh quy ước của bản bụng cột $\bar{\lambda}_w$; độ mảnh quy ước giới hạn của bụng cột $\bar{\lambda}_{wv}$; chiều cao hữu dụng của bụng cột h_d theo (12); diện tích tiết diện hữu dụng theo (11); kiểm tra điều kiện ổn định tổng thể trong mặt phẳng uốn theo (7); điều kiện ổn định tổng thể ngoài mặt phẳng uốn theo (10).

Các kết quả chi tiết trong các ví dụ 1 và 2 khi tính toán lại ổn định tổng thể cột với một phần bản bụng cột làm việc được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Kiểm tra lại ổn định tổng thể với tiết diện hữu dụng

	Theo TCVN 5575:2012 (kN, cm)				Theo SP 16.13330.2011 (kN, cm)						Số liệu so sánh	
	C_1 (cm)	A_{red} (cm ²)	$\frac{N}{\varphi_e A_{red}}$	$\frac{N}{\varphi_y A_{red}}$	$\bar{\lambda}_w$	$\bar{\lambda}_{wv}$	h_d (cm)	A_{red} (cm ²)	$\frac{N}{\varphi_e A_{red}}$	$\frac{N}{\varphi_y A_{red}}$	A	$f_{yc}(R_{yk})$
Ví dụ 1	39,79	123,67	-	-	2,292	1,851	44,64	95,71	17,80	19,88	106,4	21
Ví dụ 2	35,70	129,12	11,914	-	3,067	1,660	37,12	101,69	15,13	25,60	134,1	21

Từ Bảng 4 nhận thấy:

Trong ví dụ 1, diện tích tiết diện hữu dụng A_{red} khi tính theo TCVN 5575:2012 lớn hơn diện tích ban đầu A, điều này là không hợp lý, không thể tiếp tục kiểm tra ổn định tổng thể cột.

Điều kiện $A_{red} < A$ sẽ đảm bảo khi $A_{red} = 2t_b f + 2C_1 t_w < A = 2t_b f + h_w t_w$ hay $2C_1 < h_w$ hoặc $2C_1 = 1,7 t_w [h_w/t_w] < h_w$, tức là cần có $1,7 [h_w/t_w] < h_w/t_w$, tuy nhiên thực tế có nhiều trường hợp khi độ mảnh bản bụng cột h_w/t_w vượt quá giá trị giới hạn $[h_w/t_w]$ nhưng vẫn nhỏ hơn $1,7 [h_w/t_w]$. Đây là vấn đề chưa hợp lý mà các kĩ sư thường gặp trong thực tế thiết kế. Trong những trường hợp này kĩ sư thiết kế sẽ lúng túng, không thể sử dụng tiếp được điều kiện mà tiêu chuẩn cho phép, phải chấp nhận tăng chiều dày bản bụng cột hoặc bố trí thêm sườn gia cường để đảm bảo yêu cầu ổn định cục bộ, tăng thêm chi phí vật liệu.

Khi sử dụng tiêu chuẩn Nga SP 16.13330.2011, điều kiện ổn định tổng thể cột với tiết diện hữu dụng đảm bảo nên không cần tăng chiều dày bản bụng cột. Diện tích tiết diện hữu dụng nhỏ hơn diện tích ban

đầu, phù hợp với thực tế, giúp các kỹ sư giải quyết được vấn đề gặp phải khi thiết kế.

Trong ví dụ 2, kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột theo TCVN 5575:2012 vẫn cho kết quả đảm bảo mà không cần phải tăng chiều dày bụng cột, trong khi đó nếu kiểm tra theo SP 16.13330.2011 thì tiết diện hữu dụng không đảm bảo ổn định ngoài mặt phẳng uốn, tức là tính toán theo [7] sẽ cho kết quả an toàn hơn so với cách tính theo [1].

Các ví dụ 1 và 2 đã chỉ ra sự bất hợp lý trong kết quả của A_{red} khi tính theo TCVN 5575:2012 và sai khác về kết quả tính toán giữa [1] và [7], nguyên nhân là do bề rộng phần bản bụng tiếp giáp với cánh cột C_1 lấy quá lớn ($0,85t_w[h_w/t_w]$). So sánh cách tính diện tích tiết diện hữu dụng A_{red} theo TCVN 5575:2012 với các tiêu chuẩn trước đây của Liên bang Nga [4-6], nhận thấy trong tiêu chuẩn SNIIP II-23-81, mục 7.20 quy định cách tính A_{red} gần với TCVN 5575:2012 nhưng giá trị C_1 lấy bằng $0,85t_w\sqrt{E/R_y}$, tuy nhiên tiêu chuẩn này đã được thay thế bởi [7] nên A_{red} được tính chính xác hơn theo (11) và (12).



4. Kết luận

Trong bài báo này, đã phân tích sự khác nhau trong tính toán, kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột tiết diện chữ I chịu nén lệch tâm, kết hợp với các ví dụ bằng số rút ra một số kết luận như sau:

- Khi kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng cột chịu nén theo TCVN 5575:2012 và SP16.13330.2011 mà độ mảnh bản bụng cột h_w/t_w vượt quá giá trị giới hạn $[h_w/t_w]$, chưa cần thay đổi tiết diện cấu kiện nếu như điều kiện ổn định tổng thể với phần tiết diện hữu dụng (tiết diện đã bỏ đi phần bụng cột mất ổn định) được thỏa mãn.

- Nghiên cứu đã nêu ra vấn đề còn tồn tại trong thực tế thiết kế khi kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột chịu nén lệch tâm theo TCVN 5575:2012, vấn đề này có thể giải quyết khi tham khảo tính toán theo tiêu chuẩn Nga SP16.13330.2011.

- Kết quả tính toán, kiểm tra ổn định cục bộ bản bụng cột tiết diện chữ I chịu nén lệch tâm theo hai tiêu chuẩn cho thấy khi tính theo SP 16.13330.2011 cho kết quả an toàn hơn.

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 5575:2012 (2012), *Kết cấu thép, Tiêu chuẩn thiết kế*, Hà Nội.
2. TCVN 5575:1991 (1991), *Kết cấu thép, Tiêu chuẩn thiết kế*, Hà Nội.
3. TCXDVN 338:2005 (2005), *Kết cấu thép, Tiêu chuẩn thiết kế*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. SNIIP II-B.3-72 (1974), *Stroitelnye normy pravila, chast 2 razdel B, Stalnye konstrukcii*, Normy proektirovaniya, Moskva.
5. SNIIP II-23-81 (1982), *Stalnye konstrukcii /Gosstroj SSSZ, Strojzdat, Moskva*.
6. SNIIP II-23-81* (1990), *Stalnye konstrukcii/Gosstroj SSSZ, CIP Gosstroja SSSR, Moskva*.
7. Svod pravil SP 16.13330.2011 (2011), *Stalnye konstrukcii, Aktualizirovannaja redakcija SNIIP II-23-81**, Ministerstvo Regional'nogo Razvitija Rossijskoj Federacii, Moskva.
8. Phạm Văn Hội (2009), *Kết cấu thép, Cấu kiện cơ bản*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.