

NGHIÊN CỨU SỰ LÀM VIỆC VÀ TÍNH TOÁN LIÊN KẾT HÀN CÁC THANH DÀN THÉP ỐNG TIẾT DIỆN RỘNG, CHỊU TẢI TRỌNG TĨNH

A STUDY ON THE WORKING AND CALCULATING WELDING CONNECTIONS OF HOLLOW STEEL PIPES ELEMENTS OF FRAME UNDER STATIC LOAD

HUỲNH MINH SƠN

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Dàn thép ống liên kết hàn là dạng kết cấu sử dụng khá phổ biến trong thực tế xây dựng. Bài báo trình bày một số hình thức liên kết hàn các thanh dàn thép ống tiết diện rộng. Bài báo tập trung phân tích các tiêu chí phá hoại và các kiểu phá hoại đối với một số hình thức nút dàn thông dụng. Trên cơ sở đó, tác giả tính toán độ bền của các kiểu liên kết nút dàn thép ống. Bài báo cũng giới thiệu một phương pháp thiết kế liên kết hàn cho các nút dàn thép ống đó là phương pháp sử dụng toán đồ thiết kế. Tác giả lựa chọn tiêu chuẩn Eurocode 3 (Châu Âu) cho sẵn các toán đồ thiết kế các kiểu nút dàn phổ biến để kiểm tra liên kết nút dàn thép ống.

ABSTRACT

Frame of hollow steel pipes with welding connection is popularly used in construction. The article presents some types of welding connection in hollow steel pipes elements of frames. It also focuses on analysing some undermining criteria and types of undermining in some popular nodes of frames. From that foundation, the article calculates the durability of many types of steel pipes nodes of frames. It further introduces a method of welding connection on steel pipe nodes of frames: using designing math-gram. The author chooses Eurocode 3 giving available designing math-gram to check connections of steel pipes nodes of frames.



A. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mặc dù bu lông cũng được sử dụng trong các kết cấu không gian, trong các dàn thép ống tiết diện tròn, rộng, liên kết hàn vẫn phổ biến nhất nhờ đơn giản, liên kết trực tiếp, hạn chế các bản mã hoặc bản gia cường. Như vậy, độ bền của liên kết phải được xét ngay từ khi dự tính kích thước kết cấu. Vấn đề đặt ra là: Nghiên cứu tiêu chí và các kiểu phá hoại liên kết hàn thép ống, từ đó tính toán độ bền của liên kết khi chịu lực dọc trục, mômen? Sử dụng công cụ nào để tính toán kiểm tra liên kết hàn tiết diện rộng, thép ống?

B. NỘI DUNG

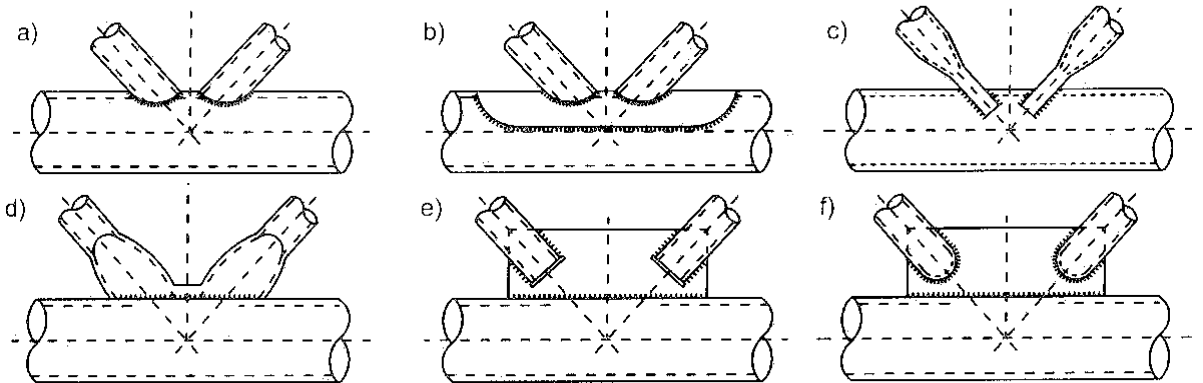
1. Cấu tạo liên kết hàn thanh rộng (CHS):

Cách thức hàn thanh rộng cũng giống như hàn các thanh tiết diện hở. Thường dùng đường hàn đối đầu hay đường hàn góc. Theo

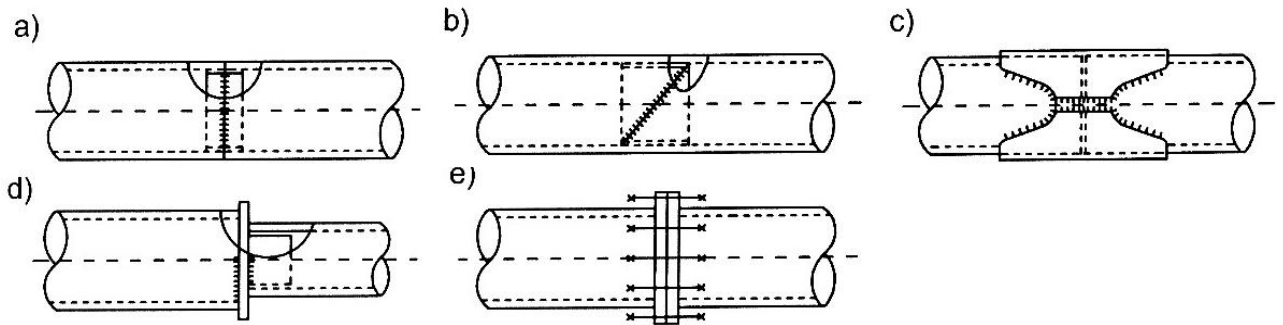


TCXDVN 338:2005, liên kết thanh xiên với thanh cánh có các dạng sau: Liên kết hàn không dùng bản mã (1a); Liên kết hàn có bản ốp cong: Khi chiều dày thanh cánh không đủ, (cắt ra từ ống thép cùng

đường kính hoặc uốn từ thép tấm chiều dày không nhỏ hơn chiều dày thanh cánh và không lớn hơn 02 lần chiều dày thanh cánh) (1b); Liên kết hàn đập bẹp đầu ống (1c,1d); Liên kết hàn dùng bản mã (1e,1f).



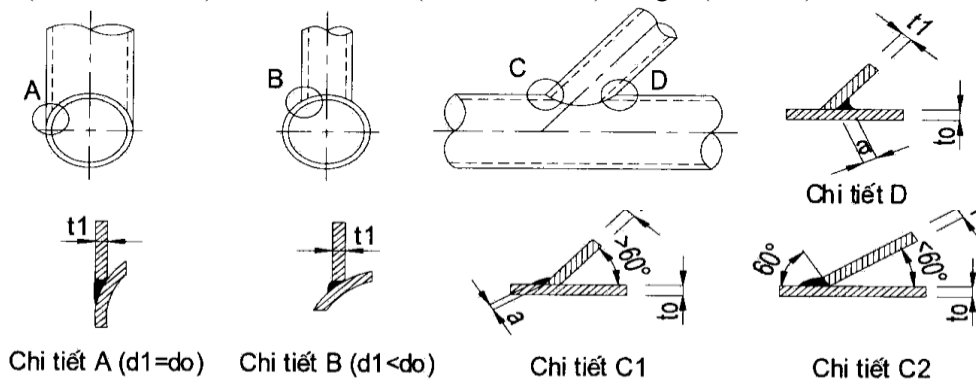
Các ống thép có cùng đường kính được hàn với nhau bằng ống lót dùng đường hàn đôi đầu thẳng góc (2a) hay xiên góc (2b). Nếu không đảm bảo cường độ liên kết, sử dụng bản ốp cong ốp bên ngoài cắt ra từ ống có đường kính lớn hơn ống cần hàn một ít (2c) Bản ốp được cắt theo đường cong để tăng chiều dài đường hàn góc. Chiều dày ống lót hoặc bản ốp bằng 20% chiều dài ống thép cơ bản.



a- Liên kết bằng ống lót dùng đường hàn thẳng b- Liên kết bằng ống lót dùng đường hàn xiên
c- Liên kết bằng bản ốp cong bên ngoài d- Liên kết 2 ống thép không cùng đường kính
e - Liên kết 2 ống thép dùng bulông (Dùng bản mặt bích bịt đầu ống)

Hình 2 – Liên kết hàn đối đầu các ống thép có cùng đường kính bằng ống lót

Dùng đường hàn góc trong trường hợp tỷ lệ giữa các đường kính của các thanh không vượt quá 0,33 và khe hở để hàn không vượt quá 3mm. Khi tỷ lệ các đường kính tăng lên thì hàn theo thứ tự: hàn góc tại đỉnh (chi tiết C và D), rồi hàn đối đầu (chi tiết A và B), tại gót (Hình 3).



Chi tiết A ($d_1=d_2$) Chi tiết B ($d_1 < d_2$) Chi tiết C1 Chi tiết C2

Hình 3 – Liên kết hàn góc các ống thép chênh lệch đường kính < 0,33%

Sự chuẩn bị các đầu thanh để hàn: Các đầu thanh để hàn phải thật đơn giản. Liên kết có khoảng cách hoặc liên kết phủ trùm toàn bộ thì tốt hơn liên kết phủ một phần. Khi liên kết phủ toàn bộ, thì chỉ cần một nhất cắt cho mỗi thanh. Sự tạo hình được thực hiện nhờ máy cắt, lưỡi cắt phẳng hoặc cắt ôxy axetylen bằng tay hay tự động, tùy theo thiết bị sẵn có và kiểu kết cấu.

Sự làm việc trong kết cấu của liên kết hàn các thanh thép hình rỗng phụ thuộc dạng hình học của liên kết và nội lực của các thanh liên kết.

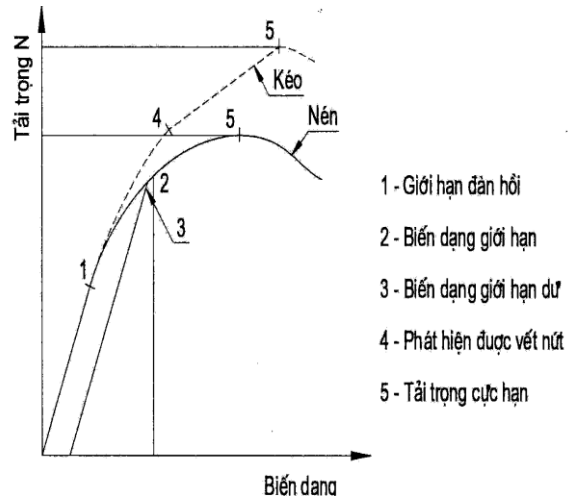
2. Tiêu chí và kiểu phá hoại

Độ bền tĩnh đặc trưng bởi các tiêu chí sau:

Độ bền cực hạn (5) - Tiêu chí biến dạng (2)

hoặc (3)

Bắt đầu nứt quan sát được bằng mắt (4)



Hình 4 - Biểu đồ tải trọng - biến dạng

Vì lực nén lớn, tiết diện mỏng nên có thể xảy ra phá hoại do mất ổn định, đặc trưng bởi biến dạng nhỏ. Sự phá hoại xảy ra khi một phần bị chảy dẻo. Lúc này liên kết không còn khả năng chịu thêm tải nữa. Tính toán độ bền của liên kết hàn các thanh rỗng dựa trên các tiêu chí trạng thái cực hạn, với các kiểu phá hoại như sau:

- Phá huỷ bề mặt thanh bụng: (Hình 5a) phổ biến nhất

- Hình thành vết nứt làm đứt thanh xiên khỏi thanh cánh (Hình 5b) Các nút có tỷ số đường kính thanh bụng và thanh cánh nhỏ hoặc liên kết chữ K,N có sự khác biệt đường kính các thanh bụng

- Vênh cục bộ (Hình 5c): Các nút thanh mỏng thường bị phá hoại kiểu này

- Phá huỷ cắt (Hình 5d): Cắt thanh bụng ở vị trí khoảng hở đối với các nút K,N có khoảng hở, tỷ số đường kính thanh bụng và thanh cánh lớn

- Xé rách chỗ thanh mỏng (Hình 5e)

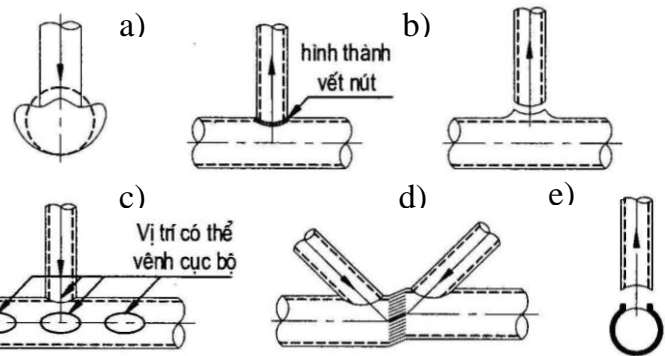
Biểu thức độ bền liên kết các thanh

$$N_u = f_{yo} \cdot t_o^2 \cdot f_1 \cdot \beta \cdot f_2 \cdot \gamma \cdot f_3 \cdot \theta \cdot f_4$$

rỗng:

f_{yo} : Giới hạn đàn hồi thanh cánh;

t_o : Chiều dày của thanh cánh;



Hình 5 - Các kiểu phá hoại liên kết hàn thanh rỗng

$f_1(\beta)$: Hàm biểu thị ảnh hưởng kích thước ngang của thanh xiên với kích thước ngang của thanh cánh, thông qua tham số của β tương ứng với tỷ số d_1 / d_o hoặc $(d_1 + d_2) / 2d_o$, giá trị thay đổi từ 0,2 đến 1;

$f_2(\gamma)$: Hàm biểu thị ảnh hưởng của bề dày thành của thanh cánh thông qua tham số của γ tương ứng với tỷ số $d_o / 2.t_o$, giá trị thay đổi từ 5 đến 25;

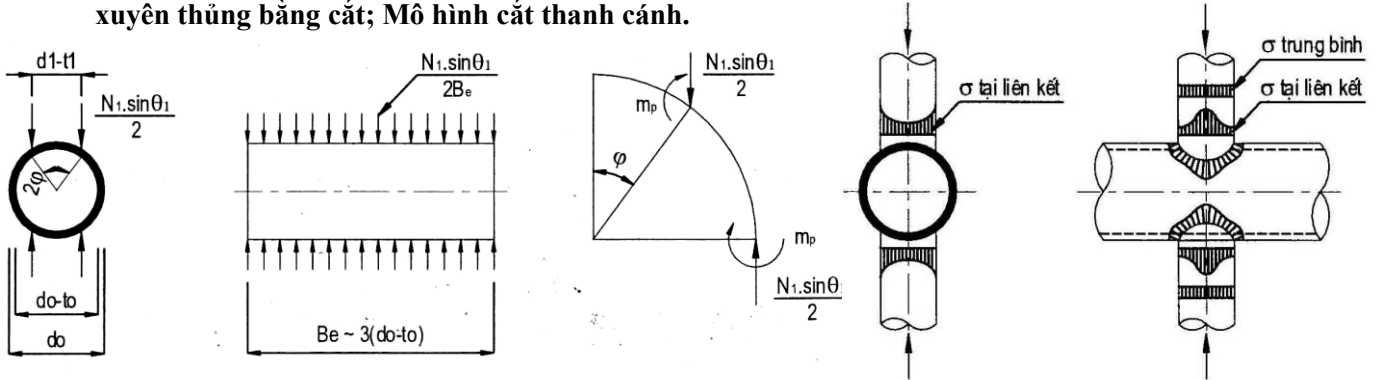
$f_3(\theta)$: Hàm biểu thị ảnh hưởng của góc giao giữa thanh xiên và thanh cánh, giá trị thay đổi từ 30 đến 90 độ;

$f_4(k_g)$: Hàm biểu thị ảnh hưởng của độ cách quãng hay phủ trùm của thanh xiên thông qua tham số của k_g có giá trị thay đổi từ 1,5 đến 4,1 và tùy thuộc giá trị của tham số γ và tỷ số g/t_o có thể biến đổi trong khoảng [-12 đến +12];

$f_s(k_p)$: Hàm biểu thị ảnh hưởng của tác dụng có hại của lực nén trong thanh cánh thông qua tham số k_p có thể thay đổi từ 1 đến 0,4 và tùy thuộc ứng suất nén cực đại trong thanh cánh, dưới tác dụng của lực dọc trục tác dụng trước N_{op} và các ứng suất bổ sung do uốn có thể có.

3. Tính toán liên kết chịu lực dọc N:

Thường dùng ba mô hình tính toán để nghiên cứu các tham số chính: **Mô hình vòng**; **Mô hình xuyên thủng bằng cắt**; **Mô hình cắt thanh cánh**.



Hình 6: Mô hình vòng tính độ bền liên kết hàn thanh rỗng tiết diện tròn

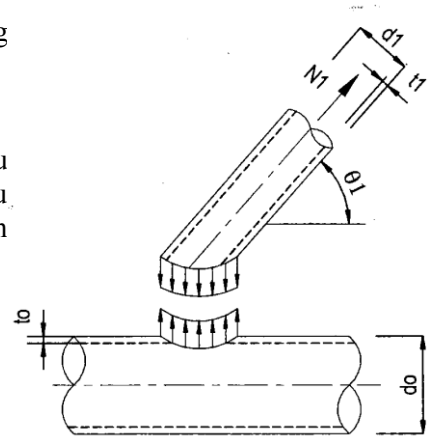
- **Mô hình vòng**: Phù hợp với các kiểu liên kết dạng T, Y, X. Phân tích cứng - dẻo một cái vòng thể hiện tiết diện ngang của một thanh rỗng chịu những lực tập trung ở các chỗ tiếp xúc với thanh xiên. Sơ đồ liên kết được thể hiện bằng một vòng có chiều dài hữu ích B_e , có dạng hình học và tính chất cơ học giống như thép hình rỗng làm thanh cánh. Kết quả thu được:

số
$$N_{ly} = \frac{C_o}{1 - C_1 \beta} \cdot \frac{f_{yo} t_o^2}{\sin \theta_1} \quad C_o \text{ và } C_1 \text{ là các hằng}$$

- **Mô hình xuyên thủng bằng cắt**: Phù hợp liên kết kiểu Y chịu kéo. Coi ứng suất cắt trong bề mặt thanh cánh quanh chu vi thanh chéo là đều trong mặt phẳng của liên kết. Bỏ qua ảnh hưởng của độ cong của bề mặt thanh cánh.

Nếu $\theta_2 = 90^\circ$:
$$\frac{N_2}{\pi \cdot d_2 \cdot t_o} = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}}$$

Nếu $\theta < 90^\circ$:
$$N_2 = \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_o \cdot \frac{1 + \sin \theta_2}{2 \sin^2 \theta_2}$$



Hình 7: Mô hình xuyên thủng bằng cắt

- **Mô hình cắt thanh cánh**:

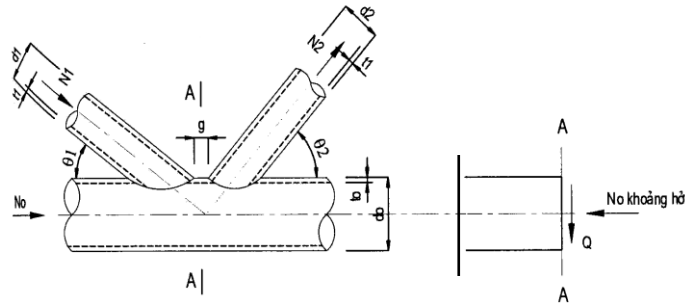
Phù hợp liên kết hình K hay N có cách quãng, tiết diện ngang của thanh cánh có thể bị phá hoại trong vùng cách quãng do tổ hợp lực dọc, lực cắt và mômen uốn. Việc tính toán dẻo cho các liên

hệ sau: $N_i \sin \theta_i \leq 2 \cdot \frac{f_{yo}}{\sqrt{3}} \cdot (d_o - t_o) \cdot t_o$; $N_o \text{ cách quãng} \leq \pi (d_o - t_o) \cdot t_o \cdot f_{yo}$; $M_o \text{ cách}$

quãng $\leq (d_o - t_o)^2 \cdot t_o \cdot f_{yo}$

Các mômen uốn là khá nhỏ và chỉ cần xét sự tương tác của lực dọc và lực cắt:

$$\left[\frac{N_{ocach_quang}}{\pi \cdot (d_0 - t_0) \cdot t_0 \cdot f_{y0}} \right]^2 + \left[\frac{N_i \sin \theta_i}{\frac{2f_{y0}}{\sqrt{3}} (d_0 - t_0) t_0} \right]^2 \leq 1,0$$



Hình 8: Mô hình cắt thanh cánh tính độ bền liên kết hàn thanh rỗng tiết diện tròn

Mỗi kiểu nút liên kết sẽ tính toán theo một mô hình và cho kết quả độ bền liên kết thanh tròn rỗng chịu lực dọc N thể hiện trên mỗi toán đồ thiết kế theo Quy phạm mỗi nước.

4. Tính toán liên kết chịu mômen M:

02 kiểu phá hoại liên kết là: Phá huỷ dẻo bề mặt hay tiết diện thanh cánh xảy ra đối với nút làm bằng thép cường độ cao và Nút dẫn tới đứt thanh bụng xiên ra khỏi thanh cánh ở chỗ nối. Thường dùng hai mô hình tính toán để nghiên cứu các tham số chính: *Mô hình vòng*; *Mô hình cắt thanh cánh*.

Mỗi kiểu nút liên kết sẽ tính toán theo một mô hình và cho kết quả độ bền liên kết thanh tròn rỗng chịu mômen M thể hiện trên mỗi toán đồ thiết kế theo Quy phạm mỗi nước.

5. Công cụ toán đồ thiết kế:

Để xét liên kết có đủ độ bền hay không, sử dụng các toán đồ trong đó, độ bền thiết kế thể hiện dưới dạng hệ số hiệu quả C_e của thanh bụng bằng độ bền thiết kế N_{iRd} chia cho lực trục dẻo $A_i f_{yi}$ của thanh xiên.

$$\frac{N_{iRd}}{A_i f_{yi}} = C_e \frac{f_{y0} \cdot t_0}{f_{yl} \cdot t_l} \cdot \frac{k_p}{\sin \theta_l}$$

C_e : Thông số hiệu quả (C_T đối với liên kết kiểu T và Y; C_X đối với liên kết kiểu X và C_Y đối với liên kết kiểu K và N) thể hiện độ bền của liên kết với $K_p=1,0$ và $\theta=90^\circ$, với chiều dày và loại thép giống như trong thanh xiên và thanh cánh. K_p : Thông số là một hàm số $f(n')$ tính đến tác dụng bất lợi của lực nén trong thanh cánh (lực nén trước). Giá trị của n' ứng với tỷ số f_{op}/f_{y0} trong đó f_{op} là ứng suất chịu nén trong cánh bớt đi lực trục có trước

$\frac{f_{ot} \cdot t_0}{f_{yt} \cdot t_i}$: Khác biệt độ bền thanh cánh & thanh bụng

$\frac{1}{\sin \theta_i}$: Điều chỉnh góc thanh cánh và thanh bụng xiên

f_{op}/f_{y0} trong đó f_{op} là ứng suất chịu nén trong cánh bớt đi lực trục.

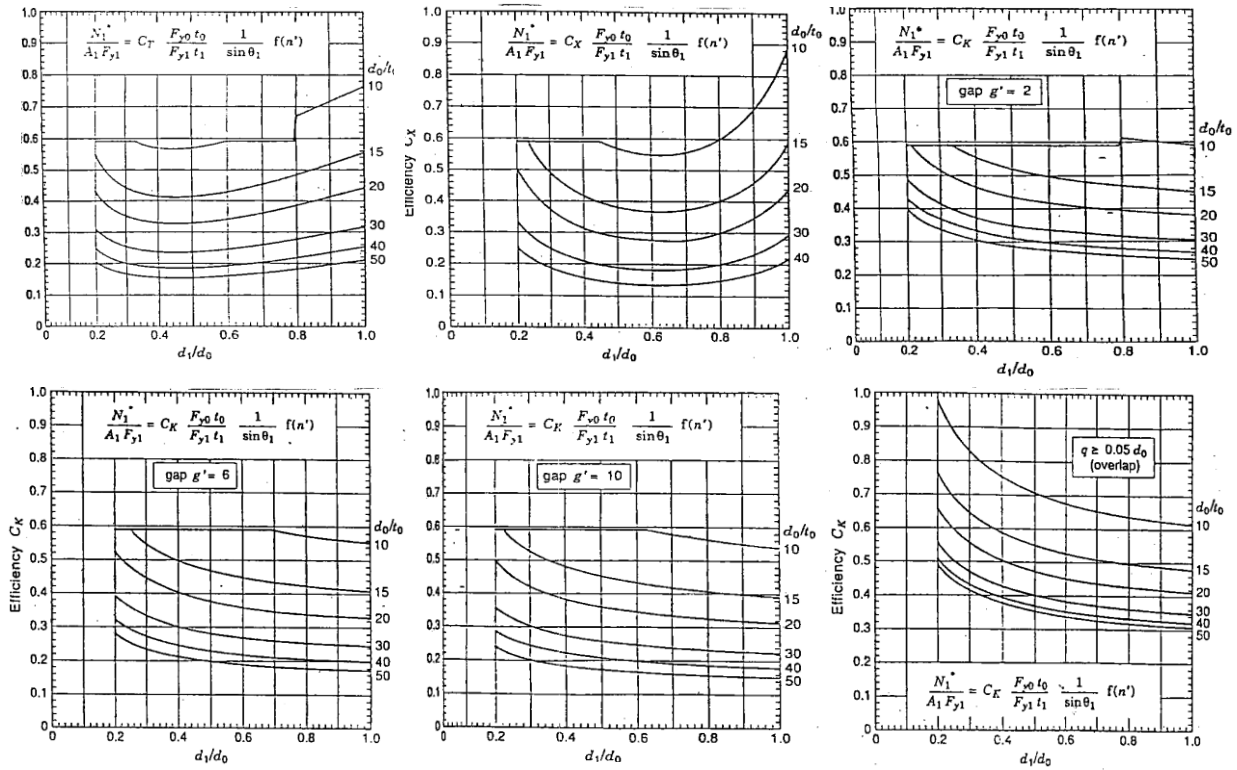
Khi có mômen trong liên kết :

$$f_{op} = \frac{N_{op}}{A_o} + \frac{M_{op}}{W_o}$$

Khi không có mômen trong liên kết: $f_{op} = N_{op}/A_o$

Trình tự kiểm tra liên kết như sau:

1. Dựa vào liên kết, tra toán đồ liên kết xác định c_e (tùy kiểu nút liên kết X, T, Y, K, N)
2. Dựa vào công thức tính độ bền liên kết trong mỗi toán đồ, tính độ bền liên kết N_{iRD}
3. Kiểm tra lực dọc trong liên kết : $N < N_{iRD}$



Hình 9: Các toán đồ thiết kế tra bảng hệ số C_e để tính độ bền liên kết thanh rỗng

C. KẾT LUẬN

1. Sự làm việc của liên kết hàn chịu tải trọng tĩnh trong các dàn bằng thép hình rỗng tiết diện tròn có độ bền liên kết phụ thuộc trực tiếp vào dạng hình học và độ bền của các thép hình được liên kết.

2. Độ bền của các liên kết tăng khi tỷ số đường kính thanh cánh với chiều dày của nó d_0 / t_0 hay b_0 / t_0 giảm và khi tỷ số chiều dày của thanh cánh với chiều dày của thanh bụng t_0 / t_1 tăng. Kết quả là tỷ số của d_0 / t_0 hay b_0 / t_0 của thanh cánh chịu nén phải được chọn phù hợp với cả độ bền và độ ổn định của nó và do vậy, các tiết diện tương đối dày sẽ được sử dụng. Đối với thanh cánh chịu kéo, tỷ số d_0 / t_0 phải chọn nhỏ nhất có thể.

3. Tính toán độ bền của các liên kết các thanh rỗng dựa trên các tiêu chí trạng thái cực hạn ứng với các kiểu phá hoại phụ thuộc vào các thông số hình học và lực tác dụng lên liên kết. Để đánh giá nhanh chóng độ bền của một liên kết, phải sử dụng toán đồ thiết kế với các liên kết K, N, T, Y và X. Các toán đồ này được xây dựng trên cơ sở các hướng dẫn của Eurocode 3 (Châu Âu).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nghiên cứu ứng dụng cấu kiện tiết diện rỗng trong xây dựng – Chuyên đề nghiên cứu sinh số 1 - Huỳnh Minh Sơn - Trường Đại học Xây dựng, 2005.
- [2] Sử dụng kết cấu tiết diện rỗng - Bộ môn kết cấu thép gỗ - Trường Đại học Xây dựng, 2000.
- [3] Eurocode 3 - Calcul des structures en Acier – ENV 1993-1-1, partie 1-1: Règles générales et règles pour les batiments.
- [4] Eurocode 3 - Calcul des structures en Acier – ENV 1993-1-1, annexe K: Assemblages des poutres en treillis en profils creux.