

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN X1993-1-8:202x

THIẾT KẾ KẾT CẤU THÉP - PHẦN 1-8: THIẾT KẾ NÚT

Design of steel structures. Part 1-8: Design of joints

DỰ THẢO

Hà Nội - 2024

Lời nói đầu

TCVN X1993-1-8:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn *EN 1993-1-8:2005 Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-8: Design of joints*

TCVN ... 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

MỤC LỤC	5
1 Giới thiệu	9
1.1 Phạm vi áp dụng	9
1.2 Tài liệu viện dẫn	9
1.3 Phân biệt giữa nguyên tắc và quy định áp dụng	12
1.4 Các thuật ngữ và định nghĩa	12
1.5 Ký hiệu	14
2 Cơ sở tính toán	20
2.1 Giả thiết.....	20
2.2 Yêu cầu chung	21
2.3 Lực và mô men	21
2.4 Sức kháng của nút	22
2.5 Giả thiết tính toán	22
2.6 Nút chịu cắt dưới tác động của va đập, rung động và/hoặc tải trọng đổi chiều	22
2.7 Độ lệch tâm tại các điểm giao cấu kiện	23
3 Liên kết tạo bởi bu lông, đinh tán hoặc chốt	23
3.1 Bu lông, đai ốc và vòng đệm	23
3.2 Đinh tán.....	24
3.3 Bu lông neo.....	24
3.4 Các loại liên kết bu lông	24
3.5 Vị trí lỗ cho bu lông và đinh tán	26
3.6 Khả năng chịu lực thiết kế của chi tiết lắp siết đơn lẻ	28
3.7 Nhóm các chi tiết lắp siết.....	33
3.8 Nút dài.....	34
3.9 Liên kết chống trượt sử dụng bu lông 8.8 hoặc 10.9	34
3.10 Giảm lỗ cho chi tiết lắp siết.....	36
3.11 Lực đòn bẩy	39
3.12 Sự phân bố lực giữa các chi tiết lắp siết theo trạng thái giới hạn cực hạn.....	39
3.13 Liên kết nhờ chốt.....	39
4 Liên kết hàn	42
4.1 Quy định chung	42
4.2 Vật liệu hàn	43
4.3 Hình dạng và kích thước	43

4.4 Đường hàn có phủ.....46

4.5 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc.....46

4.6 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc vòng quanh49

4.7 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn đối đầu.....49

4.8 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn nút.....50

4.9 Phân phối lực.....51

4.10 Liên kết với cánh không sườn gia cường51

4.11 Nút dài53

4.12 Đường hàn góc một phía hoặc đường hàn đối đầu thấu một phần một phía chịu tải lệch tâm53

4.13 Thép góc liên kết một cạnh.....54

4.14 Hàn trong vùng tạo hình nguội.....54

5 Phân tích, phân loại và mô hình hóa.....55

5.1 Phân tích tổng thể.....55

5.2 Phân loại nút.....59

5.3 Mô hình hóa nút dầm-cột63

6 Nút liên kết tiết diện H hoặc I.....65

6.1 Quy định chung.....65

6.2 Khả năng chịu lực thiết kế.....71

6.3 Độ cứng xoay103

6.4 Khả năng xoay.....112

7 Nút tiết diện rộng.....113

7.1 Quy định chung.....113

7.2 Thiết kế.....115

7.3 Hàn.....120

7.4 Nút hàn giữa các cấu kiện CHS121

7.5 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh RHS130

7.6 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS với thanh cánh I hoặc H.....144

7.7 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh chữ C148

Phụ lục Quốc gia.....151

NA.1 Phạm vi.....151

NA.2 Xác định thông số quốc gia151

NA.2.1 Tổng quát151

NA.2.2 Tiêu chuẩn viện dẫn, nhóm 6 Đinh tán [TCVN X1993-1-8:202X, 1.2.6 (Nhóm 6 Đinh tán)]
151

NA.2.3 Hệ số riêng, γ_M , cho nút [TCVN X1993-1-8:202X, 2.2(2)]151

NA.2.4 Loại bu lông [TCVN X1993-1-8:202X, 3.1.1(3)]	152
NA.2.5 Mức gia tải trước [TCVN X1993-1-8:202X, 3.4.2(1)	153
NA.2.6 Phân loại nút [TCVN X1993-1-8:202X, 5.2.1(2)].....	153
NA.2.7 Nút dầm cột trong liên kết bản mã bịt đầu [TCVN X1993-1-8:202X, 6.2.7.2(9)].....	153
NA.3 Tham chiếu đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn	154
Tài liệu tham khảo.....	154
Tiêu chuẩn	154
Các tài liệu khác	154

Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-8: Thiết kế nút

Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints

1 Giới thiệu

1.1 Phạm vi áp dụng

1) Tiêu chuẩn này trình bày phương pháp thiết kế đối với các nút chịu chủ yếu tải trọng tĩnh, sử dụng các loại thép S235, S275, S355, S420, S450 và S460.

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 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 1: thép kết cấu có tính 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.

1.2.2 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 2: dung sai, kích thước và điều kiện kỹ thuật cung cấp

EN 10029:1991 Thép tấm cán nóng dày từ 3 mm trở lên – Dung sai về kích thước, hình dáng và khối lượng

EN 10034:1993 Thép kết cấu chữ I và H – Dung sai về hình dáng và kích thước

EN 10051:1991 Thép hợp kim và không hợp kim dạng tấm, bản, dải cán nóng không mạ – Dung sai về hình dáng và kích thước

TCVN X1993-1-8:202x

EN 10055:1995	Thép hình cánh chữ T đều cạnh cán nóng bo tròn ở góc và đầu mút-Kích thước và dung sai về hình dáng và kích thước
EN 10056-1:1995	Thép góc đơn đều hoặc không đều cạnh – Phần 1: Kích thước
EN 10056-2:1993	Thép góc đơn đều hoặc không đều cạnh – Phần 2: Dung sai hình dáng và kích thước
EN 10164:1993	Sản phẩm thép được tăng cường đặc trưng biến dạng theo phương vuông góc với bề mặt – Điều kiện kỹ thuật cho cung cấp

1.2.3 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 3: Thép kết cấu tiết diện rỗng

EN 10219-1:1997	Thép kết cấu cán nguội không hợp kim hạt mịn tiết diện tổ hợp hàn rỗng – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật cho cung cấp
EN 10219-2:1997	Thép kết cấu cán nguội không hợp kim hạt mịn tiết diện hàn rỗng – Phần 2: Dung sai, kích thước và đặc trưng tiết diện
EN 10210-1:1994	Thép kết cấu tiết diện rỗng không hợp kim xử lý hoàn thiện bằng nhiệt và thép kết cấu hạt mịn – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật cho cung cấp
EN 10210-2:1997	Thép kết cấu tiết diện rỗng không hợp kim xử lý hoàn thiện bằng nhiệt và thép kết cấu hạt mịn – Phần 2: Dung sai, kích thước và đặc trưng tiết diện

1.2.4 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 4: Bu lông, ốc và vòng đệm

EN 14399-1:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 1 : Yêu cầu chung
EN 14399-2:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 2 : Thí nghiệm phù hợp cho việc căng trước
EN 14399-3:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 3 : Hệ bu lông HR- Bu lông sáu cạnh và ốc
EN 14399-4:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 4 : Hệ bu lông HV- Bu lông sáu cạnh và ốc
EN 14399-5:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 5 : Vòng đệm phẳng cho hệ bu lông HR
EN 14399-6:2002	Bu lông kết cấu cường độ cao để căng trước – Phần 6 : Vòng đệm phẳng vát góc cho hệ bu lông HR và HV
ISO 898-1:1999	Đặc trưng cơ học của cơ cấu siết làm bằng thép các bon và thép hợp kim – Phần 1 : Bu lông, vít và đinh chốt (ISO 898-2 :1999)
EN 20898-2:1993	Đặc trưng cơ học của cơ cấu siết – Phần 2 : Ốc có chỉ định giá trị lực tối đa – Ren thô (ISO 898-2:1992)
ISO 2320:1997	Ốc bằng thép sáu cạnh dạng lục vạnh thông thường – Yêu cầu cơ học và tính năng (ISO 2320:1997)

TCVN 10866:2015 (ISO 4014:2000) Bu lông sáu cạnh – Sản phẩm loại A và B

TCVN 10868:2015 (ISO 4016:2000)	Bu lông sáu cạnh – Sản phẩm loại C
ISO 4017:2000	Vít sáu cạnh - Sản phẩm loại A và B (ISO 4017:1999)
TCVN 10870:2015 (ISO 4018:2000)	Vít sáu cạnh - Sản phẩm loại C
ISO 4032:2000	Ốc sáu cạnh, kiểu 1 - Sản phẩm loại A và B (ISO 4032:1999)
ISO 4033:2000	Ốc sáu cạnh, kiểu 2 - Sản phẩm loại A và B (ISO 4033:1999)
ISO 4034:2000	Ốc sáu cạnh - Sản phẩm loại C (ISO 4034:1999)
ISO 7040:1997	Ốc sáu cạnh có lực vặn thông thường (có đệm phi kim loại), kiểu 1 – Đặc trưng loại 5, 8 và 10
ISO 7042:1997	Ốc sáu cạnh kim loại lực vặn thông thường, kiểu 2 - Đặc trưng loại 5, 8, 10 và 12
ISO 7719:1997	Ốc sáu cạnh kim loại dạng lực vặn thông thường, kiểu 1 - Đặc trưng loại 5, 8 và 10
TCVN 2245:1999 (ISO 286- 2:1988)	Hệ thống ISO về dung sai và lắp ghép - Bảng cấp dung sai tiêu chuẩn và sai lệch giới hạn của lỗ và trục.
ISO 1891:1979	Bu lông, vít, ốc và phụ kiện – Thuật ngữ và ký hiệu – phiên bản 3 ngôn ngữ
ISO 7089:2000	Vòng đệm phẳng – Nhóm – Sản phẩm loại A
ISO 7090:2000	Vòng đệm phẳng, vát cạnh – Nhóm – Sản phẩm loại A
ISO 7091:2000	Vòng đệm phẳng – Nhóm – Sản phẩm loại C
ISO 10511:1997	Ốc mỏng sáu cạnh lực vặn thông thường (có đệm phi kim loại)
ISO 10512:1997	Ốc mỏng sáu cạnh lực vặn thông thường, kiểu 1, với ren có số đo hệ Mét - Đặc trưng loại 6, 8 và 10
ISO 10513:1997	Ốc mỏng kim loại sáu cạnh dạng lực vặn thông thường, kiểu 2, với ren có số đo hệ Mét - Đặc trưng loại 8, 10 và 12

1.2.5 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 5: Vật liệu hàn và mối hàn

EN 12345:1998	Hàn – Thuật ngữ đa ngôn ngữ đối với nút hàn kèm theo hình minh họa. 9/1998
ISO 14555:1998	Hàn – Hàn hồ quang vật liệu kim loại.
ISO 13918:1998	Hàn – Đinh chốt sử dụng cho hàn hồ quang.
EN 288-3:1992	Chỉ dẫn kỹ thuật và chấp thuận cho quy trình hàn đối với kim loại. Phần 3 : Quy trình thí nghiệm hàn đối với hàn hồ quang thép.
TCVN 7472:2018 (ISO 5817:2003)	Hàn - Liên kết hàn nóng chảy ở thép, niken, titan và các hợp kim của chúng (trừ hàn chùm tia) - Mức chất lượng đối với khuyết tật

1.2.6 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 6: Đinh tán

CHÚ THÍCH: Thông tin này có thể được quy định trong Phụ lục Quốc Gia.

1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 7: Thi công kết cấu thép

TCVN XXXX (EN 1090-2) Yêu cầu đối với công tác thi công kết cấu thép

1.3 Phân biệt giữa nguyên tắc và quy định áp dụng

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

1.4 Các thuật ngữ và định nghĩa

(1) Các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây được áp dụng:

1.4.1

Bộ phận cơ bản (của một nút)

Là thành phần của một nút tạo nên một hoặc nhiều đặc trưng kết cấu của nút đó

1.4.2

Liên kết

Là vị trí mà hai hoặc nhiều thành phần kết cấu gặp nhau. Cho mục đích thiết kế, liên kết là tổ hợp của các bộ phận cơ bản cần thiết để truyền nội lực và mô men tại liên kết.

1.4.3

Cấu kiện được liên kết

Là cấu kiện được nối vào một cấu kiện đỡ hoặc thành phần kết cấu.

1.4.4

Nút

Là khu vực mà hai hoặc nhiều cấu kiện liên kết với nhau. Cho mục đích thiết kế, nút là tổ hợp của tất cả bộ phận cơ bản cần thiết để truyền nội lực và mô men giữa các cấu kiện được liên kết. Một nút dầm-cột bao gồm một tấm bản bụng và một liên kết (kiểu nút một mặt) hoặc hai liên kết (kiểu nút hai mặt), xem Hình 1.1.

1.4.5

Kiểu nút

Là cách bố trí của một nút hoặc các nút trong một khu vực mà trục của hai hoặc nhiều cấu kiện liên kết giao nhau, xem Hình 1.2.

1.4.6

Khả năng xoay

Là góc mà nút có thể xoay, ứng với một mức chịu lực xác định mà không bị phá hoại.

1.4.7**Độ cứng xoay**

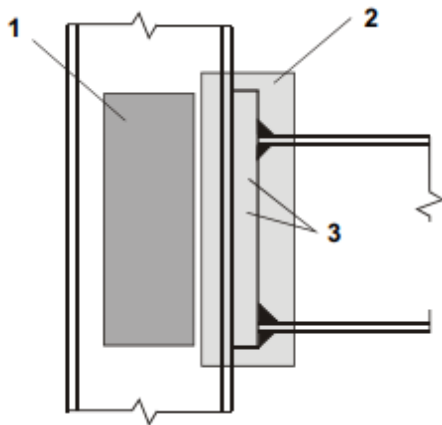
Là mô men yêu cầu để tạo một góc xoay đơn vị trong nút.

1.4.8**Đặc trưng kết cấu (của nút)**

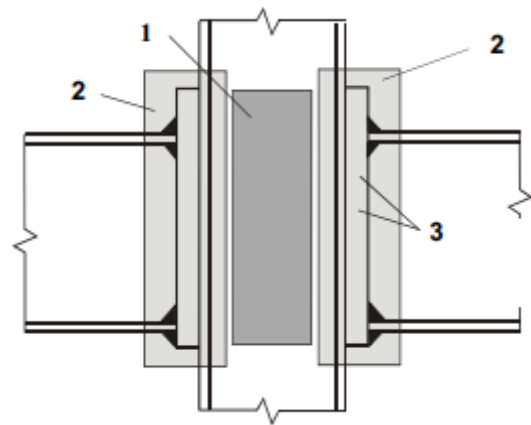
Sức kháng đối với nội lực và mô men trong các cấu kiện được liên kết, độ cứng xoay và khả năng xoay.

1.4.9**Nút cùng mặt phẳng**

Trong kết cấu dạng lưới, nút cùng mặt phẳng liên kết các cấu kiện nằm trong một mặt phẳng.



Nút = tấm bản bụng chịu cắt + liên kết



Nút phía trái = tấm bản bụng chịu cắt + liên kết phía trái

Nút phía phải = tấm bản bụng chịu cắt + liên kết phía phải

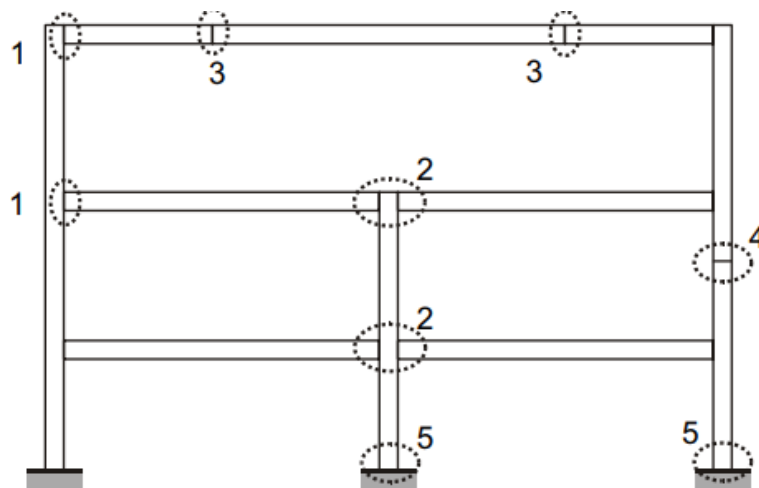
CHÚ DẪN:

1 tấm bản bụng chịu cắt

2 liên kết

3 các bộ phận (ví dụ bu lông, bản mã bịt đầu)

Hình 1.1 - Các thành phần của một nút dầm-cột



CHÚ DẪN:

1 Nút dầm cột một phía;

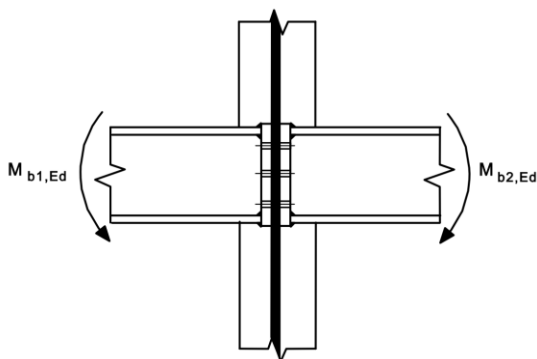
2 Nút dầm cột hai phía;

3 Nút ghép dầm;

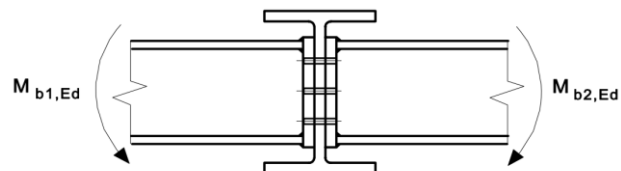
4 Nút ghép cột;

5 Chân cột.

a) Cấu tạo nút theo trục chính



Cấu tạo nút dầm-cột hai phía



Cấu tạo nút dầm-dầm hai phía

b) Cấu tạo nút theo trục phụ (chỉ sử dụng cho trường hợp mô men cân bằng $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$)

Hình 1.2 - Các kiểu nút

1.5 Ký hiệu

(1) Tiêu chuẩn này sử dụng các ký hiệu sau:

d là đường kính danh nghĩa bu lông, đường kính của chốt hoặc đường kính của bu lông;

d_0 là đường kính lỗ của bu lông, đinh tán hoặc chốt;

- $d_{o,t}$ là kích cỡ lỗ đối với mặt chịu kéo, nhìn chung là đường kính lỗ, nhưng đối với lỗ ô van theo phương vuông góc với mặt chịu kéo thì sử dụng chiều dài lỗ;
- $d_{o,v}$ là kích cỡ lỗ đối với mặt chịu cắt, nhìn chung là đường kính lỗ, nhưng đối với lỗ ô van theo phương song song với mặt chịu cắt thì sử dụng chiều dài lỗ;
- d_c là chiều cao thông thủy của bản bụng cột
- d_m là giá trị trung bình của kích thước giữa các điểm và các cạnh của đầu bu lông hoặc ốc, lấy giá trị nhỏ hơn;
- $f_{H,Rd}$ là giá trị thiết kế của áp lực Hertz;
- f_{ur} là cường độ kéo cực hạn của đỉnh tán
- e_1 là khoảng cách từ tim lỗ bu lông tới phần mép gần lỗ bu lông của cấu kiện, theo hướng truyền lực, xem Hình 3.1;
- e_2 là khoảng cách từ tim lỗ bu lông tới phần mép gần lỗ bu lông của cấu kiện, đo vuông góc với hướng truyền lực, xem Hình 3.1;
- e_3 là khoảng cách từ trục của lỗ ô van tới phần mép gần lỗ bu lông của cấu kiện, xem Hình 3.1;
- e_4 là khoảng cách từ tim của đường cong cuối lỗ ô van tới phần mép gần lỗ bu lông của cấu kiện, xem Hình 3.1;
- l_{eff} là chiều dài hiệu dụng của đường hàn góc;
- n là số mặt ma sát hoặc số lỗ bu lông trên mặt phẳng cắt đang xét;
- p_1 là khoảng cách giữa các tim của các bu lông trên đường thẳng có hướng truyền lực, xem Hình 3.1;
- $p_{1,0}$ là khoảng cách giữa các tim của các bu lông trên đường thẳng ngoài, theo hướng truyền lực, xem Hình 3.1;
- $p_{1,i}$ là khoảng cách giữa các tim của các bu lông trên đường thẳng ở trong, theo hướng truyền lực, xem Hình 3.1;
- p_2 là khoảng cách, đo vuông góc với hướng truyền lực, giữa các đường thẳng nối các bu lông, xem Hình 3.1;
- r là số hàng bu lông;
- CHÚ THÍCH: Trong liên kết bu lông có nhiều hơn một hàng chịu kéo, các hàng bu lông được đánh số bắt đầu từ hàng xa nhất tính từ tâm vùng nén.
- s_s là chiều dài của gối;
- t_a là chiều dày của thép ke góc;
- t_{fc} là chiều dày của bản cánh cột;
- t_p là chiều dày của tấm bên dưới bu lông hoặc đai ốc;
- t_w là chiều dày của bản bụng hoặc vai đỡ;

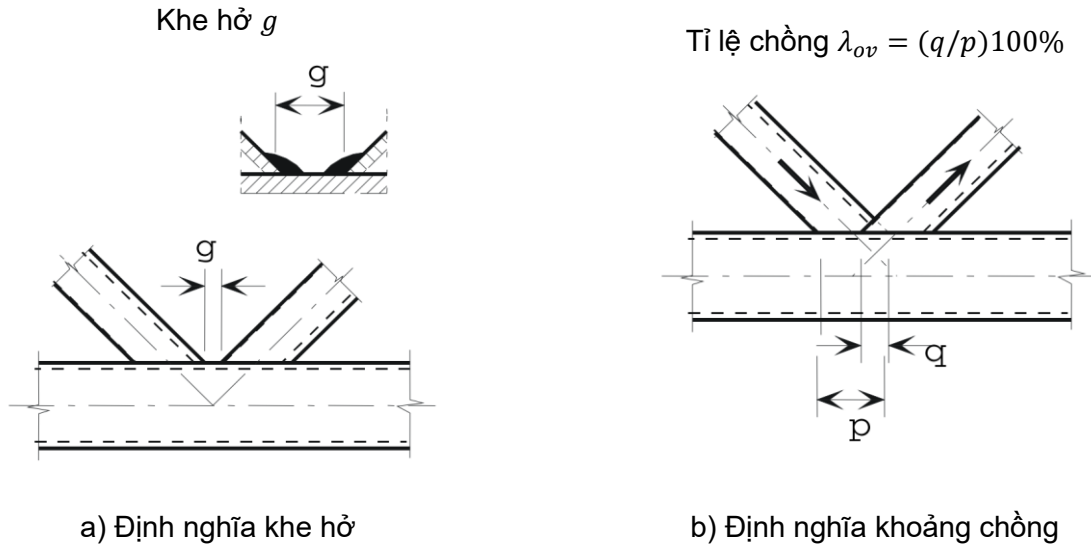
TCVN X1993-1-8:202x

- t_{wc} là chiều dày của bản vụng cột;
- A là diện tích tiết diện nguyên của bu lông;
- A_0 là diện tích lỗ đính tán;
- A_{vc} là diện tích chịu cắt của cột, xem TCVN X1993-1-1;
- A_s là diện tích chịu ứng suất kéo của bu lông hoặc bu lông neo;
- $A_{v,eff}$ là diện tích chịu cắt hiệu dụng;
- $B_{p,Rd}$ là khả năng kháng chọc thủng thiết kế của đầu bu lông và đai ốc;
- E là mô đun đàn hồi;
- $F_{p,Cd}$ là lực căng trước thiết kế;
- $F_{t,Ed}$ là lực kéo thiết kế cho mỗi bu lông đối với trạng thái giới hạn cực hạn;
- $F_{t,Rd}$ là sức kháng kéo thiết kế của mỗi bu lông;
- $F_{T,Rd}$ là sức kháng kéo của bản cánh nhánh-T tương đương;
- $F_{v,Rd}$ là sức kháng cắt thiết kế của mỗi bu lông
- $F_{b,Rd}$ là sức kháng ép mặt thiết kế của mỗi bu lông
- $F_{s,Rd,ser}$ là sức kháng trượt thiết kế của mỗi bu lông ứng với trạng thái giới hạn sử dụng;
- $F_{s,Rd}$ là sức kháng trượt thiết kế của mỗi bu lông ứng với trạng thái giới hạn cực hạn;
- $F_{v,Ed,ser}$ là lực cắt thiết kế của mỗi bu lông ứng với trạng thái giới hạn sử dụng;
- $F_{v,Ed}$ là lực cắt thiết kế của mỗi bu lông ứng với trạng thái giới hạn cực hạn;
- $M_{j,Rd}$ là sức kháng mô men thiết kế của nút;
- S_j là độ cứng xoay của nút;
- $S_{j,ini}$ là độ cứng xoay ban đầu của nút;
- $V_{wp,Rd}$ là sức kháng cắt dẻo của bản bụng cột ở khu vực nút;
- z là cánh tay đòn;
- μ là hệ số trượt;
- ϕ là độ xoay của nút;

(2) Các từ viết tắt dưới đây được sử dụng cho tiết diện rỗng trong điều 7:

CHS viết tắt của “tiết diện tròn rỗng”

RHS viết tắt của “tiết diện tròn chữ nhật”, bao gồm cả tiết diện rỗng vuông;



Hình 1.3 - Nút có khe hở và nút chồng

(3) Các ký hiệu sau được sử dụng trong điều 7:

A_i là diện tích tiết diện cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

A_v là diện tích chịu cắt của thanh cánh;

$A_{v,eff}$ là diện tích chịu cắt hiệu dụng của thanh cánh;

L là chiều dài của cấu kiện;

$M_{ip,i,Rd}$ là giá trị thiết kế của sức kháng của nút, biểu diễn dưới dạng mô men trong mặt phẳng của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$M_{ip,i,Ed}$ là giá trị thiết kế của mô men trong mặt phẳng của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$M_{op,i,Rd}$ là giá trị thiết kế của sức kháng của nút, biểu diễn dưới dạng mô men ngoài mặt phẳng của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$M_{op,i,Ed}$ là giá trị thiết kế của mô men ngoài mặt phẳng của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$N_{i,Rd}$ là giá trị thiết kế của sức kháng của nút, biểu diễn dưới dạng lực dọc cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$N_{i,Ed}$ là giá trị thiết kế của lực dọc cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$W_{el,i}$ là mô men kháng uốn đàn hồi của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

$W_{pl,i}$ là mô men kháng uốn dẻo của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

b_i là bề rộng tổng thể ngoài mặt phẳng của cấu kiện RHS thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);

b_{eff} là bề rộng hiệu dụng đối với cấu kiện giằng tại liên kết với thanh cánh;

$b_{e,ov}$ là bề rộng hiệu dụng đối với một thanh giằng chồng tại liên kết với thanh giằng bị chồng;

$b_{e,p}$ là bề rộng hiệu dụng đối với tính toán chọc thủng;

- b_p là bề rộng của tấm;
- b_w là bề rộng hiệu dụng đối với bản bụng thanh cánh;
- d_i là đường kính tổng thể của cấu kiện CHS thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);
- d_w là chiều cao của bản bụng cấu kiện có tiết diện I hoặc H;
- e là độ lệch tâm của nút;
- f_b là cường độ mát ổn định của tấm thành bên của thanh cánh;
- f_{yi} là giới hạn chảy của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);
- f_{y0} là giới hạn chảy của thanh cánh;
- g là khe hở giữa các thanh giằng trong nút dạng K hoặc N (giá trị âm biểu thị chiều dài đoạn chồng q), khe hở g được đo dọc chiều dài mặt liên kết thanh cánh, giữa các chân của các thanh giằng, xem Hình 1.3(a);
- h_i là chiều cao tổng thể trong mặt phẳng của tiết diện cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);
- h_z là khoảng cách giữa trọng tâm của các phần bề rộng hiệu dụng của một dầm tiết diện chữ nhật liên kết với một cột tiết diện I hoặc H;
- k là hệ số, tra bảng với chỉ số g, m, n hoặc p ;
- l là chiều dài mát ổn định của cấu kiện;
- p là chiều dài của hình chiếu diện tiếp xúc của thanh giằng chồng trên bề mặt thanh cánh, bỏ qua thanh giằng bị chồng, xem Hình 1.3(b);
- q là chiều dài đoạn chồng, đo trên mặt thanh cánh, giữa các thanh giằng trong nút dạng K hoặc N, xem Hình 1.3(b);
- r là bán kính (ở vị trí giao nhau của bản cánh và bản bụng) của tiết diện I hoặc H, hoặc bán kính tại góc của tiết diện rỗng chữ nhật;
- t_f là chiều dày thanh cánh của tiết diện I hoặc H;
- t_i là chiều dày vách của cấu kiện thứ i ($i = 0,1,2$ hoặc 3);
- t_p là chiều dày của tấm;
- t_w là chiều dày bản bụng của tiết diện I hoặc H;
- α là hệ số, cho trong bảng liên quan;
- θ_i là góc giữa thanh giằng thứ i và thanh cánh ($i = 1,2$ hoặc 3);
- κ là hệ số, được định nghĩa cụ thể cho từng trường hợp;
- μ là hệ số, được định nghĩa trong bảng tương ứng;
- φ là góc giữa các mặt phẳng trong một nút đa mặt phẳng;

(4) Các chỉ số nguyên sử dụng trong điều 7 được định nghĩa như sau:

i là chỉ số nguyên được sử dụng để ký hiệu cho một cấu kiện của nút, $i = 0$ biểu thị cho thanh cánh và $i = 1, 2$ hoặc 3 là cho thanh giằng. Trong nút có hai thanh giằng, $i = 1$ thường biểu thị cho thanh nén và $i = 2$ cho thanh kéo, xem Hình 1.4(b). Đối với thanh giằng đơn $i = 1$ có thể là chịu nén hoặc kéo, xem Hình 1.4(a);

i và j là các chỉ số nguyên sử dụng để ký hiệu trong nút dạng chông, i biểu thị cho thanh giằng chông và j là cho thanh bị chông, xem Hình 1.4(c);

(5) Các tỉ số ứng suất sử dụng trong điều 7 được định nghĩa như sau:

n là tỉ số $(\sigma_{0,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (sử dụng cho thanh cánh RHS)

n_p là tỉ số $(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (sử dụng cho thanh cánh CHS)

$\sigma_{0,Ed}$ là ứng suất nén lớn nhất trong thanh cánh tại vị trí nút;

$\sigma_{p,Ed}$ là giá trị của $\sigma_{0,Ed}$ trừ đi ứng suất do các thành phần song song với trục thanh cánh của lực dọc trong các thanh giằng đi vào nút, xem Hình 1.4;

(6) Các tỉ số hình học sử dụng trong điều 7 được định nghĩa như sau:

β là tỉ số của đường kính hoặc bề rộng trung bình của thanh giằng và thanh cánh:

- đối với nút dạng T, Y và X:

$$\frac{d_1}{d_0}, \frac{d_1}{b_0} \text{ hoặc } \frac{b_1}{b_0}$$

- đối với nút dạng K và N:

$$\frac{d_1+d_2}{2d_0}, \frac{d_1+d_2}{2b_0} \text{ hoặc } \frac{b_1+b_2+h_1+h_2}{4b_0}$$

- đối với nút dạng KT:

$$\frac{d_1+d_2+d_3}{3d_0}, \frac{d_1+d_2+d_3}{3b_0} \text{ hoặc } \frac{b_1+b_2+b_3+h_1+h_2+h_3}{6b_0}$$

β_p là tỉ số b_i/b_p ;

γ là tỉ số của bề rộng hoặc đường kính thanh cánh và hai lần chiều dày tấm vách của nó;

$$\frac{d_0}{2t_0}, \frac{b_0}{2t_0} \text{ hoặc } \frac{b_0}{2t_f}$$

η là tỉ số của chiều cao thanh giằng và đường kính hay bề rộng thanh cánh:

$$\frac{h_i}{d_0} \text{ hoặc } \frac{h_i}{b_0}$$

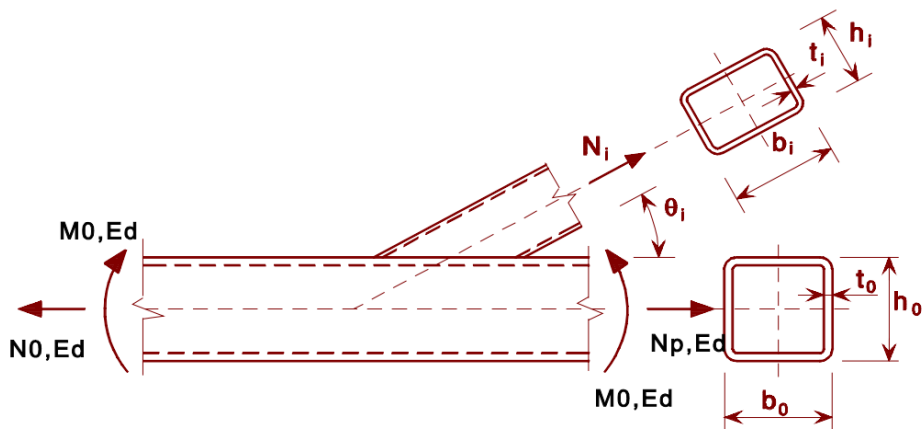
η_p là tỉ số h_i/b_p ;

λ_{ov} là tỉ số chông, biểu thị bằng % ($\lambda_{ov} = \left(\frac{q}{p}\right) \times 100\%$) như Hình 1.3(b);

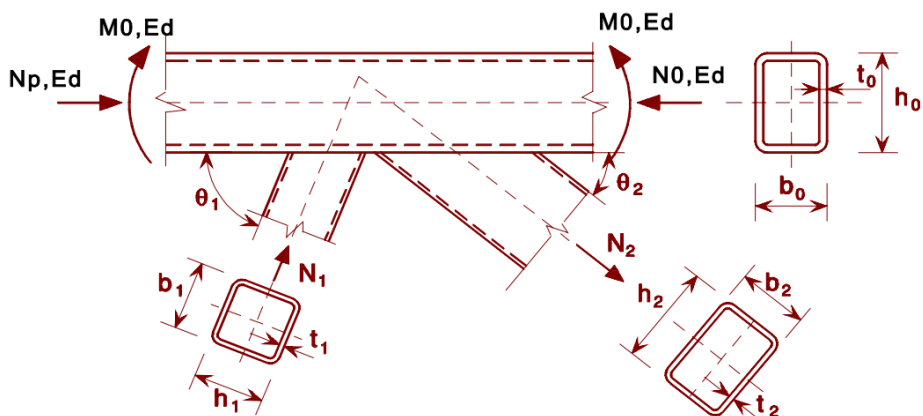
$\lambda_{ov,lim}$ là độ chông mà lực cắt giữa mặt phẳng các thanh giằng và thanh cánh có thể đạt đến tới hạn;

(7) Các ký hiệu khác được quy định trong các quy định tương ứng;

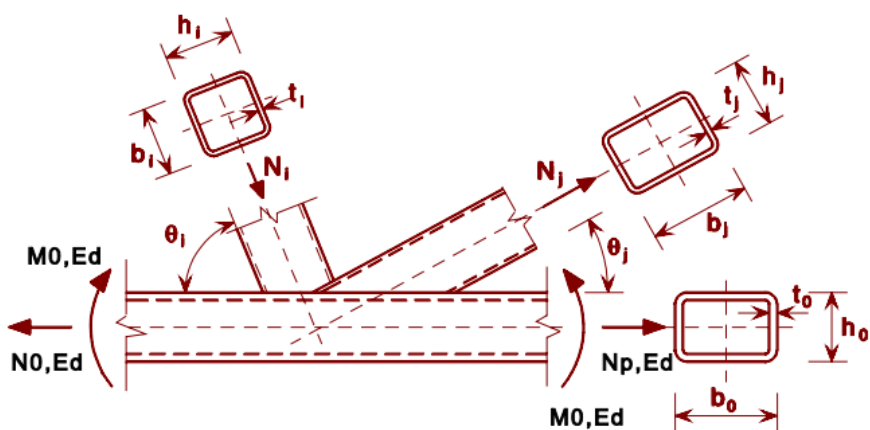
CHÚ THÍCH: Các ký hiệu đối với tiết diện tròn được cho trong Bảng 7.2.



a) Nút với thanh giằng đơn



b) Nút có khe hở với hai thanh giằng



c) Nút chồng với hai thanh giằng

Hình 1.4 - Kích thước và các thông số khác tại một nút tiết diện rộng của kết cấu dạng lưới

2 Cơ sở thiết kế

2.1 Giả thiết

- (1) Các phương pháp thiết kế trong tiêu chuẩn này giả thiết rằng việc thi công được thực hiện theo các tiêu chuẩn thi công nêu ở 1.2 và các loại vật liệu và sản phẩm xây dựng là các loại được nêu trong TCVN X1993 hoặc trong các chỉ dẫn kỹ thuật của các vật liệu và sản phẩm liên quan.

2.2 Yêu cầu chung

- (1)P Tất cả các nút phải có khả năng chịu lực thiết kế sao cho kết cấu có khả năng thỏa mãn tất cả các yêu cầu thiết kế cơ bản nêu trong tiêu chuẩn này và trong TCVN X1993-1-1.
- (2) Các hệ số riêng γ_M đối với nút được cho trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1: Hệ số riêng của nút

Sức kháng của các cấu kiện và mặt cắt ngang	γ_{M0}, γ_{M1} và γ_{M2} xem TCVN X1993-1-1
Sức kháng của bu lông	γ_{M2}
Sức kháng của đỉnh tán	
Sức kháng của chốt	
Sức kháng của mối hàn	
Sức kháng của tấm chịu ép mặt	
Sức kháng trượt - ở trạng thái cực hạn (Loại C) - ở trạng thái sử dụng (Loại B)	γ_{M3} $\gamma_{M3,ser}$
Sức kháng ép mặt của <i>bu lông bơm keo</i>	γ_{M4}
Sức kháng của nút dầm tiết diện rỗng kết cấu dạng lưới	γ_{M5}
Sức kháng của chốt ứng với trạng thái sử dụng	$\gamma_{M6,ser}$
Bu lông cường độ cao căng trước	γ_{M7}
Sức kháng của bê tông	γ_c xem TCVN X1992

CHÚ THÍCH: Giá trị của γ_M có thể được định nghĩa trong Phụ lục Quốc gia. Giá trị đề nghị như sau: $\gamma_{M2} = 1,25$; $\gamma_{M3} = 1,25$ và $\gamma_{M3,ser} = 1,1$; $\gamma_{M4} = 1,0$; $\gamma_{M5} = 1,0$; $\gamma_{M6,ser} = 1,0$; $\gamma_{M7} = 1,1$.

- (3)P Các nút chịu mỏi phải thỏa mãn thêm các nguyên tắc nêu trong TCVN X1993-1-9.

2.3 Lực và mô men

(1) P Lực và mô men tác dụng lên nút ứng với trạng thái cực hạn được xác định dựa theo các nguyên tắc trong TCVN X1993-1-1.

2.4 Sức kháng của nút

- (1) Sức kháng của nút được xác định trên cơ sở sức kháng của các bộ phận cơ bản cấu thành.
- (2) Có thể sử dụng phân tích đàn hồi - tuyến tính hoặc đàn hồi – dẻo khi tính toán nút.
- (3) Khi sử dụng các bu lông có độ cứng khác nhau để chịu lực cắt, bu lông có độ cứng lớn nhất được thiết kế để chịu lực thiết kế. Một ngoại lệ của phương pháp thiết kế này được nêu trong 3.9.3.

2.5 Giả thiết thiết kế

(1) P Các nút được thiết kế trên cơ sở các giả thiết thực tế về sự phân bố nội lực và mô men. Cần sử dụng các giả thiết sau đây để xác định sự phân bố lực:

- a) nội lực và mô men trong phân tích là cân bằng với lực và mô men tác dụng lên nút;
- b) mỗi bộ phận kết cấu trong nút có khả năng chịu được nội lực và mô men;
- c) biến dạng gây ra bởi sự phân bố nội lực này không vượt quá khả năng biến dạng của bu lông hoặc mối hàn và các bộ phận được liên kết;
- d) sự phân bố nội lực giả thiết cần phù hợp thực tế, ứng với độ cứng tương đương trong nút;
- e) biến dạng giả thiết trong bất cứ mô hình tính toán nào dựa trên phân tích đàn hồi – dẻo cần dựa trên góc xoay của nút khi được xem là miếng cứng và/hoặc biến dạng trong mặt phẳng của nút, với yêu cầu là các biến dạng này phù hợp về mặt vật lý, và
- f) bất kỳ mô hình nào được sử dụng cần phù hợp với các đánh giá kết quả thí nghiệm (xem TCVN X1990).

(2) Các quy định áp dụng nêu trong tiêu chuẩn này cần thỏa mãn điều 2.5 (1).

2.6 Nút chịu cắt dưới tác động của va đập, rung động và/hoặc tải trọng đổi chiều

(1) Khi nút chịu cắt dưới tác động của va đập hoặc rung động mạnh, cần sử dụng một trong các phương pháp sau đây:

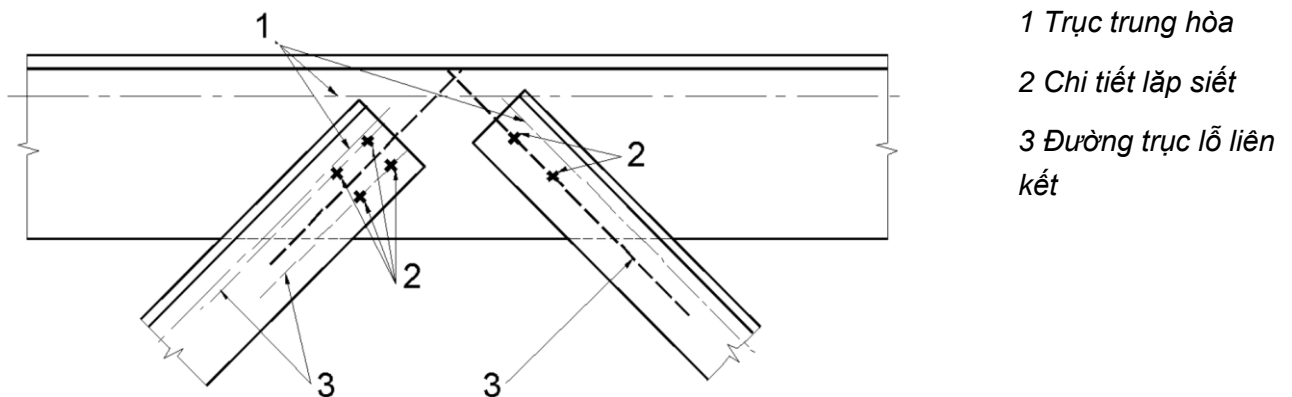
- hàn
- bu lông kèm theo các thiết bị khóa
- bu lông căng trước
- bu lông bơm keo
- các loại bu lông khác mà ngăn cản được dịch chuyển của các bộ phận được liên kết một cách hiệu quả.
- đinh tán

- (2) Khi liên kết không cho phép trượt (do chịu lực cắt đổi chiều hoặc bất kì lý do nào khác), cần sử dụng bu lông căng trước trong liên kết loại B hoặc C (xem 3.4), bu lông tinh không có khe hở (xem 3.6.1), đinh tán hoặc hàn.
- (3) Đối với các giằng gió và/hoặc giằng giữ ổn định, có thể sử dụng các liên kết bu lông loại A (xem 3.4).

2.7 Độ lệch tâm tại các điểm giao cấu kiện

- (1) Khi các điểm giao cấu kiện có độ lệch tâm, các nút và cấu kiện cần được thiết kế chịu mô men và lực, ngoại trừ với một số kết cấu đặc biệt đã được chứng minh là việc tính toán nói trên là không cần thiết, xem 5.1.5.
- (2) Trong trường hợp nút của thép góc hoặc thép chữ T có một hoặc hai hàng bu lông, cần tính đến tất cả độ lệch tâm có thể có như đã nêu trong 2.7(1). Cần xác định độ lệch tâm trong và ngoài mặt phẳng bằng cách xem xét vị trí tương đối của các trục trung hòa của các cấu kiện và đường trục lỗ liên kết trong mặt phẳng liên kết (xem Hình 2.1). Đối với một thép góc chịu kéo có liên kết trên một cánh bởi bu lông, có thể sử dụng phương pháp thiết kế đơn giản nêu trong 3.10.3.

CHÚ THÍCH: Ảnh hưởng của độ lệch tâm lên các thanh thép góc có vai trò như các thanh bụng chịu nén được nêu trong TCVN X1993-1-1, Phụ lục BB 1.2.



Hình 2.1 - Đường trục lỗ liên kết

3 Liên kết tạo bởi bu lông, đinh tán hoặc chốt

3.1 Bu lông, đai ốc và vòng đệm

3.1.1 Quy định chung

- (1) Tất cả bu lông, đai ốc và vòng đệm cần tuân theo yêu cầu trong 1.2.4, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4.
- (2) Các quy định trong tiêu chuẩn này được áp dụng cho các loại bu lông trong Bảng 3.1.
- (3) Giới hạn chảy f_{yb} và giới hạn kéo đứt f_{ub} của các loại bu lông 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 và 10.9 được cho trong Bảng 3.1. Các giá trị này cần được xem như giá trị đặc trưng trong thiết kế.

Bảng 3.1: Giá trị danh nghĩa của giới hạn chảy f_{yb} và giới hạn kéo đứt f_{ub} của bu lông

Loại bu lông	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

CHÚ THÍCH: Phụ lục Quốc gia có thể không bao gồm một vài loại bu lông.

3.1.2 Bu lông căng trước

(1) Chỉ có những bu lông loại 8.8 và 10.9 phù hợp với các yêu cầu trong 1.2.4, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4 mới có thể được sử dụng như bu lông cường độ cao căng trước dành cho kết cấu với sự kiểm soát lực siết được thực hiện phù hợp với yêu cầu trong 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

3.2 Đinh tán

(1) Tính chất vật liệu, kích thước và dung sai của đinh tán cần phù hợp với các yêu cầu trong 1.2.6, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 6.

3.3 Bu lông neo

(1) Những vật liệu sau đây có thể được dùng cho bu lông neo:

- Loại thép phù hợp với 1.2.1, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 1;
- Loại thép phù hợp với 1.2.4, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4;
- Loại thép sử dụng cho cốt thép chịu lực phù hợp với EN 10080;

với điều kiện giới hạn chảy không vượt quá 640 N/mm² khi bu lông neo làm việc chịu cắt và không quá 900 N/mm² trong các trường hợp khác.

3.4 Các loại liên kết bu lông

3.4.1 Liên kết chịu cắt

(1) Liên kết bu lông chịu cắt cần được thiết kế theo một trong các loại sau:

a) Loại A: Chịu ép mặt

Liên kết loại này được sử dụng loại bu lông từ 4.6 đến 10.9. Không có yêu cầu về căng trước hoặc yêu cầu đặc biệt về bề mặt tiếp xúc. Lực cắt thiết kế theo trạng thái giới hạn cực hạn không được vượt quá khả năng chịu cắt thiết kế, xác định theo 3.6 hoặc khả năng chịu ép mặt thiết kế, xác định theo 3.6 và 3.7.

b) Loại B: Chống trượt theo trạng thái giới hạn sử dụng

Liên kết loại này cần sử dụng loại bu lông căng trước phù hợp với 3.1.2(1). Hiện tượng trượt không được xảy ra theo trạng thái giới hạn sử dụng. Lực cắt thiết kế theo trạng thái giới hạn sử dụng không

được vượt quá khả năng chống trượt thiết kế, xác định theo 3.9. Lực cắt thiết kế theo trạng thái giới hạn cực hạn không được vượt quá khả năng chịu cắt thiết kế, xác định theo 3.6 hoặc khả năng chịu ép mặt thiết kế, xác định theo 3.6 và 3.7.

c) Loại C: Chống trượt theo trạng thái giới hạn cực hạn

Liên kết loại này cần sử dụng loại bu lông căng trước phù hợp với 3.1.2(1). Hiện tượng trượt không được xảy ra theo trạng thái giới hạn cực hạn. Lực cắt thiết kế theo trạng thái giới hạn cực hạn không được vượt quá khả năng chống trượt thiết kế, xác định theo 3.9 và khả năng chịu ép mặt thiết kế, xác định theo 3.6 và 3.7. Mặt khác, đối với liên kết chịu kéo, cần kiểm tra khả năng chịu lực dẻo thiết kế của mặt cắt ngang lỗ bu lông $N_{net,Rd}$ (xem 6.2 trong TCVN X1993-1-1) theo trạng thái giới hạn cực hạn.

Việc kiểm tra tính toán cho các loại liên kết này được tổng hợp trong Bảng 3.2.

3.4.2 Liên kết chịu kéo

(2) Liên kết bu lông chịu kéo cần được thiết kế theo một trong các loại sau:

a) Loại D: Tạo bởi bu lông không căng trước

Liên kết loại này sử dụng loại bu lông từ 4.6 đến 10.9. Không có yêu cầu về căng trước. Không được sử dụng loại liên kết này khi liên kết thường xuyên chịu lực kéo thay đổi. Tuy nhiên, loại này có thể được sử dụng khi liên kết được thiết kế để chịu tải trọng gió thông thường.

b) Loại E: Tạo bởi bu lông cường độ cao căng trước

Liên kết loại này cần sử dụng bu lông căng trước loại 8.8 và 10.9 có kiểm soát lực siết phù hợp với yêu cầu trong 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

Việc kiểm tra tính toán cho các loại liên kết này được tổng hợp trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2 - Các loại liên kết bu lông

Loại	Điều kiện	CHÚ THÍCH
Liên kết chịu cắt		
A chịu ép mặt	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Không cần căng trước. Có thể dùng loại bu lông từ 4.6 đến 10.9.
B chống trượt theo trạng thái giới hạn sử dụng	$F_{v,ED,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Cần dùng bu lông căng trước 8.8 hoặc 10.9. Đối với khả năng chống trượt theo điều kiện sử dụng xem 3.9.
C chống trượt theo trạng thái giới hạn cực hạn	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Cần dùng bu lông căng trước 8.8 hoặc 10.9. Đối với khả năng chống trượt theo khả năng chịu lực xem 3.9.

	$\sum F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	$N_{net,Rd}$ xem 3.4.1(1)c).
Liên kết chịu kéo		
D không căng trước	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Không cần căng trước. Có thể dùng loại bu lông từ 4.6 đến 10.9. $B_{p,Rd}$ xem Bảng 3.4.
E căng trước	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Cần dùng bu lông căng trước 8.8 hoặc 10.9. $B_{p,Rd}$ xem Bảng 3.4..
<p>Lực cắt thiết kế $F_{t,Ed}$ bao gồm tất cả các lực có thể có do hiệu ứng đòn bẩy, xem 3.11. Những bu lông chịu đồng thời lực cắt và lực kéo cần thỏa mãn cả các điều kiện trong Bảng 3.4.</p>		

CHÚ THÍCH: Nếu như sự căng trước không được kể đến trong tính toán khả năng chống trượt nhưng được yêu cầu vì lý do thi công hoặc lý do về chất lượng (ví dụ, tính bền lâu), thì lực căng trước có thể được chỉ rõ trong Phụ lục Quốc gia.

3.5 Vị trí lỗ cho bu lông và đinh tán

- (1) Bước lỗ nhỏ nhất, lớn nhất và khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện theo phương ngang và phương đứng cho bu lông và đinh tán được cho trong Bảng 3.3.
- (2) Đối với bước lỗ nhỏ nhất, lớn nhất và khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện theo phương ngang và phương đứng cho kết cấu chịu mỗi, xem TCVN X1993-1-9.

Bảng 3.3 - Bước lỗ nhỏ nhất và lớn nhất, khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện

Bước lỗ và khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện, xem Hình 3.1.	Nhỏ nhất	Lớn nhất ^{1) 2) 3)}		
		Kết cấu sử dụng loại thép phù hợp với EN 10025, trừ những loại phù hợp với EN 10025-5		Kết cấu sử dụng loại thép phù hợp với EN 10025-5
		Cấu kiện chịu tác động của thời tiết hoặc các yếu tố gây ăn mòn khác	Cấu kiện không chịu tác động của thời tiết hoặc các yếu tố gây ăn mòn khác	Cấu kiện không có lớp bảo vệ
Khoảng cách đến mép theo phương đứng e_1	$1,2d_0$	$4t + 40\text{ mm}$		Giá trị lớn hơn của $8t$ và 125 mm
Khoảng cách đến mép theo phương	$1,2d_0$	$4t + 40\text{ mm}$		Giá trị lớn hơn của $8t$ và 125 mm

ngang e_2				
Khoảng cách e_3 cho lỗ ô van	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Khoảng cách e_4 cho lỗ ô van	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Khoảng cách tim lỗ p_1	$2,2d_0$	Giá trị nhỏ hơn của $14t$ và 200 mm	Giá trị nhỏ hơn của $14t$ và 200 mm	Giá trị nhỏ hơn của $14t_{\min}$ và 175 mm
Khoảng cách tim lỗ $p_{1,0}$		Giá trị nhỏ hơn của $14t$ và 200 mm		
Khoảng cách tim lỗ $p_{1,i}$		Giá trị nhỏ hơn của $28t$ và 400 mm		
Khoảng cách tim lỗ p_2 ⁵⁾	$2,4d_0$	Giá trị nhỏ hơn của $14t$ và 200 mm	Giá trị nhỏ hơn của $14t$ và 200 mm	Giá trị nhỏ hơn của $14t_{\min}$ và 175 mm

1) Không quy định giá trị lớn nhất của bước lỗ, khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện theo phương ngang và phương đứng ngoại trừ các trường hợp sau:

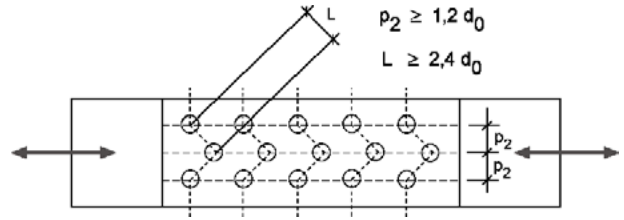
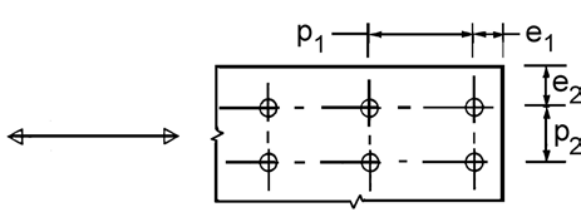
- cho các cấu kiện chịu nén để tránh mất ổn định cục bộ và tránh ăn mòn cho các cấu kiện chịu tác động của thời tiết (giá trị giới hạn được cho trong bảng) và;
- cho các cấu kiện chịu kéo chịu tác động của thời tiết để tránh ăn mòn (giá trị giới hạn được cho trong bảng).

2) Khả năng chống mất ổn định cục bộ của bản thép chịu nén giữa các chi tiết lắp siết cần được tính theo TCVN X1993-1-1, sử dụng $0,6 p_1$ như độ dài mất ổn định. Không cần kiểm tra sự mất ổn định giữa các chi tiết lắp siết khi p_1/t nhỏ hơn 9ε . Khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện theo phương đứng không được vượt quá yêu cầu về sự mất ổn định cục bộ của phần vron bản cánh trong cấu kiện chịu nén, xem TCVN X1993-1-1. Khoảng cách từ lỗ đến mép cấu kiện theo phương ngang không bị ảnh hưởng bởi yêu cầu này.

3) t là chiều dày của cấu kiện được liên kết nằm phía bên ngoài có chiều dày nhỏ hơn.

4) Giới hạn kích thước của lỗ ô van được cho trong 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

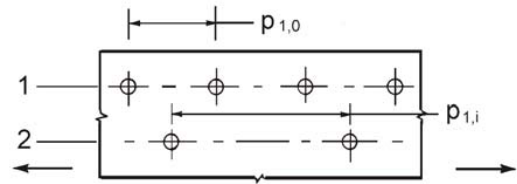
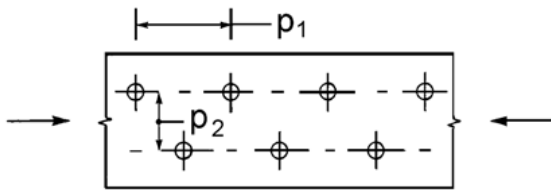
5) Với các hàng chi tiết lắp siết bố trí so le, có thể sử dụng khoảng cách tối thiểu giữa các hàng $p_2 = 1,2 d_0$, với điều kiện khoảng cách tối thiểu, L , giữa hai chi tiết lắp siết bất kỳ lớn hơn hoặc bằng $2,4 d_0$, xem Hình 3.1 (b).



Hàng chi tiết lắp siết bố trí so le

a) Kí hiệu cho khoảng cách giữa các lỗ chi tiết lắp siết

b) Kí hiệu cho khoảng cách giữa các lỗ chi tiết lắp siết so le



$p_1 \leq 14 t$ và $\leq 200 \text{ mm}$

$p_2 \leq 14 t$ và $\leq 200 \text{ mm}$

$p_{1,0} \leq 14 t$ và $\leq 200 \text{ mm}$

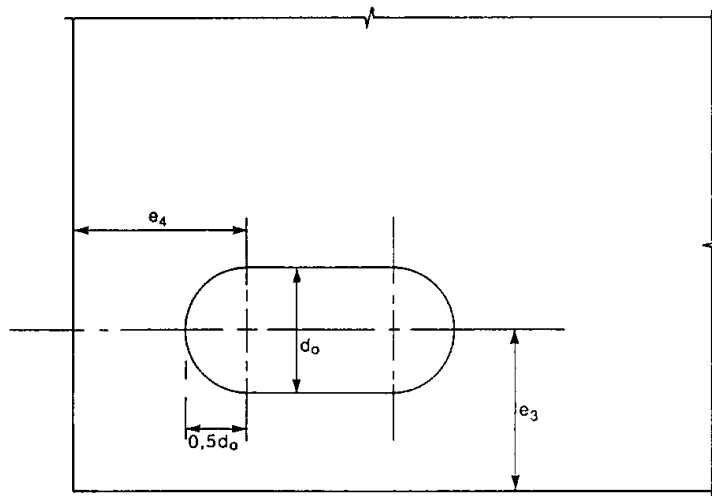
$p_{1,i} \leq 28 t$ và $\leq 400 \text{ mm}$

1 Hàng ngoài

2 Hàng trong

c) Khoảng cách so le trong cấu kiện chịu nén

d) Khoảng cách so le trong cấu kiện chịu kéo



e) Khoảng cách tim lỗ đến mép cấu kiện cho lỗ ô van

Hình 3.1 - Kí hiệu cho bước lỗ và khoảng cách tim lỗ đến mép cấu kiện

3.6 Khả năng chịu lực thiết kế của chi tiết lắp siết đơn lẻ

3.6.1 Bu lông và đinh tán

(1) Khả năng chịu lực thiết kế của một chi tiết lắp siết đơn lẻ chịu cắt và/hoặc chịu kéo được cho trong Bảng 3.4.

- (2) Đối với bu lông căng trước phù hợp với 3.1.2(1), lực căng trước, $F_{p,cd}$, dùng trong tính toán được lấy như sau

$$F_{p,cd} = 0,7f_{ub}A_s/\gamma_{M7} \quad (3.1)$$

CHÚ THÍCH: Khi lực căng trước không được kể đến trong tính toán xem chú thích trong Bảng 3.2.

- (3) Khả năng chịu lực thiết kế cho chịu kéo và chịu cắt của phần ren của bu lông cho trong bảng Bảng 3.4 chỉ được sử dụng cho bu lông được sản xuất phù hợp với 1.2.4 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4. Đối với bu lông có ren gia công không phù hợp với EN 1090, các hệ số tương ứng trong Bảng 3.4 cần được nhân với hệ số 0,85.
- (4) Khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ cho trong Bảng 3.4 chỉ được sử dụng cho các bu lông mà độ hở danh nghĩa của lỗ bu lông không vượt quá giá trị của các lỗ tiêu chuẩn như nêu ở 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 7: Thi công kết cấu thép.
- (5) Bu lông loại M12 và M14 có thể được sử dụng trong các lỗ có độ hở 2 mm với điều kiện khả năng chịu lực thiết kế của nhóm bu lông dựa trên khả năng chịu ép mặt của bu lông đơn nhỏ hơn hoặc bằng khả năng chịu lực thiết kế của nhóm bu lông dựa trên khả năng chịu cắt của bu lông. Ngoài ra, đối với các bu lông cấp độ bền 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 và 10.9, khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ lấy bằng giá trị trong Bảng 3.4 nhân với 0,85.
- (6) Bu lông khít lỗ có thể được thiết kế giống như các bu lông dùng trong các lỗ thông thường.
- (7) Phần ren của bu lông khít lỗ không được nằm trong mặt phẳng cắt.
- (8) Độ dài phần ren của bu lông khít lỗ nằm trong đoạn chịu ép mặt không được vượt quá 1/3 chiều dày cấu kiện liên kết, xem Hình 3.2.
- (9) Dung sai lỗ dùng cho bu lông khít lỗ cần phù hợp với 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.
- (10) Trong liên kết ghép chồng đơn sử dụng một hàng bu lông, xem Hình 3.3, cần có vòng đệm dưới đầu bu lông và dưới đai ốc. Khả năng chịu ép mặt thiết kế cho mỗi bu lông bị giới hạn như sau:

$$F_{b,Rd} \leq 1,5f_u d t / \gamma_{M2} \quad (3.2)$$

CHÚ THÍCH: Không dùng đinh tán đơn cho liên kết ghép chồng đơn.

- (11) Đối với bu lông loại 8.8 hoặc 10.9, vòng đệm tăng cứng cần được sử dụng cho liên kết ghép chồng đơn với một bu lông hoặc một hàng bu lông.
- (12) Khi bu lông hoặc đinh tán truyền lực cắt và lực ép mặt thông qua một bản ghép chiều dày t_p lớn hơn hoặc bằng 1/3 đường kính danh nghĩa d , xem Hình 3.4, khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ xác định theo Bảng 3.4 cần được nhân với hệ số giảm β_p :

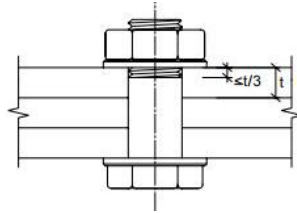
$$\beta_p = \frac{9d}{8d+3t_p} \text{ nhưng } \beta_p \leq 1 \quad (3.3)$$

- (13) Trong liên kết hai mặt phẳng cắt có bản ghép ở cả hai đầu, độ dày t_p lấy bằng độ dày của bản ghép dày hơn.

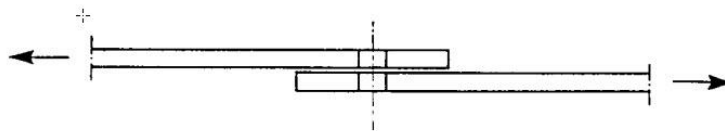
(14) Liên kết dùng đinh tán cần được thiết kế để truyền lực cắt. Nếu có lực kéo xuất hiện, lực kéo thiết kế không được vượt quá khả năng chịu kéo thiết kế $F_{t,Rd}$ cho trong Bảng 3.4.

(15) Đối với thép S 235, giá trị f_{ur} có thể lấy bằng $400 N/mm^2$.

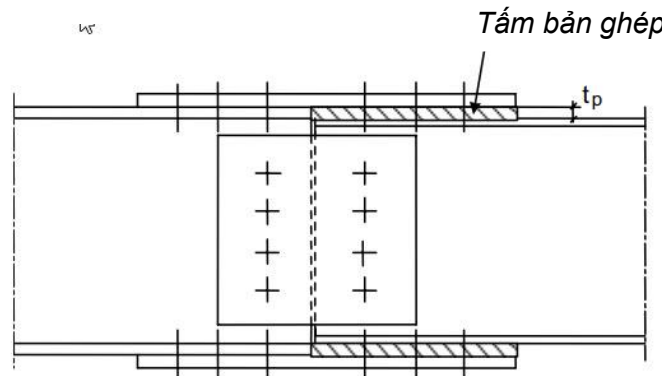
(16) Quy định chung là chiều dài làm việc của đinh tán không được vượt quá $4,5d$ khi tán đinh bằng búa và $6,5d$ khi tán đinh bằng ép.



Hình 3.2: Chiều dài phần ren nằm trong chiều dài tính toán chịu ép mặt của bu lông khít lỗ



Hình 3.3: Liên kết ghép chồng đơn sử dụng một hàng bu lông



Hình 3.4 - Liên kết qua bản ghép

Bảng 3.4 - Khả năng chịu lực thiết kế cho các chi tiết lắp siết đơn lẻ chịu cắt và/hoặc chịu kéo

Loại phá hoại	Bu lông	Đinh tán
Khả năng chịu cắt theo mặt phẳng cắt	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ <ul style="list-style-type: none"> - khi mặt phẳng cắt đi qua phần ren của bu lông (A là diện tích tiết diện chịu kéo của bu lông A_s): <ul style="list-style-type: none"> • Đối với bu lông loại 4.6, 5.6 và 8.8: $\alpha_v = 0,6$ • Đối với bu lông loại 4.8, 5.8, 6.8 và 10.9: $\alpha_v = 0,5$ - khi mặt phẳng cắt không đi qua phần ren của bu lông (A 	$F_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$

	là diện tích tiết diện nguyên của bu lông): $\alpha_v = 0,6$	
Khả năng chịu ép mặt ^{1) 2) 3)}	$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$ <p>trong đó α_b là giá trị nhỏ nhất của α_d; $\frac{f_{ub}}{f_u}$ hoặc 1,0;</p> <p>trong phương truyền lực:</p> <p>- cho các bu lông biên: $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$; cho các bu lông bên trong: $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$</p> <p>vuông góc với phương truyền lực:</p> <p>- cho các bu lông biên: k_1 là giá trị nhỏ nhất của $2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7$; $1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ và 2,5</p> <p>- cho các bu lông bên trong: k_1 là giá trị nhỏ nhất của $(1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7)$ và 2,5</p>	
Khả năng chịu kéo ²⁾	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ <p>trong đó $k_2 = 0,63$ cho bu lông đầu chìm, trường hợp khác $k_2 = 0,9$</p>	$F_{t,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
Khả năng chịu chọc thủng	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$	Không cần kiểm tra
Cắt và kéo kết hợp	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0$	
<p>1) Khả năng chịu ép mặt $F_{b,Rd}$ cho các loại bu lông sử dụng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - trong các lỗ quá cỡ, bằng 0,8 lần cường độ bu lông trong lỗ chuẩn. - trong các lỗ ô van, khi trục ngang của lỗ ô van vuông góc với phương chịu lực, bằng 0,6 lần cường độ bu lông trong lỗ tròn chuẩn. <p>2) Cho các bu lông đầu chìm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cường độ $F_{b,Rd}$ phải được thiết kế với chiều dày t bằng chiều dày bản thép liên kết trừ đi một nửa độ chìm. - để xác định khả năng chịu kéo thiết kế $F_{t,Rd}$, góc và độ chìm cần phù hợp với 1.2.4 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4, nếu không thì cần điều chỉnh $F_{t,Rd}$ cho phù hợp. <p>3) Khi lực tác dụng lên một bu lông không song song với cạnh cấu kiện, khả năng chịu ép mặt có thể được kiểm tra riêng biệt cho các thành phần lực tác dụng lên bu lông song song và vuông góc với cạnh.</p>		

3.6.2 Bu lông bơn keo

3.6.2.1 Quy định chung

- (1) Bu lông bơn keo có thể được sử dụng như một giải pháp thay thế cho bu lông và đinh tán thường trong các liên kết loại A, B và C theo 3.4.
- (2) Chi tiết về tính toán và lắp ráp cho bu lông bơn keo được cho trong 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: nhóm 7.

3.6.2.2 Khả năng chịu lực thiết kế

- (1) Phương pháp thiết kế nêu từ 3.6.2.2(2) đến 3.6.2.2(6) được áp dụng cho liên kết dùng bu lông bơn keo loại 8.8 hoặc 10.9. Bu lông cần phù hợp với yêu cầu 1.2.4 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4, nhưng xem 3.6.2.2(3) khi dùng bu lông căng trước.
- (2) Lực cắt thiết kế theo giới hạn cực hạn của bất kỳ bu lông nào trong liên kết loại A không được vượt quá giá trị nhỏ nhất của: khả năng chịu cắt thiết kế của bu lông hoặc nhóm bu lông xác định theo 3.6 và 3.7; khả năng chịu ép mặt thiết kế của keo cho bởi 3.6.2.2(5).
- (3) Cần dùng bu lông bơn keo căng trước cho liên kết loại B hoặc C, loại liên kết dùng bu lông cần phù hợp với 3.1.2(1).
- (4) Lực cắt thiết kế theo giới hạn sử dụng cho tất cả các bu lông trong liên kết loại B và lực cắt thiết kế theo giới hạn cực hạn cho tất cả các bu lông trong liên kết loại C không được vượt quá khả năng chống trượt thiết kế của bu lông, xác định theo 3.9, cộng thêm khả năng chịu ép mặt thiết kế của keo, xác định theo 3.6.2.2(5) theo trạng thái giới hạn thích hợp. Ngoài ra, lực cắt thiết kế của bu lông trong liên kết loại B hoặc C không được vượt quá khả năng chịu cắt thiết kế của bu lông, xác định theo 3.6, và khả năng chịu ép mặt thiết kế của bu lông, xác định theo 3.6 và 3.7.
- (5) Khả năng chịu ép mặt thiết kế của keo, $F_{b,Rd,resin}$, có thể được xác định theo phương trình sau:

$$F_{b,Rd,resin} = \frac{k_t k_s d t_{b,resin} \beta f_{b,resin}}{\gamma_{M4}} \quad (3.4)$$

trong đó:

$F_{b,Rd,resin}$ là khả năng chịu ép mặt của bu lông bơn keo;

β là một hệ số phụ thuộc vào tỷ số độ dày của các tấm liên kết cho trong Bảng 3.5 và Hình 3.5;

$f_{b,resin}$ là khả năng chịu ép mặt của keo được xác định theo 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7;

$t_{b,resin}$ là chiều dày chịu ép mặt hữu hiệu của keo, cho trong Bảng 3.5;

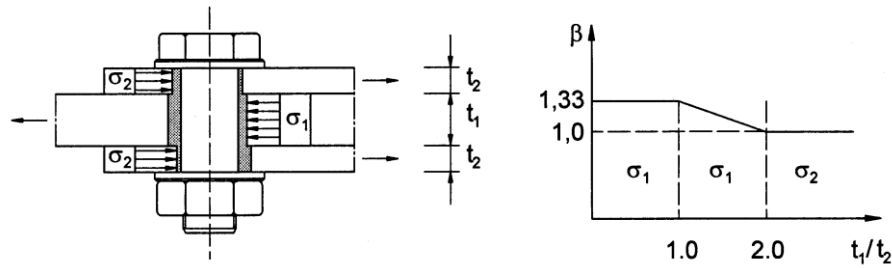
k_t có giá trị 1,0 cho trạng thái giới hạn sử dụng (dài hạn);

có giá trị 1,2 cho trạng thái giới hạn cực hạn;

k_s lấy bằng 1,0 cho lỗ chuẩn hoặc (1,0 – 0,1 m) cho lỗ quá cỡ;

m là độ chênh lệch (tính bằng mm) giữa kích thước lỗ chuẩn và lỗ quá cỡ. Trong trường hợp lỗ ô van ngắn như quy định trong 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7, $m = 0,5$ (độ chênh lệch (tính bằng mm) giữa chiều dài và chiều rộng lỗ).

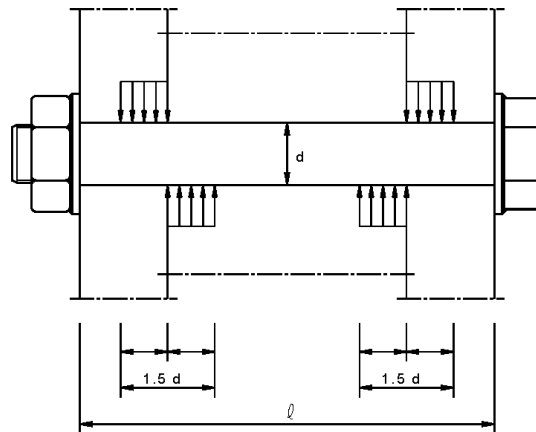
- (6) Khi tính toán khả năng chịu ép mặt của bu lông với chiều dài kẹp lớn hơn $3d$, cần lấy một giá trị không vượt quá $3d$ để xác định độ dày chịu ép mặt hữu hiệu $t_{b,resin}$ (xem Hình 3.6)



Hình 3.5: Hệ số β phụ thuộc vào tỷ số độ dày của các tấm liên kết

Bảng 3.5 - Giá trị của β và $t_{b,resin}$

t_1/t_2	β	$t_{b,resin}$
$\geq 2,0$	1,0	$2 t_2 \leq 1,5 d$
$1,0 < t_1/t_2 < 2,0$	$1,66 - 0,33(t_1/t_2)$	$t_1 \leq 1,5 d$
$\leq 1,0$	1,33	$t_1 \leq 1,5 d$



Hình 3.6 - Chiều dài hữu hiệu lớn nhất của bu lông bơm keo dài

3.7 Nhóm các chi tiết lắp siết

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của nhóm chi tiết lắp siết có thể lấy bằng tổng khả năng chịu ép mặt thiết kế $F_{b,Rd}$ của các chi tiết lắp siết đơn lẻ, với điều kiện khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ của mỗi chi tiết lắp siết đơn lẻ lớn hơn hoặc bằng khả năng chịu ép mặt thiết kế $F_{b,Rd}$ của mỗi chi tiết lắp siết đơn lẻ. Nếu không khả năng chịu lực thiết kế của nhóm chi tiết lắp siết bằng số chi tiết lắp siết nhân với khả năng chịu lực thiết kế bé nhất của các chi tiết lắp siết đơn lẻ.

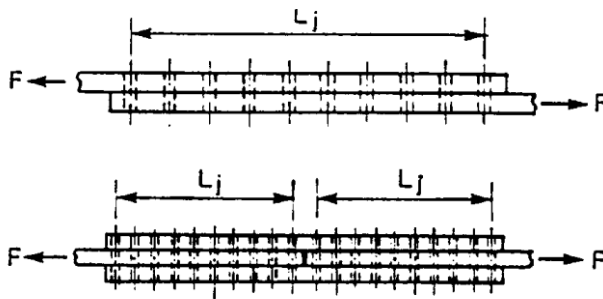
3.8 Nút dài

(1) Khi khoảng cách L_j giữa tim trục của hai chi tiết lắp siết ở hai đầu của nút, đo theo phương truyền lực (xem Hình 3.7), lớn hơn $15d$, khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ của tất cả các chi tiết lắp siết tính theo Bảng 3.4 cần giảm xuống bằng cách nhân với hệ số giảm β_{Lf} , cho bởi:

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d} \tag{3.5}$$

nhưng thỏa mãn $0,75 \leq \beta_{Lf} \leq 1,0$.

(2) Không được áp dụng 3.8(1) khi sự truyền lực được phân bố đều trên chiều dài nút, ví dụ lực cắt truyền giữa bản bụng và bản cánh.



Hình 3.7 - Nút dài

3.9 Liên kết chống trượt sử dụng bu lông 8.8 hoặc 10.9

3.9.1 Khả năng chống trượt thiết kế

(1) Khả năng chống trượt thiết kế của bu lông căng trước loại 8.8 hoặc 10.9 được lấy như sau:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} \tag{3.6}$$

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3,ser}} F_{p,C} \tag{3.6b}$$

trong đó:

k_s cho trong Bảng 3.6;

n là số lượng bề mặt ma sát;

μ là hệ số ma sát có được nhờ các thí nghiệm cụ thể cho bề mặt ma sát phù hợp với 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7 hoặc cho trong Bảng 3.7.

(2) Đối với loại bu lông 8.8 và 10.9 phù hợp với 1.2.4 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 4 với sự kiểm soát lực siết phù hợp với 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7, lực căng trước $F_{p,C}$ dùng trong phương trình (3.6) cần lấy như sau:

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad (3.7)$$

Bảng 3.6 - Giá trị của k_s

Mô tả	k_s
Bu lông trong lỗ thường	1,0
Bu lông trong lỗ quá cỡ hoặc lỗ ô van ngắn với trục lỗ vuông góc với phương truyền lực.	0,85
Bu lông trong lỗ ô van dài với trục lỗ vuông góc với phương truyền lực.	0,7
Bu lông trong lỗ ô van ngắn với trục lỗ song song với phương truyền lực.	0,76
Bu lông trong lỗ ô van dài với trục lỗ song song với phương truyền lực.	0,63

Bảng 3.7 - Hệ số trượt, μ , cho bu lông căng trước

Loại bề mặt ma sát (xem 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7)	Hệ số trượt μ
A	0,5
B	0,4
C	0,3
D	0,2

CHÚ THÍCH 1: Yêu cầu về thí nghiệm và kiểm tra nêu trong 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

CHÚ THÍCH 2: Việc phân loại tất cả các mặt phẳng được xử lý khác cần dựa trên các mẫu thử đặc trưng của bề mặt sử dụng trong kết cấu sử dụng quy trình thí nghiệm trong 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

CHÚ THÍCH 3: Việc phân loại bề mặt ma sát được nêu trong 1.2.7, Tiêu chuẩn viện dẫn: Nhóm 7.

CHÚ THÍCH 4: Với bề mặt được sơn, sẽ có sự mất lực căng trước theo thời gian.

3.9.2 Lực kéo và lực cắt kết hợp

- (1) Nếu một liên kết chống trượt chịu một lực kéo, $F_{t,Ed}$ hoặc $F_{t,Ed,ser}$, cộng với lực cắt, $F_{v,Ed}$ hoặc $F_{v,Ed,ser}$, có xu hướng tạo trượt, khả năng chống trượt thiết kế của một bu lông cần tính như sau:

Cho liên kết loại B:

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8F_{t,Ed,ser})}{\gamma_{M3,ser}} \quad (3.8)$$

Cho liên kết loại C:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} \quad (3.8b)$$

(2) Nếu, trong một liên kết chịu mô men, một lực tác động lên mặt chịu nén cân bằng với lực kéo thì không cần giảm khả năng chống trượt.

3.9.3 Liên kết hỗn hợp

(1) Như một ngoại lệ của 2.4(3), bu lông căng trước loại 8.8 và 10.9 trong liên kết chống trượt theo trạng thái giới hạn cực hạn (Loại C trong 3.4) có thể được coi như cùng chịu lực với mối hàn, với điều kiện lần siết cuối cùng của bu lông được thực hiện sau khi hoàn thành mối hàn.

3.10 Giảm diện tích do lỗ của chi tiết lắp siết

3.10.1 Quy định chung

(1) Việc giảm diện tích do lỗ trong cấu kiện cần thực hiện phù hợp với TCVN X1993-1-1.

3.10.2 Tính toán lực cắt khối

(1) Cắt khối là sự phá hoại cắt tại hàng bu lông dọc theo phần chịu cắt của nhóm lỗ, kèm theo phá hoại kéo dọc theo hàng lỗ bu lông trong phần chịu kéo của nhóm lỗ. Hình 3.8 đưa ra một vài ví dụ của cắt khối.

(2) Đối với nhóm bu lông đối xứng chịu lực đúng tâm, khả năng chịu cắt khối thiết kế $V_{\text{eff},1,\text{Rd}}$ được cho bởi:

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = \frac{f_u A_{nt}}{\gamma_{M2}} + (1/\sqrt{3}) \frac{f_y A_{nv}}{\gamma_{M0}} \quad (3.9)$$

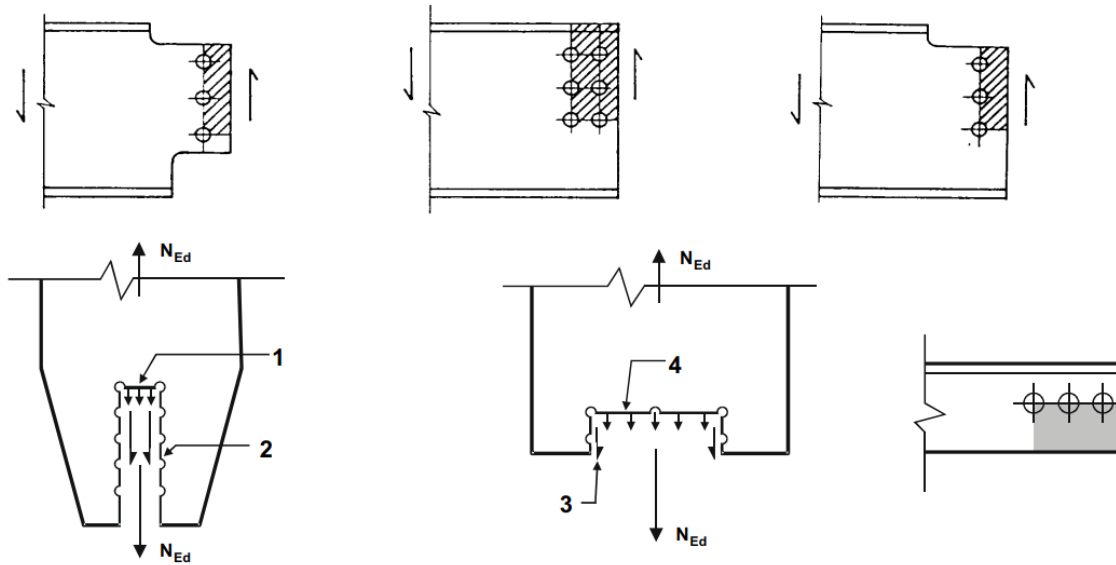
trong đó:

A_{nt} là diện tích thực chịu kéo;

A_{nv} là diện tích thực chịu cắt.

(3) Đối với nhóm bu lông chịu lực lệch tâm, khả năng chịu cắt khối thiết kế $V_{\text{eff},2,\text{Rd}}$ được cho bởi:

$$V_{\text{eff},2,\text{Rd}} = 0,5 \frac{f_u A_{nt}}{\gamma_{M2}} + (1/\sqrt{3}) \frac{f_y A_{nv}}{\gamma_{M0}} \quad (3.10)$$



1 Lực kéo bé

2 Lực cắt lớn

3 Lực cắt bé

4 Lực kéo lớn

Hình 3.8 - Cắt khối

3.10.3 Thép góc liên kết trên một cạnh với cấu kiện bất đối xứng chịu kéo

(1) Cần xét tới độ lệch tâm của nút, xem 2.7(1), và ảnh hưởng của bước lỗ cũng như khoảng cách tâm lỗ đến mép cấu kiện khi xác định khả năng chịu lực thiết kế của:

- cấu kiện bất đối xứng;
- cấu kiện đối xứng được liên kết bất đối xứng, ví dụ như thép góc được liên kết trên một cạnh.

(2) Một thép góc đơn lẻ chịu kéo liên kết bởi một hàng bu lông trên 1 cạnh, xem Hình 3.9, có thể được xem như chịu tải đúng tâm trên mặt cắt, làm việc với khả năng chịu lực thiết kế được xác định như sau:

Với 1 bu lông:

$$N_{u,Rd} = \frac{2,0(e_2 - 0,5d_0) t f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.11)$$

Với 2 bu lông:

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.12)$$

Với 3 bu lông hoặc nhiều hơn:

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.13)$$

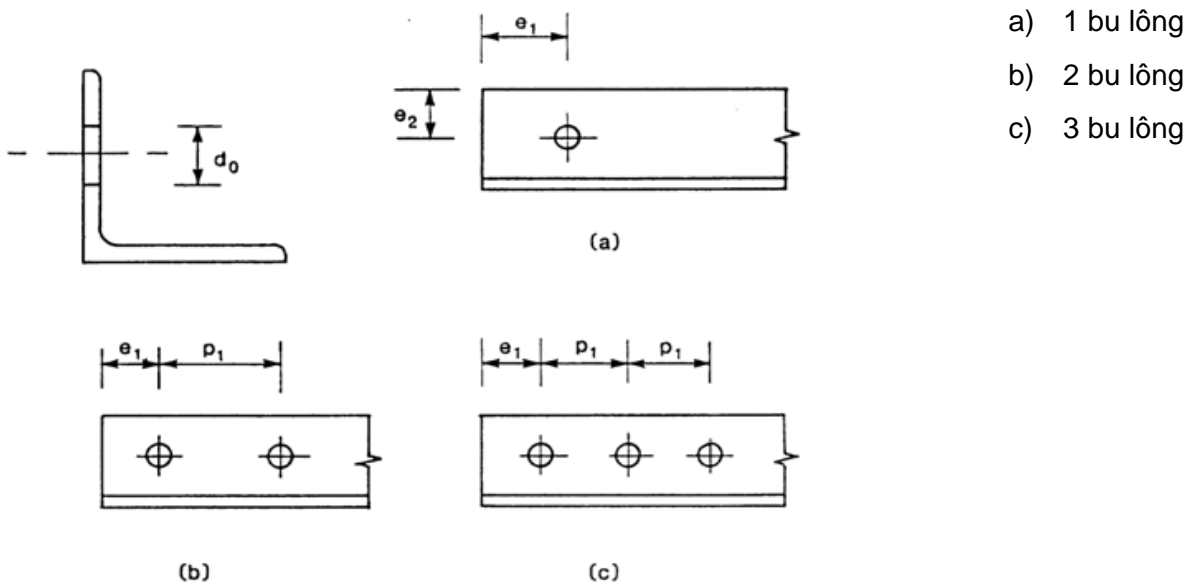
trong đó:

β_2 và β_3 là hệ số giảm phụ thuộc vào bước lỗ p_1 cho trong Bảng 3.8. Đối với các giá trị p_1 trung gian, giá trị β có thể xác định bằng nội suy tuyến tính;

A_{net} là diện tích thực của thép góc. Đối với thép góc không đều cạnh liên kết trên cạnh bé hơn, A_{net} được lấy bằng diện tích thực của một thép góc đều cạnh tương đương có kích thước cạnh bằng với cạnh bé đang xét.

Bảng 3.8 - Hệ số giảm β_2 và β_3

Bước lỗ	p_1	$\leq 2,5 d_0$	$\geq 5 d_0$
2 bu lông	β_2	0,4	0,7
3 bu lông hoặc hơn	β_3	0,5	0,7

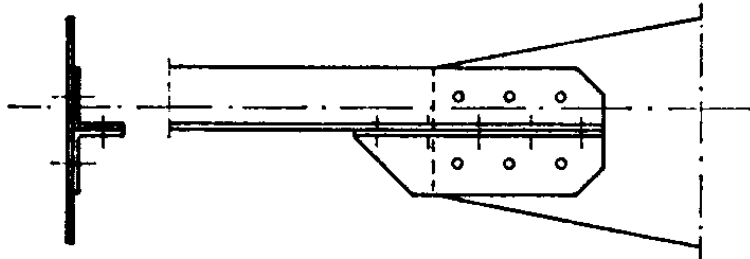


Hình 3.9 - Thép góc liên kết trên 1 cạnh

3.10.4 Thép góc ghép

- (1) Thép góc ghép, minh họa trên Hình 3.10, dùng để liên kết thép góc và các chi tiết lắp siết vào bản mã hoặc các bộ phận đỡ khác, và được thiết kế để truyền lực gấp 1,2 lần lực trong cạnh không liên kết của thép góc.
- (2) Các chi tiết lắp siết liên kết thép góc ghép với cạnh không được liên kết của thép góc có thể truyền lực bằng 1,4 lần lực trong cạnh này.
- (3) Các thép góc liên kết với thép hình chữ U hoặc các cấu kiện tương tự được thiết kế để truyền lực bằng 1,1 lần lực trong cạnh thép hình được liên kết.
- (4) Các chi tiết lắp siết bản ghép với thép hình chữ U hoặc cấu kiện tương tự được thiết kế để truyền lực bằng 1,2 lần lực trong cạnh thép hình được liên kết.

- (5) Cần sử dụng ít nhất 2 bu lông hoặc đinh tán để liên kết một bản ghép vào bản mã hoặc các bản đỡ khác.
- (6) Liên kết của thép góc ghép vào bản mã hoặc các bản đỡ khác kết thúc ở mép cấu kiện liên kết. Liên kết của thép góc ghép vào cấu kiện nên chạy từ mép cấu kiện tới điểm nằm dưới liên kết trực tiếp của cấu kiện vào bản mã hoặc các bản đỡ khác.



Hình 3.10 - Thép góc ghép

3.11 Lực đòn bẩy

- (1) Khi các chi tiết lắp siết chịu lực kéo, chúng cần được thiết kế để chịu thêm lực do tác dụng đòn bẩy gây nên nếu có.

CHÚ THÍCH: Các quy định nêu trong 6.2.4 có kể đến tác dụng đòn bẩy.

3.12 Sự phân bố lực giữa các chi tiết lắp siết theo trạng thái giới hạn cực hạn

- (1) Khi có mô men tác dụng lên nút, sự phân bố nội lực có thể tuyến tính (nghĩa là tỷ lệ với khoảng cách đến tâm xoay) hoặc dẻo, (nghĩa là bất kỳ sự phân bố nào cân bằng về lực đều được chấp nhận, với điều kiện khả năng chịu lực các bộ phận được đảm bảo và độ dẻo của chúng đủ đáp ứng).
- (2) Sự phân bố đàn hồi tuyến tính của nội lực được dùng cho các trường hợp sau:
- khi liên kết bu lông chịu cắt loại C,
 - trong liên kết chịu cắt khi khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ của một chi tiết lắp siết nhỏ hơn khả năng chịu ép mặt thiết kế $F_{b,Rd}$,
 - khi liên kết chịu va đập, rung lắc hoặc tải trọng đổi hướng (trừ tải trọng gió)
- (3) Khi nút chỉ chịu lực cắt đúng tâm, tải trọng có thể giả thiết phân bố đều theo chi tiết lắp siết, nếu kích thước và loại chi tiết lắp siết là như nhau.

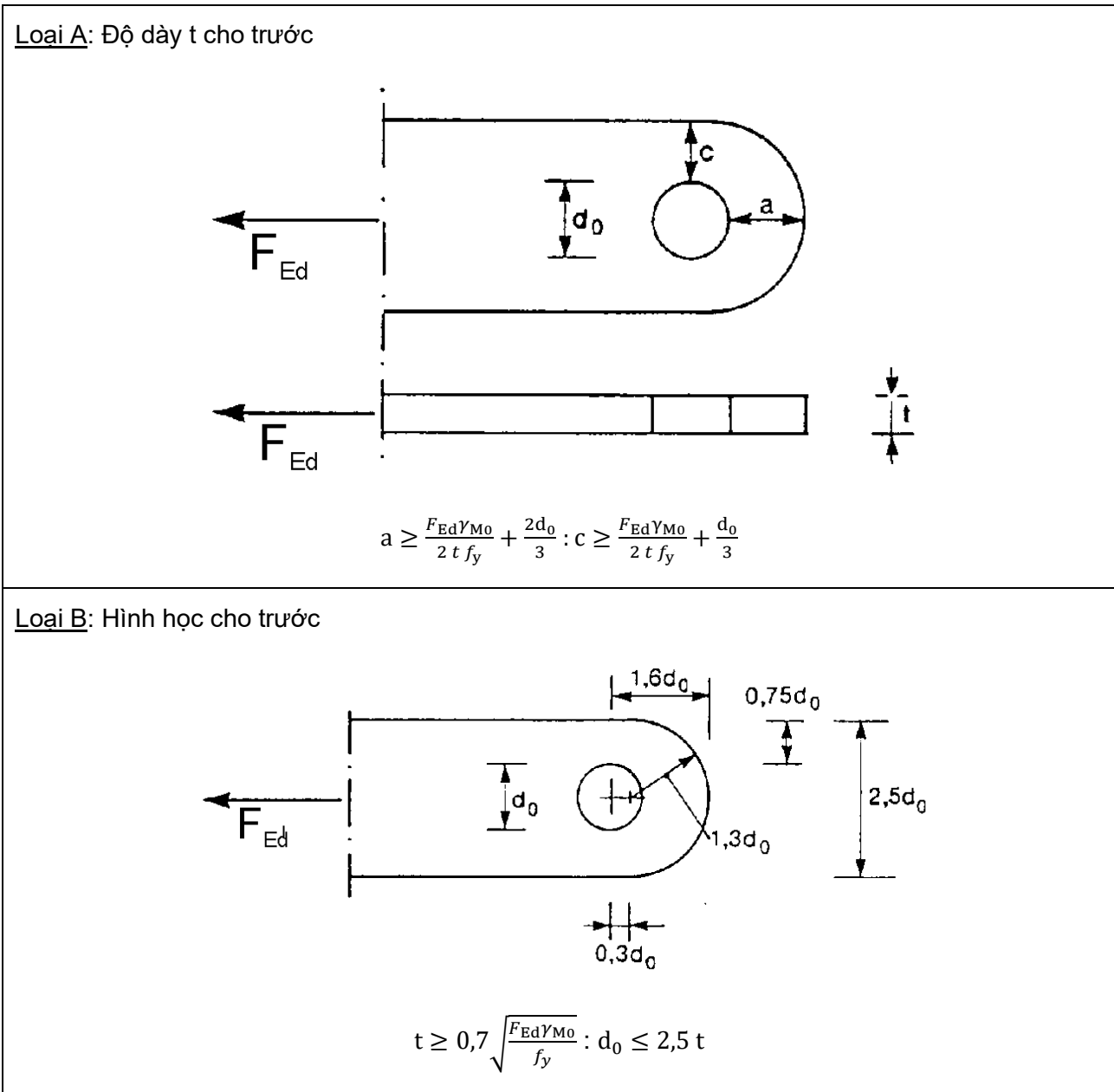
3.13 Liên kết dạng chốt

3.13.1 Quy định chung

- (1) Cần cố định lại chốt xoay khi có dấu hiệu bị lỏng.

- (2) Liên kết chốt không cần xoay được thiết kế như một liên kết bu lông đơn lẻ, với điều kiện chiều dài chốt nhỏ hơn 3 lần đường kính chốt, xem 3.6.1. Trong tất cả các trường hợp khác, phương pháp nêu trong 3.13.2 cần được sử dụng.
- (3) Trong cấu kiện liên kết bằng chốt, đối với bộ phận không gia cường có bố trí lỗ dành cho chốt cần thỏa mãn các yêu cầu kích thước cho trong Bảng 3.9.

Bảng 3.9 - Yêu cầu hình học cho các cấu kiện liên kết chốt



- (4) Các cấu kiện liên kết chốt cần được bố trí nhằm tránh độ lệch tâm và cần có kích thước đủ để truyền lực từ phần cấu kiện có lỗ của chốt đến các phần khác xa chốt.

3.13.2 Thiết kế chốt

- (1) Yêu cầu thiết kế cho chốt tròn đặc cho trong Bảng 3.10.

- (2) Mô men của chốt cần tính toán dựa trên giả thiết rằng các cấu kiện liên kết tạo thành các gối tựa đơn. Lực giữa chốt và các cấu kiện liên kết được giả thiết phân bố đều theo chiều dài phần liên kết như mô tả trong Hình 3.11.
- (3) Nếu chốt được thiết kế để có thể thay thế, ngoài những điều nêu trong 3.13.1 đến 3.13.2, ứng suất ép mặt tiếp xúc cần thỏa mãn:

$$\sigma_{h,Ed} \leq f_{h,Rd} \quad (3.14)$$

trong đó:

$$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \sqrt{\frac{E F_{b,Ed,ser}(d_0 - d)}{d^2 t}} \quad (3.15)$$

$$f_{h,Rd} = 2,5 f_y / \gamma_{M6,ser} \quad (3.16)$$

trong đó:

d là đường kính chốt;

d_0 là đường kính lỗ chốt;

$F_{b,Ed,ser}$ là giá trị thiết kế của lực truyền khi ép mặt, dưới tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn cho trạng thái giới hạn sử dụng.

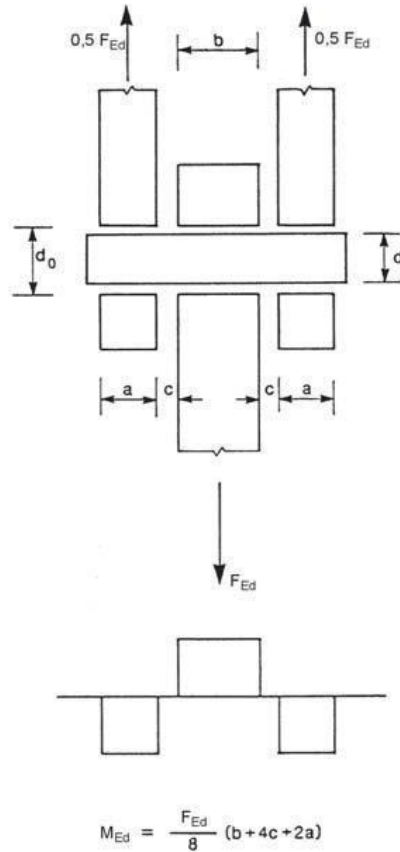
Bảng 3.10 - Điều kiện thiết kế cho liên kết chốt

Dạng phá hoại	Yêu cầu thiết kế
Khả năng chịu cắt của chốt	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Khả năng chịu ép mặt của tấm và chốt Nếu chốt được thiết kế để có thể thay thế, cần đảm bảo thêm điều kiện này.	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$ $F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_y / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Chốt chịu uốn Nếu chốt được thiết kế để có thể thay thế, cần đảm bảo thêm điều kiện này	$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$ $M_{Rd,ser} = 0,8 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Chốt chịu cắt và uốn đồng thời	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
<p>d là đường kính chốt;</p> <p>f_y là giá trị nhỏ hơn trong giới hạn chảy của chốt và cấu kiện liên kết;</p> <p>f_{up} là cường độ kéo đứt của chốt;</p>	

f_{yp} là giới hạn chảy của cốt;

t là độ dày của cấu kiện liên kết;

A là diện tích mặt cắt ngang của cốt.



Hình 3.11 - Mô men uốn của cốt

4 Liên kết hàn

4.1 Quy định chung

(1) Các quy định trong tiêu chuẩn này áp dụng đối với kết cấu thép hàn được theo tiêu chuẩn TCVN X1993-1-1 và cho vật liệu có chiều dày từ 4 mm trở lên. Các quy định cũng áp dụng cho nút mà đặc trưng cơ học của kim loại hàn phù hợp với đặc trưng của kim loại được hàn, xem 4.2.

Đối với các đường hàn cho vật liệu mỏng hơn, cần tham khảo TCVN X1993, phần 1.3 và với đường hàn tiết diện rỗng có chiều dày từ 2,5 mm trở lên xem hướng dẫn ở phần 7 của tiêu chuẩn này.

Đối với hàn đỉnh chống cắt xem EN 1994-1-1.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn cụ thể hơn đối với hàn đỉnh chống cắt được cho trong EN ISO 14555 và EN ISO 13918.

(2) P Đường hàn chịu mỗi cũng phải thỏa mãn các nguyên tắc cho trong TCVN X1993-1-9.

- (3) Thông thường, cần đảm bảo chất lượng cấp độ C theo EN ISO 25817, khi không có chỉ định nào khác. Tần suất kiểm tra đường hàn cần được quy định tuân theo các quy định ở 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 7: Thi công kết cấu thép. Cấp độ chất lượng đường hàn cần được chọn theo EN ISO 25817. Đối với cấp độ đường hàn của kết cấu chịu tải trọng mỏi, xem TCVN X1993-1-9.
- (4) Không được xuất hiện vết nứt do tách lớp.
- (5) Hướng dẫn đối với vết nứt tách lớp được nêu trong TCVN X1993-1-10.

4.2 Vật liệu hàn

- (1) Mọi vật liệu hàn cần tuân thủ tiêu chuẩn liên quan quy định ở 1.2.5 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 5: Vật liệu hàn và mối hàn
- (2) Giới hạn chảy, giới hạn kéo đứt, độ giãn dài tại thời điểm phá hủy và giá trị năng lượng Charpy rãnh chữ V tối thiểu của vật liệu hàn cần tương đương hoặc lớn hơn vật liệu được hàn.

CHÚ THÍCH: Nhìn chung thiên về an toàn thì sử dụng que hàn có mức thép cao hơn.

4.3 Hình dạng và kích thước

4.3.1 Kiểu đường hàn

- (1) Tiêu chuẩn này quy định đối với các đường hàn góc, hàn góc vòng quanh, hàn đối đầu, hàn nút và hàn rãnh vê góc. Đường hàn đối đầu có thể là hàn thấu hoàn toàn hoặc một phần. Đường hàn góc vòng quanh và hàn nút có thể thực hiện với lỗ tròn hoặc lỗ ô van.
- (2) Các kiểu nút và đường hàn phổ biến nhất được minh họa trong EN 12345.

4.3.2 Đường hàn góc

4.3.2.1 Quy định chung

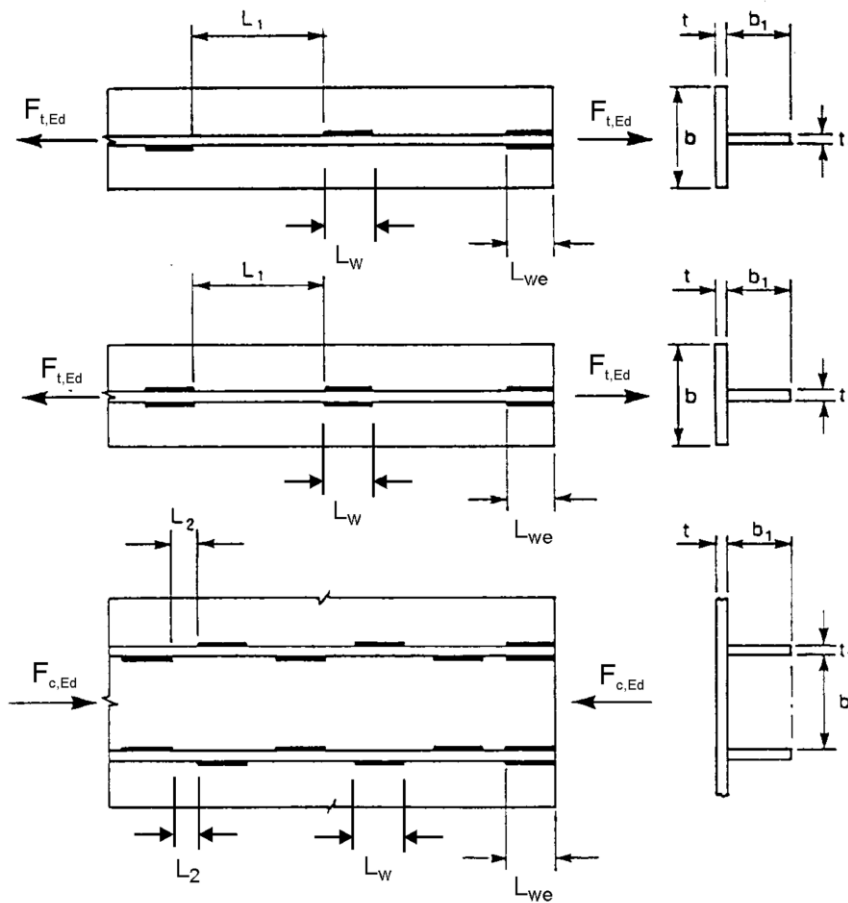
- (1) Đường hàn góc có thể được sử dụng để liên kết các phần mà các bề mặt nóng chảy hình thành một góc giữa 60° và 120° .
- (2) Góc nhỏ hơn 60° cũng có thể được phép áp dụng. Tuy nhiên, đường hàn cần được xem là đường hàn đối đầu thấu một phần.
- (3) Với góc lớn hơn 120° , cường độ đường hàn được xác định bằng thử nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN X1990 Phụ lục D: Tính toán thông qua thử nghiệm.
- (4) Đường hàn góc kết thúc tại đầu mút hoặc cạnh của các phần thì cần được hàn liên tục, giữ nguyên chiều cao, vòng qua góc đầu mút kéo dài một đoạn bằng ít nhất hai lần bề rộng đường hàn, trừ khi ở vị trí vướng hoặc bố trí không thể thực hiện được.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp đường hàn không liên tục, quy định này chỉ áp dụng đối với đoạn hàn cuối tại góc đầu mút của cấu kiện hàn.

- (5) Đoạn hàn vòng qua góc nói trên cần được quy định trên bản vẽ.
- (6) Xem 4.12 về độ lệch tâm của đường hàn góc một phía.

4.3.2.2 Đường hàn góc không liên tục

- (1) Không dùng đường hàn góc không liên tục trong môi trường ăn mòn.
- (2) Với đường hàn góc không liên tục, khoảng cách (L_1 hoặc L_2) giữa các điểm đầu mút của các đoạn hàn L_w cần thỏa mãn yêu cầu thể hiện ở Hình 4.1.
- (3) Với đường hàn góc không liên tục, khoảng cách (L_1 hoặc L_2) cần được lấy theo giá trị nhỏ hơn của khoảng cách giữa các điểm đầu mút đường hàn trên các cạnh đối diện nhau và khoảng cách giữa các điểm đầu mút đường hàn nằm trên cùng một cạnh.
- (4) Trên mỗi đường hàn không liên tục, luôn có đoạn hàn ở đầu mút của cấu kiện được hàn.
- (5) Với cấu kiện tổ hợp mà trong đó các tấm được liên kết bằng các đường hàn không liên tục, cần sử dụng một đường hàn liên tục ở mỗi phía cấu kiện tại mỗi đầu mút, với chiều dài tối thiểu bằng 3/4 bề rộng của tấm được hàn (tấm có bề rộng nhỏ hơn), xem Hình 4.1.



Giá trị nhỏ hơn của $L_{we} \geq 0,75b$ và $0,75b_1$

Với cấu kiện tổ hợp chịu kéo:

Giá trị nhỏ hơn của $L_1 \leq 16t$ và $16t_1$ và $200mm$

Với cấu kiện tổ hợp chịu nén hoặc cắt:

Giá trị nhỏ hơn của $L_2 \leq 12t$ và $12t_1$ và $0,25b$ và $200mm$

Hình 4.1 - Đường hàn không liên tục

4.3.3 Đường hàn góc vòng quanh

- (1) Đường hàn góc vòng quanh, bao gồm đường hàn góc trong lỗ tròn và lỗ dài, có thể được sử dụng chỉ để chịu tải hoặc để chống mất ổn định hoặc sự tách rời của các bộ phận được nối chồng.
- (2) Đường kính của lỗ tròn, hoặc bề rộng lỗ dài, đối với một đường hàn góc vòng quanh không được nhỏ hơn bốn lần bề dày của phần được hàn.
- (3) Các đầu mút của lỗ dài cần có dạng là nửa hình tròn, trừ khi các đầu mút kéo dài tới mép của phần được liên kết.
- (4) Khoảng cách tim-tim của các đường hàn góc vòng quanh không vượt quá khoảng cách cần thiết để tránh mất ổn định cục bộ, xem Bảng 3.3.

4.3.4 Đường hàn đối đầu

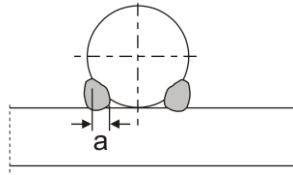
- (1) Đường hàn đối đầu thấu hoàn toàn là đường hàn thấu toàn bộ và kim loại hàn và kim loại được hàn nóng chảy trên toàn chiều dày nút.
- (2) Đường hàn đối đầu thấu một phần là đường hàn mà mức độ xuyên nhỏ hơn chiều dày của vật liệu được hàn.
- (3) Không sử dụng đường hàn không liên tục cho đường hàn đối đầu.
- (4) Xem 4.12 về độ lệch tâm của đường hàn một phía đối đầu thấu một phần.

4.3.5 Hàn nút

- (1) Hàn nút được sử dụng để:
 - truyền lực cắt,
 - chống mất ổn định hoặc sự tách rời của các bộ phận được nối chồng, và
 - liên kết các thành phần của cấu kiện tổ hợp nhưng không được dùng để chịu lực kéo.
- (2) Đường kính lỗ tròn hoặc bề rộng lỗ dài, đối với đường hàn nút cần lớn hơn chiều dày của bộ phận được liên kết tối thiểu 8 mm.
- (3) Các đầu mút của lỗ dạng dài cần được bo tròn, hoặc có góc được bo tròn với bán kính không nhỏ hơn chiều dày của bộ phận bơm keo, trừ khi các đầu mút lỗ được kéo tới mép của cấu kiện.
- (4) Chiều dày của đường hàn nút có vật liệu được hàn dày tới 16 mm được lấy bằng chiều dày của vật liệu được hàn. Với kim loại được hàn dày hơn 16 mm, chiều dày của đường hàn nút ít nhất bằng một nửa chiều dày của kim loại được hàn, nhưng không nhỏ hơn 16 mm.
- (5) Khoảng cách tim-tim của đường hàn nút không quá giá trị cần thiết để chống mất ổn định cục bộ, xem Bảng 3.3.

4.3.6 Đường hàn rãnh vê góc

- (1) Đối với tiết diện thanh đặc bề rộng hiệu dụng thiết kế của đường hàn rãnh vê góc, khi được điền đầy tương ứng với bề mặt tiết diện thanh đặc, được định nghĩa theo Hình 4.2. Định nghĩa bề rộng tính toán rãnh của đường hàn rãnh vê góc đối với tiết diện rỗng chữ nhật được cho trong 7.3.1(7).



Hình 4.2 - Bề rộng hiệu dụng thiết kế của đường hàn rãnh vê góc của tiết diện đặc

4.4 Đường hàn có phủ

- (1) Trong trường hợp hàn có phủ, phần phủ cần được cắt phẳng mặt với cạnh của bộ phận được hàn.
- (2) Khi hai bộ phận được liên kết hàn mà tách khỏi nhau bởi phần phủ có chiều dày nhỏ hơn bề rộng đường hàn cần thiết để truyền lực cắt, bề rộng yêu cầu của đường hàn cần được tăng lên bằng với chiều dày của phủ.
- (3) Khi hai bộ phận được liên kết hàn mà tách khỏi nhau bởi phần phủ có chiều dày bằng hoặc lớn hơn bề rộng đường hàn cần thiết để truyền lực cắt, từng bộ phận cần được liên kết với phần phủ bằng một đường hàn có khả năng truyền được lực cắt thiết kế.

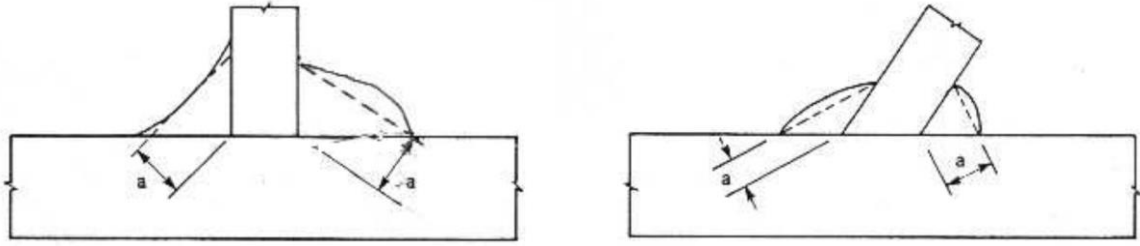
4.5 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc

4.5.1 Chiều dài đường hàn

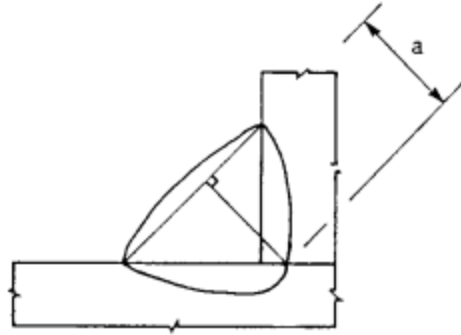
- (1) Chiều dài hiệu dụng của đường hàn góc l_{eff} cần được lấy trên đoạn hàn góc có kích cỡ đủ. Có thể xác định bằng chiều dài tổng trừ đi hai lần bề rộng hiệu dụng của đường hàn, a . Cần đảm bảo kích cỡ đường hàn là đủ trên suốt chiều dài bao gồm điểm bắt đầu và kết thúc, không cần giảm chiều dài hiệu dụng với đầu và kết thúc của đường hàn.
- (2) Đường hàn góc có chiều dài hiệu dụng ít hơn 30 mm hoặc 6 lần bề rộng, lấy giá trị lớn hơn, thì không được dùng cho tính toán chịu lực.

4.5.2 Bề rộng hiệu dụng rãnh hàn

- (1) Bề rộng hiệu dụng rãnh hàn, a , của đường hàn góc cần được lấy bằng chiều cao của tam giác lớn nhất (có cạnh đều hoặc không đều) nội tiếp trong các mặt phẳng nóng chảy và bề mặt đường hàn, đo vuông góc tới cạnh biên của tam giác, xem Hình 4.3.
- (2) Bề rộng hiệu dụng của đường hàn góc không được nhỏ hơn 3 mm.
- (3) Khi tính toán khả năng chịu lực thiết kế của một đường hàn góc thấu sâu, có thể cần xét đến bề rộng bổ sung, xem Hình 4.4, nếu đảm bảo kết quả thử nghiệm kiểm chứng thể hiện rằng chiều sâu xuyên thấu yêu cầu có thể được đảm bảo một cách chắc chắn và ổn định.



Hình 4.3 - Bề rộng hiệu dụng của đường hàn góc



Hình 4.4 - Bề rộng hiệu dụng của đường hàn góc thấu sâu

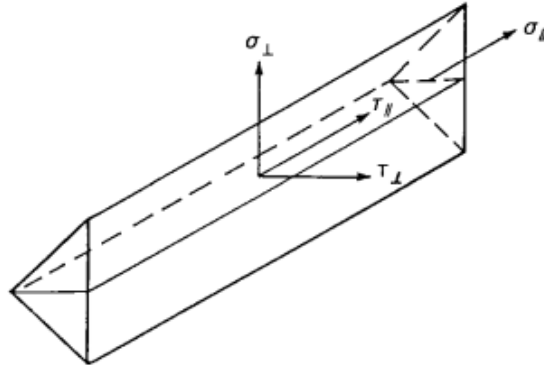
4.5.3 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc

4.5.3.1 Quy định chung

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc được thiết kế thông qua phương pháp Trực tiếp nêu ở 4.5.3.2 hoặc phương pháp Đơn giản ở 4.5.3.3.

4.5.3.2 Phương pháp Trực tiếp

- (1) Trong phương pháp này, lực truyền qua chiều dài đơn vị của đường hàn được thiết kế theo thành phần song song và ngang so với trục của đường hàn, và theo phương pháp tuyến và ngang so với mặt phẳng chứa bề rộng đường hàn.
- (2) Diện tích thiết kế của rãnh đường hàn A_w được tính bằng $A_w = \sum a l_{eff}$.
- (3) Vị trí diện tích thiết kế rãnh đường hàn được xem là vị trí tại gốc đường hàn.
- (4) Giả thiết là ứng suất phân bố đều trên tiết diện chứa bề rộng đường hàn, phân thành ứng suất pháp và ứng suất tiếp, như ở Hình 4.5:
- $\sigma \perp$ là ứng suất pháp vuông góc với mặt phẳng chứa bề rộng đường hàn
 - $\sigma \parallel$ là ứng suất pháp song song với trục đường hàn
 - $\tau \perp$ là ứng suất tiếp (trong mặt phẳng chứa bề rộng đường hàn) vuông góc trục đường hàn
 - $\tau \parallel$ là ứng suất tiếp (trong mặt phẳng chứa bề rộng đường hàn) song song trục đường hàn



Hình 4.5 - Ứng suất trên tiết diện chứa bề rộng đường hàn góc

- (5) Ứng suất pháp $\sigma \parallel$ song song với trục không được xét tới khi kiểm tra khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn.
- (6) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc sẽ đảm bảo nếu các điều kiện sau đều được thỏa mãn:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad \text{và} \quad \sigma_{\perp} \leq 0,9 f_u / \gamma_{M2} \tag{4.1}$$

trong đó:

f_u là giới hạn kéo đứt danh nghĩa của thành phần yếu nhất trong nút;

β_w là hệ số tương quan lấy theo Bảng 4.1.

- (7) Đường hàn giữa các phần có cấp cường độ vật liệu khác nhau được thiết kế với đặc trưng vật liệu có cấp thấp hơn.

Bảng 4.1 - Hệ số tương quan β_w đối với đường hàn góc

Tiêu chuẩn và cấp thép			Hệ số tương quan β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9

S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

4.5.3.3 Phương pháp đơn giản tính toán khả năng chịu lực thiết kế đường hàn góc

- (1) Một cách tương đương với 4.5.3.2, khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc có thể được xem là đảm bảo nếu, tại mọi điểm theo chiều dài của nó, các thành phần lực trên chiều dài đơn vị truyền qua đường hàn thỏa mãn tiêu chí sau:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

trong đó:

$F_{w,Ed}$ là lực thiết kế của đường hàn trên chiều dài đơn vị;

$F_{w,Rd}$ là khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn trên chiều dài đơn vị.

- (2) Không phụ thuộc vào hướng của mặt phẳng chứa bề rộng đường hàn so với lực tác dụng, khả năng chịu lực thiết kế trên chiều dài đơn vị $F_{w,Rd}$ được xác định theo công thức sau:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a \quad (4.3)$$

trong đó:

$f_{vw,d}$ là khả năng chịu cắt thiết kế của đường hàn.

- (3) Khả năng chịu cắt thiết kế $f_{vw,d}$ của đường hàn được xác định như sau:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (4.4)$$

trong đó:

f_u và β_w được định nghĩa ở 4.5.3.2(6).

4.6 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc vòng quanh

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc vòng quanh được xác định bằng một trong các phương pháp nêu ở 4.5.

4.7 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn đối đầu

4.7.1 Đường hàn đối đầu thấu hoàn toàn

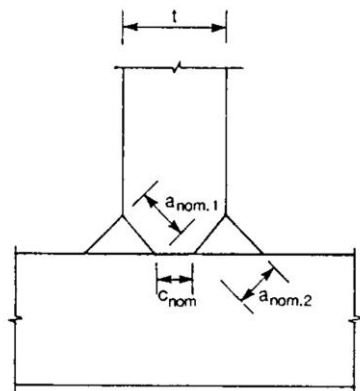
- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn đối đầu thấu hoàn toàn được lấy bằng khả năng chịu lực thiết kế của cấu kiện liên kết yếu hơn, nếu đảm bảo đường hàn được thi công với vật liệu phù hợp có giới hạn chảy tối thiểu và giới hạn kéo đứt tối thiểu không thấp hơn vật liệu được hàn.

4.7.2 Đường hàn đối đầu thấu một phần

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn đối đầu thấu một phần được xác định theo phương pháp đối với đường hàn góc thấu sâu nêu ở 4.5.2(3).
- (2) Bề rộng đường hàn đối đầu thấu một phần không lấy lớn hơn chiều sâu xuyên thấu có thể đảm bảo đạt được một cách ổn định, xem 4.5.2(3).

4.7.3 Nút đối đầu dạng T

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của nút đối đầu dạng T, bao gồm một cặp đường hàn đối đầu thấu một phần được gia cường bằng đường hàn góc chùng lên, có thể được xác định như với đường hàn đối đầu thấu hoàn toàn (xem 4.7.1) nếu tổng chiều cao đường hàn danh nghĩa, không kể khoảng hở không được hàn, không nhỏ hơn chiều dày t của phần sườn nút T, nếu đảm bảo khoảng hở không được hàn nói trên không lớn hơn $t/5$ hoặc 3 mm, lấy giá trị nhỏ hơn, xem Hình 4.6.
- (2) Khả năng chịu lực thiết kế của nút đối đầu dạng T khi không đáp ứng yêu cầu ở 4.7.3(1) được xác định theo phương pháp đối với đường hàn góc hoặc đường hàn góc thấu sâu nêu ở 4.5 tùy thuộc vào mức độ thấu. Bề rộng đường hàn được xác định tuân theo các quy định đối với đường hàn góc (4.5.2) hoặc đối với đường hàn đối đầu thấu một phần (4.7.2).



$a_{nom,1} + a_{nom,2} \geq t$; c_{nom} không nhỏ hơn $t/5$ và 3 mm

Hình 4.6 - Chiều dày thấu hoàn toàn hiệu dụng của đường hàn đối đầu dạng T

4.8 Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn nút

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn nút $F_{w,Rd}$ (xem 4.3.3) được xác định như sau:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w \tag{4.5}$$

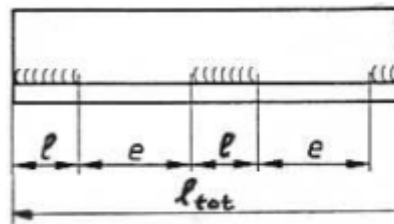
trong đó:

$f_{vw,d}$ là cường độ chịu cắt thiết kế của đường hàn nêu ở 4.5.3.3(3);

A_w là diện tích thiết kế của đường hàn, được lấy bằng diện tích của lỗ.

4.9 Phân phối lực

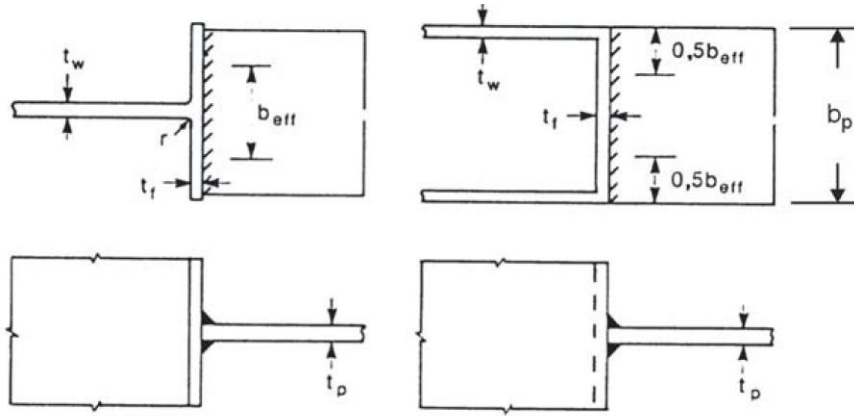
- (1) Phân phối lực trong liên kết hàn có thể được thiết kế dựa trên giả thiết ứng xử đàn hồi hoặc dẻo, theo 2.4 và 2.5.
- (2) Cho phép giả thiết một sự phân phối lực đơn giản trong đường hàn.
- (3) Ứng suất dư và ứng suất không là đối tượng truyền lực không cần được xem xét khi kiểm tra khả năng chịu lực của đường hàn. Điều này áp dụng cụ thể trong trường hợp ứng suất pháp song song với trục của đường hàn.
- (4) Nút hàn cần được thiết kế có đủ khả năng biến dạng. Tuy nhiên, không được kể tới độ dẻo của đường hàn.
- (5) Trong nút có thể hình thành khớp dẻo, đường hàn được thiết kế có khả năng chịu lực ít nhất là bằng với của bộ phận yếu nhất.
- (6) Trong các nút khác, khi mà khả năng biến dạng xoay của nút được yêu cầu cần đảm bảo do biến dạng quá mức có thể xảy ra, đường hàn cần có đủ cường độ không bị đứt trước khi vật liệu được hàn xuất hiện chảy dẻo.
- (7) Khi khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn không liên tục được xác định theo tổng chiều dài l_{tot} , lực cắt trên chiều dài đơn vị $F_{w,Ed}$ cần được nhân với hệ số $(e + l)/l$, xem Hình 4.7.



Hình 4.7 - Tính toán lực đường hàn không liên tục

4.10 Liên kết với cánh không sườn gia cường

- (1) Khi bản thép ngang (hoặc bản cánh của dầm) được hàn với bản cánh không có sườn gia cường của tiết diện I, H hoặc loại khác, xem Hình 4.8, và thoả mãn điều kiện nêu ở 4.10(3), lực tác dụng vuông góc với bản cánh không gia cường không được vượt quá khả năng chịu lực thiết kế tương ứng, như sau:
 - khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cấu kiện chữ I hoặc H nêu ở 6.2.6.2 hoặc 6.2.6.3;
 - khả năng chịu lực thiết kế của bản thép ngang trên cấu kiện RHS nêu ở Bảng 7.13;
 - khả năng chịu lực thiết kế của bản cánh đỡ theo công thức (6.20) ở 6.2.6.4.3(1) tính toán với giả thiết lực tác dụng tập trung trên bề rộng hiệu dụng, b_{eff} , của bản cánh nêu ở 4.10(2) hoặc 4.10(4).



Hình 4.8 - Bề rộng hiệu dụng của nút không gia cường dạng T

(2) Đối với tiết diện I hoặc H không gia cường, bề rộng hiệu dụng, b_{eff} , cần được lấy như sau:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f \tag{4.6a}$$

trong đó:

$$k = (t_f/t_p)(f_{y,f}/f_{y,p}) \text{ nhưng } k \leq 1 \tag{4.6b}$$

$f_{y,f}$ là giới hạn chảy của bản cánh tiết diện I hoặc H;

$f_{y,p}$ là giới hạn chảy của bản thép hàn vào tiết diện I hoặc H.

Kích thước s được lấy như sau:

$$\text{- với tiết diện I hoặc H cán nóng: } s = r \tag{4.6c}$$

$$\text{- với tiết diện I hoặc H hàn: } s = \sqrt{2} a \tag{4.6d}$$

(3) Đối với bản cánh không gia cường của tiết diện I hoặc H, tiêu chí sau cần cần thỏa mãn:

$$b_{eff} \geq (f_{y,p}/f_{u,p})b_p \tag{4.7}$$

trong đó:

$f_{u,p}$ là cường độ giới hạn của bản thép hàn vào tiết diện I hoặc H;

b_p là bề rộng của bản thép hàn vào tiết diện I hoặc H.

Nếu không thỏa mãn điều kiện trên, nút cần được gia cường.

(4) Đối với các tiết diện khác như là hình hộp hoặc chữ C, mà bề rộng của bản mã liên kết bằng bề rộng bản cánh, bề rộng hiệu dụng b_{eff} cần được tính như sau:

$$b_{eff} = 2t_w + 5t_f \text{ nhưng } b_{eff} \leq 2t_w + 5kt_f \tag{4.8}$$

CHÚ THÍCH: Đối với tiết diện rỗng, xem Bảng 7.13.

- (5) Thậm chí khi $b_{eff} \leq b_p$, đường hàn nối bản thép với bản cánh cần được thiết kế để truyền được khả năng chịu lực thiết kế của bản thép $b_p t_p f_{y,p} / \gamma_{M0}$ với giả thiết phân bố ứng suất đều.

4.11 Nút dài

- (1) Trong nút chồng, khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn góc cần được giảm đi bằng một hệ số β_{Lw} để xét tới ảnh hưởng của sự phân bố không đều của ứng suất theo chiều dài nút.
- (2) Các quy định nêu ở 4.11 không áp dụng khi phân bố ứng suất theo chiều dài đường hàn tương thích với sự phân bố ứng suất trong cấu kiện được hàn, như ví dụ trong trường hợp đường hàn nối bản cánh và bản bụng của một dầm tổ hợp.
- (3) Với nút dài hơn $150a$, hệ số giảm β_{Lw} được tính bằng $\beta_{Lw.1}$ như sau:

$$\beta_{Lw.1} = 1,2 - 0,2L_j / (150a) \text{ nhưng } \beta_{Lw.1} \leq 1 \quad (4.9)$$

trong đó:

L_j là chiều dài tổng thể của đoạn chồng theo phương truyền lực.

- (4) Đối với đường hàn góc dài hơn 1,7 m nối sườn gia cường ngang của cấu kiện dạng tấm, hệ số giảm β_{Lw} có thể được lấy bằng $\beta_{Lw.2}$ như sau:

$$\beta_{Lw.2} = 1,1 - L_w / 17 \text{ nhưng } \beta_{Lw.2} \leq 1 \text{ và } \beta_{Lw.2} \geq 0,6 \quad (4.10)$$

trong đó:

L_w là chiều dài của đường hàn (m).

4.12 Đường hàn góc một phía hoặc đường hàn đối đầu thấu một phần một phía chịu tải lệch tâm

- (1) Cần tránh sự lệch tâm cục bộ có thể có.
- (2) Lệch tâm cục bộ (so với đường lực tác dụng) cần được xem xét trong các trường hợp sau:
- khi mô men uốn tác dụng quay quanh trục đường hàn gây ra lực kéo tại gốc đường hàn, xem Hình 4.9(a);
 - khi lực kéo tác dụng vuông góc mới trục đường hàn gây ra mô men uốn, tạo nên lực kéo tại gốc đường hàn, xem Hình 4.9(b).
- (3) Không cần xét tới lệch tâm cục bộ nếu đường hàn được sử dụng như là một phần của một nhóm đường hàn quanh chu vi của một tiết diện rỗng.



(a) Mô men uốn gây ra lực kéo tại gốc đường hàn

(b) Lực kéo gây kéo tại gốc đường hàn

Hình 4.9 - Đường hàn góc một phía và đường hàn đối đầu thấu một phần một phía

4.13 Thép góc liên kết một cạnh

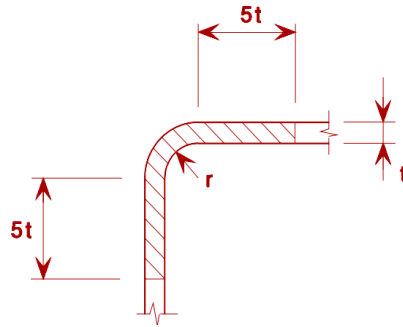
- (1) Trong thép góc liên kết ở một cạnh, có thể cho phép sự lệch tâm của nút chồng bằng liên kết hàn với điều kiện sử dụng diện tích tiết diện hiệu dụng và sau đó là tính toán cấu kiện với tải trọng lệch tâm.
- (2) Đối với thép góc đều cạnh hoặc thép góc không đều cạnh liên kết bằng cạnh dài, diện tích hiệu dụng có thể được lấy bằng diện tích tiết diện nguyên.
- (3) Đối với thép góc không đều cạnh liên kết bằng cạnh ngắn, diện tích hiệu dụng được lấy bằng diện tích tiết diện nguyên của thép góc đều cạnh tương đương với cạnh ngắn, khi tính khả năng chịu lực thiết kế của tiết diện xem TCVN X1993-1-1. Tuy nhiên, khi tính toán cường độ ổn định cấu kiện chịu nén, xem TCVN X1993-1-1, cần sử dụng diện tích tiết diện nguyên thực tế.

4.14 Hàn trong vùng tạo hình nguội

- (1) Công tác hàn có thể được thực hiện trong đoạn $5t$ về mỗi bên của vùng tạo hình nguội, xem Bảng 4.2, với điều kiện đảm bảo một trong các yêu cầu sau:
 - vùng tạo hình nguội được tối sau khi tạo hình nguội, nhưng trước khi hàn
 - tỉ lệ r/t thoả mãn giá trị tương ứng trong Bảng 4.2.

Bảng 4.2 - Điều kiện đối với hàn trong vùng tạo hình nguội và kim loại liên kết

r/t	Biến dạng do cán nguội (%)	Chiều dày tối đa (mm)		
		Thép thông thường		Thép được khử oxi hoàn toàn và một phần (Al \geq 0,02%)
		Chịu tải tĩnh là chủ yếu	Chịu mỏi	
≥ 25	≤ 2	bất kỳ	bất kỳ	bất kỳ
≥ 10	≤ 5	bất kỳ	16	bất kỳ
$\geq 3,0$	≤ 14	24	12	24
$\geq 2,0$	≤ 20	12	10	12
$\geq 1,5$	≤ 25	8	8	10
$\geq 1,0$	≤ 33	4	4	6



CHÚ THÍCH: Tiết diện rỗng cán nguội theo EN 10.219 nếu không thỏa mã các giới hạn trên vẫn có thể được xem là đảm bảo các giới hạn này nếu các tiết diện này có chiều dày không quá 12,5 mm và được khử oxi bằng Nhôm với chất lượng J2H, K2H, MH, MLH, NH hoặc NLH và thỏa mãn $C \leq 0,18\%$, $P \leq 0,020\%$ và $S \leq 0,012\%$.

Trong trường hợp khác chỉ cho phép hàn trong khoảng $5t$ tính từ góc nếu có các kết quả thử nghiệm chứng minh việc hàn là được phép đối với các trường hợp này.

5 Phân tích, phân loại và mô hình hóa

5.1 Phân tích tổng thể

5.1.1 Quy định chung

- (1) Cần xem xét ảnh hưởng của ứng xử của nút đối với sự phân phối nội lực và mô men trong kết cấu, và đối với biến dạng tổng thể của kết cấu, nhưng khi các ảnh hưởng này đủ nhỏ thì có thể được bỏ qua.
- (2) Để xác định mức độ ảnh hưởng của ứng xử nút liệu có cần phải xem xét khi phân tích hay không, cần phân biệt giữa ba kiểu nút được đơn giản hóa như sau:
 - nút đơn giản, là nút có thể được xem là không truyền mô men;
 - nút liên tục, là nút mà ứng xử của nó có thể được xem là không gây ảnh hưởng tới việc phân tích;
 - nút bán-liên tục, là nút mà ứng xử của nó cần được xét tới trong phân tích.
- (3) Mô hình nút thích hợp cần được xác định theo Bảng 5.1, tùy thuộc vào phân loại nút và việc lựa chọn phương pháp phân tích.
- (4) Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế của nút được sử dụng trong tính toán có thể được đơn giản hoá bằng các sử dụng một đường cong thích hợp, bao gồm cả đường tuyến tính gần đúng (ví dụ đường 2 đoạn thẳng hoặc đường 3 đoạn thẳng), sao cho toàn bộ đường cong gần đúng thấp hơn đường đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế.

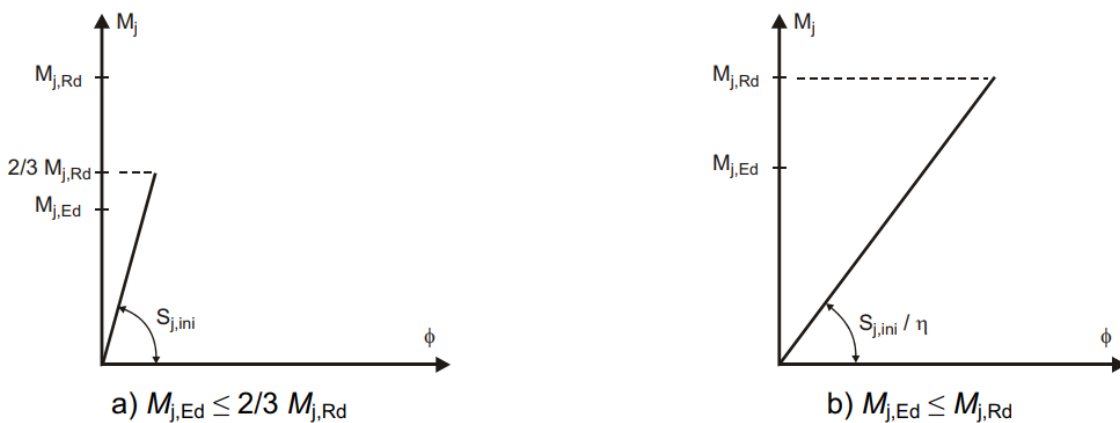
Bảng 5.1 - Kiểu mô hình nút

Phương pháp phân tích	Phân loại nút
-----------------------	---------------

Đàn hồi	Khớp (danh nghĩa)	Cứng	Nửa-cứng
Cứng–dẻo	Khớp (danh nghĩa)	Cường độ–đầy đủ	Cường độ–một phần
Đàn hồi–dẻo	Khớp (danh nghĩa)	Cứng và Cường độ–đầy đủ	Nửa-cứng và Cường độ–một phần Nửa-cứng và Cường độ–đầy đủ Cứng và Cường độ–một phần
Kiểm mô hình nút	Đơn giản	Liên tục	Bán-liên tục

5.1.2 Phân tích tổng thể đàn hồi

- (1) Nút cần được phân loại theo độ cứng xoay của chúng, xem 5.2.2.
- (2) Nút cần có đủ cường độ để truyền lực và mô men tác dụng thu được từ phân tích.
- (3) Với nút nửa-cứng, độ cứng xoay S_j tương ứng với mô men uốn $M_{j,Ed}$ cần được sử dụng trong phân tích. Nếu $M_{j,Ed}$ không quá $2/3M_{j,Rd}$, độ cứng xoay ban đầu $S_{j,ini}$ có thể được lấy thông qua phân tích tổng thể, xem Hình 5.1(a).
- (4) Để đơn giản vấn đề nêu ở 5.1.2(3), độ cứng xoay có thể được lấy bằng $S_{j,ini}/\eta$ trong phân tích đối với mọi giá trị mô men $M_{j,Ed}$ như Hình 5.1(b), trong đó η là hệ số điều chỉnh độ cứng theo Bảng 5.2.
- (5) Đối với nút tiết diện H hoặc I, S_j được cho trong 6.3.1.



Hình 5.1 - Độ cứng xoay dùng cho phân tích tổng thể đàn hồi

Bảng 5.2 - Hệ số điều chỉnh độ cứng η

Kiểu liên kết	Nút Dầm-Cột	Nút dạng khác (dầm-dầm, nối dầm, chân cột)
---------------	-------------	--

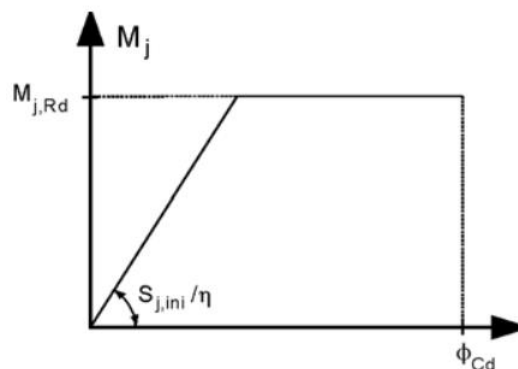
Hàn	2	3
Bu lông với bản mã đầu	2	3
Bu lông với ke góc bắt bản cánh	2	3,5
Bản mã chân đế	-	3

5.1.3 Phân tích tổng thể Cứng-dẻo

- (1) Nút được phân loại theo cường độ, xem 5.2.3.
- (2) Đối với nút tiết diện H hoặc I, $M_{j,Rd}$ được cho ở 6.2.
- (3) Đối với nút tiết diện rỗng, áp dụng phương pháp nêu ở Điều 7.
- (4) Khả năng xoay của nút cần đủ đáp ứng góc xoay thu được từ phân tích.
- (5) Đối với nút tiết diện H hoặc I, khả năng xoay cần được kiểm tra theo 6.4.

5.1.4 Phân tích tổng thể Đàn hồi-dẻo

- (1) Nút được phân loại theo cả độ cứng (5.2.2) và cường độ (5.2.3).
- (2) Đối với nút tiết diện H hoặc I, $M_{j,Rd}$ được cho ở 6.2. S_j được cho trong 6.3.1 và ϕ_{Cd} được cho trong 6.4.
- (3) Đối với nút tiết diện rỗng, có thể sử dụng phương pháp nêu ở Điều 7.
- (4) Đặc trưng xoay của nút cần được sử dụng để xác định sự phân phối nội lực và mô men.
- (5) Để đơn giản, có thể áp dụng đặc trưng quan hệ mô men – góc xoay thiết kế dạng hai đường thẳng thể hiện ở Hình 5.2. Hệ số điều chỉnh độ cứng η được lấy theo Bảng 5.2.



Hình 5.2 - Đặc trưng quan hệ mô men – góc xoay thiết kế dạng hai đường thẳng

5.1.5 Phân tích tổng thể kết cấu dạng lưới

- (1) Các quy định ở 5.1.5 chỉ áp dụng cho kết cấu mà các nút được kiểm tra theo Điều 7.

- (2) Sự phân phối lực dọc trong thanh có thể được xác định dựa vào giả thiết là các thanh được liên kết bởi các nút khớp (xem thêm 2.7).
- (3) Mô men thứ cấp tại nút, được tạo ra do độ cứng xoay của nút, có thể được bỏ qua trong cả thiết kế cấu kiện và tính toán nút, nếu đảm bảo thỏa mãn các điều kiện sau:
- nút có hình dáng theo các kiểu như thể hiện trong Bảng 7.1, Bảng 7.8, Bảng 7.9 hoặc Bảng 7.20;
 - tỉ lệ chiều dài và chiều cao của phần tử trong mặt phẳng lưới giàn không nhỏ hơn giá trị tối thiểu thích hợp. Với kết cấu nhà, giá trị này có thể được lấy là 6. Có thể áp dụng giá trị lớn hơn đối với các phần khác của TCVN X1993;
 - độ lệch tâm nằm trong giới hạn quy định trong 5.1.5(5).

- (4) Mô men gây ra bởi tải trọng ngang (trong hoặc ngoài mặt phẳng) tác dụng giữa các nút giàn cần được xem xét trong tính toán cấu kiện chịu tải ngang đó. Nếu đảm bảo rằng các điều kiện nêu ở 5.1.5(3) được thỏa mãn thì:
- các thanh giằng có thể được xem là liên kết khớp với các thanh cánh, do vậy mô men do tải ngang tác dụng lên thanh cánh không cần phân bố cho thanh giằng, và ngược lại;
 - các thanh cánh có thể được xem xét như dầm liên tục, với gối đơn giản tại các mắt giàn.

- (5) Có thể bỏ qua mô men do lệch tâm trong tính toán thanh cánh chịu kéo và thanh giằng. Mô men này cũng có thể được bỏ qua trong tính toán liên kết nếu độ lệch tâm thỏa mãn điều kiện sau:

$$-0,55d_0 \leq e \leq 0,25d_0 \tag{5.1a}$$

$$-0,55h_0 \leq e \leq 0,25h_0 \tag{5.1 b}$$

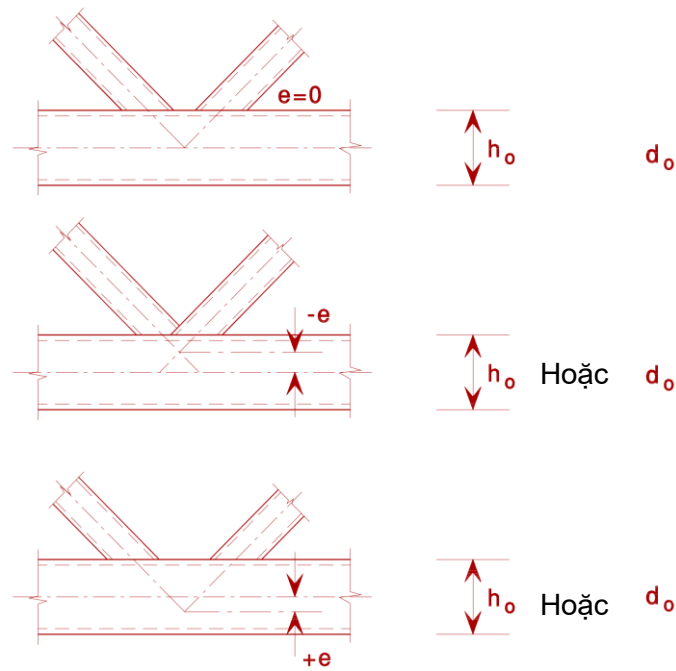
trong đó:

e là độ lệch tâm định nghĩa theo Hình 5.3;

d_0 là đường kính thanh cánh;

h_0 là chiều cao thanh cánh, trong mặt phẳng giàn.

- (6) Khi độ lệch tâm nằm trong khoảng giá trị như 5.1.5(5), mô men do lệch tâm cần được xét đến trong tính toán thanh cánh chịu nén. Mô men gây ra bởi độ lệch tâm cần được phân phối giữa các thanh cánh chịu nén tại mỗi phía của nút, dựa vào hệ số độ cứng tương đối giữa chúng I/L , trong đó L là chiều dài của cấu kiện, đo giữa các mắt giàn.
- (7) Khi độ lệch tâm nằm ngoài khoảng giá trị trong 5.1.5(5), mô men do lệch tâm cần được xét đến trong tính toán nút và cấu kiện. Mô men gây ra bởi độ lệch tâm cần được phân phối giữa tất cả các thanh tại nút, dựa vào hệ số độ cứng tương đối giữa chúng I/L .
- (8) Ứng suất trong thanh cánh do mô men xét trong tính toán thanh cánh cần được xem xét để xác định các hệ số k_m , k_n và k_p sử dụng trong tính toán nút, xem Bảng 7.2 tới 7.5, Bảng 7.10 và Bảng 7.12 tới 7.14.
- (9) Các trường hợp mà cần xét đến mô men được tóm tắt trong Bảng 5.3.



Hình 5.3 - Độ lệch tâm của nút

Bảng 5.3 - Sự cho phép đối với mô men uốn

Loại cấu kiện	Nguồn gây ra mô men uốn		
	Ảnh hưởng thứ cấp	Tải trọng ngang	Lệch tâm
Thanh cánh chịu nén	Không cần xét nếu 5.1.5(3) thỏa mãn	Cần xét	Cần xét
Thanh cánh chịu kéo			Không cần xét nếu 5.1.5(3) và (5) thỏa mãn
Thanh giằng			Không cần xét nếu 5.1.5(3) và (5) thỏa mãn
Nút			Không cần xét nếu 5.1.5(3) và (5) thỏa mãn

5.2 Phân loại nút

5.2.1 Quy định chung

(1) Chi tiết các loại nút cần thỏa mãn các giả thiết đối với phương pháp thiết kế tương ứng, không gây tác động bất lợi tới bất kỳ phần nào của kết cấu.

(2) Nút có thể được phân loại thông qua độ cứng (5.2.2) và cường độ của chúng (5.2.3).

CHÚ THÍCH: Phụ lục Quốc Gia có thể cung cấp thông tin bổ sung đối với việc phân loại nút dựa vào độ cứng và cường độ nêu ở 5.2.2.1(2).

5.2.2 Phân loại theo độ cứng

5.2.2.1 Quy định chung

(1) Một nút có thể được phân loại là cứng, khớp hoặc nửa-cứng tùy thuộc vào độ cứng xoay của nó, bằng cách so sánh độ cứng xoay ban đầu $S_{j,ini}$ với các giới hạn phân loại cho trong 5.2.2.5.

CHÚ THÍCH: Quy định xác định $S_{j,ini}$ đối với nút tiết diện H hoặc I được nêu trong 6.3.1. Quy định xác định $S_{j,ini}$ đối với nút tiết diện rỗng không được đề cập ở tiêu chuẩn này.

(2) Một nút có thể được phân loại dựa vào chứng thực thử nghiệm, kinh nghiệm đáp ứng tính năng trong các trường hợp tương tự đã có hoặc bằng tính toán dựa vào kết quả thử nghiệm.

5.2.2.2 Nút khớp

(1) Nút khớp cần có khả năng truyền nội lực, không phát sinh đáng kể mô men mà có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho cấu kiện hoặc cho kết cấu tổng thể.

(2) Nút khớp cần có khả năng chịu được góc xoay do tải trọng thiết kế gây ra.

5.2.2.3 Nút cứng

(1) Nút cứng có thể được xem là có đủ độ cứng xoay để có thể tính toán như giả thiết cấu kiện hoàn toàn liên tục.

5.2.2.4 Nút nửa-cứng

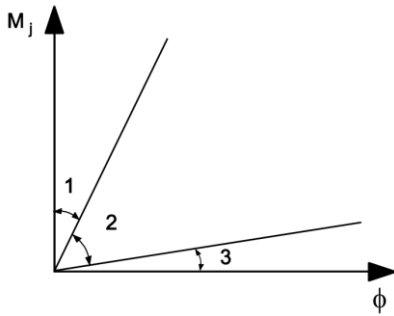
(1) Nút không đáp ứng tiêu chí của nút cứng hoặc nút khớp được phân loại là nút nửa-cứng.

CHÚ THÍCH: Nút nửa-cứng cho phép sự tương tác giữa các cấu kiện ở mức độ có thể dự báo được, dựa trên đặc trưng quan hệ mô men – góc xoay thiết kế của nút.

(2) Nút nửa-cứng cần có khả năng truyền nội lực và mô men.

5.2.2.5 Phân loại nút

(1) Phân loại nút (trừ chân cột) được cho trong 5.2.2.1(1) và Hình 5.4.



Vùng 1: cứng, nếu $S_{j,ini} \geq k_b EI_b / L_b$

trong đó:

$k_b = 8$ đối với khung có hệ giằng có tác dụng giảm tối thiểu 80% chuyển vị ngang

$k_b = 25$ đối với các loại khung khác, nếu đảm bảo thỏa mãn điều kiện $K_b / K_c \geq 0.1$ *) cho các tầng.

Vùng 2: nửa-cứng

Mọi nút thuộc vùng 2 được phân loại là nửa-cứng. Nút ở vùng 1 hoặc 3 cũng có thể được xử lý như đối với nút nửa-cứng.

Vùng 3: thường là khớp, nếu $S_{j,ini} \leq 0,5 EI_b / L_b$

*) Đối với khung có $K_b / K_c < 0,1$, nút được phân loại là nửa-cứng.

Ký hiệu:

K_b là giá trị trung bình của I_b / L_b đối với tất cả dầm của tầng đang xét;

K_c là giá trị trung bình của I_c / L_c đối với tất cả cột của tầng đang xét;

I_b là mô men quán tính của tiết diện dầm;

I_c là mô men quán tính của tiết diện cột;

L_b là nhịp dầm (từ tim – tim cột);

L_c là chiều cao của cột.

Hình 5.4 - Phân loại nút theo độ cứng

(2) Chân cột có thể được phân loại là cứng nếu các điều kiện sau được thỏa mãn:

- với khung có hệ giằng có tác dụng giảm tối thiểu 80% chuyển vị ngang và khi ảnh hưởng của biến dạng có thể bỏ qua:

$$\text{- nếu } \bar{\lambda}_0 \leq 0,5 \quad (5.2a)$$

$$\text{- nếu } 0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93 \text{ và } S_{j,ini} \geq 7 (2\bar{\lambda}_0 - 1) EI_c / L_c; \quad (5.2b)$$

$$\text{- nếu } \bar{\lambda}_0 \geq 3,93 \text{ và } S_{j,ini} \geq 48 EI_c / L_c \quad (5.2c)$$

$$\text{- còn không, nếu } S_{j,ini} \geq 30 EI_c / L_c \quad (5.2d)$$

trong đó:

$\bar{\lambda}_0$ là độ mảnh của cột khi cả hai đầu được xem là khớp;

I_c, L_c được cho trong Hình 5.4.

5.2.3 Phân loại theo cường độ

5.2.3.1 Quy định chung

(1) Một nút có thể được phân loại là cường độ-đầy đủ, khớp, hoặc cường độ-một phần bằng cách so sánh khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nó với khả năng chịu uốn thiết kế của cấu kiện được liên kết. Khi phân loại nút, khả năng chịu lực thiết kế của cấu kiện được lấy theo cấu kiện cạnh nút.

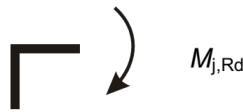
5.2.3.2 Nút khớp

- (1) Một nút khớp cần có khả năng truyền lực mà không làm phát sinh đáng kể mô men, có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho cấu kiện hoặc kết cấu tổng thể.
- (2) Một nút khớp cần có khả năng thích ứng được với góc xoay do tải trọng thiết kế gây ra.
- (3) Một nút có thể được phân loại là khớp nếu khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nó không lớn hơn 0,25 lần khả năng chịu uốn thiết kế yêu cầu đối với một nút cường độ-đầy đủ, và nếu đảm bảo nó cũng đủ khả năng thích ứng với góc xoay do tải trọng thiết kế gây ra.

5.2.3.3 Nút cường độ-đầy đủ

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của nút cường độ-đầy đủ không được nhỏ hơn khả năng chịu lực thiết kế của cấu kiện được liên kết.
- (2) Một nút có thể được phân loại là cường độ-đầy đủ nếu đáp ứng các tiêu chí thể hiện ở Hình 5.5.

a) Đỉnh cột



$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd} \text{ hoặc}$$

$$M_{j,Rd} \geq M_{c,pl,Rd}$$

b) Trên phạm vi chiều cao cột



$$M_{j,Rd} \geq M_{b,pl,Rd} \text{ hoặc}$$

$$M_{j,Rd} \geq 2 M_{c,pl,Rd}$$

Ký hiệu:

$M_{b,pl,Rd}$ là khả năng chịu uốn dẻo thiết kế của một dầm;

$M_{c,pl,Rd}$ là khả năng chịu uốn dẻo thiết kế của một cột.

Hình 5.5: Phân loại nút theo độ cứng

5.2.3.4 Nút cường độ-một phần

- (1) Một nút khi mà không đáp ứng các tiêu chí đối với nút cường độ-đầy đủ hoặc nút khớp thì sẽ được phân loại là nút cường độ-một phần.

5.3 Mô hình hóa nút dầm-cột

- (1) Để mô hình ứng xử biến dạng của một nút, cần xem xét biến dạng cắt của bản bụng và biến dạng xoay của các liên kết.
- (2) Cấu tạo nút cần được thiết kế để chịu mô men uốn $M_{b1,Ed}$ và $M_{b2,Ed}$, lực dọc $N_{b1,Ed}$ và $N_{b2,Ed}$, và lực cắt $V_{b1,Ed}$ và $V_{b2,Ed}$ tại nút truyền vào từ các cấu kiện liên kết, xem Hình 5.6.
- (3) Lực cắt sinh ra trong bản bụng $V_{wp,Ed}$ được xác định theo công thức sau:

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed})/z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed})/2 \quad (5.3)$$

trong đó:

z là cánh tay đòn, xem 6.2.7.

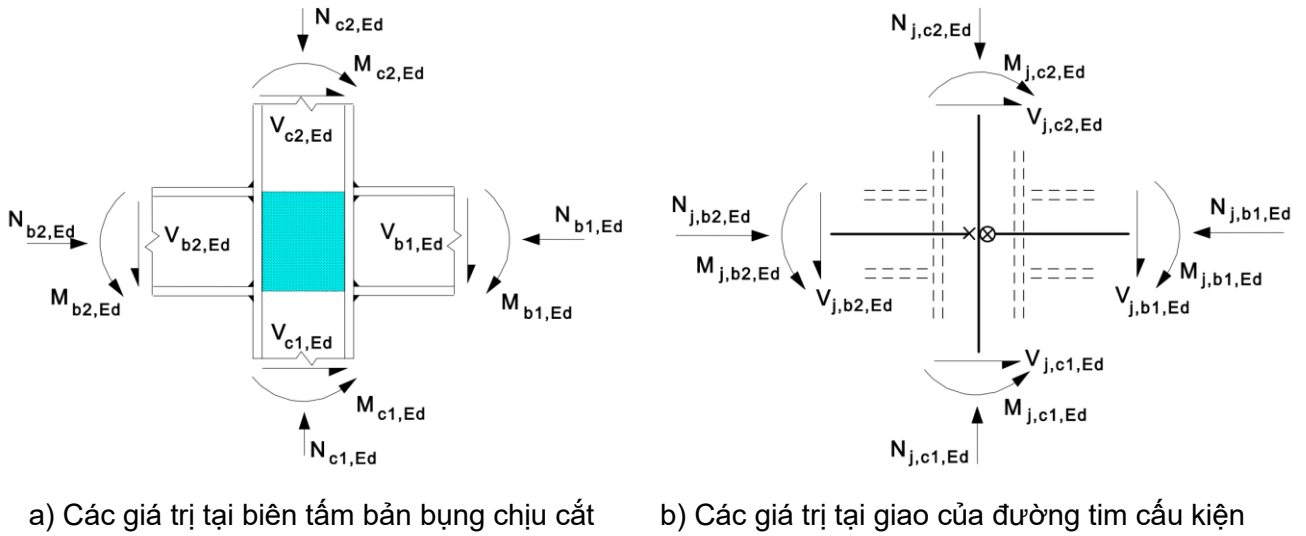
- (4) Để mô hình một nút sát với ứng xử mong muốn dự kiến đối với nó, tấm bản bụng chịu cắt và mỗi liên kết cần được mô hình hóa độc lập, chịu mô men và lực của cấu kiện, tác dụng tại biên của tấm bản bụng, xem Hình 5.6(a) và Hình 5.7.
- (5) Để đơn giản hóa thay cho 5.3(4), nút một phía có thể được mô hình như là một nút đơn, nút hai phía có thể được mô hình thành hai nút tách biệt nhưng tương tác với nhau, cho mỗi phía. Như vậy, nút dầm-cột hai phía có hai đặc trưng mô men-góc xoay, một là cho nút phía phải, hai là cho nút phía trái.
- (6) Với nút dầm-cột hai phía, mỗi nút cần được mô hình là lò xo với độ cứng đàn hồi xoay tách biệt nhau, như Hình 5.8, trong đó mỗi lò xo có đặc trưng mô men – góc xoay phản ánh ứng xử của tấm bản bụng chịu cắt cũng như ảnh hưởng của các liên kết liên quan.
- (7) Khi xác định khả năng chịu uốn thiết kế và độ cứng xoay của mỗi thành phần nút, ảnh hưởng có thể có của tấm bản bụng chịu cắt cần được xem xét dựa vào tham số chuyển đổi β_1 và β_2 , trong đó:

β_1 là giá trị của tham số chuyển đổi β đối với nút bên phải;

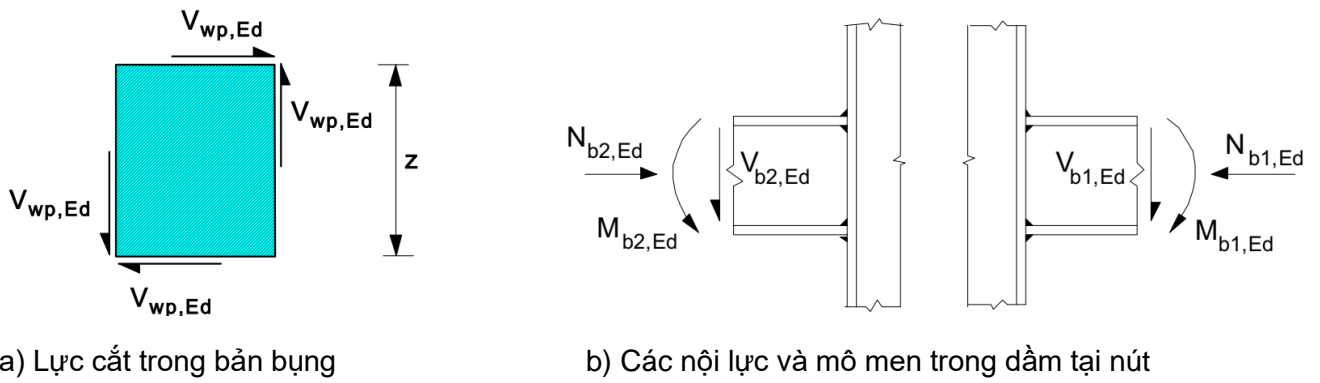
β_2 là giá trị của tham số chuyển đổi β đối với nút bên trái;

CHÚ THÍCH: Tham số chuyển đổi β_1 và β_2 được sử dụng trực tiếp trong 6.2.7.2(7) và 6.3.2(1). Các tham số này cũng được sử dụng ở 6.2.6.2(1) và 6.2.6.3(4) cho liên kết kèm theo Bảng 6.3 để xác định hệ số giảm ω đối với cắt.

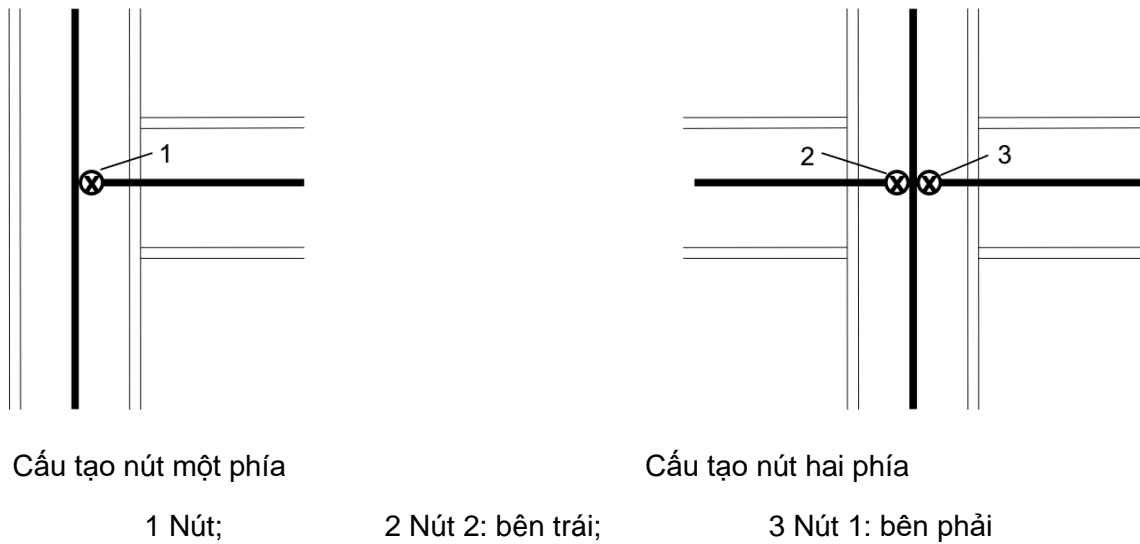
- (8) Các giá trị gần đúng của β_1 và β_2 dựa trên mô men dầm $M_{b1,Ed}$ và $M_{b2,Ed}$ tại biên của tấm bản bụng chịu cắt, xem Hình 5.6(a), có thể được lấy theo Bảng 5.4.



Hình 5.6 - Lực và mô men tác dụng tại nút



Hình 5.7 - Lực và mô men tác dụng tại tâm bản bụng chịu cắt của liên kết



Hình 5.8 - Mô hình hóa nút

(9) Một cách thay thế cho 5.3(8), giá trị chính xác hơn của β_1 và β_2 dựa trên mô men dầm $M_{j,b1,Ed}$ và $M_{j,b2,Ed}$ tại giao điểm của các đường tim cầu kiện có thể được xác định từ mô hình đơn giản hóa như Hình 5.6(b), như sau:

$$\beta_1 = |1 - M_{j,b2,Ed}/M_{j,b1,Ed}| \leq 2 \tag{5.4a}$$

$$\beta_2 = |1 - M_{j,b1,Ed}/M_{j,b2,Ed}| \leq 2 \tag{5.4b}$$

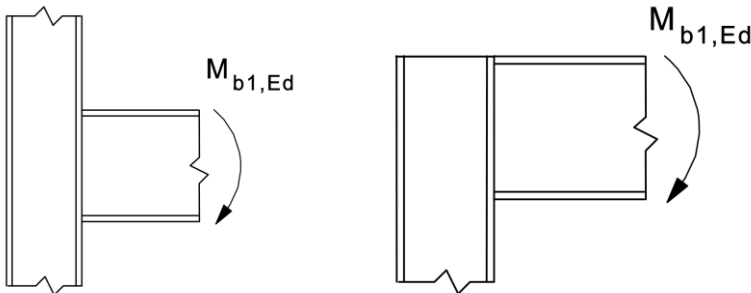
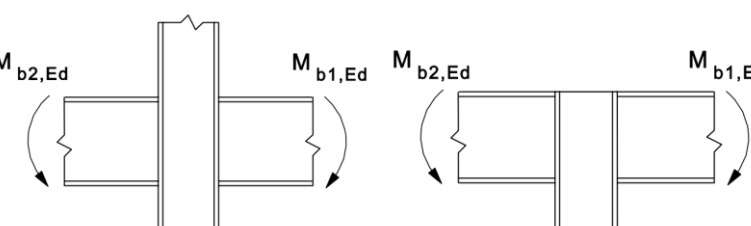
trong đó:

$M_{j,b1,Ed}$ là mô men tại giao điểm dầm phía phải;

$M_{j,b2,Ed}$ là mô men tại giao điểm dầm phía trái.

(10) Với trường hợp nút dầm-cột hai phía không có sườn gia cường mà chiều cao hai dầm không bằng nhau, cần xem xét sự phân phối ứng suất cắt thực tế trong tấm bản bụng cột khi xác định khả năng chịu uốn thiết kế.

Bảng 5.4 - Giá trị gần đúng của tham số β

Loại nút	Lực tác dụng	Giá trị β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ $M_{b1,Ed}/M_{b2,Ed} > 0$ $M_{b1,Ed}/M_{b2,Ed} < 0$ $M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta = 0$ *) $\beta \approx 1$ $\beta \approx 2$ $\beta \approx 2$
*) Trường hợp này giá trị β là giá trị chính xác, thay vì là một giá trị gần đúng.		

6 Nút liên kết tiết diện H hoặc I

6.1 Quy định chung

6.1.1 Cơ sở

- (1) Phần này trình bày phương pháp thiết kế để xác định đặc trưng của nút trong khung. Để áp dụng các phương pháp này, một nút cần được mô hình như là tổ hợp của các bộ phận cơ bản, xem 1.4(1).
- (2) Các bộ phận cơ bản trong Tiêu chuẩn này được xác định theo Bảng 6.1 và đặc trưng của chúng cần được xác định theo các quy định trong Tiêu chuẩn này. Các bộ phận cơ bản khác có thể được sử dụng nếu đảm bảo đặc trưng của chúng được dựa trên các phương pháp thử nghiệm hoặc tính toán bằng phương pháp giải tích và phương pháp số được chứng thực bằng thử nghiệm. xem TCVN X1990.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp thiết kế đối với các bộ phận cơ bản của nút cho trong Tiêu chuẩn này được áp dụng chung và cũng có thể được áp dụng cho các bộ phận tương tự trong nút loại khác. Tuy nhiên, phương pháp thiết kế cụ thể trong việc xác định khả năng chịu uốn thiết kế, độ cứng xoay và khả năng xoay của nút sẽ được dựa trên giả thiết về phân phối nội lực của các nút minh họa ở Hình 1.2. Đối với các nút loại khác, phương pháp thiết kế để xác định khả năng chịu uốn thiết kế, độ cứng xoay và khả năng xoay cần được dựa trên các giả thiết phù hợp đối với sự phân bố nội lực.

6.1.2 Đặc trưng kết cấu

6.1.2.1 Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế

- (1) Một nút có thể được mô hình hoá bởi một lò xo xoay liên kết các đường tim của các cấu kiện liên kết tại điểm giao, như Hình 6.1(a) và (b) đối với nút dầm-cột một phía. Đặc trưng của lò xo có thể được biểu thị dưới dạng đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế, quan hệ giữa mô men uốn $M_{j,Ed}$ tác dụng tại nút và góc xoay tương ứng ϕ_{Ed} giữa các cấu kiện liên kết. Nói chung, đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế là phi tuyến như trong Hình 6.1(c).
- (2) Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế, Hình 6.1(c) cần xác định được ba đặc trưng chính sau:
 - khả năng chịu uốn;
 - độ cứng xoay;
 - khả năng xoay.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp cụ thể, ứng xử mô men – góc xoay thực tế của nút bao gồm một số góc xoay do các yếu tố như sự trượt của bu lông, bu lông không khít lỗ và trong trường hợp chân cột là tương tác móng và nền. Điều này có thể gây ra một góc xoay khớp ban đầu đáng kể, cần được xét đến trong đường đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế.

- (3) Đường cong mô men góc xoay thiết kế đặc trưng của nút dầm cột phải đồng nhất với giả thiết được sử dụng trong phân tích kết cấu tổng thể và giả thiết được sử dụng trong tính toán cấu kiện, xem TCVN X1993-1-1.
- (4) Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế của nút và chân cột tiết diện H và I tính toán theo 6.3.1(4) có thể được giả thiết là thỏa mãn các yêu cầu nêu trong 5.1.1(4) để đơn giản hóa đặc trưng này trong phân tích tổng thể.

6.1.2.2 Khả năng chịu uốn thiết kế

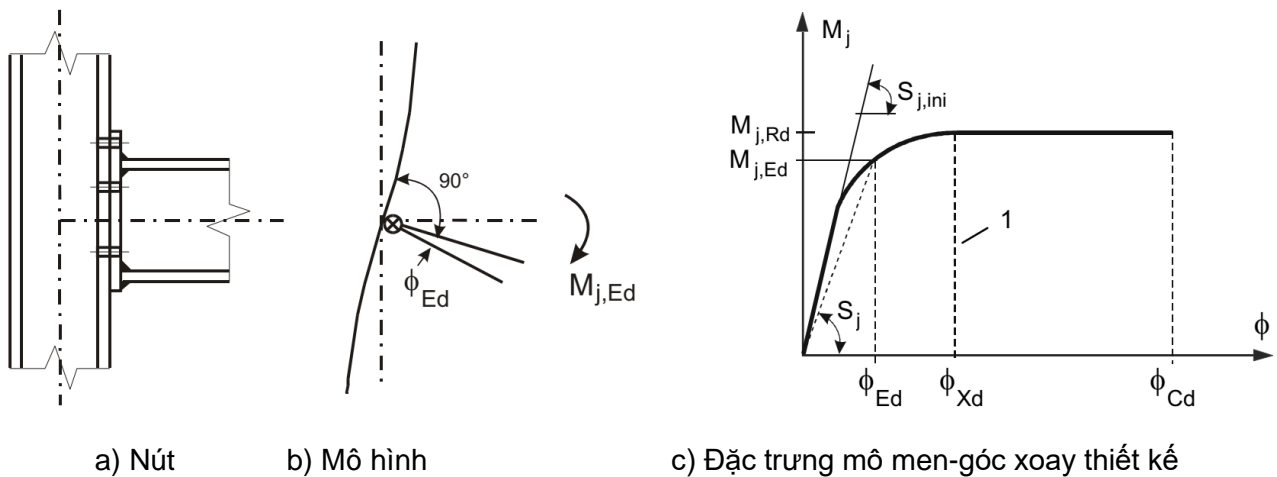
- (1) Khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ bằng mô men lớn nhất của đặc trưng mô men – góc xoay thiết kế, xem Hình 6.1(c), cần được lấy theo 6.1.3(4).

6.1.2.3 Độ cứng xoay

- (1) Độ cứng xoay S_j , độ cứng cát tuyến thể hiện ở Hình 6.1(c), cần được lấy theo 6.3.1(4). Đối với đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế, định nghĩa này của S_j áp dụng cho tới góc xoay ϕ_{Xd} ứng với khi $M_{j,Ed}$ đạt $M_{j,Rd}$, nhưng không áp dụng cho giá trị góc xoay lớn hơn, xem Hình 6.1(c). Độ cứng xoay ban đầu $S_{j,ini}$, độ dốc giai đoạn đàn hồi của đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế, cần được lấy theo 6.1.3(4).

6.1.2.4 Khả năng xoay

- (1) Khả năng xoay tính toán ϕ_{Cd} của nút, bằng góc xoay lớn nhất của đặc trưng mô men – góc xoay thiết kế, xem Hình 6.1(c), cần được lấy theo 6.1.3(4).

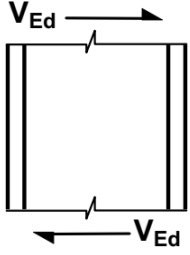
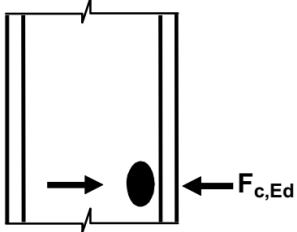
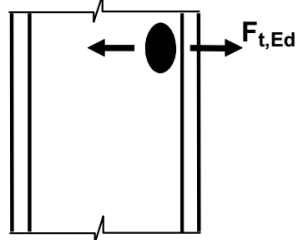
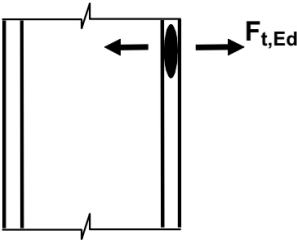
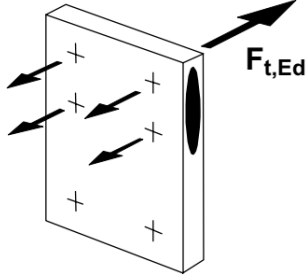


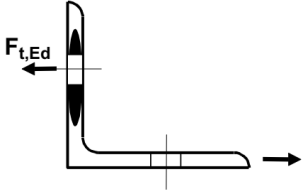
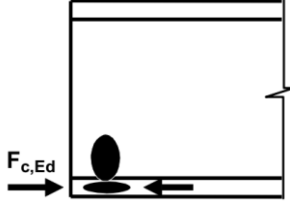
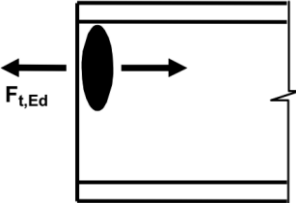
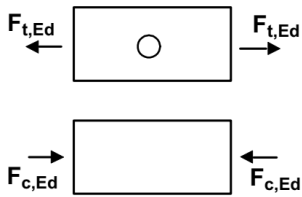
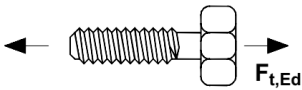
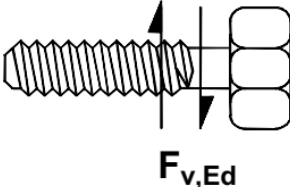
Hình 6.1 - Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế của nút

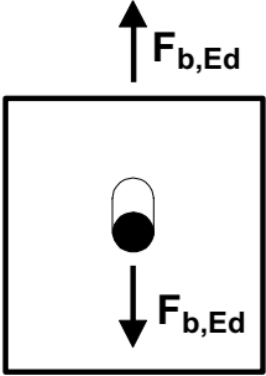
6.1.3 Bộ phận cơ bản của nút

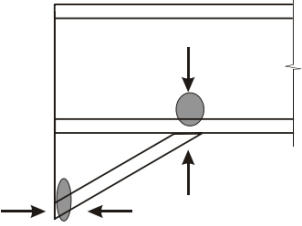
- (1) Đặc trưng mô men-góc xoay thiết kế của nút phụ thuộc vào đặc trưng của các bộ phận cơ bản của nó, xác định theo 6.1.3(2).
- (2) Bộ phận cơ bản được xác định theo Bảng 6.1, kèm theo các quy định áp dụng để đánh giá đặc trưng kết cấu của chúng.
- (3) Một số bộ phận cơ bản có thể được tăng cường. Chi tiết của các phương pháp tăng cường khác nhau được cho trong 6.2.4.3 và 6.2.6.
- (4) Quan hệ giữa đặc trưng của bộ phận cơ bản nút và đặc trưng kết cấu của nút được trình bày ở các quy định sau:
- khả năng chịu uốn theo 6.2.7 và 6.2.8;
 - độ cứng xoay theo 6.3.1;
 - khả năng xoay theo 6.4.

Bảng 6.1 - Bộ phận cơ bản của nút

Bộ phận cơ bản		Quy định áp dụng			
		Khả năng chịu lực thiết kế	Hệ số độ cứng	Khả năng xoay	
1	Bản bụng chịu cắt của cột		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 và 6.4.3
2	Bản bụng cột chịu nén ngang		6.2.6.2	6.3.2	6.4.2 và 6.4.3
3	Bản bụng cột chịu kéo ngang		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 và 6.4.3
4	Bản cánh cột chịu uốn		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 và 6.4.3
5	Bản mã bịt đầu chịu uốn		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2

6	Thép ke góc bản cánh chịu uốn		6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
7	Cánh và bụng dầm hoặc cột chịu nén		6.2.6.7	6.3.2	*)
8	Bụng dầm chịu kéo		6.2.6.8	6.3.2	*)
9	Tấm chịu kéo hoặc nén		Chịu kéo: TCVN X1993-1-1 Chịu nén: TCVN X1993-1-1	6.3.2	*)
10	Bu lông chịu kéo		Với bản cánh cột: 6.2.6.4 Với bản mã bịt đầu: 6.2.6.5 Với ke góc bản cánh: 6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
11	Bu lông chịu cắt		3.6	6.3.2	6.4.2

12	Bu lông chịu ép mặt (trên cánh dầm, cánh cột hoặc bản mã, bản giằng)		3.6	6.3.2	*)
13	Bê tông chịu nén bao gồm cả vữa		6.2.6.9	6.3.2	*)
14	Bản mã chịu uốn khi nén		6.2.6.10	6.3.2	*)
15	Bản đế chân cột chịu uốn khi kéo		6.2.6.11	6.3.2	*)
16	Bu lông neo chịu kéo		6.2.6.12	6.3.2	*)
17	Bu lông neo chịu cắt		6.2.2	*)	*)
18	Bu lông neo chịu ép mặt		6.2.2	*)	*)
19	Hàn		4	6.3.2	*)

20	Dầm nách		6.2.6.7	6.3.2	*)
*) Không có thông tin cho mục này.					

6.2 Khả năng chịu lực thiết kế

6.2.1 Nội lực

- (1) Ứng suất do nội lực và mô men trong cấu kiện có thể được giả thiết là không ảnh hưởng tới khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản của nút, ngoại trừ quy định trong 6.2.1(2) và 6.2.1(3).
- (2) Ứng suất dọc cột cần được xem xét khi xác định khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu nén, xem 6.2.6.2(2).
- (3) Lực cắt trong tấm bản bụng cột được xét tới khi xác định khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản sau:
 - bản bụng cột chịu nén ngang, xem 6.2.6.2;
 - bản bụng cột chịu kéo ngang, xem 6.2.6.3.

6.2.2 Lực cắt

- (1) Trong liên kết hàn và liên kết bu lông kiểu bản mã bịt đầu, đường hàn liên kết bụng dầm cần được thiết kế để truyền lực cắt từ dầm tới nút, mà không xét tới sự tham gia của đường hàn liên kết các bản cánh dầm.
- (2) Trong liên kết bu lông kiểu bản mã bịt đầu, khả năng chịu lực thiết kế của mỗi hàng bu lông chịu tổ hợp của lực cắt và lực dọc cần được kiểm tra theo tiêu chí nêu ở Bảng 3.4, xét tới tổng lực kéo trong bu lông, kể cả lực gây ra do hiệu ứng đòn bẩy.

CHÚ THÍCH: Để đơn giản, bu lông yêu cầu để chịu kéo có thể được giả thiết là huy động được toàn bộ khả năng chịu kéo thiết kế, khi lực cắt thiết kế không vượt quá tổng của:

- a) tổng khả năng chịu cắt thiết kế của các bu lông không xét tới để chịu kéo, và
 - b) (0,4/1,4) lần tổng khả năng chịu cắt thiết kế của các bu lông cũng dùng để chịu kéo
- (3) Trong liên kết bu lông kiểu ke góc bản cánh, ke góc liên kết bản cánh chịu nén của dầm có thể giả thiết truyền lực cắt từ dầm tới cột nếu đảm bảo:
 - khoảng cách g giữa đầu dầm và mặt cột không quá chiều dày t_a của ke góc;
 - lực không vượt quá khả năng chịu cắt thiết kế của bu lông liên kết ke góc với cột;
 - bản bụng dầm thỏa mãn các yêu cầu nêu trong TCVN X1993-1-5, phần 6.

- (4) Khả năng chịu cắt thiết kế của nút có thể được xác định từ sự phân phối nội lực trong nút, và khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản của nút đó đối với các nội lực này, xem Bảng 6.1.
- (5) Với bản đế chân cột nếu không có các bộ phận đặc biệt để chịu cắt, như đinh hoặc thép thanh chịu cắt, cần chứng minh rằng ma sát thiết kế của bản đế chân cột, 6.2.2(6), và trong trường hợp lỗ bu lông không quá cỡ, khả năng chịu cắt thiết kế của bu lông neo, 6.2.2(7), đảm bảo đủ truyền lực cắt thiết kế. Cường độ ép mặt thiết kế của đinh hoặc thép thanh chịu cắt, theo khả năng của bê tông cần được kiểm tra theo TCVN X1992.
- (6) Với bản đế chân cột, ma sát thiết kế $F_{f,Rd}$ giữa bản đế chân cột và vữa đổ sau được tính như sau:

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed} \quad (6.1)$$

trong đó:

$C_{f,d}$ là hệ số ma sát giữa bản mã và vữa. Có thể sử dụng các giá trị sau:

- Với vữa xi măng cát, $C_{f,d} = 0,2$;
- Với loại vữa khác, hệ số $C_{f,d}$ được xác định bằng thử nghiệm theo TCVN X1990, Phụ lục D.

$N_{c,Ed}$ là giá trị thiết kế của lực nén trong cột.

CHÚ THÍCH: Nếu cột chịu kéo, $F_{f,Rd} = 0$.

- (7) Với bản đế chân cột, khả năng chịu cắt thiết kế của một bu lông neo $F_{vb,Rd}$ được lấy theo giá trị nhỏ hơn của $F_{1,vb,Rd}$ và $F_{2,vb,Rd}$, trong đó:

- $F_{1,vb,Rd}$ là khả năng chịu cắt thiết kế của bu lông neo, xem 3.6.1

$$- F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (6.2)$$

trong đó:

$$\alpha_{bc} = 0,44 - 0,0003 f_{yb};$$

f_{yb} là giới hạn chảy của bu lông neo, với $235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yb} \leq 640 \text{ N/mm}^2$.

- (8) Khả năng chịu cắt thiết kế $F_{v,Rd}$ giữa bản đế chân cột và vữa đổ sau được tính như sau:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n F_{vb,Rd} \quad (6.3)$$

trong đó:

n là số bu lông neo trong bản mã.

- (9) Bê tông và cốt thép sử dụng ở chân cột được thiết theo TCVN X1992.

6.2.3 Mô men uốn

- (1) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút có thể được xác định từ sự phân phối nội lực trong nút và khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản trong nút đối với các nội lực này, xem Bảng 6.1.
- (2) Khi lực dọc N_{Ed} trong cấu kiện liên kết không quá 5% khả năng chịu lực thiết kế $N_{pl,Rd}$ của tiết diện cấu kiện, khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nút dầm-cột hoặc nối dầm có thể được xác định theo phương pháp nêu ở 6.2.7.
- (3) Khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của chân cột có thể được xác định theo phương pháp nêu ở 6.2.8.
- (4) Trong tất cả nút, kích cỡ đường hàn cần được thiết kế sao cho khả năng chịu uốn thiết kế của nút $M_{j,Rd}$ luôn được giới hạn bởi khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản của nó, mà không phải bởi khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn.
- (5) Trong nút dầm-cột hoặc nối dầm mà khớp dẻo cần được hình thành và xoay dưới bất kỳ trường hợp tải liên quan nào, đường hàn cần được thiết kế để chịu mô men tối thiểu bằng giá trị nhỏ hơn của:
 - khả năng chịu uốn dẻo thiết kế của cấu kiện liên kết $M_{pl,Rd}$;
 - α lần khả năng chịu uốn thiết kế của nút $M_{j,Rd}$.
 trong đó:

$\alpha = 1,4$ – đối với khung có hệ giằng thỏa mãn tiêu chí (5.1) trong TCVN X1993-1-1 5.2.1(3) theo mức độ biến dạng ngang;

$\alpha = 1,7$ – đối với các trường hợp khác.
- (6) Trong liên kết bu lông có nhiều hơn một hàng bu lông chịu kéo, để đơn giản, có thể bỏ qua sự đóng góp của bất kỳ hàng bu lông nào với điều kiện sự đóng góp của các hàng bu lông khác ở gần tâm vùng nén hơn cũng được bỏ qua.

6.2.4 Nhánh-T tương đương chịu kéo

6.2.4.1 Quy định chung

- (1) Trong liên kết bu lông, một nhánh-T tương đương chịu kéo có thể được sử dụng để mô hình khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản sau:
 - bản cánh cột chịu uốn;
 - bản mã bịt đầu chịu uốn;
 - ke góc bản cánh chịu uốn;
 - bản đế chân cột chịu uốn dưới lực kéo.
- (2) Phương pháp mô hình các bộ phận cơ bản này như là các bản cánh nhánh-T tương đương, bao gồm các giá trị của e_{min} , l_{eff} và m , được cho trong 6.2.6.
- (3) Dạng phá hoại có thể có của bản cánh nhánh-T tương đương có thể được giả thiết giống với dạng có thể xảy ra trong bộ phận cơ bản mà nó đại diện.

(4) Tổng chiều dài hiệu dụng $\sum l_{eff}$ của một nhánh-T tương đương, xem Hình 6.2, cần đáp ứng sao cho khả năng chịu lực thiết kế của bản cánh của nó bằng với của bộ phận cơ bản nút mà nó đại diện.

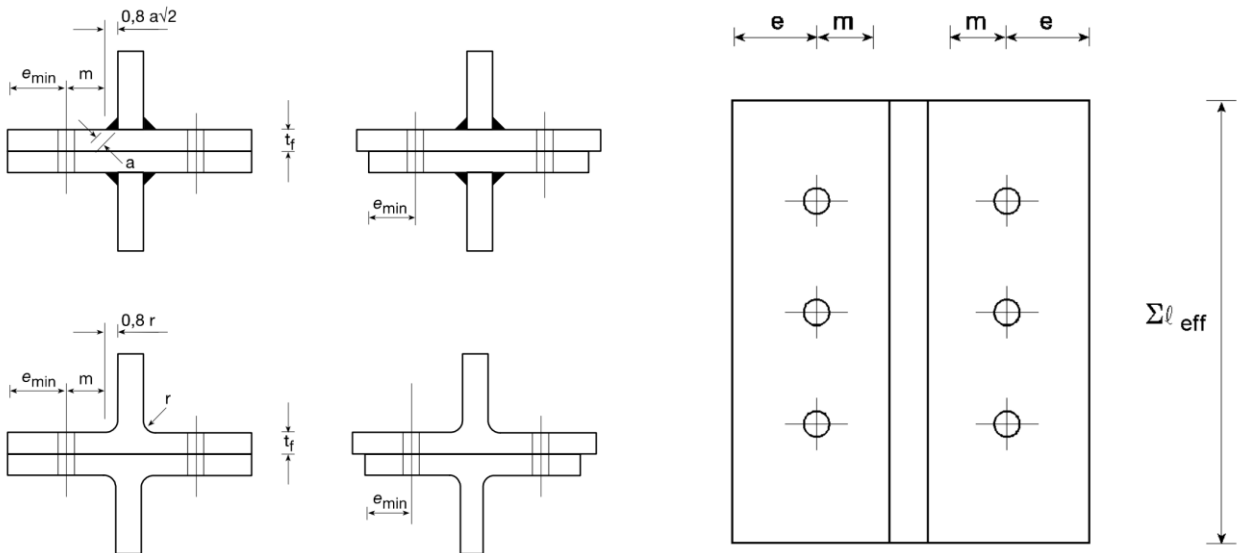
CHÚ THÍCH: Chiều dài hiệu dụng của một nhánh-T tương đương là chiều dài danh nghĩa và không nhất thiết phải ứng với một chiều dài vật lý của bộ phận cơ bản mà nó đại diện.

(5) Khả năng chịu kéo thiết kế của một bản cánh nhánh-T được xác định theo Bảng 6.2.

CHÚ THÍCH: Hiệu ứng đòn bẩy cần được xét tới khi xác định khả năng chịu kéo thiết kế theo Bảng 6.2.

(6) Trong các trường hợp mà lực đòn bẩy có thể xảy ra, xem Bảng 6.2, khả năng chịu kéo thiết kế của một bản cánh nhánh-T $F_{T,Rd}$ được lấy theo giá trị nhỏ hơn của ba dạng phá hoại có thể xảy ra, dạng 1, 2 và 3.

(7) Trong các trường hợp mà lực đòn bẩy có thể không xảy ra, khả năng chịu kéo thiết kế của một bản cánh nhánh-T $F_{T,Rd}$ được lấy theo giá trị nhỏ hơn của hai dạng phá hoại có thể xảy ra theo Bảng 6.2.



Hình 6.2 - Kích thước của một nhánh-T tương đương

Bảng 6.2 - Khả năng chịu lực thiết kế $F_{T,Rd}$ của một bản cánh nhánh-T

	Hiệu ứng đòn bẩy có thể xảy ra, nghĩa là $L_b \leq L_b^*$		Không có lực đòn bẩy
Dạng 1	Phương pháp 1	Phương pháp 2 (phương pháp thay thế)	
Không có bản mã ốp phía sau	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
Có bản mã ốp	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	

phía sau		
Dạng 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$	
Dạng 3	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$	

Dạng 1: chảy toàn bộ cánh

Dạng 2: phá hoại bu lông với chảy bản cánh

Dạng 3: phá hoại bu lông

L_b là:

- chiều dài phần có thể dẫn dài của bu lông, lấy bằng chiều dài làm việc (tổng chiều dày thép và vòng đệm), cộng với một nửa của tổng chiều cao đầu bu lông và chiều cao đai ốc, hoặc
- chiều dài phần có thể dẫn dài của bu lông neo, lấy bằng tổng 8 lần đường kính bu lông, lớp vữa đổ sau, chiều dày bản mã, vòng đệm và một nửa chiều cao đai ốc.

$$L_b^* = \frac{8,8m^3 A_s n_b}{\sum l_{eff,1} t_f^3}$$

$F_{T,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế của bản cánh nhánh-T

Q là lực đòn bẩy

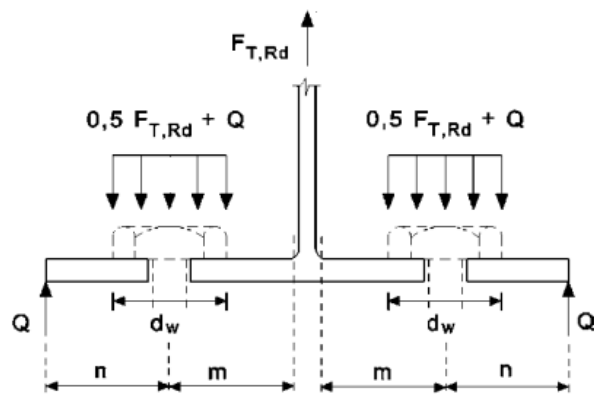
$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

$$n = e_{min} \text{ nhưng } n \leq 1,25m$$

n_b là số lượng hàng bu lông (với 2 bu lông trên một hàng)



$F_{t,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế của một bu lông, xem Bảng 3.4

$\sum F_{t,Rd}$ là tổng của $F_{t,Rd}$ cho tất cả bu lông trong nhánh-T

$\sum l_{eff,1}$ là giá trị của $\sum l_{eff}$ đối với Dạng 1

$\sum l_{eff,2}$ là giá trị của $\sum l_{eff}$ đối với Dạng 2

e_{min} , m và t_f được biểu thị ở Hình 6.2

$f_{y,bp}$ là giới hạn chảy của bản mã ốp phía sau

t_{bp} là chiều dày của bản mã ốp phía sau

$$e_w = d_w / 4$$

d_w là đường kính của vòng đệm, hoặc bề rộng (qua điểm góc) của đầu bu lông hoặc đai ốc.

CHÚ THÍCH 1: Trong nút dầm-cột bu lông hoặc nối dầm có thể giả thiết rằng lực đòn bẩy sẽ xuất hiện.

CHÚ THÍCH 2: Ở phương pháp 2, lực tác dụng tại bản cánh nhánh-T bởi một bu lông được giả thiết là phân bố đều dưới vòng đệm, đầu bu lông hoặc đai ốc, xem hình vẽ, thay vì tập trung tại tim trục bu lông. Giả thiết này tạo ra giá trị cao hơn đối với Dạng 1, nhưng giá trị đối với $F_{T,1-2,Rd}$ và Dạng 2 và 3 là không đổi.

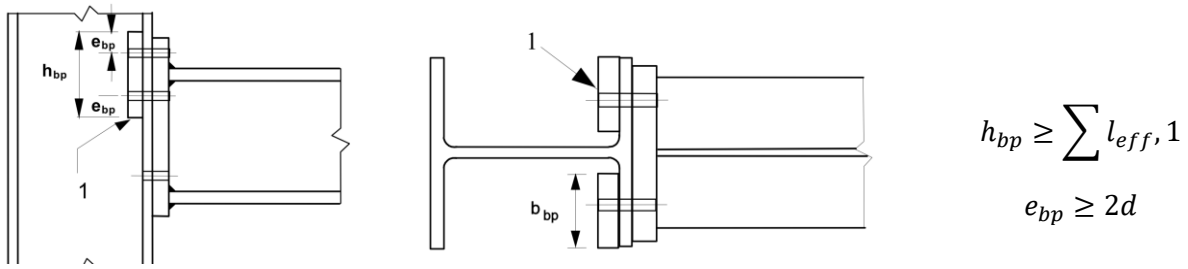
6.2.4.2 Hàng bu lông, nhóm bu lông và nhóm các hàng bu lông

- (1) Mặc dù trong một bản cánh nhánh-T thực tế, lực tác dụng tại mỗi hàng bu lông nhìn chung là đều, khi một bản cánh nhánh-T tương đương được dùng để mô hình một bộ phận cơ bản liệt kê ở 6.2.4.1(1), cho phép sự khác biệt về lực tại mỗi hàng bu lông.
- (2) Khi sử dụng giải pháp nhánh-T tương đương để mô hình một nhóm nhiều hàng bu lông, có thể cần chia nhóm này thành các hàng riêng biệt và sử dụng mô hình nhánh-T tương đương để mô hình hóa mỗi hàng bu lông riêng biệt này.
- (3) Khi sử dụng giải pháp nhánh-T để mô hình một nhóm nhiều hàng bu lông, cần thỏa mãn các điều kiện sau:
 - a) lực tại mỗi hàng bu lông không vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của hàng bu lông đó, khi xét chỉ có hàng bu lông đó;
 - b) tổng lực tại mỗi nhóm nhiều hàng bu lông, gồm từ hai hàng bu lông cạnh nhau trong nhóm, không vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của nhóm bu lông đó.
- (4) Khi xác định khả năng chịu kéo thiết kế của một bộ phận cơ bản đại diện bởi một bản cánh nhánh-T tương đương, cần thiết kế các tham số sau:
 - a) khả năng chịu lực thiết kế của một hàng bu lông, khi xét chỉ có hàng bu lông đó.
 - b) sự tham gia của mỗi hàng bu lông đối với khả năng chịu lực thiết kế của nhóm hàng bu lông gồm hai hay nhiều hàng, khi chỉ xét nhóm hàng bu lông đó.
- (5) Trong trường hợp có một hàng bu lông độc lập, $\sum l_{eff}$ được lấy bằng chiều dài hiệu dụng l_{eff} cho trong bảng ở 6.2.6 đối với hàng bu lông đó, khi xem hàng bu lông đó là một hàng bu lông độc lập.
- (6) Trong trường hợp có một nhóm nhiều hàng bu lông, $\sum l_{eff}$ được lấy bằng tổng chiều dài hiệu dụng l_{eff} cho trong bảng ở 6.2.6 đối với mỗi hàng bu lông, xem như là một phần của nhóm bu lông.

6.2.4.3 Bản mã ốp phía sau

- (1) Bản mã ốp phía sau có thể được sử dụng để tăng cường cho bản cánh cột chịu uốn, như Hình 6.3.
- (2) Mỗi bản mã ốp phía sau cần kéo dài tối thiểu tới mép của bản cánh cột, và cách chân của bản kính cong hoặc của đường hàn không quá 3 mm.
- (3) Bản mã ốp phía sau cần kéo vượt qua hàng bu lông chịu kéo xa nhất, như ở Hình 6.3.

- (4) Khi bản mã ốp phía sau được sử dụng, khả năng chịu lực thiết kế của nhánh-T $F_{T,Rd}$ cần được xác định theo phương pháp nêu ở Bảng 6.2.



1 Bản mã ốp phía sau

Hình 6.3 - Bản cánh cột có bản mã ốp phía sau

6.2.5 Nhánh-T tương đương chịu nén

- (1) Trong nút giữa thép và bê tông, phần cánh của một nhánh-T tương đương chịu nén có thể được sử dụng để mô hình khả năng chịu lực thiết kế đối với tổ hợp của các bộ phận cơ bản sau:
- bản thép chân cột chịu uốn dưới áp lực nén lên móng;
 - bê tông và/hoặc vữa đổ sau chịu ép mặt.
- (2) Tổng chiều dài hiệu dụng l_{eff} và tổng bề rộng hiệu dụng b_{eff} của một nhánh-T tương đương cần được thiết kế sao cho khả năng chịu nén thiết kế của nhánh-T là tương đương với cường độ chịu nén của bộ phận nút cơ bản mà nó đại diện.

CHÚ THÍCH: Giá trị của chiều dài và bề rộng hiệu dụng của một nhánh-T tương đương là giá trị danh nghĩa và có thể khác với kích thước vật lý của bộ phận nút cơ bản mà nó đại diện.

- (3) Khả năng chịu nén thiết kế của một bản cánh nhánh-T $F_{C,Rd}$ được tính như sau:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff} \quad (6.4)$$

trong đó:

b_{eff} là bề rộng hiệu dụng của bản cánh nhánh-T, xem 6.2.5(5) và 6.2.5(6);

l_{eff} là chiều dài hiệu dụng của bản cánh nhánh-T, xem 6.2.5(5) và 6.2.5(6);

f_{jd} là cường độ ép mặt thiết kế của nút, xem 6.2.5(7).

- (4) Lực truyền qua một nhánh-T được giả thiết là dàn đều như ở Hình 6.4(a) và (b). Áp lực trên diện chịu ép mặt không được vượt quá cường độ ép mặt thiết kế f_{jd} và bề rộng ép mặt bổ sung c không vượt quá:

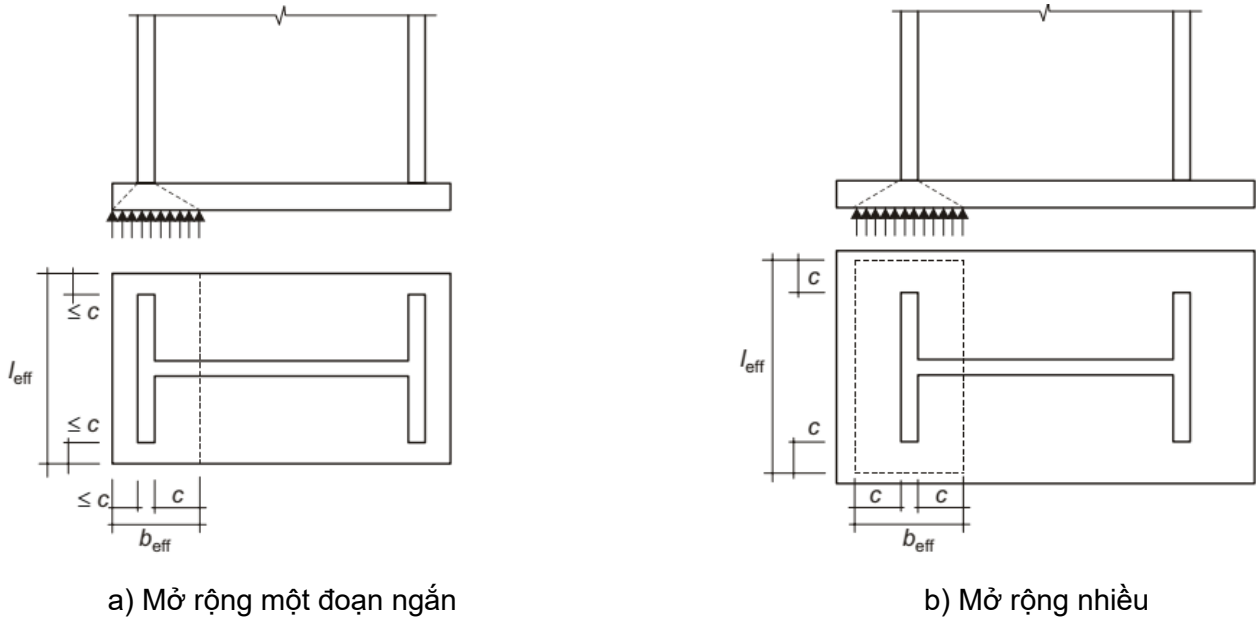
$$c = t [f_y / (3f_{jd} \gamma_{M0})]^{0,5} \quad (6.5)$$

trong đó:

t là chiều dày bản cánh nhánh-T;

f_y là giới hạn chảy của bản cánh nhánh-T.

- (5) Khi phần mở rộng vật lý của một bộ phận nút cơ bản đại diện bởi một nhánh-T nhỏ hơn c , diện tích hiệu dụng lấy như ở Hình 6.4(a).
- (6) Khi phần mở rộng vật lý của một bộ phận nút cơ bản đại diện bởi một nhánh-T lớn hơn c theo mọi phía, phần mở rộng bổ sung ngoài chiều dài c sẽ được bỏ qua, xem Hình 6.4(b).



Hình 6.4 - Diện tích của nhánh-T tương đương chịu nén

- (7) Cường độ ép mặt thiết kế của một nút f_{jd} được xác định như sau:

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff}) \tag{6.6}$$

trong đó:

β_j là hệ số vật liệu nút móng, có thể được lấy bằng 2/3 nếu cường độ đặc trưng của vữa đổ sau không nhỏ hơn 0,2 lần cường độ đặc trưng của móng và chiều dày của nó không lớn hơn 0,2 lần bề rộng nhỏ nhất của bản thép chân cột. Khi chiều dày của vữa đổ sau lớn hơn 50 mm, cường độ đặc trưng của vữa cần tối thiểu bằng của bê tông móng.

F_{Rdu} là lực kháng tính toán tập trung, theo TCVN X1992, trong đó A_{c0} lấy bằng $b_{eff} l_{eff}$.

6.2.6 Khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận cơ bản

6.2.6.1 Bản bụng cột chịu cắt

- (1) Các phương pháp thiết kế cho trong 6.2.6.1(2) đến 6.2.6.1(14) được áp dụng nếu độ mảnh bản bụng cột thỏa mãn điều kiện $d_c/t_w \leq 69\varepsilon$.
- (2) Với nút một phía hoặc nút hai phía mà chiều cao dầm bằng nhau, khả năng chịu cắt dẻo thiết kế $V_{wp,Rd}$ của một tấm bản bụng cột không gia cường chịu lực cắt thiết kế $V_{wp,Ed}$, xem 5.3(3), được xác định như sau:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9f_{y,wc}A_{vc}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} \quad (6.7)$$

trong đó:

A_{vc} là diện tích chịu cắt của cột, xem TCVN X1993-1-1.

- (3) Khả năng chịu cắt thiết kế có thể được tăng lên bằng cách sử dụng sườn hoặc bản mã gia cường bản bụng.
- (4) Khi sườn ngang gia cường bản bụng được sử dụng cho cả vùng nén và kéo, khả năng chịu cắt dẻo thiết kế của tấm bản bụng cột $V_{wp,Rd}$ có thể tăng thêm $V_{wp,add,Rd}$:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s} \text{ nhưng } V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s} \quad (6.8)$$

trong đó:

d_s là khoảng cách giữa tim các sườn;

$M_{pl,fc,Rd}$ là khả năng chịu uốn dẻo thiết kế của bản cánh cột;

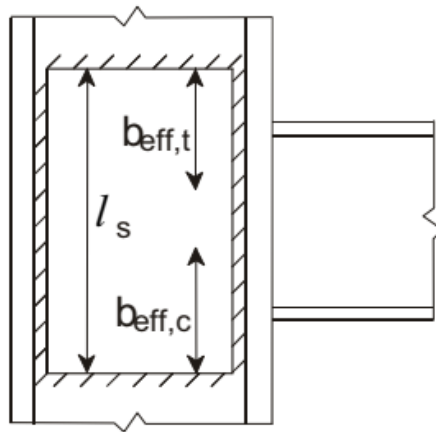
$M_{pl,st,Rd}$ là khả năng chịu uốn dẻo thiết kế của một sườn.

CHÚ THÍCH: Trong nút hàn, các sườn ngang cần được bố trí thẳng với bản cánh dầm.

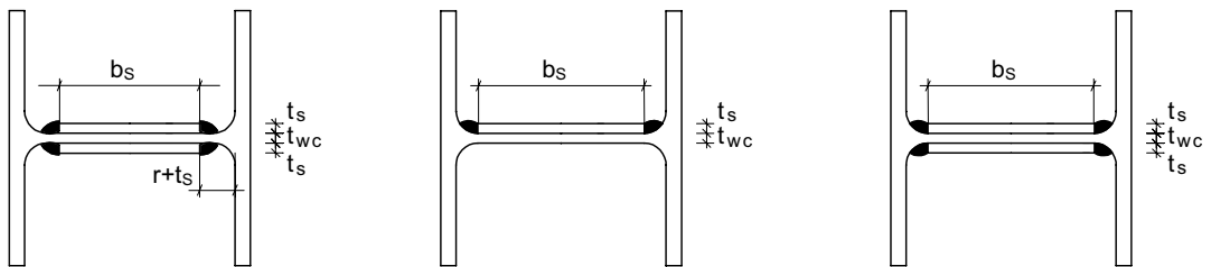
- (5) Khi sườn chéo gia cường bản bụng được sử dụng, khả năng chịu cắt dẻo thiết kế của tấm bản bụng cột được xác định theo TCVN X1993-1-1.

CHÚ THÍCH: Trong nút dầm-cột hai phía mà không có sườn chéo ở bản bụng cột, hai dầm được xem là chiều cao giống nhau.

- (6) Khi bản bụng cột được gia cường bởi một bản mã bổ sung, xem Hình 6.5, diện tích chịu cắt A_{vc} có thể được tăng thêm $b_s t_{wc}$. Khi có thêm một bản mã nữa ở phía kia của bản bụng cột, diện tích chịu cắt không được tăng thêm nữa.
- (7) Các bản mã bổ sung cũng có thể được sử dụng để tăng độ cứng xoay của nút bằng việc tăng độ cứng bản bụng cột chịu cắt, nén và kéo, xem 6.3.2(1).
- (8) Cấp bền vật liệu bản mã bổ sung cần bằng với mác thép cột.
- (9) Bề rộng b_s cần được ấy sao cho mép bản mã bổ sung có thể ít nhất là chạm tới chân của bán kính cong bản bụng hoặc của đường hàn.
- (10) Chiều dài l_s cần được lấy sao cho mép bản mã bổ sung có thể vượt qua bề rộng hiệu dụng của bản bụng cột chịu nén và kéo, xem Hình 6.5.
- (11) Chiều dày t_s của bản mã bổ sung không được nhỏ hơn chiều dày bản bụng cột t_{wc} .
- (12) Các đường hàn giữa bản mã bổ sung và cột cần được thiết kế để chịu các lực thiết kế liên quan.
- (13) Bề rộng b_s của bản mã bổ sung không được nhỏ hơn $40\epsilon t_s$.
- (14) Đường hàn đứt đoạn có thể được sử dụng cho môi trường không bị ăn mòn.



a) Bố trí bản mã gia cường bổ sung



Chú ý: Cần xét đến khả năng hàn được tại vị trí góc

b) Ví dụ tiết diện ngang với đường hàn dọc

Hình 6.5 - Ví dụ về bản mã gia cường bổ sung gia cường bụng cột

6.2.6.2 Bản bụng cột chịu nén ngang

(1) Khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột không gia cường chịu nén ngang được xác định như sau:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \text{ nhưng } F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} \tag{6.9}$$

trong đó:

ω là hệ số giảm xét tới hiệu ứng tương tác với lực cắt trong bản bụng cột theo Bảng 6.3.

$b_{eff,c,wc}$ là bề rộng hiệu dụng bản bụng cột chịu nén:

- với liên kết hàn:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \tag{6.10}$$

a_c , r_c và a_b xem Hình 6.6.

- với liên kết bu lông bản mã bịt đầu:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p \quad (6.11)$$

s_p là chiều dài hình chiếu 45° qua bản mã bịt đầu (tối thiểu bằng t_p và tối đa $2t_p$ với điều kiện chiều dài bản mã bịt đầu bên dưới bản cánh được thiết kế đủ).

- với liên kết bu lông có ke góc bản cánh:

$$b_{eff,c,wc} = 2t_a + 0,6r_a + 5(t_{fc} + s) \quad (6.12)$$

Với cột I hoặc H cán nóng: $s = r_c$

Với cột I hoặc H hàn: $s = \sqrt{2}a_c$

ρ là hệ số giảm đổi do mất ổn định bản bụng:

$$\text{nếu } \bar{\lambda}_p \leq 0,72: \rho = 1,0 \quad (6.13a)$$

$$\text{nếu } \bar{\lambda}_p > 0,72: \rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2)/\bar{\lambda}_p^2 \quad (6.13b)$$

$$\bar{\lambda}_p \text{ là độ mảnh bản bụng: } \bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}} \quad (6.13c)$$

Với cột I hoặc H cán nóng: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$

Với cột I hoặc H hàn: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2}a_c)$

k_{wc} là hệ số giảm, được cho trong 6.2.6.2(2).

Bảng 6.3 - Hệ số giảm ω xét tới tương tác với lực cắt

Tham số chuyển đổi β	Hệ số giảm ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{eff,c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2(b_{eff,c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$
A_{vc} là diện tích chịu cắt của cột, xem 6.2.6.1;	

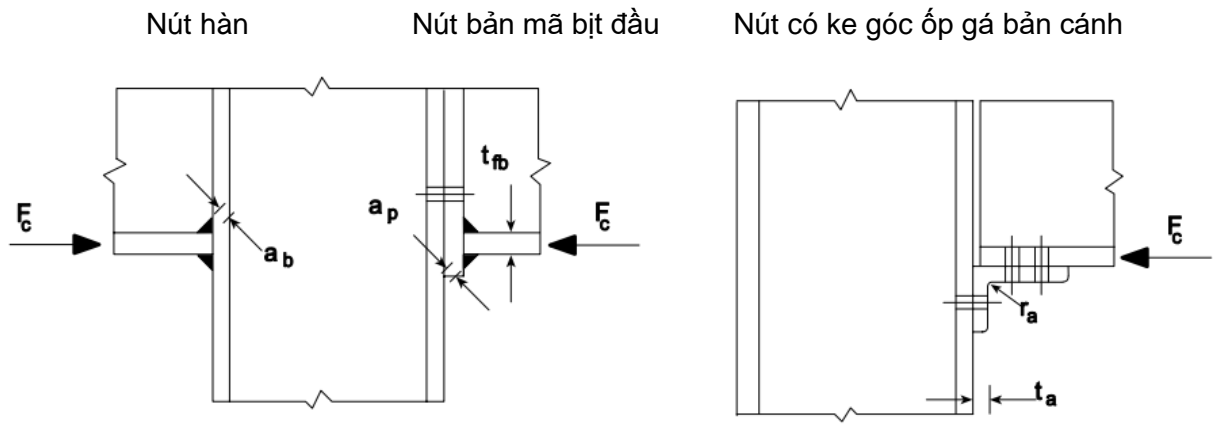
β là tham số chuyển đổi, xem 5.3(7).

(2) Khi ứng suất nén dọc lớn nhất $\sigma_{com,Ed}$ do lực dọc và mô men cột vượt quá $0,7f_{y,wc}$ trong bản bụng (cạnh chân bán kính nối bản cánh-bản bụng của thép cán nóng và chân đường hàn của tiết diện tổ hợp), ảnh hưởng của ứng suất này đối với khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu nén, $F_{c,wc,Rd}$ theo công thức (6.9), cần được nhân với hệ số giảm k_{wc} như sau:

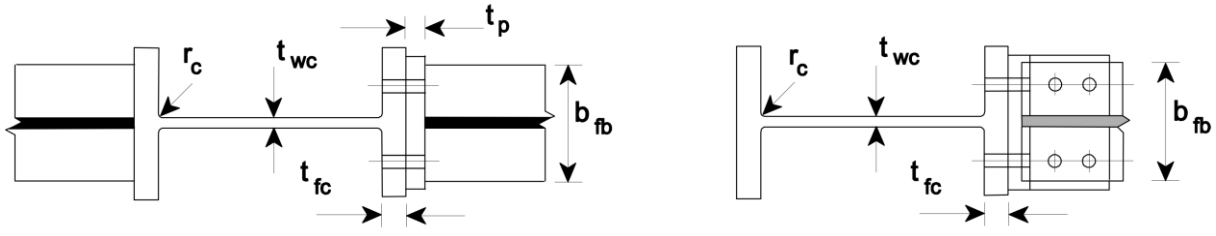
$$\text{nếu } \sigma_{com,Ed} \leq 0,7f_{y,wc} : k_{wc} = 1 \tag{6.14}$$

$$\text{nếu } \sigma_{com,Ed} > 0,7f_{y,wc} : k_{wc} = 1,7 - \sigma_{com,Ed}/f_{y,wc}$$

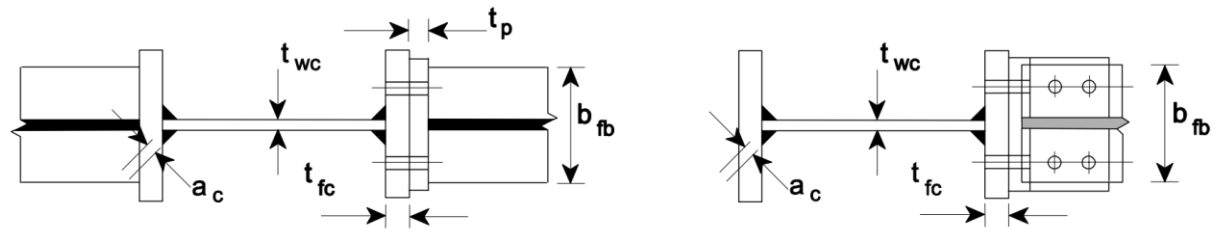
CHÚ THÍCH: Nói chung, hệ số giảm k_{wc} bằng 1,0. Do vậy, giá trị này có thể được chấp nhận trong các tính toán sơ bộ khi chưa biết ứng suất dọc và cần được kiểm tra lại sau.



a) Mặt đứng



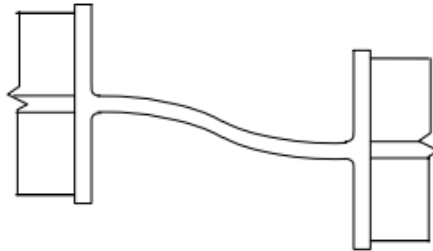
b) Cột thép cán nóng



c) Cột thép tổ hợp hàn

Hình 6.6 - Nén ngang đối với cột không có sườn gia cường

- (3) Cần áp dụng các biện pháp hạn chế chuyển dịch ngang để tránh mất ổn định “*dịch chuyển ngang - cột*” của bản bụng của cột không sườn gia cường khi chịu nén ngang, Hình 6.7.



Hình 6.7 - Dạng mất ổn định “*dịch chuyển ngang-cột*” của bản bụng không sườn

- (4) Có thể sử dụng sườn hoặc bản mã bổ sung gia cường để tăng khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu nén ngang.
- (5) Có thể sử dụng sườn ngang gia cường hoặc bố trí sườn chéo phù hợp (cùng với hoặc thay cho sườn ngang) để tăng khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu nén.

CHÚ THÍCH: Trong nút hàn, sườn ngang cần được bố trí thẳng với bản cánh dầm. Trong nút bu lông, sườn trong vùng chịu nén cần được bố trí thẳng tim vùng nén như theo Hình 6.15.

- (6) Khi bản bụng cột không có sườn được gia cường bởi một bản mã bổ sung tuân theo 6.2.6.1, chiều dày hiệu dụng của bản bụng cột có thể lấy bằng $1,5t_{wc}$ nếu bố trí một bản mã bổ sung, hoặc $2,0t_{wc}$ nếu các bản mã bổ sung được bố trí ở cả hai mặt bản bụng cột. Trong tính toán hệ số giảm ω xét tới ảnh hưởng có thể có của ứng suất cắt, diện tích chịu cắt A_{vc} của bản bụng có thể được tăng khi xác định khả năng chịu cắt thiết kế của bản bụng đó, xem 6.2.6.1(6).

6.2.6.3 Bản bụng cột chịu kéo ngang

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột không có sườn gia cường chịu kéo ngang được xác định như sau:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

trong đó:

ω là hệ số giảm xét tới tương tác với lực cắt trong tấm bản bụng cột.

- (2) Đối với liên kết hàn, bề rộng hiệu dụng $b_{eff,t,wc}$ của bản bụng cột chịu kéo được tính:

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.16)$$

trong đó:

Với cột I hoặc H cán nóng: $s = r_c$;

Với cột I hoặc H hàn: $s = \sqrt{2}a_c$.

trong đó:

a_c và r_c thể hiện như Hình 6.8 và a_b xem Hình 6.6.

- (3) Đối với liên kết bu lông, bề rộng hiệu dụng $b_{eff,t,wc}$ của tấm bản bụng cột chịu kéo được lấy bằng chiều dài hiệu dụng của nhánh-T tương đương đại diện cho bản cánh cột, xem 6.2.6.4.
- (4) Cần xác định hệ số giảm ω xét tới ảnh hưởng của lực cắt trong bản bụng cột theo Bảng 6.3, sử dụng giá trị $b_{eff,t,wc}$ ở 6.2.6.3(2) và 6.2.6.3(3).
- (5) Có thể sử dụng sườn hoặc bản mã gia cường để tăng khả năng chịu kéo thiết kế của bản bụng cột.
- (6) Các sườn ngang và/hoặc sườn chéo bố trí phù hợp có thể được sử dụng để tăng khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu kéo.

CHÚ THÍCH: Trong nút hàn, sườn ngang thường được đóng thẳng với bản cánh dầm.

- (7) Các đường hàn liên kết sườn chéo với bản cánh cột cần được hàn đầy với lớp bít tạo thành một chiều cao đường hàn tổng hợp bằng chiều dày của sườn gia cường.
- (8) Khi bản bụng cột không có sườn được gia cường bằng các bản mã bổ sung tuân theo 6.2.6.1, khả năng chịu kéo thiết kế phụ thuộc vào bề rộng đường hàn dọc liên kết bản mã bổ sung với bản bụng cột. Chiều dày hiệu dụng của bản bụng $t_{w,eff}$ cần được lấy như sau:

- khi đường hàn dọc là đường hàn đối đầu thấu hoàn toàn với chiều cao đường hàn $a \geq t_s$ thì:

$$+ \text{ đối với một bản mã bổ sung: } t_{w,eff} = 1,5t_{wc} \quad (6.17)$$

$$+ \text{ đối với các bản mã bổ sung ở cả hai mặt: } t_{w,eff} = 2,0t_{wc} \quad (6.18)$$

- khi đường hàn dọc là đường hàn góc với chiều cao đường hàn $a \geq t_s/\sqrt{2}$ thì đối với một hoặc hai bản mã bổ sung:

$$+ \text{ thép S235, S275 hoặc S355: } t_{w,eff} = 1,4t_{wc} \quad (6.19a)$$

$$+ \text{ thép S420, S460: } t_{w,eff} = 1,3t_{wc} \quad (6.19b)$$

- (9) Trong tính toán hệ số giảm ω xét tới ảnh hưởng có thể có của ứng suất cắt, diện tích chịu cắt A_{vc} của bản bụng cột gia cường bởi các bản mã bổ sung có thể được tăng tới giới hạn cho phép khi xác định khả năng chịu cắt thiết kế, xem 6.2.6.1(6).

6.2.6.4 Bản cánh cột chịu uốn ngang

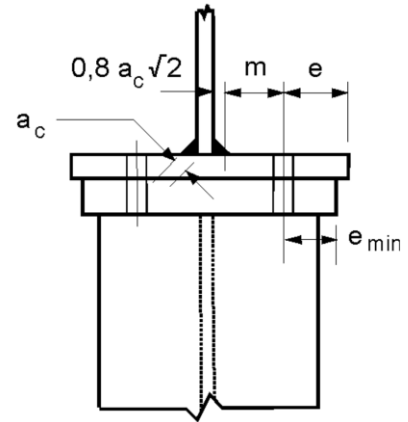
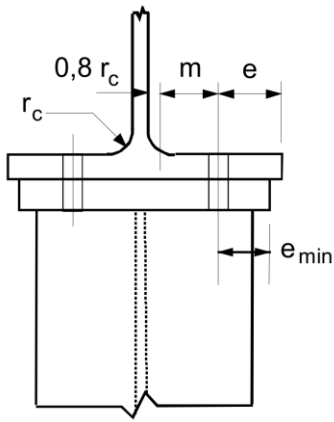
6.2.6.4.1 Bản cánh cột không sườn gia cường, liên kết bu lông

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại của bản cánh cột không sườn gia cường chịu uốn ngang, cùng với bu lông chịu kéo, cần được lấy giống như của bản cánh nhánh-T tương đương, xem 6.2.4, đối với cả hai nội dung sau:

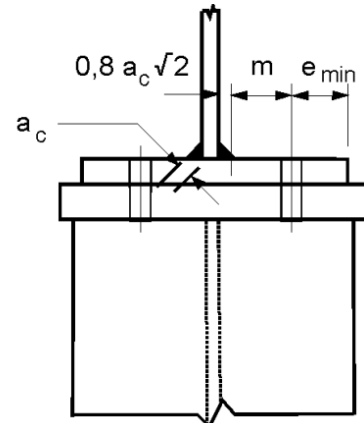
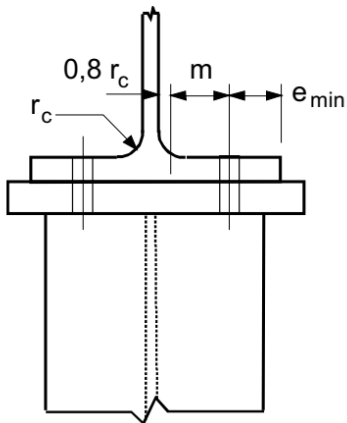
- mỗi hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo;
- mỗi nhóm gồm nhiều hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo.

- (2) Kích thước e_{min} và m sử dụng ở 6.2.4 cần được xác định từ Hình 6.8.

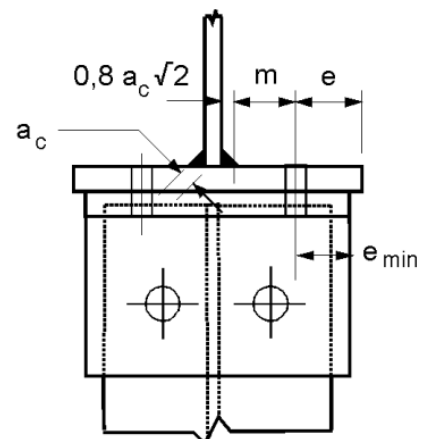
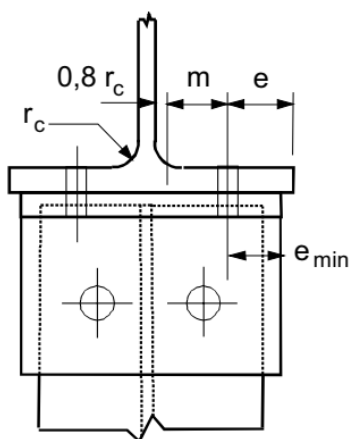
(3) Chiều dài hiệu dụng của bản cánh nhánh-T tương đương cần được xác định cho từng hàng bu lông và nhóm bu lông theo 6.2.4.2 từ các giá trị được cho đối với mỗi hàng bu lông nêu ở Bảng 6.4.



a) Bản mã hàn bịt đầu hẹp hơn bản cánh cột



b) Bản mã hàn bịt đầu rộng hơn bản cánh cột



c) Ke góc ốp gá bản cánh

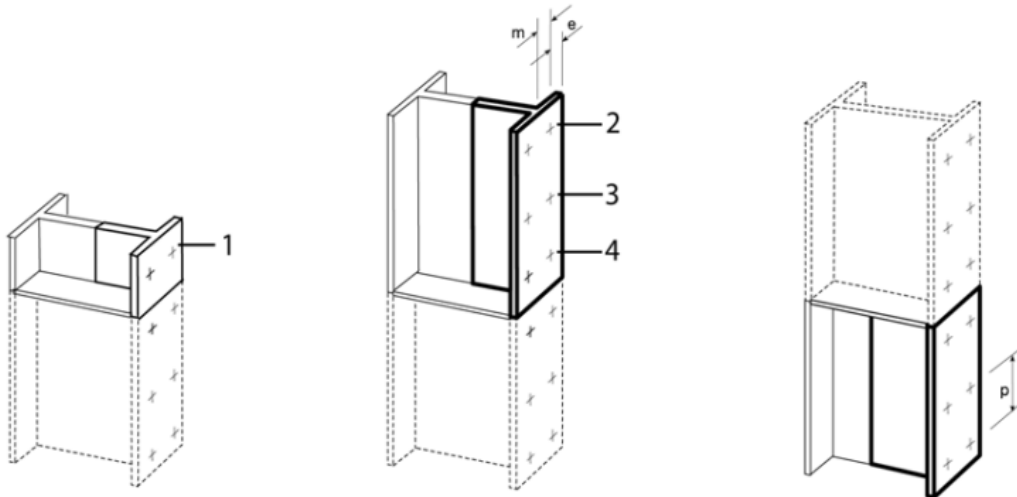
Hình 6.8 - Định nghĩa của e , e_{min} , r_c và m

Bảng 6.4 - Chiều dài hiệu dụng đối với bản cánh cột không sườn gia cường

Vị trí hàng bu lông	Hàng bu lông được xét độc lập		Hàng bu lông được xét như là một phần của nhóm các hàng bu lông	
	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$
Hàng bu lông phía trong	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Hàng bu lông cuối	Nhỏ hơn của: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	Nhỏ hơn của: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	Nhỏ hơn của: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	Nhỏ hơn của: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Dạng 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ nhưng $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ nhưng $\sum l_{eff,1} \leq \sum l_{eff,cp}$	
Dạng 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	
<p>e_1 là khoảng cách từ tim của các liên kết trong hàng cuối tới mép tự do liền kề của bản cánh cột, đo theo phương của trục tiết diện cột (xem hàng 1 và 2 ở Hình 6.9).</p>				

6.2.6.4.2 Bản cánh cột có sườn gia cường, liên kết với bản mã bịt đầu hoặc ke góc bản cánh bằng bu lông

- (1) Sườn ngang và/hoặc sườn chéo được bố trí phù hợp có thể được dùng để tăng khả năng chịu lực thiết kế của bản cánh cột chịu uốn.
- (2) Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại của bản cánh cột có sườn chịu uốn ngang, cùng với bu lông chịu kéo, cần được lấy giống như của bản cánh nhánh-T tương đương, xem 6.2.4, đối với cả hai nội dung sau:
 - mỗi hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo;
 - mỗi nhóm gồm nhiều hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo.
- (3) Các nhóm gồm nhiều hàng bu lông trên mỗi phía của một sườn gia cường cần được mô hình như là các bản cánh nhánh-T tương đương riêng biệt, xem Hình 6.9. Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại cần được xác định riêng biệt cho mỗi nhánh-T tương đương.



- 1 Hàng bu lông cuối, bên cạnh sườn
- 2 Hàng bu lông cuối
- 3 Hàng bu lông phía trong
- 4 Hàng bu lông bên cạnh sườn

Hình 6.9 - Mô hình hóa một bản cánh cột có sườn như các nhánh-T riêng biệt

- (4) Cần xác định kích thước e_{min} và m sử dụng ở 6.2.4 từ Hình 6.8.
- (5) Cần xác định chiều dài hiệu dụng của bản cánh nhánh-T tương đương l_{eff} theo 6.2.4.2 sử dụng các giá trị được cho đối với mỗi hàng bu lông nêu ở Bảng 6.5. Cần lấy giá trị của α sử dụng trong Bảng 6.5 từ Hình 6.11.
- (6) Các sườn gia cường cần thỏa mãn các yêu cầu quy định trong 6.2.6.1.

Bảng 6.5 - Chiều dài hiệu dụng đối với bản cánh cột có sườn gia cường

Vị trí hàng bu lông	Hàng bu lông được xét độc lập		Hàng bu lông được xét như là một phần của nhóm các hàng bu lông	
	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$
Hàng bu lông bên cạnh sườn	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Hàng bu lông khác phía trong	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p

Hàng bu lông khác ở cuối	Nhỏ hơn của: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	Nhỏ hơn của: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	Nhỏ hơn của: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	Nhỏ hơn của: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Hàng bu lông cuối cạnh sườn	Nhỏ hơn của: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e)$	Không liên quan	Không liên quan
Với Dạng 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ nhưng $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ nhưng $\sum l_{eff,1} \leq \sum l_{eff,cp}$	
Với Dạng 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	
<p>α cần được lấy từ Hình 6.11.</p> <p>e_1 là khoảng cách từ tim của các bu lông trong hàng cuối tới sườn liền kề của bản cánh cột, đo theo phương của trục tiết diện cột (xem hàng 1 và 4 ở Hình 6.9).</p>				

6.2.6.4.3 Bản cánh cột không sườn gia cường, liên kết hàn

(1) Trong nút hàn, khả năng chịu lực thiết kế $F_{fc,Rd}$ của một bản cánh cột không sườn chịu uốn do kéo hoặc nén bởi bản cánh dầm được tính như sau:

$$F_{fc,Rd} = \frac{b_{eff,b,fc} t_{fb} f_{y,fb}}{\gamma_{M0}} \tag{6.20}$$

trong đó:

$b_{eff,b,fc}$ là bề rộng hiệu dụng b_{eff} được định nghĩa ở 4.10 trong đó bản cánh dầm được xem như là một tấm.

CHÚ THÍCH: Xem cùng các yêu cầu quy định ở 4.10.

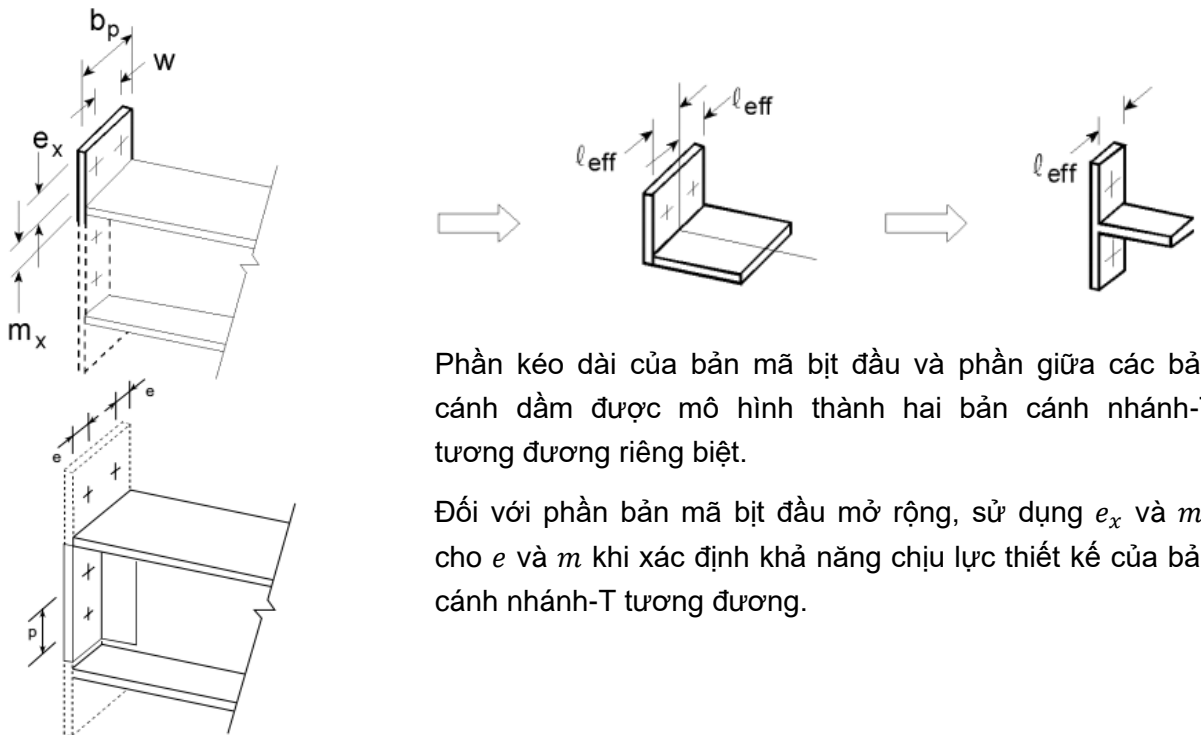
6.2.6.5 Bản mã bịt đầu chịu uốn

(1) Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại của bản mã bịt đầu chịu uốn, cùng với các bu lông chịu kéo, cần được lấy giống như của bản cánh nhánh-T tương đương, xem 6.2.4, đối với cả hai nội dung sau:

- mỗi hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo;
- mỗi nhóm gồm nhiều hàng bu lông cần thiết cho chịu kéo.

(2) Các nhóm gồm nhiều hàng bu lông mỗi phía của một sườn gia cường liên kết với bản mã bịt đầu cần được xem xét như là các nhánh-T tương đương riêng biệt, xem Hình 6.10. Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại cần được xác định độc lập đối với mỗi nhánh-T tương đương.

- (3) Kích thước e_{min} sử dụng ở 6.2.4 cần được xác định từ Hình 6.8 đối với phần liên quan của bản mã bịt đầu nằm giữa các bản cánh dầm. Đối với bản mã bịt đầu mở rộng e_{min} cần được lấy bằng e_x , xem Hình 6.10.
- (4) Cần xác định chiều dài hiệu dụng l_{eff} của một bản cánh nhánh-T tương đương theo 6.2.4.2 sử dụng các giá trị đối với mỗi hàng bu lông cho ở Bảng 6.6.
- (5) Các giá trị m và m_x sử dụng trong Bảng 6.6 cần được lấy theo Hình 6.10.



Phần kéo dài của bản mã bịt đầu và phần giữa các bản cánh dầm được mô hình thành hai bản cánh nhánh-T tương đương riêng biệt.

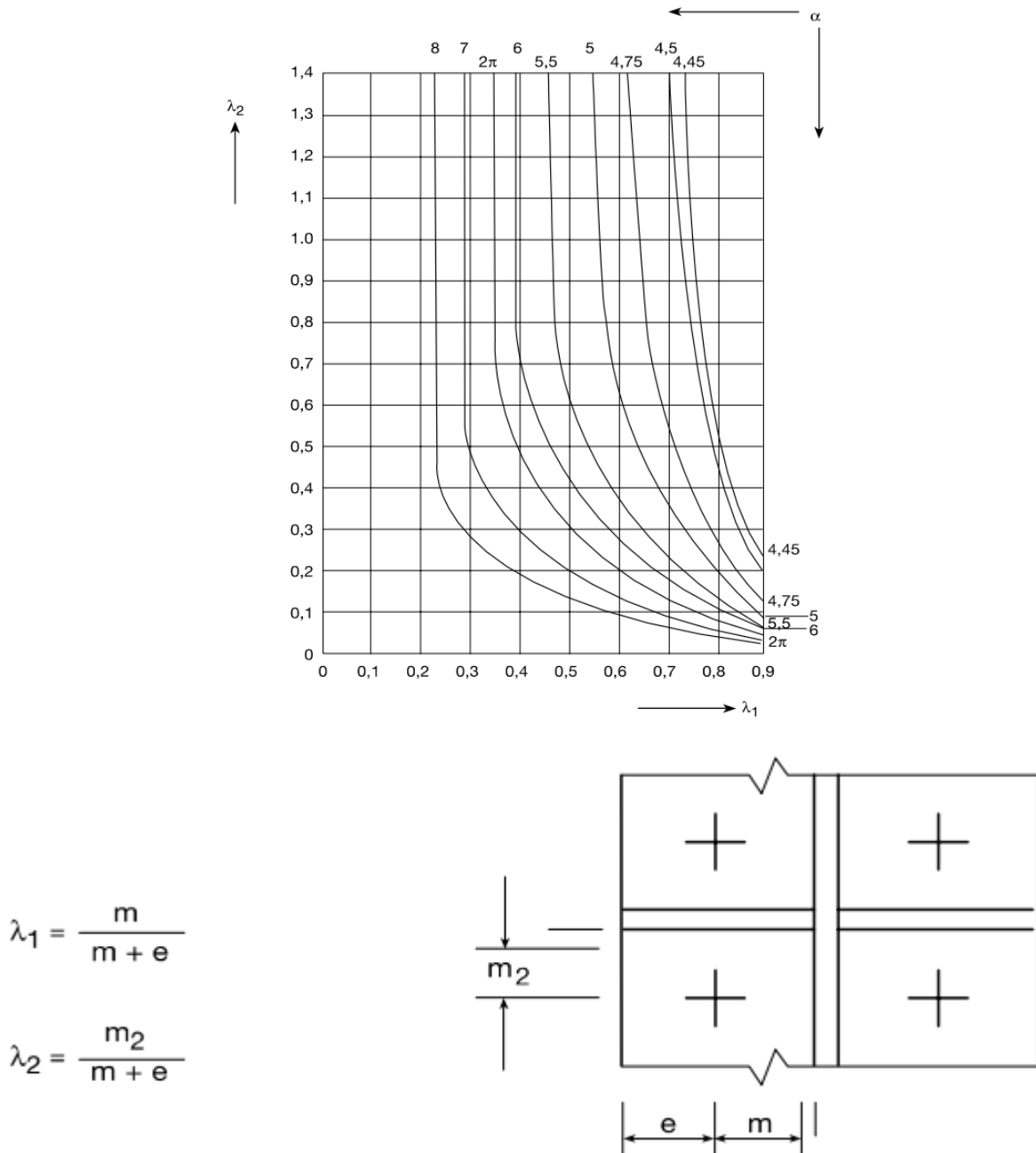
Đối với phần bản mã bịt đầu mở rộng, sử dụng e_x và m_x cho e và m khi xác định khả năng chịu lực thiết kế của bản cánh nhánh-T tương đương.

Hình 6.10: Mô hình hóa một bản mã bịt đầu mở rộng như các nhánh-T riêng biệt

Bảng 6.6 - Chiều dài hiệu dụng đối với bản mã bịt đầu

Vị trí hàng bu lông	Hàng bu lông được xét độc lập		Hàng bu lông được xét như là một phần của nhóm các hàng bu lông	
	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$	Bố trí theo đường tròn, $l_{eff,cp}$	Khác, $l_{eff,nc}$
Hàng bu lông phía ngoài bản cánh dầm chịu kéo	Nhỏ nhất của: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	Nhỏ nhất của: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$	-	-

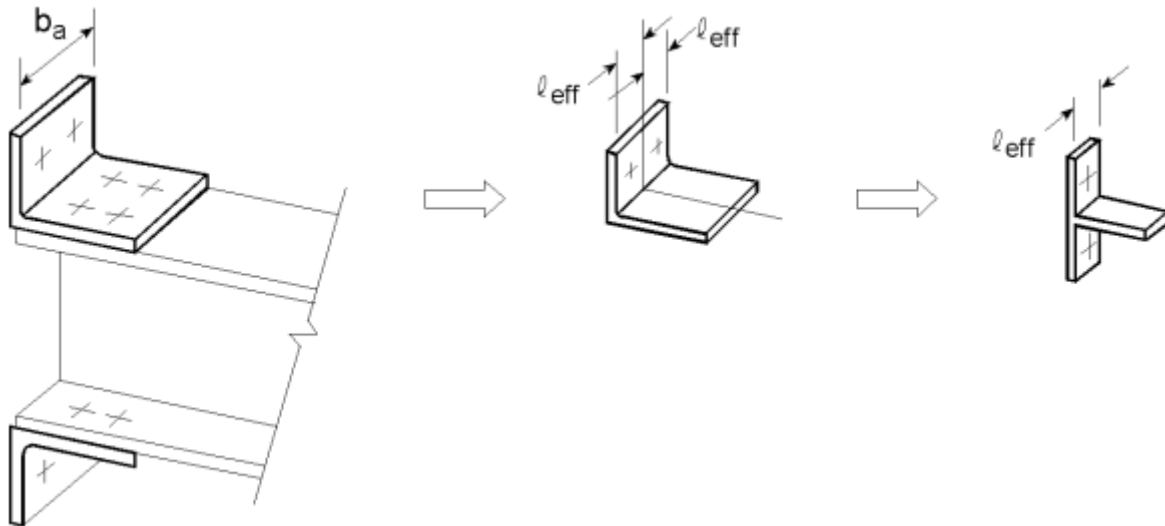
		$0,5w + 2m_x + 0,625e_x$		
Hàng bu lông đầu tiên bên dưới bản cánh dầm chịu kéo	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Hàng bu lông khác phía trong	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Hàng bu lông khác ở cuối	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Dạng 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ nhưng $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ nhưng $\sum l_{eff,1} \leq \sum l_{eff,cp}$	
Dạng 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	
α cần được lấy từ Hình 6.11.				



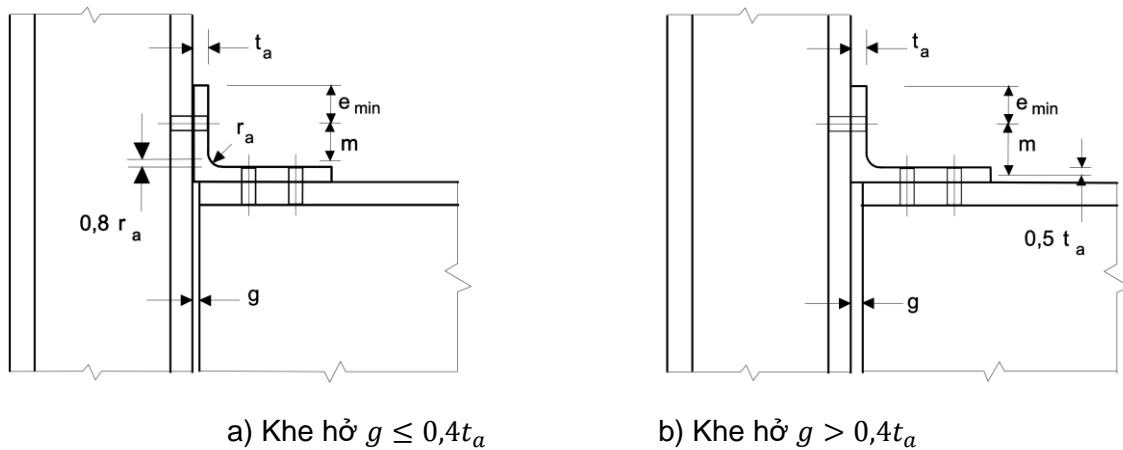
Hình 6.11 - Giá trị α đối với bản cánh cột được gia cường và bản mã bịt đầu

6.2.6.6 Ke góc bản cánh chịu uốn

- (1) Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại của ke góc bản cánh liên kết bu lông chịu uốn, cùng với các bu lông chịu kéo, cần được lấy giống như của bản cánh nhánh-T tương đương, xem 6.2.4.
- (2) Chiều dài hiệu dụng l_{eff} của bản cánh nhánh-T tương đương cần được lấy bằng $0.5b_a$, với b_a là chiều dài của ke góc ốp, xem Hình 6.12.
- (3) Kích thước e_{min} và m sử dụng trong 6.2.4 cần được xác định theo Hình 6.13.



Hình 6.12 - Chiều dài hiệu dụng l_{eff} của ke góc bản cánh



a) Khe hở $g \leq 0,4t_a$

b) Khe hở $g > 0,4t_a$

CHÚ THÍCH:

- Số hàng bu lông liên kết ke góc với bản cánh cột được giới hạn bằng một;
- Số hàng bu lông liên kết ke góc với bản cánh dầm không bị giới hạn;
- Chiều dài b_a của ke góc có thể khác với bề rộng cánh dầm và bề rộng cánh cột.

Hình 6.13 - Kích thước e_{min} và m đối với ke góc bản cánh liên kết bu lông

6.2.6.7 Bản cánh và bản bụng dầm chịu nén

(1) Hợp lực của khả năng chịu nén thiết kế của một bản cánh dầm và vùng chịu nén kế bên của bản bụng dầm có thể được xem là đặt tại tâm của phần chịu nén, xem 6.2.7. Khả năng chịu nén thiết kế của tổ hợp bản cánh và bụng dầm được tính như sau:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) \quad (6.21)$$

trong đó:

h là chiều cao của dầm;

$M_{c,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế của tiết diện dầm, được triết giảm nếu cần thiết khi xét tới lực cắt, xem TCVN X1993-1-1. Đối với dầm vát nách $M_{c,Rd}$ có thể được thiết kế với việc bỏ qua bản cánh ở trung gian;

t_{fb} là chiều dày bản cánh dầm.

Nếu chiều cao của dầm bao gồm cả nách lớn hơn 600 mm, đóng góp của bản bụng cho khả năng chịu nén thiết kế cần được giới hạn là 20%.

(2) Khi dầm được gia cường nách, các nách cần được bố trí sao cho:

- mác thép của nách tương đương với của dầm;
- kích cỡ bản cánh và chiều dày bụng nách không nhỏ hơn của dầm;
- góc của cánh nách với cánh dầm không lớn hơn 45° ;
- chiều dài của gối cứng s_s được lấy bằng chiều dày của bản cánh nách song song với dầm.

(3) Khi dầm được gia cường nách, khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng dầm chịu nén được xác định theo 6.2.6.2.

6.2.6.8 Bản bụng dầm chịu kéo

(1) Trong liên kết bu lông bản mã bịt đầu, khả năng chịu kéo thiết kế của bản bụng dầm được tính như sau:

$$F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} \quad (6.22)$$

(2) Bề rộng hiệu dụng $b_{eff,t,wb}$ của bản bụng dầm chịu kéo được lấy bằng chiều dài hiệu dụng của nhánh-T tương đương đại diện cho bản mã bịt đầu chịu uốn, xác định theo 6.2.6.5 đối với một hàng hoặc nhóm bu lông độc lập.

6.2.6.9 Bê tông chịu nén gồm cả vữa đổ sau

(1) Cường độ ép mặt thiết kế của nút giữa bản thép chân cột và bê tông đỡ phía dưới cần được xác định xét đến đặc trưng vật liệu và kích thước của vữa đổ sau và bê tông đỡ. Bê tông đỡ được thiết kế theo TCVN X1992.

(2) Khả năng chịu lực thiết kế của bê tông chịu nén, gồm cả vữa đổ sau, cùng với bản thép chân cột chịu uốn $F_{c,pl,Rd}$, cần được lấy giống như của nhánh-T tương đương, xem 6.2.5.

6.2.6.10 Bản thép chân cột chịu uốn dưới lực nén

(1) Khả năng chịu lực thiết kế của bản thép chân cột chịu uốn dưới lực nén, cùng với sàn bê tông đỡ cột $F_{c,pl,Rd}$, cần được lấy giống như của nhánh-T tương đương, xem 6.2.5.

6.2.6.11 Bản thép chân cột chịu uốn dưới lực kéo

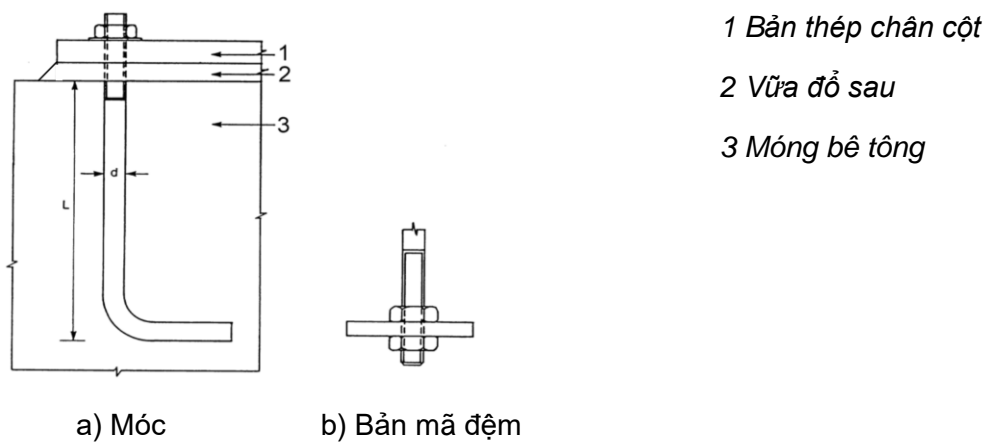
- (1) Khả năng chịu lực thiết kế và dạng phá hoại của bản thép chân cột chịu uốn dưới lực kéo, cùng với bu lông neo chịu kéo $F_{t,pl,Rd}$, có thể được xác định theo các quy định nêu ở 6.2.6.5.
- (2) Trong trường hợp bản thép chân cột, lực đòn bẩy có thể phát sinh sẽ không được xét đến khi tính toán chiều dày bản thép chân cột. Lực đòn bẩy cần được xét đến khi tính toán bu lông neo.

6.2.6.12 Bu lông neo chịu kéo

- (1) Bu lông neo cần được thiết kế chịu ảnh hưởng của các lực thiết kế. Bu lông cần đảm bảo khả năng chịu kéo gây ra bởi lực nhỏ và mô men uốn.
- (2) Khi tính toán lực kéo bu lông do mô men uốn, cánh tay đòn không cần lấy lớn hơn khoảng cách giữa tâm của diện tích chịu ép mặt ở phía nén và tâm của nhóm bu lông ở phía kéo.

CHÚ THÍCH: Dung sai đối với vị trí của bu lông neo có thể gây ảnh hưởng.

- (3) Khả năng chịu lực thiết kế của bu lông neo cần được lấy theo giá trị nhỏ hơn của khả năng chịu kéo thiết kế của bu lông neo, xem 3.6, và cường độ bám dính tính toán của bê tông đối với bu lông neo theo TCVN X1992-1-1.
- (4) Cần sử dụng một trong số các phương pháp sau để đảm bảo giữ chắc bu lông neo:
 - móc (Hình 6.14(a));
 - tấm thép đệm (Hình 6.14(b));
 - một số bộ phận đặt sẵn trong bê tông để phân tán lực;
 - một số bộ phận khác được chứng minh phù hợp bằng thử nghiệm.
- (5) Khi bu lông được uốn móc, chiều dài neo cần đảm bảo để tránh phá hoại về bám dính trước khi bu lông chảy dẻo. Chiều dài neo được thiết kế theo TCVN X1992-1-1. Không sử dụng kiểu neo này đối với bu lông có giới hạn chảy f_{yb} lớn hơn 300 N/mm^2 .
- (6) Khi bu lông neo được cấu tạo bởi bản mã đệm hoặc bộ phận phân tán lực khác, không cần kể đến lực bám dính. Toàn bộ lực được truyền thông qua bộ phận phân tán lực đang được sử dụng.



Hình 6.14 - Các bộ phận bu lông neo

6.2.7 Khả năng chịu uốn thiết kế của nút dầm-cột và nút nối thanh

6.2.7.1 Quy định chung

(1) Mô men thiết kế $M_{j,Ed}$ cần thỏa mãn điều kiện sau:

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

(2) Các phương pháp nêu ở 6.2.7 để xác định khả năng chịu uốn thiết kế của nút $M_{j,Rd}$ không xét tới lực dọc tương ứng N_{Ed} trong cấu kiện liên kết. Không sử dụng các phương pháp này khi lực dọc trong cấu kiện liên kết lớn hơn 5% khả năng chịu lực dẻo thiết kế $N_{pl,Rd}$ của tiết diện cấu kiện.

(3) Khi lực dọc N_{Ed} trong dầm liên kết lớn hơn 5% khả năng chịu lực thiết kế, $N_{pl,Rd}$, phương pháp thiên về an toàn sau có thể được sử dụng:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.24)$$

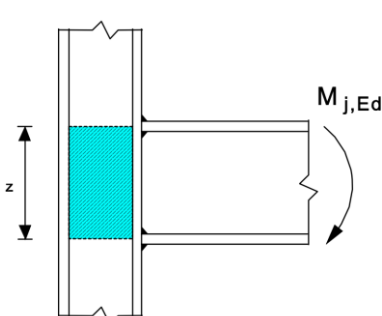
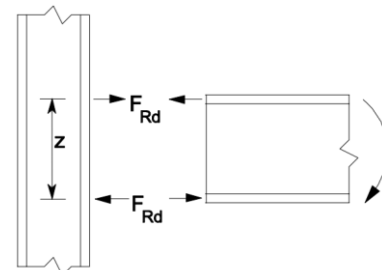
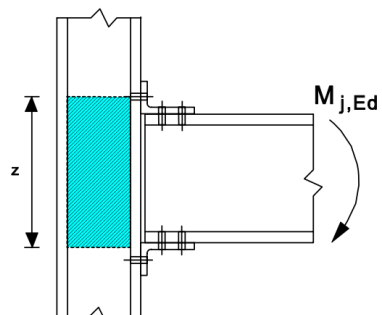
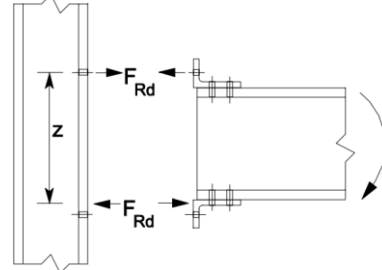
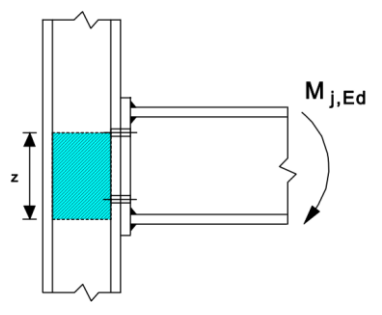
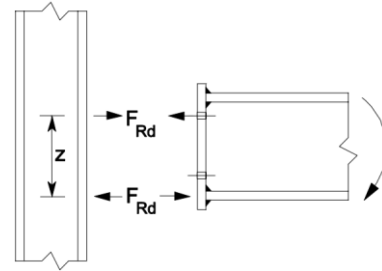
trong đó:

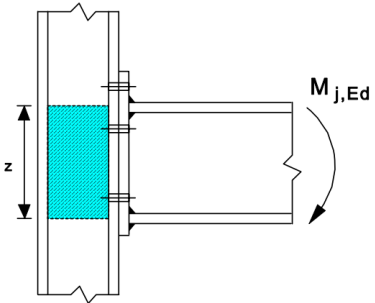
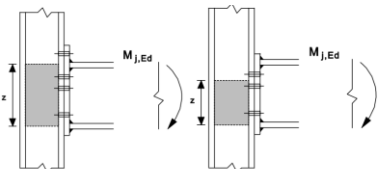
$M_{j,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế của nút, giả thiết không có lực dọc tác dụng;

$N_{j,Rd}$ là khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút, giả thiết không có mô men tác dụng.

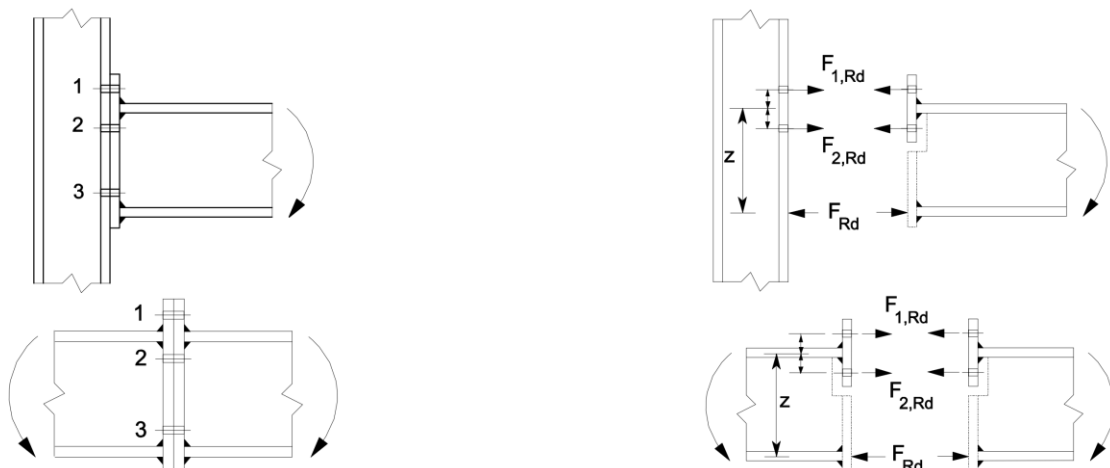
- (4) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút hàn được xác định như ở Hình 6.15(a).
- (5) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút bu lông với bản mã bịt đầu chỉ có một hàng bu lông chịu kéo (hoặc chỉ có một hàng bu lông chịu kéo được xem xét, xem 6.2.3(6)) cần được xác định như ở Hình 6.15(c).
- (6) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút bu lông với ke góc bản cánh cần được xác định như ở Hình 6.15(b).
- (7) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút bu lông với bản mã bịt đầu có nhiều hơn một hàng bu lông chịu kéo được xác định như ở 6.2.7.2.
- (8) Để đơn giản hóa thiên về an toàn, khả năng chịu uốn thiết kế của nút bản mã bịt đầu mở rộng có hai hàng bu lông chịu kéo có thể được tính gần đúng như Hình 6.16, nếu đảm bảo tổng khả năng chịu lực thiết kế F_{Rd} không vượt quá $3,8F_{t,Rd}$, trong đó $F_{t,Rd}$ được cho trong Bảng 6.2. Trong trường hợp này, toàn bộ vùng kéo của bản mã bịt đầu có thể được xem xét như là một bộ phận cơ bản. Khi hai hàng bu lông cách đều nhau ở mỗi phía bản cánh dầm, phần bản mã bịt đầu này có thể được xem xét như là một nhánh-T khi xác định lực trong hàng bu lông $F_{1,Rd}$. Giá trị của $F_{2,Rd}$ có thể được giả thiết là bằng với $F_{1,Rd}$, và do vậy F_{Rd} có thể được lấy bằng $2F_{1,Rd}$.
- (9) Tâm vùng nén được lấy theo tâm của khối ứng suất vùng nén. Để đơn giản, tâm vùng nén có thể được lấy như ở Hình 6.15.
- (10) Nút nối thanh chịu kéo cần được thiết kế để truyền tất cả mô men và lực tại điểm nối.

- (11) Nút nổi thanh được thiết kế để giữ các cấu kiện liên kết. Lực ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc có thể không xét đến để giữ các cấu kiện trong nút nổi thanh kiểu ép mặt.
- (12) Các cấu kiện cần được bố trí sao cho đường tim của bộ phận liên kết ghép thanh trùng với đường tim của cấu kiện khi thích hợp. Nếu có độ lệch tâm, cần xem xét đến lực phát sinh.

Kiểu liên kết	Tâm vùng nén	Cánh tay đòn	Phân phối lực
<p>a) Liên kết hàn</p> 	<p>Tại đường giữa bề dày cánh chịu nén</p>	<p>$z = h - t_{fb}$</p> <p>h là chiều cao dầm</p> <p>t_{fb} là chiều dày cánh dầm</p>	
<p>b) Liên kết bu lông với ke góc bản cánh</p> 	<p>Tại đường giữa chiều dày chân ke góc trên cánh chịu nén</p>	<p>Khoảng cách từ tâm vùng nén tới hàng bu lông chịu kéo</p>	
<p>c) Liên kết bu lông bản ốp bịt đầu với chỉ 1 hàng bu lông chịu kéo</p> 	<p>Tại đường giữa chiều dày cánh chịu nén</p>	<p>Khoảng cách từ tâm vùng nén tới hàng bu lông chịu kéo</p>	
<p>d) Liên kết bu lông bản ốp bịt đầu mở rộng với chỉ 2 hàng bu lông chịu kéo</p>	<p>Tại đường giữa chiều dày cánh chịu nén</p>	<p>Thiên về an toàn, z có thể lấy bằng khoảng cách từ tâm</p>	

		<p>vùng nén tới điểm giữa hai hàng bu lông</p>	
<p>e) Các liên kết bu lông bản ốp bịt đầu khác với từ 2 hàng bu lông chịu kéo</p> 	<p>Tại đường giữa chiều dày cánh chịu nén</p>	<p>Có thể lấy giá trị xấp xỉ bằng khoảng cách từ tâm vùng nén tới điểm giữa hai hàng bu lông chịu kéo xa nhất.</p>	<p>Giá trị chính xác hơn có thể được xác định bằng cách lấy z bằng z_{eq} từ phương pháp nêu ở 6.3.3.1.</p>

Hình 6.15 - Tâm vùng nén, cánh tay đòn z và phân phối lực đối với khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$



Hình 6.16 - Mô hình đơn giản hóa đối với nút bu lông với bản mã bịt đầu mờ rộng

- (13) Khi cấu kiện không được thiết kế tiếp xúc ép mặt toàn phần, vật liệu nối thanh cần được thiết kế để truyền nội lực và mô men trong cấu kiện tại vị trí nối ghép, bao gồm mô men do lệch tâm, sự không hoàn hảo ban đầu và biến dạng bậc 2. Nội lực và mô men được lấy sao cho mô men không nhỏ hơn 25% khả năng mô men của tiết diện yếu hơn theo cả hai trục và lực cắt không nhỏ hơn 2.5% khả năng chịu lực dọc của tiết diện yếu hơn theo cả hai trục.
- (14) Khi cấu kiện được thiết kế ép mặt trên toàn diện tiếp xúc, vật liệu nút nối thanh cần được thiết kế để truyền tối thiểu 25% lực nén lớn nhất trong cột.
- (15) Việc đóng thẳng các đầu tiếp giáp của các cấu kiện chịu nén cần được duy trì bởi các bản mã ốp hoặc các cách thức khác. Vật liệu nối thanh và liên kết của nó cần được thiết kế để chịu lực tại

các đầu tiếp giáp, tác dụng theo bất kỳ hướng nào vuông góc với trục cấu kiện. Trong tính toán nút nối thanh ảnh hưởng bậc 2 cũng cần được xem xét.

(16) Nút nối thanh trong cấu kiện chịu uốn cần tuân thủ các quy định sau:

- a) Cánh chịu nén được xem xét như cấu kiện chịu nén;
- b) Cánh chịu kéo được xem xét như cấu kiện chịu kéo;
- c) Bộ phận chịu cắt được thiết kế để truyền đồng thời các lực sau:
 - Lực cắt tại nút nối thanh;
 - Mô men gây ra bởi lệch tâm, nếu có, của tâm nhóm liên kết ở mỗi phía nút
 - Phần mô men, biến dạng hoặc góc xoay chịu bởi bản bụng hoặc phần, không kể sự phân tán ứng suất sang các phần bên cạnh được giả thiết trong thiết kế của cấu kiện hoặc phần.

6.2.7.2 Nút dầm-cột với liên kết bu lông bản mã bịt đầu

(1) Khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nút dầm-cột với liên kết bu lông bản mã bịt đầu có thể được xác định như sau:

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd} \quad (6.25)$$

trong đó:

$F_{tr,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng của hàng bu lông r ;

h_r là khoảng cách từ hàng bu lông r tới tâm vùng nén;

r là số hàng bu lông.

CHÚ THÍCH: Trong nút bu lông có hơn một hàng bu lông chịu kéo, các hàng bu lông được đánh số bắt đầu từ hàng bu lông xa nhất tính từ tâm vùng nén.

- (2) Với liên kết bản mã bịt đầu bu lông, tâm vùng nén được xem là trùng với đường tâm cánh chịu nén của cấu kiện liên kết.
- (3) Khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với mỗi hàng bu lông cần được xác định tuần tự, từ hàng bu lông số 1, hàng xa nhất từ tâm vùng nén, rồi hàng 2, v.v.
- (4) Khi xác định khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r , khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng của mọi hàng bu lông khác gần tâm vùng nén hơn sẽ được bỏ qua.
- (5) Khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r được lấy theo khả năng chịu kéo thiết kế của nó $F_{t,Rd}$ xem như là hàng bu lông độc lập xác định theo 6.2.7.2(7), (8) và (9).
- (6) Khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r , như là một hàng bu lông độc lập, được lấy theo giá trị khả năng chịu kéo thiết kế nhỏ nhất đối với hàng bu lông độc lập của các bộ phận cơ bản sau:

- bản bụng cột chịu kéo: $F_{t,wc,Rd}$ (xem 6.2.6.3)
- bản cánh cột chịu uốn: $F_{t,fc,Rd}$ (xem 6.2.6.4)
- bản mã bịt đầu chịu uốn: $F_{t,ep,Rd}$ (xem 6.2.6.5)
- bản bụng dầm chịu kéo: $F_{t,wb,Rd}$ (xem 6.2.6.8)

(7) Khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r , nếu cần thiết, cần được giảm nhỏ hơn giá trị $F_{t,Rd}$ để đảm bảo rằng khi xét tất cả các hàng bu lông tới hàng r (kể cả hàng r) các điều kiện sau được thỏa mãn:

- tổng khả năng chịu lực thiết kế $\sum F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$, với β theo 5.3(7) (xem 6.2.6.1)
- tổng khả năng chịu lực thiết kế $\sum F_{t,Rd}$ không vượt giá trị nhỏ hơn của:
 - o khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu nén $F_{c,wc,Rd}$ (xem 6.2.6.2)
 - o khả năng chịu lực thiết kế của bản cánh và bụng dầm chịu nén $F_{c,fb,Rd}$ (xem 6.2.6.7)

(8) Khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r , nếu cần thiết, được giảm nhỏ hơn giá trị $F_{t,Rd}$ để đảm bảo rằng tổng khả năng chịu lực thiết kế của các hàng bu lông tới hàng r (kể cả hàng r) tạo thành một phần của nhóm các hàng bu lông, không vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của toàn bộ nhóm. Cần kiểm tra các điều kiện sau đối với các bộ phận cơ bản:

- bản bụng cột chịu kéo: $F_{t,wc,Rd}$ (xem 6.2.6.3)
- bản cánh cột chịu uốn: $F_{t,fc,Rd}$ (xem 6.2.6.4)
- bản mã bịt đầu chịu uốn: $F_{t,ep,Rd}$ (xem 6.2.6.5)
- bản bụng dầm chịu kéo: $F_{t,wb,Rd}$ (xem 6.2.6.8)

(9) Khi khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tx,Rd}$ của một trong các hàng bu lông phía trước x lớn hơn $1,9F_{t,Rd}$, khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng $F_{tr,Rd}$ đối với hàng bu lông r cần được giảm, nếu cần thiết, để đảm bảo rằng:

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} h_r / h_x \quad (6.26)$$

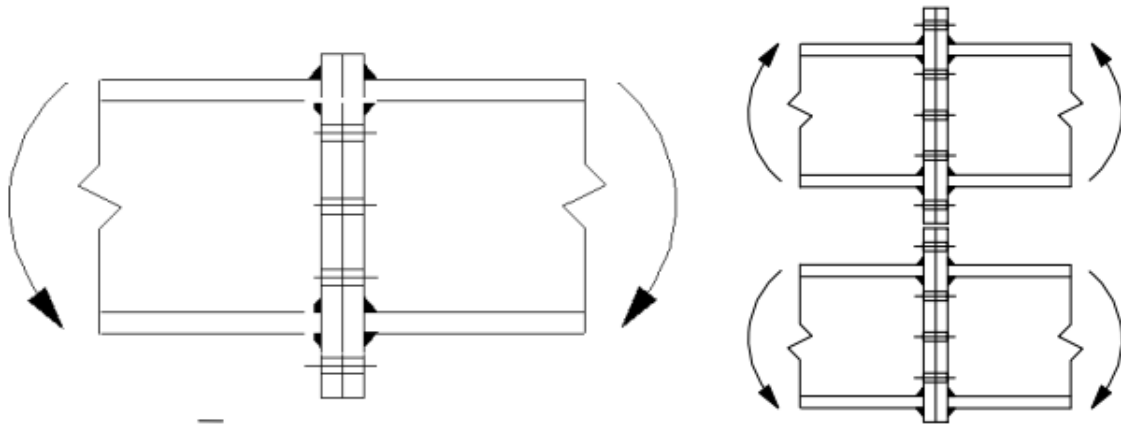
trong đó:

h_x là khoảng cách từ hàng bu lông x tới tâm vùng nén;

x là hàng bu lông xa nhất tính từ tâm vùng nén mà có khả năng chịu kéo thiết kế lớn hơn $1,9F_{t,Rd}$.

CHÚ THÍCH: Phụ lục Quốc Gia có thể quy định chi tiết hơn đối với việc sử dụng công thức (6.26).

(10) Phương pháp diễn giải trong 6.2.7.2(1) tới 6.2.7.2(9) có thể được áp dụng cho nút ghép dầm với bản mã hàn bịt đầu bằng bu lông, xem Hình 6.17, bỏ qua các liên quan tới cột.



Hình 6.17 - Nút ghép dầm với bản mã hàn bít đầu bằng bu lông

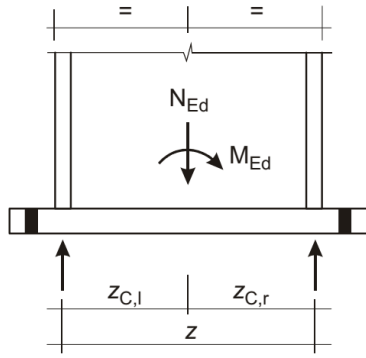
6.2.8 Khả năng chịu lực thiết kế chân cột có bản đế

6.2.8.1 Quy định chung

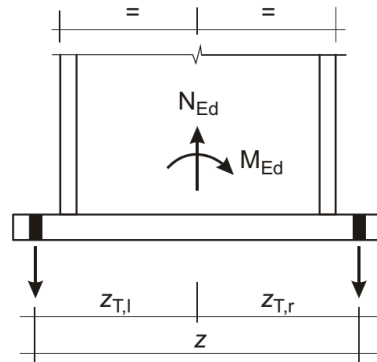
- (1) Chân cột cần có kích cỡ, độ cứng và cường độ đủ để truyền lực dọc, mô men uốn và lực cắt trong cột xuống móng hoặc bộ phận đỡ khác mà không bị vượt quá khả năng chịu tải của các móng này.
- (2) Cường độ ép mặt thiết kế giữa bản đế chân cột và móng có thể được xác định dựa trên sự phân bố đều ứng suất nén trên toàn diện ép mặt. Với móng bê tông ứng suất ép mặt không được vượt quá Cường độ ép mặt thiết kế, f_{jd} , nêu ở 6.2.5(7).
- (3) Đối với chân cột chịu tổ hợp lực dọc và mô men, lực giữa bản đế chân cột và móng có thể áp dụng một trong các kiểu phân phối sau, phụ thuộc vào độ lớn của lực dọc và mô men tác dụng:
 - Trong trường hợp lực nén dọc chiếm ưu thế, ứng suất nén toàn phần có thể xuất hiện ở dưới cả hai bản cánh cột, như Hình 6.18(a).
 - Trong trường hợp lực kéo dọc chiếm ưu thế, ứng suất kéo toàn phần có thể xuất hiện ở dưới cả hai bản cánh cột, như Hình 6.18(b).
 - Trong trường hợp mô men chiếm ưu thế, ứng suất nén có thể xuất hiện ở dưới một bản cánh và kéo ở bản cánh còn lại, như Hình 6.18(c) và (d).
- (4) Bản đế chân cột cần được thiết kế theo các phương pháp nêu ở 6.2.8.2 và 6.2.8.3.
- (5) Một trong các phương pháp sau được sử dụng để chịu lực cắt giữa bản đế chân cột và móng:
 - Khả năng chịu lực thiết kế về ma sát tại nút giữa bản đế chân cột và móng, cộng với khả năng chịu cắt thiết kế của các bu lông neo.
 - Khả năng chịu cắt thiết kế của bộ phận xung quanh của móng.

Nếu bu lông neo được dùng để chịu cắt giữa bản đế chân cột và móng, cần được kiểm tra sự đập vỡ của bê tông chịu ép mặt, theo TCVN X1992.

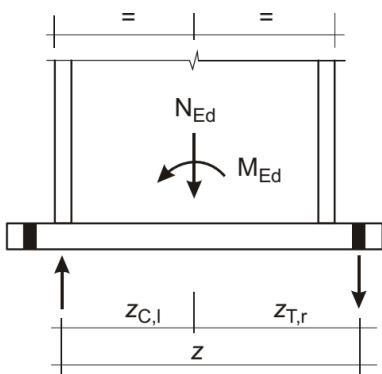
Khi các phương pháp trên không đủ đáp ứng, thì các thành phần đặc biệt như các đinh hoặc thanh chịu cắt cần được sử dụng để truyền lực cắt giữa bản đế chân cột và móng.



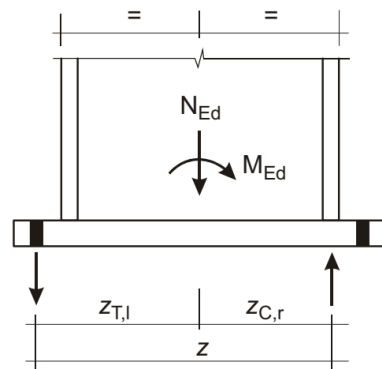
a) Liên kết chân cột trong trường hợp lực nén dọc chiếm ưu thế



b) Liên kết chân cột trong trường hợp lực kéo dọc chiếm ưu thế



c) Liên kết chân cột trong trường hợp mô men chiếm ưu thế

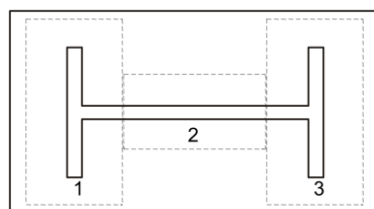


d) Liên kết chân cột trong trường hợp mô men chiếm ưu thế

Hình 6.18 - Xác định cánh tay đòn z đối với liên kết chân cột

6.2.8.2 Bản đế chân cột chỉ chịu lực dọc

(1) Khả năng chịu lực thiết kế, $N_{j,Rd}$, của bản đế chân cột đối xứng chịu lực nén dọc tập trung có thể được xác định bằng cách cộng từng khả năng chịu lực thiết kế $F_{C,Rd}$ của ba nhánh-T thể hiện như Hình 6.19 (hai nhánh-T dưới bản cánh và một nhánh-T dưới bản bụng). Ba nhánh-T không chồng lên nhau, xem Hình 6.19. Khả năng chịu lực thiết kế của mỗi nhánh-T được thiết kế theo phương pháp nêu ở 6.2.5.



- 1 nhánh-T thứ 1
- 2 nhánh-T thứ 2
- 3 nhánh-T thứ 3

Hình 6.19 - Các nhánh-T không chồng lên nhau

6.2.8.3 Bản đế chân cột chịu lực dọc và mô men

(1) Khả năng chịu uốn thiết kế, $M_{j,Rd}$, của chân cột chịu đồng thời lực dọc và mô men được xác định theo phương pháp nêu ở Bảng 6.7 với việc bỏ qua phần đóng góp của bê tông ngay dưới bản bụng cột (nhánh-T thứ 2 ở Hình 6.19) đối với khả năng chịu nén. Các tham số sau được sử dụng trong phương pháp này:

- $F_{T,l,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế của phần phía trái nút. - xem 6.2.8.3(2)
- $F_{T,r,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế của phần phía phải nút. - xem 6.2.8.3(3)
- $F_{C,l,Rd}$ là khả năng chịu nén thiết kế của phần phía trái nút. - xem 6.2.8.3(4)
- $F_{C,r,Rd}$ là khả năng chịu nén thiết kế của phần phía phải nút. - xem 6.2.8.3(5)

(2) Khả năng chịu kéo thiết kế $F_{T,l,Rd}$ của phần phía trái nút được lấy theo các giá trị nhỏ nhất của khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận sau:

- bản bụng cột chịu kéo dưới bản cánh cột phía trái $F_{t,wc,Rd}$ - xem 6.2.6.3
- bản đế chân cột chịu uốn dưới bản cánh cột phía trái $F_{t,pl,Rd}$ - xem 6.2.6.11

(3) Khả năng chịu kéo thiết kế $F_{T,r,Rd}$ của phần phía phải nút được lấy theo các giá trị nhỏ nhất của khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận sau:

- bản bụng cột chịu kéo dưới bản cánh cột phía phải $F_{t,wc,Rd}$ - xem 6.2.6.3
- bản đế chân cột chịu uốn dưới bản cánh cột phía phải $F_{t,pl,Rd}$ - xem 6.2.6.11

(4) Khả năng chịu nén thiết kế $F_{C,l,Rd}$ của phần phía trái nút được lấy theo các giá trị nhỏ nhất của khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận sau:

- bê tông chịu nén dưới bản cánh cột phía trái $F_{c,pl,Rd}$ - xem 6.2.6.9
- bản cánh và bụng cột phía trái chịu nén $F_{c,fc,Rd}$ - xem 6.2.6.7

(5) Khả năng chịu nén thiết kế $F_{C,r,Rd}$ của phần phía phải nút được lấy theo các giá trị nhỏ nhất của khả năng chịu lực thiết kế của các bộ phận sau:

- bê tông chịu nén dưới bản cánh cột phía phải $F_{c,pl,Rd}$ - xem 6.2.6.9
- bản cánh và bụng cột phía phải chịu nén $F_{c,fc,Rd}$ - xem 6.2.6.7

(6) Đối với việc tính toán $z_{T,l}$, $z_{C,l}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$, xem 6.2.8.1.

Bảng 6.7 - Khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của chân cột

Tải trọng	Cánh tay đòn z	Khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$	
Phía trái chịu kéo Phía phải chịu nén	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $e > z_{T,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $e \leq -z_{C,r}$
		Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{C,r}/e+1}$ và $\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{T,l}/e-1}$	
Phía trái chịu kéo	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $0 < e <$	$N_{Ed} > 0$ và $-z_{T,r} <$

Phía phải chịu kéo		$z_{T,l}$	$e \leq 0$
		Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{T,r}/e+1}$ và $\frac{F_{T,r,Rd} z}{z_{T,l}/e-1}$	Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{T,r}/e+1}$ và $\frac{F_{T,l,Rd} z}{z_{T,l}/e-1}$
Phía trái chịu nén Phía phải chịu kéo	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $e > z_{C,l}$
		Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{-F_{C,l,Rd} z}{z_{T,r}/e+1}$ và $\frac{F_{T,r,Rd} z}{z_{C,l}/e-1}$	
Phía trái chịu nén Phía phải chịu nén	$z = z_{C,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $0 < e < z_{C,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $-z_{C,r} < e \leq 0$
		Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{-F_{C,l,Rd} z}{z_{C,r}/e+1}$ và $\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{C,l}/e-1}$	Giá trị nhỏ hơn của: $\frac{-F_{C,l,Rd} z}{z_{C,r}/e+1}$ và $\frac{-F_{C,r,Rd} z}{z_{C,l}/e-1}$
$M_{Ed} > 0$ khi thuận chiều kim đồng hồ, $N_{Ed} > 0$ khi chịu kéo. $e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

6.3 Độ cứng xoay

6.3.1 Mô hình cơ bản

(1) Độ cứng xoay của nút được xác định từ độ mềm của các bộ phận cơ bản, mỗi bộ phận được đại diện bởi hệ số độ cứng đàn hồi k_i xác định theo 6.3.2.

CHÚ THÍCH: Các hệ số độ cứng đàn hồi được dùng cho các trường hợp áp dụng chung.

(2) Đối với nút bản mã bịt đầu bu lông có nhiều hơn một hàng bu lông chịu kéo, hệ số độ cứng k_i đối với các bộ phận cơ bản liên quan cần được kết hợp. Với nút dầm-cột và nối ghép dầm thì áp dụng phương pháp nêu ở 6.3.3 và với chân cột là 6.3.4

(3) Trong nút bản mã bịt đầu bu lông có nhiều hơn một hàng bu lông chịu kéo, để đơn giản thì đóng góp của một hàng bu lông được bỏ qua khi đóng góp của các hàng bu lông khác gần tâm vùng nén hơn cũng được bỏ qua. Số các hàng bu lông được giữ lại không nhất thiết phải bằng với khi xác định khả năng chịu uốn thiết kế.

(4) Khi lực dọc N_{Ed} trong cấu kiện không vượt quá 5% khả năng chịu lực thiết kế $N_{pl,Rd}$ của tiết diện, độ cứng xoay S_j của nút dầm-cột hoặc nối ghép dầm, đối với mô men $M_{j,Ed}$ nhỏ hơn khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$, có thể được tính theo công thức đủ độ chính xác sau:

$$S_j = \frac{EZ^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}} \quad (6.27)$$

trong đó:

k_i là hệ số độ cứng của bộ phận cơ bản i ;

z là cánh tay đòn, xem 6.2.7;

μ là tỉ lệ độ cứng $S_{j,ini}/S_j$, xem 6.3.1(6).

CHÚ THÍCH: Độ cứng xoay ban đầu $S_{j,ini}$ của nút được tính theo công thức (6.27) với $\mu = 1,0$.

(5) Độ cứng xoay S_j của chân cột, với mô men $M_{j,Ed}$ nhỏ hơn khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$, có thể được tính với độ chính xác phù hợp theo 6.3.4.

(6) Tỉ lệ độ cứng μ được xác định như sau:

- khi $M_{j,Ed} \leq 2/3M_{j,Rd}$:

$$\mu = 1 \tag{6.27a}$$

- khi $2/3M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$:

$$\mu = (1,5M_{j,Ed}/M_{j,Rd})^\psi \tag{6.28b}$$

trong đó hệ số ψ được lấy theo Bảng 6.8.

Bảng 6.8 - Giá trị hệ số ψ

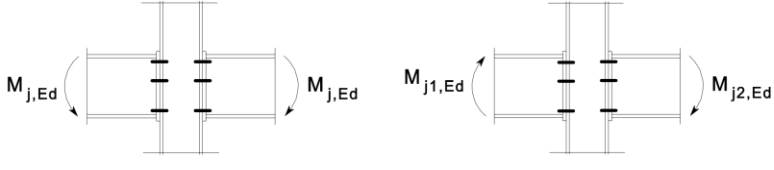
Loại liên kết	ψ
Hàn	2,7
Bản mã bịt đầu liên kết bu lông	2,7
Ke góc bản cánh liên kết bu lông	3,1
Bản đế chân cột	2,7

(7) Các bộ phận cơ bản được xem xét khi tính toán độ cứng của nút dầm-cột hàn và nút có ke góc bản cánh bu lông được cho trong Bảng 6.9. Tương tự, các bộ phận cơ bản đối với liên kết bản mã bịt đầu liên kết bu lông và bản đế chân cột được cho trong Bảng 6.10. Trong hai bảng này, hệ số độ cứng k_i đối với các bộ phận cơ bản được cho trong Bảng 6.11.

(8) Đối với nút bản mã bịt đầu dầm-cột, phương pháp sau đây được áp dụng để tính toán độ cứng nút. Hệ số độ cứng tương đương, k_{eq} , và cánh tay đòn tương đương, z_{eq} , của nút được tính theo 6.3.3. Độ cứng của nút được tính theo 6.3.1(4) dựa vào hệ số độ cứng k_{eq} (với nút), k_1 (với bản bụng cột chịu cắt), và cánh tay đòn z lấy bằng cánh tay đòn tương đương của nút, z_{eq} .

Bảng 6.9 - Nút liên kết hàn hoặc ke góc bản cánh bu lông

Nút dầm-cột liên kết hàn	Hệ số độ cứng k_i được kể đến
Một phía	$k_1; k_2; k_3$

Hai phía – Mô men cân bằng và ngược chiều	$k_2; k_3$
Hai phía – Mô men không cân bằng	$k_1; k_2; k_3$
Nút dầm-cột với ke góc bản cánh liên kết bu lông	Hệ số độ cứng k_i được kể đến
Một phía	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^{*}); k_{12}^{**})$
Hai phía – Mô men cân bằng và ngược chiều	$k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^{*}); k_{12}^{**})$
Hai phía – Mô men không cân bằng	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^{*}); k_{12}^{**})$
 <p>Mô men cân bằng và ngược chiều Mô men không cân bằng</p>	<p>*) Hai hệ số k_{11}, mỗi bản cánh một hệ số</p> <p>**) Bốn hệ số k_{12}, mỗi cánh và mỗi ke góc một hệ số</p>

Bảng 6.10 - Nút bản mã bịt đầu liên kết bu lông và liên kết bản đế chân cột

Nút dầm-cột với bản mã bịt đầu liên kết bu lông	Số lượng hàng bu lông chịu kéo	Hệ số độ cứng k_i được kể đến
Một phía	Một	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Hai trở lên	$k_1; k_2; k_{eq}$
Hai phía – Mô men cân bằng và ngược chiều	Một	$k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Hai trở lên	$k_2; k_{eq}$
Hai phía – Mô men không cân bằng	Một	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Hai trở lên	$k_1; k_2; k_{eq}$
Nút ghép dầm với bản mã bịt đầu liên kết bu lông	Số lượng hàng bu lông chịu kéo	Hệ số độ cứng k_i được kể đến
Hai phía – Mô men cân bằng và ngược	Một	$k_5[\text{trái}]; k_5[\text{phải}]; k_{10}$

chiều	Hai trở lên	k_{eq}
Liên kết bản đế chân cột	Số lượng hàng bu lông chịu kéo	Hệ số độ cứng k_i được kể đến
Liên kết bản đế chân cột	Một	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$
	Hai trở lên	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$ cho mỗi hàng bu lông

6.3.2 Hệ số độ cứng đối với các bộ phận nút cơ bản

(1) Hệ số độ cứng đối với các bộ phận nút cơ bản được xác định bằng các công thức trong Bảng 6.11.

Bảng 6.11 - Hệ số độ cứng đối với các bộ phận nút cơ bản

Bộ phận	Hệ số độ cứng k_i	
Bản bụng cột chịu cắt	Không sườn gia cường, Nút một phía hoặc hai phía với chiều cao dầm bằng nhau	Có sườn gia cường
	$k_1 = \frac{0,38A_{VC}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	z là cánh tay đòn, Hình 6.15; β là tham số chuyển đổi, 5.3(7).	
Bản bụng cột chịu nén	Không sườn gia cường,	Có sườn gia cường
	$k_2 = \frac{0,7b_{eff,c,wc}t_{wc}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
	$b_{eff,c,wc}$ là bề rộng hiệu dụng, 6.2.6.2	
Bản bụng cột chịu kéo	Liên kết bu lông có hoặc không có sườn gia cường, với một hàng bu lông chịu kéo hoặc liên kết hàn không sườn gia cường	liên kết hàn có sườn gia cường
	$k_3 = \frac{0,7b_{eff,t,wc}t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$

	<p>$b_{eff,t,wc}$ là bề rộng hiệu dụng của bản bụng cột chịu kéo theo 6.2.6.3. Đối với nút có một hàng bu lông chịu kéo, $b_{eff,t,wc}$ được lấy bằng giá trị nhỏ nhất của các chiều dài hiệu dụng l_{eff} (độc lập hoặc như một phần của nhóm các hàng bu lông) của hàng bu lông đó theo Bảng 6.4 (đối với bản cánh cột không sườn gia cường) hoặc Bảng 6.5 (đối với bản cánh cột có sườn gia cường)</p>	
Bản cánh cột chịu uốn (với một hàng bu lông chịu kéo)	$k_4 = \frac{0,9l_{eff}t_{fc}^3}{m^3}$ <p>l_{eff} là giá trị nhỏ nhất của các chiều dài hiệu dụng (độc lập hoặc như một phần của nhóm bu lông) của hàng bu lông đó theo Bảng 6.4 (đối với bản cánh cột không sườn gia cường) hoặc Bảng 6.5 (đối với bản cánh cột có sườn gia cường);</p> <p>m được định nghĩa trong Hình 6.8.</p>	
Bản mã bít đầu chịu uốn (với một hàng bu lông chịu kéo)	$k_5 = \frac{0,9l_{eff}t_p^3}{m^3}$ <p>l_{eff} là giá trị nhỏ nhất của các chiều dài hiệu dụng (độc lập hoặc như một phần của nhóm các hàng bu lông) của hàng bu lông đó theo Bảng 6.6;</p> <p>m nhìn chung được định nghĩa trong Hình 6.11, nhưng đối với một hàng bu lông nằm ở phần kéo dài của bản mã bít đầu $m = m_x$, trong đó m_x được cho trong Hình 6.10.</p>	
Ke góc bản cánh chịu uốn	$k_6 = \frac{0,9l_{eff}t_a^3}{m^3}$ <p>l_{eff} là chiều dài hiệu dụng của ke góc bản cánh, Hình 6.12;</p> <p>m được định nghĩa trong Hình 6.13.</p>	
Bu lông chịu kéo (một hàng bu lông)	$k_{10} = 1,6A_s/L_b$ có căng trước hoặc không L_b là chiều dài đoạn giãn dài của bu lông, lấy bằng chiều dài làm việc (tổng chiều dày vật liệu liên kết và vòng đệm), cộng với một nửa tổng của chiều cao đầu mũ bu lông và chiều cao đai ốc.	
Bu lông chịu cắt	Không căng trước	có căng trước *)
	$k_{11}(\text{hoặc } k_{17}) = \frac{16n_b d^2 f_{ub}}{Ed_{M16}}$	
	$k_{11} = \infty$	
<p>d_{M16} là đường kính danh nghĩa của bu lông M16;</p> <p>n_b là số lượng hàng bu lông chịu cắt</p>		

Bu lông chịu ép mặt (với mỗi bộ phận j mà bu lông tỉ lên)	Không căng trước	có căng trước *)
	$k_{12}(\text{hoặc } k_{18}) = \frac{24n_b k_b k_t d f_u}{E}$	
	$k_b = k_{b1} \leq k_{b2}$ $k_{b1} = 0,25e_b/d + 0,5 \leq 1,25$ $k_{b2} = 0,25p_b/d + 0,375 \leq 1,25$ $k_t = 1,5t_j/d_{M16} \leq 2,5$	e_b là khoảng cách từ hàng bu lông đang xét tới mép tự do của bản thép, theo phương của lực; f_u là giới hạn kéo cực hạn của bản thép; p_b là khoảng cách giữa các hàng bu lông, theo phương của lực; t_j là chiều dày của bộ phận đang xét.
Bê tông chịu nén (gồm vữa đổ sau)	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275E}$	
	b_{eff} là bề rộng hiệu dụng của bản cánh nhánh-T, xem 6.2.5(3); l_{eff} là chiều dài hiệu dụng của bản cánh nhánh-T, xem 6.2.5(3).	
Bản thép chịu uốn dưới lực nén	$k_{14} = \infty$	
	Hệ số này đã được xét khi tính toán hệ số độ cứng k_{13} .	
Bản đế chân cột chịu uốn dưới lực kéo	Có lực đòn bẩy **)	Không có lực đòn bẩy **)
	$k_{15} = \frac{0,85l_{eff} t_p^3}{m^3}$	$k_{15} = \frac{0,425l_{eff} t_p^3}{m^3}$
	l_{eff} là chiều dài hiệu dụng của bản cánh nhánh-T, xem 6.2.5(3); t_p là chiều dày bản đế chân cột; m là khoảng cách thể hiện như Hình 6.8.	
Bu lông neo chịu kéo	Có lực đòn bẩy **)	Không có lực đòn bẩy **)
	$k_{16} = 1,6A_s/L_b$	$k_{16} = 2,0A_s/L_b$
	L_b là chiều dài đoạn giãn dài của bu lông, lấy bằng tổng của 8 lần đường kính danh nghĩa, lớp vữa đổ sau, chiều dày bản thép, vòng đệm và một nửa chiều cao đai ốc.	

*) nếu đảm bảo các bu lông được thiết kế không bị trượt tại mức tải trọng đang xét

***) lực đòn bẩy có thể xuất hiện, khi $L_b \leq \frac{8,8m^3 A_s}{l_{eff} t^3}$

CHÚ THÍCH 1: Khi tính toán b_{eff} và l_{eff} , khoảng cách c được lấy bằng 1,25 lần chiều dày bản đế chân cột.

CHÚ THÍCH 2: Bản mã ốp phía sau được giả thiết là không gây ảnh hưởng tới độ cứng xoay S_j của nút.

CHÚ THÍCH 3: Đối với đường hàn (k_{19}), hệ số độ cứng được lấy bằng vô cùng. Thành phần này không cần xét tới khi tính toán độ cứng xoay S_j .

CHÚ THÍCH 4: Đối với bản cánh và bản bụng dầm chịu nén (k_7), bản bụng dầm chịu kéo (k_8), bản thép chịu kéo hoặc nén (k_9), dầm có mở nách (k_{20}), các hệ số độ cứng được lấy bằng vô cùng. Các thành phần này không cần xem xét khi tính toán độ cứng xoay S_j .

CHÚ THÍCH 5: Khi sử dụng bản mã bổ sung gia cường bản bụng, hệ số độ cứng đối với các bộ phận nút cơ bản k_1 tới k_3 cần được tăng lên như sau:

- k_1 đối với tấm bản bụng cột chịu cắt được tính dựa trên diện tích chịu cắt gia tăng A_{vc} theo 6.2.6.1(6);
- k_2 đối với tấm bản bụng cột chịu nén được tính dựa trên chiều dày hiệu dụng của bản bụng theo 6.2.6.2(6);
- k_3 đối với tấm bản bụng cột chịu kéo được tính dựa trên chiều dày hiệu dụng của bản bụng theo 6.2.6.3(8).

6.3.3 Nút bản mã bịt đầu với hai hàng bu lông trở lên chịu kéo

6.3.3.1 Phương pháp chung

(1) Đối với nút bản mã bịt đầu với hai hàng bu lông trở lên chịu kéo, các bộ phận cơ bản liên quan tới các hàng bu lông này cần được đại diện bởi một hệ số độ cứng tương đương k_{eq} xác định như sau:

$$k_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}} \quad (6.29)$$

trong đó:

h_r là khoảng cách giữa hàng bu lông r và tâm vùng nén;

$k_{eff,r}$ là hệ số chiều dày hiệu dụng đối với hàng bu lông r xét tới hệ số chiều dày k_i đối với các bộ phận cơ bản liệt kê ở 6.3.3.1(4) hoặc 6.3.3.1(5);

z_{eq} là cánh tay đòn, xem 6.3.3.1(3).

(2) Hệ số chiều dày hiệu dụng $k_{eff,r}$ đối với hàng bu lông r được xác định như sau:

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad (6.30)$$

$k_{i,r}$ là hệ số chiều dày đại diện cho bộ phận i liên quan tới hàng bu lông r .

(3) Cánh tay đòn z_{eq} được xác định như sau:

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r} \tag{6.31}$$

(4) Trong trường hợp nút dầm-cột với liên kết bản mã bịt đầu, k_{eq} được tính dựa vào (và thay thế cho) hệ số độ cứng k_i đối với:

- bản bụng cột chịu kéo (k_3);
- bản cánh cột chịu uốn (k_4);
- bản mã bịt đầu chịu uốn (k_5);
- bu lông chịu kéo (k_{10}).

(5) Trong trường hợp nút ghép dầm với bản mã bịt đầu liên kết bu lông, k_{eq} được tính dựa vào (và thay thế cho) hệ số độ cứng k_i đối với:

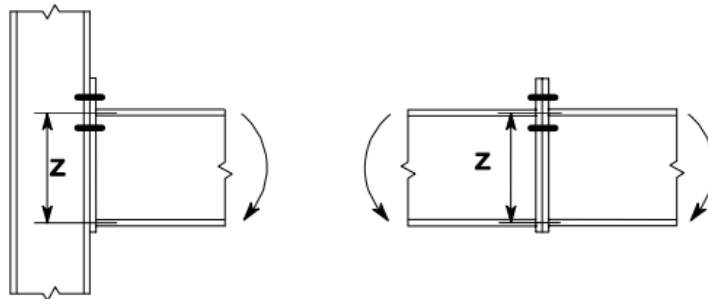
- bản mã bịt đầu chịu uốn (k_5);
- bu lông chịu kéo (k_{10}).

6.3.3.2 Phương pháp đơn giản đối với bản mã bịt đầu mở rộng có hai hàng bu lông chịu kéo

(1) Đối với liên kết bản mã bịt đầu mở rộng có hai hàng bu lông chịu kéo (một hàng tại phần mở rộng của bản mã bịt đầu, một hàng nằm giữa các bản cánh dầm, xem Hình 6.20), một tập hợp các giá trị điều chỉnh có thể được sử dụng đối với các hệ số độ cứng của các bộ phận cơ bản liên quan, cho phép xét tới đóng góp tổng hợp của cả hai hàng bu lông. Mỗi giá trị điều chỉnh cần được lấy bằng hai lần giá trị tương ứng đối với một hàng bu lông trong phần mở rộng của bản mã.

CHÚ THÍCH: Việc lấy gần đúng này dẫn tới dự đoán hơi thấp độ cứng xoay.

(2) Khi sử dụng phương pháp đơn giản, cánh tay đòn z được lấy bằng khoảng cách từ tâm vùng nén tới điểm giữa hai hàng bu lông chịu kéo, xem Hình 6.20.



Hình 6.20 - Cánh tay đòn z theo phương pháp đơn giản

6.3.4 Chân cột

(1) Độ cứng xoay S_j của chân cột chịu đồng thời lực dọc và mô men uốn được thiết kế theo phương pháp nêu ở Bảng 6.12. Phương pháp này sử dụng các hệ số độ cứng sau:

$k_{T,l}$ là hệ số độ cứng chịu kéo của phần phía trái nút và nghịch đảo của nó được lấy bằng tổng của nghịch đảo các hệ số độ cứng k_{15} và k_{16} (cho trong Bảng 6.11) tác dụng tại phần bên trái của nút.

$k_{T,r}$ là hệ số độ cứng chịu kéo của phần phía phải nút và nghịch đảo của nó được lấy bằng tổng của nghịch đảo các hệ số độ cứng k_{15} và k_{16} (cho trong Bảng 6.11) tác dụng tại phần bên phải của nút.

$k_{C,l}$ là hệ số độ cứng chịu nén của phần phía trái nút và lấy bằng hệ số độ cứng k_{13} (cho trong Bảng 6.11) tác dụng tại phần bên trái của nút.

$k_{C,r}$ là hệ số độ cứng chịu nén của phần phía phải nút và lấy bằng hệ số độ cứng k_{13} (cho trong Bảng 6.11) tác dụng tại phần bên phải của nút.

(2) Đối với việc tính toán $z_{T,l}$, $z_{C,l}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$, xem 6.2.8.1.

Bảng 6.12 - Độ cứng xoay S_j của chân cột

Tải trọng	Cánh tay đòn z	Độ cứng xoay $S_{j,ini}$	
Phía trái chịu kéo Phía phải chịu nén	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $e > z_{T,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $e \leq -z_{C,r}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l}+1/k_{C,r})} \frac{e}{e+e_k}$ trong đó $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r}-z_{T,l}k_{T,l}}{k_{T,l}+k_{C,r}}$	
Phía trái chịu kéo Phía phải chịu kéo	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $0 < e < z_{T,l}$	$N_{Ed} > 0$ và $-z_{T,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l}+1/k_{T,r})} \frac{e}{e+e_k}$ trong đó $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r}-z_{T,l}k_{T,l}}{k_{T,l}+k_{T,r}}$	
Phía trái chịu nén Phía phải chịu kéo	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ và $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $e > z_{C,l}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l}+1/k_{T,r})} \frac{e}{e+e_k}$ trong đó $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r}-z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l}+k_{T,r}}$	
Phía trái chịu nén Phía phải chịu nén	$z = z_{C,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $0 < e < z_{C,l}$	$N_{Ed} \leq 0$ và $-z_{C,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l}+1/k_{C,r})} \frac{e}{e+e_k}$ trong đó $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r}-z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l}+k_{C,r}}$	
$M_{Ed} > 0$ khi thuận chiều kim đồng hồ, $N_{Ed} > 0$ khi chịu kéo, μ xem 6.3.1(6).			
$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

6.4 Khả năng xoay

6.4.1 Quy định chung

- (1) P Trong trường hợp phân tích tổng thể cứng-dẻo, nút tại vị trí khớp dẻo cần có đủ khả năng xoay.
- (2) Khả năng xoay của nút bu lông hoặc hàn được xác định theo các quy định nêu ở 6.4.2 hoặc 6.4.3. Các phương pháp cho trong các quy định này chỉ áp dụng được đối với loại thép S235, S375 và S355 và đối với nút mà giá trị lực dọc thiết kế N_{Ed} trong cấu kiện nối không vượt quá 5% khả năng chịu lực dẻo thiết kế $N_{pl,Rd}$ của tiết diện cấu kiện.
- (3) Như một thay thế cho 6.4.2 và 6.4.3, không cần kiểm tra khả năng xoay của nút khi khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nút bằng tối thiểu 1,2 lần khả năng chịu uốn dẻo thiết kế $M_{pl,Rd}$ của tiết diện cấu kiện.
- (4) Các trường hợp không thuộc 6.4.2 và 6.4.3, khả năng xoay có thể được xác định bằng thử nghiệm theo TCVN X1990, Phụ lục D. Nếu không, các mô hình tính toán phù hợp có thể được sử dụng, nếu đảm bảo chúng được dựa trên kết quả thử nghiệm theo TCVN X1990.

6.4.2 Nút bu lông

- (1) Nút dầm-cột, mà khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ của nút được chi phối bởi khả năng chịu lực thiết kế của bản bụng cột chịu cắt, có thể được giả thiết là có đủ khả năng xoay cho phân tích tổng thể dẻo khi $d_{wc}/t_w \leq 69\varepsilon$.
- (2) Nút với bản mã bịt đầu liên kết bu lông hoặc liên kết ke góc bản cánh có thể được giả thiết là có đủ khả năng xoay cho phân tích dẻo khi hai điều kiện sau thỏa mãn:
 - a) Khả năng chịu uốn thiết kế của nút được chi phối bởi khả năng chịu lực thiết kế của:
 - bản cánh cột chịu uốn, hoặc
 - bản mã bịt đầu hoặc ke góc phía kéo dầm chịu uốn.
 - b) chiều dày t của bản cánh cột hoặc bản mã bịt đầu hoặc ke góc phía kéo dầm (không nhất thiết thuộc cùng bộ phận cơ bản như ở a) thỏa mãn điều kiện:

$$t \leq 0,36d \sqrt{f_{ub}/f_y} \quad (6.28)$$

trong đó:

f_y là giới hạn chảy của bộ phận cơ bản liên quan;

d là đường kính danh nghĩa của bu lông;

f_{ub} là cường độ kéo cực hạn của vật liệu bu lông.

- (3) Nút với liên kết bu lông mà khả năng chịu uốn thiết kế $M_{j,Rd}$ được chi phối bởi khả năng chịu lực thiết kế của bu lông chịu cắt, không được xem là có đủ khả năng xoay cho phân tích tổng thể dẻo.

6.4.3 Nút hàn

- (1) Khả năng xoay ϕ_{cd} của liên kết dầm-cột hàn có thể được xem là không thấp hơn giá trị tính theo công thức sau nếu bản bụng cột được gia cường ở vùng nén nhưng không gia cường ở vùng kéo, và khả năng chịu uốn thiết kế không bị chi phối bởi khả năng chịu cắt thiết kế của tấm bản bụng cột, xem 6.4.2(1):

$$\phi_{cd} = 0,025h_c/h_b \quad (6.29)$$

trong đó:

h_b là chiều cao của dầm;

h_c là chiều cao của cột.

- (2) Nút dầm-cột hàn không sườn gia cường được thiết kế tuân thủ các quy định trong điều này có thể được xem là có khả năng xoay ϕ_{cd} tối thiểu bằng 0,015 rad.

7 Nút tiết diện rỗng

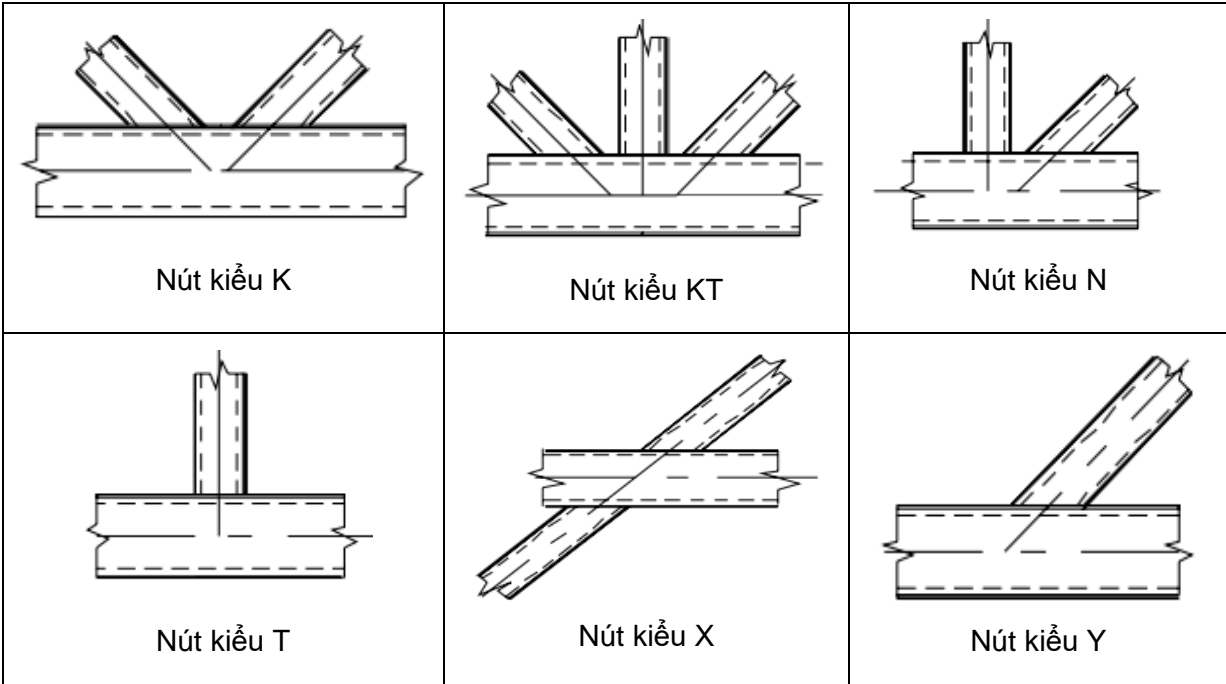
7.1 Quy định chung

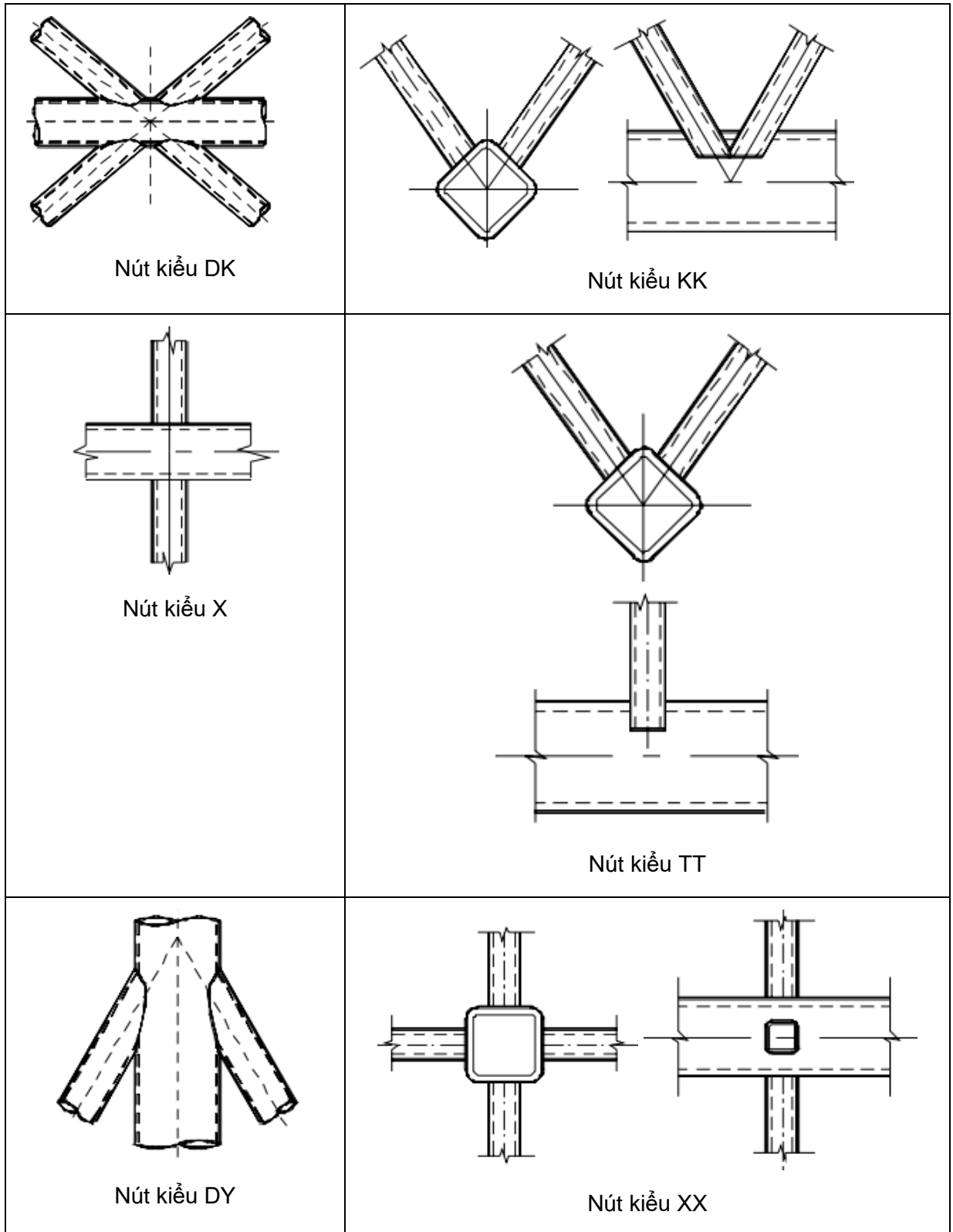
7.1.1 Phạm vi

- (1) Điều này trình bày chi tiết các quy định áp dụng để xác định khả năng chịu lực tĩnh thiết kế của nút trong một mặt phẳng và đa mặt phẳng của kết cấu dạng lưới cấu tạo bởi các thanh tiết diện rỗng tròn, vuông hoặc chữ nhật và nút trong một mặt phẳng trong kết cấu dạng lưới cấu tạo bởi tổ hợp các thanh tiết diện hở.
- (2) Khả năng chịu lực tĩnh thiết kế của nút được thể hiện theo khả năng chịu uốn và/hoặc lực dọc thiết kế lớn nhất đối với các cấu kiện giằng.
- (3) Các quy định áp dụng phù hợp với cả tiết diện rỗng được gia công hoàn thiện nóng theo EN 10210 và tiết diện dập nguội theo EN 10219, khi các kích thước của tiết diện rỗng thỏa mãn các yêu cầu của điều này.
- (4) Đối với tiết diện rỗng được gia công hoàn thiện nóng và tiết diện dập nguội, giới hạn chảy danh nghĩa của vật liệu không được quá 460 N/mm². Với vật liệu có giới hạn chảy cao hơn 355 N/mm², khả năng chịu lực tĩnh thiết kế cho trong điều này được lấy giảm bởi hệ số 0,9.
- (5) Chiều dày vách danh nghĩa của tiết diện rỗng không được nhỏ hơn 2,5 mm.
- (6) Chiều dày vách danh nghĩa của tiết diện rỗng thanh cánh không lấy lớn hơn 25 mm trừ khi có biện pháp đặc biệt để đảm bảo rằng đặc trưng của vật liệu theo chiều dày được đáp ứng.
- (7) Đánh giá về mối xem TCVN X1993-1-9.
- (8) Các kiểu nút áp dụng trong tiêu chuẩn này được thể hiện ở Hình 7.1.

7.1.2 Phạm vi áp dụng

- (1) Các quy định áp dụng đối với nút tiết diện rỗng có thể được sử dụng khi mọi điều kiện nêu ở 7.1.2(2) và 7.1.2(8) thỏa mãn.
- (2) Các phần tử chịu nén của cấu kiện cần thỏa mãn các yêu cầu đối với tiết diện Loại 1 hoặc Loại 2 theo TCVN X1993-1-1 đối với điều kiện nén dọc trục.
- (3) Góc θ_i giữa thanh cánh và thanh giằng, giữa các cấu kiện thanh giằng cạnh nhau cần thỏa mãn: $\theta_i \geq 30^\circ$.
- (4) Các đầu cấu kiện gặp nhau tại một nút cần được chế tạo sao cho hình dạng của tiết diện ngang không bị thay đổi. Liên kết thanh có đầu đập dẹt và đập vát không thuộc phạm vi của điều này.
- (5) Trong nút có khe hở, để đảm bảo độ hở đủ để thực hiện các mối hàn chất lượng, khe hở giữa các cấu kiện không được nhỏ hơn $(t_1 + t_2)$.
- (6) Trong nút chồng, đoạn chồng cần đủ lớn để đảm bảo liên kết các thanh giằng đủ truyền lực cắt từ một thanh giằng tới các thanh khác. Trong mọi trường hợp đoạn chồng không ít hơn 25%.
 Nếu đoạn chồng vượt quá $\lambda_{ov,lim} = 60\%$ trong trường hợp đường nối khuất của thanh giằng được chồng không được hàn hoặc $\lambda_{ov,lim} = 80\%$ trong trường hợp đường nối khuất của thanh giằng được chồng được hàn hoặc khi các thanh giằng có tiết diện chữ nhật với $h_i < b_i$ và/hoặc $h_j < b_j$, liên kết giữa các giằng và mặt thanh cánh cần được kiểm tra chịu cắt.
- (7) Khi chồng các thanh giằng có chiều dày hoặc/và mác thép khác nhau, cấu kiện có giá trị $t_i f_{yi}$ nhỏ nhất sẽ được chồng lên cấu kiện khác.
- (8) Khi chồng các thanh giằng có bề rộng khác nhau, cấu kiện hẹp hơn được chồng lên cấu kiện rộng hơn.





Hình 7.1 - Các kiểu nút tiết diện rộng kết cấu dầm dạng lưới

7.2 Thiết kế

7.2.1 Quy định chung

- (1) P Giá trị thiết kế của nội lực dọc trục trong cả thanh giằng và thanh cánh tại trạng thái cực hạn không được vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của thanh xác định theo TCVN X1993-1-1.
- (2) P Giá trị thiết kế của nội lực dọc trục trong thanh giằng tại trạng thái cực hạn không vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của nút nêu ở 7.4, 7.5, 7.6 hoặc 7.7.
- (3) Ứng suất $\sigma_{0,Ed}$ hoặc $\sigma_{p,Ed}$ trong thanh cánh, tại nút, được xác định như sau:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \tag{7.1}$$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \tag{7.2}$$

trong đó:

$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i>0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

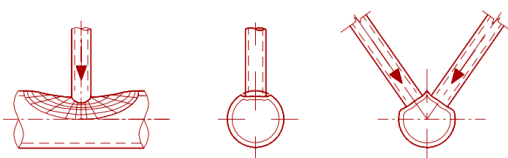
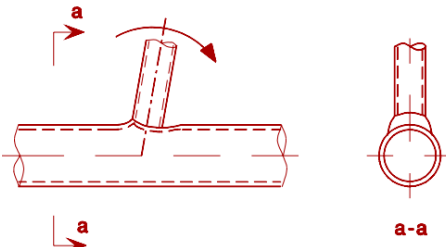
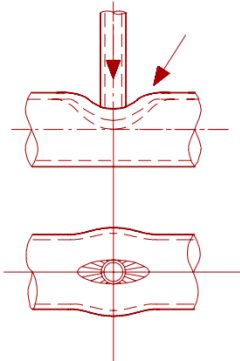
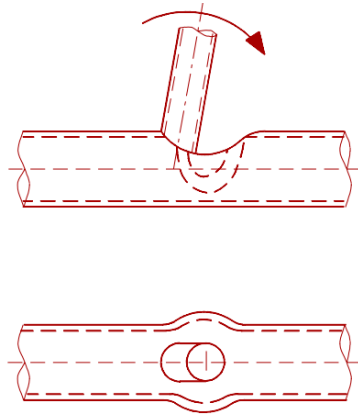
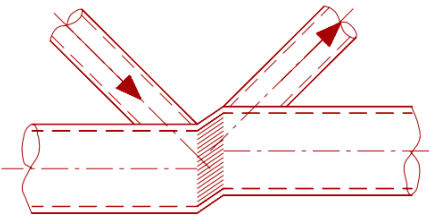
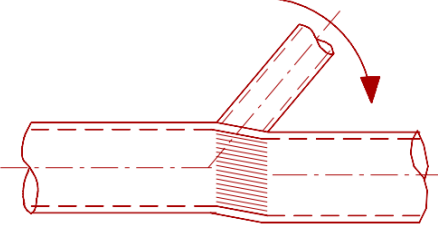
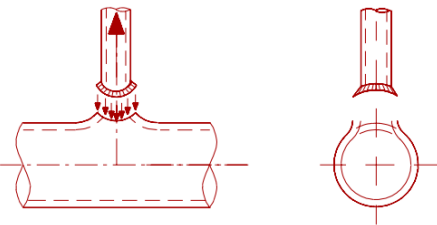
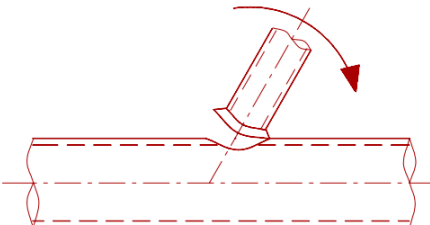
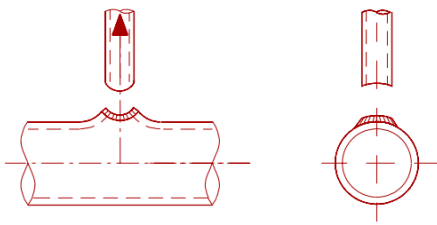
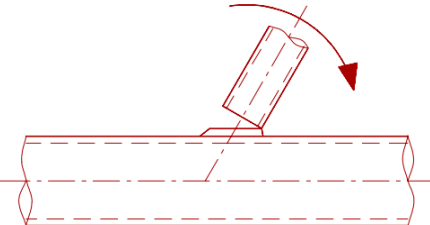
7.2.2 Các dạng phá huỷ của nút tiết diện rỗng

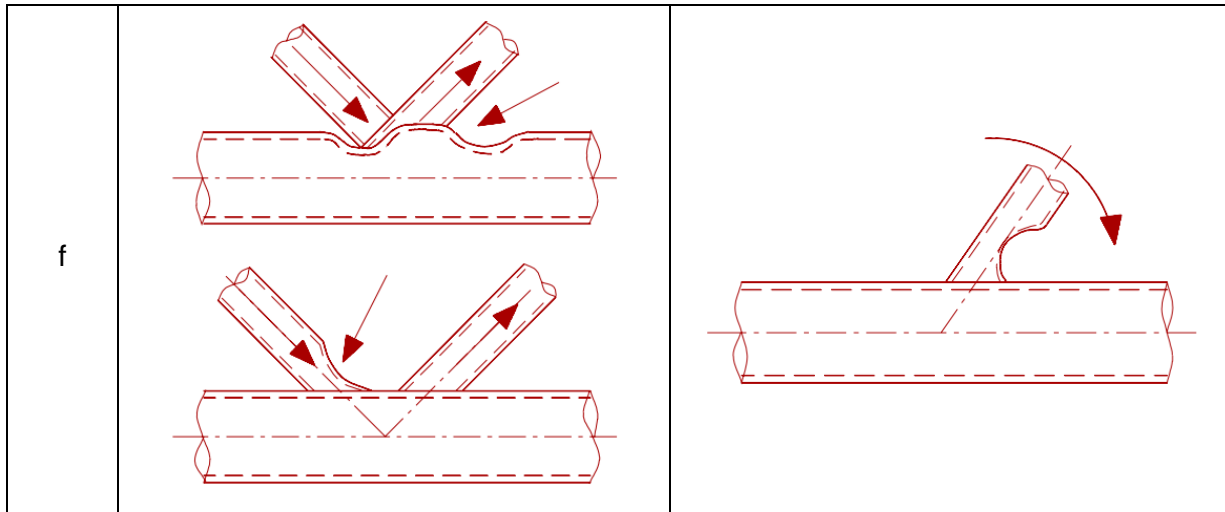
- (1) Khả năng chịu lực nút thiết kế của liên kết giữa các tiết diện rỗng và nút giữa tiết diện rỗng và tiết diện hở cần được dựa trên các dạng phá hoại sau, nếu thích hợp:
 - a) **Phá hoại mặt thanh cánh** (phá hoại dẻo mặt thanh cánh) hoặc hóa dẻo thanh cánh (phá hoại dẻo tiết diện thanh cánh);
 - b) **Phá hoại thành bên thanh cánh** (hoặc **phá hoại vách bụng thanh cánh**) do chảy dẻo, nén vỡ hoặc mất ổn định (biến dạng hoặc mất ổn định thành bên hoặc bụng thanh cánh) dưới lực nén thanh giằng;
 - c) **Phá hoại cắt thanh cánh**;
 - d) **Phá hoại chọc thủng** vách thanh cánh tiết diện rỗng (vết nứt ban đầu dẫn tới đứt thanh giằng từ thanh cánh);
 - e) **Phá hoại thanh giằng** với bề rộng hiệu dụng suy giảm (nứt trong đường hàn hoặc trong thanh giằng);
 - f) **Phá hoại mất ổn định cục bộ** của thanh giằng hoặc thanh cánh tiết diện rỗng tại vị trí nút.

CHÚ THÍCH: Phần chữ in đậm được dùng để diễn tả các dạng phá hoại trong các bảng khả năng chịu lực thiết kế ở 7.4 tới 7.7.

- (2) Hình 7.2 minh họa dạng phá hoại (a) tới (f) đối với mối giữa giằng CHS và thanh cánh CHS.
- (3) Hình 7.3 minh họa dạng phá hoại (a) tới (f) đối với mối giữa giằng RHS và thanh cánh RHS.
- (4) Hình 7.4 minh họa dạng phá hoại (a) tới (f) đối với mối giữa giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh chữ I hoặc H.
- (5) Mặc dù khả năng chịu lực của nút với đường hàn đạt yêu cầu thường là cao hơn khi chịu kéo so với khi chịu nén, khả năng chịu lực thiết kế của nút nhìn chung được dựa vào khả năng chịu lực

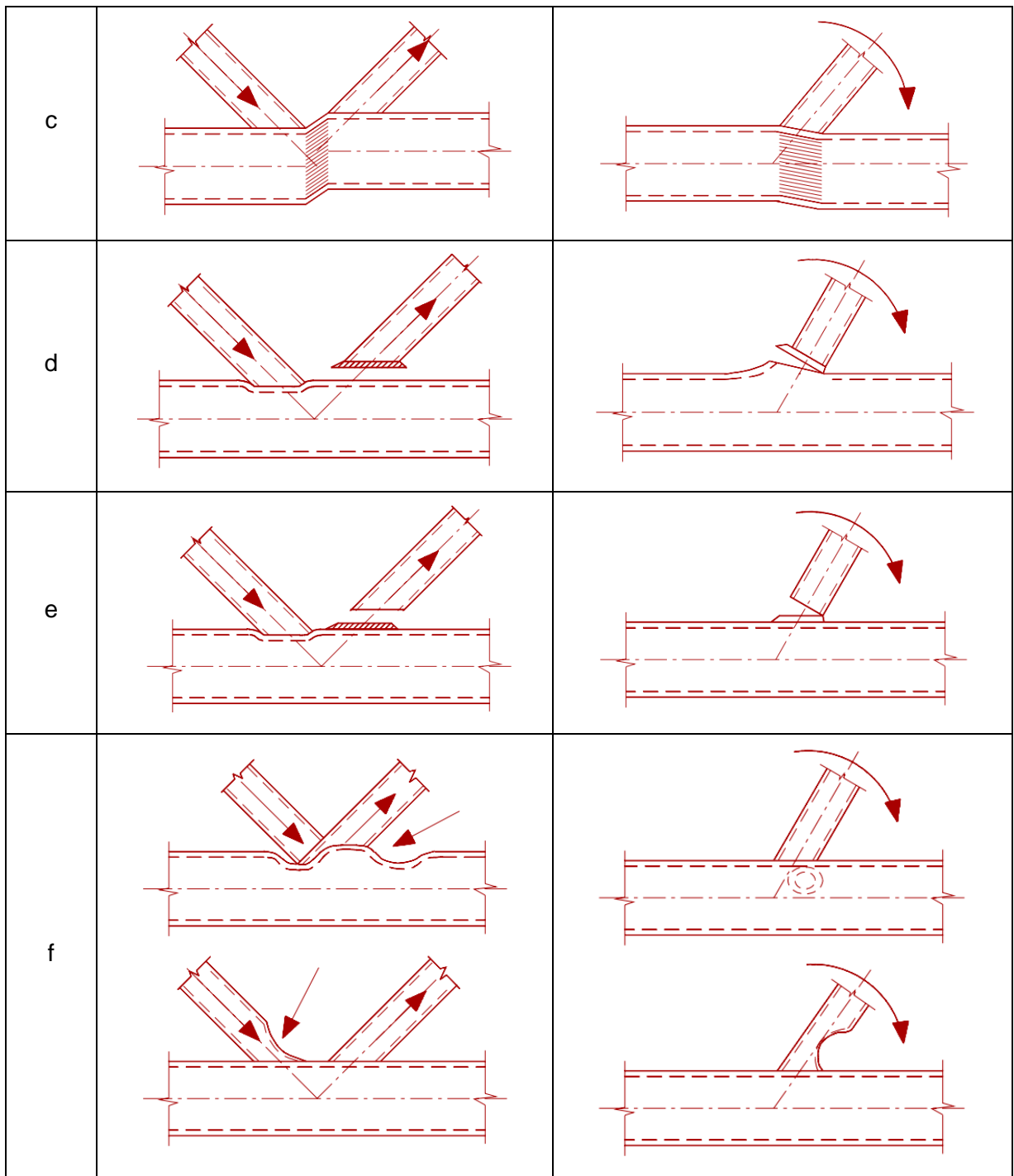
của giằng chịu nén để tránh khả năng bị biến dạng cục bộ quá mức hoặc giảm khả năng xoay hoặc giảm khả năng biến dạng.

Dạng	Chịu lực dọc	Chịu mô men
a		
b		
c		
d		
e		



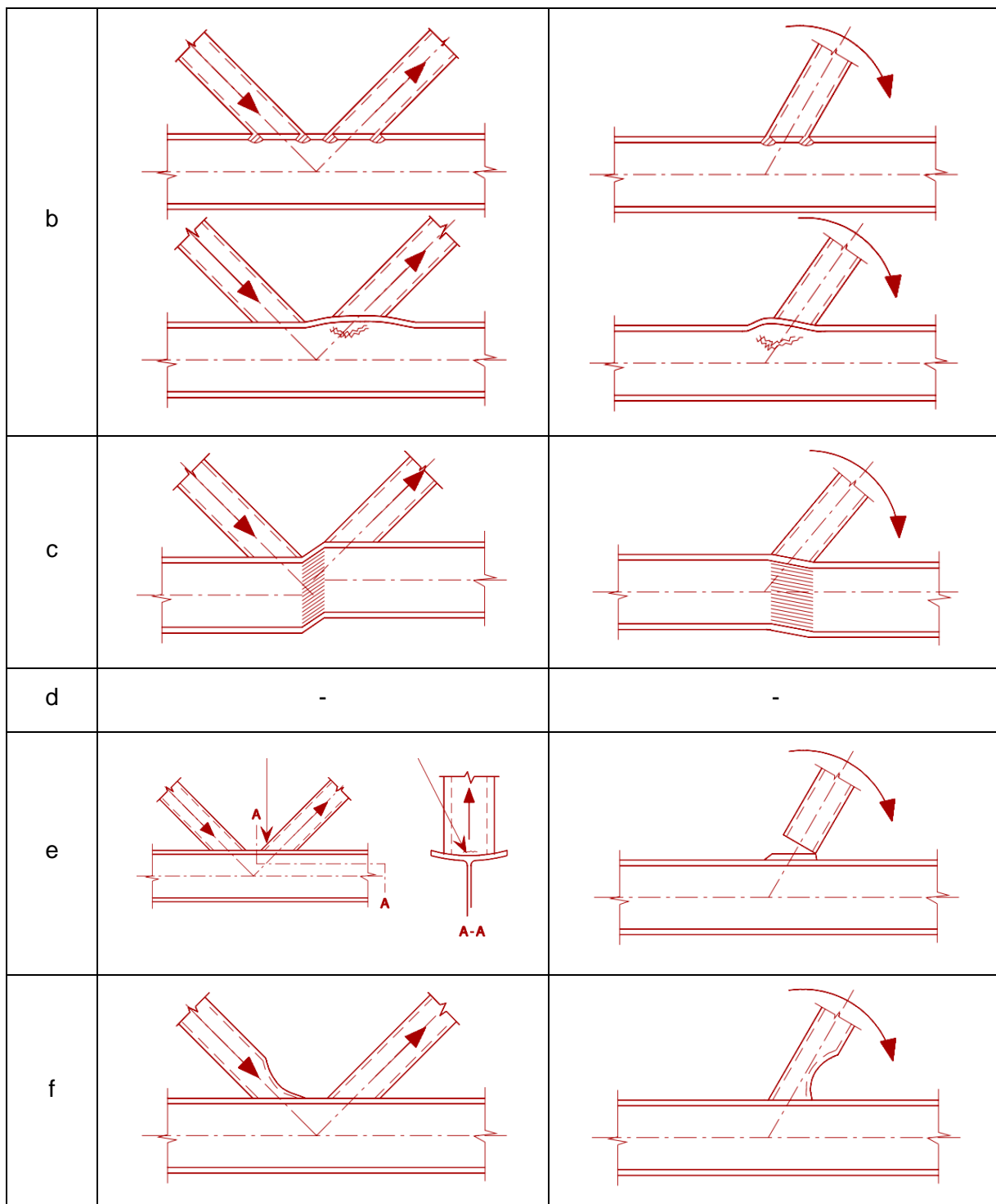
Hình 7.2 - Các dạng phá hoại nút giữa các thanh CHS

Dạng	Chịu lực dọc	Chịu mô men
a		
b		



Hình 7.3 - Các dạng phá hoại nút giữa thanh giằng RHS và thanh cánh RHS

Dạng	Chịu lực dọc	Chịu mô men
a	-	-



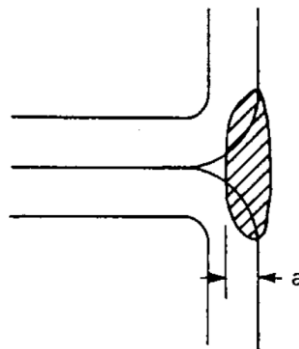
Hình 7.4 - Các dạng phá hoại nút giữa thanh giằng RHS hoặc CHS và thanh cánh I hoặc H

7.3 Hàn

7.3.1 Khả năng chịu lực thiết kế

(1) P Đường hàn liên kết thanh giằng với thanh cánh cần được thiết kế có đủ cường độ để kể đến sự phân bố ứng suất không đều và có đủ khả năng xoay để kể đến phân phối lại mô men.

- (2) Trong nút hàn, liên kết thường được thực hiện cho toàn bộ chu vi tiết diện rỗng bằng đường hàn đối đầu, hàn góc, hoặc kết hợp cả hai loại này. Tuy nhiên trong nút chồng một phần, phần khâu của liên kết không cần hàn, nếu đảm bảo lực dọc trong các thanh giằng thỏa mãn điều kiện thành phần vuông góc với trục thanh cánh không khác nhau quá 20%.
- (3) Chi tiết đường hàn điển hình được thể hiện ở 1.2.7 Tiêu chuẩn viện dẫn, Nhóm 7: Thi công kết cấu thép.
- (4) Khả năng chịu lực thiết kế của đường hàn, trên chiều dài đơn vị theo chu vi thanh cánh, thường không được nhỏ hơn khả năng chịu lực thiết kế của tiết diện thanh đang xét trên chiều dài đơn vị chu vi tiết diện.
- (5) Chiều cao yêu cầu của đường hàn được xác định theo Điều 4.
- (6) Tiêu chí nêu ở 7.3.1(4) có thể được bỏ qua khi đường hàn có kích cỡ nhỏ hơn có thể được chứng minh đảm bảo về cả mặt cường độ và khả năng biến dạng và khả năng xoay, xét tới khả năng chỉ có một phần chiều dài của nó có hiệu quả.
- (7) Đối với tiết diện rỗng chữ nhật, chiều cao thiết kế của đường hàn rãnh vê góc được định nghĩa theo Hình 7.5.



Hình 7.5 - Chiều cao thiết kế của đường hàn rãnh vê góc tiết diện rỗng chữ nhật

- (8) Đối với đường hàn trong vùng tạo hình nguội, xem 4.14.

7.4 Nút hàn giữa các cấu kiện CHS

7.4.1 Quy định chung

- (1) Khi kích thước hình học của nút nằm trong khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.1, khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa các cấu kiện tiết diện rỗng tròn có thể được xác định theo 7.4.2 và 7.4.3.
- (2) Đối với nút trong khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.1, chỉ cần xem xét dạng phá hoại bề mặt thanh cánh và chọc thủng. Khả năng chịu lực thiết kế của liên kết cần được lấy theo giá trị nhỏ nhất của hai tiêu chí nói trên.
- (3) Đối với nút nằm ngoài khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.1, cần xét đến mọi dạng phá hoại nêu ở 7.2.2. Ngoài ra, mô men thứ cấp trong nút do độ cứng xoay cần được xem xét.

Bảng 7.1 - Khoảng áp dụng đối với nút hàn thanh giằng CHS và thanh cánh CHS

Tỉ lệ đường kính		$0.2 \leq d_i/d_0 \leq 1.0$
Thanh cánh	Kéo	$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (nói chung), nhưng:
	Nén	Loại 1 hoặc 2, và $10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (nói chung), nhưng:
Thanh giằng	Kéo	$d_i/t_i \leq 50$
	Nén	Loại 1 hoặc 2
Đoạn chồng		$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$, xem 7.1.2(6)
Khoảng hở		$g \geq t_1 + t_2$

7.4.2 Nút một mặt phẳng

- (1) P Trong liên kết thanh giằng chỉ chịu lực dọc, lực dọc thiết kế $N_{i,Ed}$ không được vượt quá khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút $N_{i,Rd}$ thu được từ Bảng 7.2, Bảng 7.3 hoặc Bảng 7.4.
- (2) Liên kết thanh giằng chịu đồng thời lực dọc và mô men cần thỏa mãn điều kiện sau:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \left[\frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \right]^2 + \frac{|M_{op,i,Ed}|}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.3)$$

trong đó:

$M_{ip,i,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế trong mặt phẳng;

$M_{ip,i,Ed}$ là mô men thiết kế trong mặt phẳng;

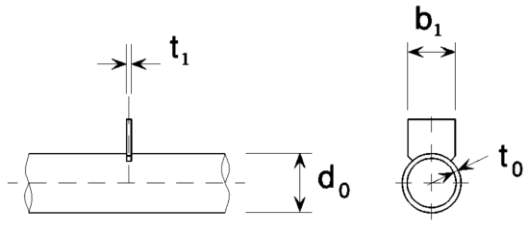
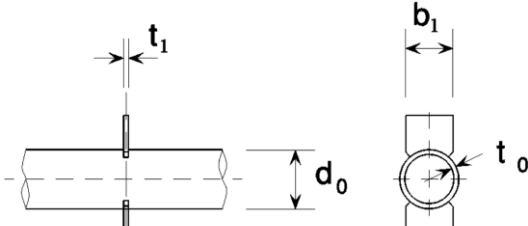
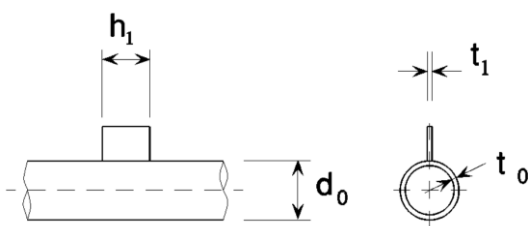
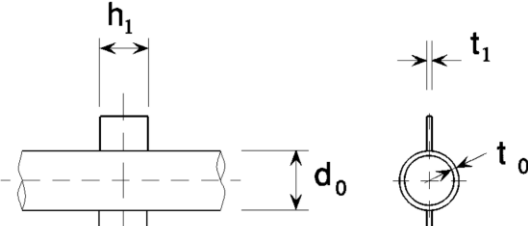
$M_{op,i,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế ngoài mặt phẳng;

$M_{op,i,Ed}$ là mô men thiết kế ngoài mặt phẳng.

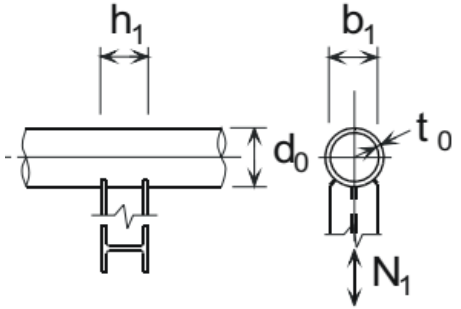
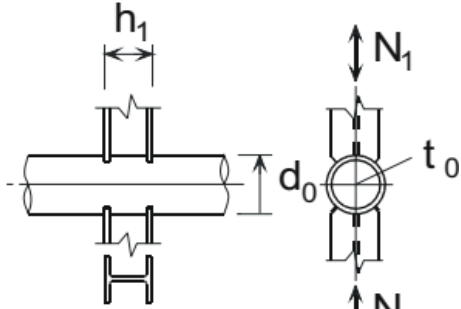
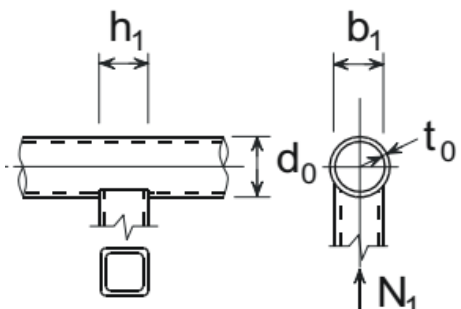
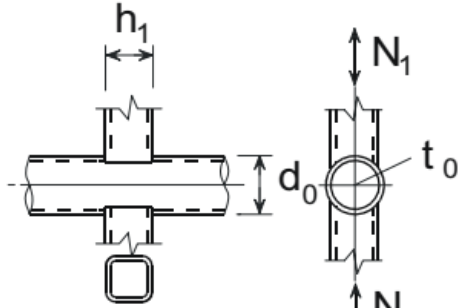
Bảng 7.2 - Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng CHS và thanh cánh CHS

Phá hoại mặt thanh cánh – nút T và Y	
	$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2 (2,8 + 14,2\beta^2)}{\sin \theta_1 \gamma_{M5}}$
Phá hoại mặt thanh cánh – nút X	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \frac{5,2}{(1 - 0,81\beta)} / \gamma_{M5}$
Phá hoại mặt thanh cánh – nút K và N hở hoặc chồng	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} (1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0}) / \gamma_{M5}$ $N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{1,Rd}$
Dạng phá hoại chọc thủng đối với nút K, N và KT hở, T, Y và X [i = 1,2 hoặc 3]	
Khi $d_i \leq d_0 - 2t_0$: $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}$	
Hệ số k_g và k_p	
$k_g = \gamma^{0,2} \left(1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5g/t_0 - 1,33)} \right) \quad (\text{xem Hình 7.6})$	
Đối với $n_p > 0$ (nén): $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1,0$ Đối với $n_p \leq 0$ (kéo): $k_p = 1,0$	

Bảng 7.3 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa bản mã liên kết với thanh CHS

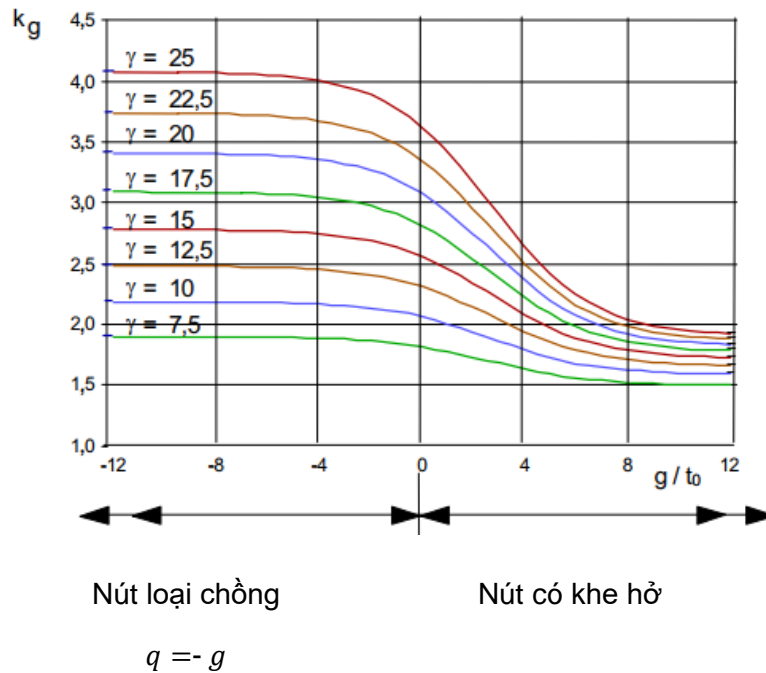
Phá hoại mặt thanh cánh	
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{(1 - 0,81\beta)} / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$
	$N_{1,Rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$
Phá hoại chọc thủng	
$\sigma_{max} t_1 = (N_{Ed}/A + M_{Ed}/W_{el}) t_1 \leq 2 t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}$	
Khoảng áp dụng	Hệ số k_p
<p>Bổ sung thêm ngoài các giới hạn cho trong Bảng 7.1:</p> <p>$\beta \geq 0,4$ và $\eta \leq 4$</p> <p>trong đó $\beta = b_1/d_0$ và $\eta = h_1/d_0$</p>	<p>Đối với $n_p > 0$ (nén):</p> $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \text{ nhưng } k_p \leq 1,0$ <p>Đối với $n_p \leq 0$ (kéo):</p> $k_p = 1,0$

Bảng 7.4 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn tiết diện I, H hoặc RHS với thanh CHS

Phá hoại mặt thanh cánh	
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
Phá hoại chọc thủng	
Tiết diện I hoặc H với $\eta > 2$ (đối với nén dọc và uốn ngoài mặt phẳng) và tiết diện RHS:	
$\sigma_{max} t_1 = (N_{Ed,1} / A_1 + M_{Ed,1} / W_{el,1}) t_1 \leq t_0 (f_{y0} / \sqrt{3}) / \gamma_{M5}$	

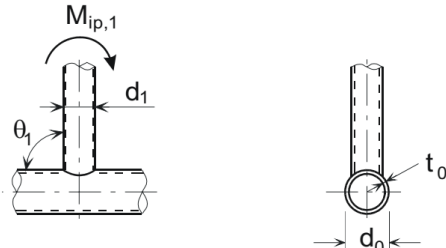
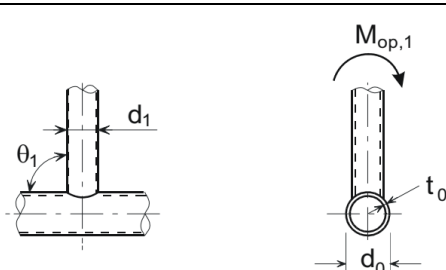
<p>Các trường hợp khác:</p> $\sigma_{max}t_1 = (N_{Ed,1}/A_1 + M_{Ed,1}/W_{el,1})t_1 \leq 2t_0(f_{y0}/\sqrt{3})/\gamma_{M5}$ <p>trong đó t_1 là chiều dày bản cánh hoặc vách của tiết diện I ngang, H ngang hoặc RHS.</p>	
Khoảng áp dụng	Hệ số k_p
<p>Bổ sung thêm ngoài các giới hạn cho trong Bảng 7.1:</p> <p>$\beta \geq 0,4$ và $\eta \leq 4$</p> <p>trong đó $\beta = b_1/d_0$ và $\eta = h_1/d_0$</p>	<p>Đối với $n_p > 0$ (nén):</p> $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \text{ nhưng } k_p \leq 1,0$ <p>Đối với $n_p \leq 0$ (kéo):</p> $k_p = 1,0$

- (3) Mô men thiết kế $M_{i,Ed}$ có thể được lấy bằng giá trị tại giao điểm của trục thanh giằng với mặt thanh cánh.
- (4) Khả năng chịu uốn thiết kế trong và ngoài mặt phẳng $M_{i,Rd}$ được tính theo Bảng 7.3, Bảng 7.4 hoặc Bảng 7.5, nếu phù hợp.
- (5) Các kiểu nút hàn đặc biệt thể hiện ở Bảng 7.6 cần thỏa mãn các tiêu chí thiết kế thích hợp chỉ định đối với mỗi loại trong bảng đó.
- (6) Hệ số k_g sử dụng trong Bảng 7.2 đối với nút K, N và KT được cho trong Hình 7.6. Hệ số k_g được dùng cho cả trường hợp kiểu nút có khe hở và chồng thông qua giá trị g cho cả khe hở và khoảng chồng, và sử dụng giá trị âm của g để đại diện cho khoảng chồng q như ở Hình 1.3(b).



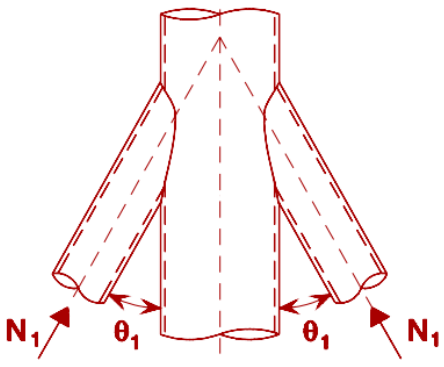
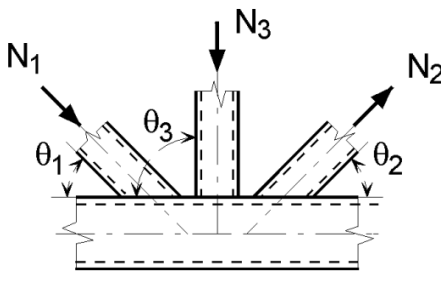
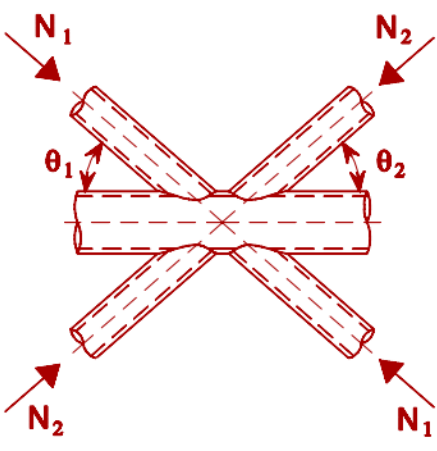
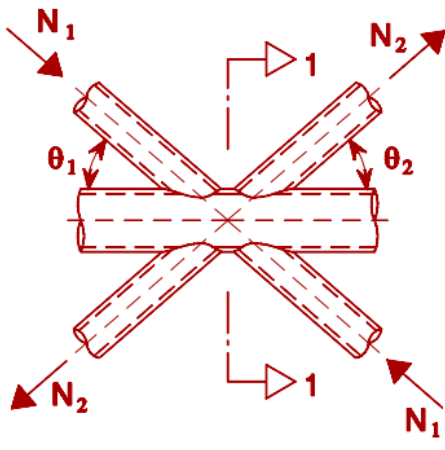
Hình 7.6: Hệ số k_g sử dụng trong Bảng 7.2

Bảng 7.5 - Khả năng chịu uốn thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng CHS và thanh cánh CHS

Phá hoại mặt thanh cánh – nút T, X và Y	
	$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma \beta} k_p / \gamma_{M5}$
Phá hoại mặt thanh cánh – nút K, N, T, X và Y	
	$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{(1 - 0,81\beta)} k_p / \gamma_{M5}$
Dạng phá hoại chọc thủng – nút K và N hờ, và mọi nút T, X và Y	
Khi $d_1 \leq d_0 - 2t_0$:	
$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$	
$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$	
Hệ số k_p	
Đối với $n_p > 0$ (nén): $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p)$ nhưng $k_p \leq 1,0$	
Đối với $n_p \leq 0$ (kéo): $k_p = 1,0$	

Bảng 7.6 - Tiêu chí thiết kế cho các loại nút hàn đặc biệt giữa thanh giằng CHS và thanh cánh CHS

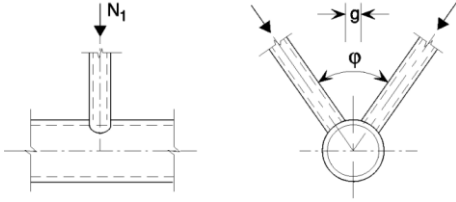
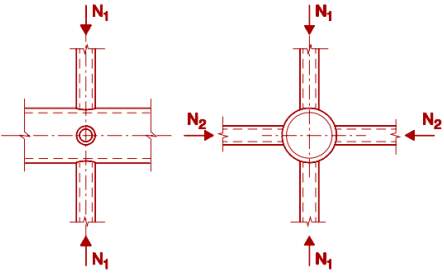
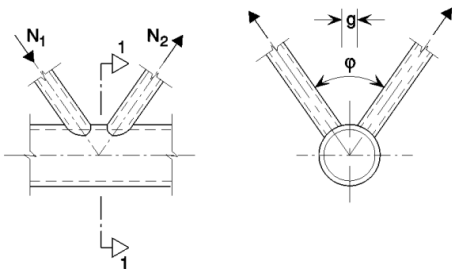
Kiểu nút	Tiêu chí thiết kế
Các lực có thể là nén hoặc kéo nhưng tác dụng cùng chiều ở cả hai cấu kiện.	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ <p>trong đó $N_{1,Rd}$ là giá trị đối với nút X từ Bảng 7.2.</p>

	
<p>Cấu kiện 1 và 3 chịu nén, 2 chịu kéo.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ <p>trong đó $N_{1,Rd}$ là giá trị đối với nút K từ Bảng 7.2 nhưng với $\frac{d_1}{d_0}$ được thay bằng $\frac{d_1+d_2+d_3}{3d_0}$</p>
<p>Mọi thanh giằng luôn chịu nén hoặc kéo.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ <p>trong đó $N_{x,Rd}$ là giá trị đối với nút X từ Bảng 7.2, $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ là giá trị lớn hơn của: $N_{1,Rd} \sin \theta_1$ và $N_{2,Rd} \sin \theta_2$</p>
<p>Cấu kiện 1 luôn chịu nén và 2 luôn kéo.</p> 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>trong đó $N_{i,Rd}$ là giá trị đối với nút K từ Bảng 7.2, nếu đảm bảo trong nút kiểu khe hở, tại mặt cắt 1-1, thanh cánh thỏa mãn:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.4.3 Nút đa mặt phẳng

- (1) Trong mỗi mặt phẳng của một nút đa mặt phẳng, tiêu chí thiết kế cho trong 7.4.2 cần được thỏa mãn với khả năng chịu lực thiết kế suy giảm như nêu ở 7.4.3(2).
- (2) Khả năng chịu lực thiết kế đối với mỗi mặt phẳng của nút đa mặt phẳng cần được xác định với hệ số giảm phù hợp μ cho trong Bảng 7.7 cho khả năng chịu lực nút ứng với mặt phẳng đang xét theo 7.4.2 sử dụng lực thanh cánh phù hợp cho k_p .

Bảng 7.7 - Hệ số giảm đối với nút đa mặt phẳng

Kiểu nút	Hệ số giảm μ
Nút TT	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$
Cấu kiện 1 có thể chịu nén hoặc kéo. 	$\mu = 1,0$
Nút XX	
Cấu kiện 1 và 2 có thể chịu nén hoặc kéo. $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ có dấu âm nếu một chịu nén và còn lại chịu kéo. 	$\mu = 1 + 0,33N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ xét tới dấu của $N_{1,Ed}$ và $N_{2,Ed}$, trong đó $ N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed} $
Nút KK	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$
Cấu kiện 1 luôn chịu nén và 2 luôn chịu kéo. 	$\mu = 0,9$ nếu đảm bảo trong nút loại khe hở, tại mặt cắt 1-1, thanh cánh thỏa mãn điều kiện: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.5 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh RHS

7.5.1 Quy định chung

- (1) Khi kích thước hình học của nút nằm trong khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.8, khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa các cấu kiện thanh giằng tiết diện rỗng với thanh cánh tiết diện rỗng chữ nhật hoặc vuông có thể được xác định theo 7.5.2 à 7.5.3.
- (2) Đối với nút trong khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.8, chỉ cần xem xét các tiêu chí thiết kế nêu ở bảng thích hợp. Khả năng chịu lực thiết kế của liên kết cần được lấy theo giá trị nhỏ nhất trong số tất cả tiêu chí có thể áp dụng.
- (3) Đối với nút nằm ngoài khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.8, mọi dạng phá hoại nêu ở 7.2.2 cần được xem xét. Ngoài ra, cần xem xét mô men thứ cấp trong nút do độ cứng xoay.

Bảng 7.8 - Khoảng áp dụng đối với nút hàn thanh giằng CHS hoặc RHS với thanh cánh CHS

Kiểu nút	Các tham số nút [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chồng]					
	b_i/b_0 hoặc d_i/b_0	b_i/t_i và h_i/t_i hoặc d_i/t_i		h_0/b_0 và h_i/b_i	b_0/t_0 và h_0/t_0	Khe hở hoặc khoảng chồng b_i/b_j
		Nén	Kéo			
T, Y hoặc X	$b_i/b_0 \geq 0,25$	$b_i/t_i \leq 35$ và	$b_i/t_i \leq 35$ và $h_i/t_i \leq 35$	$\geq 0,5$ nhưng $\leq 2,0$	≤ 35 và Loại 1 hoặc 2	-
K hở N hở	$b_i/b_0 \geq 0,35$ và $\geq 0,1 + 0,01b_0/t_0$	$h_i/t_i \leq 35$ và Loại 1 hoặc 2			≤ 35 và Loại 1 hoặc 2	$g/b_0 \geq 0,5(1 - \beta)$ nhưng $\leq 1,5(1 - \beta)$ ¹⁾ và tối thiểu $g \geq t_1 + t_2$
K chồng N chồng	$b_i/b_0 \geq 0,25$	Loại 1			Loại 1 hoặc 2	$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$ ²⁾ và $b_i/b_j \leq 0,75$
Thanh giằng tròn	$d_i/b_0 \geq 0,4$ nhưng $\leq 0,8$	Loại 1	$d_i/t_i \leq 50$	Như trên nhưng với d_i thay cho b_i và d_j thay cho b_j		

1) Nếu $g/b_0 > 1,5(1 - \beta)$ và $g > t_1 + t_2$, xem xét nút như là hai nút T hoặc Y độc lập.

2) $\lambda_{ov,lim} = 60\%$ khi đường nối khuất không được hàn và 80% khi đường nối khuất được hàn. Cần kiểm tra chịu cắt của liên kết giữa các thanh giằng với mặt thanh cánh khi đoạn chồng vượt quá $\lambda_{ov,lim}$ hoặc khi các giằng có tiết diện chữ nhật với $h_i < b_i$ và/hoặc $h_j < b_j$.

7.5.2 Nút trong một mặt phẳng

7.5.2.1 Nút không có gia cường

- (1) Trong liên kết thanh giằng chỉ chịu lực dọc, lực dọc thiết kế $N_{i,Ed}$ không được vượt quá khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn $N_{i,Rd}$, xác định theo 7.5.2.1(2) hoặc 7.5.2.1(4).
- (2) Đối với nút hàn giữa thanh giằng tiết diện chữ nhật hoặc tròn và thanh cánh tiết diện chữ nhật hoặc tròn, khi kích thước nút nằm trong khoảng áp dụng cho trong Bảng 7.8 và cũng thỏa mãn các điều kiện cho trong Bảng 7.9, khả năng chịu lực dọc thiết kế có thể được xác định theo các công thức trong Bảng 7.10.
- (3) Đối với nút nằm trong khoảng áp dụng theo Bảng 7.9, chỉ cần xem xét các tiêu chí thiết kế về phá hoại mặt thanh cánh và phá hoại thanh giằng với bề rộng hiệu dụng suy giảm. Khả năng chịu lực dọc thiết kế cần được lấy theo giá trị nhỏ nhất của hai tiêu chí nói trên.

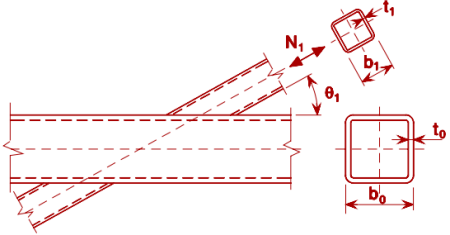
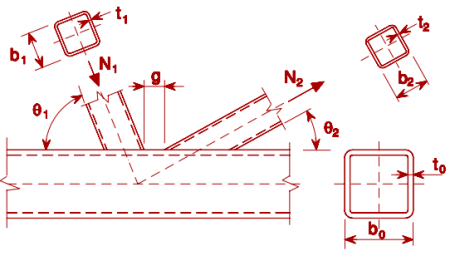
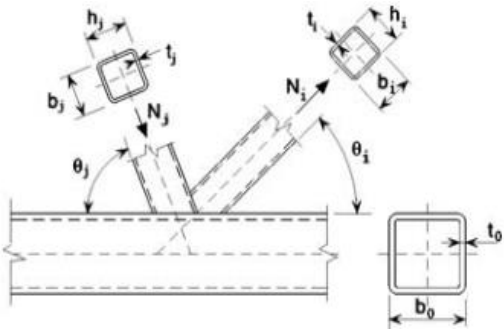
CHÚ THÍCH: Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút thanh giằng tiết diện chữ nhật với thanh cánh tiết diện chữ nhật hoặc tròn cho trong Bảng 7.10 được đơn giản hóa bằng việc bỏ qua các tiêu chí thiết kế không bao giờ đạt tới trong khoảng áp dụng ở Bảng 7.9.

- (4) Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn không gia cường giữa thanh giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh RHS, trong khoảng áp dụng ở Bảng 7.8, có thể được xác định theo công thức trong Bảng 7.11, Bảng 7.12 hoặc Bảng 7.13. Đối với nút có gia cường, xem 7.5.2.2.

Bảng 7.9 - Các điều kiện bổ sung đối với Bảng 7.10

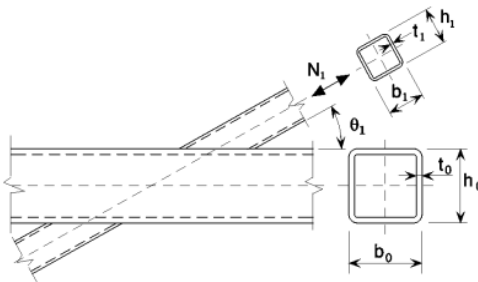
Loại thanh giằng	Kiểu nút	Thông số nút	
Tiết diện chữ nhật	T, Y hoặc X	$b_i/b_0 \leq 0,85$	$b_0/t_0 \geq 10$
	K hở hoặc N hở	$0,6 \leq \frac{b_1 + b_2}{2b_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$
Tiết diện chữ nhật tròn	T, Y hoặc X		$b_0/t_0 \geq 10$
	K hở hoặc N hở	$0,6 \leq \frac{d_1 + d_2}{2d_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$

Bảng 7.10 - Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn giữa các thanh tiết diện rỗng vuông hoặc tròn

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chõng]
Nút T, Y và X	Phá hoại mặt thanh cánh $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\beta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
Nút K và N hở	Phá hoại mặt thanh cánh $\beta \leq 1,0$
	$N_{i,Rd} = \frac{8,9\gamma^{0,5} k_n f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_i} \left(\frac{b_1 + b_2}{2b_0} \right) / \gamma_{M5}$
Nút K và N chõng *)	Phá hoại thanh giằng $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$
<p>Cấu kiện i hoặc j có thể chịu kéo hoặc nén nhưng một trong hai phải là kéo và còn lại là nén.</p> 	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \left(b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i \right) / \gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng $\lambda_{ov} \geq 80\%$
$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	
Các thông số b_{eff} , $b_{e,ov}$ và k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \text{ nhưng } b_{eff} \leq b_i$	Với $n > 0$ (nén): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta} \text{ nhưng } k_n \leq 1,0$
$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j/t_j} \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} b_i \text{ nhưng } b_{e,ov} \leq b_i$	Với $n \leq 0$ (kéo):

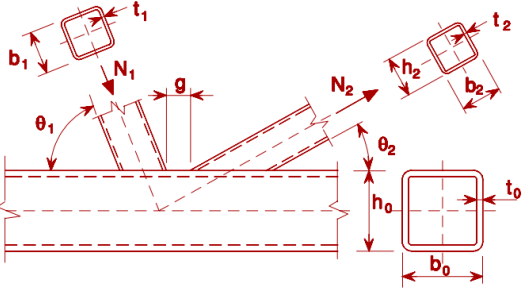
	$k_n = 1,0$
Với các thanh giằng tiết diện tròn, các giá trị khả năng chịu lực ở trên được nhân với $\pi/4$, thay b_1 và h_1 bằng d_1 và thay b_2 và h_2 bằng d_2 .	
*) Chỉ cần kiểm tra thanh giằng chồng i . Hiệu quả thanh giằng (khả năng chịu lực thiết kế của nút chia cho khả năng chịu lực thiết kế của thanh giằng) của thanh giằng được chồng j được lấy bằng hiệu quả của thanh giằng chồng. Xem thêm Bảng 7.8.	

Bảng 7.11 - Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn T, X và Y giữa thanh RHS hoặc CHS với thanh cánh RHS

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế
	Phá hoại mặt thanh cánh $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\eta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
	Mất ổn định thành bên thanh cánh ¹⁾ $\beta = 1,0$ ²⁾
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_b t_0}{\sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 10t_0 \right) / \gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng $\beta \geq 0,85$
	$N_{1,Rd} = f_{yi} t_1 (2h_1 - 4t_1 + 2b_{eff}) / \gamma_{M5}$
	Phá hoại cắt $0,85 \leq \beta \leq (1 - 1/\gamma)$
$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 2b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$	
<p>1) Đối với nút X với $\cos \theta_1 > h_1/h_0$ sử dụng giá trị nhỏ hơn và khả năng chịu cắt thiết kế của thành bên thanh cánh cho nút K và N ở trong Bảng 7.12.</p> <p>2) Đối với $0,85 \leq \beta \leq 1,0$ sử dụng giá trị nội suy tuyến tính giữa giá trị đối với phá hoại mặt thanh cánh tại $\beta = 0,85$ và giá trị chi phối sự phá hoại thành bên thanh cánh tại $\beta = 1$ (mất ổn định thành bên hoặc cắt thanh cánh).</p>	
Với giằng tiết diện tròn, các giá trị khả năng chịu lực ở trên được nhân với $\pi/4$, thay b_1 và h_1 bằng d_1 và thay b_2 và h_2 bằng d_2 .	
Đối với nén: $f_b = f_{y0}$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_1} b_1 \text{ nhưng } b_{eff} \leq b_1$

<p>Đối với kéo: $f_b = \chi f_{y0}$ (nút T và Y)</p> <p>$f_b = 0,8\chi f_{y0} \sin \theta_1$ (nút X)</p> <p>trong đó: χ là hệ số giảm do mất ổn định uốn, tính theo TCVN X1993-1-1 với đường cong mất ổn định liên quan và độ mảnh quy ước $\bar{\lambda}$ được xác định như sau:</p> $\bar{\lambda} = 3,46 \frac{\left(\frac{h_0}{t_0} - 2\right) \sqrt{\frac{1}{\sin \theta_1}}}{\pi \sqrt{\frac{E}{f_{y0}}}}$	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \text{ nhưng } b_{e,p} \leq b_1$ <p>Với $n > 0$ (nén):</p> $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta} \text{ nhưng } k_n \leq 1,0$ <p>Với $n \leq 0$ (kéo):</p> $k_n = 1,0$
---	---

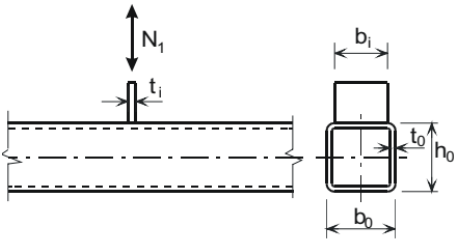
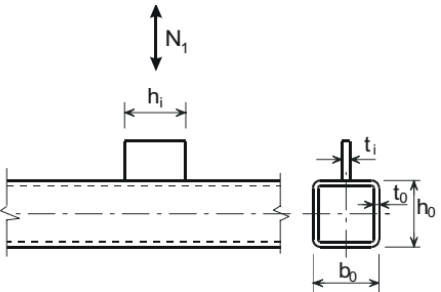
Bảng 7.12 - Khả năng chịu lực dọc thiết kế của nút hàn K và N giữa thanh RHS hoặc CHS với thanh cánh RHS

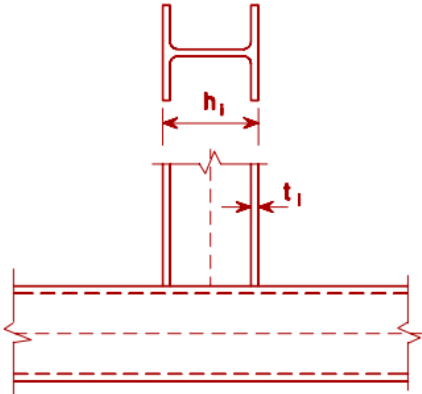
Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc 2]
Nút K và N hở	Phá hoại mặt thanh cánh
	$N_{i,Rd} = \frac{8,9k_n f_{y0} t_0^2 \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_i} \left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0} \right) / \gamma_{M5}$
	Cắt thanh cánh
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed}/V_{pl,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (2h_i - 4t_i + b_i + b_{eff}) / \gamma_{M5}$
Nút K và N chồng	Phá hoại cắt $\beta \leq (1 - 1/\gamma)$
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_i} \left(\frac{2h_i}{\sin \theta_i} + b_i + b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$

Với giằng tiết diện tròn, các giá trị khả năng chịu lực ở trên được nhân với $\pi/4$, thay b_1 và

h_1 bằng d_1 và thay b_2 và h_2 bằng d_2 .	
$A_v = (2h_0 + \alpha b_0)t_0$ Với thanh giằng vuông và chữ nhật: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_0^2}}}$ trong đó g là khoảng hở, xem Hình 1.3(a). Với thanh giằng tiết diện tròn: $\alpha = 0$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0}t_0}{f_{yi}t_i} b_i$ nhưng $b_{eff} \leq b_i$
	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_i$ nhưng $b_{e,p} \leq b_i$
	Với $n > 0$ (nén): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ nhưng $k_n \leq 1,0$ Với $n \leq 0$ (kéo): $k_n = 1,0$

Bảng 7.13 - Khả năng chịu lực thiết kế nút nối hàn bản mã liên kết hoặc thanh I hoặc thanh H với thanh RHS

Bản mã ngang	Phá hoại mặt thanh cánh $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \frac{2+2,8\beta}{\sqrt{(1-0,9\beta)}} / \gamma_{M5}$ *)
	Nén dập vỡ thành bên thanh cánh, khi $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5}$
	Chọc thủng, khi $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Bản mã dọc	Phá hoại mặt thanh cánh
	$N_{1,Rd} = k_m f_{y0} t_0^2 (2h_1/b_0 + 4\sqrt{1-t_1/b_0}) / \gamma_{M5}$
$t_1/b_0 \leq 0.2$	
Tiết diện I hoặc H	

	<p>Để gần đúng thiên về an toàn, khi $\eta \geq 2\sqrt{1 - \beta}$, $N_{1,Rd}$ đối với thanh I hoặc H có thể được xem là bằng khả năng chịu lực thiết kế của hai bản mã ngang có cùng kích thước bản cánh thanh I và H nói trên.</p> <p>Khi $\eta < 2\sqrt{1 - \beta}$, thực hiện việc nội suy tuyến tính giữa một và hai bản mã.</p> $M_{ip,1,Rd} = N_{1,Rd}(h_1 - t_1)$ <p>$N_{1,Rd}$ là khả năng của một bản cánh; β là tỉ số của bề rộng bản thanh giằng I hoặc H và thanh cánh RHS.</p>
<p>Khoảng giá trị áp dụng</p>	
<p>Bổ sung thêm ngoài các giới hạn cho trong Bảng 7.8:</p> $0,5 \leq \beta \leq 1,0$ $b_0/t_0 \leq 30$	
<p>Các thông số b_{eff}, $b_{e,p}$ và k_m</p>	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0}t_0}{f_{y1}t_1} b_1 \text{ nhưng } b_{eff} \leq b_i$	<p>Với $n > 0$ (nén):</p> $k_m = 1,3(1 - n) \text{ nhưng } k_m \leq 1,0$
$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \text{ nhưng } b_{e,p} \leq b_i$	<p>Với $n \leq 0$ (kéo):</p> $k_m = 1,0$
<p>*) Liên kết hàn góc được thiết kế theo 4.10.</p>	

(5) Liên kết thanh giằng chịu đồng thời mô men và lực dọc cần thỏa mãn yêu cầu sau:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \tag{7.4}$$

trong đó:

$M_{ip,i,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế trong mặt phẳng;

$M_{ip,i,Ed}$ là mô men thiết kế trong mặt phẳng;

$M_{op,i,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế ngoài mặt phẳng;

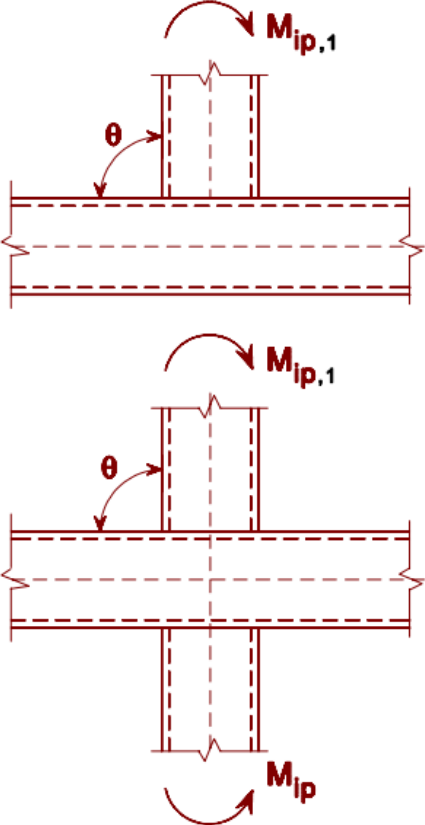
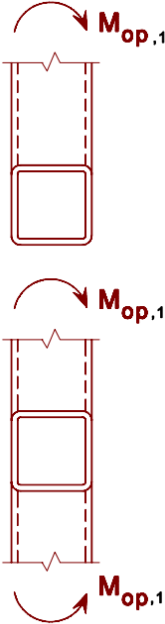
$M_{op,i,Ed}$ là mô men thiết kế ngoài mặt phẳng.

- (6) Mô men thiết kế $M_{i,Ed}$ có thể được lấy theo giá trị tại giao điểm của trục thanh giằng với mặt thanh cánh.
- (7) Đối với nút không gia cường, khả năng chịu uốn thiết kế trong và ngoài mặt phẳng $M_{i,Rd}$ được lấy theo Bảng 7.13 hoặc Bảng 7.14. Nút có gia cường xem 7.5.2.2.
- (8) Các kiểu nút hàn đặc biệt thể hiện ở Bảng 7.17 và Bảng 7.16 cần thỏa mãn các tiêu chí thiết kế thích hợp chỉ định đối với mỗi loại trong bảng đó.

7.5.2.2 Nút có gia cường

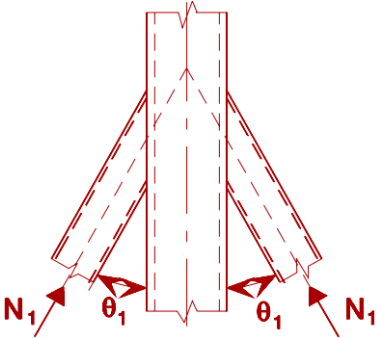
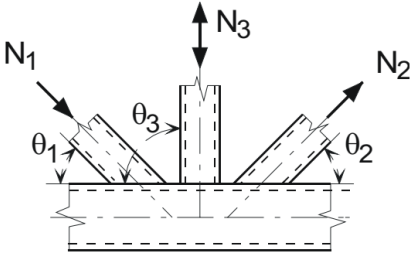
- (1) Có nhiều cách gia cường nút. Cách gia cường phù hợp phụ thuộc vào dạng phá hoại, khi mà không gia cường, có vai trò chi phối khả năng chịu lực thiết kế của nút.
- (2) Bản mã gia cường cánh có thể được dùng để tăng cường độ đối với phá hoại mặt thanh cánh, phá hoại chọc thủng hoặc phá hoại thanh giằng với bề rộng hiệu dụng suy giảm.
- (3) Một cặp bản mã bên có thể được dùng để gia cường nút chống lại phá hoại thành bên thanh cánh hoặc phá hoại cắt thanh cánh.
- (4) Để tránh chồng một phần thanh giằng trong nút K hoặc N, thanh giằng có thể được hàn với một sườn gia cường đứng.
- (5) Có thể áp dụng bất kỳ sự kết hợp nào của các cách gia cường nút.
- (6) Cường độ thép gia cường không nhỏ hơn thép của thanh cánh.
- (7) Khả năng chịu lực thiết kế của nút được gia cường được xác định theo Bảng 7.17 và Bảng 7.18.

Bảng 7.14 - Khả năng chịu uốn thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng và thanh cánh RHS

Nút T và X	Khả năng chịu lực thiết kế	
Mô men trong mặt phẳng ($\theta = 90^\circ$)	Phá hoại mặt thanh cánh	$\beta \leq 0,85$
	$M_{ip,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 h_1 \left(\frac{1}{2\eta} + \frac{2}{\sqrt{1-\beta}} + \frac{\eta}{1-\beta} \right) / \gamma_{M5}$	
	Nén dập vỡ thành bên thanh cánh	$0,85 < \beta \leq 1,0$
	$M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{yk} t_0 (h_1 + 5t_0)^2 / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ với nút T}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ với nút X}$	
	Phá hoại thanh giằng	$0,85 < \beta \leq 1,0$
	$M_{ip,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - (1 - b_{eff}/b_1) b_1 (h_1 - t_1) t_1) / \gamma_{M5}$	
Mô men ngoài mặt phẳng ($\theta = 90^\circ$)	Phá hoại mặt thanh cánh	$\beta \leq 0,85$
	$M_{op,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \left(\frac{h_1 (1 + \beta)}{2(1 - \beta)} + \sqrt{\frac{2b_0 b_1 (1 + \beta)}{1 - \beta}} \right) / \gamma_{M5}$	
	Nén dập vỡ thành bên thanh cánh	$0,85 < \beta \leq 1,0$
	$M_{op,1,Rd} = f_{yk} t_0 (b_0 - t_0) (h_1 + 5t_0) / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ với nút T}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ với nút X}$	
	Phá hoại biến dạng thanh cánh (chỉ với nút T) *)	
	$M_{op,1,Rd} = 2 f_{y0} t_0 (h_1 t_0 + \sqrt{b_0 h_0 t_0 (b_0 + h_0)}) / \gamma_{M5}$	
	Phá hoại thanh giằng	$0,85 < \beta \leq 1,0$

	$M_{op,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - 0,5(1 - b_{eff}/b_1)^2 b_1^2 t_1) / \gamma_{M5}$
Các thông số b_{eff} và k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} b_1$ nhưng $b_{eff} \leq b_1$	Với $n > 0$ (nén): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ nhưng $k_n \leq 1,0$ Với $n \leq 0$ (kéo): $k_n = 1,0$
*) Tiêu chí này không áp dụng khi dạng phá hoại méo thanh cánh được tránh bởi các biện pháp khác.	

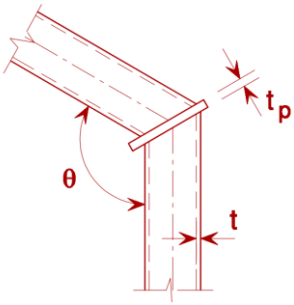
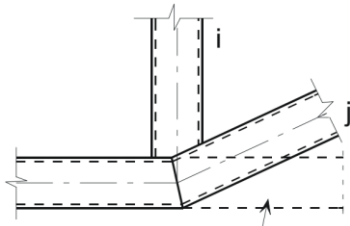
Bảng 7.15 - Tiêu chí thiết kế cho các loại nút hàn đặc biệt giữa thanh giằng và cánh RHS

Kiểu nút	Tiêu chí thiết kế
Cấu kiện có thể chịu nén hoặc kéo và tác dụng cùng chiều cả hai cấu kiện. 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ trong đó $N_{1,Rd}$ là giá trị đối với nút X từ Bảng 7.11.
Cấu kiện 1 luôn chịu nén và 2 luôn chịu kéo. 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ trong đó $N_{1,Rd}$ là giá trị đối với nút K từ Bảng 7.12 nhưng với $\frac{b_1+b_2+h_1+h_2}{4b_0}$ được thay bằng $\frac{b_1+b_2+b_3+h_1+h_2+h_3}{6b_0}$
Mọi thanh giằng luôn chịu nén hoặc kéo.	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ trong đó $N_{x,Rd}$ là giá trị đối với nút X từ Bảng 7.11, $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ là giá trị lớn hơn của: $ N_{1,Rd} \sin \theta_1 $ và $ N_{2,Rd} \sin \theta_2 $

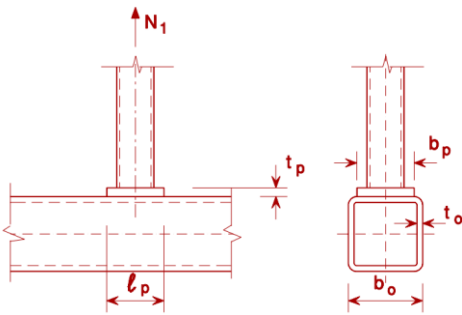
<p>Cấu kiện 1 luôn chịu nén và 2 luôn kéo.</p>	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>trong đó $N_{i,Rd}$ là giá trị đối với nút K từ Bảng 7.12, nếu đảm bảo trong nút kiểu khe hở, tại mặt cắt 1-1, thanh cánh thỏa mãn:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

Bảng 7.16 - Tiêu chí thiết kế cho nút hàn kiểu gãy khúc và kiểu thanh cánh-gãy cấu kiện RHS

Kiểu nút	Tiêu chí
Nút hàn kiểu gãy khúc	
	<p>Tiết diện phải là Loại 1 đối với uốn thuần túy, xem TCVN X1993-1-1.</p> $N_{Ed} \leq 0,2N_{pl,Rd}$ <p>và $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq \kappa$</p> <p>Nếu $\theta \leq 90^\circ$: $\kappa = \frac{3\sqrt{b_0/h_0}}{[b_0/t_0]^{0,8}} + \frac{1}{1+2b_0/h_0}$</p> <p>Nếu $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$: $\kappa = 1 - \left(\sqrt{2} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right) (1 - \kappa_{90})$</p> <p>với κ_{90} là giá trị của κ đối với $\theta = 90^\circ$.</p>

	$t_p \geq 1,5t \text{ và } \geq 10\text{mm}$ $\frac{N_{Ed}}{N_{pL,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pL,Rd}} \leq 1,0$
<p>Kiểu thanh cánh-gãy</p>	
 <p>Thanh cánh tưởng tượng kéo dài</p>	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ <p>trong đó $N_{i,Rd}$ là giá trị đối với nút K hoặc N chùng từ Bảng 7.12.</p>

Bảng 7.17 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn T, Y và X giữa thanh giằng RHS hoặc CHS với thanh cánh RHS

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế
<p>Gia cường bởi bản mã cánh để tránh phá hoại mặt thanh cánh, phá hoại thanh giằng hoặc chọc thủng.</p>	
<p>Tải trọng kéo</p>	$\beta_p \leq 0,85$
	<p>và</p> $l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ $N_{1,Rd} = \frac{f_{yp} t_p^2}{\left(1 - \frac{b_1}{b_p}\right) \sin \theta_1} \dots$ $\dots \left(\frac{2h_1/b_p}{\sin \theta_1} + 4 \sqrt{1 - b_1/b_p} \right) / \gamma_{M5}$
<p>Tải trọng nén</p>	$\beta_p \leq 0,85$

	$l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ <p>và</p> $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ <p>Lấy $N_{1,Rd}$ như đối với nút T, X hoặc Y từ Bảng 7.11, nhưng với $k_n = 1,0$ và t_0 thay bởi t_p đối với phá hoại mặt thanh cánh, phá hoại thanh giằng và chọc thủng.</p>
<p>Gia cường bởi bản mã bên để tránh mất ổn định thành bên thanh cánh hoặc cắt thành bên thanh cánh</p>	
	$l_p \geq 1,5h_1 / \sin \theta_1$ $t_p \geq 2t_1$ <p>Lấy $N_{1,Rd}$ như đối với nút T, X hoặc Y từ Bảng 7.11, nhưng t_0 thay bởi $t_0 + t_p$ đối với phá hoại mất ổn định thành bên thanh cánh và phá hoại cắt thành bên thanh cánh.</p>

Bảng 7.18 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn K và N có gia cường giữa thanh giằng RHS hoặc CHS với thanh cánh RHS

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc 2]
<p>Gia cường bởi bản mã cánh để tránh phá hoại mặt thanh cánh, phá hoại thanh giằng hoặc chọc thủng.</p>	
	$l_p \geq 1,5 \left(\frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ <p>và</p> $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1 \text{ và } 2t_2$ <p>Lấy $N_{i,Rd}$ như đối với nút K hoặc N từ Bảng 7.12, nhưng t_0 thay bởi t_p đối với phá hoại mặt thanh cánh, phá hoại thanh giằng và chọc thủng.</p>
<p>Gia cường bởi một cặp bản mã bên để tránh phá hoại cắt thanh cánh</p>	

	$l_p \geq 1,5 \left(\frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$ <p>Lấy $N_{i,Rd}$ như đối với nút K hoặc N từ Bảng 7.12, nhưng t_0 thay bởi $t_0 + t_p$ đối với phá hoại cắt thanh cánh.</p>
<p>Gia cường bằng một bản mã ngăn giữa các thanh giằng do không đủ khoảng chông.</p>	
	$t_p \geq 2t_1 \text{ và } 2t_2$ <p>Lấy $N_{i,Rd}$ như đối với nút K hoặc N chông từ Bảng 7.12 với $\lambda_{ov} < 80\%$, nhưng b_j, t_j và f_{yj} thay bởi b_p, t_p và f_{yp} trong công thức tính $b_{e,ov}$ ở Bảng 7.10.</p>

7.5.3 Nút trong đa mặt phẳng

- (1) Trong mỗi mặt phẳng của nút trong đa mặt phẳng, các tiêu chí thiết kế nêu ở 7.5.2 cần được thỏa mãn với khả năng chịu lực thiết kế suy giảm thu được từ 7.5.3(2).
- (2) Khả năng chịu lực thiết kế đối với mỗi mặt phẳng của nút đa mặt phẳng được xác định với hệ số giảm μ thích hợp cho trong Bảng 7.19 đối với khả năng chịu lực của nút trong mặt phẳng đang xét theo 7.5.2 với lực thanh cánh thích hợp trong tình huống đa mặt phẳng.

Bảng 7.19 - Hệ số giảm đối với nút đa mặt phẳng

Kiểu nút	Hệ số giảm μ
Nút TT	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$
	$\mu = 0,9$
Nút XX	

	$\mu = 0,9(1 + 0,33N_{2,Ed}/N_{1,Ed})$ <p>xét tới dấu của $N_{1,Ed}$ và $N_{2,Ed}$, với $N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed}$</p>
<p>Nút KK $60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$</p>	
	$\mu = 0,9$ <p>nếu đảm bảo, trong nút kiểu khe hở, tại mặt cắt 1-1, thanh cánh thỏa mãn điều kiện:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.6 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS với thanh cánh I hoặc H

(1) Khi kích thước nút nằm trong khoảng áp dụng cho trong Bảng 7.20, khả năng chịu lực thiết kế của nút được xác định theo các công thức trong Bảng 7.21 hoặc Bảng 7.22.

Bảng 7.20 - Khoảng áp dụng đối với nút hàn thanh giằng CHS hoặc RHS với thanh cánh I hoặc H

Kiểu nút	Các tham số nút [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chồng]					
	d_w/t_w	b_i/t_i và h_i/t_i hoặc d_i/t_i		h_i/b_i	b_0/t_f	b_i/b_j
		Nén	Kéo			
X	Loại 1 và $d_w \leq 400mm$	Loại 1 hoặc 2 và $h_i/t_i \leq 35$ $b_i/t_i \leq 35$ $d_i/t_i \leq 50$		$\geq 0,5$ nhưng $\leq 2,0$	Loại 1 hoặc 2	-
T hoặc Y	Loại 1 hoặc 2 và $d_w \leq 400mm$			1,0		-
K hở N hở						
K chồng				$\geq 0,5$ nhưng		$\geq 0,75$

N chồng				≤ 2,0		$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}^{1)}$
------------	--	--	--	-------	--	---

¹⁾ $\lambda_{ov,lim} = 60\%$ khi đường nối khuất không được hàn và 80% khi đường nối khuất được hàn. Khi đoạn chồng vượt quá $\lambda_{ov,lim}$ hoặc khi các giằng có tiết diện chữ nhật với $h_i < b_i$ và/hoặc $h_j < b_j$, liên kết giữa các thanh giằng với mặt thanh cánh cần được kiểm tra chịu cắt.

- (2) Đối với nút trong khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.20, chỉ cần xem xét các dạng phá hoại nêu ở bảng này. Khả năng chịu lực thiết kế của liên kết cần được lấy theo giá trị nhỏ nhất của mọi tiêu chí phù hợp.
- (3) Đối với nút nằm ngoài khoảng áp dụng nêu ở Bảng 7.20, mọi dạng phá hoại nêu ở 7.2.2 cần được xem xét. Ngoài ra, mô men thứ cấp trong nút do độ cứng xoay cần được xem xét.
- (4) Trong liên kết thanh giằng chỉ chịu lực dọc, lực dọc thiết kế $N_{i,Ed}$ không được vượt quá khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn $N_{i,Rd}$, xác định theo Bảng 7.21.
- (5) Liên kết thanh giằng chịu đồng thời mô men và lực dọc cần thỏa mãn điều kiện sau:

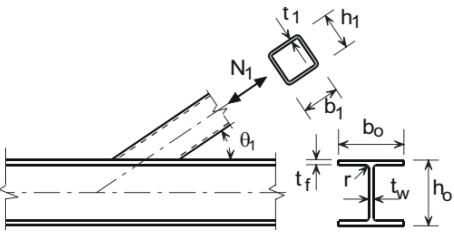
$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \leq 1,0 \tag{7.5}$$

trong đó:

$M_{ip,i,Rd}$ là khả năng chịu uốn thiết kế trong mặt phẳng;

$M_{ip,i,Ed}$ là mô men thiết kế trong mặt phẳng.

Bảng 7.21 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng RHS hoặc CHS với thanh cánh I hoặc H

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chồng]	
Nút T, Y và X	Chảy dẻo bản bụng thanh cánh	
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$	
	Phá hoại thanh giằng	
	$N_{1,Rd} = 2 f_{y1} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$	
Nút K và N hở [$i = 1$ hoặc 2]	Chảy dẻo bản bụng thanh cánh	Cần kiểm tra phá hoại thanh giằng khi:

	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$	$g/t_f \leq 20 - 28\beta;$ $\beta \leq 1,0 - 0,03\gamma;$ trong đó $\gamma = b_0/2t_f$
	Phá hoại thanh giằng	Với CHS: $0,75 \leq d_1/d_2 \leq 1,33$
	$N_{i,Rd} = 2f_{yi} t_i p_{eff} / \gamma_{M5}$	Với RHS: $0,75 \leq b_1/b_2 \leq 1,33$
	Cắt thanh cánh	
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$	
	$N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed}/V_{pl,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$	
Nút K và N chồng *) [$i = 1$ hoặc 2]	Phá hoại thanh giằng $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$	
Cấu kiện i hoặc j có thể chịu kéo hoặc nén.	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \left(p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i \right) / \gamma_{M5}$	
	Phá hoại thanh giằng $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$	
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	
	Phá hoại thanh giằng $\lambda_{ov} \geq 80\%$	
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	
$A_v = A_0 - (2 - \alpha) b_0 t_f + (t_w + 2r) t_f$ Với thanh giằng RHS: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_f^2}}}$ Với thanh giằng CHS: $\alpha = 0$	$p_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yi}$ Nhưng với nút T, Y, X, K và N hờ: $p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i$ Nhưng với K và N chồng: $p_{eff} \leq b_i$	$b_w = \frac{h_i}{\sin \theta_i} + 5(t_f + r)$ nhưng $b_w \leq 2t_i + 10(t_f + r)$
	$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j/t_j} \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} b_i \leq b_i$	
Đối với thanh CHS, các giá trị khả năng chịu lực ở trên đối với phá hoại thanh giằng được nhân với $\pi/4$, thay b_1 và h_1 bằng d_1 , thay b_2 và h_2 bằng d_2 , trừ đối với cắt thanh cánh.		

*) Chỉ cần kiểm tra thanh giằng chồng i . Hiệu quả (khả năng chịu lực thiết kế của nút chia cho khả năng chịu lực thiết kế dẻo của thanh giằng) của thanh giằng được chồng j được lấy bằng hiệu quả của thanh giằng chồng. Xem cùng với Bảng 7.20.

- (6) Mô men thiết kế $M_{i,Ed}$ có thể được lấy theo giá trị tại giao điểm của trục thanh giằng với mặt thanh cánh.
- (7) Khả năng chịu uốn thiết kế trong mặt phẳng $M_{ip,1,Rd}$ được lấy theo Bảng 7.22.
- (8) Khi sườn gia cường thanh cánh (xem Hình 7.7) được sử dụng, cường độ phá hoại tính toán thanh giằng $N_{i,Rd}$ đối với nút T-, X-, Y-, K-hở và N-hở (Bảng 7.22) được xác định như sau:

$$N_{i,Rd} = 2f_{yi}t_i(b_{eff} + b_{eff,s})/\gamma_{M5} \quad (7.6)$$

trong đó:

$$b_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0}/f_{yi} \text{ nhưng } \leq b_i + h_i - 2t_i;$$

$$b_{eff,s} = t_s + 2a + 7t_f f_{y0}/f_{yi} \text{ nhưng } \leq b_i + h_i - 2t_i;$$

$$b_{eff} + b_{eff,s} \leq b_i + h_i - 2t_i .$$

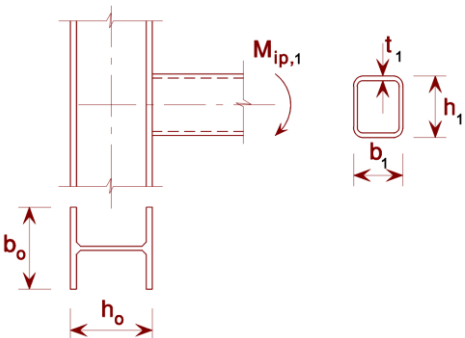
trong đó:

a là chiều cao đường hàn sườn gia cường, $2a$ trở thành a khi đường hàn góc một phía được sử dụng;

s là kí hiệu cho sườn gia cường.

- (9) Các sườn gia cường có chiều dày tối thiểu bằng bản bụng của tiết diện I.

Bảng 7.22 - Khả năng chịu uốn thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng tiết diện rộng chữ nhật và thanh cánh I hoặc H

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chồng]
Nút T và Y	Chảy dẻo bản bụng thanh cánh
	$M_{ip,1,Rd} = 0,5f_{y0}t_w b_w (h_1 - t_1)/\gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng
Tham số số p_{eff} và b_w	

$p_{eff} = t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{y1}$ <p>nhưng $p_{eff} \leq b_1 + h_1 - 2t_1$</p>	nhưng $b_w = \frac{h_1}{\sin \theta_1} + 5(t_f + r)$ $b_w \leq 2t_1 + 10(t_f + r)$
---	---



Chu vi hiệu dụng thanh giằng, không có (trái) và có (phải) sườn gia cường

Hình 7.7 - Sườn gia cường thanh cánh tiết diện I

7.7 Nút hàn giữa thanh giằng CHS hoặc RHS và thanh cánh chữ C

- (1) Khi kích thước nút nằm trong khoảng áp dụng cho trong Bảng 7.23, khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng tiết diện rỗng và thanh cánh chữ C được xác định theo Bảng 7.24.
- (2) Cần xem xét mô men thứ cấp trong nút do độ cứng chống uốn của chúng.
- (3) Trong nút có khe hở, khả năng chịu lực dọc thiết kế của tiết diện thanh cánh $N_{0,Rd}$ cần được xác định xét tới việc truyền lực cắt giữa các thanh giằng bởi thanh cánh, bỏ qua ảnh hưởng của mô men thứ cấp. Việc kiểm tra được thực hiện theo TCVN X1993-1-1.

Bảng 7.23 - Khoảng áp dụng đối với nút hàn thanh giằng CHS hoặc RHS với thanh cánh chữ C

Kiểu nút	Các tham số nút [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được chồng]					
	b_i/b_0	b_i/t_i và h_i/t_i hoặc d_i/t_i		h_i/b_i	b_0/t_0	Khe hở hoặc chồng b_i/b_j
		Nén	Kéo			
K hở N hở	$\geq 0,4$ và $b_0 \leq 400mm$	Loại 1 hoặc 2 và $h_i/t_i \leq 35$	$h_i/t_i \leq 35$ $b_i/t_i \leq 35$ $d_i/t_i \leq 50$	$\geq 0,5$ nhưng	Loại 1 hoặc 2	$0,5(1 - \beta^*) \leq g/b_0^* \leq 1,5(1 - \beta^*)$ ¹⁾ và $g \geq t_1 + t_2$

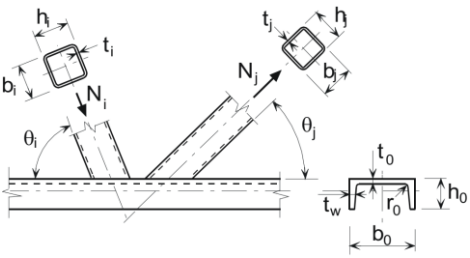
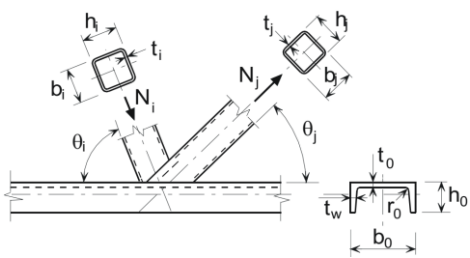
K chồng	$\geq 0,25$	$b_i/t_i \leq 35$		$\leq 2,0$	$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$ ²⁾
N chồng	và $b_0 \leq 400mm$	$d_i/t_i \leq 50$			$b_i/b_j \geq 0,75$

$\beta^* = b_1/b_0^*$
 $b_0^* = b_0 - 2(t_w + r_0)$

1) Điều kiện này chỉ áp dụng khi $\beta \leq 0,85$.

2) $\lambda_{ov,lim} = 60\%$ khi đường nối khuất không được hàn và 80% khi đường nối khuất được hàn.
 Khi đoạn chồng vượt quá $\lambda_{ov,lim}$ hoặc khi các giằng có tiết diện chữ nhật với $h_i < b_i$ và/hoặc $h_j < b_j$, liên kết giữa các thanh giằng với mặt thanh cánh cần được kiểm tra chịu cắt.

Bảng 7.24 - Khả năng chịu lực thiết kế của nút hàn giữa thanh giằng RHS hoặc CHS với thanh cánh chữ C

Kiểu nút	Khả năng chịu lực thiết kế [$i = 1$ hoặc $2, j =$ giằng được nối chồng]
Nút K và N hở	Phá hoại thanh giằng $N_{i,Rd} = f_{yi}t_i(b_i + b_{eff} + 2h_i - 4t_i)/\gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh cánh $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$
	$N_{0,Rd} = \left[(A_0 - A_v)f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed}/V_{pl,Rd})^2} \right] / \gamma_{M5}$
	Nút K và N chồng *)
	Phá hoại thanh giằng $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$ $N_{i,Rd} = f_{yi}t_i(b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i)/\gamma_{M5}$
	Phá hoại thanh giằng $\lambda_{ov} \geq 80\%$ $N_{i,Rd} = f_{yi}t_i(b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i)/\gamma_{M5}$

$A_v = A_0 - (1 - \alpha)b_0^* t_0$ $b_0^* = b_0 - 2(t_w + r_0)$ <p>Với thanh giằng RHS:</p> $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_f^2}}}$ <p>Với thanh giằng CHS:</p> $\alpha = 0$ $V_{pl,Rd} = \frac{f_{y0}A_v}{\sqrt{3}} / \gamma_{M5}$ $V_{Ed} = (N_{i,Ed} \sin \theta_i)_{max}$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0^*/t_0} \frac{f_{y0}t_0}{f_{yi}t_i} b_i \text{ nhưng } b_{eff} \leq b_i$ $b_{e,ov} = \frac{10}{b_j/t_j} \frac{f_{yj}t_j}{f_{yi}t_i} b_i \text{ nhưng } b_{e,ov} \leq b_i$
<p>Đối với thanh CHS, ngoại trừ với cắt thanh cánh, các giá trị cường độ ở trên được nhân với $\pi/4$, thay b_1 và h_1 bằng d_1, thay b_2 và h_2 bằng d_2.</p>	
<p>*) Chỉ cần kiểm tra thanh giằng chồng i. Hiệu quả (khả năng chịu lực thiết kế của nút chia cho khả năng chịu lực thiết kế dèo của thanh giằng) của thanh giằng được chồng j được lấy bằng hiệu quả của thanh giằng chồng.</p>	

Phụ lục Quốc gia

kèm theo TCVN X1993-1-8:202x

Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-8: Thiết kế nút

NA.1 Phạm vi

Phụ lục quốc gia này đưa ra:

a) Các quyết định cho các tham số quốc gia xác định được mô tả trong các tiêu sau đây của TCVN X1993-1-8:202X:

- 1.2.6 (Nhóm 6: Đinh tán)
- 2.2(2)
- 3.1.1(3)
- 3.4.2(1)
- 5.2.1(2)
- 6.2.7.2(9)

b) Tham khảo đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn

NA.2 Xác định thông số quốc gia

NA.2.1 Tổng quát

Các quyết định cho các thông số quốc gia xác định được mô tả trong TCVN X1993-1-8:202X được đưa ra trong các NA.2.2 đến NA.2.7

NA.2.2 Tiêu chuẩn viện dẫn, nhóm 6 Đinh tán [TCVN X1993-1-8:202X, 1.2.6 (Nhóm 6 Đinh tán)]

BS 4620:1970 cần được sử dụng cho kích thước, hình dạng đầu và vật liệu cho đinh tán. Đối với các loại thép S235 và S275, độ bền thiết kế cần được giới hạn là độ bền chảy vì không có kiểm tra riêng biệt trạng thái sử dụng.

NA.2.3 Hệ số riêng, γ_M , cho nút [TCVN X1993-1-8:202X, 2.2(2)]

Hệ số an toàn cho trong bảng NA.1 cần được sử dụng

Bảng NA.1 Hệ số riêng, γ_M , cho liên kết

Khả năng chịu lực của cấu kiện và mặt cắt ngang	Hệ số riêng	Giá trị
Khả năng chịu lực của bu lông	γ_{M2}	1,25
Khả năng chịu lực của đinh tán	γ_{M2}	1,25
Khả năng chịu lực của chốt	γ_{M2}	1,25
Khả năng chịu lực mối hàn	γ_{M2}	1,25
Khả năng chịu lực của tấm trong gối đỡ ^{A)}	γ_{M2}	1,25
Khả năng chịu lực trượt:		
a) Trạng thái giới hạn cực hạn (Loại C)	γ_{M3}	1,25
b) Tại trạng thái giới hạn sử dụng (Loại B)	$\gamma_{M3,ser}$	1,10
Khả năng chịu ép mặt của bu lông bơm keo	γ_{M4}	1,00
Khả năng chịu lực của nút liên kết trong dầm lưới tiết diện rỗng	γ_{M5}	1,00
Khả năng chịu lực của chốt tại trạng thái giới hạn sử dụng	$\gamma_{M6,ser}$	1,00
Gia tải trước của bu lông cường độ cao.		
Đối với bu lông phù hợp BS EN 14399-4 và BS EN 14399-8	γ_{M7}	1,10
Loại khác	γ_{M7}	1,00
^{A)} Trong một số trường hợp nhất định biến dạng ở trạng thái sử dụng có thể quyết định và $\gamma_{M2} = 1,50$ sẽ phù hợp hơn. Tùy chọn kiểm soát biến dạng được áp dụng khi việc tránh biến dạng của các lỗ bu lông là quan trọng (tức là khi $a_b = 1,0$. a_b được định nghĩa trong bảng 3.4 của TCVN X1993-1-8). Kiểm soát biến dạng chỉ cần áp dụng cho các thành phần của lực bu lông tác dụng theo hướng mà tránh biến dạng là quan trọng.		

NA.2.4 Loại bu lông [TCVN X1993-1-8:202X, 3.1.1(3)]

Bu lông loại 5.8 và 6.8 không được sử dụng. Bu lông loại 4.8 có thể được sử dụng miễn là chúng được sản xuất theo BS EN ISO 898-1 và các quy trình phù hợp để tránh sự lắng đọng hydro được áp dụng trong quá trình sản xuất.

NA.2.5 Mức gia tải trước [TCVN X1993-1-8:202X, 3.4.2(1)]

Nếu việc gia tải trước không được sử dụng rõ ràng trong các tính toán thiết kế thì mức gia tải không cần yêu cầu cụ thể.

NA.2.6 Phân loại nút [TCVN X1993-1-8:202X, 5.2.1(2)]

Đối với nhà, hướng dẫn sau đây có thể được sử dụng để phân loại nút

Các liên kết khớp danh nghĩa được mô tả là "nút đơn giản" trong thực hành. Các nút được thiết kế theo các nguyên tắc được đưa ra trong ấn phẩm "Nút trong thép xây dựng – liên kết đơn giản" [1] có thể được phân loại là liên kết khớp danh nghĩa.

Các nút dẻo, cứng một phần được mô tả là "liên kết dẻo" trong thực hành. Chúng được sử dụng trong các khung nửa liên tục được thiết kế chảy dẻo. Khung dạng thanh giằng bán liên tục có thể được thiết kế bằng cách sử dụng các nguyên tắc được đưa ra trong ấn phẩm "Thiết kế bán liên tục của khung giằng" [2] với các liên kết được thiết kế theo các nguyên tắc được đưa ra trong phần 2 của "Nút trong thép xây dựng – liên kết mô men" [3]. Khung không giằng bán liên tục (được gọi là khung mô men gió) có thể được thiết kế bằng cách sử dụng các nguyên tắc được đưa ra trong ấn phẩm "Thiết kế chịu mô men gió của khung thấp tầng" [4].

Trừ khi có thí nghiệm với việc sử dụng phương pháp số tính độ cứng xoay được đưa ra trong TCVN X1993-1-8:202X, 6.3 và phân loại bằng phương pháp độ cứng được đưa ra trong TCVN X1993-1-8:202X, 5.2.2, thiết kế đàn hồi bán liên tục chỉ nên được sử dụng khi nó được chứng minh bởi bằng chứng thí nghiệm theo TCVN X1993-1-8:202X, 5.2.2.1(2) hoặc nếu nó được dựa trên một công năng đã được đảm bảo trong một trường hợp tương tự.

Các liên kết được thiết kế theo các nguyên tắc được đưa ra trong ấn phẩm "Liên kết trong thép xây dựng – liên kết mô men" [3] có thể được phân loại trên cơ sở hướng dẫn được đưa ra trong 2.5 của ấn phẩm đó.

NA.2.7 Nút dầm cột trong liên kết bản mã bịt đầu [TCVN X1993-1-8:202X, 6.2.7.2(9)]

Chỉ cần áp dụng phương trình 6.26 khi sự phân phối dẻo hoàn toàn của sức kháng kéo thiết kế hữu hiệu không thể được giả định. Một phân phối dẻo hoàn toàn có thể được giả định khi một trong hai điều kiện sau:

$$F_{t_x,Rd} \leq 1.9F_{t,Rd}$$

hoặc

$$t_p \leq \frac{d}{1.9} \sqrt{\frac{f_u}{f_{yp}}}$$

hoặc

$$t_{fc} \leq \frac{d}{1.9} \sqrt{\frac{f_u}{f_{y,fc}}}$$

trong đó:

$F_{t_x,Rd}$ là khả năng chịu kéo thiết kế hiệu dụng của một hàng bu lông trước -hàng x;

$F_{t,Rd}$ là khả năng chịu lực thiết kế chịu kéo của riêng mỗi bu lông;

t_p là độ dày của bản mã bịt đầu;

t_c là độ dày của bản cánh của cột;

d là đường kính của bu lông;

$f_{y,p}$ là cường độ thiết kế của bản mã bịt đầu;

$f_{y,fc}$ là cường độ thiết kế của bản cánh của cột;

f_u là cường độ chịu kéo tới hạn của bu lông.

Trong trường hợp độ bền thiết kế chịu kéo hiệu quả cần được giảm xuống để thỏa mãn phương trình 6.26 thì sức kháng dư có thể được phân phối lại cho các hàng bu lông gần tâm nén hơn.

NA.3 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 các TCVN hiện hành có liên quan (người dùng phải tự xem xét về sự phù hợp của tài liệu này đối với mục đích sử dụng cụ thể của mình).

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.

BS 4620: 1970, Đặc điểm kỹ thuật cho đinh tán cho các mục đích kỹ thuật chung

BS EN ISO 898-1, Đặc tính cơ học của ốc vít làm bằng thép cacbon và thép hợp kim - Phần 1: Bu lông, ốc vít và đinh tán

BS EN 14399-4, Cụm bu lông kết cấu cường độ cao để gia tải trước - Hệ thống HV - Phần 4: Cụm bu lông và đai ốc lục giác

BS EN 14399-8, Cụm bu lông kết cấu cường độ cao để gia tải trước - Hệ thống HV - Phần 8: Bu lông và cụm đai ốc hình lục giác

Các tài liệu khác

[1] Nút trong thép xây dựng. Liên kết đơn giản, BCSA, SCi xuất bản số P212, đồng xuất bản bởi Hiệp hội sản xuất thép xây dựng Anh và Viện thép xây dựng, 2002.

[2] Thiết kế khung giằng bán liên tục, ấn phẩm SCi số P183, Viện thép xây dựng, 1997.

[3] Nút trong thép xây dựng. Liên kết Mô men, BCSA, SCi xuất bản số P207, đồng xuất bản bởi Hiệp hội sản xuất thép xây dựng Anh và Viện thép xây dựng, 1995.

[4] Thiết kế khung nhà thấp tầng chịu gió và mô men, SCI xuất bản số P263, Viện thép xây dựng, 1999.