

NGHIÊN CỨU CÁC YÊU CẦU VỀ CƯỜNG ĐỘ THÉP KẾT CẤU CỦA EN 1993-1-1 VÀ SỰ PHÙ HỢP CỦA MÁC THÉP SS400 TẠI VIỆT NAM

REQUIREMENTS OF EN 1993-1-1 FOR STEEL STRENGTH AND THE CONFORMITY OF STEEL GRADE SS400 IN VIETNAM

TS. CAO DUY KHÔI, ThS. PHAN ANH TUẤN

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo đề cập đến một số kết quả nghiên cứu về giới hạn chảy f_y , giới hạn bền f_u , tỉ lệ f_u/f_y đối với thép kết cấu của EN 1993-1-1 và các tiêu chuẩn sản phẩm EN được viện dẫn; các yêu cầu đối với mác thép SS400 của Tiêu chuẩn Nhật JIS G3101-2010; đánh giá giới hạn chảy và giới hạn bền thực tế của SS400 trên cơ sở xử lý thống kê 2590 mẫu thử thực hiện tại LAS-XD01 thuộc Viện KHCN Xây dựng, từ đó xem xét sự phù hợp của SS400 đối với các yêu cầu của EN 1993-1-1 và đưa ra một số đề xuất về việc xây dựng phụ lục quốc gia mác thép cho Việt Nam khi biên soạn Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép theo định hướng mới.

Abstract: The paper mentions some research results about tensile strength f_y , ultimate strength f_u , ratio f_u/f_y for structural steel according to EN 1993-1-1 and reference product standards EN; requirements for steel grade SS400 according to JIS G3101-2010; assessment of testing tensile strength and ultimate strength of SS400 based on statistics of 2590 samples tested at LAS-XD01 under IBST, thereby considering the conformity of SS400 to EN 1993-1-1, and making some proposals about development of National Annex "Steel Grade" for Vietnam when compiling new standard "Design of steel structures".

1. Đặt vấn đề

Theo đề án 198 của Thủ tướng Chính phủ, Bộ Xây dựng đã giao Viện KHCN Xây dựng nhiệm vụ biên soạn Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép mới của Việt Nam dựa trên Tiêu chuẩn châu Âu EN 1993. Để Tiêu chuẩn này có tính ứng dụng thực tiễn, bắt buộc phải có nghiên cứu, đánh giá sự phù hợp của các loại thép kết cấu phổ biến ở Việt Nam so với các yêu cầu của EN 1993, từ đó mở ra khả năng áp dụng các nguyên lý, công thức tính toán của EN 1993 với các thông số vật liệu đầu vào và hệ số an toàn riêng phù hợp của loại thép ở Việt Nam. Đây là một công việc đồ sộ, vô cùng phức tạp, đòi hỏi phải có một tập hợp số liệu lớn các thông số thực tế của

vật liệu thép kết cấu sản xuất tại Việt Nam, xử lý thống kê và đối chiếu với bộ tiêu chí thép kết cấu theo hệ thống Tiêu chuẩn châu Âu. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu về một trong những thông số quan trọng nhất của thép kết cấu theo EN 1993-1-1 [2] là cường độ (giới hạn chảy f_y , giới hạn bền f_u , tỉ lệ f_u/f_y), có đối chiếu, so sánh với các thông số thực tế (trên cơ sở thống kê kết quả thử nghiệm của 2590 mẫu thép SS400 thực hiện tại LAS-XD01 của Viện KHCN Xây dựng [8]) của một trong những mác thép phổ biến nhất sử dụng trong các công trình xây dựng ở Việt Nam là SS400 theo JIS G3101 (Tiêu chuẩn sản phẩm thép của Nhật Bản) [5]. Sở dĩ lựa chọn mác thép SS400 và tiêu chuẩn sản phẩm là JIS G3101, mà không đề cập đến các TCVN về thép kết cấu là bởi SS400 chiếm tỷ trọng lớn trong tổng số mẫu thí nghiệm thép thực hiện tại LAS-XD01 trong vài năm qua, và người yêu cầu thí nghiệm luôn đề nghị đánh giá theo JIS G3101, mà không phải đánh giá theo các TCVN hiện hành (ví dụ: TCVN 9986 – 04 phần, TCVN 7571 – các phần 1, 2, 11, 15, 16, 21 và TCVN 11228-1:2015).

Từ đó, nhóm tác giả có một số kiến nghị về các thông số cường độ áp dụng cho thép SS400 khi thiết kế theo EN 1993-1-1, và nêu một số vấn đề cần lưu ý khi xây dựng phụ lục quốc gia về mác thép cho Việt Nam.

2. Các yêu cầu về cường độ thép kết cấu của EN 1993-1-1

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép EN 1993-1-1 và các Tiêu chuẩn sản phẩm được viện dẫn trong EN 1993-1-1 có những yêu cầu kỹ thuật được đánh giá là tương đối chặt chẽ so với các Tiêu chuẩn sản phẩm thép kết cấu của các nước khác.

Đối với cường độ thép kết cấu, EN 1993-1-1 [2] có những yêu cầu cụ thể sau (trong khuôn khổ bài báo, chỉ trích dẫn yêu cầu đối với mác thép S235 là đủ để phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu. Các mác thép khác không cần trích dẫn ở đây vì khác biệt

QUY CHUẨN - TIÊU CHUẨN

khá xa về cường độ so với mác thép so sánh là SS400).

2.1 Các yêu cầu về cường độ của mác thép S235

Các yêu cầu về chỉ tiêu cường độ của thép mác S235 được thể hiện theo bảng 1 dưới đây (trích dẫn từ bảng 3.1, EN 1993-1-1 [2]).

Bảng 1. Giá trị danh định của giới hạn chảy f_y và giới hạn bền f_u của thép kết cấu cán nóng S235

Tiêu chuẩn và mác thép	Chiều dày danh định của thép t , mm				
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$		
	f_y , N/mm ²	f_u , N/mm ²	f_y , N/mm ²	f_u , N/mm ²	
EN 1993-1-1 [2]					
S235	235	360	215	360	
EN 10025-2 [3]					
S235JR*	235 Với $t \leq 16$ mm	225 Với $16 < t \leq 40$ mm	360÷510	215	360÷510
S235J0*	235 Với $t \leq 16$ mm	225 Với $16 < t \leq 40$ mm	360÷510	215	360÷510
S235J2*	235 Với $t \leq 16$ mm	225 Với $16 < t \leq 40$ mm	360÷510	215	360÷510

* Ghi chú: Các ký hiệu JR, J0, J2 là yêu cầu về độ dai va đập của thép trong các điều kiện nhiệt độ thử khác nhau, sẽ xem xét trong một nghiên cứu khác.

2.2 Yêu cầu về độ dẻo tối thiểu của thép kết cấu (điều 3.2.2, EN 1993-1-1 [2])

Đối với thép, độ dẻo tối thiểu được yêu cầu cần được biểu diễn bằng các giới hạn:

- Tỷ số f_u / f_y ;
trong đó: f_u - giới hạn bền tối thiểu quy định; f_y - giới hạn chảy tối thiểu quy định;
- Độ giãn dài tương đối sau khi đứt A, đo tại chiều dài $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$;
trong đó: S_0 - diện tích tiết diện ngang ban đầu của mẫu thử;
- Biến dạng cực hạn ϵ_u ;
trong đó: ϵ_u - biến dạng của vật liệu ứng với giới hạn bền f_u .

Các giá trị trên có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị sau được khuyến nghị bởi EN 1993-1-1 [2]:

- $f_u / f_y \geq 1,10$;
- Độ giãn dài khi đứt không nhỏ hơn 15 %;
- $\epsilon_u \geq 15\epsilon_y$, trong đó: ϵ_y - biến dạng của vật liệu ứng với giới hạn chảy ($\epsilon_y = f_y / E$) .

Phụ lục quốc gia của BS EN 1993-1-1 (NA.2.5) [4] có khuyến nghị khác như sau:

- Đối với phân tích đàn hồi tổng thể: Lấy giống như khuyến nghị trên của EN 1993-1-1;

- Đối với phân tích dẻo tổng thể (không áp dụng cho thiết kế cầu):

- + $f_u / f_y \geq 1,15$;
- + Độ giãn dài khi đứt không nhỏ hơn 15 %;
- + $\epsilon_u \geq 20\epsilon_y$.

2.3 Về hệ số riêng (partial factor) γ_M cho vật liệu

Trước hết, cần làm rõ γ_M là gì. Theo EN 1990 thì γ_M là hệ số riêng cho vật liệu, kể đến sự không chuẩn xác của mô hình và các biến thiên kích thước. Theo công thức (6.6b) của EN 1990 thì $\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \cdot \gamma_{m,i}$, trong đó: γ_{Rd} - hệ số riêng xét đến sự không chuẩn xác của mô hình độ bền, $\gamma_{m,i}$ - hệ số riêng xét đến sự không chuẩn xác trong các tính chất vật liệu [1].

Điều 6.1, EN 1993-1-1 quy định về hệ số riêng như sau:

- Độ bền tiết diện ngang: γ_{M0} ;
- Độ bền cấu kiện khi tính toán mất ổn định: γ_{M1} ;
- Độ bền tiết diện ngang chống đứt do kéo: γ_{M2} ;

Các hệ số riêng γ_{Mi} cho nhà có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia.

EN 1993-1-1 khuyến nghị như sau: $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$; $\gamma_{M2} = 1,25$.

Riêng đối với giá trị γ_{M2} , Phụ lục quốc gia của BS EN 1993-1-1 khuyến nghị lấy bằng 1,1.

Các giá trị riêng khác được khuyến nghị trong các phần EN 1993 khác, không xét tới ở đây.

2.4 Nhận xét

- Theo điều 3.2.2 của EN 1993-1-1, thì các mác thép quy định trong các tiêu chuẩn sản phẩm thép của châu Âu được viện dẫn trong EN 1993-1-1 (trong đó có S235 theo Tiêu chuẩn EN 10025-2) đều đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về tính chất cơ lý của EN 1993-1-1. Các loại mác thép kết cấu khác không sản xuất theo tiêu chuẩn sản phẩm của châu Âu cần có nghiên cứu, kiểm tra tính đáp ứng các yêu cầu của EN 1993-1-1. Ở Việt Nam, theo thống kê số lượng thí nghiệm thép trong 05 năm gần đây tại phòng thí nghiệm LAS-XD01 thuộc Viện KHCN Xây dựng, thì hầu như không có thép sản xuất theo Tiêu chuẩn châu Âu, mà phổ biến nhất là các mác thép sản xuất theo Tiêu chuẩn Nhật (ví dụ SS400), Trung Quốc (ví dụ Q345B);

- EN 1993-1-1 quy định các giá trị giới hạn chảy và giới hạn bền danh định đối với các mác thép theo các Tiêu chuẩn sản phẩm đã được viện dẫn (bảng 3.1 của EN 1993-1-1). Các giá trị giới hạn này được xác định với xác suất đảm bảo thông thường là 95% (5% thí nghiệm cho kết quả nhỏ hơn giá trị danh định) [5].

Đối chiếu với bảng 1 của bài báo này, ta có thể rút ra một số nhận xét sau:

+ Về *chiều dày vật liệu*: EN 1993-1-1 áp dụng cho thép kết cấu với chiều dày vật liệu $t \geq 3$ mm (điều 1.1, EN 1993-1-1). Ngoài ra, các thông số về cường độ thép kết cấu yêu cầu trong EN 1993-1-1 chỉ đến $t \leq 80$ mm. Đối với thép kết cấu có chiều dày $t > 80$ mm, phải xác định thông số về cường độ thép kết cấu theo tiêu chuẩn sản phẩm tương ứng. Tuy nhiên, đối với kết cấu thép nhà và công trình ở Việt Nam, thì khoảng giá trị $3 \leq t \leq 80$ mm là đủ bao trùm hầu hết các loại hình cấu kiện. Đối với cấu kiện thanh thành mỏng tạo hình nguội thì có tiêu chuẩn thiết kế riêng (EN 1993-1-3);

+ Về *giới hạn chảy danh định*: Quy định của EN 1993-1-1 có sự sai khác so với EN 10025-2, cụ thể: Theo EN 10025-2 thì giới hạn chảy của mác thép S235, $f_y = 235$ N/mm² chỉ tương ứng với chiều dày $t \leq 16$ mm; với $16 < t \leq 40$ mm thì $f_y = 225$ N/mm², tức là thấp hơn so với EN 1993-1-1. Thông thường, vật liệu thép kết cấu phải đánh giá theo Tiêu chuẩn sản

phẩm, như vậy đối với thép kết cấu S235 có chiều dày $16 < t \leq 40$ mm thì EN 1993-1-1 đang cho phép lấy giá trị giới hạn chảy cao hơn so với Tiêu chuẩn sản phẩm (thiên về thiếu an toàn). Vấn đề này cần được lưu ý và có điều chỉnh hợp lý khi biên soạn phụ lục quốc gia về vật liệu thép cho Việt Nam;

+ Về *giới hạn bền danh định*: Theo EN 10025-2 thì với chiều dày $t \leq 100$ mm, giới hạn bền của các mác thép S235 phải nằm trong khoảng 360÷510 N/mm². Tuy nhiên, EN 1993-1-1 chỉ sử dụng giới hạn bền tối thiểu (360 N/mm²) để thiết kế. Đây lại là yêu cầu thiên về an toàn, nhưng dễ hiểu và hợp lý;

+ Về *độ dẻo tối thiểu*: Theo EN 1993-1-1 thì mác thép S235 đáp ứng Tiêu chuẩn EN 10025-2 sẽ được coi là đáp ứng các yêu cầu về độ dẻo tối thiểu nêu trong EN 1993-1-1 (mục 2.2 của bài báo này). Các yêu cầu về tỉ số f_u / f_y và độ giãn dài khi đứt (elongation after fracture) dễ dàng xác định bằng thí nghiệm theo EN 10025-2, và ở Việt Nam đây là thí nghiệm phổ biến. Tuy nhiên yêu cầu về biến dạng cực hạn ϵ_u ứng với giá trị giới hạn bền f_u (EN 1993-1-1 khuyến nghị $\epsilon_u \geq 15\epsilon_y$) thì không dễ xác định (ở Việt Nam cũng không mấy khi thí nghiệm chỉ tiêu này), và về lý thuyết thì khái niệm biến dạng cực hạn ϵ_u khác với khái niệm độ giãn dài sau khi đứt. Đây là một vấn đề không nhỏ khi xây dựng phụ lục quốc gia về mác thép kết cấu, vì thông thường các tiêu chuẩn sản phẩm thép kết cấu (kể cả của châu Âu) đều không yêu cầu xác định giá trị biến dạng cực hạn ϵ_u , và cũng không có phương pháp thử tương ứng. Vấn đề này sẽ được nghiên cứu và trình bày trong khuôn khổ một bài báo khác;

+ Về *các hệ số riêng (partial factor) γ_{M_i}* :

EN 1993-1-1 không diễn giải rõ từng hệ số γ_{Rd} , γ_{M_i} có giá trị bằng bao nhiêu, hay cách xác định như thế nào, mà chỉ khuyến nghị luôn giá trị $\gamma_{M_i} = \gamma_{Rd} \cdot \gamma_{M_i}$.

Các giá trị $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$ theo khuyến nghị của EN 1993-1-1 (và cả Phụ lục quốc gia của BS EN 1993-1-1) thường đi với giá trị giới hạn chảy danh định f_y (tức là EN 1993-1-1 cho phép dùng chính giá trị giới hạn chảy danh định trong các tính toán). Còn γ_{M2} dùng trong tính toán phá hoại giòn (fracture) thì đi với giới hạn bền danh định f_u . Có thể thấy, khuyến nghị của EN 1993-1-1 $\gamma_{M2} = 1,25$ là thiên về an toàn, vì bản thân giá trị f_u đưa vào EN

1993-1-1 chỉ là giá trị giới hạn bền tối thiểu của thép (ví dụ, đối với S235 thì yêu cầu về giới hạn bền là trong khoảng 360-510 N/mm², nhưng EN 1993-1-1 chỉ lấy giá trị tối thiểu là 360 N/mm²), vấn đề này có thể liên quan đến chất lượng, độ ổn định của thép sản xuất ở mỗi quốc gia, và điều kiện nhiệt độ, môi trường cụ thể tại quốc gia đó. Phụ lục quốc gia của Anh BS EN 1993-1-1 chỉ khuyến nghị $\gamma_{M2} = 1,1$.

Phần 4 của bài báo này sẽ có bình luận cụ thể hơn về γ_{M2} khi xem xét khoảng gần 3000 số liệu thí nghiệm thống kê của mác thép SS400 thực hiện tại phòng thí nghiệm LAS-XD01.

Cần lưu ý rằng, theo TCVN 5575:2012, điều 6.1.3, 6.1.4 thì $\gamma_M = 1,05$ đối với thép cán và thép ống; 1,1 đối với thép cacbon và thép hợp kim thấp, tức là giá trị tính toán của giới hạn chảy và giới hạn bền nhỏ hơn giá trị danh định (tiêu chuẩn) [7]. γ_M theo TCVN 5575:2012 là hệ số độ tin cậy về vật liệu, tức là chỉ kể đến sự biến động về cường độ vật liệu.

3. Các yêu cầu về giới hạn chảy, giới hạn bền của mác thép SS400 theo tiêu chuẩn sản phẩm JIS G3101

Bảng 2. Giới hạn chảy, giới hạn bền của mác thép SS400 theo tiêu chuẩn sản phẩm JIS G3101

Vật liệu cơ bản	Chiều dày vật liệu, t (mm)	Giới hạn chảy (Mpa)	Giới hạn bền (Mpa)
SS400	t ≤ 5	≥ 245	400 ÷ 510
	5 < t ≤ 16	≥ 245	400 ÷ 510
	16 < t ≤ 40	≥ 235	400 ÷ 510
	40 < t ≤ 100	≥ 215	400 ÷ 510
	100 < t	≥ 205	400 ÷ 510

Đối chiếu với các nhận xét nêu tại mục 2.4 của bài báo này, có thể thấy xét về mặt cường độ thì các giá trị danh định của SS400 khi thiết kế theo EN 1993-1-1 có thể lấy như sau:

Bảng 3. Giới hạn chảy và giới hạn bền danh định của SS400 khi thiết kế theo EN 1993-1-1

Vật liệu cơ bản	Chiều dày vật liệu, t (mm)	Giới hạn chảy (Mpa)	Giới hạn bền (Mpa)	Tỉ số f_u/f_y
SS400	3 ≤ t ≤ 5	245	400	1.63
	5 < t ≤ 16	245	400	1.63
	16 < t ≤ 40	235	400	1.70
	40 < t ≤ 80	215	400	1.86

Các giá trị trên cũng đáp ứng khuyến nghị của Tiêu chuẩn châu Âu về tỉ số f_u/f_y theo điều 3.2.2, EN 1993-1-1, và đáp ứng cả yêu cầu trong Phụ lục quốc gia của BS EN 1993-1-1. Các yêu cầu về độ giãn dài sẽ được trình bày trong một nghiên cứu khác.

Như vậy, về mặt cường độ danh định, SS400 hoàn toàn có thể được sử dụng khi tính toán thiết kế theo EN 1993-1-1, hoặc sử dụng các giá trị giới hạn chảy và giới hạn bền nêu trong bảng 3, hoặc coi SS400 tương đương về mặt cường độ với S235 và lấy các giá trị danh định của S235 (thiên về an toàn). Phần 4 dưới đây sẽ xem xét các số liệu thí nghiệm SS400 thực tế để có đánh giá toàn diện hơn về cường độ của mác thép này.

4. Nghiên cứu, đánh giá các giá trị giới hạn chảy và giới hạn bền thực tế của mác thép SS400

Trên cơ sở tập hợp 2590 kết quả thí nghiệm mẫu thử mác thép SS400 theo JIS G3101 thực hiện trong vài năm gần đây tại phòng thí nghiệm LAS-XD01 thuộc Viện KHCN Xây dựng [6], nhóm tác giả có một số nhận xét sau:

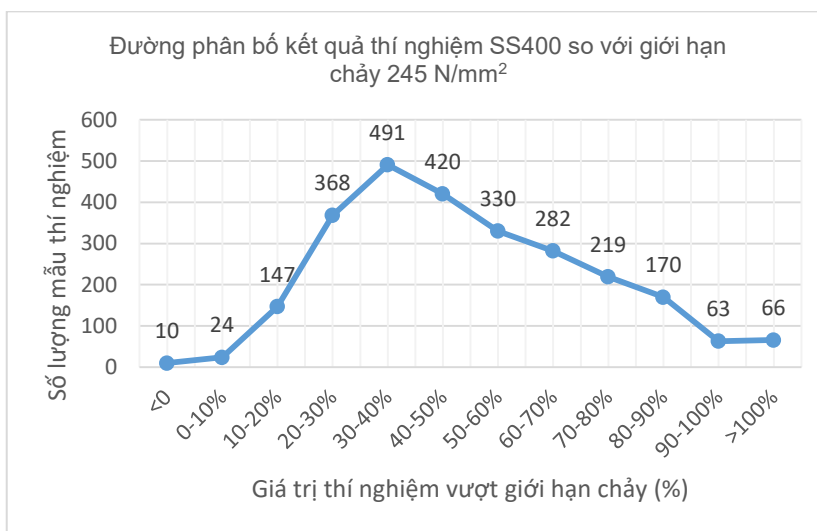
- Chiều dày 2590 mẫu thử: từ 2,0 mm đến 40 mm. Hầu hết các mẫu thép được thống kê đều có chiều dày đo thực tế nhỏ hơn chiều dày danh nghĩa của mẫu thép đó (sai lệch chiều dày là âm), nghĩa là tiết diện thép trên thực tế nhỏ hơn giá trị danh nghĩa. Tuy nhiên, mức sai lệch đều nằm trong giới hạn cho phép phù hợp với yêu cầu tiêu chuẩn đối với từng loại kích thước cụ thể;

- Số lượng mẫu thử có chiều dày 3 ≤ t ≤ 40 mm chiếm khoảng 97% tổng số mẫu thử được xem xét.

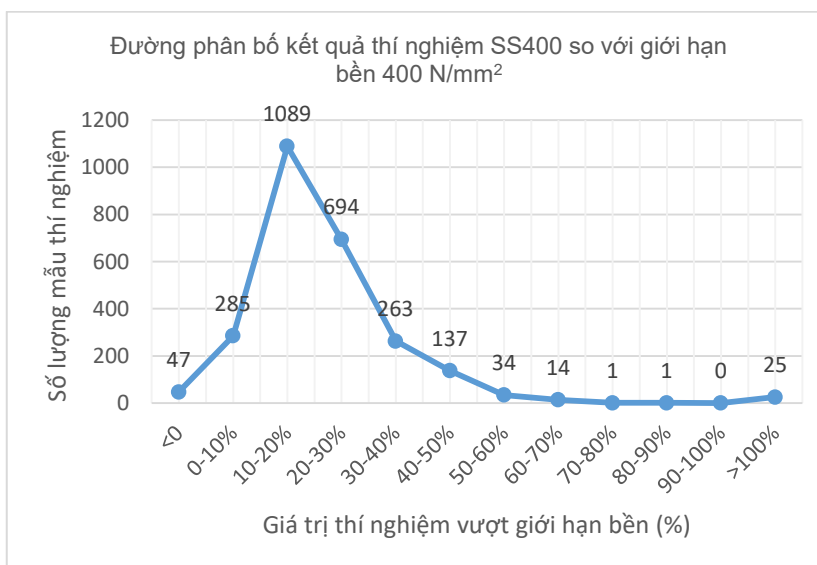
QUY CHUẨN - TIÊU CHUẨN

Nghĩa là, về cơ bản các loại chiều dày thép SS400 cán nóng thông dụng trong xây dựng ở Việt Nam đều nằm trong phạm vi điều chỉnh của EN 1993-1-1;

- Đường phân bố kết quả thí nghiệm 2590 mẫu thép SS400 so với giới hạn chảy 245 N/mm^2 và giới hạn bền tối thiểu 400 N/mm^2 xem hình 1 và 2.



Hình 1. Đường phân bố kết quả thí nghiệm SS400 so với giới hạn chảy 245 N/mm^2



Hình 2. Đường phân bố kết quả thí nghiệm SS400 so với giới hạn bền 400 N/mm^2

- Số lượng mẫu thử có giới hạn chảy thực tế nhỏ hơn 245 N/mm^2 là 10/2590 mẫu, chiếm tỷ lệ 0,38% (< 5%). Có thể thấy rằng, mặc dù Tiêu chuẩn sản phẩm quy định với chiều dày $16 \leq t \leq 40 \text{ mm}$ thì giới hạn chảy tối thiểu của SS400 là 235 N/mm^2 , tuy nhiên trong phụ lục quốc gia về mác thép, đối với SS400 có thể xem xét chấp nhận giá trị $f_y = 245 \text{ N/mm}^2$ với chiều dày $3 \leq t \leq 40 \text{ mm}$ vì xác suất thất bại ở đây vẫn < 5% (giống như EN 1993-1-1 cho phép lấy $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ đối với S235, mặc dù theo EN 10025-2 thì giới hạn chảy tối thiểu của S235 chỉ là 225 N/mm^2). Tuy nhiên nhóm tác giả cho rằng, cần có những nghiên cứu sâu hơn trước khi đưa

giá trị đề xuất trên vào tiêu chuẩn kết cấu thép theo định hướng mới. Ngoài ra, đối với các mác thép khác thì chưa chắc điều này đã đúng, có thể phải thực hiện các nghiên cứu tương tự như đã làm với SS400;

- Các hệ số an toàn riêng $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$ theo khuyến nghị của EN 1993-1-1 là phù hợp với SS400, và cũng không thể thấp hơn được nữa, vì trong tính toán không thể dùng giá trị giới hạn chảy lớn hơn giới hạn chảy danh định của vật liệu;

- Số lượng mẫu thử có giới hạn bền thực tế nhỏ hơn 400 N/mm^2 là 45/2590 mẫu, chiếm tỷ lệ 1,7%, đảm bảo xác suất hư hỏng < 5%;

- 2563/2590 mẫu (99%) có giới hạn bền thí nghiệm vượt giới hạn bền tính toán $f_u/\gamma_{M2} = 363,6$ N/mm² ($\gamma_{M2} = 1,1$). Như vậy, đối với SS400 thì khuyến nghị của EN 1993-1-1 $\gamma_{M2} = 1,25$ khá thiên về an toàn, và có thể hạ thấp được. $\gamma_{M2} = 1,1$ theo Phụ lục quốc gia của BS EN 1993-1-1 là giá trị hợp lý và kinh tế hơn đối với SS400;

- Số lượng mẫu thử có giới hạn bền cao hơn yêu cầu tiêu chuẩn (>510 N/mm²) là 509/2590 mẫu, chiếm tỷ lệ 19,6%. Với các mẫu thử này, từ góc độ thí nghiệm thì không thể kết luận là mẫu thử phù hợp với SS400 theo tiêu chuẩn JIS G3101-2010. Nhưng do EN 1993-1-1 không có chặn trên về giới hạn bền như các tiêu chuẩn sản phẩm, nên các mẫu thử này vẫn có thể coi là đạt yêu cầu về cường độ của EN 1993-1-1.

5. Kết luận và kiến nghị

- Các yêu cầu về cường độ thép kết cấu của EN 1993-1-1 là: giới hạn chảy f_y , giới hạn bền f_u , tỉ số f_u/f_y của giới hạn bền tối thiểu quy định f_u trên giới hạn chảy tối thiểu quy định f_y . Trong đó, đối với các giá trị f_y và f_u thì EN 1993-1-1 cho phép lấy theo Tiêu chuẩn sản phẩm, hoặc theo bảng 3.1 của EN 1993-1-1. Cần lưu ý rằng, với tất cả các mức thép được trích dẫn trong bảng 3.1, với chiều dày $3 \leq t \leq 40$ mm, EN 1993-1-1 cho phép lấy giá trị f_y bằng giới hạn chảy tương ứng với chiều dày $t \leq 16$ mm quy định trong Tiêu chuẩn sản phẩm. Đây là vấn đề cần lưu ý khi xây dựng phụ lục quốc gia về mức thép cho Việt Nam;

- Các mức thép kết cấu đáp ứng các tiêu chuẩn sản phẩm được viện dẫn trong EN 1993-1-1 (ví dụ S235 theo EN 10025-2) được coi là đáp ứng các yêu cầu của EN 1993-1-1;

- Các hệ số an toàn riêng đối với cường độ thép kết cấu được khuyến nghị trong EN 1993-1-1 là: $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$ (đi với giới hạn chảy f_y) và $\gamma_{M2} = 1,25$ (đi với giới hạn bền f_u). Phụ lục quốc gia BS EN 1993-1-1 lấy $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$; $\gamma_{M2} = 1,1$;

- Tại Việt Nam, SS400 là một trong những mức thép phổ biến nhất (chiếm hơn 50% số lượng thép thí nghiệm tại LAS-XD 01 của Viện KH-CN Xây dựng). Theo tiêu chuẩn sản phẩm JIS G3101, đối với mức thép SS400: với $t \leq 16$ mm thì giới hạn chảy tối thiểu $f_y = 245$ N/mm²; $16 < t \leq 40$ mm – $f_y = 235$

N/mm²; $40 < t \leq 80$ mm – $f_y = 215$ N/mm²; $t \leq 80$ mm – giới hạn bền $f_u = 400-510$ N/mm²;

- Theo thống kê từ 2590 mẫu thử SS400, khi sử dụng SS400 thiết kế theo EN 1993-1-1, với xác suất thí nghiệm thất bại < 5%, kiến nghị xem xét các thông số về cường độ như sau: với $t \leq 40$ mm – $f_y = 245$ N/mm²; $40 < t \leq 80$ mm – $f_y = 215$ N/mm²; $f_u = 400-510$ N/mm². Các hệ số an toàn riêng kiến nghị lấy như sau: $\gamma_{M0} = 1,00$; $\gamma_{M1} = 1,00$; $\gamma_{M2} = 1,1$. Tuy nhiên các đề xuất này cần có nghiên cứu sâu hơn trước khi đưa vào Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép theo định hướng mới;

- Ngoài các yêu cầu về cường độ thép kết cấu nêu trên, Tiêu chuẩn châu Âu còn có những quy định rất chặt chẽ về độ giãn dài sau khi đứt, biến dạng cực hạn ϵ_u (thông qua tỉ số ϵ_u/ϵ_y), độ dai va đập tại các nhiệt độ khác nhau, thành phần hóa học, tính hàn được và một số yêu cầu khác. Những vấn đề này cần được nghiên cứu thấu đáo khi xây dựng phụ lục quốc gia về mức thép cho Việt Nam;

- Bên cạnh hướng tiếp cận từ thực tế thí nghiệm thép Việt Nam như cách thực hiện nghiên cứu về SS400 của bài báo này, cần xem xét thêm các TCVN về thép kết cấu hiện hành để tiêu chuẩn Thiết kế kết cấu thép có thể tương thích cả với các TCVN đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. EN 1990, Basis of structural design.
2. EN 1993, Design of steel structures. *Part 1-1: General rules and rules for buildings.*
3. EN 10025-2:2004, Hot-rolled products of structural steels - *Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.*
4. BS EN 1993-1-1:2005+A1:2014 British Standard. Design of steel structures. *Part 1-1: General rules and rules for buildings.*
5. JIS G3101-2010, Rolled steels for general structure.
6. NS. Trahair, MS Bradford, DA Nethercot, L Gardner. The behaviour and design of steel structures to EC 3. *Fourth edition.*
7. TCVN 5575:2012, Kết cấu thép. Tiêu chuẩn thiết kế.
8. Các kết quả thí nghiệm mẫu thử mức thép SS400 thực hiện tại LAS-XD 01 thuộc Viện KH-CN Xây dựng.

Ngày nhận bài: 26/4/2021.

Ngày nhận bài sửa: 14/5/2021.

Ngày chấp nhận đăng: 14/05/2021.