

TCVN ***1-1:202x

THIẾT KẾ KẾT CẤU THÉP – PHẦN 1-1: QUY ĐỊNH
CHUNG VÀ QUY ĐỊNH CHO NHÀ

Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for building

DỰ THẢO

Hà Nội - 2024

Lời nói đầu

TCVN X1993-1-1:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn *BS EN 1993-1-1:2005+A1:2014 Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for building*

TCVN X1993-1-1:202x do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Mục lục

Lời nói đầu.....	3
1. Quy định chung.....	11
1.1 Phạm vi áp dụng	11
1.1.1 Phạm vi áp dụng của TCVN X1993.....	11
1.1.2 Phạm vi áp dụng của TCVN X1993-1-1	12
1.2 Tài liệu viện dẫn	13
1.2.1 Các tiêu chuẩn viện dẫn chung	13
1.2.2 Các tiêu chuẩn viện dẫn của kết cấu thép hàn được.....	13
1.3 Các giả thiết	14
1.4 Phân loại giữa nguyên tắc và quy định áp dụng	14
1.5 Thuật ngữ và định nghĩa.....	14
1.6 Ký hiệu	16
1.7 Quy ước đối với các trục cấu kiện	27
2. Cơ sở thiết kế	29
2.1 Các yêu cầu	29
2.1.1 Các yêu cầu cơ bản	29
2.1.2 Quản lý độ tin cậy	29
2.1.3 Tuổi thọ thiết kế (thời hạn sử dụng theo thiết kế), độ bền lâu và độ bền vững (robustness)	29
2.2 Các nguyên tắc cho thiết kế theo trạng thái giới hạn	30
2.3 Các biến số cơ bản	30
2.3.1 Tác động và ảnh hưởng của môi trường.....	30
2.3.2 Các tính chất của vật liệu và của sản phẩm	31
2.4 Kiểm tra bằng phương pháp hệ số riêng	31
2.4.1 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu	31
2.4.2 Các giá trị thiết kế của thông số hình học.....	31
2.4.3 Khả năng chịu lực thiết kế (độ bền thiết kế)	31
2.4.4 Kiểm tra cân bằng tĩnh (EQU)	32
2.5 Thiết kế có sự hỗ trợ của thử nghiệm.....	32
3. Vật liệu.....	33
3.1 Yêu cầu chung	33
3.2 Thép kết cấu.....	33
3.2.1 Các tính chất vật liệu.....	33
3.2.2 Các yêu cầu về độ dẻo	33

- 3.2.3 Độ dai va đập (phá hoại giòn)..... 34
- 3.2.4 Tính chất theo chiều dày 35
- 3.2.5 Dung sai..... 36
- 3.2.6 Các giá trị thiết kế của các hệ số vật liệu 36
- 3.3 Liên kết..... 36
 - 3.3.1 Các chi tiết liên kết..... 36
 - 3.3.2 Vật liệu hàn..... 37
- 3.4 Các bộ phận chế tạo sẵn khác của nhà 37
- 4. Độ bền lâu..... 37
- 5 Phân tích kết cấu..... 38
 - 5.1 Mô hình hóa kết cấu phục vụ phân tích..... 38
 - 5.1.1 Mô hình hóa kết cấu và các giả thiết cơ bản..... 38
 - 5.1.2 Mô hình hóa nút 38
 - 5.1.3 Tương tác giữa nền và kết cấu..... 38
 - 5.2 Phân tích tổng thể..... 38
 - 5.2.1 Các hiệu ứng của biến dạng hình học của kết cấu 38
 - 5.2.2 Trạng thái ổn định của khung 40
 - 5.3 Khiếm khuyết (sai lệch, không hoàn hảo)..... 42
 - 5.3.1 Cơ sở 42
 - 5.3.2 Khiếm khuyết đối với phân tích tổng thể khung 42
 - 5.3.3 Khiếm khuyết cho phân tích hệ giằng..... 47
 - 5.3.4 Các khiếm khuyết của cấu kiện 49
 - 5.4 Các phương pháp phân tích kể đến phi tuyến vật liệu 50
 - 5.4.1 Quy định chung 50
 - 5.4.2 Phân tích tổng thể đàn hồi..... 50
 - 5.4.3 Phân tích tổng thể dẻo 50
 - 5.5 Phân loại tiết diện 51
 - 5.5.1 Cơ sở 51
 - 5.5.2 Phân loại 51
 - 5.6 Các yêu cầu đối với tiết diện cho phân tích tổng thể dẻo 53
- 6 Các trạng thái giới hạn cực hạn..... 57
 - 6.1 Quy định chung..... 57
 - 6.2 Khả năng chịu lực của tiết diện (độ bền tiết diện)..... 57
 - 6.2.1 Quy định chung 57
 - 6.2.2 Các đặc trưng của tiết diện..... 59
 - 6.2.3 Kéo..... 61
 - 6.2.4 Nén 62

6.2.5 Mô men uốn.....	63
6.2.6 Cắt.....	64
6.2.7 Xoắn.....	66
6.2.8 Uốn và cắt.....	67
6.2.9 Uốn và lực dọc.....	68
6.2.10 Uốn, cắt và lực dọc.....	71
6.3 Khả năng chống mất ổn định của các cấu kiện.....	72
6.3.1 Cấu kiện tiết diện không đổi chịu nén.....	72
6.3.2 Cấu kiện tiết diện không đổi chịu uốn.....	76
6.3.3 Cấu kiện có tiết diện không đổi chịu uốn và nén dọc.....	82
6.3.4 Phương pháp chung cho mất ổn định ngang và mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện.....	83
6.3.5 Mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện có khớp dẻo.....	85
6.4 Cấu kiện tổ hợp chịu nén tiết diện không đổi.....	87
6.4.1 Các quy định chung.....	87
6.4.2 Các cấu kiện chịu nén có thanh giằng.....	89
6.4.3 Các cấu kiện chịu nén có bản giằng.....	92
6.4.4 Các cấu kiện tổ hợp đặt sát nhau.....	93
7 Các trạng thái giới hạn sử dụng.....	96
7.1 Quy định chung.....	96
7.2 Các trạng thái giới hạn sử dụng đối với công trình nhà.....	96
7.2.1 Độ võng đứng.....	96
7.2.2 Độ võng ngang.....	96
7.2.3 Các ảnh hưởng động.....	96
Phụ lục A (tham khảo).....	97
Phụ lục B (Tham khảo).....	100
Phương pháp 2: Hệ số tương tác k_{ij} sử dụng cho công thức tương tác trong 6.3.3 (4).....	100
Phụ lục C (Quy định) Lựa chọn cấp thi công.....	103
Phụ lục AB (Tham khảo) Các quy định thiết kế bổ sung.....	106
Phụ lục BB (Tham khảo) Mất ổn định của các bộ phận kết cấu nhà.....	107
BB.2 Ngăn cản chuyển vị liên tục.....	108
BB.2.1 Liên kết ngang liên tục.....	108
BB.2.2 Liên kết chống xoắn liên tục.....	109
BB.3.1 Cấu kiện tiết diện không đổi làm từ các tiết diện cán hoặc tiết diện chữ I hàn tương đương.....	110
BB.3.1.1 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết ngang kề nhau.....	110
BB.3.1.2 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết chống xoắn.....	113

TCVN *1-1:202x**

BB.3.3 Hệ số điều chỉnh cho sự thay đổi mô men trong cấu kiện được liên kết ngang dọc theo cánh chịu kéo..... 116

 BB.3.3.1 Mô men thay đổi tuyến tính..... 116

 BB.3.3.2 Mô men thay đổi phi tuyến..... 117

 BB.3.3.3 Hệ số vát..... 118

Phụ lục Quốc gia..... 120

NA.1 Phạm vi..... 120

NA.2 Thông số do quốc gia xác định..... 120

 NA.2.1 Tổng quát..... 120

 NA.2.2 Tác động và ảnh hưởng của môi trường..... 120

 NA.2.3 Vật liệu và sản phẩm thép khác [TCVN ***1-1:202X, 3.1(2)]..... 120

 NA.2.4 Tính chất vật liệu [TCVN ***1-1:202X, 3.2.1(1)]..... 121

 NA.2.5 Yêu cầu độ dẻo [TCVN ***1-1:202X, 3.2.2(1)]..... 121

 NA.2.6 Độ dai va đập [TCVN ***1-1:202X, 3.2.3(1)]..... 121

 NA.2.7 Tính chất độ cứng cho các cấu kiện chịu nén [TCVN ***1-1:202X, 3.2.3(3)B]..... 121

 NA.2.8 Tính chất theo độ dày [TCVN ***1-1:202X, 3.2.4(1)B]..... 122

 NA.2.9 Ảnh hưởng của biến dạng hình học của kết cấu [TCVN ***1-1:202X, 5.2.1(3)]..... 122

 NA.2.10 Ổn định kết cấu của khung [TCVN ***1-1:202X, 5.2.2(8)]..... 122

 NA.2.11 Giá trị thiết kế của khiếm khuyết (sai lệch) vòng cục bộ ban đầu [TCVN ***1-1:202X, 5.3.2(3)]..... 122

 NA.2.12 Biên độ khiếm khuyết (không hoàn hảo) [TCVN ***1-1:202X, 5.3.2(11)]..... 123

 NA.2.13 Khiếm khuyết (không hoàn hảo) cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN ***1-1:202X, 5.3.4(3)]..... 123

 NA.2.14 Hệ số riêng cho các kết cấu không kể đến bởi TCVN **** Phần 2 đến Phần 6 [TCVN ***1-1:202X, 6.1(1)]..... 123

 NA.2.15 Các hệ số riêng cho nhà [TCVN ***1-1:202X, 6.1(1)]..... 123

 NA.2.15a Lựa chọn đường cong mất ổn định cho các vật liệu không thuộc Bảng 3.1 [TCVN ***1-1:202X, 6.3.1.2 Bảng 6.2]..... 125

 NA.2.15b Xác định chiều dài tính toán L_{cr} cho mất ổn định dạng uốn [TCVN ***1-1:202X, 6.3.1.3(1)]..... 125

 NA.2.16 Các hệ số khiếm khuyết cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.2(2)]..... 125

 NA.2.16b Xác định mô men tới hạn đàn hồi cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.2(2)]..... 125

 NA.2.17 Mất ổn định xoắn-ngang cho các tiết diện cán hoặc các tiết diện hàn tương đương [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.3(1)]..... 128

 NA.2.18 Hệ số điều chỉnh, f [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.3(2)]..... 129

 NA.2.19 Độ mảnh giới hạn λ_{co} [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.4(1)B]..... 129

 NA.2.20 Hệ số điều chỉnh, k_{fl} [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.4(2)B]..... 129

 NA.2.21 Các hệ số tương tác k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} và k_{zz} [TCVN ***1-1:202X, 6.3.3(5)]..... 130

NA.2.22 Phương pháp chung cho mất ổn định ngang và mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện [TCVN ***1-1:202X, 6.3.4(1)]	130
NA.2.23 Độ võng đứng [TCVN ***1-1:202X, 7.2.1(1)B]	130
NA.2.24 Độ võng ngang [TCVN ***1-1:202X, 7.2.2(1)B].....	130
NA.2.25 Ảnh hưởng động [TCVN ***1-1:202X, 7.2.3(1)B]	131
NA.2.26 Chiều dài tính toán tiết diện rỗng trong dầm dạng giàn [TCVN ***1-1:202X, BB.1.3(3)B].....	131
NA.3 Quyết định về tình trạng phụ lục tham khảo	131
NA.3.1 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục A	131
NA.3.2 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục B	131
NA.3.3 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục AB.....	131
NA.3.4 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục BB.....	131
NA.4 Tham chiếu đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn	132
Tài liệu tham khảo.....	132

Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-1: Quy định chung và quy định cho nhà

Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for building

1. Quy định chung

1.1 Phạm vi áp dụng

1.1.1 Phạm vi áp dụng của TCVN X1993

(1) TCVN X1993 áp dụng để thiết kế nhà và các công trình kỹ thuật dân dụng bằng thép. Tiêu chuẩn này bao gồm các nguyên tắc và các yêu cầu đối với an toàn và giới hạn sử dụng của kết cấu, cơ sở thiết kế và kiểm tra kết cấu được đưa ra trong TCVN X1990 – Cơ sở thiết kế kết cấu.

(2) TCVN X1993 chỉ đề cập tới các yêu cầu về khả năng chịu lực, giới hạn sử dụng, độ bền lâu và khả năng chịu lửa của các kết cấu thép. Các yêu cầu khác, ví dụ liên quan đến cách nhiệt hoặc cách âm, không được đề cập trong tiêu chuẩn này.

(3) TCVN X1993 được sử dụng kết hợp với:

- TCVN X1990 “Cơ sở thiết kế kết cấu”;
- TCVN X1991 “Tác động lên kết cấu”;
- Các tiêu chuẩn sản phẩm hoặc các tài liệu liên quan đến sản phẩm kết cấu thép;
- TCVN X1090-1 "Thi công kết cấu thép và kết cấu nhôm" - Phần 1: Yêu cầu về đánh giá mức độ phù hợp của cấu kiện chịu lực;
- TCVN X1090-2 "Thi công kết cấu thép và kết cấu nhôm" - Phần 2: Yêu cầu kỹ thuật cho kết cấu thép;
- TCVN X1992 đến TCVN X1999 khi được viện dẫn tới.

(4) TCVN X1993 được chia thành các phần sau:

- TCVN X1993-1 Thiết kế kết cấu thép: Quy định chung và quy định cho nhà;
- ~~EN 1993-2 Thiết kế kết cấu thép – Cầu thép;~~
- TCVN X1993-3 Thiết kế kết cấu thép: Trụ, tháp và ống khói;
- TCVN X1993-4 Thiết kế kết cấu thép: Si lô, bể chứa và đường ống;

TCVN ***1-1:202x

- TCVN X1993-5 Thiết kế kết cấu thép: Cọc;
- TCVN X1993-6 Thiết kế kết cấu thép: Các kết cấu đỡ cần trục.

(5) TCVN X1993-3 đến TCVN X1993-6 viện dẫn tới các quy định chung nêu trong TCVN X1993-1. Các quy định trong các phần TCVN X1993-3 đến TCVN X1993-6 bổ sung thêm các quy định chung trong TCVN X1993-1.

(6) TCVN X1993-1 Quy định chung và quy định cho nhà bao gồm:

TCVN X1993-1-1 Thiết kế kết cấu thép – Quy định chung và quy định cho nhà

TCVN X1993-1-2 Thiết kế kết cấu thép – Quy định chung – Thiết kế chịu lửa

TCVN X1993-1-3 Thiết kế kết cấu thép – Quy định chung – Quy định bổ sung cho cấu kiện và tấm tạo hình nguội

TCVN X1993-1-4 Thiết kế kết cấu thép – Quy định chung – Quy định bổ sung cho thép không gỉ

TCVN X1993-1-5 Thiết kế kết cấu thép – Cấu kiện làm từ bản phẳng

TCVN X1993-1-6 Thiết kế kết cấu thép – Độ bền và ổn định kết cấu vữa

TCVN X1993-1-7 Thiết kế kết cấu thép – Kết cấu bản phẳng chịu tải trọng ngoài mặt phẳng

TCVN X1993-1-8 Thiết kế kết cấu thép – Thiết kế nút

TCVN X1993-1-9 Thiết kế kết cấu thép – Mối

TCVN X1993-1-10 Thiết kế kết cấu thép – Độ dai và tính chất theo chiều dày của vật liệu

TCVN X1993-1-11 Thiết kế kết cấu thép – Thiết kế kết cấu có dây hoặc thanh căng

TCVN X1993-1-12 Thiết kế kết cấu thép – Quy định bổ sung cho TCVN X1993 đối với vật liệu thép tới S 700.

1.1.2 Phạm vi áp dụng của TCVN X1993-1-1

(1) Tiêu chuẩn này đưa ra các quy định thiết kế cơ bản cho kết cấu thép với chiều dày vật liệu $t \geq 3$ mm. Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các quy định bổ sung đối với thiết kế kết cấu của nhà thép. Các quy định bổ sung này được ký hiệu bằng chữ cái “B” sau số thứ tự đoạn văn, ví dụ ()B.

CHÚ THÍCH: Đối với các cấu kiện và tấm tạo hình nguội, xem TCVN X1993-1-3.

(2) TCVN X1993-1-1 gồm các điều sau:

Điều 1: Quy định chung

Điều 2: Cơ sở thiết kế

Điều 3: Vật liệu

Điều 4: Độ bền lâu

Điều 5: Phân tích kết cấu

Điều 6: Các trạng thái giới hạn cực hạn

Điều 7: Các trạng thái giới hạn sử dụng

- (3) Điều 1 đến 2 đưa ra các quy định bổ sung cho các quy định trong TCVN X1990 “Cơ sở thiết kế kết cấu”.
- (4) Điều 3 đề cập tới các tính chất vật liệu của sản phẩm làm từ thép kết cấu hợp kim thấp.
- (5) Điều 4 đưa ra các quy định chung cho độ bền lâu.
- (6) Điều 5 đề cập tới phân tích kết cấu, mà trong đó các cấu kiện có thể được mô hình hóa với mức độ chính xác cần thiết như các phần tử thanh cho phân tích tổng thể.
- (7) Điều 6 đưa ra các quy định chi tiết để thiết kế tiết diện và cấu kiện.
- (8) Điều 7 đưa ra các quy định về khả năng sử dụng.

1.2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

1.2.1 Các tiêu chuẩn viện dẫn chung

TCVN X1090 *Thi công kết cấu thép – Các yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 12705 (ISO 12944) *Sơn và vecni – Bảo vệ chống ăn mòn kết cấu thép bằng các hệ sơn bảo vệ*

TCVN 5408 (ISO 1461) *Lớp phủ kẽm nhúng nóng trên bề mặt sản phẩm gang và thép - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*

1.2.2 Các tiêu chuẩn viện dẫn của kết cấu thép hàn được

EN 10025-1 :2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 1: Điều kiện chung khi cung cấp.*

EN 10025-2:2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 2: Điều kiện cung cấp đối với thép kết cấu không hợp kim.*

EN 10025-3:2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 3: Điều kiện cung cấp đối với thép kết cấu hạt mịn hàn được thường hóa và cán thường hóa.*

EN 10025-4:2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 4: Điều kiện cung cấp đối với thép kết cấu hạt mịn cán cơ nhiệt hàn được.*

EN 10025-5:2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 5: Điều kiện cung cấp đối với thép kết cấu chịu ăn mòn khí quyển.*

EN 10025-6:2004, *Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 6: Điều kiện cung cấp đối với sản phẩm thép tấm cường độ cao ở trạng thái tôi và ram.*

TCVN *1-1:202x**

EN 10164:1993, *Sản phẩm thép với tính chất biến dạng được cải thiện theo phương vuông góc bề mặt sản phẩm – Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.*

EN 10210-1:1994, *Thép kết cấu rỗng được gia công nóng hoàn thiện từ thép không hợp kim và thép hạt mịn – Phần 1: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.*

EN 10219-1:1997, *Thép kết cấu tiết diện rỗng tạo hình nguội – Phần 1: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.*

TCVN 9986 (ISO 630), *Thép kết cấu.*

TCVN 11228-1:2015 (ISO 12633-1:2011), *Thép kết cấu rỗng được gia công nóng hoàn thiện từ thép không hợp kim và thép hạt mịn – Phần 1: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.*

1.3 Các giả thiết

(1) Để bổ sung cho các giả thiết chung của TCVN X1990, áp dụng giả thiết sau đây:

Chế tạo và lắp dựng phù hợp với TCVN X1090.

1.4 Phân loại giữa nguyên tắc và quy định áp dụng

(1) Áp dụng các quy định trong 1.4 của TCVN X1990.

1.5 Thuật ngữ và định nghĩa

(1) Áp dụng các quy định trong 1.5 của TCVN X1990.

(2) Các thuật ngữ và định nghĩa sau được sử dụng trong tiêu chuẩn này:

1.5.1

Khung (frame)

Toàn bộ hoặc một phần của kết cấu, bao gồm một tổ hợp các cấu kiện kết cấu được liên kết trực tiếp với nhau, được thiết kế để cùng chịu tải trọng; thuật ngữ này bao gồm cả các khung chịu mô men cũng như khung rỗng; và bao gồm cả các khung phẳng và khung không gian.

1.5.2

Khung phụ (sub-frame)

Khung tạo thành một phần của khung lớn hơn, nhưng được coi như một khung độc lập khi phân tích kết cấu.

1.5.3

Loại khung (type of framing)

Thuật ngữ dùng để phân biệt giữa các khung sau đây:

- Bán liên tục, là loại khung mà các tính chất kết cấu của cấu kiện và liên kết đều phải xét đến trong phân tích tổng thể.
- Liên tục, là loại khung mà chỉ có tính chất kết cấu của cấu kiện phải xét đến trong phân tích tổng thể.
- Đơn giản, là loại khung mà trong đó các nút liên kết không phải chịu mô men.

1.5.4

Phân tích tổng thể (global analysis)

Việc xác định nội lực và mô men trong kết cấu ở trạng thái cân bằng dưới mỗi tổ hợp tác động lên kết cấu.

1.5.5

Chiều dài hình học (system length)

Khoảng cách trong mặt phẳng cho trước giữa hai điểm kề nhau mà tại đó một cấu kiện được giằng chống lại chuyển vị ngang trong mặt phẳng này, hoặc giữa một điểm như thế và một đầu còn lại của cấu kiện.

1.5.6

Chiều dài tính toán (buckling length)

Chiều dài hình học của một cấu kiện tương tự nhưng có liên kết các đầu là khớp và có cùng lực tới hạn gây mất ổn định như của cấu kiện đó hoặc một đoạn của cấu kiện đó.

1.5.7

Hiệu ứng trễ cắt (shear lag effect)

Sự phân bố ứng suất không đều trong bản cánh rộng do biến dạng cắt, được kể đến bằng cách sử dụng bề rộng cánh hiệu dụng (hữu hiệu/tính toán) trong đánh giá an toàn.

1.5.8

Thiết kế theo khả năng (capacity design)

Phương pháp thiết kế để đạt được khả năng biến dạng dẻo trong một cấu kiện bằng cách tăng cường khả năng chịu lực của các liên kết cấu kiện đó và trong các phần khác được liên kết với nó.

1.5.9

Cấu kiện tiết diện không đổi (uniform member)

Cấu kiện với tiết diện không đổi dọc theo toàn bộ chiều dài.

1.6 Ký hiệu

(1) Trong tiêu chuẩn này sử dụng các ký hiệu sau.

(2) Các ký hiệu bổ sung được định nghĩa tại các vị trí lần đầu xuất hiện.

CHÚ THÍCH: Các ký hiệu được sắp xếp theo thứ tự xuất hiện trong TCVN X1993-1-1. Một ký hiệu có thể có các nghĩa khác nhau.

Điều 1

$x-x$	Trục dọc cấu kiện
$y-y$	Trục của tiết diện ngang (tiết diện)
$z-z$	Trục của tiết diện
$u-u$	Trục quán tính chính thứ nhất (khi nó không trùng với trục $y-y$)
$v-v$	Trục quán tính chính thứ hai (khi nó không trùng với trục $z-z$)
b	Chiều rộng tiết diện
h	Chiều cao tiết diện
d	Chiều cao phần bản bụng có chiều dày không đổi
t_w	Chiều dày bản bụng
t_r	Chiều dày bản cánh
r	Bán kính lượn cong
r_1	Bán kính lượn trong
r_2	Bán kính lượn cạnh
t	Chiều dày

Điều 2

P_k	Giá trị danh định của hệ quả ứng suất trước xuất hiện trong quá trình lắp dựng
G_k	Giá trị danh định của hệ quả tác động thường xuyên
X_k	Các giá trị đặc trưng của tính chất vật liệu
X_n	Các giá trị danh định của tính chất vật liệu
R_d	Giá trị thiết kế (giá trị tính toán) của khả năng chịu lực (sức kháng, độ bền)
R_k	Giá trị đặc trưng của khả năng chịu lực (sức kháng, độ bền)
γ_M	Hệ số riêng tổng thể
γ_{Mi}	Hệ số riêng cụ thể

γ_{Mf}	Hệ số riêng cho mỗi
η	Hệ số chuyển đổi
a_d	Giá trị thiết kế của thông số hình học

Điều 3

f_y	Giới hạn chảy
f_u	Giới hạn bền (cường độ tiêu chuẩn của thép theo giới hạn bền)
R_{eH}	Giới hạn chảy theo các tiêu chuẩn sản phẩm
R_m	Giới hạn bền theo các tiêu chuẩn sản phẩm
A_0	Diện tích của tiết diện ban đầu
ε_y	Biến dạng chảy (biến dạng ứng với giới hạn chảy)
ε_u	Biến dạng bền (biến dạng ứng với giới hạn bền)
Z_{Ed}	Giá trị thiết kế yêu cầu của Z - là giá trị phụ thuộc vào độ lớn của biến dạng do sự ngăn cản kim loại co khi hàn
Z_{Rd}	Giá trị thiết kế cho phép của Z
E	Mô đun đàn hồi
G	Mô đun trượt
ν	Hệ số Poisson ở giai đoạn đàn hồi
α	Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính

Điều 5

α_{cr}	Hệ số mà các tải trọng thiết kế phải được tăng lên để gây ra trạng thái mất ổn định đàn hồi tổng thể
F_{Ed}	Tải trọng thiết kế lên kết cấu
F_{cr}	Lực (tải trọng) tới hạn đàn hồi gây ra trạng thái mất ổn định tổng thể, được xác định dựa trên độ cứng đàn hồi ban đầu
H_{Ed}	Tổng tải trọng thiết kế theo phương ngang, bao gồm các lực tương đương truyền bởi tầng (lực cắt tầng)
V_{Ed}	Tổng tải trọng thiết kế theo phương đứng lên khung, được truyền bởi tầng
$\delta_{H,Ed}$	Chuyển dịch ngang tương đối của đỉnh tầng so với sàn tầng
h	Chiều cao tầng

TCVN ***1-1:202x

$\bar{\lambda}$	Độ mảnh quy ước
N_{Ed}	Giá trị thiết kế của lực dọc (lực dọc thiết kế)
ϕ	Khiếm khuyết ban đầu (sai lệch, không hoàn hảo) ở dạng nghiêng tổng thể so với phương đứng
ϕ_0	Giá trị cơ sở của ϕ
α_h	Hệ số giảm của chiều cao h , áp dụng cho cột
h	Chiều cao kết cấu
α_m	Hệ số giảm cho một số lượng cột trong một hàng
m	Số lượng cột trong một hàng
e_0	Biên độ lớn nhất của độ cong ban đầu của cấu kiện
L	Chiều dài cấu kiện
η_{init}	Biên độ của dạng mất ổn định tới hạn đàn hồi
η_{cr}	Dạng mất ổn định tới hạn đàn hồi
$e_{0,d}$	Giá trị thiết kế của biên độ lớn nhất của độ cong ban đầu của cấu kiện
$M_{R,k}$	Khả năng chịu uốn (độ bền uốn) đặc trưng (tiêu chuẩn) của tiết diện nguy hiểm nhất
$N_{R,k}$	Khả năng chịu nén (độ bền nén) đặc trưng của tiết diện nguy hiểm nhất
α	Hệ số khiếm khuyết (sai lệch, không hoàn hảo)
$EI\eta''$	Mô men uốn do η_{cr} tại tiết diện nguy hiểm nhất
χ	Hệ số ổn định đối với đường cong mất ổn định tương ứng
$\alpha_{ult,k}$	Hệ số khuếch đại tối thiểu của các tải trọng thiết kế để đạt đến khả năng chịu lực đặc trưng (độ bền tiêu chuẩn) của tiết diện nguy hiểm nhất của bộ phận kết cấu, có kể đến ứng xử trong mặt phẳng của nó mà không xét đến mất ổn định ngang hoặc xoắn ngang, nhưng vẫn bao gồm tất cả các hiệu ứng do biến dạng hình học trong mặt phẳng và các khiếm khuyết (tổng thể cũng như cục bộ)
α_{cr}	Hệ số khuếch đại lực tối thiểu để đạt tới lực tới hạn đàn hồi
q	Lực tương đương trên một đơn vị chiều dài
δ_q	Chuyển vị trong mặt phẳng của hệ giằng
q_d	Lực thiết kế tương đương trên một đơn vị chiều dài
M_{Ed}	Mô men uốn thiết kế

k	Hệ số cho $e_{0,d}$
ε	Biến dạng
σ	Ứng suất
$\sigma_{com,Ed}$	Ứng suất nén thiết kế lớn nhất trong một cấu kiện
l	Chiều dài
ε	Hệ số phụ thuộc vào f_y
c	Chiều rộng hoặc chiều cao của một phần tiết diện
α	Tỉ lệ phần tiết diện chịu nén
ψ	Tỉ số ứng suất hoặc tỉ số biến dạng
k_σ	Hệ số mất ổn định của bản phẳng
d	Đường kính ngoài của tiết diện ống tròn rỗng

Điều 6

γ_{M0}	Hệ số riêng cho khả năng chịu lực (độ bền) của tiết diện không phụ thuộc loại tiết diện
γ_{M1}	Hệ số riêng cho khả năng chống mất ổn định (độ bền ổn định) của cấu kiện khi kiểm tra cấu kiện
γ_{M2}	Hệ số riêng cho khả năng chịu kéo đứt của tiết diện (độ bền kéo đứt của tiết diện)
$\sigma_{x,Ed}$	Giá trị thiết kế của ứng suất pháp cục bộ (ứng suất pháp cục bộ thiết kế), song song với trục dọc
$\sigma_{z,Ed}$	Giá trị thiết kế của ứng suất pháp cục bộ (ứng suất pháp cục bộ thiết kế), vuông góc với trục dọc
τ_{Ed}	Giá trị thiết kế của ứng suất tiếp cục bộ (ứng suất tiếp cục bộ thiết kế)
N_{Ed}	Lực dọc thiết kế
$M_{y,Ed}$	Mô men uốn thiết kế, trục y-y
$M_{z,Ed}$	Mô men uốn thiết kế, trục z-z
N_{Rd}	Giá trị thiết kế của khả năng chịu lực dọc (khả năng chịu lực dọc thiết kế)
$M_{y,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu uốn (khả năng chịu uốn thiết kế), trục y-y
$M_{z,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu uốn (khả năng chịu uốn thiết kế), trục z-z
s	Khoảng cách giữa tâm hai lỗ kề nhau và được bố trí so le, đo theo phương song song với trục cấu kiện

TCVN ***1-1:202x

p	Khoảng cách giữa tâm hai lỗ giống nhau, đo theo phương vuông góc với trục dọc cấu kiện
n	Số lỗ bố trí trên bất kỳ đường chéo hoặc đường zig zắc mà đi qua toàn bộ cấu kiện hoặc một phần cấu kiện
d_0	Đường kính lỗ
e_N	Chuyển dịch của tâm diện tích hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán) A_{eff} so với trọng tâm tiết diện nguyên
ΔM_{Ed}	Mô men bổ sung, sinh ra bởi sự chuyển dịch của tâm diện tích hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán) A_{eff} so với trọng tâm tiết diện nguyên
A_{eff}	Diện tích hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán) của tiết diện
$N_{t,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu kéo (độ bền kéo)
$N_{pl,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu lực dọc của tiết diện nguyên trong giai đoạn dẻo (khả năng chịu lực dọc thiết kế trong giai đoạn dẻo của tiết diện nguyên)
$N_{u,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu lực dọc cực hạn của tiết diện thực tại các lỗ (khả năng chịu lực dọc cực hạn thiết kế của tiết diện thực)
A_{net}	Diện tích tiết diện thực
$N_{net,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu lực dọc của tiết diện thực trong giai đoạn dẻo (khả năng chịu lực dọc thiết kế trong giai đoạn dẻo của tiết diện thực)
$N_{c,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu nén của tiết diện (khả năng chịu nén thiết kế của tiết diện) khi chịu nén đều
$M_{c,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu uốn (khả năng chịu uốn thiết kế) đối với một trục quán tính chính của tiết diện
W_{pl}	Mô đun chống uốn dẻo của tiết diện
$W_{el,min}$	Mô đun chống uốn đàn hồi nhỏ nhất của tiết diện
$W_{eff,min}$	Mô đun chống uốn nhỏ nhất của tiết diện hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán)
A_f	Diện tích tiết diện của cánh chịu kéo
$A_{f,net}$	Diện tích tiết diện thực của cánh chịu kéo
V_{Ed}	Giá trị thiết kế của lực cắt (lực cắt thiết kế)
$V_{c,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu cắt (khả năng chịu cắt thiết kế)
$V_{pl,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chịu cắt trong giai đoạn dẻo (khả năng chịu cắt dẻo thiết kế)
A_v	Diện tích chịu cắt
η	Hệ số cho diện tích chịu cắt
S	Mô men tĩnh của diện tích

I	Mô men quán tính của diện tích
A	Diện tích tiết diện
A_w	Diện tích tiết diện của bụng
A_f	Diện tích tiết diện của một cánh
T_{Ed}	Giá trị thiết kế của tổng các mô men xoắn (tổng các mô men xoắn thiết kế)
T_{Rd}	Giá trị thiết kế của khả năng chịu xoắn (khả năng chịu xoắn thiết kế)
$T_{t,Ed}$	Giá trị thiết kế của nội mô men xoắn St. Venant
$T_{w,Ed}$	Giá trị thiết kế của nội mô men xoắn kiểm chế
$\tau_{t,Ed}$	Ứng suất tiếp thiết kế do xoắn St. Venant
$\tau_{w,Ed}$	Ứng suất tiếp thiết kế do xoắn kiểm chế
$\sigma_{w,Ed}$	Ứng suất pháp thiết kế do bi mô men B_{Ed}
B_{Ed}	Giá trị thiết kế của bi mô men
$V_{pl,T,Rd}$	Giá trị thiết kế suy giảm của khả năng chịu cắt trong giai đoạn dẻo (khả năng chịu cắt dẻo thiết kế), có xét đến mô men xoắn
ρ	Hệ số giảm để xác định giá trị thiết kế suy giảm của khả năng chịu uốn có xét đến lực cắt
$M_{V,Rd}$	Giá trị thiết kế suy giảm của khả năng chịu uốn có xét đến lực cắt (khả năng chịu uốn thiết kế suy giảm có xét đến lực cắt)
$M_{N,Rd}$	Giá trị thiết kế suy giảm của khả năng chịu uốn có xét đến lực dọc (khả năng chịu uốn thiết kế suy giảm có xét đến lực dọc)
n	Tỉ số lực dọc thiết kế trên khả năng chịu lực dọc thiết kế của tiết diện nguyên trong giai đoạn dẻo
a	Tỉ số diện tích bản bụng trên diện tích tiết diện nguyên
α	Thông số kể đến hiệu ứng mô men uốn hai phương
β	Thông số kể đến hiệu ứng mô men uốn hai phương
$e_{N,y}$	Chuyển dịch của tâm diện tích hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán) A_{eff} so với trọng tâm tiết diện nguyên (trục y-y)
$e_{N,z}$	Chuyển dịch của tâm diện tích hiệu dụng (hữu hiệu, tính toán) A_{eff} so với trọng tâm tiết diện nguyên (trục z-z)
$W_{eff,min}$	Mô đun chống uốn hiệu dụng (hữu hiệu) nhỏ nhất
$N_{b,Rd}$	Giá trị thiết kế của khả năng chống mất ổn định của một cấu kiện chịu nén (khả năng chống mất ổn định thiết kế của một cấu kiện chịu nén)

TCVN *1-1:202x**

χ	Hệ số ổn định đối với dạng mất ổn định tương ứng
ϕ	Giá trị để xác định hệ số giảm χ
a_0, a, b, c, d	Ký hiệu của các đường cong mất ổn định
N_{cr}	Lực tới hạn cho dạng mất ổn định tương ứng trong giai đoạn đàn hồi (lực tới hạn đàn hồi) dựa trên các đặc trưng của tiết diện nguyên
i	Bán kính quán tính đối với trục tương ứng của tiết diện nguyên
λ_1	Giá trị độ mảnh để xác định độ mảnh quy ước
$\bar{\lambda}_T$	Độ mảnh quy ước cho dạng mất ổn định xoắn hoặc mất ổn định uốn-xoắn
$N_{cr,TF}$	Lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định uốn - xoắn
$N_{cr,T}$	Lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định xoắn
$M_{b,Rd}$	Mô men chống mất ổn định thiết kế
χ_{LT}	Hệ số ổn định đối với dạng mất ổn định xoắn-ngang
ϕ_{LT}	Giá trị để xác định hệ số giảm χ_{LT}
α_{LT}	Hệ số khiếm khuyết (sai lệch, không hoàn hảo)
$\bar{\lambda}_{LT}$	Độ mảnh quy ước cho dạng mất ổn định xoắn-ngang
M_{cr}	Mô men tới hạn đàn hồi cho dạng mất ổn định xoắn-ngang
$\bar{\lambda}_{LT,0}$	Chiều dài đoạn thẳng nằm ngang của đường cong mất ổn định dạng xoắn-ngang cho các tiết diện cán và các tiết diện hàn
β	hệ số hiệu chỉnh cho các đường cong mất ổn định xoắn-ngang cho các tiết diện cán và các tiết diện hàn
$\chi_{LT,mod}$	Hệ số ổn định điều chỉnh đối với dạng mất ổn định xoắn-ngang
f	Hệ số điều chỉnh cho χ_{LT}
k_c	Hệ số hiệu chỉnh cho sự phân phối mô men
ψ	Tỉ số các mô men trong đoạn cấu kiện
L_c	Chiều dài giữa các điểm ngăn cản chuyển vị ngang
$\bar{\lambda}_f$	Độ mảnh tương đương của cánh chịu nén
$i_{f,z}$	Bán kính quán tính của cánh chịu nén quanh trục yếu của tiết diện
$I_{eff,f}$	Mô men quán tính hiệu dụng (hữu hiệu) của cánh chịu nén quanh trục yếu của tiết diện
$A_{eff,f}$	Diện tích hiệu dụng (hữu hiệu) của cánh chịu nén

$A_{eff,w,c}$	Diện tích hiệu dụng (hữu hiệu) của phần chịu nén của bản bụng
$\bar{\lambda}_{c0}$	Thông số độ mảnh
$k_{f\ell}$	Hệ số điều chỉnh
$\Delta M_{y,Ed}$	Các mô men do sự dịch chuyển trọng tâm tiết diện so với trục y-y
$\Delta M_{z,Ed}$	Các mô men do sự dịch chuyển trọng tâm tiết diện so với trục z-z
χ_y	Hệ số ổn định đối với dạng mất ổn định uốn dọc (trục y-y)
χ_z	Hệ số ổn định đối với dạng mất ổn định uốn dọc (trục z-z)
k_{yy}	Hệ số tương tác
k_{yz}	Hệ số tương tác
k_{zy}	Hệ số tương tác
k_{zz}	Hệ số tương tác
$\bar{\lambda}_{op}$	Độ mảnh quy ước tổng thể của một bộ phận kết cấu cho dạng mất ổn định ngoài mặt phẳng
χ_{op}	Hệ số ổn định của độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}_{op}$
$\alpha_{ult,k}$	Hệ số khuếch đại tối thiểu của các tải trọng thiết kế để đạt đến khả năng chịu lực đặc trưng của tiết diện nguy hiểm nhất
$\alpha_{cr,op}$	Hệ số khuếch đại tối thiểu của các tải trọng thiết kế trong mặt phẳng để đạt đến tải trọng mất ổn định tới hạn đàn hồi liên quan đến mất ổn định ngang hoặc mất ổn định xoắn-ngang
N_{Rk}	Giá trị đặc trưng của khả năng chịu nén
$M_{y,Rk}$	Giá trị đặc trưng của khả năng chịu uốn đối với trục y-y
$M_{z,Rk}$	Giá trị đặc trưng của khả năng chịu uốn đối với trục z-z
Q_m	Lực cục bộ tác dụng lên từng cấu kiện được giữ ổn định tại các vị trí khớp dèo
L_{stable}	Chiều dài ổn định của đoạn cấu kiện
L_{ch}	Chiều dài tính toán của nhánh
h_0	Khoảng cách giữa trục của các nhánh trong cột tổ hợp
a	Khoảng cách giữa các điểm giằng của các nhánh
α	Góc giữa trục của các nhánh và các thanh giằng
i_{min}	Bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện thép góc đơn
A_{ch}	Diện tích tiết diện của một nhánh của một cột tổ hợp

TCVN ***1-1:202x

$N_{ch,Ed}$	Lực dọc thiết kế trong nhánh tại điểm giữa của một cấu kiện tổ hợp
M_{Ed}^I	Giá trị thiết kế của mô men bậc nhất lớn nhất tại điểm giữa của cấu kiện tổ hợp
I_{eff}	Mô men quán tính hiệu dụng của cấu kiện tổ hợp
S_V	Độ cứng chống cắt của cấu kiện tổ hợp sử dụng thanh giằng hoặc bản giằng
n	Số lượng mặt phẳng của thanh giằng hoặc bản giằng
A_d	Diện tích một thanh xiên của cột tổ hợp
d	Chiều dài một thanh xiên của cột tổ hợp
A_V	Diện tích của một thanh chống (hoặc thanh ngang) của cột tổ hợp
I_{ch}	Mô men quán tính trong mặt phẳng đang xét của một nhánh
I_b	Mô men quán tính trong mặt phẳng đang xét của một bản giằng ngang
μ	Hệ số ảnh hưởng
i_y	Bán kính quán tính (trục y-y)

Phụ lục A

$C_{m,y}$	Hệ số quy đổi về biểu đồ không đổi tương đương của mô men (biểu đồ mô men tương đương hình chữ nhật)
$C_{m,z}$	Hệ số quy đổi về biểu đồ không đổi tương đương của mô men
$C_{m,LT}$	Hệ số quy đổi về biểu đồ không đổi tương đương của mô men
μ_y	Hệ số
μ_z	Hệ số
$N_{cr,y}$	Lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định tương ứng với trục y-y
$N_{cr,z}$	Lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định tương ứng với trục z-z
C_{yy}	Hệ số
C_{yz}	Hệ số
C_{zy}	Hệ số
C_{zz}	Hệ số
W_y	Hệ số
W_z	Hệ số
n_{pl}	Hệ số
$\bar{\lambda}_{max}$	Giá trị lớn nhất của $\bar{\lambda}_y$ và $\bar{\lambda}_z$

b_{LT}	Hệ số
c_{LT}	Hệ số
d_{LT}	Hệ số
e_{LT}	Hệ số
ψ_y	Tỉ số của các mô men đầu mút (trục y-y)
$C_{my,0}$	Hệ số
$C_{mz,0}$	Hệ số
a_{LT}	Hệ số
I_T	Hằng số xoắn St. Venant
I_y	Mô men quán tính của tiết diện đối với trục y-y
C_1	Tỉ số giữa mô men uốn tới hạn (giá trị lớn nhất dọc theo cấu kiện) và mô men uốn không đổi tới hạn đối với cấu kiện liên kết khớp hai đầu
$M_{i,Ed(x)}$	Mô men bậc nhất lớn nhất
$ \delta_x $	Độ võng lớn nhất của cấu kiện dọc theo cấu kiện

Phụ lục B

α_s	Hệ số, s là ký hiệu thể hiện mô men võng (sagging moment - thớ dưới chịu kéo, thớ trên chịu nén)
α_h	Hệ số, h là ký hiệu thể hiện mô men vồng (hogging moment – thớ dưới chịu nén, thớ trên chịu kéo)
C_m	Hệ số quy đổi về biểu đồ không đổi tương đương dương của mô men

Phụ lục AB

γ_G	Hệ số riêng của tải trọng thường xuyên
G_k	Giá trị đặc trưng của tải trọng thường xuyên
γ_Q	Hệ số riêng của tải trọng thay đổi
Q_k	Giá trị đặc trưng của tải trọng thay đổi

Phụ lục BB

$\bar{\lambda}_{eff,v}$	Độ mảnh hiệu dụng cho mất ổn định (của cấu kiện rỗng) đối với trục v-v
$\bar{\lambda}_{eff,y}$	Độ mảnh hiệu dụng cho mất ổn định (của cấu kiện rỗng) đối với trục y-y
$\bar{\lambda}_{eff,z}$	Độ mảnh hiệu dụng cho mất ổn định (của cấu kiện rỗng) đối với trục z-z

TCVN ***1-1:202x

- L Chiều dài hình học của hệ
- L_{cr} Chiều dài tính toán
- S Độ cứng chống cắt, được đảm bảo bằng liên kết bản sóng (tôn sóng) với dầm tại mỗi bước sóng
- I_w Mô men quán tính quẹt của tiết diện
- $C_{\theta,k}$ Độ cứng chống xoắn, được đảm bảo bởi một hệ ổn định liên tục (ví dụ tấm mái liên tục) và các liên kết.
- K_ν Hệ số, kể đến phương pháp phân tích
- K_θ Hệ số, kể đến sự phân bố mô men và loại liên kết gối tựa
- $C_{\theta,R,k}$ Độ cứng chống xoắn, được đảm bảo bởi cấu kiện ổn định liên tục (cấu kiện ổn định và đặc) liên kết cứng với dầm
- $C_{\theta,C,k}$ Độ cứng chống xoắn của liên kết giữa dầm và cấu kiện ổn định liên tục
- $C_{\theta,D,k}$ Độ cứng chống xoắn, xác định từ phân tích các biến dạng méo tiết diện của dầm
- L_m Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết ngăn cản chuyển vị ngang
- L_k Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết ngăn cản xoắn
- L_s Chiều dài ổn định giữa vị trí khớp dềo và một điểm liên kết ngăn cản xoắn
- C_1 Hệ số điều chỉnh, kể đến sự phân bố mô men
- C_m Hệ số điều chỉnh đối với sự thay đổi tuyến tính của mô men
- C_n Hệ số điều chỉnh đối với sự thay đổi phi tuyến của mô men
- a Khoảng cách giữa trọng tâm tiết diện của cấu kiện có khớp dềo và trọng tâm tiết diện của cấu kiện ngăn cản (restraint member)
- B_0 Hệ số
- B_1 Hệ số
- B_2 Hệ số
- η Tỷ số các giá trị tới hạn đàn hồi của lực dọc
- i_s Bán kính quán tính đối với trọng tâm của cấu kiện ngăn cản
- β_t Tỷ số giữa mô men đầu mút có giá trị nhỏ hơn trên mô men đầu mút có giá trị lớn hơn, có xét đến dấu của chúng
- R_1 Mô men tại một điểm xác định của cấu kiện
- R_2 Mô men tại một điểm xác định của cấu kiện

R_3	Mô men tại một điểm xác định của cấu kiện
R_4	Mô men tại một điểm xác định của cấu kiện
R_5	Mô men tại một điểm xác định của cấu kiện
R_E	Giá trị lớn nhất của R_1 hoặc R_5
R_S	Giá trị lớn nhất của mô men uốn trên toàn bộ chiều dài L_y
c	Hệ số giảm tiết diện
h_h	Chiều cao bổ sung của nách (phần tiết diện tăng thêm gia cường tại vị trí dầm liên kết với cột) hoặc phần tiết diện tấp thêm
h_{max}	Chiều cao lớn nhất của tiết diện trong phạm vi chiều dài L_y
h_{min}	Chiều cao nhỏ nhất của tiết diện trong phạm vi chiều dài L_y
h_s	Chiều cao theo phương đứng của tiết diện không bao gồm phần nách
L_h	Chiều dài nách trong phạm vi chiều dài L_y
L_y	Khoảng cách giữa các gối tựa

1.7 Quy ước đối với các trục cấu kiện

(1) Các quy ước đối với các trục cấu kiện:

x-x Trục dọc cấu kiện

y-y Trục của tiết diện

z-z Trục của tiết diện

(2) Đối với các cấu kiện thép, các trục của tiết diện được quy ước ký hiệu như sau:

- Trường hợp chung

y-y Trục của tiết diện song song với các cánh

z-z Trục của tiết diện vuông góc với các cánh

- Đối với các tiết diện thép góc

y-y Trục song song với cánh nhỏ

z-z Trục vuông góc với cánh nhỏ

- Khi cần thiết:

u-u Trục quán tính chính thứ nhất (khi nó không trùng với trục y-y)

v-v Trục quán tính chính thứ hai (khi nó không trùng với trục z-z)

(3) Các ký hiệu được sử dụng cho các kích thước và các trục của tiết diện thép cán được chỉ ra trên Hình 1.1.

2. Cơ sở thiết kế

2.1 Các yêu cầu

2.1.1 Các yêu cầu cơ bản

- (1)P Thiết kế kết cấu thép phải phù hợp với các quy định chung nêu trong TCVN X1990.
- (2) Các quy định bổ sung đối với kết cấu thép nêu trong mục này cần được áp dụng.
- (3) Các yêu cầu cơ bản của TCVN X1990, điều 2 cần được thỏa mãn khi thiết kế theo trạng thái giới hạn được sử dụng kết hợp với phương pháp hệ số riêng và các tổ hợp tải trọng nêu trong TCVN X1990 cùng với các tác động nêu trong TCVN X1991.
- (4) Các quy định về khả năng chịu lực, giới hạn sử dụng và độ bền lâu nêu trong các phần khác nhau của TCVN X1993 cần được áp dụng.

2.1.2 Quản lý độ tin cậy

- (1)P Với việc áp dụng TCVN X1090-1 và TCVN X1090-2, các cấp thi công phải được lựa chọn theo Phụ lục C.
- (2) Khi yêu cầu các mức độ tin cậy khác nhau, các mức độ này tốt nhất nên đạt được bằng cách lựa chọn mức độ quản lý chất lượng thích hợp trong thiết kế và thi công, theo TCVN X1990 Phụ lục B và C và theo TCVN X1090.

2.1.3 Tuổi thọ thiết kế (thời hạn sử dụng theo thiết kế), độ bền lâu và độ bền vững (robustness)

2.1.3.1 Yêu cầu chung

(1)P Tùy thuộc vào loại tác động ảnh hưởng đến độ bền lâu và tuổi thọ thiết kế (xem TCVN X1990) kết cấu thép phải được:

- Thiết kế chống ăn mòn bằng các biện pháp:
 - Bảo vệ bề mặt thích hợp (xem EN ISO 12944);
 - Sử dụng thép chịu thời tiết;
 - Sử dụng thép không gỉ (xem TCVN X1993-1-4);
- Cấu tạo đủ chịu môi (xem TCVN X1993-1-9);
- Thiết kế chịu mài mòn
- Thiết kế chịu các tác động bất thường (tác động sự cố) (xem TCVN X1991-1-7);
- Kiểm tra và bảo trì.

2.1.3.2 Tuổi thọ thiết kế cho nhà

(1)P,B Tuổi thọ thiết kế phải được lấy bằng khoảng thời gian mà kết cấu nhà dự kiến được sử dụng theo mục đích đã định.

(2)B Yêu cầu về tuổi thọ thiết kế của công trình nhà cố định xem Bảng 2.1 của TCVN X1990.

(3)B Đối với các cấu kiện kết cấu không được thiết kế với tổng tuổi thọ thiết kế của nhà, xem 2.1.3.3(3)B.

2.1.3.3 Độ bền lâu của nhà

(1)P,B Để đảm bảo độ bền lâu, nhà và các bộ phận của nó phải được thiết kế chịu các tác động môi trường và môi nếu có, hoặc phải được bảo vệ chống lại các tác động này.

(2)P,B Ảnh hưởng của sự suy giảm của vật liệu, ăn mòn hoặc môi nếu có thì phải được kể đến bằng việc lựa chọn vật liệu thích hợp, xem TCVN X1993-1-4 và TCVN X1993-1-10, và giải pháp cấu tạo, xem TCVN X1993-1-9, hoặc bằng thiết kế kết cấu có độ dư dự phòng và bằng lựa chọn hệ bảo vệ chống ăn mòn thích hợp.

(3)B Nếu nhà bao gồm các bộ phận cần phải thay thế được (ví dụ các gối tựa tại các vùng đất lún), thì khả năng thay thế an toàn các bộ phận này cần được kiểm tra với tình huống thiết kế chuyển tiếp (tạm thời).

2.2 Các nguyên tắc cho thiết kế theo trạng thái giới hạn

(1) Khả năng chịu lực của tiết diện và của cấu kiện quy định trong bộ tiêu chuẩn này cho các trạng thái giới hạn cực hạn (như định nghĩa trong 3.3 của TCVN X1990) được dựa trên các thí nghiệm mà trong đó vật liệu có đủ độ dẻo để áp dụng các mô hình thiết kế đơn giản.

(2) Do đó, khả năng chịu lực quy định trong tiêu chuẩn này có thể được sử dụng khi các điều kiện đối với vật liệu trong điều 3 được thỏa mãn.

2.3 Các biến số cơ bản

2.3.1 Tác động và ảnh hưởng của môi trường

(1) Các tác động dùng để thiết kế kết cấu thép phải được lấy theo TCVN X1991. Đối với tổ hợp tác động và hệ số riêng của các tác động xem Phụ lục A của TCVN X1990.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục quốc gia có thể quy định các tác động cho các vùng riêng, hoặc điều kiện khí hậu, hoặc tình huống bất thường.

CHÚ THÍCH 2B: Đối với sơ đồ tải trọng theo phương pháp tải trọng tăng dần, xem Phụ lục AB.1.

CHÚ THÍCH 3B: Đối với sơ đồ tải trọng đơn giản, xem Phụ lục AB.2.

(2) Các tác động được xét đến trong quá trình lắp dựng cần được lấy theo TCVN X1991-6.

(3) Khi cần xét tới ảnh hưởng của lún tuyết đối và lún lệch, thì cần sử dụng các số liệu biến dạng đất nền tin cậy nhất.

(4) Các ảnh hưởng của lún không đều, hoặc biến dạng đất nền, hoặc các tác động khác gây ra ứng suất trước trong quá trình lắp dựng cần được xét đến như tác động thường xuyên với giá trị danh định P_k , và được gộp cùng với các tác động thường xuyên khác G_k như là một tác động ($G_k + P_k$).

(5) Các tác động môi mà không được nêu trong TCVN X1991 thì cần được xác định theo Phụ lục A của TCVN X1993-1-9.

2.3.2 Các tính chất của vật liệu và của sản phẩm

(1) Các tính chất vật liệu của thép và của các sản phẩm xây dựng khác và các thông số hình học sử dụng khi thiết kế cần được xác định theo các tiêu chuẩn có liên quan, trừ khi được đề cập trong tiêu chuẩn này.

2.4 Kiểm tra bằng phương pháp hệ số riêng

2.4.1 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu

(1)P Khi thiết kế kết cấu thép, các giá trị đặc trưng X_k hoặc các giá trị danh định X_n của tính chất vật liệu phải được lấy theo các chỉ dẫn của bộ tiêu chuẩn này.

2.4.2 Các giá trị thiết kế của thông số hình học

(1) Các thông số hình học của tiết diện và của hệ có thể lấy theo các tiêu chuẩn sản phẩm tương ứng hoặc theo các bản vẽ phục vụ thi công phù hợp với TCVN X1090, và được xem như là các giá trị danh định.

(2) Các giá trị thiết kế của các khiếm khuyết (sai lệch) hình học nêu trong tiêu chuẩn này là các khiếm khuyết hình học tương đương có kể đến:

- Các sai lệch hình học của các cấu kiện như quy định về các dung sai hình học trong các tiêu chuẩn sản phẩm hoặc các tiêu chuẩn thi công;
- Các sai lệch kết cấu khi chế tạo và lắp dựng;
- Các ứng suất dư;
- Sự biến động của giới hạn chảy.

2.4.3 Khả năng chịu lực thiết kế (độ bền thiết kế)

(1) Đối với kết cấu thép, sử dụng phương trình (6.6c) hoặc (6.6d) của TCVN X1990.

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k,1}; \eta_i X_{k,i}; a_d) \quad (2.1)$$

trong đó:

R_k là giá trị đặc trưng của khả năng chịu lực trong trường hợp tính toán cụ thể, được xác định theo các giá trị đặc trưng hoặc danh định của các tính chất vật liệu và kích thước;

γ_M là hệ số riêng tổng thể đối với khả năng chịu lực trong trường hợp tính toán cụ thể.

CHÚ THÍCH: Xác định η_1 , η_i , $X_{k,1}$, a_d theo TCVN X1990.

2.4.4 Kiểm tra cân bằng tĩnh (EQU)

(1) Phương pháp tin cậy khi kiểm tra cân bằng tĩnh nêu trong Bảng 1.2(A) ở Phụ lục A của TCVN X1990 cũng được sử dụng cho các tình huống thiết kế tương đương với (EQU), ví dụ khi thiết kế các neo giữ hoặc kiểm tra sự cân bằng của các gối tựa của dầm liên tục.

2.5 Thiết kế có sự hỗ trợ của thử nghiệm

(1) Khả năng chịu lực R_k trong tiêu chuẩn này được xác định dựa trên Phụ lục D của TCVN X1990.

(2) Đối với các hằng số hệ số riêng γ_{Mi} được khuyến nghị thì giá trị đặc trưng R_k được xác định theo công thức:

$$R_k = R_d \gamma_{Mi} \quad (2.2)$$

trong đó:

R_d là giá trị thiết kế của khả năng chịu lực, lấy theo Phụ lục D của TCVN X1990;

γ_{Mi} là các hệ số riêng khuyến nghị.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị số của các hệ số riêng khuyến nghị γ_{Mi} được xác định sao cho R_k tương ứng với xác suất đảm bảo khoảng 95% với số lượng thử nghiệm vô hạn.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị đặc trưng của độ bền mỏi và các hệ số riêng γ_{Mf} đối với mỏi lấy theo TCVN X1993-1-9.

CHÚ THÍCH 3: Các giá trị đặc trưng của khả năng chịu lực chống phá hoại giòn lấy theo TCVN X1993-1-10.

(3) Khi các giá trị đặc trưng của khả năng chịu lực R_k của các sản phẩm chế tạo sẵn cần được xác định theo kết quả thử nghiệm, quy trình nêu trong (2) cần được tuân thủ.

3. Vật liệu

3.1 Yêu cầu chung

(1) Các giá trị danh định của các tính chất vật liệu trong mục này cần được lấy như các giá trị đặc trưng trong tính toán thiết kế.

(2) Tiêu chuẩn này dành cho việc thiết kế kết cấu được chế tạo từ vật liệu thép phù hợp với các mức thép nêu trong Bảng 3.1.

CHÚ THÍCH: Cho các loại vật liệu và sản phẩm thép khác xem Phụ lục Quốc gia.

3.2 Thép kết cấu

3.2.1 Các tính chất vật liệu

(1) Các giá trị danh định của giới hạn chảy f_y và giới hạn bền f_u của thép kết cấu cần được lấy bằng:

a) $f_y = R_{eH}$ và $f_u = R_m$ trực tiếp từ tiêu chuẩn sản phẩm; hoặc

b) sử dụng các giá trị nêu trong Bảng 3.1.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể quy định lựa chọn.

3.2.2 Các yêu cầu về độ dẻo

(1) Đối với thép, độ dẻo tối thiểu yêu cầu cần được thể hiện bằng các giới hạn sau:

- Tỉ số f_u / f_y của giới hạn bền tối thiểu f_u trên giới hạn chảy tối thiểu f_y ;
- Độ giãn dài khi đứt tại chiều dài cũ $5,65\sqrt{A_0}$ (trong đó A_0 là diện tích tiết diện ban đầu của mẫu thử);
- Biến dạng bền ε_u , trong đó ε_u ứng với giới hạn bền f_u .

CHÚ THÍCH: Giá trị giới hạn của tỉ số f_u / f_y , độ giãn dài khi đứt và biến dạng bền ε_u có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị sau được khuyến nghị:

- $f_u / f_y \geq 1,10$;
- Độ giãn dài khi đứt không nhỏ hơn 15 %;
- $\varepsilon_u \geq 15\varepsilon_y$, trong đó ε_y là biến dạng chảy ($\varepsilon_y = f_y / E$).

(2) Thép phù hợp với một trong các loại thép nêu trong Bảng 3.1 được coi là thỏa mãn các yêu cầu này.

CHÚ THÍCH: Các mức thép khác không nêu trong Bảng 3.1 cũng phải thỏa mãn các yêu cầu của (1) để được áp dụng khi thiết kế theo tiêu chuẩn này.

3.2.3 Độ dai và đập (phá hoại giòn)

(1)P Vật liệu phải có đủ độ dai và đập để tránh phá hoại giòn của các cấu kiện chịu kéo tại nhiệt độ sử dụng thấp nhất được dự kiến xảy ra trong tuổi thọ thiết kế của kết cấu.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ sử dụng thấp nhất được chấp nhận trong thiết kế có thể được nêu trong Phụ lục quốc gia.

(2) Không cần kiểm tra thêm về phá hoại giòn nếu các điều kiện nêu trong TCVN X1993-1-10 thỏa mãn đối với nhiệt độ thấp nhất.

(3)B Đối với các bộ phận chịu nén của nhà, cần lựa chọn một giá trị độ dai và đập tối thiểu.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể cho thông tin về việc lựa chọn độ dai và đập cho các cấu kiện chịu nén. Khuyến nghị sử dụng Bảng 2.1 của TCVN X1993-1-10 cho $\delta_{ed} = 0,25 f_y(t)$.

(4) Đối với thép dùng cho các cấu kiện mạ kẽm nhúng nóng xem EN ISO 1461.

Bảng 3.1 – Giá trị danh định của giới hạn chảy f_y và giới hạn bền f_u của thép kết cấu cán nóng

Tiêu chuẩn và mác thép	Chiều dày danh nghĩa của cấu kiện 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 10025-2				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
S355	355	490	335	470
S450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 w	235	360	215	340

Tiêu chuẩn và mác thép	Chiều dày danh nghĩa của cấu kiện 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
S 355 w	355	490	335	490
EN 10025-6 S460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Bảng 3.1 (kết thúc) – Giá trị danh định của giới hạn chảy f_y và giới hạn bền f_u của thép kết cấu tiết diện rỗng

Tiêu chuẩn và mác thép	Chiều dày danh nghĩa của cấu kiện 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 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460NH/NLH	460	560	430	550
EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

3.2.4 Tính chất theo chiều dày

(1) Nếu TCVN X1993-1-10 yêu cầu sử dụng thép với tính chất theo chiều dày được tăng cường, cần sử dụng thép theo các cấp chất lượng quy định trong EN 10164 (TCVN 11372:2016).

CHÚ THÍCH 1: Hướng dẫn lựa chọn các tính chất theo chiều dày được nêu trong TCVN X1993-1-10.

TCVN *1-1:202x**

CHÚ THÍCH 2B: Cần chú ý đặc biệt tới liên kết hàn của dầm với cột và các mặt bích được hàn với ứng suất kéo theo phương chiều dày.

CHÚ THÍCH 3B: Phụ lục quốc gia có thể quy định sự phù hợp giữa giá trị mục tiêu Z_{Ed} theo 3.2(2) của TCVN X1993-1-10 với cấp chất lượng trong EN 10164 (TCVN 11372:2016). Sự phù hợp trong Bảng 3.2 được khuyến nghị cho nhà:

Bảng 3.2 – Lựa chọn cấp chất lượng theo EN 10164

Giá trị mục tiêu Z_{Ed} theo TCVN X1993-1-10	Giá trị yêu cầu của Z_{Rd} được biểu diễn theo giá trị Z theo EN 10164
$Z_{Ed} \leq 10$	-
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z 15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z 25
$Z_{Ed} > 30$	Z 35

3.2.5 Dung sai

- (1) Các dung sai kích thước và khối lượng của tiết diện thép cán, tiết diện rỗng và bản cần phù hợp với tiêu chuẩn sản phẩm tương ứng, trừ khi có quy định khác hơn về dung sai.
- (2) Đối với các bộ phận hàn thì cần áp dụng dung sai được nêu trong TCVN X1090.
- (3) Để phân tích kết cấu và thiết kế, cần sử dụng các giá trị danh nghĩa của kích thước.

3.2.6 Các giá trị thiết kế của các hệ số vật liệu

(1) Các hệ số vật liệu dùng trong tính toán của thép kết cấu đề cập trong tiêu chuẩn này cần được lấy như sau:

- Mô đun đàn hồi $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
- Mô đun trượt $G = \frac{E}{2(1+\nu)} \approx 81000 \text{ N/mm}^2$
- Hệ số Poát xông ở giai đoạn đàn hồi $\nu = 0,3$
- Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính $\alpha = 12 \times 10^{-6} /K$ (khi $T \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$)

CHÚ THÍCH: Để tính toán ảnh hưởng của nhiệt độ không đều lên kết cấu trong kết cấu liên hợp thép-bê tông theo TCVN X1994, hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính lấy bằng $\alpha = 10 \times 10^{-6} /K$.

3.3 Liên kết

3.3.1 Các chi tiết liên kết

- (1) Các yêu cầu đối với các chi tiết liên kết được nêu trong TCVN X1993-1-8.

3.3.2 Vật liệu hàn

(1) Các yêu cầu đối với vật liệu hàn được nêu trong TCVN X1993-1-8.

3.4 Các bộ phận chế tạo sẵn khác của nhà

(1)B Bất kỳ một bán thành phẩm hoặc thành phẩm kết cấu nào được sử dụng trong thiết kế kết cấu của nhà cần tuân theo tiêu chuẩn sản phẩm tương ứng.

4. Độ bền lâu

(1) Các yêu cầu cơ bản về độ bền lâu được quy định trong TCVN X1990.

(2)P Các biện pháp thi công xử lý bảo vệ tại công trường hoặc ngoài công trường phải phù hợp với TCVN X1090.

CHÚ THÍCH: Trong TCVN X1090 liệt kê các yếu tố ảnh hưởng tới thi công mà phải được kể đến khi thiết kế.

(3) Các cấu kiện nhạy với tác động ăn mòn, mài mòn cơ học hoặc phá hoại môi, phải được thiết kế sao cho việc kiểm tra, bảo trì và sửa chữa lớn có thể thực hiện được dễ dàng, và có khả năng tiếp cận để kiểm tra và bảo trì trong quá trình sử dụng.

(4)B Đối với kết cấu nhà, thường không yêu cầu kiểm tra chịu mỗi trừ các cấu kiện sau:

- a) Các cấu kiện đỡ các thiết bị nâng hạ hoặc chịu tải trọng di động;
- b) Các cấu kiện chịu các chu kỳ ứng suất lặp do rung động của thiết bị;
- c) Các cấu kiện chịu dao động do tải trọng gió;
- d) Các cấu kiện chịu rung động do tác động của đám đông.

(5)P Đối với các cấu kiện mà không thể kiểm tra bảo trì được, phải dự trù một phần hao mòn do ăn mòn.

(6)B Bảo vệ chống ăn mòn không cần thực hiện đối với các kết cấu bên trong nhà, nếu độ ẩm tương đối bên trong không vượt quá 80%.

5 Phân tích kết cấu

5.1 Mô hình hóa kết cấu phục vụ phân tích

5.1.1 Mô hình hóa kết cấu và các giả thiết cơ bản

- (1)P Phân tích phải được dựa trên các mô hình tính toán của kết cấu phù hợp với trạng thái giới hạn đang xét.
- (2) Mô hình tính toán và các giả thiết cơ bản cho tính toán cần phản ánh được, với độ chính xác thích hợp, ứng xử của kết cấu tại trạng thái giới hạn tương ứng, và phản ánh được loại ứng xử được dự đoán trước của tiết diện, của cấu kiện, của liên kết và của gối tựa.
- (3)P Phương pháp sử dụng trong phân tích phải phù hợp với các giả thiết tính toán.
- (4)B Đối với mô hình kết cấu và các giả thiết cơ bản cho các cấu kiện của nhà, xem thêm TCVN X1993-1-5 và TCVN X1993-1-11.

5.1.2 Mô hình hóa nút

- (1) Ảnh hưởng của ứng xử của nút đối với sự phân bố nội lực và mô men trong kết cấu và đối với biến dạng tổng thể của kết cấu thông thường có thể bỏ qua, nhưng khi ảnh hưởng này là đáng kể (như trong trường hợp nút nửa cứng) thì cần được kể đến, xem TCVN X1993-1-8.
- (2) Để xác định khi nào ảnh hưởng của ứng xử của nút trong phân tích cần được kể đến, có thể phân biệt giữa ba mô hình nút sau đây, xem TCVN X1993-1-8, 5.11:
- Đơn giản, trong đó nút có thể được xem như không truyền mô men uốn;
 - Cứng, trong đó ứng xử của nút có thể được xem như không ảnh hưởng đến kết quả phân tích;
 - Nửa cứng, trong đó ứng xử của nút cần được kể đến trong phân tích.
- (3) Các yêu cầu của các loại nút khác nhau được nêu trong TCVN X1993-1-8.

5.1.3 Tương tác giữa nền và kết cấu

- (1) Các đặc trưng biến dạng của gối tựa hoặc nền cần được kể đến khi chúng là đáng kể.

CHÚ THÍCH: TCVN X1997 đưa ra các chỉ dẫn tính toán tương tác giữa nền và kết cấu.

5.2 Phân tích tổng thể

5.2.1 Các hiệu ứng của biến dạng hình học của kết cấu

- (1) Nội lực và mô men thông thường có thể được xác định bằng một trong hai cách:
- Phân tích bậc nhất, sử dụng kích thước hình học ban đầu của kết cấu;
 - Phân tích bậc hai, kể đến ảnh hưởng của biến dạng của kết cấu.

(2) Hiệu ứng của biến dạng hình học (hiệu ứng bậc hai) cần được xem xét nếu chúng làm tăng đáng kể hệ quả tác động hoặc làm thay đổi đáng kể ứng xử của kết cấu.

(3) Phân tích bậc nhất có thể được sử dụng cho kết cấu nếu sự tăng nội lực hoặc mô men tương ứng hoặc bất kỳ sự thay đổi nào của ứng xử kết cấu do biến dạng có thể bỏ qua. Điều kiện này có thể được giả thiết là sẽ thỏa mãn nếu đáp ứng các tiêu chí sau:

$$\begin{aligned} \text{Đối với phân tích đàn hồi} \quad \alpha_{cr} &= \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10 \\ \text{Đối với phân tích dẻo} \quad \alpha_{cr} &= \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 15 \end{aligned} \quad (5.1)$$

trong đó:

α_{cr} là hệ số mà các tải trọng thiết kế phải được tăng lên để gây ra trạng thái mất ổn định đàn hồi tổng thể;

F_{Ed} là tải trọng thiết kế lên kết cấu;

F_{cr} là lực tới hạn gây ra trạng thái mất ổn định đàn hồi tổng thể, được xác định dựa trên độ cứng đàn hồi ban đầu.

CHÚ THÍCH: Các giới hạn lớn hơn của α_{cr} cho phân tích dẻo trong công thức (5.1) là vì tính chất phi tuyến của vật liệu có thể ảnh hưởng đáng kể lên ứng xử của kết cấu tại trạng thái giới hạn (ví dụ, khi hình thành các khớp dẻo trong khung với sự phân phối lại mô men hoặc khi xuất hiện các biến dạng phi tuyến đáng kể của nút nửa cứng). Đối với một số loại khung nhất định, trong Phụ lục quốc gia có thể đưa ra giới hạn thấp hơn của α_{cr} khi có các phương pháp chính xác hơn.

(4)B Các kết cấu khung với độ dốc mái thấp và khung phẳng dạng dầm cột trong nhà có thể được kiểm tra dạng phá hoại nghiêng với phân tích bậc nhất nếu tiêu chí (5.1) thỏa mãn cho mỗi tầng. Trong các kết cấu này, α_{cr} cần được tính toán bằng cách sử dụng công thức xấp xỉ sau đây, miễn là lực nén dọc trong dầm hoặc vì kèo là không đáng kể:

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}} \right) \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}} \right) \quad (5.2)$$

trong đó:

H_{Ed} là tổng tải trọng thiết kế theo phương ngang, bao gồm các lực tương đương theo 5.3.2(7), truyền qua tầng (lực cắt tầng);

V_{Ed} là tổng tải trọng thiết kế theo phương đứng được truyền bởi tầng;

$\delta_{H,Ed}$ là chuyển vị ngang tương đối của đỉnh tầng so với sàn tầng, khi khung chịu tải trọng ngang (ví dụ gió) và tải trọng ngang ảo tác dụng lên mỗi mức tầng;

h là chiều cao tầng.

TCVN *1-1:202x**

CHÚ THÍCH 1B: Để áp dụng (4)B khi không có thông tin chi tiết hơn, độ dốc mái có thể coi là nhỏ nếu nó không lớn hơn 1:2 (26°).

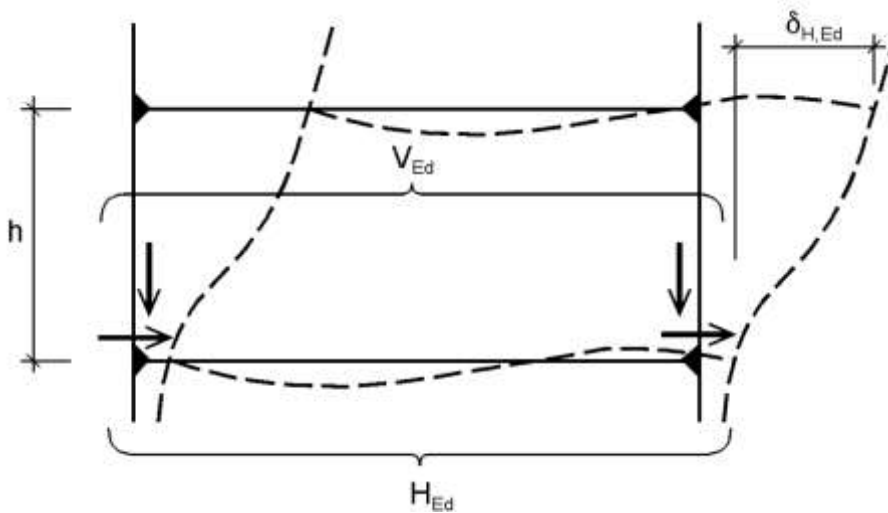
CHÚ THÍCH 2B: Để áp dụng (4)B khi không có thông tin chi tiết hơn, lực nén dọc trong dầm hoặc vì kèo cần được giả thiết là đáng kể nếu.

$$\bar{\lambda} \geq 0,3 \sqrt{\frac{A f_y}{N_{Ed}}} \tag{5.3}$$

trong đó:

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén dọc;

$\bar{\lambda}$ là độ mảnh quy ước trong mặt phẳng khung, được tính toán cho dầm hoặc vì kèo được xem như có khớp dẻo tại các đầu của nó và với chiều dài hình học của hệ được đo dọc theo dầm hoặc vì kèo.



Hình 5.1 – Ký hiệu cho 5.2.1(4)

(5) Ảnh hưởng của trễ cắt và mất ổn định cục bộ đối với độ cứng cần được kể đến nếu nó ảnh hưởng đáng kể đến phân tích tổng thể, xem TCVN X1993-1-5.

CHÚ THÍCH: Đối với các tiết diện cán và tiết diện tổ hợp với kích thước tương đồng, có thể bỏ qua ảnh hưởng của trễ cắt.

(6) Ảnh hưởng đối với phân tích tổng thể của trượt trong lỗ bu lông và các biến dạng tương tự của các chi tiết liên kết như chốt hoặc bu lông neo cần được xét đến nếu chúng là đáng kể.

5.2.2 Trạng thái ổn định của khung

(1) Nếu ảnh hưởng của biến dạng của kết cấu phải được kể đến theo 5.2.1, thì việc kể đến các ảnh hưởng này và việc kiểm tra trạng thái ổn định của kết cấu cần được thực hiện theo (2) đến (6).

(2) Kiểm tra trạng thái ổn định của khung hoặc các bộ phận của nó cần được tiến hành có kể đến các khiếm khuyết và các hiệu ứng bậc hai.

(3) Phụ thuộc vào loại khung và phân tích tổng thể, các hiệu ứng bậc hai và các khiếm khuyết có thể được kể đến bằng một trong các phương pháp sau:

- a) cả hai được kể đến toàn bộ bằng phân tích tổng thể;
- b) được kể đến một phần bằng phân tích tổng thể và một phần thông qua kiểm tra trạng thái ổn định của các cấu kiện riêng lẻ theo 6.3;
- c) đối với các trường hợp cơ bản, được kể đến bằng kiểm tra trạng thái ổn định của các cấu kiện riêng lẻ theo 6.3, với việc sử dụng chiều dài tính toán phù hợp với dạng mất ổn định tổng thể của kết cấu.

(4) Các hiệu ứng bậc hai có thể được tính toán bằng cách sử dụng một phân tích phù hợp cho kết cấu (bao gồm các quy trình tính toán từng bước hoặc các quy trình lặp). Đối với khung mà trong đó dạng mất ổn định nghiêng (đầu khung bị lệch ngang so với phương thẳng đứng) đầu tiên chiếm ưu thế, thì phân tích đàn hồi bậc nhất cần được thực hiện với việc áp dụng hệ số khuếch đại phù hợp đối với các hệ quả của tác động (ví dụ, mô men uốn).

(5)B Đối với khung nhà một tầng được thiết kế dựa trên phân tích tổng thể đàn hồi, hiệu ứng bậc hai của chuyển vị nghiêng của khung do tác dụng của tải trọng đứng có thể được kể đến bằng cách tăng tải trọng ngang H_{Ed} (ví dụ, gió) và tải trọng tương đương $V_{Ed} \phi$ gây ra bởi khiếm khuyết (xem 5.3.2(7)) và các hiệu ứng nghiêng khung có thể có trong phân tích bậc nhất bằng hệ số:

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}} \quad (5.4)$$

với điều kiện $\alpha_{cr} \geq 3,0$.

trong đó:

α_{cr} có thể được tính theo (5.2) trong 5.2.1(4)B, miễn là độ dốc mái là nhỏ và lực nén dọc trong dầm hoặc vì kèo là không đáng kể như đã nêu trong 5.2.1(4)B.

CHÚ THÍCH B: Khi $\alpha_{cr} < 3,0$ thì cần áp dụng một phân tích bậc hai chính xác hơn.

(6)B Đối với khung nhiều tầng thì hiệu ứng nghiêng khung bậc hai có thể được tính bằng phương pháp nêu trong (5)B miễn là tất cả các tầng có:

- Sự phân phối tải trọng đứng như nhau;
- Sự phân phối tải trọng ngang như nhau;
- Sự phân phối như nhau của độ cứng khung so với lực cắt tầng.

CHÚ THÍCH B: Đối với giới hạn của phương pháp xem thêm 5.2.1(4)B

(7) Theo (3), trạng thái ổn định của các cấu kiện riêng lẻ cần được kiểm tra như sau:

a) Nếu các hiệu ứng bậc hai trong các cấu kiện riêng lẻ và những khiếm khuyết liên quan của cấu kiện (xem 5.3.4) được kể đến toàn bộ trong phân tích tổng thể kết cấu, thì không cần kiểm tra trạng thái ổn định của các cấu kiện riêng lẻ theo 6.3.

b) Nếu các hiệu ứng bậc hai trong các cấu kiện riêng lẻ hoặc những khiếm khuyết của cấu kiện riêng lẻ cụ thể (ví dụ, khiếm khuyết cấu kiện khi kiểm tra chống mất ổn định uốn dọc và/hoặc mất ổn định xoắn-ngang, xem 5.3.4) không được kể đến hoàn toàn trong phân tích tổng thể, thì cần kiểm tra ổn định của các cấu kiện riêng lẻ theo các tiêu chí tương ứng trong 6.3 đối với các hiệu ứng không được xét đến trong phân tích tổng thể. Việc kiểm tra này cần kể đến các mô men đầu mút và lực thu được từ phân tích tổng thể kết cấu, bao gồm cả các hiệu ứng bậc hai tổng thể và khiếm khuyết tổng thể (xem 5.3.2) nếu có và có thể dựa trên chiều dài tính toán bằng chiều dài hình học của cấu kiện.

(8) Nếu trạng thái ổn định của khung được đánh giá bằng phương pháp cột tương đương theo 6.3, thì giá trị chiều dài tính toán cần dựa trên cơ sở của một dạng mất ổn định tổng thể của khung có kể đến độ cứng của các cấu kiện và nút, sự có mặt của các khớp dẻo và sự phân bố lực nén dưới tải trọng tính toán. Trong trường hợp này các nội lực được sử dụng khi kiểm tra khả năng chịu lực được tính toán theo lý thuyết bậc nhất không kể đến khiếm khuyết.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể đưa ra thông tin về phạm vi áp dụng.

5.3 Khiếm khuyết (sai lệch, không hoàn hảo)

5.3.1 Cơ sở

(1) Cần có các quy định phù hợp trong phân tích kết cấu để kể đến ảnh hưởng của khiếm khuyết, bao gồm cả ứng suất dư và dung sai hình học, như độ lệch so với phương đứng, các dung sai về độ thẳng, độ phẳng, độ vữa vắn, độ lệch tâm lớn hơn dung sai cho phép đưa ra trong TCVN X1090-2 xuất hiện trong các liên kết của kết cấu chưa chịu lực.

(2) Sai lệch hình học tương đương, xem 5.3.2 và 5.3.3, cần được sử dụng với các giá trị phản ánh được ảnh hưởng có thể có của tất cả các loại khiếm khuyết nếu các ảnh hưởng này không bao gồm trong các công thức tính khả năng chịu lực khi thiết kế cấu kiện, xem 5.3.4.

(3) Cần kể đến các khiếm khuyết sau:

- a) khiếm khuyết tổng thể cho khung và các hệ giằng;
- b) khiếm khuyết cục bộ cho từng cấu kiện.

5.3.2 Khiếm khuyết đối với phân tích tổng thể khung

(1) Hình dạng giả thiết của khiếm khuyết tổng thể và cục bộ có thể thu được từ dạng mất ổn định đàn hồi của kết cấu trong mặt phẳng mất ổn định đang xét.

(2) Cả mất ổn định trong và ngoài mặt phẳng bao gồm mất ổn định dạng xoắn với các hình dạng mất ổn định đối xứng và không đối xứng cần được kể đến theo phương và dạng bất lợi nhất.

(3) Đối với khung dễ mất ổn định theo dạng nghiêng, ảnh hưởng của khiếm khuyết cần được kể đến trong phân tích khung thông qua một khiếm khuyết tương đương dưới dạng sai lệch nghiêng ban đầu và sai lệch cong cục bộ của các cấu kiện. Khiếm khuyết có thể được xác định như:

- a) Sai lệch nghiêng tổng thể ban đầu, xem Hình 5.2:

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m \quad (5.5)$$

trong đó:

ϕ_0 là giá trị cơ sở: $\phi_0 = 1/200$;

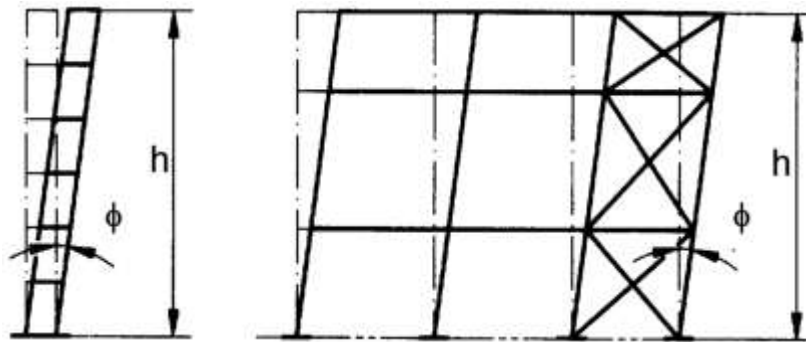
α_h là hệ số giảm của chiều cao h , áp dụng cho cột:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \text{ nhưng } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

h là chiều cao kết cấu, tính bằng mét;

α_m là hệ số giảm cho một số lượng cột trong một hàng: $\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$;

m là số lượng cột trong một hàng, chỉ bao gồm các cột chịu tải trọng đứng N_{Ed} không nhỏ hơn 50% giá trị trung bình tác dụng lên các cột trong mặt phẳng đứng đang xét.



Hình 5.2 – Sai lệch ngang tương đương

b) Sai lệch cong cục bộ ban đầu tương đối của cấu kiện khi mất ổn định uốn dọc

$$e_0/L \quad (5.6)$$

trong đó L là chiều dài cấu kiện.

CHÚ THÍCH: Các giá trị e_0/L có thể được chọn trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến nghị nêu trong Bảng 5.1.

Bảng 5.1 – Giá trị thiết kế của sai lệch cong cục bộ ban đầu e_0/L của cấu kiện

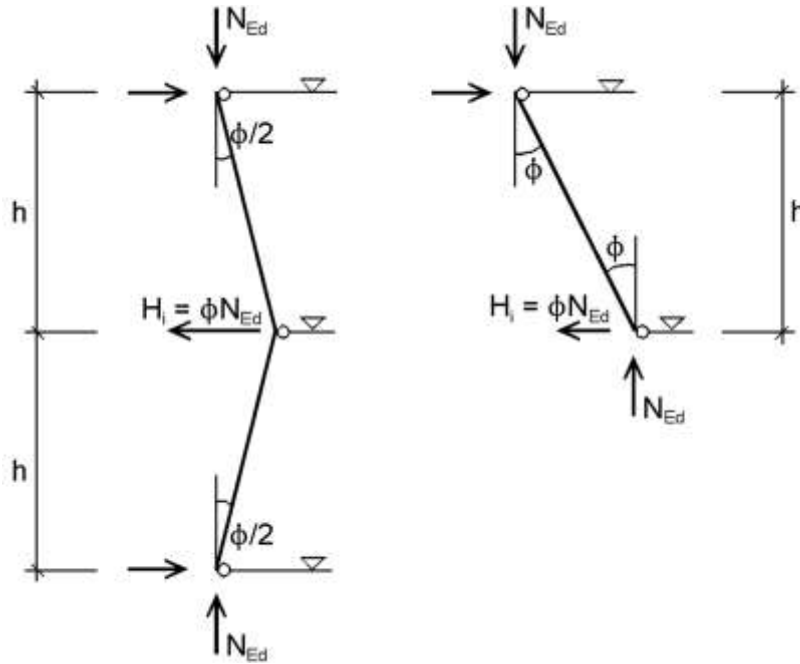
Đường cong mất ổn định theo Bảng 6.2	Phân tích đàn hồi	Phân tích dẻo
	e_0/L	e_0/L
a_0	1/350	1/300
a	1/300	1/250
b	1/250	1/200

c	1/200	1/150
d	1/150	1/100

(4) B Đối với khung nhà sai lệch nghiêng có thể bỏ qua, nếu

$$H_{Ed} \geq 0,15V_{Ed} \quad (5.7)$$

(5)B Để xác định lực ngang ở tằm cứng sàn, cần áp dụng hình dạng sai lệch như Hình 5.3, trong đó ϕ là góc nghiêng tính theo (5.5) với chiều cao một tầng là h , xem (3) a).



Hình 5.3 - Góc nghiêng ϕ để xác định lực ngang ở tằm cứng sàn

(6) Khi thực hiện phân tích tổng thể để xác định lực và mô men ở các đầu cấu kiện để kiểm tra theo 6.3 thì sai lệch cong cục bộ có thể bỏ qua. Tuy nhiên, đối với khung nhạy với hiệu ứng bậc hai, sai lệch cong cục bộ cộng thêm cùng góc nghiêng tổng thể (xem 5.2.1(3)) cần được đưa vào phân tích kết cấu khung cho từng cấu kiện chịu nén, nơi các điều kiện sau thỏa mãn:

- Ít nhất có một nút chịu mô men tại một đầu cấu kiện;

$$- \bar{\lambda} > 0,5 \sqrt{\frac{Af_y}{N_{Ed}}} \quad (5.8)$$

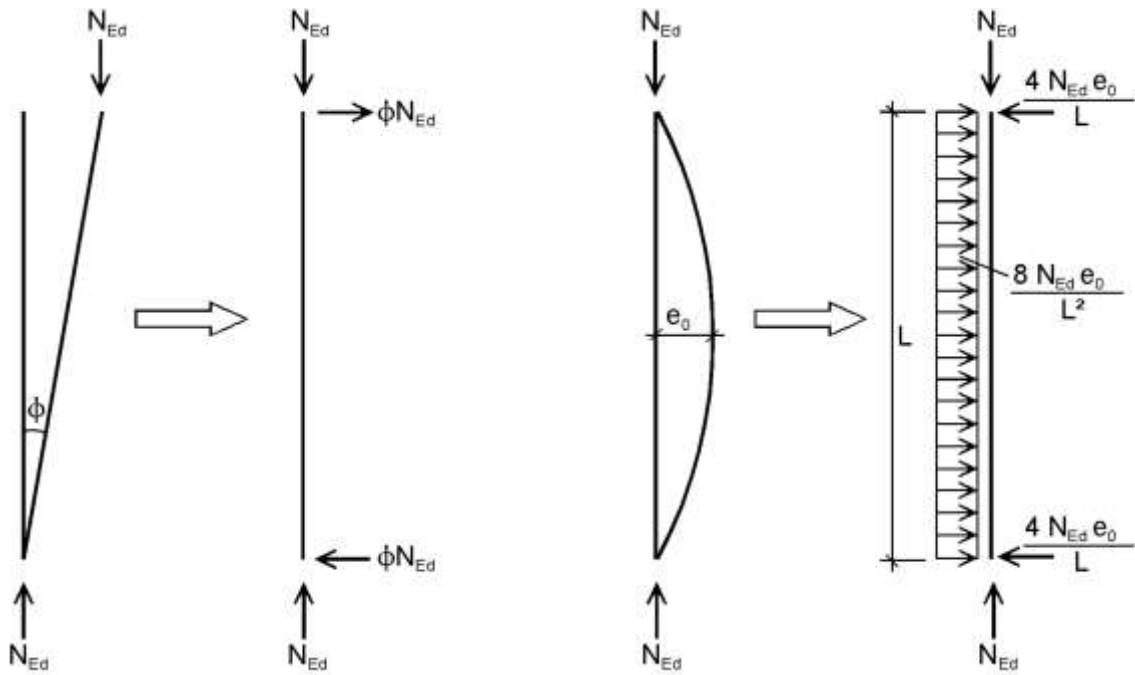
trong đó:

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén;

$\bar{\lambda}$ là độ mảnh quy ước trong mặt phẳng được tính cho cấu kiện đang xét với liên kết khớp tại hai đầu.

CHÚ THÍCH: Sai lệch cong cục bộ được kể đến trong kiểm tra cấu kiện, xem 5.2.2(3) và 5.3.4.

(7) Ảnh hưởng của sai lệch nghiêng ban đầu và sai lệch cong cục bộ có thể được thay thế bằng một hệ lực ngang tương đương, tác dụng lên mỗi cột, xem Hình 5.3 và Hình 5.4.

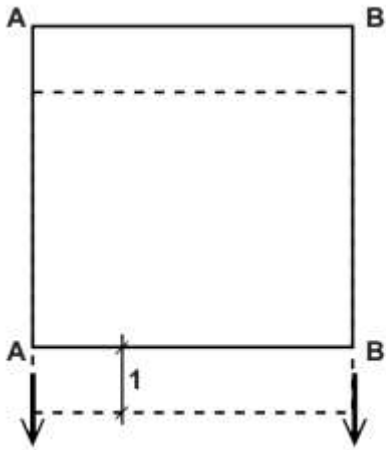


Sai lệch nghiêng ban đầu

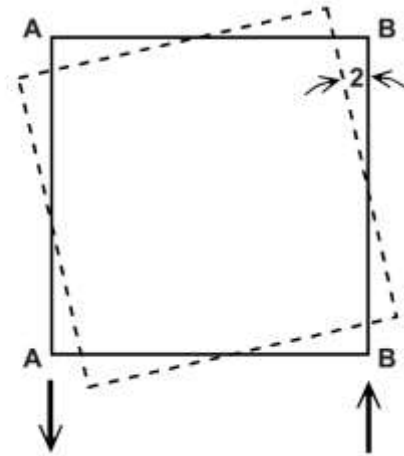
Sai lệch cong ban đầu

Hình 5.4 - Thay thế các sai lệch ban đầu bằng các lực ngang tương đương

- (8) Sai lệch nghiêng ban đầu cần được áp dụng cho tất cả các phương nằm ngang có liên quan, nhưng chỉ xét theo một phương tại một thời điểm.
- (9)B Trong nhà khung dầm-cột nhiều tầng, các lực tương đương cần đặt vào mức sàn từng tầng và tại mức sàn mái.
- (10) Cần xem xét các hiệu ứng xoắn có thể có tác động lên kết cấu gây ra bởi khung bị xoay một góc như Hình 5.5.



a) Các mặt A-A và B-B nghiêng theo cùng một phương (A-A và B-B chuyển vị tịnh tiến)



b) Các mặt A-A và B-B chuyển dịch theo các phương ngược nhau (khung bị xoay trên mặt bằng)

CHÚ DẪN:

- 1 – Chuyển vị tịnh tiến
- 2 – Chuyển vị xoay

Hình 5.5 - Hiệu ứng tịnh tiến và hiệu ứng xoay (trên mặt bằng)

(11) Để thay thế cho (3) và (6), hình dạng của dạng mất ổn định tới hạn đàn hồi η_{cr} của kết cấu có thể được áp dụng như một khiếm khuyết duy nhất bao gồm cả khiếm khuyết tổng thể và cục bộ. Biên độ của khiếm khuyết này có thể được xác định từ:

$$\eta_{init} = e_0 \frac{N_{cr}}{EI |\eta_{cr}^*|_{max}} \eta_{cr} = \frac{e_0}{\bar{\lambda}} \frac{N_{Rk}}{EI |\eta_{cr}^*|_{max}} \eta_{cr} \tag{5.9}$$

trong đó:

$$e_0 = \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) \frac{M_{Rk}}{N_{Rk}} \frac{1 - \chi^{\bar{\lambda}^2}}{1 - \chi \bar{\lambda}^2} \text{ khi } \bar{\lambda} > 0,2 \tag{5.10}$$

$\bar{\lambda}$ là độ mảnh quy ước của kết cấu:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr}}} \tag{5.11}$$

α là hệ số khiếm khuyết cho đường cong mất ổn định tương ứng, xem Bảng 6.1 và Bảng 6.2;

χ là hệ số ổn định đối với đường cong mất ổn định tương ứng phụ thuộc vào tiết diện tương ứng, xem 6.3.1;

$\alpha_{ult,k}$ là hệ số tăng tải trọng tối thiểu đối với lực dọc N_{Ed} trong các cấu kiện để đạt tới độ bền đặc trưng N_{Rk} của tiết diện chịu ứng suất nén dọc lớn nhất không kể đến mất ổn định;

α_{cr} là hệ số khuếch đại tối thiểu đối với lực dọc N_{Ed} trong các cấu kiện để đạt tới lực tới hạn gây mất ổn định đàn hồi;

M_{Rk} là khả năng chịu uốn đặc trưng của tiết diện nguy hiểm nhất, ví dụ tương ứng với $M_{el,Rk}$ hoặc $M_{pl,Rk}$;

N_{Rk} là khả năng chịu lực dọc đặc trưng của tiết diện nguy hiểm nhất, ví dụ $N_{pl,Rk}$;

$EI|\eta_{cr}|_{\max}$ là mô men uốn do η_{cr} tại tiết diện nguy hiểm nhất;

η_{cr} là hình dạng của dạng mất ổn định tới hạn đàn hồi.

CHÚ THÍCH 1: Để tính hệ số khuếch đại tải trọng $\alpha_{ult,k}$ và α_{cr} , cấu kiện của kết cấu có thể được xem như chỉ chịu lực dọc N_{Ed} thu được từ kết quả phân tích bậc nhất đàn hồi của kết cấu chịu tải trọng thiết kế. Trong trường hợp tính toán tổng thể đàn hồi và kiểm tra tiết diện ở trạng thái làm việc dẻo thì cần sử dụng công thức tuyến tính $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục quốc gia có thể đưa thêm thông tin về phạm vi áp dụng của (11).

5.3.3 Khiếm khuyết cho phân tích hệ giằng

(1) Trong phân tích hệ giằng mà được yêu cầu đảm bảo trạng thái ổn định ngang trong phạm vi chiều dài của dầm hoặc của cấu kiện chịu nén, ảnh hưởng của các khiếm khuyết cần được kể đến thông qua một sai lệch hình học tương đương của cấu kiện bị kiểm chế, dưới dạng sai lệch cong ban đầu:

$$e_0 = \alpha_m \frac{L}{500} \quad (5.12)$$

trong đó:

L là nhịp của hệ giằng;

$$\text{và } \alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)};$$

m là số lượng cấu kiện bị kiểm chế.

(2) Để thuận lợi, ảnh hưởng của sai lệch cong ban đầu của các cấu kiện bị kiểm chế bởi hệ giằng có thể được thay thế bằng các lực giữ ổn định tương đương như trên Hình 5.6:

$$q_d = \sum N_{Ed} \delta \frac{e_0 + \delta_q}{L^2} \quad (5.13)$$

trong đó: δ_q là độ võng trong mặt phẳng của hệ giằng do tác động đồng thời của q và tất cả các ngoại lực khác gây ra, thu được từ kết quả phân tích bậc nhất.

CHÚ THÍCH: δ_q có thể được lấy bằng 0 nếu sử dụng lý thuyết bậc hai.

(3) Khi hệ giằng được sử dụng để giữ ổn định cánh chịu nén của dầm có chiều cao không đổi, thì lực N_{Ed} trong Hình 5.6 có thể được xác định theo công thức:

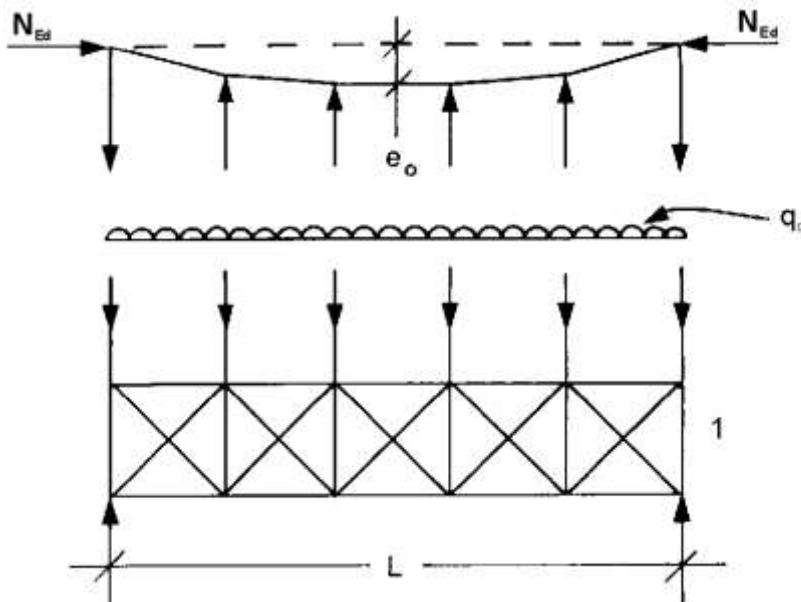
$$N_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{h} \quad (5.14)$$

trong đó:

M_{Ed} là mô men lớn nhất trong dầm;

h là tổng chiều cao dầm.

CHÚ THÍCH: Khi dầm chịu tác dụng của ngoại lực nén thì N_{Ed} cần bao gồm cả một phần của ngoại lực nén này.



CHÚ DẪN:

e_0 là sự khiếm khuyết;

q_d là lực tương đương, phân bố trên đơn vị chiều dài;

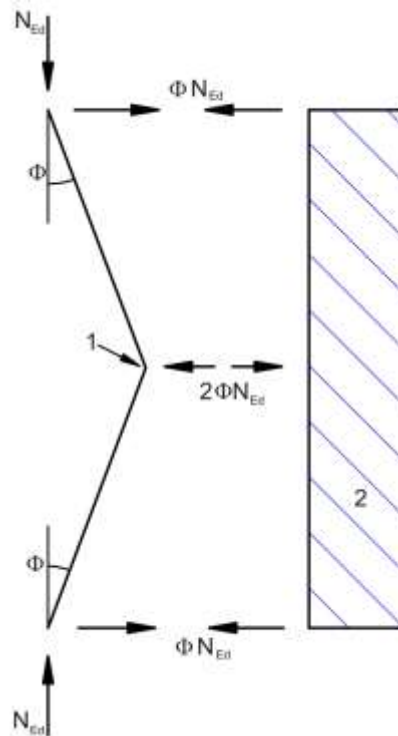
1 – Hệ giằng.

Lực N_{Ed} được giả thiết là phân bố đều trong phạm vi nhịp L của hệ giằng.

Đối với các lực không phân bố đều thì điều này là hơi thiên về an toàn.

Hình 5.6 – Lực giữ ổn định tương đương

(4) Các cấu kiện của hệ giằng và liên kết của chúng với dầm hoặc cấu kiện chịu nén cần được kiểm tra đối với các lực cục bộ bằng $\alpha_m N_{Ed}/100$ truyền vào từ từng dầm hoặc từng cấu kiện chịu nén tại các nút giằng, xem hình 5.7.



$$\Phi = \alpha_m \Phi_0; \quad \Phi_0 = 1/200$$

$$2\Phi N_{Ed} = \alpha_m N_{Ed} / 100$$

CHÚ DẪN:

1 – Điểm liên kết;

2 – Hệ giằng.

Hình 5.7 – Lực giằng tại vị trí liên kết trong các cấu kiện chịu nén

(5) Để kiểm tra chịu lực cục bộ theo (4), tất cả ngoại lực tác dụng lên hệ giằng cần được kể đến, tuy nhiên các lực gây ra do khiếm khuyết nêu trong (1) có thể bỏ qua.

5.3.4 Các khiếm khuyết của cấu kiện

- (1) Các ảnh hưởng của sai lệch cong cục bộ của cấu kiện được kết hợp trong các công thức tính khả năng chống mất ổn định của cấu kiện, xem 6.3.
- (2) Khi ổn định của cấu kiện được tính bằng phương pháp phân tích bậc hai theo 5.2.2(7)a) đối với các cấu kiện chịu nén thì sai lệch e_0 theo 5.3.2(3)b), 5.3.2(5) hoặc 5.3.2(6) cần được kể đến.
- (3) Đối với phân tích bậc hai kể đến mất ổn định xoắn-ngang của cấu kiện chịu uốn, khiếm khuyết có thể lấy bằng $ke_{0,d}$, trong đó e_0 là sai lệch cong ban đầu tương đương của trục yếu của tiết diện đang xét. Thông thường, không cần kể đến khiếm khuyết xoắn bổ sung.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể đưa ra lựa chọn giá trị của k . Giá trị $k = 0,5$ được khuyến nghị áp dụng.

5.4 Các phương pháp phân tích kể đến phi tuyến vật liệu

5.4.1 Quy định chung

(1) Nội lực và mô men có thể được xác định bằng một trong hai cách sau:

- a) Phân tích tổng thể trong giai đoạn đàn hồi (phân tích tổng thể đàn hồi);
- b) Phân tích tổng thể trong giai đoạn dẻo (phân tích tổng thể dẻo).

CHÚ THÍCH: Đối với mô hình phân tích phần tử hữu hạn (FEM), xem TCVN X1993-1-5.

(2) Phân tích tổng thể đàn hồi có thể được sử dụng trong mọi trường hợp.

(3) Phân tích tổng thể dẻo chỉ có thể sử dụng khi kết cấu có đủ khả năng xoay tại các vị trí thực tế của các khớp dẻo, dù chúng xuất hiện ở trong cấu kiện hay ở các nút. Khi một khớp dẻo hình thành trong một cấu kiện thì tiết diện của cấu kiện phải là tiết diện đối xứng theo hai phương hoặc một phương với một mặt phẳng đối xứng trùng với mặt phẳng xoay của khớp dẻo, và nó cần thỏa mãn các yêu cầu quy định trong 5.6. Khi một khớp dẻo xuất hiện trong một nút thì nút này cần có đủ độ bền để đảm bảo khớp dẻo này vẫn nằm trong cấu kiện hoặc cần duy trì được khả năng chịu lực ở trạng thái dẻo với một góc xoay đủ lớn, xem TCVN X1993-1-8.

(4)B Một phương pháp đơn giản hóa cho sự phân phối lại mô men dẻo một cách có giới hạn trong dầm liên tục, khi theo phân tích đàn hồi một số mô men lớn nhất vượt quá khả năng chịu uốn ở trạng thái dẻo tối đa 15 %, thì phần vượt của các mô men lớn nhất này có thể được phân phối lại trong bất kỳ cấu kiện nào, miễn là:

- a) nội lực và mô men trong khung vẫn cân bằng với ngoại lực tác dụng, và
- b) tất cả các cấu kiện mà trong đó mô men được giảm, có tiết diện loại 1 hoặc 2 (xem 5.5), và
- c) không cho phép xảy ra mất ổn định xoắn-ngang của cấu kiện.

5.4.2 Phân tích tổng thể đàn hồi

(1) Phân tích tổng thể đàn hồi cần được dựa trên giả thiết là quan hệ ứng suất – biến dạng của vật liệu là tuyến tính ở bất kỳ mức ứng suất nào.

CHÚ THÍCH: Về việc lựa chọn mô hình nút nửa cứng, xem 5.1.2.

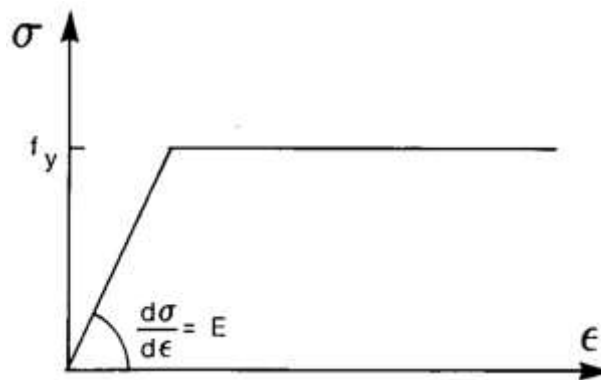
(2) Nội lực và mô men có thể được tính theo phân tích tổng thể đàn hồi ngay cả khi khả năng chịu lực của tiết diện được dựa trên khả năng chịu lực dẻo của nó, xem 6.2.

(3) Phân tích tổng thể đàn hồi cũng có thể được sử dụng cho khả năng chịu lực của tiết diện bị giới hạn bởi mất ổn định cục bộ, xem 6.2.

5.4.3 Phân tích tổng thể dẻo

(1) Phân tích tổng thể dẻo kể đến ảnh hưởng của phi tuyến vật liệu trong tính toán hệ quả tác động của hệ kết cấu. Ứng xử cần được mô hình hóa bằng một trong các phương pháp sau:

- Phân tích đàn dẻo với các tiết diện hóa dẻo và/hoặc các nút như khớp dẻo;
 - Phân tích dẻo phi tuyến kể đến việc hóa dẻo một phần của cấu kiện trong vùng dẻo;
 - Phân tích dẻo cứng bỏ qua ứng xử đàn hồi giữa các khớp dẻo.
- (2) Phân tích tổng thể dẻo có thể được sử dụng khi cấu kiện có đủ khả năng xoay để phân phối lại mô men uốn, xem 5.5 và 5.6.
- (3) Phân tích tổng thể dẻo chỉ được sử dụng khi ổn định của cấu kiện tại các khớp dẻo có thể được đảm bảo, xem 6.3.5.
- (4) Quan hệ ứng suất - biến dạng hai đoạn thẳng trên Hình 5.8 có thể được sử dụng đối với các mác thép kết cấu quy định trong điều 3. Hoặc có thể áp dụng một quan hệ ứng suất-biến dạng chính xác hơn, xem TCVN X1993-1-5.



Hình 5.8 – Quan hệ ứng suất – biến dạng hai đoạn thẳng

- (5) Phân tích dẻo cứng có thể áp dụng nếu không có ảnh hưởng của biến dạng hình học (ví dụ, hiệu ứng bậc hai) nào được xét đến. Trong trường hợp này, các nút được phân loại chỉ bởi độ bền, xem TCVN X1993-1-8.
- (6) Ảnh hưởng của biến dạng hình học của kết cấu và ổn định kết cấu của khung cần được kiểm tra theo các nguyên tắc trong 5.2.

CHÚ THÍCH: Độ bền lớn nhất của khung với biến dạng hình học đáng kể có thể đạt đến trước khi tất cả các khớp dẻo của cơ chế sụp đổ thứ nhất hình thành.

5.5 Phân loại tiết diện

5.5.1 Cơ sở

- (1) Vai trò của phân loại tiết diện là nhận biết phạm vi mà khả năng chịu lực và khả năng xoay của tiết diện bị giới hạn bởi khả năng chống mất ổn định cục bộ của nó.

5.5.2 Phân loại

- (1) Các tiết diện được phân thành bốn loại như sau:

- Tiết diện loại 1: là tiết diện có thể hình thành khớp dẻo đủ khả năng xoay cần thiết cho phân tích dẻo mà khả năng chịu lực không giảm;
- Tiết diện loại 2: là tiết diện có thể phát triển khả năng chịu mô men dẻo, nhưng có khả năng xoay hạn chế do mất ổn định cục bộ;
- Tiết diện loại 3: là tiết diện mà trong đó ứng suất tại thớ chịu nén ngoài cùng của cấu kiện thép có thể đạt tới giới hạn chảy với giả thiết ứng suất được phân bố đàn hồi, nhưng mất ổn định cục bộ cản trở sự phát triển của khả năng chịu mô men dẻo;
- Tiết diện loại 4: là tiết diện mà trong đó mất ổn định cục bộ sẽ xuất hiện trước khi đạt tới giới hạn chảy trong một hoặc nhiều vùng của tiết diện.

(2) Trong tiết diện loại 4 chiều rộng hiệu dụng có thể được sử dụng để kể đến sự giảm khả năng chịu lực do ảnh hưởng của mất ổn định cục bộ, xem TCVN X1993-1-5, 4.4.

(3) Sự phân loại tiết diện phụ thuộc vào tỉ số chiều rộng trên chiều dày của các phần tiết diện chịu nén.

(4) Các phần tiết diện chịu nén bao gồm tất cả các phần của tiết diện mà chịu nén một phần hoặc toàn phần dưới tổ hợp tải trọng đang xét.

(5) Các phần tiết diện chịu nén khác nhau trong một tiết diện (như bụng hoặc cánh) nói chung có thể thuộc các loại tiết diện khác nhau.

(6) Tiết diện tổng thể được xếp loại căn cứ theo loại cao nhất (bất lợi nhất) của các phần chịu nén của nó. Các trường hợp loại trừ được quy định trong 6.2.1(10) và 6.2.2.4(1).

(7) Bằng cách khác, sự phân loại tiết diện có thể được xác định có kể đến sự phân loại của cả cánh và bụng.

(8) Các tỉ số giới hạn cho các phần chịu nén loại 1, 2 và 3 cần được lấy theo Bảng 5.2. Phần tiết diện không thỏa mãn giới hạn cho loại 3 cần được xếp vào loại 4.

(9) Trừ trường hợp được nêu trong (10), tiết diện loại 4 có thể được coi là loại 3 nếu tỉ số chiều rộng trên chiều dày nhỏ hơn giá trị giới hạn cho loại 3 lấy từ Bảng 5.2 khi ε được tăng lên một lượng

bằng $\sqrt{\frac{f_y/\gamma_{M0}}{\sigma_{com,Ed}}}$, trong đó $\sigma_{com,Ed}$ là ứng suất nén thiết kế lớn nhất trong phần tiết diện, được tính từ phân tích bậc nhất hoặc từ phân tích bậc hai khi cần thiết.

(10) Tuy nhiên, khi kiểm tra khả năng chống mất ổn định thiết kế của cấu kiện theo 6.3, tỉ số giới hạn cho loại 3 luôn phải lấy từ Bảng 5.2.

(11) Tiết diện với bụng loại 3 và cánh loại 1 hoặc 2 có thể được xếp vào loại 2 với bản bụng hiệu dụng theo 6.2.2.4.

(12) Khi bụng được coi là chỉ chịu lực cắt và được giả thiết là không tham gia vào khả năng chịu uốn và lực dọc trục của tiết diện, thì tiết diện có thể được thiết kế như đối với loại 2, 3 hoặc 4, chỉ phụ thuộc vào cánh thuộc loại nào.

CHÚ THÍCH: Đối với trường hợp bản cánh gây mất ổn định bản bụng xem TCVN X1993-1-5.

5.6 Các yêu cầu đối với tiết diện cho phân tích tổng thể dèo

- (1) Tại các vị trí khớp dèo, tiết diện của cấu kiện mà chứa khớp dèo cần có khả năng xoay không nhỏ hơn khả năng xoay yêu cầu tại vị trí khớp dèo.
- (2) Trong cấu kiện tiết diện không đổi, khả năng xoay tại khớp dèo có thể được coi là đảm bảo nếu cả hai yêu cầu sau đây thỏa mãn:
 - a) Cấu kiện có tiết diện loại 1 tại vị trí khớp dèo;
 - b) Khi có một lực cắt lớn hơn 10 % khả năng chịu cắt của tiết diện (tác dụng lên bụng tiết diện tại vị trí khớp dèo), xem 6.2.6, tác dụng vào bản bụng tại vị trí khớp dèo, thì cần bố trí các sườn cứng cho bản bụng trong khoảng $h/2$ dọc theo cấu kiện tính từ vị trí khớp dèo, trong đó h là chiều cao tiết diện.
- (3) Khi tiết diện của cấu kiện thay đổi dọc theo chiều dài của cấu kiện thì các tiêu chí bổ sung sau đây cần được thỏa mãn:
 - a) Cạnh vị trí khớp dèo, chiều dày bản bụng không được giảm trên khoảng cách ít nhất $2d$ về hai phía tính từ vị trí khớp dèo, trong đó d là chiều cao thông thủy của bản bụng tại vị trí khớp dèo;
 - b) Cạnh vị trí khớp dèo, bản cánh chịu nén cần phải là loại 1 trên khoảng cách tính từ khớp dèo về hai phía dọc theo cấu kiện không nhỏ hơn giá trị lớn hơn trong hai giá trị sau:
 - $2d$, với d như đã nêu trong (3)a);
 - Khoảng cách đến điểm gần nhất mà tại đó mô men trong cấu kiện giảm xuống còn 0,8 lần khả năng chịu uốn dèo tại điểm đang xét.
 - c) Tại các vị trí khác trong cấu kiện, bản cánh chịu nén cần phải là loại 1 hoặc loại 2 và bản bụng phải là loại 1, 2, hoặc 3.
- (4) Cạnh vị trí khớp dèo, bất kỳ lỗ bu lông nào trong vùng chịu kéo cần phải thỏa mãn 6.2.5.(4) trong một khoảng cách như quy định trong (3)b) theo bất kỳ hướng nào dọc cấu kiện tính từ vị trí khớp dèo.
- (5) Để thiết kế dèo cho khung, theo các yêu cầu liên quan đến tiết diện, khả năng phân phối lại mô men ở giai đoạn dèo có thể được coi là đảm bảo nếu các yêu cầu trong (2) đến (4) được thỏa mãn cho tất cả các cấu kiện mà có khớp dèo, có thể xuất hiện khớp dèo hoặc đã xuất hiện khớp dèo dưới tải trọng thiết kế.
- (6) Trong trường hợp khi mà các phương pháp phân tích tổng thể dèo được sử dụng mà kể đến ứng suất thực tế và biến dạng thực tế dọc cấu kiện bao gồm cả hệ quả tổ hợp của mất ổn định cục bộ, mất ổn định cấu kiện và mất ổn định tổng thể, thì các yêu cầu (2) đến (5) không cần áp dụng.

Bảng 5.2(1/3) – Tỷ số chiều rộng trên chiều dày tối đa cho các phần tiết diện chịu nén

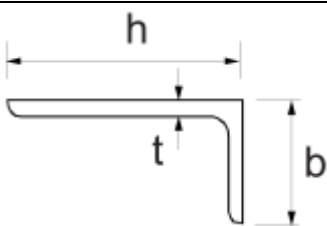

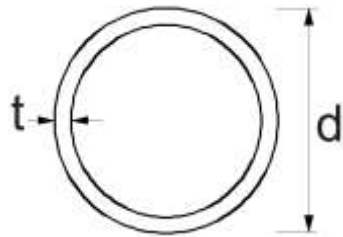
Các phần bên trong chịu nén						
Loại	Phần chịu uốn	Phần chịu nén		Phần chịu uốn và nén		
Phân bố ứng suất trong các phần (nén mang dấu dương)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$		khi $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ khi $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$		
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$		khi $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ khi $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$		
Phân bố ứng suất trong các phần (nén mang dấu dương)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$		Khi $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ Khi $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$		
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \leq -1$ được áp dụng khi ứng suất nén $\sigma \leq f_y$ hoặc biến dạng kéo $\varepsilon_y > f_y/E$.

Bảng 5.2(2/3) – Tỷ số chiều rộng trên chiều dày tối đa cho các phần chịu nén

Các phần vượt bản cánh						
			Tiết diện cán			
			Tiết diện hàn			
Loại	Phần chịu nén	Phần chịu uốn và nén				
		Nén ở mép		Kéo ở mép		
Phân bố ứng suất trong các phần (nén mang dấu dương)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Phân bố ứng suất trong các phần (nén mang dấu dương)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Để tính k_σ xem TCVN X1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Bảng 5.2 (3/3) - Tỉ số chiều rộng trên chiều dày tối đa cho các phần chịu nén

Thép góc						
Xem thêm “Phần vượn của cánh” (xem bảng 5.2 (2/3))					Không áp dụng cho thép góc tiếp xúc liên tục với cấu kiện khác	
Loại	Tiết diện chịu nén					
Phân bố ứng suất trong tiết diện (nén mang dấu dương)						
3	$h/t \leq 15\varepsilon \text{ và } \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$					
Tiết diện ống tròn						
						
Loại	Tiết diện chịu uốn và/hoặc chịu nén					
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$					
CHÚ THÍCH: Khi $d/t > 90\varepsilon^2$ xem TCVN X1993-1-6.						
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

6 Các trạng thái giới hạn cực hạn

6.1 Quy định chung

(1) Các hệ số riêng γ_M như định nghĩa trong 2.4.3 cần được áp dụng cho các giá trị đặc trưng khác nhau của khả năng chịu lực trong điều này như sau:

- Khả năng chịu lực của tiết diện không phụ thuộc vào loại tiết diện: γ_{M0}
- Khả năng chống mất ổn định của cấu kiện: γ_{M1}
- Khả năng chịu kéo đứt của tiết diện: γ_{M2}
- Khả năng chịu lực của nút: xem TCVN X1993-1-8

CHÚ THÍCH 1: Đối với các trị số khuyến nghị khác, xem TCVN X1993 phần 3 đến phần 6. Đối với các kết cấu không đề cập trong TCVN X1993 Phần 3 đến Phần 6, Phụ lục quốc gia có thể quy định các hệ số riêng γ_{Mi} ; Khuyến nghị lấy các hệ số riêng γ_{Mi} theo EN 1993-2.

CHÚ THÍCH 2B: Các hệ số riêng γ_{Mi} cho nhà có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến nghị cho nhà như sau:

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

6.2 Khả năng chịu lực của tiết diện (độ bền tiết diện)

6.2.1 Quy định chung

(1)P Giá trị thiết kế của hệ quả tác động trong mỗi tiết diện không được vượt quá khả năng chịu lực thiết kế tương ứng và nếu có đồng thời nhiều hệ quả tác động thì tổ hợp nội lực do tác dụng của chúng không được vượt quá khả năng chịu lực ứng với tổ hợp này.

(2) Ảnh hưởng của trễ cắt và mất ổn định cục bộ cần được kể đến thông qua chiều rộng hiệu dụng phù hợp với TCVN X1993-1-5. Ảnh hưởng của mất ổn định khi chịu cắt cũng cần được xét đến theo TCVN X1993-1-5.

(3) Giá trị thiết kế của khả năng chịu lực (độ bền) phụ thuộc vào phân loại tiết diện.

(4) Kiểm tra khả năng chịu lực trong giai đoạn đàn hồi có thể được thực hiện đối với tất cả các loại tiết diện với điều kiện sử dụng các tính chất của tiết diện hiệu dụng cho tiết diện loại 4.

(5) Để kiểm tra khả năng chịu lực trong giai đoạn đàn hồi có thể sử dụng tiêu chí chảy dẻo sau để kiểm tra điểm nguy hiểm nhất của tiết diện trừ khi sử dụng các công thức tương tác khác, xem 6.2.8 đến 6.2.10.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1)$$

trong đó:

$\sigma_{x,Ed}$ là giá trị thiết kế của ứng suất pháp theo phương dọc trục với trục cấu kiện tại điểm đang xét;

$\sigma_{z,Ed}$ là giá trị thiết kế của ứng suất pháp theo phương vuông góc với trục dọc cấu kiện tại điểm đang xét;

τ_{Ed} là giá trị thiết kế của ứng suất tiếp tại điểm đang xét.

CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra theo (5) có thể là thiên về an toàn, vì nó loại trừ sự phân phối ứng suất dẻo một phần vốn được cho phép trong tính toán đàn hồi. Do đó, nó chỉ nên được áp dụng khi không thể kiểm tra được dựa trên sự tương quan giữa các giá trị N_{Rd} , M_{Rd} , V_{Rd} .

(6) Khả năng chịu lực của tiết diện trong giai đoạn dẻo cần được kiểm tra bằng cách tìm sự phân bố ứng suất từ điều kiện cân bằng với các nội lực và mô men và không vượt quá giới hạn chảy. Sự phân bố ứng suất này cũng cần tương thích với biến dạng dẻo tương ứng.

(7) Đối với tất cả các loại tiết diện, một cách tương đối thiên về an toàn có thể sử dụng tổng tuyến tính của các tỉ lệ huy động của từng thành phần ứng suất (nội lực/độ bền). Đối với tiết diện loại 1, 2 hoặc 3 chịu tổ hợp N_{Rd} , $M_{y,Ed}$ và $M_{z,Ed}$, phương pháp này có thể được áp dụng bằng cách sử dụng tiêu chí sau:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (6.2)$$

trong đó:

N_{Rd} , $M_{y,Rd}$ và $M_{z,Rd}$ là các giá trị thiết kế của khả năng chịu lực, phụ thuộc vào loại tiết diện và bao gồm tất cả các hệ số giảm do tác dụng của lực cắt, xem 6.2.8.

CHÚ THÍCH: Đối với tiết diện loại 4, xem 6.2.9.3(2).

(8) Nếu tất cả các phần chịu nén của tiết diện là loại 1 hoặc 2, thì có thể coi là tiết diện có khả năng chịu uốn với sự phát triển biến dạng dẻo hoàn toàn.

(9) Nếu tất cả các phần chịu nén của tiết diện là loại 3, thì việc kiểm tra khả năng chịu lực của nó cần phải dựa trên sự phân bố đàn hồi của các biến dạng trong tiết diện. Ứng suất nén tại các thớ ngoài cùng cần được giới hạn bởi giới hạn chảy.

CHÚ THÍCH: Khi kiểm tra khả năng chịu lực ở trạng thái cực hạn, các thớ ngoài cùng có thể được coi là nằm trong mặt phẳng trung bình của các bản cánh. Tính toán chịu uốn xem TCVN X1993-1-9.

(10) Nếu sự chảy dẻo xuất hiện đầu tiên ở phía chịu kéo của tiết diện, thì có thể kể đến một phần sự phát triển biến dạng dẻo trong vùng chịu kéo khi xác định khả năng chịu lực của tiết diện loại 3.

6.2.2 Các đặc trưng của tiết diện

6.2.2.1 Tiết diện nguyên

(1) Các đặc trưng của tiết diện nguyên cần được xác định theo các kích thước danh nghĩa. Không cần trừ diện tích tiết diện của các lỗ cho các chi tiết liên kết (lỗ liên kết), nhưng cần kể đến sự giảm yếu của các lỗ lớn. Các bản mã không được kể đến trong tiết diện nguyên.

6.2.2.2 Tiết diện thực

(1) Diện tích tiết diện thực lấy bằng diện tích tiết diện nguyên trừ đi phần diện tích giảm đi do các lỗ liên kết và các lỗ khác.

(2) Khi xác định các đặc trưng của tiết diện thực, diện tích giảm đi do một lỗ là diện tích tiết diện nguyên của lỗ đó trong cùng mặt phẳng của tiết diện thực đang xét. Đối với lỗ của bu lông chìm đầu, cần kể đến hình dạng phần đầu chìm.

(3) Khi các lỗ liên kết bố trí không so le thì tổng diện tích giảm đi cần lấy bằng tổng lớn nhất của diện tích tiết diện các lỗ trong mỗi mặt phẳng ngang vuông góc với trục cấu kiện (xem mặt phẳng phá hoại 2 trên Hình 6.1).

CHÚ THÍCH: Tổng lớn nhất biểu thị vị trí đường phá hoại nguy hiểm nhất.

(4) Khi các lỗ liên kết được bố trí so le, tổng diện tích giảm đi do lỗ liên kết cần được lấy không nhỏ hơn:

a) diện tích các lỗ xếp thẳng hàng được đưa ra trong (3);

$$b) t \left(nd_0 - \sum \frac{s^2}{4p} \right) \quad (6.3)$$

trong đó:

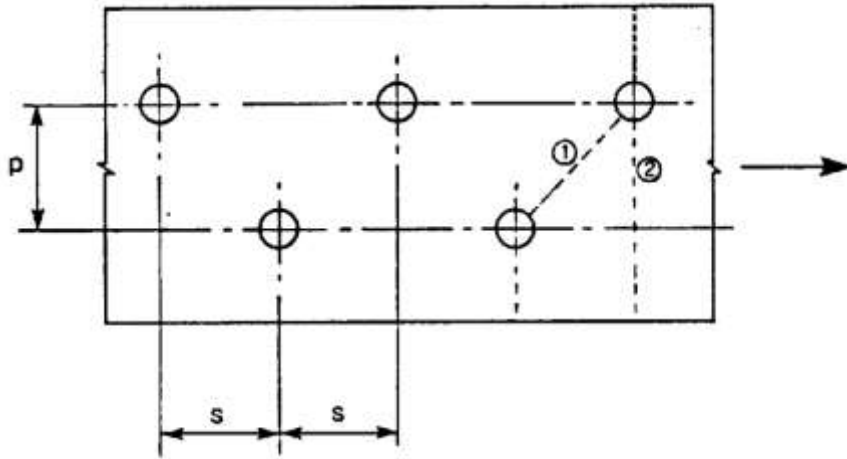
s là bước so le, khoảng cách giữa tâm hai lỗ kề nhau, đo theo phương song song với trục dọc cấu kiện;

p là khoảng cách giữa tâm hai lỗ giống nhau, đo theo phương vuông góc với trục dọc cấu kiện;

t là chiều dày;

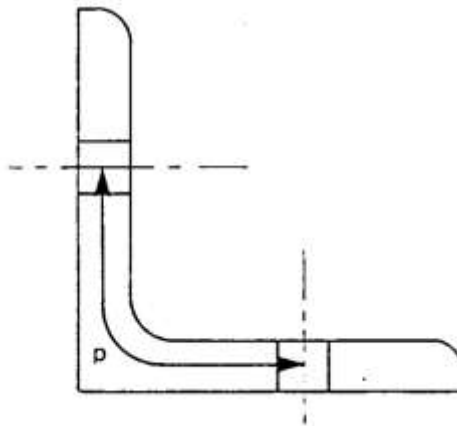
n là số lỗ, bố trí trên bất kỳ đường chéo hoặc zig zắc, đi qua toàn bộ cấu kiện hoặc một phần cấu kiện, xem hình 6.1;

d_0 là đường kính lỗ.



Hình 6.1 – Các lỗ bu lông nằm so le và các đường phá hoại nguy hiểm 1 và 2

(5) Trong tiết diện thép góc hoặc các cấu kiện khác có lỗ bu lông trên nhiều mặt phẳng, khoảng cách p cần được đo theo đường tâm của chiều dày của cấu kiện (Hình 6.2).



Hình 6.2 – Thép góc có lỗ trong hai bản cánh

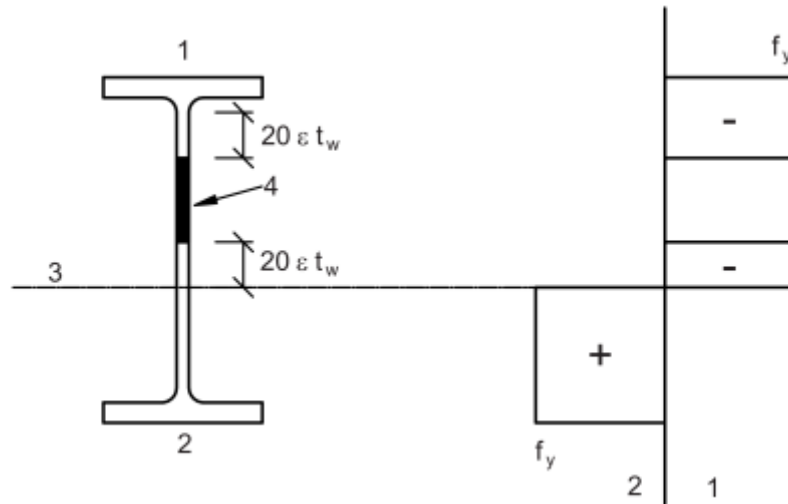
6.2.2.3 Hiệu ứng trễ cắt

- (1) Việc tính toán chiều rộng hiệu dụng được đề cập trong TCVN X1993-1-5.
- (2) Trong các tiết diện loại 4, sự tương tác giữa trễ cắt và mất ổn định cục bộ cần được xét đến theo TCVN X1993-1-5.

CHÚ THÍCH: Đối với các cấu kiện tạo hình nguội, xem TCVN X1993-1-3.

6.2.2.4 Các đặc trưng hiệu dụng của tiết diện với bản bụng loại 3 và bản cánh loại 1 hoặc 2

- (1) Khi tiết diện với bản bụng loại 3 và bản cánh loại 1 hoặc 2 được phân loại là tiết diện hiệu dụng loại 2, xem 5.5.2(11), phần chịu nén của bản bụng cần được thay thế bằng một phần có chiều cao $20\epsilon t_w$ nằm gần cánh chịu nén và một phần khác có chiều cao $20\epsilon t_w$ nằm gần trục trung hòa của tiết diện hiệu dụng như Hình 6.3.



CHÚ DẪN:

- 1 - Nén;
- 2 - Kéo;
- 3 - Trục trung hòa dẻo;
- 4 - Phần bản bụng bỏ qua không tính.

Hình 6.3 - Bản bụng hiệu dụng loại 2

6.2.2.5 Các đặc trưng của tiết diện hiệu dụng loại 4

- (1) Các đặc trưng của tiết diện hiệu dụng loại 4 cần được xác định dựa trên chiều rộng hiệu dụng của các phần chịu nén.
- (2) Các tiết diện tạo hình nguội - xem 1.1.2(1) và TCVN X1993-1-3.
- (3) Chiều rộng hiệu dụng của các phần phẳng chịu nén cần được xác định theo TCVN X1993-1-5.
- (4) Khi tiết diện loại 4 chịu tác dụng của lực nén dọc, cần sử dụng phương pháp nêu trong TCVN X1993-1-5 để xác định dịch chuyển có thể e_N của trục trung hòa của diện tích hiệu dụng A_{eff} so với trọng tâm tiết diện nguyên và mô men hệ quả bổ sung là:

$$\Delta M_{Ed} = N_{Ed} e_N \quad (6.4)$$

CHÚ THÍCH: Dấu của mô men bổ sung phụ thuộc vào tỉ số nội lực và mô men, xem 6.2.9.3(2).

- (5) Các tiết diện tròn rỗng loại 4 - xem TCVN X1993-1-6.

6.2.3 Kéo

- (1)P Giá trị thiết kế của lực kéo N_{Ed} tại mỗi tiết diện phải thỏa mãn:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.5)$$

(2) Đối với tiết diện có lỗ, khả năng chịu kéo thiết kế $N_{t,Rd}$ cần được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong các giá trị:

a) khả năng chịu kéo thiết kế của tiết diện nguyên trong giai đoạn dẻo:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.6)$$

b) khả năng chịu kéo cực hạn thiết kế của tiết diện thực tại lỗ:

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (6.7)$$

(3) Khi có yêu cầu thiết kế theo khả năng, xem TCVN 9386 (EN 1998), khả năng chịu kéo dẻo thiết kế $N_{pl,Rd}$ (như đã nêu trong 6.2.3(2) a)) cần được lấy nhỏ hơn khả năng chịu kéo cực hạn thiết kế của tiết diện thực tại lỗ liên kết $N_{u,Rd}$ (như đã nêu trong 6.2.3(2) b)).

(4) Trong liên kết loại C (xem TCVN X1993-1-8, 3.4.1(1)), khả năng chịu kéo thiết kế $N_{t,Rd}$ trong 6.2.3(1) của tiết diện thực tại lỗ cần được lấy bằng $N_{net,Rd}$, trong đó:

$$N_{net,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.8)$$

(5) Đối với thép góc được liên kết dọc theo một cánh, xem thêm TCVN X1993-1-8, 3.10.3. Việc xem xét tương tự cũng cần được thực hiện cho các loại tiết diện khác được liên kết bằng phần vượn bản cánh.

6.2.4 Nén

(1)P Giá trị thiết kế của lực nén N_{Ed} tại mỗi tiết diện phải thỏa mãn:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.9)$$

(2) Khả năng chịu nén thiết kế của tiết diện chịu nén đều $N_{c,Rd}$ cần được xác định như sau:

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \text{ cho tiết diện loại 1, 2 và 3} \quad (6.10)$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M0}} \text{ cho tiết diện loại 4} \quad (6.11)$$

(3) Trừ các lỗ lớn và lỗ ô van như được định nghĩa trong TCVN X1090, không cần kể đến các lỗ liên kết trong các cấu kiện chịu nén nếu lỗ đã được lắp đặt chi tiết liên kết.

(4) Trong trường hợp tiết diện không đối xứng loại 4, cần sử dụng phương pháp đã nêu trong 6.2.9.3 để kể đến mô men bổ sung ΔM_{Ed} do độ lệch tâm của trục trọng tâm của tiết diện hiệu dụng, xem 6.2.2.5(4).

6.2.5 Mô men uốn

(1)P Giá trị thiết kế của mô men uốn M_{Ed} tại mỗi tiết diện phải thỏa mãn:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.12)$$

trong đó $M_{c,Rd}$ được xác định có xét đến lỗ liên kết, xem (4) đến (6).

(2) Khả năng chịu uốn thiết kế theo một trục quán tính chính của tiết diện được xác định như sau:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{cho tiết diện loại 1 hoặc 2} \quad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{cho tiết diện loại 3} \quad (6.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{cho tiết diện loại 4} \quad (6.15)$$

trong đó $W_{el,min}$ và $W_{eff,min}$ được xác định tương ứng với trục có ứng suất đàn hồi lớn nhất.

(3) Đối với uốn theo cả hai trục, cần sử dụng các phương pháp nêu trong 6.2.9.

(4) Các lỗ liên kết trong cánh chịu kéo có thể được bỏ qua nếu cánh chịu kéo thỏa mãn:

$$\frac{A_{f,net} 0,9f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.16)$$

trong đó A_f là diện tích của cánh chịu kéo.

CHÚ THÍCH: Tiêu chí trong (4) dùng cho thiết kế theo khả năng (xem 1.5.8).

(5) Không cần phải kể đến các lỗ bu lông trong vùng chịu kéo của bụng, nếu giới hạn nêu trong (4) được thỏa mãn đối với vùng chịu kéo hoàn toàn bao gồm cánh chịu kéo cộng với vùng chịu kéo của bản bụng.

(6) Trừ các lỗ lớn và lỗ ô van, không cần kể đến các lỗ liên kết nằm trong vùng chịu nén của tiết diện nếu lỗ đã được lắp đặt chi tiết liên kết.

6.2.6 Cắt

(1)P Giá trị thiết kế của lực cắt V_{Ed} tại mỗi tiết diện phải thỏa mãn:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \tag{6.17}$$

trong đó:

$V_{c,Rd}$ là khả năng chịu cắt thiết kế. Đối với tính toán trong giai đoạn dẻo thì $V_{c,Rd}$ là khả năng chịu cắt dẻo $V_{pl,Rd}$ như được cho trong (2). Đối với tính toán đàn hồi thì $V_{c,Rd}$ là khả năng chịu cắt đàn hồi được tính theo (4) và (5).

(2) Khi không có xoắn thì khả năng chịu cắt dẻo thiết kế được xác định theo công thức:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \tag{6.18}$$

trong đó A_v là diện tích chịu cắt.

(3) Diện tích chịu cắt A_v có thể được xác định như sau:

a) tiết diện cán chữ I và chữ H, tải trọng song song với bụng: $A - 2bt_f + (t_w + 2r) t_f$, nhưng không nhỏ hơn $\eta h_w t_w$;

b) tiết diện cán chữ C, tải trọng song song với bụng: $A - 2bt_f + (t_w + r) t_f$

c) tiết diện chữ T, tải trọng song song với bụng:

– tiết diện cán chữ T: $A_v = A - bt_f + (t_w + 2r) \frac{t_f}{2}$

– tiết diện hàn chữ T: $A_v = t_w \left(h - \frac{t_f}{2} \right)$

d) tiết diện hàn chữ I, H và hộp, tải trọng song song với bản bụng: $\eta \sum (h_w t_w)$

e) tiết diện hàn chữ I, H, C và hộp, tải trọng song song với bản cánh: $A - \sum (h_w t_w)$

f) tiết diện cán chữ nhật rỗng với chiều dày thành không đổi:

– tải trọng song song với chiều cao: $Ah / (b + h)$

– tải trọng song song với chiều rộng: $Ab / (b + h)$

g) tiết diện tròn rỗng và ống, với chiều dày thành không đổi: $2A / \pi$

trong đó:

A là diện tích tiết diện;

b là chiều rộng toàn phần của tiết diện;

h là chiều cao toàn phần tiết diện;

h_w là chiều cao bụng;

r là bán kính góc lượn (nổi cánh và bụng);

t_f là chiều dày cánh;

t_w là chiều dày bụng (Nếu chiều dày bụng thay đổi thì t_w được lấy bằng chiều dày nhỏ nhất);

η xem TCVN X1993-1-5.

CHÚ THÍCH: Giá trị η thiên về an toàn có thể lấy bằng 1,0.

(4) Để kiểm tra khả năng chịu cắt đàn hồi thiết kế $V_{c,Rd}$ tiêu chí sau đây đối với một điểm nguy hiểm của tiết diện có thể sử dụng, trừ khi kiểm tra mất ổn định trong điều 5 của TCVN X1993-1-5 được áp dụng:

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} \leq 1,0 \quad (6.19)$$

trong đó τ_{Ed} có thể được xác định theo công thức:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{It} \quad (6.20)$$

trong đó:

V_{Ed} là giá trị thiết kế của lực cắt;

S là mô men tĩnh của diện tích đối với trục đi qua trọng tâm của phần tiết diện nằm giữa điểm đang tính lực cắt và biên của tiết diện;

I là mô men quán tính của diện tích toàn bộ tiết diện;

t là chiều dày tại điểm đang xét.

CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra theo (4) là thiên về an toàn vì nó bỏ qua sự phân bố lực cắt đều một phần mà được phép trong tính toán đàn hồi, xem (5). Vì vậy, chỉ cần kiểm tra theo (4) nếu việc kiểm tra trên cơ sở $V_{c,Rd}$ theo phương trình (6.17) không thể thực hiện được.

(5) Đối với tiết diện chữ I hoặc H, ứng suất tiếp trong bản bụng có thể được xác định theo công thức:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \quad \text{nếu } A_f / A_w \geq 0,6 \quad (6.21)$$

trong đó:

A_f là diện tích của một cánh;

A_w là diện tích của bụng: $A_w = h_w t_w$.

(6) Ngoài ra, khả năng chống mất ổn định do cắt đối với các bản bụng không có sườn cứng trung gian cần phù hợp với điều 5 của TCVN X1993-1-5, nếu:

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\varepsilon}{\eta} \quad (6.22)$$

Đối với η xem điều 5 của TCVN X1993-1-5.

CHÚ THÍCH: Giá trị η thiên về an toàn có thể lấy bằng 1,0.

(7) Không cần kể đến lỗ liên kết trong kiểm tra cắt trừ khi kiểm tra khả năng chịu cắt thiết kế tại vùng liên kết như nêu trong TCVN X1993-1-8.

(8) Khi lực cắt kết hợp với mô men xoắn, khả năng chịu cắt dẻo $V_{pl,Rd}$ cần được giảm xuống như quy định trong 6.2.7(9).

6.2.7 Xoắn

(1) Đối với cấu kiện chịu xoắn mà trong đó có thể bỏ qua biến dạng méo thì giá trị thiết kế của mô men xoắn T_{Ed} tại mỗi tiết diện cần thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1,0 \quad (6.23)$$

trong đó T_{Rd} là khả năng chịu xoắn thiết kế của tiết diện.

(2) Tổng mô men xoắn T_{Ed} trong tiết diện bất kỳ cần được coi như tổng của hai thành phần nội lực:

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed} \quad (6.24)$$

trong đó:

$T_{t,Ed}$ là giá trị thiết kế của mô men xoắn St. Venant;

$T_{w,Ed}$ là giá trị thiết kế của mô men xoắn kiểm chế.

(3) Các giá trị $T_{t,Ed}$ và $T_{w,Ed}$ trong tiết diện bất kỳ có thể được xác định theo T_{Ed} bằng phân tích đàn hồi có kể đến các đặc trưng của tiết diện của cấu kiện, các điều kiện ngăn cản tại gối tựa và sự phân bố tác động dọc theo cấu kiện.

(4) Các ứng suất sau đây do xoắn cần được kể đến:

– Ứng suất tiếp $\tau_{t,Ed}$ do mô men xoắn St. Venant $T_{t,Ed}$;

– Ứng suất pháp $\sigma_{w,Ed}$ do mô men B_{Ed} và ứng suất tiếp $\tau_{w,Ed}$ do mô men xoắn kiểm chế $T_{w,Ed}$.

(5) Để kiểm tra đàn hồi có thể áp dụng tiêu chí chảy dẻo trong 6.2.1(5)

(6) Để xác định khả năng chịu mô men của tiết diện ở giai đoạn dẻo do uốn và xoắn, chỉ xét đến hiệu ứng xoắn B_{Ed} từ kết quả phân tích đàn hồi, xem (3).

(7) Để đơn giản, trong trường hợp cấu kiện với tiết diện rỗng kín, có thể giả thiết rằng ảnh hưởng của xoắn kiểm chế có thể bỏ qua. Cũng để đơn giản, trong trường hợp cấu kiện với tiết diện hở, như chữ I hoặc H, có thể giả thiết rằng ảnh hưởng của mô men xoắn St. Venant có thể bỏ qua.

(8) Để tính khả năng chịu xoắn T_{Rd} của tiết diện rỗng kín, cường độ chịu cắt thiết kế của các phần riêng lẻ của tiết diện theo TCVN X1993-1-5 cần được kể đến.

(9) Khi có tác động đồng thời của lực cắt và mô men xoắn thì khả năng chịu cắt dẻo có kể đến ảnh hưởng của xoắn cần được giảm từ $V_{pl,Rd}$ xuống $V_{pl,T,Rd}$ và lực cắt thiết kế cần thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.25)$$

Trong đó $V_{pl,T,Rd}$ có thể được xác định như sau:

– Đối với tiết diện chữ I hoặc H:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}}} V_{pl,Rd} \quad (6.26)$$

– Đối với tiết diện chữ C:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}}} - \frac{\tau_{w,Ed}}{(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd} \quad (6.27)$$

– Đối với tiết diện rỗng:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{w,Ed}}{(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd} \quad (6.28)$$

trong đó $V_{pl,Rd}$ được nêu trong 6.2.6.

6.2.8 Uốn và cắt

(1) Khi có tác dụng của lực cắt thì cần kể đến ảnh hưởng của nó đối với khả năng chịu mô men.

TCVN ***1-1:202x

(2) Khi lực cắt nhỏ hơn một nửa khả năng chịu cắt dẻo thì ảnh hưởng của nó đối với khả năng chịu mô men có thể bỏ qua, trừ khi mất ổn định do cắt làm giảm khả năng chịu lực của tiết diện, xem TCVN X1993-1-5.

(3) Trong trường hợp khác, khả năng chịu uốn suy giảm được lấy bằng khả năng chịu lực của tiết diện tính theo giá trị suy giảm của giới hạn chảy cho diện tích chịu cắt:

$$(1 - \rho) f_y \quad (6.29)$$

trong đó $\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$ và $V_{pl,Rd}$ được xác định theo 6.2.6(2).

CHÚ THÍCH: Xem thêm 6.2.10(3).

(4) Khi có tác dụng của xoắn thì giá trị ρ cần được xác định theo công thức $\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2$,

xem 6.2.7, nhưng lấy bằng 0 khi $V_{Ed} \leq 0,5V_{pl,T,Rd}$.

(5) Đối với tiết diện chữ I cánh đều và chịu uốn theo trục chính, giá trị thiết kế suy giảm của khả năng chịu uốn dẻo có kể đến lực cắt có được thể xác định bằng cách khác theo công thức:

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left[W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right] f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{nhưng} \quad M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd} \quad (6.30)$$

trong đó:

$M_{y,c,Rd}$ xác định theo 6.2.5(2);

$$A_w = h_w t_w$$

(6) Tác dụng đồng thời của mô men uốn, lực cắt và lực ngang (lực vuông góc với trục dọc cấu kiện) xem điều 7 của TCVN X1993-1-5.

6.2.9 Uốn và lực dọc

6.2.9.1 Tiết diện loại 1 và 2

(1) Khi có tác dụng của lực dọc, cần kể đến ảnh hưởng của nó đối với khả năng chịu mô men dẻo.

(2)P Đối với tiết diện loại 1 và 2, tiêu chí sau đây phải được thỏa mãn:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \quad (6.31)$$

trong đó:

$M_{N,Rd}$ là khả năng chịu mô men dẻo thiết kế suy giảm do lực dọc N_{Ed} .

(3) Đối với tiết diện chữ nhật đặc không có lỗ liên kết thì $M_{N,Rd}$ cần được xác định theo công thức:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] \quad (6.32)$$

(4) Đối với tiết diện chữ I và H đối xứng kép hoặc các tiết diện bản cánh khác, không cần kể đến ảnh hưởng của lực dọc lên khả năng chịu mô men xoắn quanh trục y-y khi cả hai điều kiện sau đây cùng thỏa mãn:

$$N_{Ed} \leq 0,25 N_{pl,Rd} \quad \text{và} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Đối với tiết diện chữ I và H đối xứng kép, không cần kể đến ảnh hưởng của lực dọc lên khả năng chịu mô men xoắn quanh trục z-z khi:

$$N_{Ed} \leq \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

(5) Đối với tiết diện không kể đến các lỗ liên kết, thì điều kiện xấp xỉ sau đây có thể được sử dụng cho tiết diện tiêu chuẩn chữ I hoặc H cán và tiết diện chữ I hoặc H hàn với các cánh đều nhau:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0,5a)} \quad \text{nhưng} \quad M_{N,y,Rd} < M_{pl,y,Rd} \quad (6.36)$$

Khi $n \leq a$:
$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \quad (6.37)$$

Khi $n > a$:
$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \quad (6.38)$$

trong đó:

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$$

$$a = (A - 2bt_f) / A \quad \text{nhưng} \quad a \leq 0,5.$$

Đối với tiết diện không kể đến các lỗ liên kết, thì điều kiện xấp xỉ sau đây có thể được sử dụng cho tiết diện chữ nhật rỗng với chiều dày thành không đổi và tiết diện hộp hàn với các cánh và bụng đều nhau:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0,5a_w)} \quad \text{nhưng} \quad M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd} \quad (6.39)$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0,5a_f)} \quad \text{nhưng} \quad M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd} \quad (6.40)$$

trong đó:

$$a_w = (A - 2bt)/A \quad \text{nhưng } a_w \leq 0,5 \quad \text{cho tiết diện rỗng};$$

$$a_w = (A - 2b_{tf})/A \quad \text{nhưng } a_w \leq 0,5 \quad \text{cho tiết diện hộp hàn};$$

$$a_f = (A - 2ht)/A \quad \text{nhưng } a_f \leq 0,5 \quad \text{cho tiết diện rỗng};$$

$$a_f = (A - 2ht_w)/A \quad \text{nhưng } a_f \leq 0,5 \quad \text{cho tiết diện hộp hàn}.$$

(6) Đối với uốn quanh hai trục thì sử dụng tiêu chí sau:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1 \quad (6.41)$$

trong đó: α và β là các hằng số, mà có thể lấy thiên về an toàn bằng 1,0, hoặc lấy như sau:

– Đối với tiết diện chữ I và H:

$$\alpha = 2; \beta = 5n \quad \text{nhưng } \beta \geq 1$$

– Đối với tiết diện tròn rỗng :

$$\alpha = 2; \beta = 2$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} (1 - n^{1,7})$$

– Đối với tiết diện chữ nhật rỗng:

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2} \quad \text{nhưng } \alpha = \beta \leq 6$$

trong đó $n = N_{Ed}/N_{pl,Rd}$.

6.2.9.2 Tiết diện loại 3

(1)P Khi không có lực cắt, đối với tiết diện loại 3 ứng suất dọc lớn nhất phải thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.42)$$

Trong đó: $\sigma_{x,Ed}$ là giá trị thiết kế của ứng suất dọc do mô men và lực dọc có kể đến lỗ liên kết khi có liên quan, xem 6.2.3, 6.2.4 và 6.2.5.

6.2.9.3 Tiết diện loại 4

1)P Khi không có lực cắt, đối với tiết diện loại 4 ứng suất dọc lớn nhất $\sigma_{x,Ed}$ tính được dựa trên tiết diện hiệu dụng (xem 5.5.2(2)) phải thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.43)$$

trong đó $\sigma_{x,Ed}$ là giá trị thiết kế của ứng suất dọc do mô men và lực dọc có kể đến lỗ liên kết khi liên quan, xem 6.2.3, 6.2.4 và 6.2.5.

(2) Có thể sử dụng điều kiện đơn giản sau đây thay cho điều kiện trong (1):

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1 \quad (6.44)$$

trong đó:

A_{eff} là diện tích hiệu dụng của tiết diện khi chịu nén đều;

$W_{eff,y,min}$ là mô đun chống uốn hiệu dụng của tiết diện (ứng với thớ có ứng suất đàn hồi lớn nhất) khi chỉ chịu mô men quanh trục tương ứng;

e_N là độ dịch chuyển của trục liên quan đi qua trọng tâm khi tiết diện chỉ chịu nén, xem 6.2.2.5(4).

CHÚ THÍCH: Dấu của N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ và $\Delta M_i = N_{Ed} e_{Ni}$ phụ thuộc vào tổ hợp của các ứng suất pháp tương ứng.

6.2.10 Uốn, cắt và lực dọc

(1) Khi có tác dụng của lực cắt và lực dọc, thì cần kể đến tác dụng đồng thời của chúng lên khả năng chịu uốn.

(2) Nếu giá trị thiết kế của lực cắt V_{Ed} không vượt quá 50% giá trị thiết kế của khả năng chịu cắt dẻo $V_{pl,Rd}$, không cần giảm khả năng chịu uốn và chịu lực dọc trực trong 6.2.9, trừ các trường hợp mất ổn định do cắt làm giảm khả năng chịu lực của tiết diện, xem TCVN X1993-1-5.

(3) Nếu V_{Ed} lớn hơn 50% của $V_{pl,Rd}$ thì giá trị thiết kế của khả năng chịu lực của tiết diện khi có tác dụng đồng thời của mô men và lực dọc cần được xác định dựa trên giá trị suy giảm của giới hạn chảy

$$(1 - \rho) f_y \quad (6.45)$$

cho diện tích chịu cắt,

trong đó: $\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$ và $V_{pl,Rd}$ được tính theo 6.2.6(2).

CHÚ THÍCH: Thay vì giảm giới hạn chảy có thể giảm chiều dày tấm ở các phần tương ứng của tiết diện.

6.3 Khả năng chống mất ổn định của các cấu kiện

6.3.1 Cấu kiện tiết diện không đối xứng

6.3.1.1 Khả năng chống mất ổn định

(1) Cấu kiện chịu nén cần được kiểm tra chống mất ổn định theo công thức:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \tag{6.46}$$

trong đó:

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén;

$N_{b,Rd}$ là giá trị thiết kế của khả năng chống mất ổn định của cấu kiện chịu nén.

(2) Đối với các cấu kiện với tiết diện loại 4 không đối xứng thì cần kể đến mô men bổ sung ΔM_{Ed} do độ lệch tâm của trục trung hòa của tiết diện hiệu dụng, xem thêm 6.2.2.5(4), và tác dụng đồng thời của lực dọc và mô men cần lấy theo 6.3.4 hoặc 6.3.3.

(3) Giá trị thiết kế của khả năng chống mất ổn định của cấu kiện chịu nén cần được lấy bằng:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \text{ cho tiết diện loại 1, 2 và 3} \tag{6.47}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} \text{ cho tiết diện loại 4} \tag{6.48}$$

trong đó χ là hệ số giảm cho các dạng mất ổn định tương ứng.

CHÚ THÍCH: Để xác định khả năng chống mất ổn định của cấu kiện với tiết diện thay đổi dọc theo cấu kiện hoặc với cấu kiện có phân bố không đều lực nén thì phân tích bậc hai theo 5.3.4(2) có thể được thực hiện. Đối với mất ổn định ngoài mặt phẳng xem thêm 6.3.4.

(4) Khi xác định A và A_{eff} các lỗ bu lông tại các đầu cột không cần kể đến.

6.3.1.2 Các đường cong mất ổn định

(1) Khi nén dọc trong các cấu kiện thì giá trị của χ cho độ mảnh quy ước thích hợp $\bar{\lambda}$ cần được xác định theo đường cong mất ổn định tương ứng theo công thức:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \text{ nhưng } \chi \leq 1,0 \tag{6.49}$$

trong đó:

$$\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right];$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \text{ cho các tiết diện loại 1, 2 và 3;}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} \text{ cho các tiết diện loại 4;}$$

α là hệ số khiếm khuyết;

N_{cr} là lực tới hạn đàn hồi cho dạng mất ổn định tương ứng được xác định dựa trên các đặc trưng tiết diện nguyên.

(2) Hệ số khiếm khuyết α tương ứng với đường cong mất ổn định thích hợp được xác định theo Bảng 6.1 và Bảng 6.2.

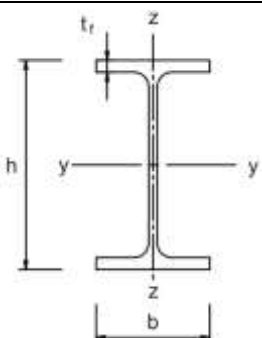
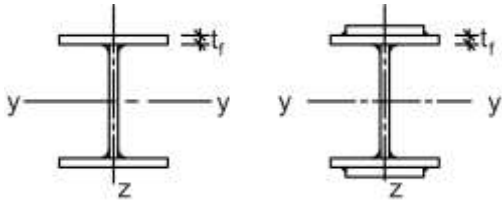

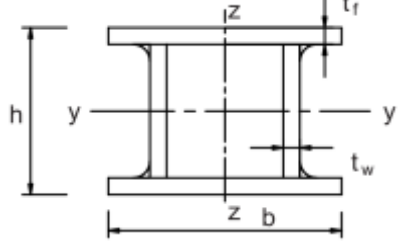
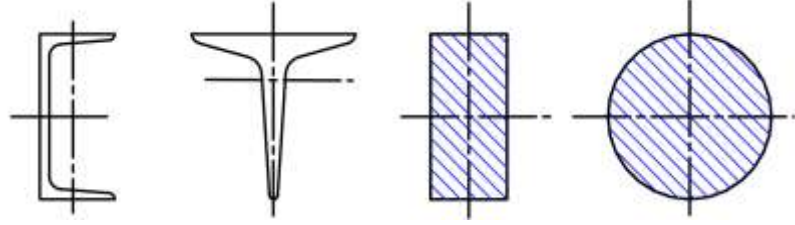
Bảng 6.1 – Hệ số khiếm khuyết cho các đường cong mất ổn định

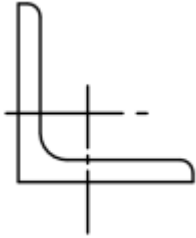
Đường cong mất ổn định	a_0	a	b	c	d
Hệ số khiếm khuyết α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

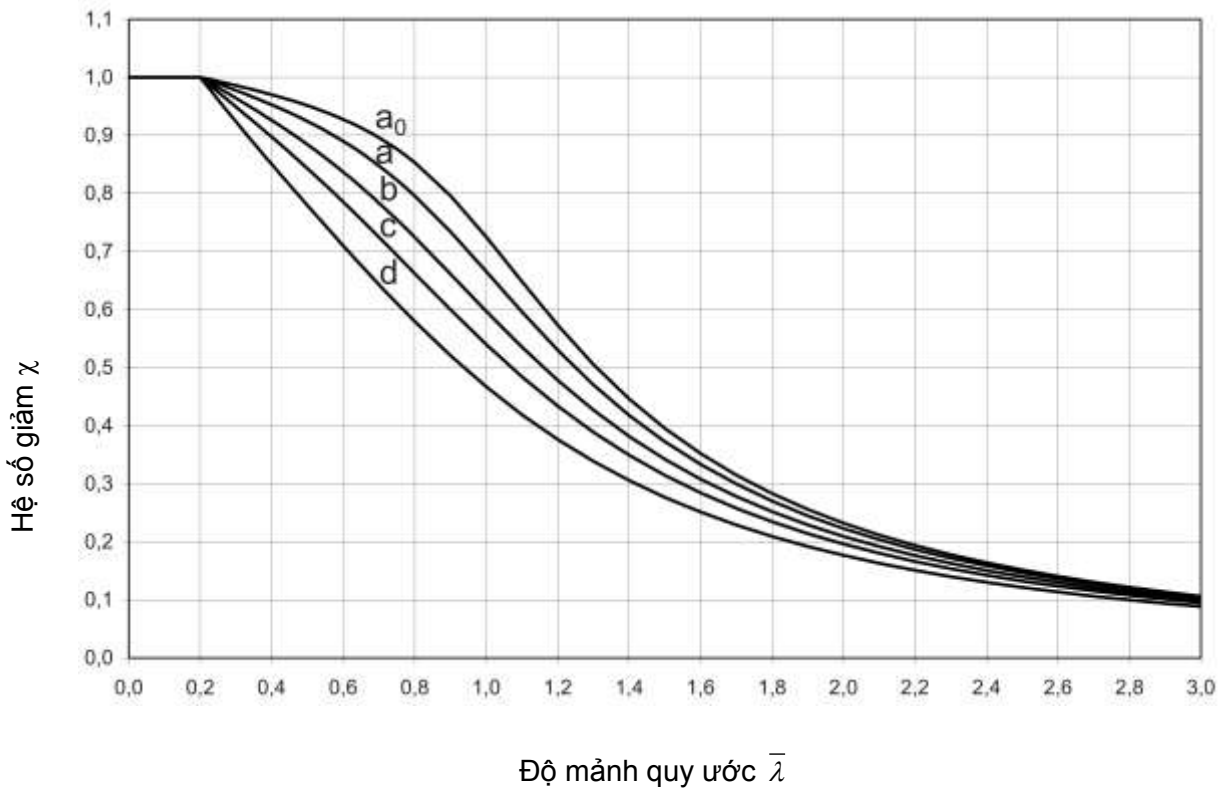
(3) Giá trị của hệ số giảm χ đối với độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}$ thích hợp có thể được xác định theo Hình 6.4.

(4) Khi độ mảnh $\bar{\lambda} \leq 0,2$ hoặc khi $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$ thì ảnh hưởng của mất ổn định có thể bỏ qua và chỉ cần kiểm tra tiết diện.

Bảng 6.2 – Lựa chọn đường cong mắt ổn định cho tiết diện

Tiết diện	Giới hạn	Mắt ổn định quanh trục	Đường cong mắt ổn định		
			S235 S275 S355 S420	S460	
Tiết diện cánh 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40\text{mm}$	y-y z-z	a a ₀	a ₀ a ₀
		$40\text{ mm} < t_f \leq 100\text{mm}$	y-y z-z	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100\text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
		$t_f > 100\text{ mm}$	y-y z-z	d d	c c
Tiết diện chữ I hàn 	$t_f \leq 40\text{mm}$	y-y z-z	b c	b c	
	$t_f > 40\text{ mm}$	y-y z-z	c d	c d	
Tiết diện kín 	Hoàn thiện nóng	Tất cả	a	a ₀	
	Tạo hình nguội	Tất cả	c	c	
Tiết diện hộp hàn 	Tổng thể (trừ liệt kê dưới đây)	Tất cả	b	b	
	Với chiều dày đường hàn: $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	Tất cả	c	c	
Tiết diện chữ U, T, tiết diện đặc 		Tất cả	c	c	

Thép góc		Tất cả	b	b
----------	---	--------	---	---



Hình 6.4 – Các đường cong mất ổn định

6.3.1.3 Độ mảnh để tính mất ổn định dạng uốn

(1) Độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}$ được xác định theo công thức:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} \quad \text{cho tiết diện loại 1, 2 và 3} \quad (6.50)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}} \frac{1}{\lambda_1} \quad \text{cho tiết diện loại 4} \quad (6.51)$$

trong đó:

L_{cr} là chiều dài tính toán trong mặt phẳng mất ổn định đang xét;

i là bán kính quán tính quanh trục tương ứng, được xác định dựa trên các đặc trưng của tiết diện nguyên;

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\varepsilon;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (f_y \text{ tính bằng N/mm}^2).$$

CHÚ THÍCH B: Đối với mất ổn định đàn hồi của các bộ phận của kết cấu nhà xem Phụ lục BB.

(2) Để tính mất ổn định dạng uốn, đường cong mất ổn định tương ứng cần được xác định theo Bảng 6.2.

6.3.1.4 Độ mảnh cho mất ổn định dạng xoắn và mất ổn định dạng xoắn-uốn

(1) Đối với các cấu kiện với tiết diện hở, cần kể đến khả năng độ bền của cấu kiện chống mất ổn định dạng xoắn hoặc mất ổn định dạng xoắn-uốn có thể nhỏ hơn độ bền chống mất ổn định dạng uốn của nó.

(2) Độ mảnh quy ước để tính mất ổn định dạng xoắn hoặc mất ổn định dạng xoắn-uốn $\bar{\lambda}_T$ cần được xác định theo các công thức:

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad \text{Cho tiết diện loại 1, 2 và 3} \quad (6.52)$$

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} \quad \text{Cho tiết diện loại 4} \quad (6.53)$$

trong đó:

$$N_{cr} = N_{cr,TF} \text{ nhưng } N_{cr} < N_{cr,T};$$

$N_{cr,TF}$ là lực mất ổn định đàn hồi dạng xoắn-uốn;

$N_{cr,T}$ là lực mất ổn định đàn hồi dạng xoắn.

(3) Để tính mất ổn định dạng xoắn hoặc mất ổn định dạng xoắn-uốn, đường cong mất ổn định tương ứng có thể được xác định theo Bảng 6.2 ứng với trục z .

6.3.2 Cấu kiện tiết diện không đối chịu uốn

6.3.2.1 Khả năng chống mất ổn định

(1) Cấu kiện không có liên kết ngang, chịu uốn theo trục khỏe cần được kiểm tra chống mất ổn định xoắn-ngang theo công thức:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.54)$$

trong đó:

M_{Ed} là giá trị thiết kế của mô men;

$M_{b,Rd}$ là giá trị thiết kế của mô men chống mất ổn định.

(2) Dầm với liên kết đủ chắc cho cánh chịu nén sẽ không nhạy với mất ổn định xoắn-ngang. Ngoài ra, dầm với các loại tiết diện nhất định, như tiết diện vuông hoặc tròn rỗng, ống tròn hoặc hộp vuông không nhạy với mất ổn định xoắn-ngang.

(3) Mô men chống mất ổn định thiết kế của dầm không có liên kết ngang cần được lấy như sau:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.55)$$

trong đó:

W_y là mô đun chống uốn tương ứng của tiết diện, được lấy như sau:

$W_y = W_{pl,y}$ cho tiết diện loại 1 hoặc 2

$W_y = W_{el,y}$ cho tiết diện loại 3

$W_y = W_{eff,y}$ cho tiết diện loại 4

χ_{LT} là hệ số giảm cho mất ổn định xoắn-ngang.

CHÚ THÍCH 1: Để xác định khả năng chống mất ổn định của dầm với tiết diện vát thì phân tích bậc hai theo 5.3.4(3) có thể được thực hiện. Đối với mất ổn định ngoài mặt phẳng xem 6.3.4.

CHÚ THÍCH 2B: Đối với mất ổn định các bộ phận của kết cấu nhà xem Phụ lục BB.

(4) Khi xác định W_y , các lỗ bu lông tại đầu dầm không cần phải kể đến.

6.3.2.2 Các đường cong mất ổn định xoắn-ngang – Trường hợp chung

(1) Nếu không có quy định khác, xem 6.3.2.3, đối với các cấu kiện có tiết diện không đổi thì giá trị của χ_{LT} để tính độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}_{LT}$, cần được xác định theo công thức:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{nhưng} \quad \chi_{LT} \leq 1,0 \quad (6.56)$$

trong đó:

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right];$$

α_{LT} là hệ số khiếm khuyết;

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}};$$

M_{cr} là mô men tới hạn đàn hồi cho mất ổn định xoắn-ngang.

(2) M_{cr} được tính toán dựa trên các đặc trưng của tiết diện nguyên và kể đến điều kiện tải trọng, sự phân bố thực tế của mô men và các liên kết ngang.

CHÚ THÍCH: Hệ số khiếm khuyết α_{LT} ứng với đường cong mất ổn định tương ứng có thể cho trong Phụ lục quốc gia. Giá trị khuyến nghị của α_{LT} được nêu trong Bảng 6.3.

Bảng 6.3 – Các giá trị khuyến nghị của các hệ số khiếm khuyết cho các đường cong mất ổn định xoắn-ngang

Đường cong mất ổn định	a	b	c	d
Hệ số khiếm khuyết α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Các khuyến nghị cho các đường cong mất ổn định cho trong Bảng 6.4.

Bảng 6.4 – Các giá trị khuyến nghị cho các đường cong mất ổn định xoắn-ngang đối với các tiết diện sử dụng phương trình (6.56)

Tiết diện	Giới hạn	Đường cong mất ổn định
Tiết diện chữ I cán	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Tiết diện chữ I hàn	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Các tiết diện khác	-	d

(3) Các giá trị của hệ số giảm χ_{LT} cho độ mảnh tương đối $\bar{\lambda}_{LT}$ phù hợp có thể lấy từ Hình 6.4.

(4) Khi độ mảnh $\bar{\lambda}_{LT} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}$ (xem 6.3.2.3) hoặc khi $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2$ (xem 6.3.2.3) thì ảnh hưởng của mất ổn định xoắn-ngang có thể bỏ qua và chỉ cần kiểm tra tiết diện.

6.3.2.3 Các đường cong mất ổn định xoắn-ngang cho các tiết diện cán hoặc tiết diện hàn tương đương

(1) Đối với các tiết diện cán hoặc tiết diện hàn tương đương chịu uốn, các giá trị của χ_{LT} để xác định độ mảnh quy ước phù hợp có thể được xác định bằng công thức:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{nhưng} \quad \begin{cases} \chi_{LT} \leq 1,0 \\ \chi_{LT} \leq \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \end{cases} \quad (6.57)$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right].$$

CHÚ THÍCH: Các thông số $\bar{\lambda}_{LT,0}$ và β và bất kỳ giới hạn áp dụng nào liên quan đến chiều cao dầm hoặc tỉ số h/b có thể được cho trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị sau đây khuyến nghị cho các tiết diện cán hoặc tiết diện hàn tương đương:

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ (giá trị lớn nhất);}$$

$$\beta = 0,75 \text{ (giá trị nhỏ nhất).}$$

Các khuyến nghị cho các đường cong mất ổn định được nêu trong Bảng 6.5.

Bảng 6.5 – Các khuyến nghị lựa chọn đường cong mất ổn định xoắn-ngang đối với các tiết diện sử dụng công thức (6.57)

Tiết diện	Giới hạn	Đường cong mất ổn định
Tiết diện chữ I cán	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Tiết diện chữ I hàn	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d

(2) Để kể đến sự phân phối mô men giữa các điểm liên kết ngang của cấu kiện, hệ số giảm χ_{LT} có thể được điều chỉnh như sau:


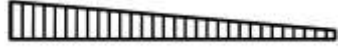







$$\bar{\chi}_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \quad \text{nhưng} \quad \begin{cases} \chi_{LT,mod} \leq 1 \\ \chi_{LT,mod} \leq \frac{1}{\bar{\chi}_{LT}} \end{cases} \quad (6.58)$$

CHÚ THÍCH: Các giá trị của f có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị tối thiểu sau đây được khuyến nghị:

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[1 - 2,0(\bar{\chi}_{LT} - 0,8)^2 \right] \quad \text{nhưng} \quad f \leq 1,0$$

k_c là hệ số hiệu chỉnh, lấy theo Bảng 6.6.

Bảng 6.6 – Hệ số hiệu chỉnh k_c

Phân bố mô men	k_c
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
   	0,94 0,90 0,91
  	0,86 0,77 0,82

6.3.2.4 Phương pháp đánh giá đơn giản cho dầm có liên kết ngang trong công trình nhà

(1)B Cấu kiện với liên kết ngang rời rạc vào cánh chịu nén sẽ không nhạy với mất ổn định xoắn-ngang nếu chiều dài L_c giữa các điểm liên kết hoặc độ mảnh kết quả $\bar{\lambda}_f$ của cánh chịu nén tương đương thỏa mãn điều kiện:

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} \leq \lambda_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} \tag{6.59}$$

trong đó:

$M_{y,Ed}$ là giá trị thiết kế lớn nhất của mô men uốn trong phạm vi chiều dài đoạn có liên kết;

$$M_{c,Rd} = W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}};$$

W_y là mô đun chống uốn phù hợp tương ứng với cánh chịu nén

k_c là hệ số hiệu chỉnh độ mảnh cho phân phối mô men giữa các điểm liên kết, xem Bảng 6.6.

$i_{f,z}$ là bán kính quán tính của cánh chịu nén tương đương, bao gồm cánh chịu nén cộng 1/3 phần chịu nén của diện tích bản bụng, quanh trục yếu của tiết diện;

$\bar{\lambda}_{c,0}$ là độ mảnh giới hạn của cánh chịu nén tương đương, như đã nêu ở trên;

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\varepsilon;$$

$$\varepsilon = \frac{235}{f_y} \quad (f_y \text{ tính bằng N/mm}^2).$$

CHÚ THÍCH 1B: Đối với tiết diện loại 4, $i_{f,z}$ có thể được tính theo công thức:

$$i_{f,z} = \sqrt{\frac{I_{eff,f}}{A_{eff,f} + \frac{1}{3}A_{eff,w,c}}}$$

trong đó:

$I_{eff,f}$ là mô men quán tính hiệu dụng của diện tích cánh chịu nén quanh trục phụ của tiết diện;

$A_{eff,f}$ là diện tích hiệu dụng của cánh chịu nén;

$A_{eff,w,e}$ là diện tích hiệu dụng của phần chịu nén của bản bụng.

CHÚ THÍCH 2B: Độ mảnh giới hạn $\bar{\lambda}_{c,0}$ có thể được cho trong Phụ lục quốc gia. Giá trị giới hạn được khuyến nghị $\bar{\lambda}_{c,0} = \bar{\lambda}_{LT,0} + 0,1$, xem 6.3.2.3.

(2)B Nếu độ mảnh của cánh chịu nén $\bar{\lambda}_f$ vượt quá độ mảnh giới hạn nêu trong (1)B, mô men thiết kế chống mất ổn định có thể được lấy bằng:

$$M_{b,Rd} = k_{fl} \chi M_{c,Rd} \quad \text{nhưng} \quad M_{b,Rd} < M_{c,Rd} \quad (6.60)$$

trong đó:

χ là hệ số giảm của cánh chịu nén tương đương được xác định theo $\bar{\lambda}_f$;

k_{fl} là hệ số điều chỉnh kể đến cách tính đơn giản theo phương pháp cánh chịu nén tương đương.

CHÚ THÍCH B: Hệ số điều chỉnh có thể cho trong Phụ lục quốc gia. Giá trị khuyến nghị $k_{fl} = 1,10$.

(3)B Các đường cong mất ổn định sử dụng trong (2)B cần được lấy như sau:

Đường cong d cho các tiết diện hàn nếu $\frac{h}{t_f} \leq 44\varepsilon$

Đường cong c cho tất cả các tiết diện

trong đó:

h là tổng chiều cao tiết diện;

t_f là chiều dày cánh chịu nén.

CHÚ THÍCH B: Đối với mắt ổn định xoắn-ngang của các bộ phận kết cấu nhà có ngăn cản ngang, xem Phụ lục BB.3.

6.3.3 Cấu kiện có tiết diện không đổi chịu uốn và nén dọc

(1) Nếu phân tích bậc hai được thực hiện có kể đến khiếm khuyết như đã nêu trong 5.3.2, thì ổn định của các cấu kiện tiết diện không đổi đối xứng kép, không nhạy với biến dạng méo cần được kiểm tra theo các mục dưới đây, trong đó phân biệt:

- Các cấu kiện, không nhạy với biến dạng xoắn, ví dụ tiết diện tròn rỗng hoặc tiết diện được liên kết chặn xoắn;
- Các cấu kiện nhạy với biến dạng xoắn, ví dụ các cấu kiện với tiết diện hở và không được liên kết chặn xoắn.

(2) Ngoài ra, khả năng chịu lực của tiết diện tại mỗi đầu cấu kiện cần thỏa mãn các yêu cầu nêu trong 6.2.

CHÚ THÍCH 1: Các công thức tương tác được dựa trên mô hình hóa các cấu kiện một nhịp gối tựa đơn giản với các điều kiện gối cố định và có hoặc không có liên kết ngang, chịu lực nén, mô men đầu mút và/hoặc lực ngang.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp các điều kiện áp dụng nêu trong (1) và (2) không được đáp ứng, xem 6.3.4.

(3) Đối với các cấu kiện của hệ kết cấu, kiểm tra khả năng chịu lực có thể được thực hiện trên cơ sở các cấu kiện một nhịp riêng lẻ như được cắt ra từ hệ kết cấu. Các hiệu ứng bậc hai của của hệ xoay (hiệu ứng P-Δ) phải được kể đến hoặc bằng cách đưa thêm vào cấu kiện các mô men đầu mút của cấu kiện hoặc bằng cách sử dụng chiều dài tính toán phù hợp, tương ứng xem 5.2.2(3)c) và 5.2.2(8).

(4) Các cấu kiện chịu tác dụng đồng thời mô men uốn và nén dọc trục cần thỏa mãn các điều kiện:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \tag{6.61}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \tag{6.62}$$

trong đó:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ và $M_{z,Ed}$ là các giá trị thiết kế của lực nén và mô men lớn nhất quanh trục y-y và z-z tương ứng dọc chiều dài cấu kiện;

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ là các mô men do dịch chuyển trục đi qua trọng tâm tiết diện theo 6.2.9.3, đối với các tiết diện loại 4, xem Bảng 6.7;

χ_y và χ_z là các hệ số giảm của mất ổn định dạng uốn theo 6.3.1;

χ_{LT} là hệ số giảm của mất ổn định xoắn-ngang theo 6.3.2;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} là các hệ số tương tác.

Bảng 6.7 – Các giá trị của $N_{RK} = f_y A_i$, $M_{i,RK} = f_y W_i$ và $\Delta M_{i,Ed}$

Loại tiết diện	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$

CHÚ THÍCH: Đối với các cấu kiện không nhảy với biến dạng xoắn χ_{LT} được lấy bằng $\chi_{LT} = 1, 0$.

(5) Các hệ số tương tác k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} phụ thuộc vào phương pháp được lựa chọn.

CHÚ THÍCH 1: Các hệ số tương tác k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} và k_{zz} thu được bằng một trong hai phương pháp thay thế. Giá trị các hệ số này có thể được xác định theo Phụ lục A (Phương pháp thay thế 1) hoặc theo Phụ lục B (Phương pháp thay thế 2).

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục quốc gia có thể đưa ra lựa chọn phương pháp 1 hoặc phương pháp 2.

CHÚ THÍCH 3: Để đơn giản, việc kiểm tra có thể chỉ thực hiện trong miền đàn hồi.

6.3.4 Phương pháp chung cho mất ổn định ngang và mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện

(1) Phương pháp sau đây có thể được sử dụng khi các phương pháp nêu trong 6.3.1, 6.3.2 và 6.3.3 không áp dụng. Phương pháp này cho phép kiểm tra khả năng chống mất ổn định ngang và mất ổn định xoắn-ngang đối với các bộ phận kết cấu như:

- Các cấu kiện đơn giản với tiết diện đối xứng đơn, tổ hợp hoặc không tổ hợp, tiết diện thay đổi hoặc không, với điều kiện gối phức tạp hoặc không;
- Các khung phẳng hoặc khung nhỏ được cấu tạo từ các cấu kiện như trên

chịu nén và/hoặc uốn quanh một trục trong mặt phẳng, nhưng không chứa các khớp dẻo xoay.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể quy định phạm vi và giới hạn áp dụng phương pháp này.

(2) Khả năng chống mất ổn định ngoài mặt phẳng tổng thể đối với bất kỳ bộ phận kết cấu thuộc phạm vi (1) có thể được kiểm tra bằng cách đảm bảo rằng:

$$\frac{\chi_{op}\alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} \geq 1,0 \tag{6.63}$$

trong đó:

$\alpha_{ult,k}$ là hệ số tăng tải trọng tối thiểu của tải trọng thiết kế để đạt tới độ bền đặc trưng của phần lớn tiết diện tới hạn của bộ phận kết cấu có kể đến ứng xử của nó trong mặt phẳng không kể đến mất ổn định ngang hoặc mất ổn định ngang do xoắn tuy nhiên có kể đến tất cả hiệu ứng do biến dạng hình học trong mặt phẳng và sự không hoàn chỉnh, tổng thể hoặc cục bộ, tương ứng;

χ_{op} là hệ số giảm của độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}_{op}$, xem (3), để kể đến mất ổn định ngang và mất ổn định ngang do xoắn.

(3) Độ mảnh quy ước tổng thể $\bar{\lambda}_{op}$ đối với bộ phận kết cấu cần được xác định theo công thức:

$$\bar{\lambda}_{op} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr,op}}} \tag{6.64}$$

trong đó:

$\alpha_{ult,k}$ được xác định theo (2);

$\alpha_{cr,op}$ là hệ số khuếch đại tối thiểu của các tải trọng thiết kế trong mặt phẳng để đạt đến tải trọng tới hạn đàn hồi của bộ phận kết cấu liên quan đến mất ổn định ngang hoặc mất ổn định xoắn-ngang không để đến mất ổn định dạng uốn trong mặt phẳng.

CHÚ THÍCH: Để xác định $\alpha_{cr,op}$ và $\alpha_{ult,k}$ phân tích phần tử hữu hạn có thể được sử dụng.

(4) Hệ số giảm χ_{op} có thể được xác định theo một trong các phương pháp sau:

a) giá trị nhỏ nhất trong các giá trị

χ cho mất ổn định ngang theo 6.3.1;

χ_{LT} cho mất ổn định xoắn-ngang theo 6.3.2

mỗi giá trị được tính cho độ mảnh quy ước tổng thể $\bar{\lambda}_{op}$.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, khi $\alpha_{ult,k}$ được xác định bằng kiểm tra tiết diện $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$, phương pháp này dẫn tới

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} \leq \chi_{op} \quad (6.65)$$

b) Giá trị thu được bằng nội suy giữa các giá trị χ và χ_{LT} , tính được theo a) bằng cách sử dụng các công thức tính hệ số $\alpha_{ult,k}$ ứng với tiết diện nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, khi $\alpha_{ult,k}$ được xác định bằng kiểm tra tiết diện theo $\frac{1}{\alpha_{ult,k}} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}}$ thì phương pháp này dẫn tới

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{Rk}/\gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.66)$$

6.3.5 Mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện có khớp dẻo

6.3.5.1 Quy định chung

(1)B Kết cấu có thể được thiết kế bằng phân tích dẻo miễn là mất ổn định xoắn-ngang trong khung phải được phòng tránh bằng các biện pháp sau:

- các liên kết tại vị trí các khớp dẻo “xoay”, xem 6.3.5.2, và
- kiểm tra chiều dài ổn định của đoạn cấu kiện giữa các điểm liên kết đó và các liên kết ngang khác, xem 6.3.5.3.

(2)B Khi dưới tất cả tổ hợp tải trọng ở trạng thái giới hạn, khớp dẻo không bị xoay thì không cần liên kết cho khớp dẻo đó.

6.3.5.2 Các liên kết tại các khớp dẻo xoay

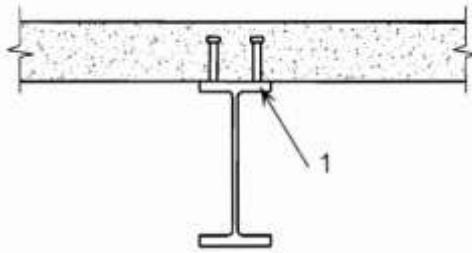
(1)B Tại mỗi vị trí khớp dẻo xoay, tiết diện cần phải có liên kết ngang và liên kết chống xoắn hiệu quả với khả năng phù hợp chịu lực ngang và xoắn gây bởi biến dạng dẻo cục bộ của cấu kiện tại vị trí này.

(2)B Liên kết hiệu quả cần được đảm bảo:

- Đối với các cấu kiện chịu mô men hoặc mô men và lực dọc được liên kết ngang vào cả hai cánh. Điều này có thể được đảm bảo bởi liên kết ngang vào một cánh và một liên kết cứng chống xoắn vào tiết diện để hạn chế chuyển vị ngang của cánh chịu nén so với cánh chịu kéo, xem Hình 6.5.
- Đối với các cấu kiện chỉ chịu mô men hoặc mô men và lực kéo, mà trong đó cánh chịu nén tiếp xúc với bản sàn, được liên kết ngang và liên kết chống xoắn vào cánh chịu nén (ví dụ, liên kết nó vào bản sàn, xem Hình 6.6). Đối với tiết diện mảnh hơn tiết diện cán chữ I và H thì cần phòng tránh méo tiết diện tại vị trí khớp dẻo (ví dụ bằng một sườn cứng bản bụng cũng được liên kết vào cánh chịu nén với nút cứng từ cánh chịu nén tới sàn).



Hình 6.5 – Liên kết cứng chống xoắn điển hình



CHÚ DẪN:

1 – Cánh chịu nén

Hình 6.6 – Liên kết ngang và liên kết chống xoắn bằng sàn vào cánh chịu nén

(3) Tại mỗi vị trí khớp dèo, liên kết (ví dụ, bu lông) của cánh chịu nén với phần tử chịu lực tại điểm đó (ví dụ, xà gồ), và với phần tử trung gian bất kỳ (ví dụ, thanh giằng xiên) cần được thiết kế chịu lực cục bộ bằng ít nhất 2,5% $N_{f,Ed}$ (được xác định trong 6.3.5.2(5)B), truyền bằng cánh trong mặt phẳng của nó, vuông góc với mặt phẳng bản bụng, mà không tổ hợp với các tải trọng khác.

(4)B Khi không khả thi để bố trí liên kết trực tiếp tại vị trí khớp dèo, cần bố trí liên kết ở khoảng cách không lớn hơn $h/2$ dọc chiều dài cấu kiện, trong đó h là tổng chiều cao tiết diện tại vị trí khớp dèo.

(5) Khi thiết kế hệ giằng, xem 5.3.3, cần kiểm tra điều kiện (bên cạnh kiểm tra khiếm khuyết theo 5.3.3) là hệ giằng có khả năng chịu tác dụng của lực cục bộ Q_m đặt vào từng cấu kiện được giữ ổn định tại các vị trí khớp dèo, với:

$$Q_m = 1,5 \alpha_m \frac{N_{f,Ed}}{100} \tag{6.67}$$

trong đó:

$N_{f,Ed}$ là lực dọc trong cánh chịu nén của cấu kiện được giữ ổn định tại vị trí khớp dèo;

α_m theo 5.3.3(1).

CHÚ THÍCH: Đối với tổ hợp của các tải trọng bên ngoài, xem thêm 5.3.3(5).

6.3.5.3 Kiểm tra chiều dài ổn định của đoạn cấu kiện

(1) Kiểm tra mất ổn định xoắn-ngang của các đoạn cấu kiện giữa các điểm liên kết có thể được thực hiện bằng cách kiểm tra rằng chiều dài giữa các liên kết không lớn hơn chiều dài ổn định.

Đối với các đoạn dầm tiết diện không đổi chữ I hoặc H với $\frac{h}{t_f} \leq 40\varepsilon$ dưới tác dụng của mô men tuyến tính và không có lực nén dọc đáng kể, thì chiều dài ổn định có thể được lấy bằng:

$$L_{stable} = 35 \varepsilon i_z \quad \text{khi } 0,625 \leq \psi \leq 1 \quad (6.68)$$

$$L_{stable} = (60 - 40\psi) \varepsilon i_z \quad \text{khi } -1 \leq \psi \leq 0,625$$

trong đó:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (f_y \text{ tính bằng N/mm}^2);$$

$$\psi = \frac{M_{Ed,min}}{M_{pl,Rd}} \text{ là tỉ số các mô men đầu mút trong đoạn cấu kiện.}$$

CHÚ THÍCH B: Đối với chiều dài ổn định của đoạn cấu kiện, xem thêm Phụ lục BB.3.

(2)B Khi vị trí khớp dẻo xoay xuất hiện ngay gần một đầu nách dầm, thì đoạn dầm vát không được coi là đoạn dầm gắn với vị trí khớp dẻo nếu điều kiện sau được thỏa mãn:

- điểm liên kết tại vị trí khớp dẻo cần nằm trong khoảng $h/2$ dọc chiều dài của đoạn dầm vát, không phải là đoạn tiết diện không đổi;
- cánh chịu nén của nách dầm vẫn đàn hồi trên suốt chiều dài của nó.

CHÚ THÍCH B: Để có thêm thông tin, xem Phụ lục BB.3.

6.4 Cấu kiện tổ hợp chịu nén tiết diện không đổi

6.4.1 Các quy định chung

(1) Các cấu kiện tổ hợp chịu nén tiết diện không đổi liên kết khớp cố định hai đầu cần được thiết kế với mô hình sau, xem Hình 6.7.

1. Cấu kiện có thể được xem như là cột với khiếm khuyết vòng ban đầu $e_0 = \frac{L}{500}$

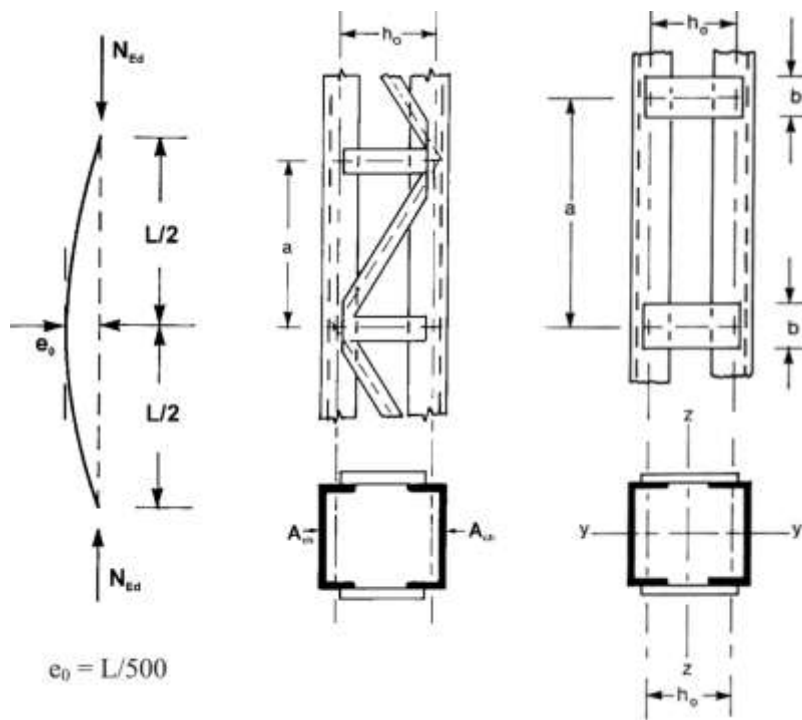
2. Biến dạng đàn hồi của thanh giằng hoặc bản giằng, xem Hình 6.7, có thể được kể đến qua một độ cứng chống cắt tổng thể liên tục S_v của cột.

CHÚ THÍCH Đối với các điều kiện biên khác, các sửa đổi thích hợp có thể được thực hiện.

(2) Mô hình cấu kiện tổ hợp chịu nén tiết diện không đổi được áp dụng khi:

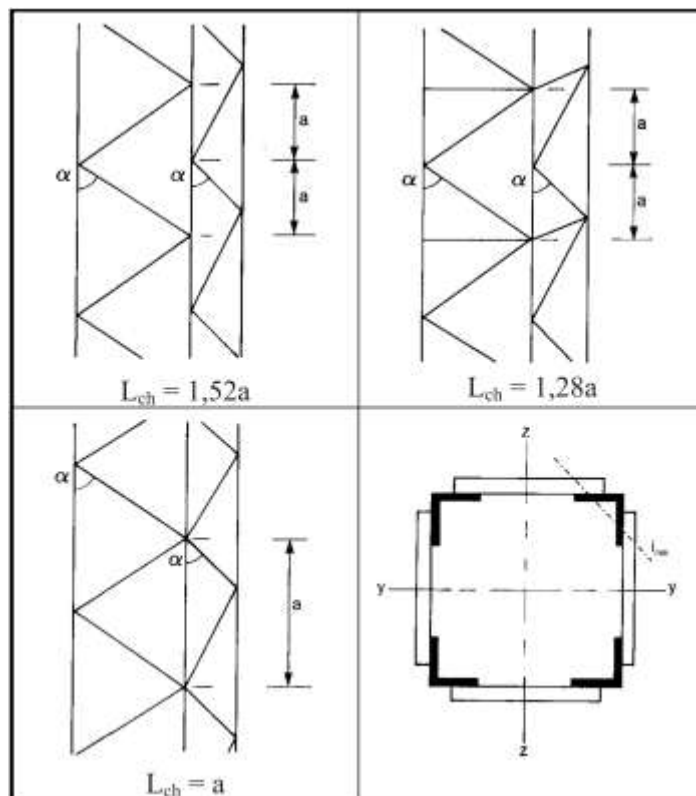
- các thanh giằng hoặc bản giằng ngang gồm các mô-đun giống nhau với các thanh nhánh song song;
- số lượng mô-đun tối thiểu trong một cấu kiện là ba.

CHÚ THÍCH Giả thiết này cho phép kết cấu được xem là đều đặn và gộp các bộ phận kết cấu rời rạc thành một khối tổng thể liên tục.



Hình 6.7 – Các cột tổ hợp tiết diện không đối với thanh giằng và bản giằng

(3) Quy trình thiết kế được áp dụng cho các cấu kiện tổ hợp với hệ thanh giằng trong hai mặt phẳng, xem Hình 6.8.



Hình 6.8 – Các thanh giằng ở bốn mặt và chiều dài ổn định L_{ch} của nhánh

- (4) Các nhánh có thể là đặc và có thể được liên kết với nhau bằng hệ thanh giằng hoặc bản giằng trong mặt phẳng vuông góc.
- (5) Cần kiểm tra các thanh nhánh, sử dụng các lực dọc trong nhánh thiết kế $N_{ch,Ed}$ tính toán từ các lực nén N_{Ed} và mô men M_{Ed} lấy tại điểm giữa của cấu kiện tổ hợp.
- (6) Đối với cấu kiện với hai nhánh như nhau, lực thiết kế $N_{ch,Ed}$ cần được xác định theo công thức:

$$N_{ch,Ed} = 0,5N_{Ed} + \frac{M_{Ed}h_0A_{ch}}{2I_{eff}} \quad (6.69)$$

trong đó:

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed}e_0 + M'_{Ed}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}};$$

$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{eff}}{L^2}$ là lực tới hạn hiệu dụng của cấu kiện tổ hợp;

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén trong cấu kiện tổ hợp;

M_{Ed} là giá trị thiết kế của mô men lớn nhất tại giữa cấu kiện tổ hợp có kể đến các hiệu ứng bậc hai;

M'_{Ed} là giá trị thiết kế của mô men lớn nhất tại điểm giữa cấu kiện tổ hợp không kể đến các hiệu ứng bậc hai;

h_0 là khoảng cách giữa các trục trọng tâm của nhánh;

A_{ch} diện tích tiết diện của một nhánh;

I_{eff} là mô men quán tính hiệu dụng của cấu kiện tổ hợp, xem 6.4.2 và 6.4.3;

S_v là độ cứng chống cắt của các thanh giằng hoặc ô bản giằng, xem 6.4.2 và 6.4.3.

- (7) Việc kiểm tra thanh giằng của cấu kiện tổ hợp được giằng bằng thanh giằng hoặc việc kiểm tra các mô men và lực cắt khung của các ô (giới hạn bởi) bản giằng của các cấu kiện tổ hợp được giằng bằng bản giằng phải được thực hiện ở ô bản biên có kể đến lực cắt trong cấu kiện tổ hợp:

$$V_{Ed} = \pi \frac{M_{Ed}}{L} \quad (6.70)$$

6.4.2 Các cấu kiện chịu nén có thanh giằng**6.4.2.1 Khả năng chịu lực của các cấu kiện chịu nén có hệ thanh giằng**

- (1) Các nhánh và hệ thanh xiên chịu nén cần được tính toán ổn định.

CHÚ THÍCH: Mô men do hiệu ứng bậc hai có thể bỏ qua.

(2) Kiểm tra mất ổn định cho nhánh cần được thực hiện theo công thức:

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \tag{6.71}$$

trong đó:

$N_{ch,Ed}$ là lực nén thiết kế trong một nhánh tại giữa chiều dài của cấu kiện tổ hợp theo 6.4.1(6);

$N_{b,Rd}$ là giá trị thiết kế của khả năng chống mất ổn định của nhánh có kể đến chiều dài tính toán L_{ch} theo Hình 6.8.

(3) Độ cứng chống cắt S_v của hệ thanh giằng cần được lấy theo Hình 6.9.

(4) Mô men quán tính hiệu dụng của tiết diện cấu kiện tổ hợp có thanh giằng có thể được xác định theo công thức:

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} \tag{6.72}$$

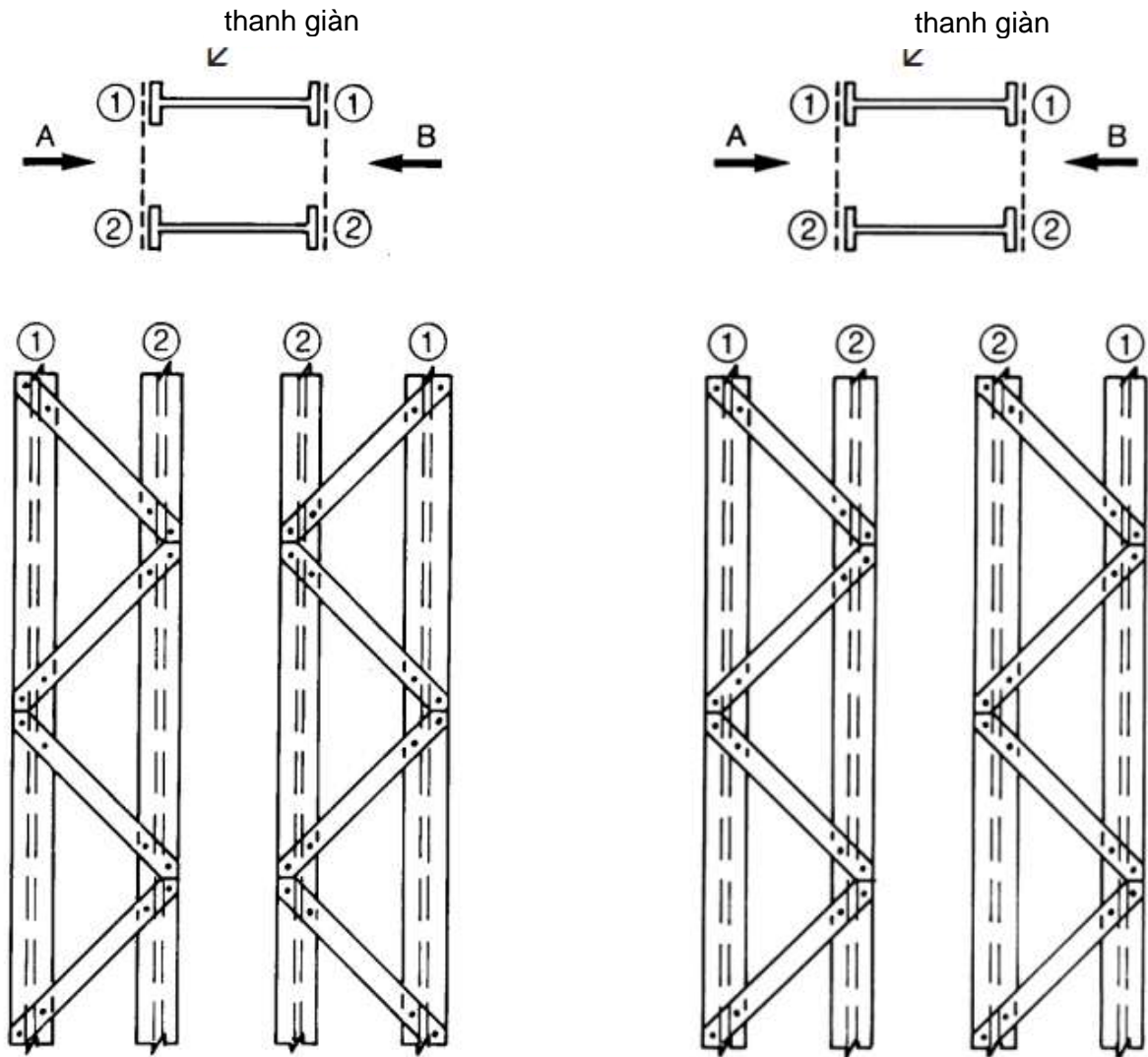
Hệ			
S_v	$\frac{nEA_d a h_0^2}{2d^3}$	$\frac{nEA_d a h_0^2}{d^3}$	$\frac{nEA_d a h_0^2}{d^3 \left[1 + \frac{A_d h_0^3}{A_v d^3} \right]}$
<p>n là số mặt phẳng của hệ giằng A_d và A_v là diện tích tiết diện của các cấu kiện của hệ giằng</p>			

Hình 6.9 – Độ cứng chống cắt của hệ giằng trong các cấu kiện tổ hợp

6.4.2 .1 Các yêu cầu cấu tạo

(1) Hệ thanh giằng đơn ở các mặt đối diện của các cấu kiện tổ hợp có hai mặt giằng song song phải là các hệ tương ứng như trong Hình 6.10a), được bố trí sao cho các thanh xiên của một mặt được lặp lại ở mặt kia.

- (2) Nếu các hệ thanh giằng giằng đơn trên các mặt đối diện của một cấu kiện tổ hợp có hai mặt giằng song song là ngược hướng như trong Hình 6.10b), thì khi tính toán cần kể đến xoắn cấu kiện.
- (3) Các bản liên kết phải được cấu tạo ở đầu của các hệ kết cấu giằng, tại các điểm mà các thanh giằng bị gián đoạn và tại các nút giao với các cấu kiện khác.



Hệ giằng ở mặt A Hệ giằng ở mặt B

**a) Hệ giằng đối xứng
(Hệ khuyến nghị)**

Hệ giằng ở mặt A Hệ giằng ở mặt B

**b) Hệ giằng ngược hướng nhau
(Hệ không khuyến nghị)**

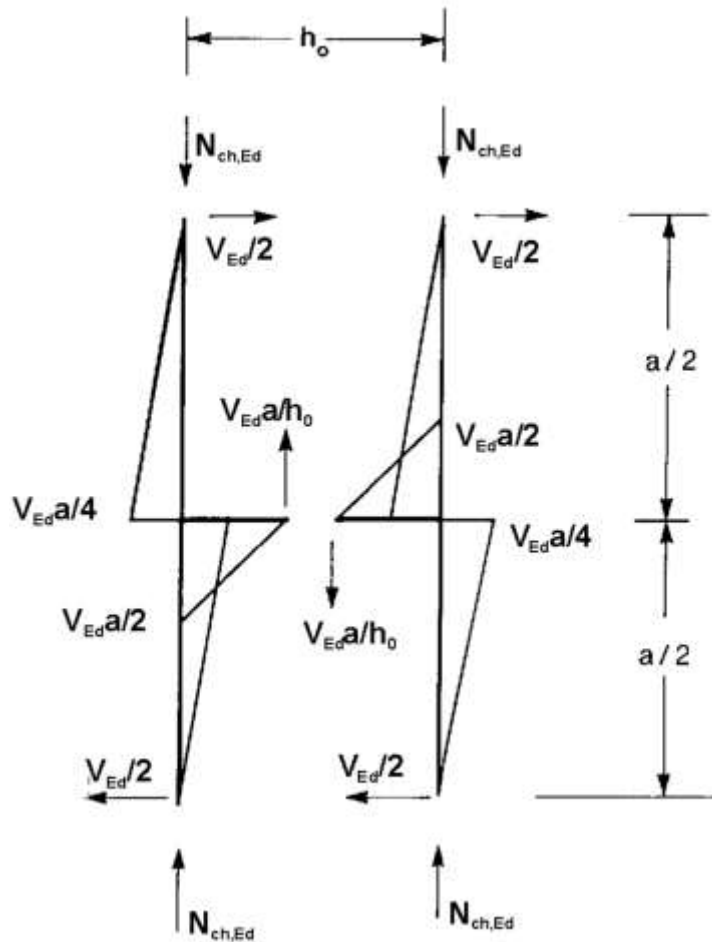
Hình 6.10 – Hệ giằng đơn ở các mặt đối diện của cấu kiện tổ hợp với hai mặt phẳng giằng song song

6.4.3 Các cấu kiện chịu nén có bản giằng

6.4.3.1 Khả năng chịu lực của các cấu kiện chịu nén có bản giằng

(1) Các nhánh, các bản giằng và liên kết của chúng với các nhánh cần được kiểm tra chịu mô men và lực thực tế trong ô bản biên tại giữa nhịp như trên Hình 6.11.

CHÚ THÍCH: Để đơn giản hóa, nội lực tính toán lớn nhất trong các nhánh $N_{ch,Ed}$ có thể được tổ hợp với lực cắt lớn nhất V_{Ed}



Hình 6.11 – Mô men và lực trong ô bản biên của cấu kiện tổ hợp

(2) Độ cứng chống cắt S_v cần được xác định theo công thức:

$$S_v = \frac{24EI_{ch}}{a^2 \left[1 + \frac{2I_{ch} h_0}{nI_b a} \right]} \leq \frac{2\pi^2 EI_{ch}}{a^2} \quad (6.73)$$

(3) Mô men quán tính hiệu dụng của diện tích cấu kiện tổ hợp có bản giằng có thể được xác định theo công thức:

$$I_{eff} = 0,5h_0^2 A_{ch} + 2\mu I_{ch} \quad (6.74)$$

trong đó:

I_{ch} là trong mô men quán tính trong mặt phẳng của một nhánh;

I_b là mô men quán tính trong mặt phẳng của một bản giằng;

μ là hệ số hiệu dụng theo Bảng 6.8;

n là số mặt phẳng của hệ bản giằng.

Bảng 6.8 – Hệ số hiệu dụng μ

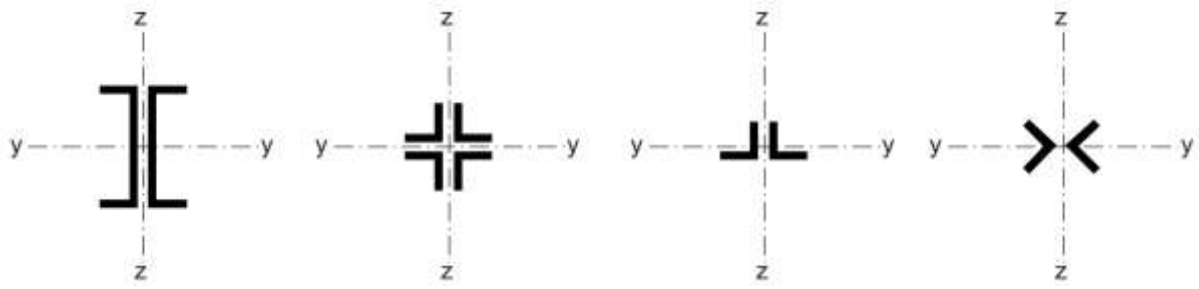
Tiêu chí	hệ số hiệu dụng μ
$\lambda \geq 150$	0
$75 < \lambda < 150$	$\mu = 2 - \frac{\lambda}{75}$
$\lambda \leq 75$	1,0
Trong đó: $\lambda = \frac{L}{i_0}$; $i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2A_{ch}}}$; $I_1 = 0,5h_0^2 A_{ch} + 2I_{ch}$	

6.4.3.2 Các yêu cầu cấu tạo

- (1) Các bản giằng cần được bố trí ở mỗi đầu cấu kiện.
- (2) Nếu bố trí các mặt phẳng của các bản giằng song song với nhau, thì trong mỗi mặt phẳng chúng cần được bố trí đối diện nhau.
- (3) Các bản giằng cũng cần được bố trí tại các điểm trung gian, nơi đặt các tải trọng hoặc nơi bố trí liên kết theo phương ngang.

6.4.4 Các cấu kiện tổ hợp đặt sát nhau

- (1) Các cấu kiện tổ hợp chịu nén có nhánh tiếp xúc hoặc đặt sát nhau và được liên kết thông qua các bản đệm, xem Hình 6.12, hoặc các cấu kiện góc tổ hợp hình sao có bản giằng, xem Hình 6.13, cần được kiểm tra mất ổn định như một cấu kiện đơn bộ qua ảnh hưởng của độ cứng chống cắt ($S_v = \infty$) nếu thỏa mãn các điều kiện trong Bảng 6.9.



Hình 6.12 – Các cấu kiện tổ hợp đặt sát nhau

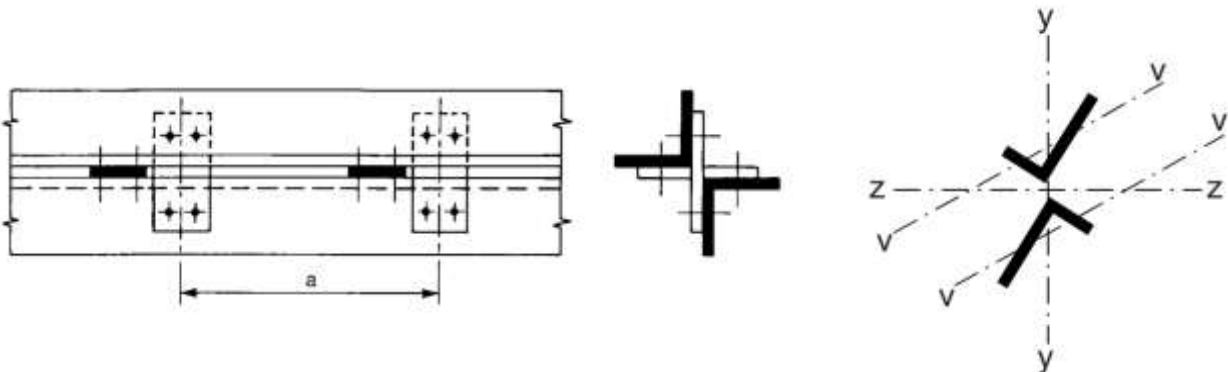
Bảng 6.9 – Khoảng cách tối đa cho các liên kết trong các cấu kiện tổ hợp đặt sát nhau hoặc cấu kiện góc tổ hợp hình sao có bản giằng

Loại cấu kiện tổ hợp	Khoảng cách tối đa giữa các điểm giao nhau ^{*)}
Cấu kiện phù hợp với Hình 6.12 được liên kết bằng bu lông hoặc hàn	15 i_{\min}
Cấu kiện phù hợp với Hình 6.13 được liên kết bằng cặp bản lót	70 i_{\min}
Khoảng cách giữa tâm các điểm giao nhau i_{\min} là bán kính quán tính nhỏ nhất của một nhánh hoặc một thép góc	

- (2) Lực cắt truyền thông qua các bản giằng cần được xác định theo 6.4.3(1).
- (3) Trong trường hợp sử dụng thép góc không đều cạnh, xem Hình 6.13, mắt ổn định quanh trục y-y có thể được kiểm tra với:

$$i_y = \frac{i_0}{1,15} \quad (6.75)$$

trong đó: i_0 là bán kính quán tính nhỏ nhất của cấu kiện tổ hợp.



Hình 6.13 – Các cấu kiện tổ hợp các thanh góc hình sao

7 Các trạng thái giới hạn sử dụng

7.1 Quy định chung

- (1) Một kết cấu thép cần được thiết kế và thi công sao cho các tiêu chí sử dụng liên quan được thỏa mãn.
- (2) Các yêu cầu cơ bản đối với các trạng thái giới hạn sử dụng được nêu trong 3.4 của TCVN X1990.
- (3) Bất kỳ trạng thái giới hạn sử dụng và mô hình tải trọng và phân tích liên quan cần được quy định cho từng dự án cụ thể.
- (4) Khi phân tích tổng thể dẻo được sử dụng đối với trạng thái giới hạn cực hạn, sự phân phối lại do dẻo của nội lực và mô men tại trạng thái giới hạn sử dụng có thể xảy ra. Khi đó, các ảnh hưởng của việc này cần được xét tới.

7.2 Các trạng thái giới hạn sử dụng đối với công trình nhà

7.2.1 Độ võng đứng

- (1)B Theo TCVN X1990 – Phụ lục A.1.4, các giá trị thiết kế của độ võng đứng theo Hình A.1.1 cần được quy định cho từng dự án cụ thể và được sự đồng ý của Chủ đầu tư.

CHÚ THÍCH: Các giá trị quy định cho từng dự án cụ thể có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia.

7.2.2 Độ võng ngang

- (1)B Theo TCVN X1990 - Phụ lục, A.1.4, các giá trị thiết kế của chuyển vị ngang theo Hình A.1.2 cần được quy định cho từng dự án cụ thể và được sự đồng ý của Chủ đầu tư.

CHÚ THÍCH: Các giá trị giới hạn của chuyển vị ngang có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia.

7.2.3 Các ảnh hưởng động

- (1)B Theo TCVN X1990 – Phụ lục A.1.4.4, dao động của các kết cấu mà có người đi lại công cộng bên trên cần được giới hạn để tránh sự bất tiện đáng kể cho người sử dụng, và các giới hạn cần được quy định cho từng dự án cụ thể và được sự đồng ý của Chủ đầu tư

CHÚ THÍCH: Các giá trị giới hạn của dao động sàn tầng có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia.

Phụ lục A
(tham khảo)

Phương pháp 1: Hệ số tương tác k_{ij} sử dụng cho công thức tương tác trong 6.3.3(4)

Bảng A.1 – Các hệ số tương tác k_{ij} (6.3.3(4))


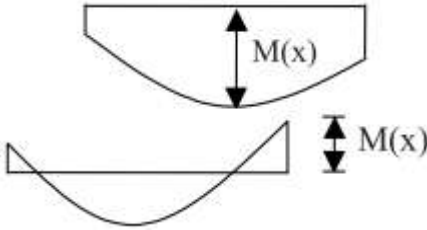

Các hệ số tương tác	Các giả thiết tính toán	
	Các tính chất đàn hồi của tiết diện loại 3, loại 4	Các tính chất dẻo của tiết diện loại 1, loại 2
k_{yy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$
k_{yz}	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$
k_{zy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$
k_{zz}	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}}$
Các ký hiệu bổ sung		
$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$ <p>với $b_{LT} = 0,5 a_{LT} \bar{\lambda}_0^2 \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}}$</p>	
$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$ <p>với $c_{LT} = 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$</p>	
$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1,5$	$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$ <p>với $d_{LT} = 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}}$</p>	
$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1,5$		

$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M0}}$	$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \left[2 - \frac{1,6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max} - \frac{1,6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 - e_{LT} \right] n_{pl} \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$
$C_{my} \text{ xem Bảng A.2}$	$\text{với } e_{LT} = 1,7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$
$a_{LT} = 1 - \frac{I_T}{I_y} \geq 0$	

Bảng A.1 (tiếp)

$\bar{\lambda}_{\max} = \max \left\{ \frac{\bar{\lambda}_y}{\bar{\lambda}_z}; \right.$	
$\bar{\lambda}_0$ là độ mảnh quy ước cho mất ổn định xoắn-ngang với mô men tác dụng phân bố đều, nghĩa là $\psi_i = 1,0$ trong Bảng A.2;	
$\bar{\lambda}_{LT}$ là độ mảnh quy ước khi mất ổn định xoắn-ngang	
$\text{Nếu } \bar{\lambda}_0 \leq 0,2 \sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)} :$	$C_{my} = C_{my,0}$
	$C_{mz} = C_{mz,0}$
	$C_{mLT} = 1,0$
$\text{Nếu } \bar{\lambda}_0 > 0,2 \sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)} :$	$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}$
	$C_{mz} = C_{mz,0}$
	$C_{mLT} = C_{my}^2 \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \geq 1$
$C_{mi,0}$ xem Bảng A.2	
$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}}$	đối với tiết diện loại 1, 2 và 3
$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A_{eff}}{W_{eff,y}}$	đối với tiết diện loại 4
C_r là hệ số, phụ thuộc vào tải trọng và điều kiện biên và có thể lấy bằng $C_1 = k_c^{-2}$, trong đó k_c lấy từ Bảng 6.6.	
$N_{cr,y}$ là lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định tương ứng với trục y-y	
$N_{cr,z}$ là lực tới hạn đàn hồi gây mất ổn định tương ứng với trục z-z	
$N_{cr,T}$ là lực mất ổn định dạng xoắn	
I_T là hằng số xoắn St. Vernant	
I_y là mô men quán tính của diện tích đối với trục y-y	

Bảng A.2 – Các hệ số mô men phân bố đều tương đương $C_{mi,0}$

Biểu đồ mô men	$C_{mi,0}$
 <p>M_1 ψM_1 $-1 \leq \psi \leq 1$</p>	$C_{mi,0} = 0,79 + 0,21\psi_i + 0,36(\psi_i - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$
	$C_{mi,0} = 1 + \left(\frac{\pi^2 EI_i \delta_x }{L^2 M_{i,Ed}(x) } - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ <p>$M_{i,Ed}(x)$ là mô men uốn lớn nhất trong $M_{y,Ed}$ hoặc $M_{z,Ed}$ theo phân tích bậc nhất δ_x là độ võng lớn nhất của cấu kiện dọc theo cấu kiện</p>
	$C_{mi,0} = 1 - 0,18 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ $C_{mi,0} = 1 + 0,03 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$

Phụ lục B
(Tham khảo)

Phương pháp 2: Hệ số tương tác k_{ij} sử dụng cho công thức tương tác trong 6.3.3 (4)


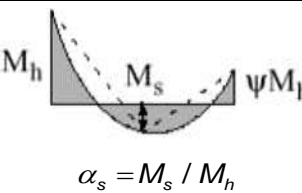
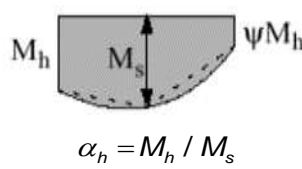
Bảng B.1 – Các hệ số tương tác k_{ij} cho các cấu kiện không nhạy với biến dạng xoắn

Các hệ số tương tác	Loại tiết diện	Các giả thiết thiết kế	
		Các đặc trưng hình học đàn hồi của tiết diện loại 3, loại 4	Các đặc trưng hình học dẻo của tiết diện loại 1, loại 2
k_{yy}	Tiết diện chữ I Tiết diện hộp chữ nhật	$C_{my} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
k_{yz}	Tiết diện chữ I Tiết diện hộp chữ nhật	k_{zz}	$0,6 k_{zz}$
k_{zy}	Tiết diện chữ I Tiết diện hộp chữ nhật	$0,8 k_{yy}$	$0,6 k_{yy}$
k_{zz}	Tiết diện chữ I	$C_{mz} \left(1 + 0,6 \bar{\lambda}_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{mz} \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
	Tiết diện hộp chữ nhật		$C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
<p>Đối với các tiết diện chữ I và chữ H và tiết diện hộp chữ nhật chịu lực nén dọc và mô men uốn $M_{y,Ed}$ thì hệ số k_{zy} có thể lấy bằng $k_{zy} = 0$.</p>			

Bảng B.2 – Các hệ số tương tác k_{ij} cho các cấu kiện nhạy với biến dạng xoắn k_{ij}

Các hệ số tương tác	Các giả thiết thiết kế	
	Các đặc trưng hình học đàn hồi của tiết diện loại 3, loại 4	Các đặc trưng hình học dẻo của tiết diện loại 1, loại 2
k_{yy}	k_{yy} lấy từ Bảng B.1	k_{yy} lấy từ Bảng B.1
k_{yz}	k_{yz} lấy từ Bảng B.1	k_{yz} lấy từ Bảng B.1
k_{zy}	$\left[1 - \frac{0,05\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$	$\left[1 - \frac{0,1\bar{\lambda}}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ <p style="text-align: center;">$\bar{\lambda}_z < 0,4$:</p> $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$
k_{zz}	k_{zz} lấy từ Bảng B.1	k_{zz} lấy từ Bảng B.1

Bảng B.3 – Các hệ số phân phối đều mô men C_m trong các bảng B.1 và B.2

Biểu đồ mô men	Miền		C_{my} và C_{mz} và C_{mLT}	
			Tải trọng phân bố đều	Tải trọng tập trung
	$-1 \leq \psi \leq 1$		$0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$	
 $\alpha_s = M_s / M_h$	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$
	$-1 \leq \alpha_s < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$-0,8\alpha_s \geq 0,4$
		$-1 \leq \psi < 0$	$0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$	$0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$
 $\alpha_h = M_h / M_s$	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\alpha_h$	$0,90 + 0,10\alpha_h$
	$-1 \leq \alpha_h < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\alpha_h$	$0,90 + 0,10\alpha_h$
		$-1 \leq \psi < 0$	$0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$	$0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$
Đối với các cấu kiện có dạng mặt ổn định xoay thì hệ số phân bố đều mô men tương đương cần được lấy tương ứng bằng $C_{my} = 0,9$ hoặc $C_{mz} = 0,9$.				
C_{my} , C_{mz} , C_{mLT} cần được lấy theo biểu đồ mô men giữa các điểm giằng tương ứng như sau:				
Hệ số mô men	trục uốn	các điểm giằng theo phương		
C_{my}	y-y	z-z		
C_{mz}	z-z	y-y		
C_{mLT}	y-y	y-y		

Phụ lục C (Quy định)

Lựa chọn cấp thi công

C.1 Tổng quát

C.1.1 Các yêu cầu cơ bản

(1) Để đạt được độ tin cậy của công trình sau khi hoàn thành theo yêu cầu TCVN X1990, phải lựa chọn cấp thi công. Phụ lục này nêu những nguyên tắc cơ bản của việc lựa chọn cấp thi công.

C.1.2 Cấp thi công

(1) Cấp thi công (EXC) được định nghĩa như một tập hợp các yêu cầu cho công việc thi công của một công trình hoàn chỉnh hoặc của một bộ phận đơn lẻ hoặc của chi tiết của một bộ phận.

(2) Để xác định cụ thể các yêu cầu của thi công kết cấu thép theo TCVN X1993-1 (EN 1090-1) và TCVN X1993-2 (EN 1090-2) việc lựa chọn cấp thi công, EXC1, EXC2, EXC3 và EXC4, cần được thực hiện trước khi bắt đầu thi công. Các yêu cầu về thi công tăng dần từ EXC1 đến EXC4.

CHÚ THÍCH 1: TCVN X1993 và EN 1994 dựa trên giả thiết rằng chúng được sử dụng cùng với TCVN X1993-1 (EN 1090-1) và TCVN X1993-2 (EN 1090-2). TCVN X1993-1-9, EN 1993-2, TCVN X1993-3-1 và TCVN X1993-3-2 đưa ra những yêu cầu bổ sung cho TCVN X1993-2 (EN 1090-2) cho việc thi công các kết cấu hoặc bộ phận hoặc chi tiết chịu tác động môi. Bổ sung thêm cho TCVN X1993-2 (EN 1090-2), TCVN X1993-5 tham chiếu tới các tiêu chuẩn châu Âu khác cho việc thi công cọc.

CHÚ THÍCH 2: TCVN X1993-2 (EN 1090-2) quy định cấp EXC2 được áp dụng khi không có cấp thi công nào khác được chỉ định.

C.2 Quy trình lựa chọn

C.2.1 Các yếu tố chính

(1) Việc lựa chọn các cấp thi công cần dựa trên ba yếu tố sau:

- yêu cầu về độ tin cậy
- loại kết cấu, bộ phận hoặc chi tiết; và
- loại tải trọng tác động lên kết cấu, bộ phận hoặc chi tiết.

C.2.2 Lựa chọn

(1) Đối với việc quản trị độ tin cậy, việc lựa chọn cấp thi công cần được dựa trên những yêu cầu về cấp hậu quả (CC) hoặc cấp độ tin cậy (RC) hoặc cả hai. Nguyên lý của cấp độ tin cậy và cấp hậu quả được định nghĩa trong TCVN X1990.

(2) Đối với loại tải trọng tác động lên kết cấu hoặc bộ phận hoặc chi tiết bằng thép, việc lựa chọn cấp thi công cần dựa trên việc kết cấu hoặc bộ phận hoặc chi tiết được thiết kế chịu tải trọng tĩnh, tải trọng tựa tĩnh, tải trọng mỗi hoặc tải trọng động đất.

(3) Cấp thi công (EXC) được lựa chọn dựa trên bảng C.1

Bảng C.1: Lựa chọn cấp thi công

Cấp độ tin cậy (RC) Hoặc cấp hậu quả (CC)	Loại tải trọng	
	Tĩnh, tựa tĩnh hoặc động đất với cấp dẻo thấp (DCL) ^a	Mỗi ^b hoặc động đất với cấp dẻo trung bình (DCM) hoặc cấp dẻo cao (DCH) ^a
RC3 hoặc CC3	EXC3 ^c	EXC3 ^c
RC2 hoặc CC2	EXC2	EXC3
RC1 hoặc CC1	EXC1	EXC2

^a Cấp dẻo động đất được định nghĩa trong TCVN 9386-1 (EN 1998-1): Thấp = DCL; Trung bình = DCM; Cao = DCH.

^b Xem TCVN X1993-1-9

^c EXC4 có thể được chỉ định cho kết cấu với hậu quả cực kỳ nghiêm trọng khi xảy ra phá hủy

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục quốc gia có thể quy định việc lựa chọn cấp thi công là dựa trên cấp độ tin cậy hay dựa trên cấp hậu quả hoặc cả hai và có thể chỉ định lựa chọn dựa trên loại kết cấu. Phụ lục quốc gia có thể chỉ định khi nào bảng C.1 được áp dụng.

CHÚ THÍCH 2: Thiết kế theo TCVN X1993-4-1 và TCVN X1993-4-2 phụ thuộc vào lựa chọn cấp hậu quả. Thiết kế theo TCVN X1993-3-1 và TCVN X1993-3-2 phụ thuộc vào lựa chọn cấp độ tin cậy.

(4) Nếu cấp thi công yêu cầu cho bộ phận hoặc/và chi tiết cụ thể khác với cấp thi công của toàn bộ kết cấu, thì các bộ phận hoặc/và chi tiết đó cần được xác định rõ.

CHÚ THÍCH : Phụ lục quốc gia có thể quy định việc lựa chọn cấp thi công theo loại bộ phận hoặc chi tiết. Với các khuyến nghị sau:

Nếu EXC1 được lựa chọn cho kết cấu, thì EXC2 cần được áp dụng cho các dạng bộ phận sau:

- a) Những bộ phận được hàn từ sản phẩm thép có cấp S355 và cao hơn;
- b) Những bộ phận được hàn cần thiết cho tính toàn vẹn của kết cấu được liên kết bằng hàn tại công trường;
- c) Những bộ phận được hàn của dầm giàn CHS yêu cầu có phần cuối là thép hình;
- d) Bộ phận cán nóng trong quá trình sản xuất hoặc được xử lý nhiệt trong quá trình sản xuất.

(5) Việc chỉ định cấp thi công cao hơn đối kết cấu hoặc bộ phận hoặc chi tiết không được sử dụng để lý giải cho việc sử dụng hệ số riêng thấp hơn trong thiết kế khả năng chịu lực của kết cấu hoặc bộ phận hoặc chi tiết đó.

Phụ lục AB
(Tham khảo)

Các quy định thiết kế bổ sung

AB.1 Phân tích kết cấu kể đến phi tuyến vật liệu

(1)B Trong trường hợp phi tuyến vật liệu, các hệ quả tác động trong một kết cấu có thể được xác định bằng phương pháp tăng dần tải trọng thiết kế cho tình huống tính toán liên quan.

(2) Trong phương pháp tăng dần này, mỗi tác động thường xuyên hoặc tạm thời cần được tăng một cách tỉ lệ.

AB.2 Các quy định đơn giản hóa cho thiết kế dầm sàn liên tục

(1)B Đối với dầm liên tục với sàn trong nhà không có công xôn mà tải trọng phân bố đều là chiếm ưu thế, thì chỉ cần xét các sơ đồ tải trọng sau là đủ:

a) các nhịp cách nhau chịu tải trọng thường xuyên thiết kế và tạm thời thiết kế $(\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k)$, các nhịp khác chỉ chịu tải trọng thường xuyên thiết kế $\gamma_G G_k$

b) hai nhịp kề nhau bất kỳ chịu tải trọng thường xuyên thiết kế và tạm thời thiết kế $(\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k)$, tất cả các nhịp khác chỉ chịu tải trọng thường xuyên thiết kế $\gamma_G G_k$.

CHÚ THÍCH 1: a) áp dụng cho mô men dương, b) áp dụng cho mô men âm.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục này được dự kiến đưa vào TCVN X1990 trong giai đoạn sau.

Phụ lục BB
(Tham khảo)

Mất ổn định của các bộ phận kết cấu nhà

BB.1. Mất ổn định dạng uốn các cấu kiện trong các kết cấu có hệ giàn tam giác và hệ giằng thanh bụng

BB.1.1 Các quy định chung

(1)B Đối với các thanh nhánh nói chung và đối với mất ổn định ngoài mặt phẳng của các cấu kiện giằng, chiều dài tính toán L_{cr} có thể lấy bằng chiều dài hình học của hệ L, xem BB.1.3(1)B, trừ khi một giá trị nhỏ hơn được kiểm chứng bằng phân tích.

(2)B Chiều dài tính toán L_{cr} của nhánh có tiết diện chữ I hoặc H có thể lấy bằng 0,9L cho mất ổn định trong mặt phẳng và bằng 1,0L cho mất ổn định ngoài mặt phẳng, trừ khi một giá trị nhỏ hơn được kiểm chứng bằng phân tích.

(3)B Chiều dài tính toán trong mặt phẳng của các thanh của hệ giằng có thể được lấy nhỏ hơn chiều dài hình học của hệ, với điều kiện, các nhánh đảm bảo được liên kết ngăn cản thích hợp ở các đầu, còn các liên kết ở đầu của các thanh đảm bảo được độ cứng thích hợp (ít nhất bằng hai bu lông trong liên kết bu lông).

(4)B Với các điều kiện này thì, trong các kết cấu hệ giàn tam giác thông thường, chiều dài tính toán L_{cr} của các cấu kiện giằng đối với mất ổn định mặt phẳng có thể lấy bằng 0,9L, trừ các cấu kiện làm từ thép góc đơn, xem BB.1.2.

BB.1.2 Các cấu kiện làm từ thép góc đơn

(1)B Nếu các nhánh đảm bảo được liên kết ngăn cản thích hợp ở các đầu cấu kiện giằng, còn các liên kết ở đầu của các thanh đảm bảo được độ cứng thích hợp (ít nhất bằng hai bu lông trong liên kết bu lông), thì độ lệch tâm có thể bỏ qua và các thanh của hệ giằng được tính toán như các cấu kiện chịu nén. Độ mảnh hiệu dụng $\bar{\lambda}_{eff}$ có thể được xác định như sau:

$$\bar{\lambda}_{eff,v} = 0,35 + 0,7\bar{\lambda}_v \text{ cho mất ổn định đối với trục v-v;}$$

$$\bar{\lambda}_{eff,y} = 0,50 + 0,7\bar{\lambda}_y \text{ cho mất ổn định đối với trục y-y} \tag{BB.1}$$

$$\bar{\lambda}_{eff,z} = 0,50 + 0,7\bar{\lambda}_z \text{ cho mất ổn định đối với trục z-z}$$

trong đó $\bar{\lambda}$ được xác định theo 6.3.1.2.

(2)B Nếu các liên kết đầu các cấu kiện giằng chỉ được bố trí với một bu lông, thì cần kể đến độ lệch tâm theo 6.2.9, và chiều dài tính toán L_{cr} cần được lấy bằng chiều dài hình học của hệ L.

BB.1.3 Các cấu kiện làm từ tiết diện rỗng

(1)B Chiều dài tính toán L_{cr} của một cấu kiện nhánh tiết diện rỗng có thể lấy bằng $0,9L$ cho cả mắt ổn định trong và ngoài mặt phẳng, trong đó L là chiều dài hình học của hệ trong mặt phẳng tương ứng. Chiều dài hình học của hệ trong mặt phẳng – là khoảng cách giữa các nút giàn. Chiều dài hình học của hệ ngoài mặt phẳng – là khoảng cách giữa các điểm liên kết bên, trừ khi một giá trị nhỏ hơn được kiểm chứng bằng phân tích.

(2)B Chiều dài tính toán L_{cr} của một thanh giằng làm từ tiết diện rỗng với liên kết bu lông có thể lấy bằng $1,0L$ cho cả mắt ổn định trong và ngoài mặt phẳng.

(3)B Chiều dài tính toán L_{cr} của thanh giằng làm từ tiết diện rỗng không bị cắt khác hoặc bóp bẹp các đầu, được hàn theo chu vi với các thanh cánh làm từ các tiết diện rỗng, nói chung có thể lấy bằng $0,75L$ cho cả mắt ổn định trong và ngoài mặt phẳng, Trong trường hợp này chiều dài tính toán của thanh cánh có thể không được giảm xuống.

CHÚ THÍCH: Phụ lục quốc gia có thể đưa ra thông tin bổ sung về chiều dài tính toán.

BB.2 Ngăn cản chuyển vị liên tục

BB.2.1 Liên kết ngang liên tục

(1)B Nếu các tấm sóng hình thang theo TCVN X1993-1-3 được liên kết với dầm và điều kiện biểu diễn bằng công thức (BB.2) được thỏa mãn, thì dầm tại mỗi nối có thể được coi là hạn chế chuyển dịch ngang trong mặt phẳng tấm.

$$S \geq \left(EI_w \frac{\pi^2}{L^2} + GI_T + EI_z + \frac{\pi^2}{L^2} 0,25 h^2 \right) \frac{70}{h^2} \quad (\text{BB.2})$$

trong đó:

S là độ cứng chịu cắt (trên một đơn vị chiều dài dầm) do tấm cung cấp cho dầm liên quan đến biến dạng của nó trong mặt phẳng của tấm được liên kết với dầm ở đáy tại mỗi sườn;

I_w Mô men quán tính quạt của tiết diện (là hằng số cong vênh?);

I_t là hằng số xoắn;

I_z là mô men quán tính của tiết diện đối với trục yếu của tiết diện;

L là chiều dài dầm;

h là chiều cao dầm.

Nếu tấm sóng được liên kết với dầm thông qua sóng một cách xen kẽ, thì độ cứng chịu cắt cần lấy bằng $0,20S$.

CHÚ THÍCH: Công thức (BB.2) cũng có thể sử dụng để xác định ổn định ngang của các bản cánh dầm được liên kết với các loại tấm sóng khác không phải hình thang, với điều kiện liên kết của chúng được tính toán hợp lý.

BB.2.2 Liên kết chống xoắn liên tục

(1)B Dầm có thể được coi như đủ liên kết chống biến dạng xoắn, nếu

$$C_{g,k} > \frac{M_{pl,k}^2}{EI_z} K_g K_v \quad (\text{BB.3})$$

trong đó:

$C_{g,k}$ là độ cứng chống xoắn (trên đơn vị chiều dài dầm) cung cấp bởi các hệ ổn định liên tục (ví dụ như hệ kết cấu mái) và các liên kết;


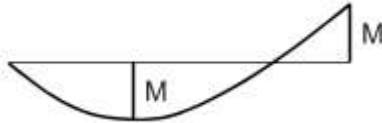
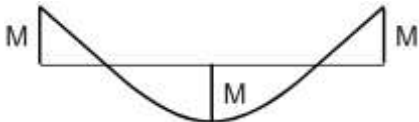



$K_v = 0,35$ cho phân tích đàn hồi;

$K_v = 1,00$ cho phân tích dẻo;

K_g là hệ số kể đến sự phân phối mô men, xem Bảng BB.1, và loại liên kết;

$M_{pl,k}$ là giá trị đặc trưng của mô men dẻo của dầm.

Bảng BB.1 – Hệ số K_g kể đến sự phân phối mô men và loại liên kết

Trường hợp	Biểu đồ mô men	Không liên kết chặn chuyển dịch ngang	Liên kết chặn chuyển dịch ngang
1		4,0	0
2a		3,5	0,12
2b			0,23
3		2,8	0
4		1,6	1,0
5	 $\psi \leq -0,3$	1,0	0,7

(2)B Độ cứng chống xoắn được cung cấp bởi hệ ổn định liên tục, có thể được xác định theo công thức:

$$\frac{1}{C_{g,k}} = \frac{1}{C_{gR,k}} + \frac{1}{C_{gC,k}} + \frac{1}{C_{gD,k}} \quad (\text{BB.4})$$

trong đó:

$C_{gR,k}$ là độ cứng chống xoắn (trên đơn vị chiều dài dầm) được cung cấp bởi hệ ổn định liên tục được coi là liên kết cứng với dầm;

$C_{gC,k}$ là độ cứng chống xoắn (trên đơn vị chiều dài dầm) của liên kết giữa dầm và hệ ổn định liên tục;

$C_{gD,k}$ là độ cứng chống xoắn (trên đơn vị chiều dài dầm) được xác định từ phân tích biến dạng méo của tiết diện của dầm, khi bản cánh chịu nén là tự do, khi cánh chịu nén được liên kết và khi biến dạng méo của tiết diện có thể bỏ qua (ví dụ thép cán định hình thông thường) thì $C_{gD,k} = \infty$.

CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin, xem TCVN X1993-1-3.

BB.3 Chiều dài ổn định của đoạn chứa khớp dềo cho mắt ổn định ngoài mặt phẳng

BB.3.1 Cấu kiện tiết diện không đối làm từ các tiết diện cán hoặc tiết diện chữ I hàn tương đương

BB.3.1.1 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết ngang kề nhau

(1)B Các ảnh hưởng của mắt ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua khi chiều dài L của đoạn cấu kiện giữa tiết diện được liên kết tại vị trí khớp dềo và điểm liên kết ngang liền kề không vượt quá L_m , trong đó

$$L_m = \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756C_1} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{AI_T} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}} \quad (\text{BB.5})$$

trong đó:

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén (tính bằng N) trong cấu kiện;

A là diện tích tiết diện của cấu kiện, tính bằng mm^2 ;

$W_{pl,y}$ là mô đùn chống uốn dềo của cấu kiện;

I_T là hằng số xoắn của cấu kiện;

f_y là giới hạn chảy, tính bằng N/mm^2 ;

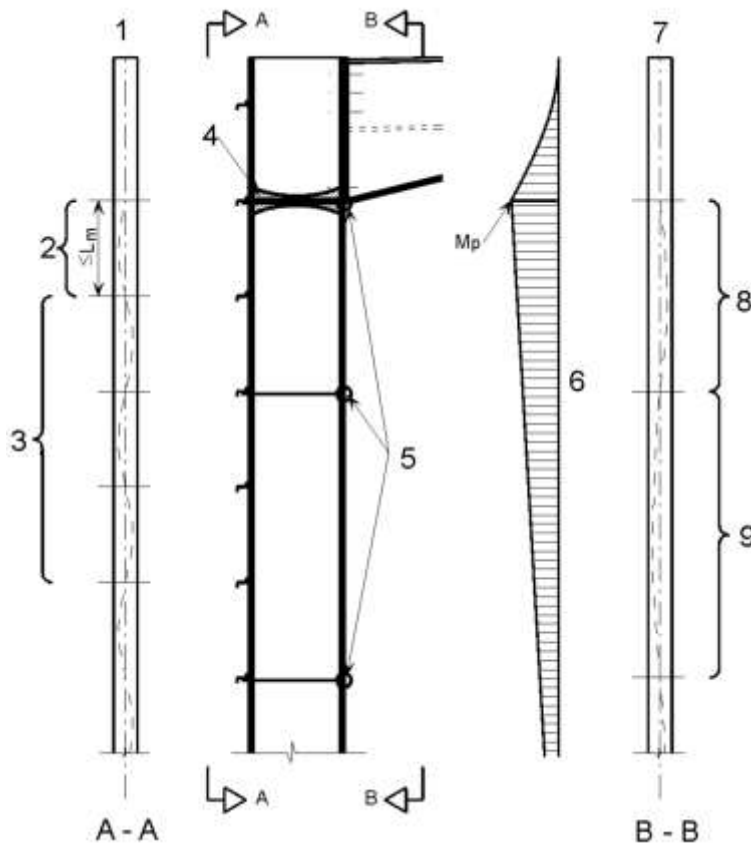
C_1 là hệ số phụ thuộc vào tải trọng và điều kiện biên và có thể lấy bằng $C_1 = k_c^{-2}$, trong đó k_c lấy từ Bảng 6.6

miễn là cấu kiện được ngăn cản chuyển vị tại khớp dẻo như yêu cầu trong 6.3.5 và đầu còn lại của đoạn dầm được liên kết:

- Hoặc bởi liên kết ngang vào cánh chịu nén khi một cánh là nén trên toàn bộ chiều dài đoạn dầm;
- Hoặc bằng liên kết chống xoắn;
- Hoặc bằng liên kết ngang tại đầu đoạn dầm và liên kết chống xoắn cho cấu kiện với khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_s ,

Xem Hình BB.1, Hình BB.2, Hình BB.3.

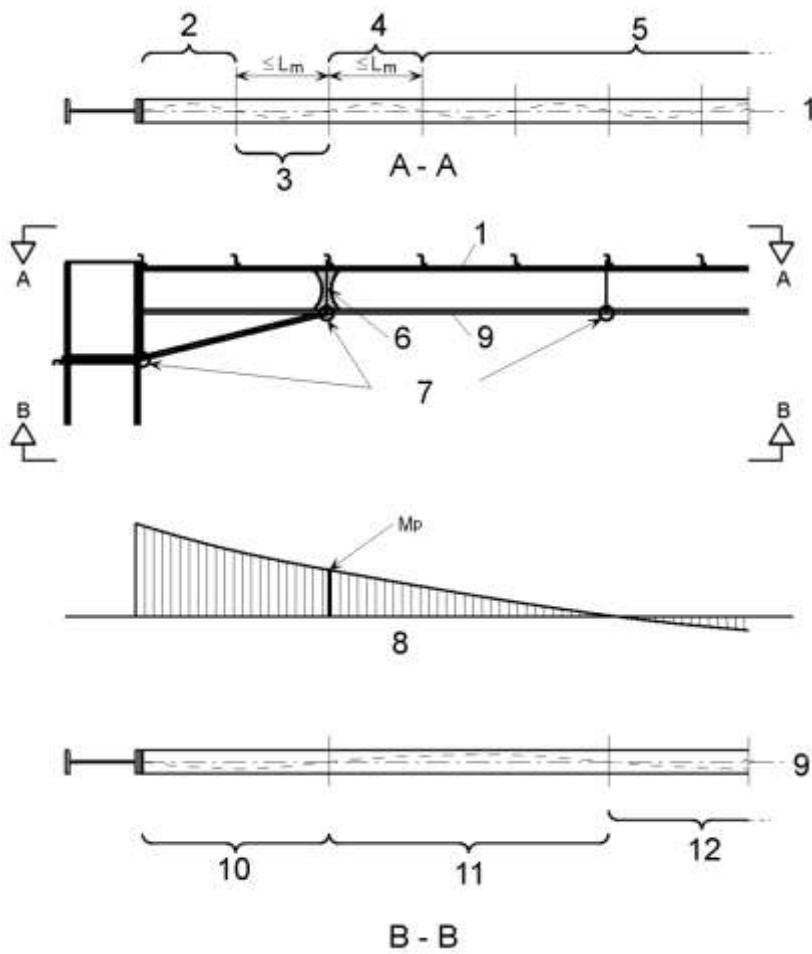
CHÚ THÍCH: Thông thường L_s lớn hơn L_m .



CHÚ DẪN:

- 1 - Cánh chịu kéo
- 2 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.1.1)
- 3 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3)
- 4 - Khớp dẻo
- 5 - Các điểm liên kết
- 6 - Biểu đồ mô men uốn
- 7 - Cánh chịu nén
- 8 - dẻo với cánh chịu kéo liên kết, chiều dài ổn định = L_s (xem BB.3.1.2, phương trình BB.7) hoặc (BB.8)
- 9 - đàn hồi có cánh chịu kéo liên kết (xem 6.3), χ và χ_{LT} từ N_{cr} và M_{cr} bao gồm cánh chịu kéo liên kết

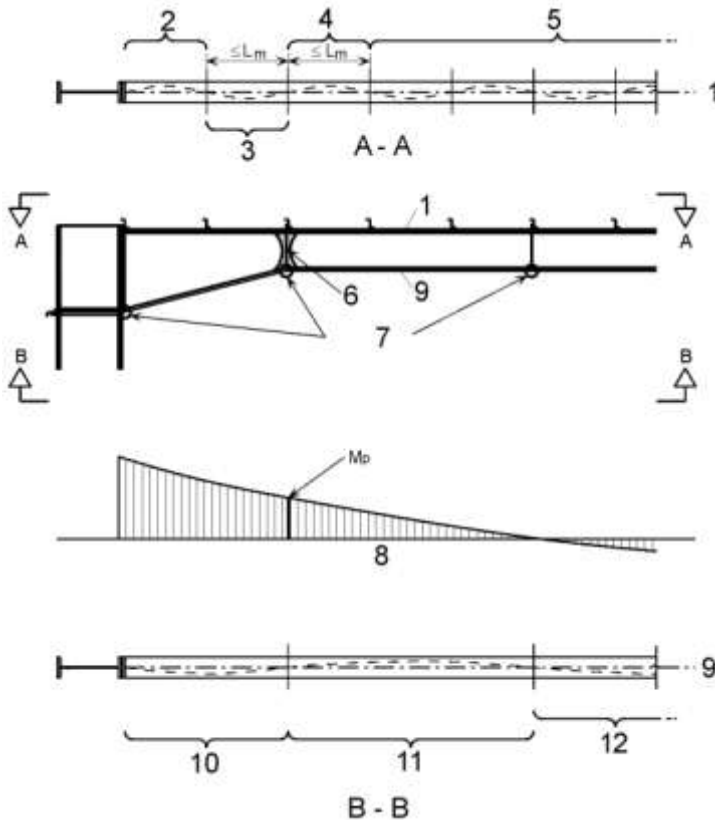
Hình BB.1 – Kiểm tra cấu kiện không có nách dầm



CHÚ DẪN:

- 1 - Cánh chịu kéo
- 2 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3)
- 3 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.2.1) hoặc chiều dài ổn định đàn hồi (xem 6.3.5.3(2)B)
- 4 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.1.1)
- 5 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3)
- 6 - Khớp dẻo
- 7 - Các điểm hạn chế chuyển dịch ngang
- 8 - Biểu đồ mô men uốn
- 9 - Cánh chịu nén
- 10 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.2) hoặc chiều dài ổn định đàn hồi (xem 6.3.5.3(2)B)
- 11 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.1.2)
- 12 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3), χ và χ_{LT} từ N_{cr} và M_{cr} bao gồm cánh chịu kéo liên kết

Hình BB.2 – Kiểm tra cấu kiện với nách có ba bản cánh



CHÚ DẪN:

- 1 - Cánh chịu kéo
- 2 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3)
- 3 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.2.1)
- 4 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.1.1)
- 5 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3)
- 6 - Khớp dẻo
- 7 - Các điểm liên kết
- 8 - Biểu đồ mô men uốn
- 9 - Cánh chịu nén
- 10 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.2)
- 11 - Chiều dài ổn định dẻo (xem BB.3.1.2)
- 12 - Tiết diện đàn hồi (xem 6.3), χ và χ_{LT} từ N_{cr} và M_{cr} bao gồm cánh chịu kéo liên kết

Hình BB.3 – Kiểm tra cấu kiện với nách có hai bản cánh

BB.3.1.2 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết chống xoắn

(1)B Mất ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua nếu chiều dài L của đoạn cấu kiện nằm giữa tiết diện được liên kết tại khớp dẻo và liên kết chống xoắn liên kế chịu mô men tác dụng không đổi, nhỏ hơn L_k , miễn là:

- cấu kiện được ngăn cản chuyển vị ngang tại khớp dẻo theo 6.3.5, và
- có một hoặc nhiều hơn các điểm liên kết ngang trung gian giữa các điểm liên kết chống xoắn ở một khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_m , xem BB.3.1.1, trong đó:

$$L_k = \frac{\left(5,4 + \frac{600 f_y}{E}\right) \left(\frac{h}{t_f}\right) i_z}{\sqrt{5,4 \left(\frac{f_y}{E}\right) \left(\frac{h}{t_f}\right)^2 - 1}} \quad (\text{BB.6})$$

(2)B Ảnh hưởng của mất ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua khi chiều dài L của đoạn cấu kiện giữa tiết diện được liên kết tại vị trí khớp dẻo và điểm liên kết chống xoắn liên kế chịu mô men tuyến tính và lực dọc, không lớn hơn L_s , miễn là:

- Cấu kiện được liên kết ngăn cản chuyển vị tại khớp dẻo như yêu cầu trong 6.3.5, và

- Có một hoặc nhiều hơn điểm liên kết ngang trung gian giữa các điểm liên kết chống xoắn tại khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_m , xem BB.3.1.1,

trong đó:

$$L_s = \sqrt{C_m} L_k \left(\frac{M_{pl,y,Rk}}{M_{N,y,Rk} + aN_{Ed}} \right) \quad (BB.7)$$

C_m là hệ số điều chỉnh đối với sự thay đổi tuyến tính của mô men, xem BB.3.3.1;

a là khoảng cách giữa trọng tâm tiết diện cấu kiện có khớp dẻo và trọng tâm tiết diện cấu kiện căn cân;

$M_{pl,y,Rk}$ là độ bền chịu mô men dẻo đặc trưng của tiết diện đối với trục y-y;

$M_{N,y,Rk}$ là độ bền chịu mô men dẻo đặc trưng của tiết diện đối với trục y-y có giảm do lực dọc N_{Ed} .

(3)B Ảnh hưởng của mất ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua khi chiều dài L của đoạn cấu kiện giữa tiết diện được liên kết tại vị trí khớp dẻo và điểm ngàm chống xoắn liên kế chịu mô men phi tuyến và lực dọc, không lớn hơn L_s , miễn là:

- cấu kiện được liên kết ngăn cản chuyển vị tại khớp dẻo như yêu cầu trong 6.3.5, và
- có một hoặc nhiều hơn điểm liên kết ngang trung gian giữa các điểm liên kết chống xoắn tại khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_m , xem BB.3.1.1

trong đó:

$$L_s = \sqrt{C_n} L_k \quad (BB.8)$$

C_n là hệ số điều chỉnh đối với sự thay đổi phi tuyến của mô men, xem BB.3.3.2,

xem Hình BB.1, Hình BB.2 và Hình BB.3.

BB.3.2 Cấu kiện có nách hoặc vát cấu tạo từ tiết diện chữ I cán hoặc hàn tương đương

BB.3.2.1 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết ngang liên kế

(1)B Ảnh hưởng của mất ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua khi chiều dài L của đoạn cấu kiện giữa tiết diện được liên kết tại vị trí khớp dẻo và điểm liên kết chống xoắn liên kế không lớn hơn L_m , trong đó:

- Đối với nách có 3 bản cánh (xem Hình BB.2)

$$L_m = \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756 C_1^2} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{A I_T} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}} \quad (BB.9)$$

- Đối với nách có 2 bản cánh (xem Hình BB.3)

$$L_m = 0,85 \frac{38i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756 C_1^2} \left(\frac{W_{pl,y}^2}{AI_T} \right) \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}} \quad (\text{BB10})$$

trong đó:

N_{Ed} là giá trị thiết kế của lực nén trong cấu kiện, tính bằng [N];

$\frac{W_{pl,y}^2}{AI_T}$ là giá trị lớn nhất trong đoạn cấu kiện;

A là diện tích tiết diện, tính bằng mm^2 , tại vị trí nơi $\frac{W_{pl,y}^2}{AI_T}$ là lớn nhất của cấu kiện vát;

C_1 là hệ số phụ thuộc vào tải trọng và điều kiện liên kết đầu và có thể lấy bằng $C_1 = k_c^{-2}$, trong đó k_c lấy từ Bảng 6.6;

$W_{pl,y}$ là mô đun chống uốn dẹt của cấu kiện;

I_T là hằng số xoắn của cấu kiện;

f_y là giới hạn chảy, tính bằng N/mm^2 ;

i_z là giá trị nhỏ nhất của bán kính quán tính của đoạn cấu kiện,

miễn là cấu kiện được liên kết ngăn cản chuyển vị tại khớp dẹt theo yêu cầu trong 6.3.5 và đầu còn lại của đoạn được liên kết:

- Hoặc bằng một điểm liên kết ngang vào cánh chịu nén khi một cánh chịu nén dọc suốt chiều dài đoạn cấu kiện;
- Hoặc bằng một điểm liên kết chống xoắn;
- Hoặc bằng một điểm liên kết ngang tại đầu đoạn cấu kiện và một điểm liên kết chống xoắn vào cấu kiện ở khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_s .

BB.3.2.2 Chiều dài ổn định giữa các điểm liên kết chống xoắn

(1)B Đối với các cấu kiện tiết diện thay đổi với cánh không đổi dưới tác dụng của mô men thay đổi tuyến tính hoặc phi tuyến và lực nén dọc, ảnh hưởng của mất ổn định xoắn-ngang có thể được bỏ qua khi chiều dài L của đoạn cấu kiện giữa tiết diện được liên kết tại vị trí khớp dẹt và điểm liên kết chống xoắn liên kế không lớn hơn L_s , miễn là:

- Cấu kiện được liên kết ngăn cản chuyển vị tại khớp dẹt theo yêu cầu trong 6.3.5;

TCVN ***1-1:202x

- Có một hoặc nhiều hơn điểm liên kết ngang trung gian giữa các điểm liên kết chống xoắn tại khoảng cách thỏa mãn các yêu cầu đối với L_m , xem BB.3.2.1,
- trong đó:
- Đối với nách có 3 bản cánh (xem Hình BB.2)

$$L_s = \frac{\sqrt{C_n} L_k}{c} \quad (\text{BB.11})$$

- Đối với nách có 2 bản cánh (xem Hình BB.3)

$$L_s = 0,85 \frac{\sqrt{C_n} L_k}{c} \quad (\text{BB.12})$$

trong đó:

L_k là chiều dài được xác định đối với cấu kiện có tiết diện không đổi, với tiết diện bằng với tiết diện nhỏ nhất của cấu kiện có chiều cao thay đổi, xem BB.3.1.2;

C_n xem BB.3.3.2;

c là hệ số vát xác định theo BB.3.3.3.

BB.3.3 Hệ số điều chỉnh cho sự thay đổi mô men trong cấu kiện được liên kết ngang dọc theo cánh chịu kéo

BB.3.3.1 Mô men thay đổi tuyến tính

(1)B Hệ số điều chỉnh C_m có thể được xác định theo công thức:

$$C_m = \frac{1}{B_0 + B_1 \beta_t + B_2 \beta_t} \quad (\text{BB.13})$$

trong đó:

$$B_0 = \frac{1 + 10\eta}{1 + 20\eta}$$

$$B_1 = \frac{5\sqrt{\eta}}{\pi + 10\sqrt{\eta}}$$

$$B_2 = \frac{0,5}{1 + \pi\sqrt{\eta}} - \frac{0,5}{1 + 20\eta}$$

$$\eta = \frac{N_{crE}}{N_{crT}}$$

$$N_{crE} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_t^2}$$

L_t là khoảng cách giữa các điểm liên kết chống xoắn

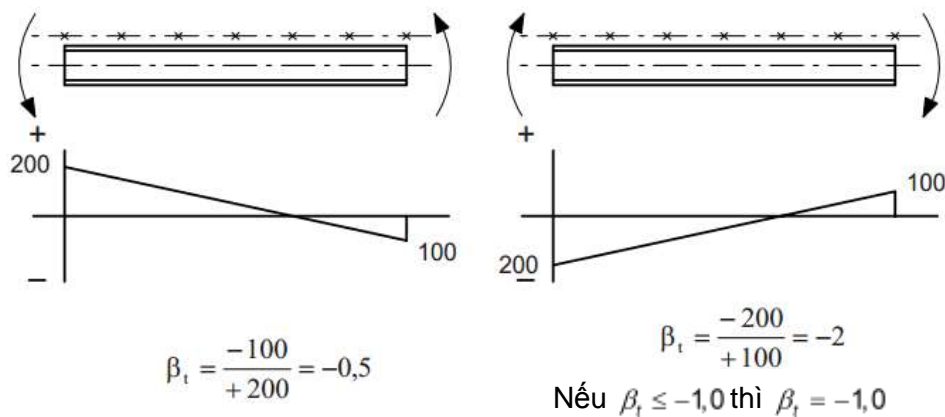
$N_{crT} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_z a^2}{L_t^2} + \frac{\pi^2 EI_w}{L_t^2} + GI_T \right)$ là lực mất ổn định dạng xoắn tới hạn đàn hồi cho tiết diện chữ I giữa các điểm liên kết vào cả hai cánh tại khoảng cách L_t với các điểm liên kết ngang trung gian vào cánh chịu kéo.

$$i_s^2 = i_y^2 + i_z^2 + a^2$$

trong đó:

a là khoảng cách giữa trọng tâm tiết diện cấu kiện có khớp dẻo và trọng tâm tiết diện cấu kiện ngăn cản chuyển vị, ví dụ như xà gồ ngăn cản chuyển vị của dầm mái;

β_t là tỉ số của mô men đầu mút có giá trị nhỏ hơn và mô men đầu mút có giá trị lớn hơn, có xét đến dấu của chúng. Mô men mà gây nén trong cánh không được liên kết cần được lấy dấu dương. Nếu tỷ số này nhỏ hơn -1,0 thì giá trị β_t lấy bằng -1,0, xem Hình BB.4.



Hình BB.4 – Giá trị của β_t

BB.3.3.2 Mô men thay đổi phi tuyến

(1)B Hệ số điều chỉnh C_n có thể được xác định theo công thức:

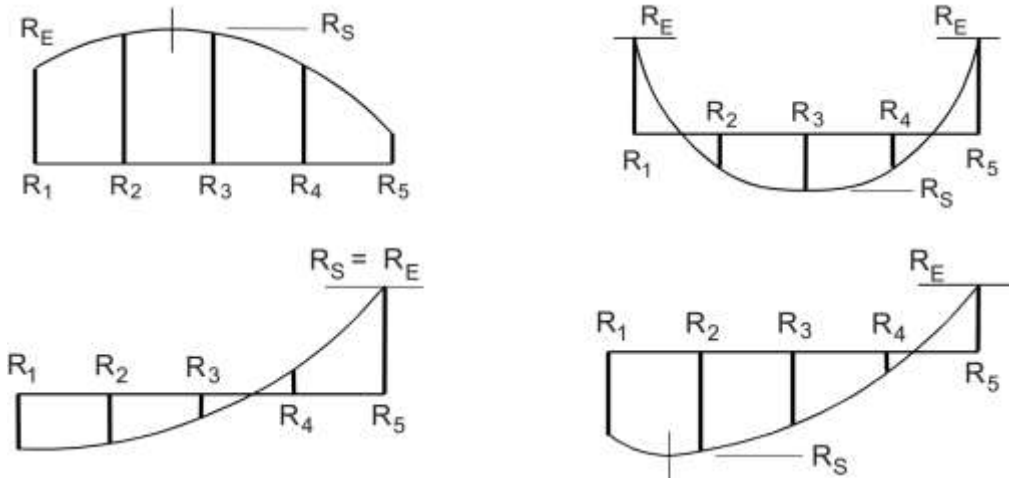
$$C_n = \frac{12}{\left[R_1 + 3R_2 + 4R_3 + 3R_4 + R_5 + 2(R_S - R_E) \right]} \quad (\text{BB.14})$$

trong đó:

R_1 đến R_5 là các giá trị của R tính theo (2)B tại các đầu, điểm 1/4 và điểm giữa, xem Hình BB.5, và chỉ lấy giá trị R dương.

Thêm vào đó, chỉ giá trị dương của $(R_S - R_E)$ được lấy, trong đó:

- R_E là giá trị lớn hơn trong hai giá trị R_1 hoặc R_5 ;
- R_S là giá trị lớn nhất của R ở bất kỳ điểm nào trong khoảng chiều dài L_y .



Hình BB.5 – Các giá trị mô men

(2) Giá trị của R có thể được xác định theo công thức:

$$R = \frac{M_{y,Ed} + aN_{Ed}}{f_y W_{pl,y}} \quad (\text{BB.15})$$

trong đó a là khoảng cách giữa trọng tâm cấu kiện và trọng tâm của cấu kiện ngăn cản chuyển vị, ví dụ như xà gồ ngăn cản chuyển vị của dầm mái.

BB.3.3.3 Hệ số vát

(1)B Đối với một cấu kiện tiết diện thay đổi với cánh không đổi, có $h \geq 1,2b$ và $h/t_f \geq 20$ thì hệ số vát c cần được xác định như sau:

- Đối với cấu kiện hoặc đoạn cấu kiện vát (chiều cao thay đổi), xem Hình BB.6(a):

$$c = 1 + \frac{3}{\left(\frac{h}{t_f} - 9\right)} \left(\frac{h_{\max}}{h_{\min}} - 1\right)^{2/3} \quad (\text{BB.16})$$

- Đối với cấu kiện hoặc đoạn cấu kiện có nách, xem Hình BB.6(b) và BB.6(c):

$$c = 1 + \frac{3}{\left(\frac{h}{t_f} - 9\right)} \left(\frac{h_h}{h_s}\right)^{2/3} \sqrt{\frac{L_h}{L_y}} \quad (\text{BB.17})$$

trong đó:

h_h là chiều cao bổ sung của nách hoặc phần tiết diện táp thêm, xem Hình BB.6;

h_{\max} là chiều cao lớn nhất của tiết diện trong phạm vi chiều dài L_y , xem Hình BB.6;

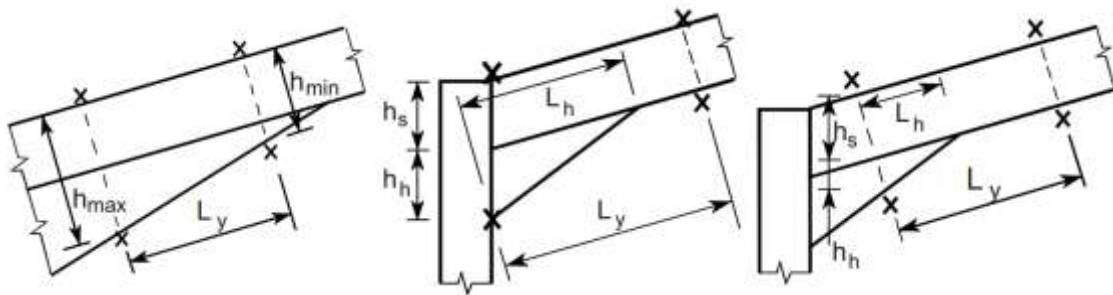
h_{\min} là chiều cao nhỏ nhất của tiết diện trong phạm vi chiều dài L_y , xem Hình BB.6;

h_s là chiều cao đứng của tiết diện không có hông, xem Hình BB.6;

L_h là chiều dài của hông trong phạm vi chiều dài L_y , xem Hình BB.6;

L_y là chiều dài giữa các điểm mà tại đó cánh chịu nén được liên kết ngang.

(h/t_r) được lấy theo tiết diện thấp nhất.



(a) Đoạn dầm vát

(b) Đoạn dầm nách

(c) Đoạn dầm nách

x = ngăn cản chuyển vị

Hình BB.6 – Các kích thước xác định hệ số vát

Phụ lục Quốc gia

kèm theo TCVN ***1-1:202x

Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-1: Các quy định chung và quy định cho nhà

NA.1 Phạm vi

Phụ lục quốc gia này đưa ra:

a) Thông số do quốc gia xác định được mô tả trong các tiêu mục sau đây của TCVN ***1-1:202X:

2.3.1 (1)	5.3.2 (3)	6.3.2.4 (2)B
3.1 (2)	5.3.2 (11)	6.3.3 (5)
3.2.1 (1)	5.3.4 (3)	6.3.4 (1)
3.2.2 (1)	6.1 (1)	7.2.2 (1)B
3.2.3(1)	6.1 (1)B	
3.2.3 (3)B	6.3.2.2 (2)	7.2.3 (1)B
3.2.4 (1)B	6.3.2.3 (1)	BB.1.3 (3)B
5.2.1 (3)	6.3.2.3 (2)	
5.2.2 (8)	6.3.2.4 1)B	

b) Quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN ***1-1:202X; và

c) Các tài liệu tham khảo cho những thông tin bổ sung không mâu thuẫn.

NA.2 Thông số do quốc gia xác định

NA.2.1 Tổng quát

Thông số do quốc gia xác định được mô tả trong TCVN ***1-1:202X được đưa ra trong các mục **NA.2.2** đến **NA.2.26**.

NA.2.2 Tác động và ảnh hưởng của môi trường

Không xem xét tình huống ngẫu nhiên bên ngoài về khu vực, khí hậu.

NA.2.3 Vật liệu và sản phẩm thép khác [TCVN ***1-1:202X, 3.1(2)]

Nếu các loại thép khác được sử dụng, dung sai được quy định cho các biến động về tính chất, bao gồm độ dẻo và khả năng hàn. Thông tin thêm về các yêu cầu độ dẻo của thép được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, 3.2.2(1).

Thép đúc và thép rèn có thể được sử dụng cho các bộ phận trong gối đỡ, mối nối và các phần tương tự nhau. Thép đúc phải tuân theo với BS EN 10293 và thép rèn phải tuân theo BS EN 10250-2. Hướng dẫn thêm về thép đúc được đưa ra trong tài liệu tham khảo [1].

Đối với thép cường độ cao hơn cần xem TCVN ***1-12.

NA.2.4 Tính chất vật liệu [TCVN *1-1:202X, 3.2.1(1)]**

Các giá trị danh nghĩa của cường độ chảy f_y và cường độ tới hạn f_u cho thép kết cấu phải là những giá trị lấy từ tiêu chuẩn sản phẩm. Cường độ tới hạn f_u phải được lấy là giá trị thấp nhất của miền được đưa ra cho R_m trong tiêu chuẩn sản phẩm.

NA.2.5 Yêu cầu độ dẻo [TCVN *1-1:202X, 3.2.2(1)]**

a) Phân tích đàn hồi tổng thể

Các giá trị giới hạn cho tỷ lệ f_u / f_y , độ giãn dài khi phá hoại và biến dạng cực hạn ϵ_u để phân tích tổng thể đàn hồi được đưa ra dưới đây.

$$f_u / f_y \geq 1,10;$$

Độ giãn dài khi phá hoại không dưới 15%;

$$\epsilon_u \geq 15\epsilon_y$$

b) Phân tích tổng thể dẻo

Phân tích tổng thể dẻo không nên được sử dụng cho cầu. Đối với nhà, các giá trị giới hạn cho tỷ lệ f_u / f_y , độ giãn dài khi phá hoại và biến dạng cực hạn ϵ_u để phân tích tổng thể dẻo được đưa ra dưới đây.

$$f_u / f_y \geq 1,15;$$

Độ giãn dài khi phá hoại không nhỏ hơn 15%;

$$\epsilon_u \geq 20\epsilon_y$$

NA.2.6 Độ dai va đập [TCVN *1-1:202X, 3.2.3(1)]**

Đối với nhà và các kết cấu chịu tải trọng tĩnh khác thì nhiệt độ sử dụng thấp nhất trong thép cần được coi là nhiệt độ không khí thấp nhất mà có thể được lấy là -5°C cho cả kết cấu thép bên trong và bên ngoài nhà.

Trong các trường hợp khác (ví dụ: kết cấu thép bên trong các kho lạnh), nhiệt độ sử dụng thấp nhất trong thép cần được lấy làm nhiệt độ không khí thấp nhất dự kiến sẽ xảy ra trong vòng đời tuổi thọ của kết cấu.

NA.2.7 Tính chất độ cứng cho các cấu kiện chịu nén [TCVN *1-1:202X, 3.2.3(3)B]**

Cần áp dụng các khuyến nghị được đưa ra trong PLQG của TCVN ***1-10.

TCVN ***1-1:202x

NA 2.8 Tính chất theo độ dày [TCVN ***1-1:202X, 3.2.4(1)B]

Cần áp dụng các khuyến nghị được đưa ra trong PLQG của TCVN ***1-10.

NA.2.9 Ảnh hưởng của biến dạng hình học của kết cấu [TCVN ***1-1:202X, 5.2.1(3)]

Đối với phân tích dẻo của các kết cấu bao che với điều kiện là các ảnh hưởng tăng cứng của tấm tường xây hoặc ảnh hưởng tấm cứng của thép tôn định hình không được kể đến:

$$\alpha_{cr} \geq 10$$

Đối với phân tích dẻo của khung dạng cổng chỉ chịu tải trọng lực với sai lệch (khiếm khuyết) ban đầu của khung:

$$\alpha_{cr} \geq 5 \text{ với điều kiện các điều kiện sau đây được đáp ứng:}$$

a) Nhịp khung, L , không vượt quá 5 lần chiều cao trung bình của các cột

b) h_r thỏa mãn điều kiện:

$$(h_r / s_a)^2 + (h_r / s_b)^2 \leq 0.5$$

trong đó s_a và s_b là khoảng cách ngang từ đỉnh đến các cột.

CHÚ THÍCH: Đối với một khung đối xứng, biểu thức này đơn giản hóa:

$$h_r \leq 0.25L$$

NA.2.10 Ổn định kết cấu của khung [TCVN ***1-1:202X, 5.2.2(8)]

Phương pháp này chỉ nên được sử dụng cho các khung phù hợp với 5.2.2(6). Trong những trường hợp như vậy, mô men xoay trong dầm và liên kết dầm-cột cần được nhân với k_r trừ khi một giá trị nhỏ hơn được chỉ ra là phù hợp bằng phân tích. k_r có thể được tính bằng cách sử dụng biểu thức sau với điều kiện $\alpha_{cr} \geq 3.0$:

$$k_r = \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}}$$

NA.2.11 Giá trị thiết kế của khiếm khuyết (sai lệch) vòng cục bộ ban đầu [TCVN ***1-1:202X, 5.3.2(3)]

Để phân tích đàn hồi của tiết diện, những sai lệch ban đầu cho tiết diện riêng lẻ về một trục cụ thể cần được tính ngược từ công thức cho các đường cong mất ổn định được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, 6.3 sử dụng mô đun tiết diện đàn hồi.

Để phân tích dẻo của tiết diện, những sai lệch ban đầu cho tiết diện riêng lẻ về một trục cụ thể cần được tính ngược từ công thức cho các đường cong mất ổn định được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, 6.3 sử dụng mô đun tiết diện dẻo.

NA.2.12 Biên độ khiếm khuyết (không hoàn hảo) [TCVN *1-1:202X, 5.3.2(11)]**

Phương pháp được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, 5.3.2(11) không được sử dụng cho nhà.

NA.2.13 Khiếm khuyết (không hoàn hảo) cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN *1-1:202X, 5.3.4(3)]**

Giá trị của k cần được lấy là 1,0.

NA.2.14 Hệ số riêng cho các kết cấu không kể đến bởi TCVN ** Phần 2 đến Phần 6 [TCVN ***1-1:202X, 6.1(1)]**

Đối với các kết cấu không được kể đến bởi TCVN **** Phần 2 đến Phần 6, các hệ số riêng cần được xác định phù hợp với kết cấu và với sự đồng ý của khách hàng.

NA.2.15 Các hệ số riêng cho nhà [TCVN *1-1:202X, 6.1(1)]**

Đối với các vật liệu quy định trong Bảng 3.1 sử dụng cho các công trình nhà, các hệ số riêng sau đây cần được sử dụng:

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Đối với các vật liệu thép kết cấu theo các tiêu chuẩn dưới đây, sử dụng các hệ số riêng sau đây:

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Bổ sung áp dụng các vật liệu theo các tiêu chuẩn sau trong tính toán:

Tiêu chuẩn Việt Nam:

- TCVN 1765:1975
- TCVN 5709:2009
- TCVN 7571-1,2,11,15,16

Tiêu chuẩn Trung Quốc:

- GB/T 700-2006
- GB/T 1591-2008
- GB/T 4171-2008
- GB/T 19879-2005
- GB/T 1591-2008

TCVN ***1-1:202x

- GB/T 4171-2008
- GB 711-2017
- GB 712-2011
- GB/T 3524-2015

Tiêu chuẩn Nhật Bản:

- JIS G 3101:2015 (2020)
- JIS G 3136:2012
- JIS G 3106:2008
- JIS G 3114:2008
- JIS G 3136:2005
- JIS G 3475:2008

ISO 630-2:2011

Tiêu chuẩn ASME:

- ASME SA-1011/SA-1011M
- ASME SA-283/SA-283M-10
- ASME SA-36/SA-36M-10

Tiêu chuẩn ASTM:

- ASTM A36/A36M-14 (2019)
- ASTM A709/A709M-16a (2018)
- ASTM A 242–2004
- ASTM A 572–2007
- ASTM A 588–2010
- ASTM A 709–2010
- ASTM A 913–2011
- ASTM A 945–2006
- ASTM A 992–2011
- ASTM A1011/A1011M-15 (2018)
- ASTM A283/A283M-13 (2018)
- ASTM A573/A573M-13 (2020)
- ASTM A1011/ A1011M-15 (2018)

NA.2.15a Lựa chọn đường cong mất ổn định cho các vật liệu không thuộc Bảng 3.1 [TCVN *1-1:202X, 6.3.1.2 Bảng 6.2]**

Đối với các vật liệu thép kết cấu không thuộc Bảng 3.1 nhưng được sản xuất theo các tiêu chuẩn sản phẩm được liệt kê trong NA.2.15, việc lựa chọn đường cong mất ổn định khi chịu nén được thực hiện như sau:

Với các vật liệu thép có giới hạn chảy $f_y < 460$ MPa: áp dụng các đường cong mất ổn định của nhóm vật liệu “S235, S275, S355, S420” trong Bảng 6.2.

Với các vật liệu thép có giới hạn chảy = 460 MPa: áp dụng các đường cong mất ổn định của nhóm vật liệu “S460” trong Bảng 6.2.

NA.2.15b Xác định chiều dài tính toán L_{cr} cho mất ổn định dạng uốn [TCVN *1-1:202X, 6.3.1.3(1)]**

Chiều dài tính toán L_{cr} cần được lấy là kL , trong đó L là chiều dài giữa các gối ngăn cản chuyển vị ngang; đối với công xôn, L là chiều dài của công xôn. Giá trị của k (hệ số chiều dài tính toán cho các cấu kiện) cần được xác định từ các điều kiện biên. k cần được lấy theo Bảng NA.1 trừ khi phương pháp phân tích chính xác hơn được sử dụng.

Bảng NA.1 - Hệ số chiều dài tính toán k cho các cấu kiện

Điều kiện biên	k
1. Ngăn cản chuyển vị và góc xoay ở cả hai đầu	0,7
2. Ngăn cản chuyển vị ở hai đầu, ngăn cản góc xoay ở một đầu	0,85
3. Ngăn cản chuyển vị ở cả hai đầu	1,0
4. Ngăn cản chuyển vị ở một đầu, ngăn cản góc xoay ở cả hai đầu	1,25
5. Ngăn cản chuyển vị và góc xoay ở một đầu, ngăn cản bán phần góc xoay ở đầu còn lại	1,5
6. Ngăn cản chuyển vị và góc xoay ở một đầu, đầu còn lại tự do	2,1

NA.2.16 Các hệ số khiếm khuyết cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN *1-1:202X, 6.3.2.2(2)]**

Cần sử dụng các giá trị được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, bảng 6.3 và bảng 6.4.

NA.2.16b Xác định mô men tới hạn đàn hồi cho mất ổn định xoắn-ngang [TCVN *1-1:202X, 6.3.2.2(2)]**

Mô men tới hạn đàn hồi cho mất ổn định dạng xoắn-ngang của một dầm có tiết diện không đổi, mặt cắt đối xứng với các bản cánh bằng nhau, trong các điều kiện biên tiêu chuẩn ở mỗi đầu và chịu mô men không đổi trong mặt phẳng đi qua tâm cắt được xác định bởi:

$$M_{cr} = \frac{\pi E I_z}{L^2} \sqrt{\frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} + \frac{I_w}{I_z}} = \frac{\pi \sqrt{E I_z G I_t}}{L} \sqrt{1 + \frac{\pi^2 E I_w}{L^2 G I_t}}$$

trong đó: $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

I_t là hằng số xoắn

I_w là hằng số cong vênh

I_z là Mô men quán tính quanh trục yếu

L là chiều dài của dầm giữa các điểm có điều kiện biên chống chuyển vị ngang

ν là hệ số Poisson






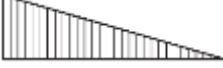




Các điều kiện biên tiêu chuẩn ở mỗi đầu của dầm là: ngăn cản chuyển vị ngang, ngăn cản xoay quanh trục dọc và tự do xoay trong mặt phẳng.

Đối với các tiết diện không đối xứng kép, chịu tải trọng qua tâm cắt ở cao độ của trục trung tâm và với các điều kiện biên tiêu chuẩn được mô tả ở trên, M_{cr} có thể được tính toán thông qua phương trình sau:

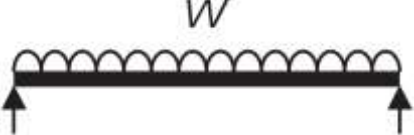

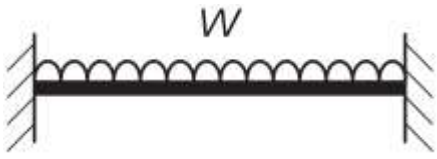
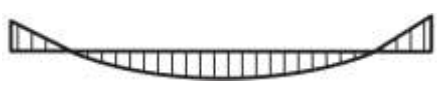


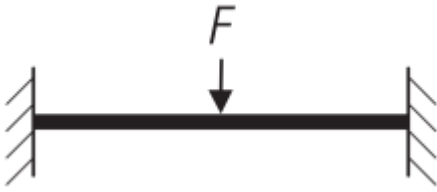
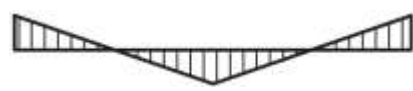
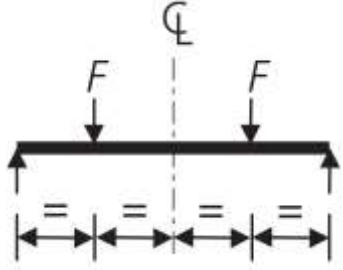
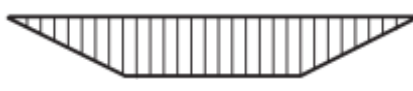
$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_T}{\pi^2 E I_z} \right)^{0.5}$$

trong đó C_1 có thể được xác định từ Bảng NA.2 đối với trường hợp cấu kiện chỉ chịu mô men ở hai đầu và từ NA.3 đối với trường hợp cấu kiện chịu tải trọng tác dụng trong phạm vi chiều dài của nó.

Bảng NA.2 – Giá trị của C_1 cho trường hợp chỉ chịu mô men ở hai đầu

Điều kiện biên và tải trọng tác dụng	Biểu đồ mô men	C_1
	 $\psi = +1$	1
	 $\psi = +0.75$	1,141
	 $\psi = +0.5$	1,323
	 $\psi = +0.25$	1,563
	 $\psi = 0$	1,879
	 $\psi = -0.25$	2,281
	 $\psi = -0.5$	2,704
	 $\psi = -0.75$	2,927
	 $\psi = -1$	2,752

Bảng NA.3 – Giá trị của C_1 cho trường hợp chịu tải trọng tác dụng trong phạm vi chiều dài cầu kiện

Điều kiện biên và tải trọng tác dụng	Biểu đồ mô men	C_1
		1,132
		1,285
		1,365
		1,565
		1,046

NA.2.17 Mất ổn định xoắn-ngang cho các tiết diện cán hoặc các tiết diện hàn tương đương [TCVN *1-1:202X, 6.3.2.3(1)]**

Đối với các công trình nhà và cầu, cần sử dụng các giá trị sau đây của $\lambda_{LT,0}$ và β :

a) Đối với tiết diện thép hình và tiết diện rỗng cán nóng và dập nguội:

$$\lambda_{LT,0} = 0.4$$

$$\beta = 0.75$$

b) Đối với tiết diện hàn :

$$\lambda_{LT,0} = 0.2$$

$$\beta = 1$$

TCVN ***1-1:202X, Bảng 6.5 cần được thay bởi bảng sau:

Tiết diện	Giới hạn	Đường cong mất ổn định
Tiết diện đối xứng hai trục thép cán hình chữ I và H và tiết diện rỗng cán nóng	$h/b \leq 2$	b
	$2,0 < h/b \leq 3,1$	c
	$h/b > 3,1$	d
Thép góc (cho mô men trong mặt phẳng chính)		d
Tất cả tiết diện thép cán nóng khác		d
Tiết diện hàn đối xứng hai trục và tiết diện rỗng cán nguội	$h/b \leq 2$	c
	$2.0 \leq h/b < 3.1$	d

NA.2.18 Hệ số điều chỉnh, f [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.3(2)]

Biểu thức được khuyến nghị cho f cần được sử dụng trong đó k_c được đưa ra bởi:

$$k_c = \frac{1}{\sqrt{C_1}}$$

Trong đó:

$$C_1 = \frac{M_{cr}}{M_{cr}} \text{ cho sơ đồ mô men uốn thực tế/cho sơ đồ mô men uốn không đổi}$$

Giá trị của C_1 cho trong tại liệu tham khảo được liệt kê trong **NA.4**

NA2.19 Độ mảnh giới hạn λ_{co} [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.4(1)B]

Đối với thép chữ I, H và tiết diện hộp sử dụng trong công trình nhà, giá trị λ_{co} cần được lấy là 0,4.

NA.2.20 Hệ số điều chỉnh, k_{fl} [TCVN ***1-1:202X, 6.3.2.4(2)B]

Giá trị của hệ số điều chỉnh k_{fl} cần được lấy như sau:

$k_{fl} = 1,0$ cho các thép cán nóng tiết diện chữ I;

$k_{fl} = 1,0$ cho tiết diện hàn chữ I với $h/b \leq 2$;

$k_{fl} = 0,9$ cho các tiết diện khác

TCVN *1-1:202x**

NA.2.21 Các hệ số tương tác k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} và k_{zz} [TCVN *1-1:202X, 6.3.3(5)]**

Các hệ số tương tác k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} cho các tiết diện đối xứng hai trục có thể được xác định bằng cách sử dụng Phương pháp thay thế 1 (được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, Phụ lục A) hoặc Phương pháp thay thế 2 (đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, Phụ lục B). Phương pháp thay thế 2 (được đưa ra trong TCVN ***1-1:202X, Phụ lục B) cũng có thể được sử dụng cho tiết diện không đối xứng hai trục nếu được điều chỉnh theo NA.3.2

NA.2.22 Phương pháp chung cho mất ổn định ngang và mất ổn định xoắn-ngang của các cấu kiện [TCVN *1-1:202X, 6.3.4(1)]**

Phương pháp này chỉ có giá trị đối với các cấu kiện thẳng chịu uốn trong mặt phẳng và/hoặc chịu nén.

Trong phương pháp này, χ_{op} cần được coi là giá trị tối thiểu của χ và χ_{LT} . Trong đó χ được xác định theo TCVN ***1-1:202x, 6.3.1 cho mất ổn định ngang và χ_{LT} được xác định theo TCVN ***1-1:202x, 6.3.2 cho mất ổn định xoắn-ngang.

NA.2.23 Độ võng đứng [TCVN *1-1:202X, 7.2.1(1)B]**

Bảng sau đây đưa ra các giới hạn được đề xuất để tính độ võng đứng của một số cấu kiện dưới tổ hợp tải trọng đặc trưng do tải thay đổi và không nên bao gồm tải thường xuyên. Có thể có trường hợp khi các giá trị lớn hơn hoặc thấp hơn sẽ phù hợp hơn. Các cấu kiện khác cũng có thể cần độ võng giới hạn

Trên mái dốc thấp và mái bằng, khả năng ngập nước cần được xét đến.

Độ võng đứng	
Dầm công sơn	Chiều dài/180
Dầm đỡ thạch cao hoặc các vật liệu hoàn thiện giòn khác	Nhịp /360
Dầm khác (ngoại trừ xà gồ mái hoặc xà gồ tường)	Nhịp/200
Xà gồ mái và xà gồ tường	Để phù hợp với đặc điểm vật liệu bao che cụ thể

NA.2.24 Độ võng ngang [TCVN *1-1:202X, 7.2.2(1)B]**

Bảng sau đây đưa ra các giới hạn được đề xuất cho độ độ võng ngang được tính toán của một số cấu kiện nhất định theo tổ hợp tải trọng đặc trưng do tải thay đổi. Có thể có trường hợp khi các giá trị lớn hơn hoặc thấp hơn sẽ phù hợp hơn. Các cấu kiện khác cũng có thể cần độ võng giới hạn.

Độ võng ngang	
Đỉnh cột trong nhà một tầng trừ khung dạng cổng	Chiều cao/300
Cột trong khung dạng cổng, không đỡ đường chạy của cầu trục	Phù hợp với tấm ốp cụ thể
Mỗi tầng trong nhà có nhiều hơn 1 tầng	chiều cao của tầng /300

NA.2.25 Ảnh hưởng động [TCVN ***1-1:202X, 7.2.3(1)B]

Tài liệu tham khảo cần được thực hiện cho các tài liệu chuyên môn hợp lý. Đối với dao động của bản sàn xem NA.4.

NA.2.26 Chiều dài tính toán tiết diện rỗng trong dầm dạng giàn [TCVN ***1-1:202X, BB.1.3(3)B]

Các giá trị được đề xuất có thể được sử dụng và thông tin thêm được cung cấp trong NA.4.

NA.3 Quyết định về tình trạng phụ lục tham khảo

NA.3.1 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục A

TCVN ***1-1:202X, phụ lục A có thể được sử dụng. Phạm vi của Phương pháp 1 được đưa ra trong phụ lục A cần được giới hạn cho tiết diện đối xứng hai trục.

NA.3.2 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục B

TCVN ***1-1:202X, Phụ lục B có thể được sử dụng.

Khi áp dụng cho các tiết diện không đối xứng kép $\bar{\lambda}_z$ và χ_z nên được lấy như giá trị $\bar{\lambda}$ và χ từ giá trị cao nhất của $\bar{\lambda}_y$ từ TCVN ***1-1, 6.3.1.3 hoặc $\bar{\lambda}$ từ TCVN ***1-1, 6.3.1.4.

Khi các tiết diện không phải là tiết diện chữ I, H hoặc rỗng, tiết diện loại 1 và loại 2 cần được thiết kế như các tiết diện loại 3.

NA.3.3 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục AB

TCVN ***1-1:202X, Phụ lục AB có thể được sử dụng.

NA.3.4 TCVN ***1-1:202X, Phụ lục BB

TCVN ***1-1:202X, Phụ lục BB có thể được sử dụng

NA.4 Tham chiếu đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn

Tài liệu tham khảo được trích dẫn trong Phụ lục Quốc gia này đối với thông tin bổ sung, không mâu thuẫn có thể được tìm thấy tại www.steel-ncci.co.uk. Mặc dù tài liệu này có khả năng có thẩm quyền về mặt kỹ thuật, nhưng không phải tất cả các phần của nó đều đã được kiểm tra bởi ủy ban quốc gia Vương quốc Anh, và người dùng phải tự xem xét về sự phù hợp của tài liệu này đối với mục đích sử dụng cụ thể của họ. Đặc biệt, cần lưu ý rằng tài liệu được chỉ ra là không được ủy ban xác nhận có thể chứa các nội dung mâu thuẫn với tiêu chuẩn Châu Âu Eurocode.

Tài liệu tham khảo

Tiêu chuẩn

Đối với các tài liệu tham khảo có ghi năm ban hành, chỉ có phiên bản được trích dẫn được áp dụng. Đối với các tài liệu tham khảo không ghi năm ban hành, phiên bản mới nhất của tài liệu tham khảo (bao gồm mọi sửa đổi) được áp dụng.

PLQG của TCVN X1993-1-5 Thiết kế kết cấu thép - Phần 1-5: Các cấu kiện kết cấu tấm

PLQG của TCVN X1993-1-10, Thiết kế kết cấu thép - Phần 1-10: Độ bền vật liệu và tính chất theo chiều dày

TCVN X1993-1-12 Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-12: Quy định bổ sung cho thép cường độ cao

EN 10025-2:2004, Sản phẩm thép kết cấu cán nóng – Phần 2: Điều kiện vận chuyển kỹ thuật cho thép kết cấu phi hợp kim

EN 10250-2, Sản phẩm rèn khuôn thép hở cho mục đích kỹ thuật chung - Phần 2: Chất lượng không hợp kim và thép đặc biệt

EN 10293, Thép đúc cho mục đích sử dụng kỹ thuật tổng hợp

Các tài liệu khác

[1] Thép đúc trong xây dựng, ấn phẩm SCi P 172, Viện thép xây dựng, Silwood Park, Ascot, Berkshire SL5 7QN.