

Phần 6 - Kết cấu thép

6.1. PHẠM VI

Phần này bao gồm việc thiết kế các cấu kiện, các mối nối và các liên kết bằng thép dùng cho các kết cấu dầm cán và dầm tổ hợp, các khung, giàn và vòm, các hệ dầm văng và hệ dầm võng, và các hệ mặt cầu kim loại khi có thể áp dụng được.

Các kết cấu dầm cong không được bao gồm ở đây.

6.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA

Mố cầu – Kết cấu bên dưới để đỡ một đầu của kết cấu nhịp cầu.

Dầm - Một bộ phận kết cấu mà chức năng chính là truyền các tải trọng xuống trụ, chủ yếu qua chịu uốn và chịu cắt. Nói chung, thuật ngữ này được sử dụng để chỉ cấu kiện được làm bằng các thép hình cán.

Phá hoại do cắt khối - Sự phá hỏng một liên kết bản bản bụng bằng bulông của các dầm đua ra hoặc sự phá hỏng một liên kết bất kỳ chịu kéo mà bị xé rách một phần của một tấm bản dọc theo chu vi của các bulông liên kết.

Liên kết bulông - Bulông, đai ốc và vòng đệm.

Cấu kiện liên kết tăng cường (còn gọi là “giằng ngang”) - Một bộ phận nhằm liên kết tăng cường bộ phận chính hoặc một phần của bộ phận chính, chống lại sự chuyển động nằm ngang.

Yêu cầu va đập của rãnh chữ V Charpy - Năng lượng tối thiểu yêu cầu được hấp thụ trong thí nghiệm rãnh chữ V Charpy được tiến hành ở một nhiệt độ quy định.

Thí nghiệm rãnh chữ V Charpy - Thí nghiệm va đập tuân theo AASHTO T243 (ASTM A673M).

Khoảng cách trống giữa các bulông - Khoảng cách giữa các mép của các lỗ bulông kề nhau.

Khoảng cách trống bên ngoài của các bulông - Khoảng cách giữa mép của lỗ bulông và đầu của bộ phận.

Tải trọng phá hỏng - Tải trọng mà một bộ phận kết cấu hoặc kết cấu có thể chịu được đúng trước khi sự phá hỏng trở nên rõ ràng.

Tiết diện đặc chắc - Một tiết diện có khả năng phát triển sự phân bố ứng suất dẻo hoàn toàn trong chịu uốn. Khả năng xoay yêu cầu để tuân theo các giả thiết phân tích được sử dụng ở trong các điều khác nhau của phần này được quy định bằng thỏa mãn độ mảnh khác nhau của bản cánh và bản bản bụng và các yêu cầu liên kết tăng cường.

Thành phần - Một phần cấu thành của kết cấu.

Dầm liên hợp - Một dầm thép được liên kết vào bản mặt cầu để cho chúng cùng làm việc dưới các tác động lực như là một kết cấu nguyên thể.

Cột liên hợp - Một bộ phận kết cấu chịu nén bao gồm hoặc các thép hình kết cấu được bọc bằng bê tông, hoặc một ống thép được đúc đầy bê tông, được thiết kế để làm việc dưới các tác động lực như là một nguyên thể.

Ngưỡng mỏi với biên độ không đổi - Biên độ ứng suất danh định mà ở dưới nó thì một chi tiết riêng biệt có thể chịu đựng một số vô hạn các tác động lặp lại mà không bị phá hủy do mỏi.

Khung ngang - Một khung giàn ngang liên kết các thành phần chịu uốn dọc kề nhau.

Giàn cầu chạy trên - Hệ giàn trong đó đường xe chạy ở tại hoặc bên trên mức của mặt trên của giàn.

Phân loại chi tiết - Nhóm các thành phần và các chi tiết về cơ bản có cùng một sức kháng mỏi.

Vách ngăn - Một thành phần ngang chịu uốn liên kết các thành phần chịu uốn theo phương dọc kề nhau.

Độ mỏi do vận méo - Các tác động mỏi do các ứng suất phụ thường không được định lượng ở trong phân tích và thiết kế điển hình của cầu.

Cự ly mép của các bulông - Khoảng cách thẳng góc với đường lực giữa tâm của lỗ và mép của cấu kiện.

Cự ly đầu của các bulông - Khoảng cách dọc theo đường lực giữa tâm của lỗ và đầu của cấu kiện.

Khoang biên - Đoạn đầu của giàn hoặc dầm.

Thanh có tai treo - Bộ phận chịu kéo với tiết diện hình chữ nhật và hai đầu được mở rộng để liên kết chốt.

Mỏi - Sự bắt đầu và/hoặc sự lan truyền các vết nứt do sự biến đổi lặp lại của ứng suất pháp truyền với thành phần chịu kéo.

Tuổi thọ mỏi thiết kế - Số năm mà một chi tiết dự kiến chịu được các tải trọng giao thông giả định mà không phát sinh nứt do mỏi. Trong phát triển của Quy trình này đã lấy là 100 năm.

Tuổi thọ mỏi - Số chu kỳ ứng suất lặp lại dẫn đến sự phá hỏng do mỏi của chi tiết.

Sức kháng mỏi - Biên độ ứng suất cực đại có thể chịu được mà không phá hỏng chi tiết đối với số chu kỳ quy định.

Tuổi thọ mỏi hữu hạn - Số chu kỳ tới sự phá hỏng chi tiết khi biên độ ứng suất có khả năng xảy ra cực đại vượt quá giới hạn mỏi với biên độ không đổi.

Độ dai phá hủy - Số đo khả năng của vật liệu hoặc cấu kiện kết cấu hấp thụ năng lượng mà không bị phá hoại, thông thường được xác định bằng thí nghiệm rãnh chữ V Charpy.

FCM - Cấu kiện tới hạn mỗi đút gãy - Cấu kiện chịu kéo mà sự phá hỏng được dự kiến là do hoặc sự sập đổ cầu, hoặc do cầu không còn có khả năng thực hiện chức năng của nó.

Chuẩn đo của bulông - Khoảng cách giữa các đường kẻ của bulông; khoảng cách từ lưng của một thép góc hoặc thép hình khác đến đường thứ nhất của các bulông.

Dầm tổ hợp - Thành phần kết cấu mà chức năng chủ yếu là chịu uốn và chịu cắt dưới tác dụng của tải trọng. Nói chung, thuật ngữ này được sử dụng cho các mặt cắt được chế tạo (tổ hợp).

Chiều dài thân bulông - Khoảng cách giữa đai ốc và đầu bulông.

Bản tiếp điểm (Bản nút)- Bản thép được dùng để liên kết các thanh đứng, thanh xiên và thanh ngang của giàn ở tại tiết điểm khoang giàn.

Kết cấu nhịp giàn chạy giữa- Hệ giàn với đường xe chạy đặt ở một cao độ nào đó giữa các mạt trên và mạt dưới và nó loại trừ việc sử dụng hệ liên kết ngang ở biên trên.

Dầm lai (Dầm kết hợp) - Dầm thép được chế tạo với bản bản bụng có cường độ chảy dẻo tối thiểu quy định thấp hơn của một hoặc cả hai bản cánh.

Tác động phi đàn hồi- Điều kiện trong đó sự biến dạng không hoàn toàn hồi phục lúc dỡ bỏ tải trọng đã gây ra biến dạng đó.

Sự phân bố lại phi đàn hồi - Sự phân bố lại các hiệu ứng lực trong một thành phần hoặc kết cấu do các biến dạng phi đàn hồi gây ra ở tại một hoặc nhiều mặt cắt.

Khoang bên trong - Phần phía bên trong của một thành phần giàn hoặc dầm.

Giàn liên kết - Các tấm hoặc thanh liên kết các thành phần của một bộ phận.

Thành phần tăng cường ngang (Giàn liên kết ngang) - Thành phần được sử dụng riêng lẻ hoặc như là một phần của hệ tăng cường ngang để ngăn ngừa sự mất ổn định khi uốn dọc của các thành phần và/hoặc để chịu tải trọng nằm ngang.

Sự oằn do xoắn ngang - Sự mất ổn định khi uốn dọc của một cấu kiện kéo theo độ võng ngang và xoắn.

Lớp khung - Phần của khung cứng bao gồm một bộ phận nằm ngang và các cột ở giữa bộ phận đó và chân của khung hoặc bộ phận nằm ngang tiếp sau thấp hơn.

Đường truyền tải trọng - Chuỗi các thành phần và các mối ghép qua đó tải trọng được truyền từ điểm gốc tới điểm đến của nó.

Mỏi do tải trọng gây ra - Các tác dụng mỏi do các ứng suất phẳng mà các thành phần và các chi tiết được thiết kế rõ ràng.

Mối hàn chịu tải dọc - Mối hàn với ứng suất đặt song song với trục dọc của mối hàn.

Bộ phận chính - Bất cứ bộ phận nào được thiết kế để chịu được các tải trọng đặt lên kết cấu.

Ứng suất kéo thực - Tổng đại số của hai hoặc nhiều ứng suất trong đó số tổng là kéo.

Mặt cắt không đặc chắc - Mặt cắt có thể phát triển cường độ chảy dẻo trong các cấu kiện chịu nén trước lúc bắt đầu sự mất ổn định uốn dọc cục bộ, nhưng không thể chống lại sự mất ổn định uốn dọc cục bộ phi đàn hồi ở các mức ứng biến được yêu cầu đối với sự phân bố ứng suất dẻo hoàn toàn.

Bản mặt cầu trực hướng (hoặc “Mặt cầu bản trực hướng”)- Mặt cầu làm bằng thép tấm được tăng cường bằng các sườn thép hở hoặc kín ở mặt dưới của tấm thép.

Độ võng dài hạn - Loại tác động phi đàn hồi trong đó độ võng còn lưu lại ở một thành phần hoặc một hệ sau khi tải trọng đã được dỡ bỏ.

Bước bulông - Khoảng cách dọc theo đường lực ở giữa các tâm của các lỗ kề nhau.

Tấm - Sản phẩm cán phẳng mà bề dày lớn hơn 6,0mm.

Khung công - Giằng liên kết ngang giàn ở đầu hoặc giằng Vierendeel để tạo sự ổn định và chịu các tải trọng gió và động đất.

Mômen phân phối lại - Nội mômen do sự chảy dẻo gây ra ở trong thành phần chịu uốn của nhịp liên tục và được giữ cân bằng bởi các phản lực ngoài.

Sự phân phối lại các mômen - Quá trình do sự hình thành các biến dạng phi đàn hồi trong các kết cấu liên tục.

Ứng suất phân phối lại - Ứng suất uốn do bởi mômen phân phối lại.

Tính dư - Chất lượng của cầu làm cho có khả năng thực hiện chức năng thiết kế ở trong trạng thái bị hư hại.

Bộ phận dư - Bộ phận mà sự hư hỏng của nó không gây ra sự hư hỏng cầu.

Tuổi thọ mỗi yêu cầu - Tích của số giao thông xe tải chạy trung bình hàng ngày trên một làn đơn nhân với số chu kỳ mỗi lượt xe tải chạy qua và tuổi thọ thiết kế tính bằng ngày.

Cấu kiện phụ - Bộ phận không được thiết kế để chịu các tải trọng cơ bản.

Là - Sản phẩm cán phẳng mà bề dày từ 0,15mm và 6,0mm.

Xoắn St. Venant - Mômen xoắn gây ra các ứng suất cắt thuần túy trên mặt cắt ngang hãy còn phẳng.

Biên độ ứng suất - Hiệu đại số giữa các ứng suất cực trị do tải trọng đi qua.

Khoang phụ - Khoang có bản bản bụng được tăng cường, được chia ra bởi một hoặc nhiều nếp tăng cường dọc.

Liên kết chống lác - Giằng liên kết thẳng đứng ngang giữa các bộ phận giàn.

Các nhịp dầm chạy dưới - Hệ dầm mà đường xe chạy ở cao độ thấp hơn bản cánh trên.

Các nhịp giàn chạy dưới - Hệ giàn mà đường xe chạy đặt ở gần mạ dưới và có hệ ngang ở mạ trên.

Bản liên kết, bản nối - Bản được sử dụng để liên kết các thành phần của một cấu kiện.

Vòm có thanh kéo - Vòm mà trong đó lực đẩy ngang của sườn vòm do thanh giằng ngang chịu.

Mối hàn chịu tải ngang - Mối hàn có đặt ứng suất thẳng góc với trục dọc của mối hàn.

Mặt cắt hộp kiểu máng - Mặt cắt hình U không có bản cánh nối chung.

Vòm thực - Vòm mà trong đó lực đẩy ngang trong sườn vòm được truyền xuống đến móng chân vòm.

Chiều dài không có liên kết tăng cường ngang - Khoảng cách giữa các điểm có thanh tăng cường chịu được sự mất ổn định khi uốn dọc hoặc biến dạng đang được nghiên cứu, nói chung, khoảng cách giữa các điểm khoang hoặc các vị trí có thanh tăng cường.

Xoắn vênh - Mômen xoắn gây ra các ứng suất cắt và các ứng suất pháp, và dưới các ứng suất đó mặt cắt ngang không còn là phẳng.

Cường độ chảy - Ứng suất mà tại đó vật liệu biểu lộ một độ lệch giới hạn theo quy định từ tính tỷ lệ của ứng suất với ứng biến.

Mức ứng suất chảy - Ứng suất được xác định trong thí nghiệm kéo khi biến dạng đạt 0,005 mm/ mỗi mm.

6.3. KÝ HIỆU

A	=	hằng số phân loại chi tiết cấu tạo, vùng được bao bởi các tấm bản của một mặt cắt hình hộp; vùng được bao bằng các đường tim của các tấm bản của các cấu kiện hình hộp; hệ số khẩu độ nhịp (6.6.1.2.6); (6.10.4.2.2a) (6.11.1.2.2)(6.12.2.2.2)
A_b	=	diện tích ép mặt chiếu trên tấm bản có chốt (mm^2); diện tích mặt cắt ngang của bulông (mm^2) (6.8.7.2)(6.13.2.7)
A_c	=	diện tích bê tông; diện tích bản cánh chịu nén (mm^2) (6.9.5.1) (6.10.5.1.4b)
$A_{d,eff}$	=	diện tích mặt cắt ngang hiệu dụng của mặt cầu, bao gồm các sườn dọc (mm^2) (6.14.3.3.2).
ADT	=	lưu lượng xe tải trung bình ngày đêm dựa trên tuổi thọ thiết kế (3.6.1.4.2)
$ADTT_{sl}$	=	ADTT một làn xe (6.6.1.2.5)
A_f	=	diện tích bản cánh truyền tải trọng tập trung (mm^2) (6.13.7.2)
A_{fb}	=	diện tích bản cánh dưới (mm^2)(6.10.5.4.1b)
A_g	=	diện tích mặt cắt ngang thô của cấu kiện chịu nén (mm^2) (6.8.2.1)
A_{gn}	=	diện tích thực nhỏ nhất của cấu kiện ở ngoài chiều dài liên kết (mm^2)(6.8.2.2)
A_n	=	diện tích mặt cắt ngang thực của cấu kiện chịu kéo (mm^2)(6.8.2.1)
A_{nc}	=	diện tích thực của các cấu kiện tiếp nhận tải trọng (mm^2) (6.8.2.2)
A_o	=	diện tích bao bên trong mặt cắt hộp (6.11.2.1.2a)
A_{pn}	=	diện tích của các cấu kiện nhô ra của sườn tăng cường ở ngoài các đường hàn bản bản bụng với bản cánh, nhưng không vượt quá mép của bản cánh (mm^2) (6.10.8.2.3)
A_r	=	diện tích của cốt thép dọc (mm^2); tổng diện tích của thép tăng cường bên trong phạm vi chiều rộng hiệu dụng của bản cánh (mm^2) 6.9.5.1) (6.10.7.4.3) (6.10.5.1.4b)

A_s	=	diện tích của thép hình cán sẵn; diện tích bản mặt diện tích sườn tăng cường ngang ở giữa hoặc tổng diện tích mặt cắt ngang thô (mm^2) (6.9.4.1)(6.9.5.1)(6.10.3.1.4b)(6.10.8.1.4)
A_{sc}	=	diện tích mặt cắt ngang của đỉnh neo chịu cắt (mm^2) (6.10.7.4.4c)
A_t	=	diện tích bản cánh chịu kéo của mặt cắt thép (mm^2) (6.10.3.1.4b) (6.10.3.3.2)
A_{tr}	=	tổng diện tích của cả hai bản cánh thép và cốt thép dọc bản ở trong phạm vi chiều rộng bản hữu hiệu của mặt cắt liên hợp (mm^2) (6.10.4.3.1c)
A_{tg}	=	diện tích nguyên dọc theo mặt cắt chịu ứng suất kéo trong cốt khối (mm^2) (6.13.4)
A_{tn}	=	diện tích tính dọc theo mặt cắt chịu ứng suất kéo trong cốt khối (mm^2) (6.13.4)
A_v	=	diện tích mặt cắt của cốt thép ngang chắn vết nứt do cắt xiên (mm^2) (6.12.3.1).
A_{vg}	=	diện tích nguyên dọc theo mặt cắt chịu ứng suất cắt trong cốt khối (mm^2) (6.13.4)
A_{vn}	=	diện tích thực dọc theo mặt cắt chịu ứng suất cắt trong cốt khối (mm^2)(6.13.4)
A_w	=	diện tích của bản bản bụng của mặt cắt thép (mm^2)(6.10.3.1.4b)
a	=	khoảng cách từ tâm của bulông đến mép của tấm (mm); khoảng cách tâm đến tâm giữa các bản cánh của các hộp kê nhau trong mặt cắt nhiều hộp (mm) (6.13.2.10.4)(6.11.1.1.1)
B	=	hàng số liên quan đến diện tích theo yêu cầu của các nẹp tăng cường ngang (6.10.8.1.4)
B_r	=	sức kháng ép mặt (N) (6.10.8.2.3)
b	=	chiều rộng thân của thanh có tai treo; khoảng cách từ mép của tấm hoặc mép của lỗ khoan đến điểm tựa hoặc khoảng cách giữa các điểm tựa; khoảng cách tịnh giữa các tấm; chiều rộng của ống hình chữ nhật; chiều dày toàn bộ của mặt cắt ngang liên hợp của bê tông bọc thép hình trong mặt phẳng uốn dọc; chiều rộng hữu hiệu của bản, chiều dài của mép không được chống đỡ của bản tiết điểm; chiều rộng của bản cánh giữa các bản bản bụng; chiều rộng của cấu kiện tấm hình chữ nhật; khoảng cách từ tim của bu lông đến chân của mối hàn của phân liên kết (mm) (6.7.6.3) (6.9.4.2) (6.10.7.4.4b) (6.11.1.2.2) (6.12.2.2.2) (6.12.2.3.1) (6.13.2.10.4)
b_f	=	chiều rộng của bản cánh chịu nén của mặt cắt thép (mm) (6.10.4.1.3)
b_{fb}	=	chiều rộng bản cánh dưới (mm) (6.10.5.7.1)
b_ℓ	=	chiều rộng nhô ra của các nẹp tăng cường dọc (mm) (6.10.8.1.3) (6.11.3.2.1)
b_t	=	chiều rộng của bản cánh chịu kéo, chiều rộng nhô ra của sườn tăng cường ngang (mm) (6.10.7.4.4b) (6.10.8.1.2)
b_w	=	chiều rộng của bản cánh dưới của ở mỗi mép của bản cánh giả định chịu các mô men gió (mm) (6.10.3.5.1).
C	=	tỷ số của ứng suất oằn khi chịu cắt với giới hạn chảy (hoặc cường độ chảy) khi chịu cắt (6.10.6.4)
C_b	=	hệ số điều chỉnh gradient mômen (6.10.4.2.5a)
C_1, C_2, C_3	=	các hằng số dùng cho cột liên hợp được quy định trong Bảng 6.9.5.11, (6.9.5.1.1)
c	=	khoảng cách từ tim của cốt thép dọc đến bề mặt gần nhất của cấu kiện trong mặt phẳng chịu uốn (mm); hệ số trong việc xác định độ bền uốn (6.11.2.1.3a) (6.12.2.3.1)(6.12.3.1)
C_{steel}, C_{3n}, C_n	=	khoảng bản cánh tính từ các trục trung hoà của các mặt cắt của cốt thép, bê tông liên hợp dài hạn và bê tông liên hợp ngắn hạn cho đến thớ ngoài cùng của bản cánh chịu nén (mm) (6.10.3.1.4a)
D	=	đường kính ngoài của ống thép tròn; chiều cao bản bụng; chiều cao tối đa của khoang phụ đối với các bản bản bụng có các sườn tăng cường dọc; chiều cao thực tế của tấm bản bụng; đường kính của chốt (mm) (6.9.4.2) (6.10.3.1.4b) (6.7.6.2.1) (6.10.8.1.3). (mm^2)

D'	=	chiều cao mà tấm bê tông liên hợp đạt tới trị số mômen dẻo lý thuyết khi lực kéo cực đại trong tấm bê tông ở thời điểm phá huỷ lý thuyết (mm) (6.10.4.2.2a) (6.10.4.2.2b)
D_c	=	chiều cao của bản bụng chịu nén (mm) (6.10.6.3)
D_{cp}	=	chiều cao của bản bụng chịu nén ở mô men dẻo (mm) (6.10.3.1.4b)
D_p	=	khoảng cách từ đỉnh của bản tới trục trung hoà của mặt cắt liên hợp ở mô men dẻo; chiều cao bản bụng đối với các bản bụng không có sườn tăng cường dọc hoặc chiều cao tối đa của khoang phụ đối với các đối với các sườn tăng cường dọc (mm) (6.10.4.2.2b) (6.10.8.1.3).
d	=	chiều cao của mặt cắt thép; đường kính bu lông; kích thước danh định của liên kết; chốt đường kính của đỉnh neo; chiều cao của cấu kiện trong mặt phẳng uốn; chiều cao của cấu kiện trong mặt phẳng cắt; đường kính danh định của bu lông (mm) (6.10.4.2.2b) (6.10.4.7.2) (6.12.2.3.1) (6.12.3.1) (6.13.2.9).
d_b	=	chiều cao của dầm trong khung cứng (mm) (6.13.7.2)
d_c	=	chiều cao của cột trong khung cứng (mm) (6.13.7.2)
d_n	=	khoảng cách từ thớ ngoài của bản cánh dưới đến trục trung hoà của mặt cắt liên hợp tính đối xứng hạn (mm) (6.10.4.3.1b)
d_o	=	khoảng cách của các sườn tăng cường ngang (mm) (6.10.7.3.2)
d_s	=	chiều cao của mặt cắt thép (mm) (6.10.9.1)
E	=	mô đun đàn hồi của thép (MPa) (6.9.4.1)
E_c	=	mô đun đàn hồi của bê tông (MPa) (6.10.7.4.4c)
FCM	=	cấu kiện đạt độ gãy giới hạn (6.6.2)
F_c	=	sức kháng nén danh định của các cấu kiện liên hợp (MPa) (6.9.5.1)
F_{cxx}	=	cường độ phân loại của kim loại hàn (MPa) (6.13.3.2.2b)
F_n	=	sức kháng uốn danh định về mặt ứng suất (MPa) (6.10.4)
F_r	=	sức kháng uốn tính toán về mặt ứng suất (MPa) (6.10.3.5.2) (6.10.4)
F_u	=	cường độ chịu kéo nhỏ nhất quy định của thép, ứng suất uốn trong bản cánh dưới do các tải trọng tính toán khác với gió; cường độ chịu kéo nhỏ nhất quy định của neo đỉnh chịu cắt (MPa) (6.4.1) (6.10.3.5.2) (6.10.7.4.4c) (6.8.2.1).
F_{ub}	=	cường độ chịu kéo nhỏ nhất quy định của bu lông (MPa) (6.13.2.7)
F_w	=	ứng suất uốn của các mép của bản cánh do tải trọng gió tính toán (MPa) (6.10.3.5.2)
F_y	=	cường độ chảy của chốt; cường độ chảy nhỏ nhất quy định của thép (MPa) (6.7.6.2.1) (6.8.7.2) (6.8.2.1)
F_{yb}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh dưới (MPa) (6.10.4.3.1b)
F_{yc}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa) (6.10.3.1.4b)
F_{ycc}	=	cường độ chảy hiệu dụng của bản cánh chịu nén (MPa) (6.10.10.1.2d)
F_{yf}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh; giá trị cao hơn trong số các cường độ chảy nhỏ nhất quy định của các bản cánh (MPa) (6.10.8.2.4b) (6.10.10.2.3)
F_{yr}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của các thanh cốt thép dọc hoặc ngang (MPa) (6.9.5.1) (6.10.3.1.4b)
F_{yrc}	=	cường độ chảy hiệu dụng của cốt thép dọc (MPa) (6.10.10.1.2d)
F_{ys}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của sườn tăng cường (MPa) (6.10.8.1.2)
F_{yt}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu kéo (MPa) (6.10.3.1.4b)
F_{yte}	=	cường độ chảy hiệu dụng của bản cánh chịu kéo (MPa) (6.10.10.1.2d)
F_{yw}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa) (6.10.6.4) (6.10.3.1.4b)

F_{ywe}	=	cường độ chảy hiệu dụng của bản bụng (MPa) (6.10.10.1.2d)
f_a	=	ứng suất dọc trục do các tải trọng tính toán (MPa) (6.14.4.2)
f_b	=	ứng suất lớn nhất do các tải trọng tính toán bao gồm sự khuếch đại mô men (MPa) (6.14.4.2)
f_c	=	ứng suất trong bản cánh chịu nén do tải trọng tính toán (MPa) (6.10.2.2)
f'_c	=	cường độ chịu nén nhỏ nhất quy định của bê tông (Mpa) (6.9.5.1)
f_{cf}	=	ứng suất uốn đàn hồi trong bản cánh chịu nén do tải trọng thường xuyên không nhân với hệ số và hai lần tải trọng gây mỗi tính toán (MPa) (6.10.6.3)
f_r	=	ứng suất bản cánh đàn hồi gây ra do tải trọng tính toán (MPa) (6.10.10.2.2)
f_{rl}	=	giá trị nhỏ hơn giữa cường độ chảy dẻo nhỏ nhất quy định và ứng suất do tải trọng tính toán ở trong mỗi bản cánh (MPa) (6.10.4.3.1c)
f_{fr}	=	ứng suất bản cánh phân bố lại (MPa) (6.10.10.2.2)
f_g	=	ứng suất dọc trục trên toàn mặt cắt mặt cầu (MPa) (6.10.4.3.3.2)
f_{sr}	=	biên độ ứng suất uốn trong cốt thép dọc ở trên trụ cầu (MPa) (6.10.7.4.3)
f_u	=	ứng suất bản cánh lớn nhất ở khoang trong đang xem xét do tải trọng tính toán (MPa) (6.10.7.3.3b)
f_v	=	ứng suất cắt xoắn lớn nhất trong bản cánh dầm hộp (MPa) (6.11.2.1.2a)
f_{vg}	=	ứng suất cắt trên toàn mặt cắt mặt cầu (MPa) (6.14.3.3.2)
g	=	khoảng cách giữa các đường bu lông (mm) (6.8.3) (6.13.2.6.1c)
H	=	chiều cao hữu hiệu của đường hàn (mm) (6.6.1.2.5)
I	=	mô men quán tính của mặt cắt liên hợp ngắn hạn trong các khu vực chịu uốn dương hoặc mô men quán tính của mặt cắt liên hợp trong các khu vực chịu uốn âm (mm^4) (6.10.7.4.1b)
I_ℓ	=	mô men quán tính của sườn tăng cường dọc lấy đối với mép tiếp xúc với bản bụng hoặc bản cánh (mm^4) (6.10.8.1.3)
I_s	=	mô men quán tính của sườn tăng cường dọc đối với trục song song với bản cánh dưới và ở đáy của sườn tăng cường; mô men quán tính sườn tăng cường sườn vòm (mm^4) (6.11.2.1.3a) (6.14.4.2)
I_t	=	mô men quán tính của sườn tăng cường ngang lấy đối với mép tiếp xúc với bản bụng cho các sườn tăng cường đơn, hoặc đối với giữa chiều dày của bản bụng cho các cặp sườn tăng cường (mm^4) (6.10.8.1.3)
I_y	=	mô men quán tính của mặt cắt đối với trục đứng trong mặt phẳng của bản bụng của nó; mô men quán tính đối với trục thẳng góc với trục chịu uốn (mm^4) (6.10.2.1) (6.12.2.2.2)
I_{yc}	=	mô men quán tính của bản cánh chịu nén đối với trục thẳng đứng trong mặt phẳng của bản bụng (mm^4) (6.10.2.1)
IM	=	mức gia tăng của hệ số động theo Điều 3.6.2
J	=	hằng số độ cứng chịu xoắn St. Venent (mm^4) (6.10.4.2.6a) (6.11.1.2.2)
K	=	hệ số chiều dài hiệu dụng trong mặt phẳng mất ổn định khi uốn dọc (6.9.3)
K_h	=	hệ số kích thước lỗ đối với các liên kết bu lông (6.13.2.8)
K_s	=	hệ số điều kiện bề mặt đối với các liên kết bu lông (6.13.2.8)
KL/r	=	hệ số độ mảnh (6.9.3)
k	=	hệ số uốn cắt; khoảng cách từ mặt phía ngoài của bản cánh đến chân mỗi hàn góc bản bụng của bộ phận được tăng cường; hệ số mất ổn định khi uốn dọc của tấm như quy định trong Bảng 6.9.4.2-1 (6.10.7.3.3a) (6.11.2.1.3a) (6.13.7.2) (6.9.4.2)
L	=	chiều dài nhịp; chiều dài của cấu kiện (mm)
L_b	=	chiều dài không giằng; khoảng cách đến điểm giằng thứ nhất kề bên mặt cắt yêu cầu chịu các xoay dẻo (mm) (6.10.4.1.7) (6.10.10.1.1d)
L_c	=	chiều dài của neo chịu cắt hình chữ U; khoảng cách trống giữa các lỗ hoặc giữa lỗ và đầu của cấu kiện (mm) (6.10.7.4.4c) (6.13.2.9)

L_{cp}	=	chiều dài của bản táp (mm) (6.10.9.1)
L_p	=	độ dài giới hạn giằng ngang đối với khả năng chịu uốn bị khống chế bởi sự hình thành uốn dẻo (mm) (6.10.6.4.2.6a)
L_r	=	độ dài giới hạn giằng ngang đối với khả năng chịu uốn bị khống chế bởi sự mất ổn định khi chịu xoắn ngang phi đàn hồi (mm) (6.10.6.4.2.6a)
LE	=	hoạt tải
LFD	=	thiết kế theo hệ số tải trọng
LRFD	=	thiết kế theo hệ số tải trọng và hệ số sức kháng
ℓ	=	chiều dài cấu kiện không có giằng (mm) (6.8.4)
M_c	=	mômen cột do tải trọng tính toán trong khung cứng (N.mm) (6.13.7.2)
M_{cp}	=	mômen tính toán ở điểm đỡ phía trong xảy ra đồng thời với sự uốn dương lớn nhất tại mặt cắt ngang đang nghiên cứu (N.mm) (6.10.4.2.2a)
M_{fb}	=	mômen dọc tính toán tác dụng vào dầm ngang (N.mm) (6.14.3.4)
$M_{f\ell}$	=	mômen dọc tính toán tác dụng lên bản mặt cầu do bản truyền các tải trọng bánh xe cho các dầm kê bên (N.mm) (6.14.3)
M_{ft}	=	mômen ngang tính toán tác dụng lên bản mặt cầu do bản truyền tải trọng bánh xe cho các sườn dọc kê bên (N.mm) (6.14.3.4)
M_h	=	mômen tính toán ở khớp dẻo chịu các chuyển vị xoay dẻo cần thiết để tạo thành một cơ cấu ((N.mm) (6.10.11.1.1d) (6.10.10.1.2b)
M_ℓ	=	mômen có giá trị thấp hơn do tải trọng tính toán ở một trong hai đầu của chiều dài không được giằng (N.mm) (6.10.4.1.7)
M_{max}	=	sức kháng uốn lớn nhất (N.mm) (6.10.11.2.4d)
M_n	=	sức kháng uốn danh định (N.mm) (6.10.4) (6.10.4.2.3)
M_{np}	=	sức kháng uốn danh định ở điểm đỡ phía trong (N.mm) (6.10.4.2.2a)
M_p	=	sức kháng mômen dẻo (N.mm) (6.10.5.1.3) (6.10.4.2.2a)
M_{pc}	=	sức kháng mômen dẻo hiệu dụng (N.mm) (6.10.10.1.2b)
M_{ps}	=	sức kháng mômen dẻo của mặt cắt thép của cấu kiện được bọc bê tông (N.mm) (6.12.2.3.1)
M_r	=	sức kháng uốn tính toán (N.mm) (6.10.4) (6.10.9.2.1)
M_{rb}	=	sức kháng mômen tính toán của dầm ngang (N.mm) (6.14.3.4)
M_{rr}	=	sức kháng mômen tính toán của sườn dọc (N.mm) (6.14.3.3.2)
M_{rt}	=	sức kháng mômen tính toán của bản mặt cầu truyền các tải trọng bánh xe cho các sườn kê bên (N.mm) (6.14.3.4)
M_{rx}, M_{ry}	=	sức kháng uốn tính toán theo hướng X và Y tương ứng (N.mm) (6.8.2.3) (6.9.2.2)
M_u	=	mômen uốn tính toán, mômen khoang lớn nhất do các tải trọng tính toán (N.mm) (6.10.9.2.1) (6.7.6.2.1) (6.10.7.3.3a)
M_{ur}	=	mômen uốn cục bộ tính toán trong sườn dọc bản trực hướng (N.mm) (6.14.3.3.2)
M_{ux}, M_{uy}	=	các mômen uốn do các tải trọng tính toán trong hướng X hoặc y tương ứng (N.mm) (6.8.2.3) (6.9.2.2)
M_w	=	mômen ngang lớn nhất trong bản cánh dưới do tải trọng gió tính toán (N.mm) (6.10.3.7.4)
M_y	=	sức kháng mômen chảy; mômen chảy khi sự chảy bản bụng không được xét đến (N.mm) (6.10.4.2-1) (6.10.4.3.1c)
M_{yc}	=	sức kháng mômen chảy của mặt cắt liên hợp của bộ phận được bọc bê tông (N.mm) (6.12.2.3.1)
M_{yr}	=	mômen kháng khi chảy khi sự chảy của bản bụng được tính đến (N.mm) (6.10.4.3.1c)
N	=	số chu kỳ của biên độ ứng suất (6.6.1.2.5)
NDT	=	thí nghiệm không phá hoại

N_s	=	số các mặt phẳng cắt; số các mặt phẳng trượt mỗi bulông (6.13.2.7)(6.13.2.8)
n	=	số chu kỳ cho một lượt xe tải qua; tỷ số môđun đàn hồi của thép đối với môđun đàn hồi của bê tông; số lượng các neo chịu cắt trong mặt cắt ngang hoặc số lượng các neo chịu cắt yêu cầu giữa mặt cắt của mômen dương lớn nhất và điểm kê của mômen 0,0 hoặc giữa trụ và điểm kê của mômen 0,0; số lượng các sườn tăng cường dọc; số lượng bulông (6.6.1.2.5) (6.9.5.1) (6.10.3.1.1b) (6.10.7.4.1b) (6.11.2.3a)
n_{Ac}	=	số lượng các neo bổ xung thêm yêu cầu trong các vùng của các điểm uốn tĩnh tải đối với các mặt cắt không liên hợp trong các vùng uốn âm (6.10.7.4.3)
P_h	=	lực ở trong bản cánh chịu nén ở điểm được giằng có giá trị mômen cao hơn do tải trọng tính toán (N) (6.10.4.2.5a)
P_l	=	lực ở trong bản cánh chịu nén ở điểm được giằng có giá trị mômen thấp hơn do tải trọng tính toán (N) (6.10.4.2.5a)
P_n	=	sức kháng danh định, sức kháng ép mặt danh định, sức kháng nén danh định (N) (6.8.7.2) (6.9.2.1)
P_{nu}	=	sức kháng kéo danh định đối với sự đứt gãy ở trong mặt cắt thực (N) (6.8.2.1)
P_{ny}	=	sức kháng kéo danh định đối với sự chảy dẻo ở trong mặt cắt thô (N)(6.8.2.1)
P_r	=	sức kháng kéo hoặc nén dọc trục tính toán; sức kháng ép mặt tính toán trên các bản có đỉnh; sức kháng kéo danh định của mặt cầu, có xét chiều rộng hiệu dụng của mặt cầu (N)(6.8.2.1) (6.8.2.3) (6.8.7.2) (6.9.2) (6.14.3.3.2)
P_t	=	lực kéo bulông tối thiểu yêu cầu (N) (6.13.2.8)
P_u	=	lực dọc trục tính toán tác dụng; lực kéo trực tiếp hoặc lực cắt mỗi bulông do tải trọng tính toán; lực ở trong sườn trục hướng (N) (6.9.2.2) (6.13.2.10.4) (6.8.2.3) (6.13.2.11) (6.14.3.3.2)
p	=	khoảng cách đều của các neo chịu cắt dọc theo trục dọc (mm) (6.10.7.4.1b)
Q	=	mômen thứ nhất của diện tích bản tính đối xứng hạn đối với trục trung hoà cả mặt cắt liên hợp ngắn hạn trong các vùng uốn dương, hoặc mômen thứ nhất của diện tích cốt thép dọc đối với trục trung hoà của mặt cắt liên hợp trong các vùng uốn âm (mm ³) (6.10.7.4.1b)
Q_{Ω}	=	tỷ số của khả năng chống oằn của bản cánh với cường độ chảy của bản cánh (6.10.4.2- 3)
Q_n	=	cường độ cắt danh định của một neo chịu cắt (N) (6.10.7.4.4)
Q_p	=	độ mảnh của bản cánh và bản bụng chịu nén để đạt tới sức kháng uốn M (6.10.4.2.3)
Q_r	=	các sức kháng tính toán của các neo chịu cắt (N) (6.10.7.4.4)
Q_u	=	lực kéo nhỏ đầu của mỗi bulông do tải trọng tính toán (N) (6.13.2.10.4)
R	=	sự xoay dẻo (MRADS); hệ số tương tác với cát (6.10.10.2.4d) (6.10.7.3.3a)
R_p, R_h	=	các hệ số giảm ứng suất bản cánh (6.10.4.3)
R_n	=	sức kháng danh định của bulông liên kết hoặc vật liệu được liên kết (N) hoặc (MPa) (6.13.2.2) (6.13.2.9)
$(R_{PB})_r$	=	sức kháng ép của mặt chốt (N) (6.7.6.2.2)
R_r	=	sức kháng tính toán của liên kết bulông hoặc hàn ở trạng thái giới hạn cường độ (N) hoặc (MPa) (6.13.2.2) (6.13.3.2)
R_s	=	sức kháng cắt danh định của bulông trong cắt và kéo kết hợp (N) (6.13.2.11)
r	=	bán kính hồi chuyển nhỏ nhất, bán kính hồi chuyển của nẹp tăng cường dọc đối với mép tiếp xúc bụng (mm) (6.10.8.3.3) (GSA)
r_s	=	bán kính hồi chuyển của thép hình kết cấu, ống hoặc hệ ống đối với mặt phẳng uốn dọc (mm) (6.9.4.1) (6.9.5.1)

r_t	=	đối với mặt cắt liên hợp bán kính hồi chuyển của mặt cắt tính đối gồm bản cánh chịu nén của mặt cắt thép cộng với một phần ba chiều cao của bản bụng chịu nén, đối với trục thẳng đứng. Đối với mặt cắt không liên hợp bán kính hồi chuyển của bản cánh chịu nén đối với trục thẳng đứng (mm) (6.10.4.2.5a) (6.10.4.1.9)
r_y	=	bán kính hồi chuyển nhỏ nhất của mặt cắt thép đối với trục thẳng đứng trong mặt phẳng của bản bụng ở giữa các điểm giằng (mm) (6.10.4.1.7)
S	=	môđun mặt cắt đàn hồi của mặt cắt (mm^3) (6.12.2.2.2)
S_{XC}	=	môđun mặt cắt của bản cánh chịu nén đối với trục chính nằm ngang của mặt cắt (mm^3) (6.10.4.2.6a)
s	=	bước của các lỗ; khoảng cách dọc của cốt thép ngang (mm) (6.8.3) (6.12.3.1)
T	=	mômem xoắn trong do các tải trọng tính toán (N.mm) (6.11.2.1.2a)
T_n	=	sức kháng kéo danh định của bulông (N) (6.12.2.10.2) (6.13.2.11)
T_u	=	lực kéo mỗi bulông do tổ hợp tải trọng sử dụng (N) (6.13.2.11)
t	=	chiều dày bản (mm); chiều dày ống (mm) ; chiều dày của bản bên ngoài mỏng hơn hoặc thép hình (mm) (6.7.6.2.2) (6.9.4.2) (6.13.2.6.2)
t_b	=	chiều dày bản cánh chịu nén; chiều dày của bản cánh truyền lực tập trung (mm) (6.10.7.4.4b) (6.13.7.2)
t_c	=	chiều dày của bản cánh của cấu kiện cần được tăng cường (mm) (6.13.7.2)
t_f	=	chiều dày bản cánh chịu nén (mm); Chiều dày bản cánh của neo chịu cắt U (mm) (6.10.4.1.3) (6.10.7.4.4c)
t_{fb}	=	chiều dày bản cánh dưới (mm) (6.10.3.5.1)
t_h	=	chiều dày của nách bản bê tông ở trên bản cánh trên của dầm thép (mm) (6.10.A22b)
t_p	=	chiều dày của bản đặt tải phương ngang; Chiều dày của phân nhô ra của sườn tăng cường; Chiều dày của sườn tăng cường (mm) (6.6.1.2.5) (6.10.6.1.2) (6.11.3.2.1)
t_s	=	chiều dày của bản bê tông; Chiều dày của bản sườn tăng cường (mm) (6.10.4.2.2b) (6.10.8.3.2)
t_t	=	chiều dày của bản cánh chịu kéo của mặt cắt thép (mm) (6.10.7.4.4b)
t_w	=	chiều dày bản bụng của neo chịu cắt hình \sqcup (mm); Chiều dày bản bụng của neo chịu cắt hình U (mm) (6.12.3.2.1) (6.10.7.4.4c)
U	=	hệ số chiết giảm đối với bề trượt, (yếu trượt) (6.8.2.1)
V	=	lực cắt phụ thêm đối với các bản khoan lỗ (N) (6.9.4.3.2)
V_h	=	tổng lực cắt nằm ngang do các neo chống chịu cắt (N) (6.10.7.4.4b)
V_n	=	sức kháng cắt danh định (N) (6.10.7.1)
V_p	=	khả năng chịu cắt dẻo (N) (6.10.7.2)
V_r	=	sức kháng cắt tính toán (N) (6.10.7.1)
V_{sr}	=	biên độ lực cắt (N) (6.10.7.4.1b)
V_u	=	lực cắt do tải trọng tính toán (N) (6.7.6.2.1)(6.10.8.1.4)
V_{ui}	=	lực cắt do các tải trọng tính toán trên một bụng nghiêng (N) (6.11.2.2.1)
V_{cf}	=	ứng suất cắt do hoạt tải (N); lực cắt trong bản bụng của mặt cắt đồng nhất với các nếp tăng cường ngang và có hoặc không có các nếp tăng cường dọc (N) (6.10.4.4)
W	=	chiều rộng của bản cánh giữa các nếp tăng cường dọc hoặc khoảng cách từ bản bụng đến nếp tăng cường dọc gần nhất (mm) ; khoảng cách tim đến tim giữa các bản cánh của mặt cắt hộp (mm) (6.11.3.2.1) (6.11.1.1.1)
Z	=	môđun dẻo của mặt cắt (mm^3) (6.12.2.3.1)
Z_r	=	cường độ mỗi chống cắt của neo chịu cắt (N) (6.10.7.4.3)
Y	=	hệ số tải trọng quy định trong Bảng 3.4.1.1 (6.6.1.2.2)
(Δf)	=	tác động lực, biên độ ứng suất hoạt tải do sự đi qua của tải trọng mỗi (MPa) (6.6.1.2.2)

$(\Delta f)_n^c$	=	sức chịu mỗi danh định đối với chi tiết loại C (Mpa) (6.6.1.2.5)
$(\Delta f)_n$	=	sức chịu mỗi danh định (MPa) (6.6.1.2.2) (6.6.1.2.5)
(ΔF_{TH})	=	ngưỡng mỗi biên độ không đổi (MPa) (6.6.1.2.5)
λ	=	hệ số mảnh của cột đã tiêu chuẩn hoá (6.9.5.1) (6.9.4.1)
λ_b	=	hệ số liên quan đến tỷ số b/t (6.10.4.3.2)
θ	=	góc nghiêng của bản bụng đối với mặt phẳng thẳng đứng (độ) (6.11.2.2.1)
φ_b	=	hệ số sức kháng đối với ép mặt (6.5.4.2)
φ_{bb}	=	hệ số sức kháng đối với các bulông ép mặt trên vật liệu (6.5.4.2)
φ_{bc}	=	hệ số sức kháng đối với cắt khối (6.5.4.2)
φ_c	=	hệ số sức kháng đối với nén (6.5.4.2)
φ_{e1}	=	hệ số sức kháng đối với cắt trong kim loại hàn trong các đường hàn ngẫu hoàn toàn trực giao với trục của đường hàn ngẫu không hoàn toàn (6.5.4.2)
φ_{e2}	=	hệ số sức kháng đối với kim loại hàn của các đường hàn ngẫu không hoàn toàn (6.5.4.2)
φ_f	=	hệ số sức kháng đối với uốn (6.5.4.2)
φ_s	=	hệ số sức kháng đối với cắt trong các bulông (6.5.4.2)
φ_{sc}	=	hệ số sức kháng đối với các neo chịu cắt (6.5.4.2)
φ_t	=	hệ số sức kháng đối với kéo trong các bulông cường độ cao (6.5.4.2)
φ_u	=	hệ số sức kháng đối với đứt gãy của các cấu kiện chịu kéo (6.5.4.2)
φ_v	=	hệ số sức kháng đối với cắt (6.5.4.2)
φ_w	=	hệ số sức kháng đối với cắt trong các đường hàn (6.5.4.2)
φ_y	=	hệ số sức kháng đối với chảy của các cấu kiện chịu kéo (6.5.4.2)

6.4. VẬT LIỆU

6.4.1. CÁC LOẠI THÉP KẾT CẤU

Các loại thép kết cấu phải tuân theo các yêu cầu, quy định trong Bảng 1 và thiết kế phải căn cứ trên các tính chất tối thiểu được nêu.

Môđun đàn hồi và hệ số giãn nở nhiệt của tất cả các cấp của thép kết cấu phải giả định là 200.000 MPa và $11,7 \times 10^{-6}$ mm/mm/°C.

Thép theo AASHTO M270M, cấp 250, (ASTM A709M, cấp 250) có thể được sử dụng với các chiều dày trên 100 mm cho các ứng dụng không phải là kết cấu hoặc các bộ phận của hệ gối tựa.

Các thép hình kết cấu hợp kim tôi và ram và đường ống không hàn với cường độ kéo tối đa quy định không vượt quá 965 MPa đối với các thép hình kết cấu, hoặc 1000 MPa đối với đường ống không hàn, có thể được sử dụng, miễn là:

- Vật liệu đáp ứng tất cả các yêu cầu cơ - hóa khác của ASTM A709M, cấp 690 hoặc 690 W, và
- Thiết kế được căn cứ trên các đặc tính tối thiểu quy định đối với thép ASTM A709M, các cấp 690 và 690 W

Đường ống kết cấu phải được hàn tạo hình nguội hoặc ống không hàn tuân theo ASTM A500, cấp B, hoặc hàn tạo hình nóng hoặc ống không hàn tuân theo ASTM A501.

Các giới hạn chiều dày liên quan đến các thép hình cán và các nhóm phải tuân theo ASTM A6M (AASHTO M160).

Bảng 6.4.1.1 - Các đặc tính cơ học tối thiểu của thép kết cấu theo hình dáng, cường độ và chiều dày

Ký hiệu AASHTO	Thép kết cấu	Thép hợp kim thấp cường độ cao		Thép hợp kim thấp tôi và ram	Thép hợp kim tôi & ram, cường độ chảy dẻo cao	
		M270M Cấp 250	M270M Cấp 345	M270M Cấp 345W	M270M Cấp 485W	M270M Các cấp 690/690 W
Ký hiệu ASTM tương đương	A 709M Cấp 250	A 709M Cấp 345	A 709M Cấp 345W	A 709M Cấp 485W	A 709M Các cấp 690/690 W	
Chiều dày của các bản, mm	Tới 100	Tới 100	Tới 100	Tới 100	Tới 65	Trên 65 đến 100
Thép hình	Tất cả các nhóm	Tất cả các nhóm	Tất cả các nhóm	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng
Cường độ chịu kéo nhỏ nhất, F_u , MPa	400	450	485	620	760	690
Điểm chảy nhỏ nhất hoặc cường độ chảy nhỏ nhất F_y , MPa	250	345	345	485	690	620

6.4.2. CHỐT, CON LĂN VÀ CON LẮC

Thép cho các chốt, con lăn và con lắc phải tuân theo các yêu cầu của Bảng 1, Bảng 6.4.1.1 hoặc Điều 6.4.7.

Các con lăn phải có đường kính không nhỏ hơn 100 mm.

Bảng 6.4.2-1 - Các đặc tính cơ học tối thiểu của các chốt, các con lăn và các con lắc theo kích thước và cường độ

Ký hiệu AASHTO với các giới hạn kích thước	M169 đường kính 100mm hoặc nhỏ hơn	M102 đến đường kính 500 mm	M102 đến đường kính 500 mm	M102 đến đường kính 250 mm	M102 đến đường kính 500 mm
Ký hiệu ASTM, cấp hoặc hạng	A108 Các cấp 1016 đến 1030	A668 Hạng C	A668 Hạng D	A668 Hạng F	A668 Hạng G
Điểm chảy nhỏ nhất F_y , MPa	250	230	260	345	345

6.4.3. BULÔNG, ĐAI ỐC VÀ VÒNG ĐỆM

6.4.3.1. Bulông

Các bulông phải tuân theo một trong các tiêu chuẩn sau đây:

- Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các bulông và đinh tán thép cacbon, cường độ chịu kéo 420 MPa, ASTM A307
- Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các bulông cường độ cao cho các liên kết thép kết cấu với cường độ kéo tối thiểu 830MPa đối với các đường kính từ 16mm tới 27mm và 725MPa đối với các đường kính từ 30mm tới 36mm, AASHTO M164M (ASTM A325M), hoặc

- Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các bulông cường độ cao, các hạng 10.9 và 10.9.3 cho các liên kết thép kết cấu, AASHTO M253M (ASTM A490M).

Các bulông loại 1 nên sử dụng với các thép khác với thép có xử lý chống ăn mòn. Các bulông loại 3 tuân theo ASTM A325M hoặc ASTM A490M phải được sử dụng với các thép có xử lý chống ăn mòn. AASHTO M164 (ASTM A325M), loại 1, các bulông có thể hoặc tráng kẽm nóng phù hợp với AASHTO M232 (ASTM A153), Hạng C, hoặc tráng kẽm bằng cơ học phù hợp AASHTO M298 (ASTM B695), Hạng 345 (50). Các bulông tráng kẽm phải được thí nghiệm kéo sau khi tráng kẽm, như AASHTO M164 (ASTM A325M) yêu cầu.

Các bulông AASHTO M253M (ASTM A490M) không được tráng kẽm.

Các vòng đệm, đai ốc và bulông của bất cứ liên kết nào phải được tráng kẽm theo cùng phương pháp. Các đai ốc cần được phủ lên nhau tới số lượng tối thiểu yêu cầu đối với lắp ghép linh kiện liên kết, và phải được bôi trơn bằng dầu nhờn có màu sắc trông thấy được.

6.4.3.2. Đai ốc

Trừ chú thích ở dưới, các đai ốc cho các bulông AASHTO M164M (ASTM A325M) phải tuân theo tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các đai ốc thép cacbon và hợp kim, AASHTO M291M (ASTM A563M), các cấp 12, 10S3, 8S, 8S3, 10 và 10S hoặc tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các đai ốc thép cacbon và hợp kim cho các bulông làm việc dưới áp suất cao và nhiệt độ cao, AASHTO M292M (ASTM A194M), các cấp 2 và 2H.

Các đai ốc cho bulông của AASHTO M253M (ASTM A490M) phải tuân theo các yêu cầu của AASHTO M291M (ASTM A563M) các cấp 12 và 10S3 hoặc AASHTO M292M (ASTM A194M) cấp 2H.

Các đai ốc để tráng kẽm phải được xử lý nhiệt, cấp 2H, 12 hoặc 10S3. Các quy định của Điều 6.4.3.1 phải được áp dụng.

Các đai ốc phải có độ cứng tối thiểu là 89HRB.

Các đai ốc để sử dụng theo AASHTO M164M (ASTM A325M), các bulông loại 3 phải là cấp C3 hoặc DH3. Các đai ốc để sử dụng theo AASHTO M253M (ASTM A490M), các bulông loại 3 phải là cấp DH3.

6.4.3.3. Vòng đệm

Các vòng đệm phải tuân theo tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các vòng đệm thép tôi, ASTM F43 GM).

Các quy định của Điều 6.4.3.1 phải được áp dụng cho các vòng đệm tráng kẽm.

6.4.3.4. Các linh kiện liên kết tùy chọn

Các linh kiện liên kết khác hoặc các cụm linh kiện liên kết cho đến nay không được quy định có thể được sử dụng tùy theo sự chấp thuận của kỹ sư, miễn là chúng đáp ứng các điểm sau đây:

- Các vật liệu, các yêu cầu sản xuất và thành phần hóa học của AASHTO M164M (ASTM A325M) hoặc AASHTO M253M (ASTM A490M),
- Các yêu cầu đặc tính cơ học của cùng quy trình trong các thí nghiệm theo kích thước thực, và

- Đường kính thân và các khu vực ép tựa dưới đầu và đai ốc, hoặc bộ phận tương đương của chúng, không được nhỏ hơn các thông số quy định cho một bulông và đai ốc có cùng các kích thước danh định được mô tả trong các Điều 6.4.3.1 và 6.4.3.2.

Các linh kiện liên kết để lựa chọn như thế có thể không giống các kích thước khác của bulông, đai ốc và vòng đệm quy định trong các Điều 6.4.3.1 đến 6.4.3.3.

6.4.3.5. Thiết bị chỉ báo tải trọng

Các thiết bị chỉ báo tải trọng tuân theo các yêu cầu của Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các chỉ báo lực căng trực tiếp loại vòng đệm có thể ép được để sử dụng với các linh kiện liên kết kết cấu, ASTM F959M, có thể được sử dụng cùng với các bulông, đai ốc và vòng đệm.

Các thiết bị chỉ báo lực căng trực tiếp khác có thể được sử dụng tùy theo sự chấp thuận của kỹ sư.

6.4.4. ĐINH NEO CHỊU CẮT

Các đinh neo chịu cắt phải được làm từ các thanh thép kéo nguội, các cấp 1015, 1018 hoặc 1020, khử một phần hoặc khử hoàn toàn ôxy, tuân theo AASHTO M169 (ASTM A108) - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các thanh thép cacbon gia công nguội, chất lượng tiêu chuẩn, và phải có giới hạn chảy nhỏ nhất là 345 MPa và cường độ chịu kéo là 400MPa. Nếu sự nóng chảy dùng để giữ các mũ đinh thì thép dùng cho các mũ phải là cấp cacbon thấp phù hợp với hàn và phải tuân theo ASTM A109M - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với thép, cacbon, thép lá cán nguội.

6.4.5. KIM LOẠI HÀN

Kim loại hàn phải tuân theo các yêu cầu của Quy phạm Hàn cầu D1.5 ANSI/AASHTO/AWS.

6.4.6. KIM LOẠI ĐÚC

6.4.6.1. Thép đúc và gang dẻo

Thép đúc phải tuân theo một trong các tiêu chuẩn sau đây:

- AASHTO M192M - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với việc đúc thép cho cầu đường bộ, Hạng 485, trừ khi được quy định khác.
- AASHTO M103M (ASTM A27M) - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với việc đúc thép cacbon cho ứng dụng chung, Cấp 485-250, trừ khi được quy định khác.
- AASHTO M163M (ASTM A743M) - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với việc đúc hợp kim dựa vào gang pha crom chống ăn mòn, gang pha crom-niken cho ứng dụng chung, cấp CA15, trừ khi được quy định khác.

Sản phẩm đúc bằng gang dẻo phải tuân theo Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với gang dẻo đúc, ASTM A536, cấp 414-276-18, trừ khi được quy định khác.

6.4.6.2. Các sản phẩm đúc có thể rèn được

Các sản phẩm đúc có thể rèn được phải tuân theo ASTM A47M, Cấp 24118, - Quy trình đối với các sản phẩm gang ferit có thể rèn được. Cường độ chảy dẻo nhỏ nhất phải không thấp hơn 241MPa.

6.4.6.3. Gang

Các sản phẩm gang phải tuân theo AASHTO M105 (ASTM A48M), Hạng 30 - Quy trình đối với các sản phẩm đúc hợp kim xám.

6.4.7. THÉP KHÔNG GỈ

Thép không gỉ phải tuân theo một trong các tiêu chuẩn sau đây:

- ASTM A176- “Tiêu chuẩn kỹ thuật” đối với thép tấm, thép lá và thép dải không gỉ và thép pha crôm chịu nhiệt
- ASTM A240M- “Tiêu chuẩn kỹ thuật” đối với thép tấm, thép lá và thép dải pha crôm chịu nhiệt và thép không gỉ, cho các bình chịu áp suất
- ASTM A276- “Tiêu chuẩn kỹ thuật” đối với thép thanh và thép hình chịu nhiệt và không gỉ, hoặc
- ASTM A666- “Tiêu chuẩn kỹ thuật” đối với thép lá, thép dải, thép tấm, thanh dẹt austenit không gỉ cho các áp dụng kết cấu.

Thép không gỉ không tuân theo các Tiêu chuẩn liệt kê trên đây có thể được sử dụng miễn là thép đó tuân theo các yêu cầu cơ-hóa học của một trong các Tiêu chuẩn liệt kê trên đây, hoặc các Tiêu chuẩn khác đã ban hành. Các Tiêu chuẩn này quy định các tính chất và sự thích hợp, miễn là thép đó phải qua các phân tích, thí nghiệm và các kiểm tra khác ở cùng mức và theo cách mô tả của một trong các Tiêu chuẩn đã liệt kê.

6.4.8. DÂY THÉP

6.4.8.1. Dây thép trơn

Dây thép trơn phải tuân theo ASTM A510M - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các yêu cầu chung cho các phôi để cán kéo dây và dây tròn thô, thép cacbon.

6.4.8.2. Dây thép tráng kẽm

Dây thép tráng kẽm phải tuân theo ASTM A641M - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với dây thép cacbon bọc kẽm (tráng kẽm).

6.4.8.3. Dây thép bọc epoxy

Dây thép bọc epoxy phải tuân theo ASTM A99 - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với dây thép bọc epoxy.

6.4.8.4. Dây cáp cầu

Dây cáp cầu phải tuân theo ASTM A586 - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với dây cáp kết cấu sợi thép bọc kẽm song song và xoắn, hoặc ASTM A603 - Tiêu chuẩn đối với cáp thép kết cấu bọc kẽm.

6.5. CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

6.5.1. TỔNG QUÁT

Đặc tính kết cấu của các bộ phận được làm từ thép hoặc thép phối hợp với các vật liệu khác, phải được điều tra cho từng giai đoạn có thể trở nên nguy kịch trong khi thi công, bốc xếp, vận chuyển và lắp ráp, cũng như trong tuổi thọ phục vụ của kết cấu mà chúng là một phần.

Các bộ phận kết cấu phải cân xứng để thỏa mãn các yêu cầu về các trạng thái giới hạn cường độ, đặc biệt, sử dụng và mỏi.

6.5.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

Phải áp dụng các quy định của các Điều 2.5.2.6 và 6.10.5 khi có thể áp dụng được.

Các kết cấu thép phải thỏa mãn các yêu cầu đối với tổ hợp tải trọng sử dụng trong Bảng 3.4.1-1 lưu ý Ghi chú 6.

6.5.3. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI VÀ PHÁ HOẠI

Các bộ phận cấu thành và các chi tiết phải được điều tra về mỏi như quy định trong Điều 6.10.6

Phải áp dụng tổ hợp tải trọng mỏi, quy định trong Bảng 3.4.1-1 và hoạt tải mỏi quy định trong Điều 3.6.1.4.

Các bản bưng của dầm bản phải thỏa mãn các quy định của Điều 6.10.6.

Phải áp dụng các điều khoản đối với mỏi trong các neo chịu cắt trong các Điều 6.10.7.4.2 và 6.10.7.4.3 khi có thể áp dụng được.

Các bulông chịu mỏi do kéo phải thỏa mãn các quy định của Điều 6.13.2.10.3.

Các yêu cầu độ bền chống đứt gãy phải phù hợp với Điều 6.6.2.

6.5.4. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

6.5.4.1. Tổng quát

Cường độ và độ ổn định phải được xem xét bằng sử dụng các tổ hợp tải trọng cường độ quy định trong Bảng 3.4.1-1.

6.5.4.2. Hệ số sức kháng

Các hệ số sức kháng, φ , đối với trạng thái giới hạn cường độ phải lấy như sau:

- Đối với uốn..... $\varphi_f = 1,00$
- Đối với cắt..... $\varphi_v = 1,00$
- Đối với nén dọc trục, chỉ cho thép..... $\varphi_c = 0,90$
- Đối với nén dọc trục, liên hợp..... $\varphi_c = 0,90$
- Đối với kéo, đứt trong mặt cắt thực..... $\varphi_u = 0,80$
- Đối với kéo, chảy trong mặt cắt nguyên..... $\varphi_y = 0,95$
- Đối với ép mặt tựa trên các chốt, các lỗ doa, khoan hoặc bắt bulông và các bề mặt cán..... $\varphi_b = 1,00$
- Đối với các bulông ép mặt trên vật liệu..... $\varphi_{bb} = 0,80$
- Đối với các neo chịu cắt..... $\varphi_{sc} = 0,85$
- Đối với các bulông A325M và A490M chịu kéo..... $\varphi_t = 0,80$
- Đối với các bulông A307 chịu kéo..... $\varphi_t = 0,80$
- Đối với các bulông chịu cắt..... $\varphi_s = 0,65$
- Đối với các bulông A325M và A490M chịu cắt..... $\varphi_s = 0,80$

- Đối với cốt khối $\varphi_{bs} = 0,80$
- Đối với kim loại hàn trong các đường hàn ngẫu hoàn toàn:
 - + cắt trên diện tích hữu hiệu $\varphi_{e1} = 0,85$
 - + kéo hoặc nén trục giao với diện tích hữu hiệu $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
- Đối với kim loại hàn trong các đường hàn ngẫu cục bộ:
 - + cắt song song với trục của đường hàn $\varphi_{e2} = 0,80$
 - + kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + nén trục giao với diện tích hữu hiệu $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + kéo trục giao với diện tích hữu hiệu $\varphi_{e1} = 0,80$
- Đối với kim loại hàn trong các mối hàn:
 - + kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + cắt trong chiều cao tính toán của kim loại hàn $\varphi_{e2} = 0,80$
- Đối với sức kháng trong khi đóng cọc $\varphi_{e1} = 1,00$

6.5.5. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

Phải nghiên cứu tất cả các tổ hợp tải trọng đặc biệt có thể áp dụng ghi trong Bảng 3.4.1-1.

Tất cả các hệ số sức kháng đối với trạng thái giới hạn đặc biệt, trừ đối với các bulông, đều phải lấy bằng 1,0

Các mối liên kết bằng bulông không được bảo vệ bằng thiết kế theo khả năng hoặc theo trạng thái chảy kết cấu có thể được giả định làm việc như các liên kết loại ma sát ở trạng thái giới hạn đặc biệt và phải dùng các giá trị của các hệ số sức kháng đối với các bulông nói trong Điều 6.5.4.2.

6.6. CÁC XEM XÉT VỀ MỎI VÀ ĐỨT GÃY

6.6.1. MỎI

6.6.1.1. Tổng quát

Độ mỏi phải được phân loại hoặc do tải trọng gây ra hoặc do cong vênh gây ra mỏi.

6.6.1.2. Mỏi do Tải trọng gây ra

6.6.1.2.1. Áp dụng

Tác dụng lực xem xét để thiết kế mỏi của chi tiết cầu thép phải là biên độ ứng suất của hoạt tải.

Các ứng suất dư không được xét đến trong nghiên cứu mỏi.

Các quy định này chỉ áp dụng cho các chi tiết chịu ứng suất kéo thực. Trong các vùng mà các tải trọng thường xuyên không được nhân với hệ số, gây ra lực nén, thì độ mỏi chỉ được xét nếu như ứng suất nén này nhỏ hơn hai lần ứng suất hoạt tải kéo lớn nhất gây ra từ tổ hợp tải trọng mỏi quy định trong Bảng 3.4.1-1.

6.6.1.2.2. Các tiêu chí thiết kế

Đối với các nghiên cứu độ mỏi do tải trọng gây ra, mỗi chi tiết phải thỏa mãn:

$$Y(\Delta f) \leq (\Delta F)_n \quad (6.6.1.2.2-1)$$

trong đó:

- Y = hệ số tải trọng quy định trong Bảng 3.4.1-1 đối với tổ hợp tải trọng mỏi
(Δf) = tác dụng lực, phạm vi ứng suất hoạt tải do sự đi qua của tải trọng mỏi như quy định trong Điều 3.6.1.4 (MPa)
(ΔF)_n = sức chịu mỏi danh định như quy định trong Điều 6.6.1.2.5 (MPa)

6.6.1.2.3. Phân loại các chi tiết

Các bộ phận và các chi tiết với sức chịu mỏi nhỏ hơn hoặc bằng chi tiết loại C phải được thiết kế để thỏa mãn các yêu cầu của các loại chi tiết tương ứng; như tóm tắt trong các Bảng 1 và 2, và được cho trong Hình 1.

Bảng 6.6.1.2.3-1 - Các loại chi tiết đối với tải trọng gây ra mỏi

Điều kiện chung	Trạng thái	Loại chi tiết	Thí dụ minh họa, xem hình 6.6.1.2.3-1
Các cấu kiện thường	<p>Kim loại cơ bản:</p> <ul style="list-style-type: none"> Với các bề mặt cán và làm sạch. Các mép cắt bằng lửa với ANSI/AASHTO/AWS D1.5 (Bản cánh 3.2.2), độ nhẵn 0,025mm hoặc thấp hơn Thép có xử lý chống ăn mòn không sơn, tất cả các cấp được thiết kế và cấu tạo theo đúng với FHWA (1990) Ở mặt cắt thực của các đầu của thanh có tai treo và các bản chốt. 	A B E	1,2
Kết cấu tổ hợp	<p>Kim loại cơ bản và kim loại hàn trong các bộ phận, không có các gắn kết phụ, được liên kết bằng:</p> <ul style="list-style-type: none"> Các đường hàn rãnh liên tục ngẫu hoàn toàn với các thanh đệm lót lấy đi, hoặc Các đường hàn liên tục song song với phương của ứng suất Các đường hàn rãnh liên tục ngẫu hoàn toàn với các thanh đệm lót để lại, hoặc Các đường hàn rãnh liên tục ngẫu không hoàn toàn song song với phương của ứng suất <p>Kim loại cơ bản ở các đầu của các bản phủ trên một phần chiều dài:</p> <ul style="list-style-type: none"> Với các liên kết ở đầu bằng bulông trượt tới hạn Hẹp hơn bản cánh, với có hoặc không có các mối hàn đầu, hoặc rộng hơn bản cánh với các mối hàn đầu <ul style="list-style-type: none"> + Chiều dày bản cánh $\leq 20\text{mm}$ + Chiều dày bản cánh $> 20\text{mm}$ Rộng hơn bản cánh không có các mối hàn đầu. 	B B B' B' B E E' E'	3,4,5,7 22 7

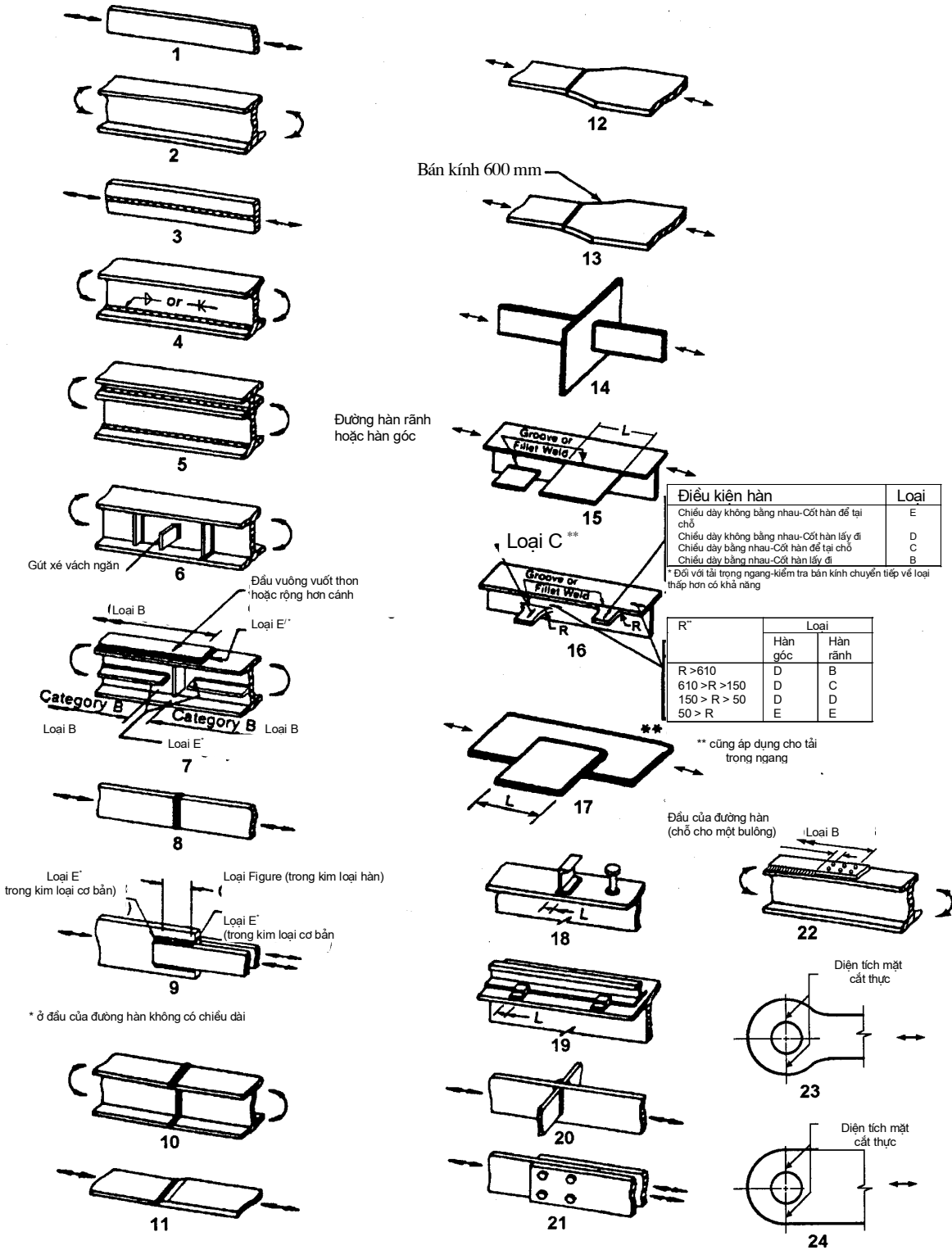
Điều kiện chung	Trạng thái	Loại chi tiết	Thí dụ minh họa, xem hình 6.6.1.2.3.1
Các liên kết nối đối đầu đường hàn rãnh có độ lặn lặn mối hàn được kiểm soát bằng thí nghiệm không phá hoại NDT và tất cả được mài theo phương của các ứng suất	<p>Kim loại cơ bản và kim loại hàn ở các mối nối đối đầu hàn rãnh ngẫu hoàn toàn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cửa các bản có mặt cắt ngang tương tự với các mối hàn được làm phẳng đến bản thép nền • Với các chuyển tiếp bán kính 600mm về chiều rộng với các mối hàn được làm phẳng đến bản nền • Với các chuyển tiếp về chiều rộng hoặc chiều dày với các mối hàn phẳng đến bản nền để tạo các độ dốc không dốc hơn 1,0 đến 2,5 <ul style="list-style-type: none"> + Các cấp kim loại cơ bản 690/690W + Các cấp kim loại cơ bản khác • Với có hoặc không có các chuyển tiếp có các độ dốc không lớn hơn 1,0 đến 2,5, khi cốt thép hàn không được lấy đi 	<p>B B B' B C</p>	<p>8,10 13 11,12 8,10,11,12</p>
Các chi tiết gắn kết phụ hàn bằng hàn rãnh, đặt tải theo chiều dọc	<p>Kim loại cơ bản ở các chi tiết được liên kết bằng các đường hàn rãnh ngẫu hoàn toàn hay không hoàn toàn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Khi chiều dài chi tiết theo phương của ứng suất tác dụng: <ul style="list-style-type: none"> + Nhỏ hơn 50 mm + Giữa 50 mm và 12 lần chiều dày của chi tiết, nhưng nhỏ hơn 100 mm + Lớn hơn hoặc 12 lần chiều dày của chi tiết, hoặc 100 mm <ul style="list-style-type: none"> - chiều dày chi tiết < 25 mm - chiều dày chi tiết ≥ 25 mm • Với bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu nhẵn đến nền, không kể tới chiều dài của chi tiết: <ul style="list-style-type: none"> + Bán kính chuyển tiếp ≥ 600 mm + 600 mm > bán kính chuyển tiếp ≥ 150 mm + 150 mm > bán kính chuyển tiếp ≥ 50 mm + Bán kính chuyển tiếp < 50 mm • Với bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu không nhẵn đến bản nền 	<p>C D E E' B C D E E</p>	<p>6,15 15 15 15 16 16</p>

Điều kiện chung	Trạng thái	Chi tiết	Thí dụ minh họa, xem hình 6.6.1.2.3.1
Các chi tiết gắn kết phụ hàn bằng đường hàn rãnh, đặt tải theo chiều ngang có tính lạnh lặn mối hàn được kiểm soát bằng NDT và tất cả được mài ngang theo hướng ứng suất	<p>Kim loại cơ bản ở các chi tiết được liên kết bằng các đường hàn rãnh ngẫu hoàn toàn với bán kính chuyển tiếp:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Với chiều dày bản bằng nhau và cốt hàn lấy đi: <ul style="list-style-type: none"> + Bán kính chuyển tiếp ≥ 600 mm + $600 \text{ mm} > \text{bán kính chuyển tiếp} \geq 150$ mm + $150 \text{ mm} > \text{bán kính chuyển tiếp} \geq 50$ mm + Bán kính chuyển tiếp < 50 mm • Với chiều dày bản bằng nhau và cốt hàn không lấy đi: <ul style="list-style-type: none"> + bán kính chuyển tiếp ≥ 150 mm + $150 \text{ mm} > \text{Bán kính chuyển tiếp} \geq 50$ mm + bán kính chuyển tiếp < 50 mm • Với chiều dày bản bằng nhau và cốt hàn không lấy đi: <ul style="list-style-type: none"> + bán kính chuyển tiếp ≥ 50 mm + bán kính chuyển tiếp < 50 mm • Đối với mọi bán kính chuyển tiếp với chiều dày bản không bằng nhau và cốt hàn không lấy đi 	<p>B C D E C D E D E E</p>	16
Các liên kết hàn góc với đường hàn trực giao với phương của ứng suất	<p>Kim loại cơ bản:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ở các chi tiết khác với các liên kết của gờ tăng cường ngang cho bản cánh hoặc của gờ tăng cường ngang cho bản bản bụng • Ở chân của các mối hàn của gờ tăng cường ngang cho bản cánh và gờ tăng cường ngang cho bản bản bụng 	<p>Nhỏ hơn C hoặc P/trình 6.6.1.2.5-3 C'</p>	14 6
Các liên kết hàn góc với đường hàn trực giao và/hoặc song song với phương của ứng suất	Ứng suất cắt trên chiều cao mối hàn	E	9

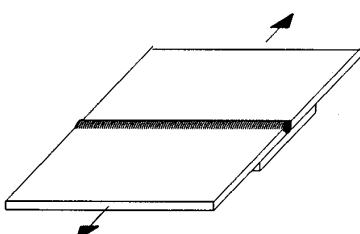
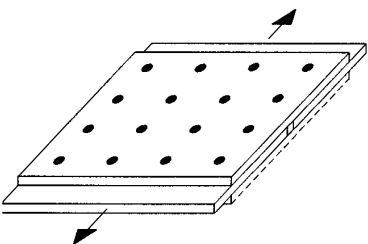
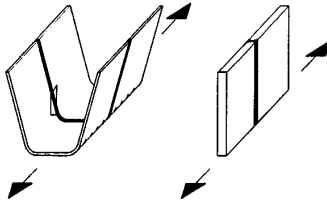
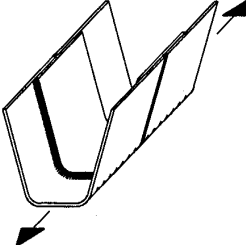
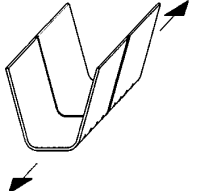
Điều kiện chung	Trạng thái	Chi tiết	Thí dụ minh họa, xem hình 6.6.1.2.3.1
Các chi tiết gắn kết phụ hàn bằng đường hàn góc, đặt tải theo chiều dọc	<p>Kim loại cơ bản ở các chi tiết được liên kết bằng các đường hàn góc:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Khi chiều dài của chi tiết trong phương của ứng suất là: <ul style="list-style-type: none"> + nhỏ hơn 50 mm hoặc các neo chống cắt loại đỉnh neo + giữa 50 mm và 12 lần chiều dày chi tiết, nhưng nhỏ hơn 100 mm + lớn hơn hoặc 12 lần chiều dày chi tiết hoặc 100 mm <ul style="list-style-type: none"> - chiều dày chi tiết < 25mm - chiều dày chi tiết ≥ 25mm • Với bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu nhẵn đến bản nền, không kể tới chiều dài của chi tiết. <ul style="list-style-type: none"> + bán kính chuyển tiếp ≥ 50mm + bán kính chuyển tiếp < 50mm • Với bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu không nhẵn đến bản nền. 	<p>C</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>E'</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>E</p>	<p>15, 17, 18, 20</p> <p>15,17</p> <p>7,9,15,17</p> <p>16</p> <p>16</p>
Các chi tiết gắn kết phụ hàn bằng đường hàn góc, đặt tải theo chiều ngang, với các đường hàn song song với phương của ứng suất chính	<p>Kim loại cơ bản ở các chi tiết được liên kết bằng các đường hàn góc:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Với bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu nhẵn đến bản mềm: <ul style="list-style-type: none"> + bán kính chuyển tiếp ≥ 50 mm + bán kính chuyển tiếp < 50 mm • Với mọi bán kính chuyển tiếp với các mối hàn đầu không nhẵn đến bản nền 	<p>D</p> <p>E</p> <p>E</p>	<p>16</p>
Các liên kết được gắn chặt bằng cơ khí	<p>Kim loại cơ bản</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ở mặt cắt nguyên của các liên kết ma sát bằng bulông cường độ cao, trừ các mối nối đặt tải trọng theo trục trong đó sự uốn ngoài mặt phẳng được gây ra trong các vật liệu liên kết • Ở mặt cắt thực của các liên kết không ma sát có bulông cường độ cao • Ở mặt cắt thực của các liên kết tán đinh 	<p>B</p> <p>B</p> <p>D</p>	<p>21</p>

Điều kiện chung	Trạng thái	Loại chi tiết	Thí dụ minh họa, xem hình 6.6.1.2.3-1
Thanh có tai treo hoặc các bản chốt	Kim loại cơ bản ở mặt cắt thực của đầu thanh có tai treo hoặc bản chốt	E	23,24
	Kim loại cơ bản trong thân thanh có tai treo, hoặc thông qua mặt cắt thô của bản chốt với: <ul style="list-style-type: none"> • Các mặt cán hoặc nhẵn • Các cạnh cắt bằng lửa 	A	23,24
		B	23,24

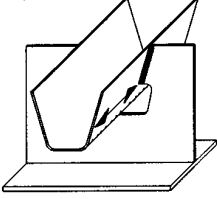
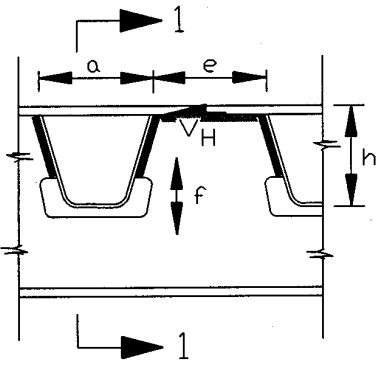
Hình 6.6.1.2.3-1 - Các thí dụ minh hoạ



Bảng 6.6.1.2.3-2 - Các loại chi tiết đối với tải trọng gây ra mỏi của các mặt cầu trục hướng

THÍ DỤ MINH HOẠ	CHI TIẾT	MÔ TẢ ĐIỀU KIỆN	LOẠI CHI TIẾT,
	Mối nối đối đầu bản mặt cầu được hàn ngang	Hàn nối đối đầu rãnh đơn trên tấm lót cố định. Các đường hàn của tấm lót phải hàn liên tục	E
	Mối nối đối đầu bản mặt cầu được bắt bu lông ngang	Trong các mối nối đối đầu không đối xứng, các tác dụng của độ lệch tâm phải được xét trong tính toán ứng suất	B
	Các mối nối đối đầu của sườn được hàn	Các mối hàn rãnh kép. Chiều cao của độ lồi hàn không được vượt quá 20% của chiều rộng đường hàn. Phải sử dụng các dải hàn chảy và sau đó lấy đi, các mép bản được làm cho phẳng đến tận bản nền ở phương của ứng suất	C
	Mối nối đối đầu của sườn được hàn	Hàn nối đối đầu rãnh đơn với tấm lót cố định. Các mối hàn góc của tấm lót phải hàn liên tục	E
	Mối nối đối đầu của sườn được hàn không có tấm lót	Hàn nối đối đầu rãnh đơn không có tấm lót	E'

Bảng 6.6.1.2.3-2 (tiếp theo)

THÍ DỤ MINH HOẠ	CHI TIẾT	MÔ TẢ ĐIỀU KIỆN	LOẠI CHI TIẾT
	<p>Giao cắt sườn với dầm sàn</p>	<p>Ứng suất trục trong tường sườn ở đầu thấp hơn của mỗi hàn sườn vào dầm sàn</p>	<p>D</p>
	<p>Liên kết bản mặt cầu với dầm sàn</p> <p>Bản bụng của dầm sàn ở nơi cắt ra</p>	<p>Ứng suất bản mặt cầu song song với dầm sàn ở chỗ nối mặt cầu với dầm sàn</p> <p>Ứng suất thẳng đứng trong bản bụng dầm sàn ở chỗ cắt ra của dầm sàn tại chân của sườn.</p> <p>f = Ứng suất trong bụng dầm sàn do mô men uốn V_H, h (MPa) trong đó:</p> <p>$V_H = V_{(LL+1)} (a+e) Q/I$ (N) và I, Q là các tính chất của mặt cắt ngang của dầm sàn ở Mặt cắt 1-1</p>	<p>D</p> <p>D</p>

6.6.1.2.4. Các chi tiết sử dụng hàn chế

Không được sử dụng các đường hàn rãnh ngẫu không hoàn toàn chịu tải trọng theo chiều ngang thì không được phép sử dụng trừ khi được cho phép ở Điều 9.8.3.7.2.

Không được sử dụng các bản liên kết vào các bề mặt bản cánh dầm chỉ bằng các đường hàn góc ngang.

6.6.1.2.5. Sức kháng mỏi

Trừ trường hợp quy định dưới đây, sức kháng mỏi danh định phải được lấy như sau:

$$(\Delta F)_n = \left(\frac{A}{N} \right)^{\frac{1}{3}} \geq \frac{1}{2} (\Delta F)_{TH} \quad (6.6.1.2.5-1)$$

với:

$$N = (365) (100) n (ADTT)_{SL} \quad (6.6.1.2.5-2)$$

trong đó:

- A = hằng số lấy từ Bảng 1 (MPa³)
- n = số các chu kỳ phạm vi ứng suất đối với mỗi lượt chạy qua của xe tải, lấy từ Bảng 2
- (ADTT)_{SL} = ADTT một làn xe chạy như quy định trong Điều 3.6.1.4
- (ΔF)_{TH} = ngưỡng mỏi biên độ không đổi, lấy từ Bảng 3 (MPa)

Phạm vi sức kháng mỏi danh định đối với kim loại cơ bản ở các chi tiết liên kết bằng các đường hàn góc chịu tải trọng ngang, nơi mà bản không liên tục bị chịu tải, phải được lấy nhỏ hơn (ΔF)_n^c và:

$$(\Delta F)_n = (DF)_n^c \left(\frac{0,094 + 1,23 \frac{H}{t_p}}{t_p^{1/6}} \right) \quad (6.6.1.2.5-3)$$

trong đó:

- (ΔF)_n^c = sức kháng mỏi danh định đối với chi tiết loại C (MPa)
- H = chiều cao hiệu dụng của đường hàn góc (mm)
- t_p = chiều dày của bản chịu tải (mm).

Bảng 6.6.1.2.5-1 - Hằng số loại chi tiết, A

LOẠI CHI TIẾT	HẰNG SỐ A NHÂN 10^{11} (MPa³)
A	82,0
B	39,3
B'	20,0
C	14,4
C'	14,4
D	7,21
E	3,61
E'	1,28
Bulông M164 M (A325M) chịu kéo đọc trực	5,61
Bulông M253 M (A490M) chịu kéo đọc trực	10,3

Bảng 6.6.1.2.5-2 - Các chu kỳ đối với mỗi lượt xe tải chạy qua, n

Các cấu kiện đọc	Chiều dài nhịp	
	> 12000 mm	≤ 12000 mm
Các dầm nhịp giản đơn	1,0	2,0
Các dầm liên tục		
1) Gần gối tựa ở phía trong	1,5	2,0
2) Ở nơi khác	1,0	2,0
Các dầm hẫng	5,0	
Các giàn	1,0	
Các cấu kiện ngang	Khoảng cách	
	> 6000 mm	≤ 6000 mm
	1,0	2,0

Bảng 6.6.1.2.5-3 - Giới hạn mỗi - biên độ không đổi

Loại chi tiết	Giới hạn (MPa)
A	165
B	110
B'	82,7
C	69,0
C'	82,7
D	48,3
E	31,0
E'	17,9
Bulông M164M (A325M) chịu kéo dọc trục	214
Bulông M253M (A490M) chịu kéo dọc trục	262

6.6.1.3. Mỗi do xoắn vặn gây ra (hoặc “vặn méo”)

Các đường truyền tải phải đảm bảo đủ để truyền tất cả các lực đã dự kiến và không được dự kiến phải được bố trí bằng cách liên kết tất cả các bộ phận ngang vào các thành phần thích hợp. Các thành phần này bao gồm các mặt cắt ngang của bộ phận dọc. Các đường truyền tải phải được bố trí bằng cách liên kết các thành phần khác nhau thông qua hàn nối hoặc bắt bulông.

Để kiểm tra sự oằn và uốn đàn hồi của bản bụng, phải thỏa mãn quy định của Điều 6.10.6.

6.6.1.3.1. Các bản liên kết ngang

Các bản liên kết phải được hàn hoặc bắt bulông vào cả các bản cánh chịu nén và chịu kéo của mặt cắt ngang mà ở đó:

- Các vách ngăn hoặc các khung ngang liên kết được gắn nối vào các bản liên kết ngang, hoặc các gờ tăng cường ngang thực hiện chức năng như các bản liên kết
- Các vách ngăn ở trong hoặc ở ngoài hoặc các khung ngang được gắn nối vào các bản liên kết ngang, hoặc các gờ tăng cường ngang thực hiện chức năng như các bản liên kết, và
- Các dầm sàn được gắn nối vào các bản liên kết ngang, hoặc các gờ tăng cường ngang thực hiện chức năng như các bản nối.

Khi không có nhiều thông tin hơn cần thiết kế liên kết bằng hàn hoặc bằng bulông để chịu được tải trọng nằm ngang 90.000N đối với các cầu thẳng, không chéo.

6.6.1.3.2. Bản liên kết ngang

Gắn nối các bản liên kết nằm ngang vào các bản cánh là không thực tế, vậy các bản liên kết nằm ngang trên các bản bụng có gờ tăng cường cần được đặt ở một khoảng cách thẳng đứng không nhỏ hơn một nửa chiều rộng của bản cánh ở trên hoặc ở dưới bản cánh. Các bản liên kết nằm ngang gắn nối vào các bản bụng không có gờ tăng cường cần được đặt ít nhất là 150 mm ở trên hoặc ở dưới bản cánh, nhưng không nhỏ hơn một nửa chiều rộng của bản cánh như quy định ở trên.

Các đầu của các bộ phận liên kết nằm ngang trên bản liên kết nằm ngang phải được giữ ở khoảng cách tối thiểu là 100 mm kể từ bản bụng và bất kỳ gờ tăng cường ngang nào.

Ở những nơi có gờ tăng cường, thì các bản liên kết nằm ngang phải được định tâm trên gờ tăng cường, dù bản này có ở cùng phía với gờ tăng cường trên bản bụng hay không. Ở chỗ nào bản liên kết nằm ngang ở cùng phía với gờ tăng cường, thì bản đó phải được gắn nối vào gờ tăng cường. Thanh tăng cường ngang ở vị trí nào phải được liên tục từ bản cánh chịu nén đến bản cánh chịu kéo và phải được gắn nối vào cả hai bản cánh.

6.6.1.3.3. Mặt cầu trực hướng

Lập bản vẽ chi tiết phải thỏa mãn tất cả các yêu cầu của Điều 9.8.3.7

6.6.2. PHÁ HOẠI

Tất cả các bộ phận chính và các liên kết chịu các tác dụng lực kéo do tổ hợp tải trọng theo cường độ I, như quy định trong Bảng 3.4.1-1, và các bộ phận khác yêu cầu độ dai chống đứt gãy của rãnh chữ V Charpy, phải được chỉ định rõ trên các bản vẽ hợp đồng.

Vùng nhiệt độ thích hợp phải được xác định từ nhiệt độ nhỏ nhất có thể sử dụng được, như quy định trong Bảng 1, và phải được chỉ định rõ trong các tài liệu hợp đồng.

Các yêu cầu độ bền chống đứt gãy phải theo đúng với Bảng 2 đối với vùng nhiệt độ thích hợp. Cường độ chảy phải lấy theo giá trị ghi trong Báo cáo thử nghiệm của Nhà máy chứng nhận.

Nếu cường độ chảy của M270M AASHTO, các cấp 345/345W (ASTM A709M, cấp 345/345W) vượt quá 450MPa thì nhiệt độ thử phải giảm đi 8°C đối với mỗi lượng gia tăng 70MPa trên 450 MPa. Nếu cường độ chảy của M270M AASHTO, cấp 485/485W (ASTM A709M, cấp 485W) vượt quá 585 MPa, thì nhiệt độ thử phải giảm đi 8°C đối với mỗi lượng gia tăng 70 MPa trên 585 MPa.

M270M AASHTO, các cấp 690/690W (ASTM A709W, các cấp 690/690W) phải đáp ứng các yêu cầu của Vùng 2 xem như là tối thiểu.

Kỹ sư phải có trách nhiệm xác định, nếu có, bộ phận nào là bộ phận nguy kịch về đứt gãy FCM. Vị trí của tất cả các FCM phải được mô tả rõ ràng trên các bản vẽ hợp đồng. Vật liệu cho các bộ phận nguy kịch về đứt gãy hoặc các thành phần được chỉ định là FCM, phải được thử nghiệm phù hợp với T243M AASHTO (ASTM A673M), tần số P. Chỉ riêng đối với Vùng 3, các thử nghiệm phải được thực hiện trên mỗi đầu của mỗi bản thép đã cán.

Vật liệu cho các bộ phận không được chỉ định là nguy kịch về đứt gãy phải được thử nghiệm phù hợp với T243M AASHTO (ASTM A673), tần số H.

Mọi chi tiết phụ có chiều dài theo phương của ứng suất kéo lớn hơn 100 mm mà được hàn vào khu vực chịu kéo của một bộ phận thuộc FCM phải được xem là một phần của bộ phận chịu kéo đó và nó phải được xem như là nguy kịch về đứt gãy.

Bảng 6.6.2-1 - Tên vùng nhiệt độ đối với các yêu cầu của rãnh chữ V Charpy

Nhiệt độ dùng nhỏ nhất	Vùng nhiệt độ
-18°C và trên	1
-19°C đến -34°C	2
-35°C đến -51°C	3

Bảng 6.6.2-2- Các yêu cầu của độ bền chống đứt gãy

HÀN HOẶC CƠ GIA CÔNG CƠ KHÍ	LOẠI (Y.P./Y.S.)	ĐỘ DÀY (mm)	VÙNG GIỚI HẠN ĐỨT GỖ			VÙNG KHÔNG ĐỨT GỖ		
			VÙNG 1 (N-m@OC)	VÙNG 2 (N-m@OC)	VÙNG 3 (N-m@OC)	VÙNG 1 (N-m@OC)	VÙNG 2 (N-m@OC)	VÙNG 2 (N-m@OC)
Hàn	250	t ≤ 38	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -12.2	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
		38 < t ≤ 100	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -23.3	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
	345/345W	t ≤ 38	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -12.2	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
		38 < t ≤ 50	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -23.3	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
Hàn	485W	50 < t ≤ 100	41 @ 21	41 @ 4.4	41 @ -23.3	27 @ 21	27 @ 4.4	27 @ -12.2
		t ≤ 38	41 @ -6.7	41 @ -6.7	41 @ -23.3	27 @ 10	27 @ -6.7	27 @ -23.3
	38 < t ≤ 65	41 @ -6.7	41 @ -6.7	41 @ -34.4	27 @ 10	27 @ -6.7	27 @ -23.3	
	65 < t ≤ 100	47 @ -6.7	47 @ -6.7	47 @ -34.4	34 @ 10	34 @ -6.7	34 @ -23.3	
Hàn	690/690W	t ≤ 65	47 @ -17.8	47 @ -17.8	47 @ -34.4	34 @ -1.1	34 @ -17.8	34 @ -34.4
		65 < t ≤ 100	61 @ -17.8	61 @ -17.8	Không cho phép	47 @ -1.1	47 @ -17.8	47 @ -34.4
GIA CÔNG CƠ KHÍ	250	t ≤ 38	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -12.2	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
		38 < t ≤ 100	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -23.3	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
GIA CÔNG CƠ KHÍ	345/345W	t ≤ 38	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -12.2	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
		38 < t ≤ 100	34 @ 21	34 @ 4.4	34 @ -23.3	20 @ 21	20 @ 4.4	20 @ -12.2
GIA CÔNG CƠ KHÍ	485W	t ≤ 38	41 @ -6.7	41 @ -6.7	41 @ -23.3	27 @ 10	27 @ -6.7	27 @ -23.3
		38 < t ≤ 100	41 @ -6.7	41 @ -6.7	41 @ -34.4	27 @ 10	27 @ -6.7	27 @ -23.3
GIA CÔNG CƠ KHÍ	690/690W	t ≤ 100	47 @ -17.8	47 @ 0-17.8	47 @ -34.4	34 @ -1.1	34 @ -17.8	34 @ -34.4

6.7. CÁC YÊU CẦU VỀ KÍCH THƯỚC CHUNG VÀ CHI TIẾT

6.7.1. CHIỀU DÀI HIỆU DỤNG CỦA NHỊP

Các chiều dài nhịp phải được lấy bằng khoảng cách giữa các tim của các gối hoặc các điểm khác của trụ tựa.

6.7.2. ĐỘ VỒNG TÍNH TẢI

Các cầu thép nên làm vồng ngược trong khi chế tạo để bù lại độ vồng tính tải và trác dọc tuyến.

Có thể dùng cách thay đổi chọn lựa chiều dài của bộ phận, khi thích hợp, trong các hệ giàn, vòm và dầm văng để:

- Điều chỉnh độ vồng tính tải cho phù hợp với vị trí hình học cuối cùng,
- Giảm hoặc loại trừ việc làm ngắn sườn, và
- Điều chỉnh biểu đồ mômen tính tải trong các cầu siêu tĩnh.

6.7.3. CHIỀU DÀY NHỎ NHẤT CỦA THÉP

Thép kết cấu, bao gồm giằng liên kết, cào khung ngang và tất cả các loại bản tiết điểm, loại trừ đối với các bản bụng bằng thép hình cán, các sườn mặt cắt kín trong các mặt cầu trục hướng, các con đệm và trong các lan can tay vịn, đều phải làm bằng thép có chiều dày không nhỏ hơn 8 mm.

Chiều dày bản bụng của các dầm thép cán hoặc thép hình U và của các sườn mặt cắt kín trong các mặt cầu trục hướng không được nhỏ hơn 7,0 mm.

Ở nơi nào kim loại dự kiến bị phơi ra chịu các ảnh hưởng ăn mòn nghiêm trọng, thì phải được bảo vệ đặc biệt chống ăn mòn, hoặc chiều dày của kim loại bị hy sinh phải được quy định.

6.7.4. VÁCH NGĂN VÀ KHUNG NGANG

6.7.4.1. Tổng quát

Các vách ngăn hoặc các khung ngang có thể được đặt ở đầu của kết cấu nhịp, qua các gối tựa bên trong, và cách quãng dọc theo nhịp.

Sự cần thiết về các vách ngăn hoặc các khung ngang phải được nghiên cứu cho tất cả các giai đoạn của các phương pháp thi công giả định và điều kiện cuối cùng. Việc nghiên cứu này cần bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở các nội dung sau đây:

- Truyền các tải trọng gió nằm ngang từ đáy dầm tới mặt cầu và từ mặt cầu xuống tới các gối,
- Sự ổn định của bản cánh dưới đối với tất cả các tải trọng khi là chịu nén,
- Sự ổn định của các bản cánh trên trong chịu nén trước khi xử lý mặt cầu, và
- Sự phân bố các hoạt tải và tĩnh tải thẳng đứng tác dụng lên kết cấu nhịp cầu.

Các vách ngăn hoặc các khung ngang yêu cầu về các điều kiện khác với điều kiện cuối cùng có thể được định rõ là phải dùng giằng liên kết tạm.

Nếu các vách ngăn hoặc các khung ngang cố định được bao gồm trong mô hình kết cấu sử dụng để xác định các tác dụng lực, thì chúng phải được thiết kế cho tất cả các trạng thái giới hạn có thể áp dụng được đối với các tác dụng lực tính toán. Các vách ngăn và các khung ngang phải được thiết kế như là điều kiện tối thiểu, để truyền các tải trọng gió theo các quy định của Điều 4.6.2.7, và phải đáp ứng tất cả các yêu cầu của độ mảnh có thể áp dụng được ở trong hoặc Điều 6.8.4 hoặc Điều 6.9.3.

Các bản liên kết đối với các vách ngang và các khung ngang phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.6.1.3.1.

Ở đầu của nhịp cầu và các điểm trung gian là nơi mà sự liên tục của bản bị gián đoạn, các mép của bản phải được đỡ bởi các vách ngăn hoặc các kết cấu thích hợp khác như chỉ định trong Điều 9.4.4.

6.7.4.2. Dầm thẳng có mặt cắt I

Các vách ngang hoặc các khung ngang cho các dầm thép cán phải cao ít nhất bằng nửa chiều cao của dầm. Các vách ngăn hoặc các khung ngang cho các dầm bản phải càng cao càng tốt.

Các vách ngang hoặc các khung ngang ở đầu phải cân xứng để truyền tất cả các lực nằm ngang tới các gối cầu. Nếu khung ngang hoặc vách ngang ở đầu là chéo thì thành phần dọc của lực do bộ phận chéo truyền tới phải được xem xét. Khi các trục đều chéo hơn 20°C, các khung ngang trung gian phải trục giao với các cấu kiện chính. Nếu các trụ đều chéo thì các khung ngang không cần phải song song với đường của các gối.

Các vách ngang ở đầu phải được thiết kế cho các lực và sự méo hình truyền đến từ mặt cầu và mối nối mặt cầu. Các mômen ở đầu của các vách ngang phải được xem xét trong thiết kế có sự liên quan giữa thành phần dọc và các vách ngăn.

6.7.4.3. Dầm thẳng có mặt cắt hộp

Phải làm các vách ngang hoặc các khung ngang ở bên trong các tiết diện hình hộp ở tại mố trụ để chịu được sự xoay ngang, sự chuyển vị và sự cong vênh, và phải được thiết kế để truyền các mômen xoắn và các lực ngang từ hộp tới các gối.

Nếu làm vách ngang tấm để có sự liên tục hoặc để chịu được các lực kéo phát sinh bởi các cấu kiện cầu, thì vách ngăn phải được liên kết vào các bản bụng và các bản cánh của mặt cắt hộp.

Cần làm các cửa qua và phải đủ rộng có thể. Tác động của các cửa qua lên các ứng suất trong các vách ngăn cần được nghiên cứu để xác định xem có cần gia cố không.

Phải thực hiện nghiên cứu việc bỏ các vách ngang hoặc các khung ngang vĩnh cửu ở bên trong hoặc giữa các mặt cắt nhiều hộp thép thẳng được thiết kế phù hợp với các điều khoản đối với các mặt cắt nhiều hộp quy định trong Điều 6.11.1.1.

Trong các mặt cắt hộp đơn phải làm các vách ngang hoặc các khung ngang trung gian ở bên trong và phải bố trí khoảng cách để hạn chế méo vắn của mặt cắt ngang.

6.7.4.4. Giàn và vòm

Phải làm các vách ngang ở các liên kết vào các dầm sàn và ở các liên kết khác hoặc các điểm đặt các tải trọng tập trung. Cũng có thể làm các vách ngăn bên trong để giữ sự dống thẳng của bộ phận.

Các bản tiết điểm gắn chốt gối ở đầu của giàn phải được liên kết bằng vách ngăn. Các bản bụng của bộ gối cần được liên kết bằng vách ngang ở nơi nào có thể thực hiện được.

Nếu đầu của bản bụng hoặc bản phủ dài bằng 1200 mm hoặc hơn tính từ điểm giao cắt của các bộ phận, thì phải làm vách ngang giữa các bản tiết điểm gắn các bộ phận chính.

6.7.5. LIÊN KẾT TĂNG CƯỜNG NGANG (HỆ GIÀNG NGANG)

6.7.5.1. Tổng quát

Nhu cầu (Yêu cầu) giằng ngang phải được nghiên cứu cho tất cả các giai đoạn thi công dự kiến và cho trạng thái cuối cùng khi khai thác công trình.

Ở chỗ nào cần thì nên đặt giằng ngang ở trong hoặc gần mặt phẳng của bản cánh hoặc thanh mạ giàn cần giằng. Việc nghiên cứu yêu cầu đối với hệ giằng ngang phải bao gồm, nhưng không bị hạn chế ở:

- Truyền các tải trọng gió ngang đến các gối như quy định trong Điều 4.6.2.7, và
- Truyền các tải trọng ngang như quy định trong Điều 4.6.2.8, và
- Kiểm soát các biến dạng trong quá trình chế tạo, lắp ráp và đặt thượng bộ vào vị trí.

Hệ liên kết tăng cường ngang cần cho các trạng thái không phải là trạng thái cuối cùng thì có thể được tháo đi.

Nếu hệ giằng ngang lâu dài có tính đến trong mô hình kết cấu sử dụng để xác định các tác dụng lực, thì hệ này phải được thiết kế cho tất cả các trạng thái giới hạn có thể áp dụng được. Phải áp dụng các quy định của các Điều 6.8.4 và 6.9.3.

Các bản liên kết cho hệ liên kết tăng cường ngang phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.6.1.3.2.

Khi hệ liên kết tăng cường ngang được thiết kế cho chịu tải động đất phải áp dụng các quy định Điều 4.6.2.8.

6.7.5.2. Dầm thẳng có mặt cắt chữ I

Ở chỗ nào cần thiết thì hệ giằng ngang phải được đặt ở trong các khoang bên ngoài. Các bản cánh gắn vào các bản mặt cầu có đủ độ cứng đủ để giằng bản cánh thì không cần hệ giằng ngang nữa.

Nhu cầu liên kết ngang trong các vùng mômen uốn âm của các dầm liên tục để đảm bảo ổn định trong khi lắp ráp phải được nghiên cứu.

6.7.5.3. Dầm thẳng có mặt cắt hộp

Nhu cầu (Yêu cầu) giằng ngang giữa các bản cánh của các hộp riêng lẻ phải được nghiên cứu để bảo đảm rằng các biến dạng của mặt cắt hộp đều được kiểm soát đầy đủ trong khi chế tạo, lắp ráp và đặt mặt cầu bê tông.

Hệ giằng ngang phía trên phải được thiết kế để chịu dòng cắt ở trong mặt cắt trước khi bảo dưỡng bê tông mặt cầu. Lực sinh ra trong hệ giằng do uốn của hộp cũng phải được xét đến.

Nếu hệ liên kết được gắn nối vào các bản bụng, thì diện tích mặt cắt ngang của hộp về dòng cắt phải giảm đi để phản ánh vị trí thực tế của hệ liên kết, và phải thực hiện biện pháp để truyền các lực từ hệ liên kết đến bản cánh trên.

6.7.5.4. Giàn

Các nhịp giàn chạy dưới các nhịp giàn chạy trên phải có hệ giằng ngang trên và giằng ngang dưới. Nếu sử dụng hệ giằng ngang dạng chữ X thì mỗi cấu kiện có thể coi là làm việc đồng thời ở hai hướng kéo và nén nếu chúng đáp ứng được các yêu cầu độ mảnh đối với cả hai phần chịu kéo và chịu nén. Các cấu kiện cần được liên kết ở các chỗ giao nhau của chúng.

Cấu kiện làm hệ giằng ngang cho các thanh mạ chịu nén cần làm càng cao càng tốt và liên kết vào cả hai bản cánh.

Các liên kết dầm sàn cần được bố trí sao cho hệ giằng ngang sẽ gắn nối cả dầm sàn và cấu kiện phận chịu lực chính. Ở chỗ nào hệ giằng ngang giao với mối nối hình thành bởi dầm sàn và cấu kiện dọc chính, thì cấu kiện giằng ngang phải được liên kết vào cả hai bộ phận trên.

6.7.6. CHỐT

6.7.6.1. Vị trí

Các chốt phải bố trí sao cho giảm thiểu được các tác dụng của lực do lệch tâm.

6.7.6.2. Sức kháng

6.7.6.2.1. Uốn và cắt kết hợp

Các chốt chịu uốn và cắt kết hợp phải được cân xứng để thỏa mãn:

$$\frac{6,0M_u}{\varphi_r D^3 F_y} + \left[\frac{2,2V_u}{\varphi_v D^2 F_y} \right]^3 \leq 0,95 \quad (6.7.6.2.1-1)$$

trong đó:

- D = đường kính của chốt (m)
- M_u = mômen do các tải trọng tính toán (N-mm)
- V_u = lực cắt do các tải trọng tính toán (N)
- F_y = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của chốt (MPa)
- φ_r = hệ số sức kháng uốn như quy định trong Điều 6.5.4.2
- φ_v = hệ số sức kháng cắt như quy định trong Điều 6.5.4.2

Mômen M_u , và lực cắt V_u cần được lấy ở cùng mặt cắt thiết kế dọc theo chốt.

6.7.6.2.2. Ép mặt

Sức kháng ép mặt tính toán trên các chốt phải được lấy như sau:

$$(R_{pB})_r = \varphi_b (R_{pB})_n \quad (6.7.6.2.2-1)$$

trong đó:

$$(R_{pB})_n = 1,5 t DF_y \quad (6.7.6.2.2-2)$$

ở đây:

t = chiều dày của bản (mm)

D = đường kính của chốt (mm)

φ_b = hệ số sức kháng ép mặt theo quy định trong Điều 6.5.4.2

6.7.6.3. Kích thước tối thiểu của chốt đối với các thanh có tai treo

Đường kính của chốt D, không được nhỏ hơn:

$$D = \left(\frac{3}{4} + \frac{F_y}{2760} \right) b \quad (6.7.6.3-1)$$

trong đó:

F_y = cường độ chảy dẻo nhỏ nhất quy định của chốt (MPa)

b = chiều rộng của thân của thanh có tai treo (mm).

6.7.6.4. Chốt và đai ốc của chốt

Các chốt phải có chiều dài đủ để bảo đảm sự ép mặt hoàn toàn của tất cả các phần liên kết ở trên thân vụn của chốt. Chốt phải được bảo đảm ở đúng vị trí bằng:

- Các đai ốc hình lục giác tiện lõm vào
- Các đai ốc cứng hình lục giác với các vòng đệm, hoặc
- Nếu các chốt được khoan lỗ xuyên qua thì đầu chốt được ngăn giữ bằng các cụm thanh chốt

Các đai ốc của chốt hoặc thanh chốt phải là các sản phẩm đúc rèn hoặc thép và phải bảo đảm ở đúng vị trí bằng các chốt hãm xuyên qua các ren, hoặc bằng mài các ren. Các đai ốc khóa sẵn có ở thị trường có thể được sử dụng thay cho sự mài các ren hoặc dùng các chốt hãm.

6.8. CẤU KIỆN CHỊU KÉO

6.8.1. TỔNG QUÁT

Các cấu kiện và các mối nối đầu chịu lực kéo dọc trục phải nghiên cứu đối với hai điều kiện:

- Chảy của mặt cắt nguyên, thí dụ, Phương trình 6.8.2.1-1, và
- Đứt của mặt cắt thực, thí dụ, Phương trình 6.8.2.1-2.

Khi xác định mặt cắt thực cần phải xét đến:

- Diện tích nguyên, từ diện tích này sẽ khấu trừ đi hoặc áp dụng các hệ số triết giảm thích hợp,
- Khấu trừ tất cả các lỗ trong mặt cắt ngang thiết kế,
- Hiệu chỉnh các khấu trừ lỗ bulông đối với quy tắc bố trí chữ chỉ được quy định trong Điều 6.8.3,
- Áp dụng hệ số triết giảm U, quy định trong Điều 6.8.2.2, đối với các bộ phận và Điều 6.13.5.2 đối với các bản tấp nối và các cấu kiện tấp nối khác để tính đến sự trê trượt và

- Áp dụng hệ số diện tích hiệu dụng lớn nhất 85% đối với các bản tấp nổi và các cấu kiện tấp nổi khác quy định trong Điều 6.13.5.2

Các cấu kiện chịu kéo phải thỏa mãn các yêu cầu về độ mảnh như quy định trong Điều 6.8.4 và các yêu cầu về mối của Điều 6.6.1. Cường độ cắt khối phải được nghiên cứu ở các liên kết như quy định trong Điều 6.13.4.

6.8.2. SỨC KHÁNG KÉO

6.8.2.1. Tổng quát

Sức kháng kéo tính toán, P_r , phải lấy cái nhỏ hơn trong hai giá trị mà các Phương trình 1 và 2 cho:

$$P_r = \varphi_y P_{ny} = \varphi_y F_y A_g \quad (6.8.2.1-1)$$

$$P_r = \varphi_u P_{nu} = \varphi_u F_u A_n U \quad (6.8.2.1-2)$$

trong đó:

- P_{ny} = sức kháng kéo danh định đối với sự chảy ở trong mặt cắt nguyên (N)
- F_y = cường độ chảy (MPa)
- A_g = diện tích mặt cắt ngang nguyên của bộ phận (mm^2)
- P_{nu} = sức kháng kéo danh định đối với đứt gãy ở trong mặt cắt thực (N)
- F_u = cường độ chịu kéo (MPa)
- A_n = diện tích thực của bộ phận theo quy định trong Điều 6.8.3 (mm^2)
- U = hệ số triết giảm để tính bù cho bề trượt, 1,0 đối với các thành phần trong đó các tác dụng lực được truyền tới tất cả các cấu kiện, và theo quy định trong Điều 6.8.2.2 đối với các trường hợp khác
- φ_y = hệ số sức kháng đối với chảy dẻo của các bộ phận chịu kéo theo quy định trong Điều 6.5.4.2
- φ_u = hệ số sức kháng đối với đứt gãy của các bộ phận chịu kéo theo quy định trong Điều 6.5.4.2

6.8.2.2. Hệ số triết giảm, U

Trong trường hợp thiếu các thử nghiệm hoặc phân tích chính xác hơn, các hệ số triết giảm ở đây có thể được sử dụng để tính bù cho sự bề trượt trong các liên kết.

Hệ số triết giảm, U, cho thép hình I cán và các thanh chữ T cắt từ thép hình I, chịu tải trọng truyền trực tiếp đến một số, phân tố thời mà không phải là tất cả, có thể được lấy như sau:

- Đối với các liên kết chỉ có các mối hàn ngang ở đầu:

$$U = \frac{A_{nc}}{A_{gn}} \quad (6.8.2.2-1)$$

Hệ số triết giảm, U, cho cả các cấu kiện loại khác chịu tải trọng truyền đến một số, phân tố thời mà không phải là tất cả, qua các liên kết bulông với ba hoặc trên ba bulông mỗi đường trong phương của tải trọng, hoặc các liên kết hàn, trừ các trường hợp có chú giải ở dưới đây, có thể được lấy như sau:

$$U = 0,85.$$

Hệ số triết giảm, U, cho các liên kết có các đường hàn dọc, dọc theo cả hai mép của phần được liên kết, có thể được lấy như sau:

Nếu $L > 2W$,	thì $U = 1,0$
Nếu $2W > L > 1,5W$,	thì $U = 0,87$
Nếu $1,5W > L > W$,	thì $U = 0,75$

trong đó:

A_{nc}	=	diện tích thực chịu tải trọng trong phạm vi chiều dài liên kết của các cấu kiện (mm^2)
A_{gn}	=	diện tích thực nhỏ nhất của bộ phận ở ngoài chiều dài liên kết (mm^2)
W	=	chiều rộng của cấu kiện liên kết (mm)
L	=	chiều dài đường hàn (mm)

6.8.2.3. Kéo và uốn kết hợp

Cấu kiện chịu kéo và uốn kết hợp phải thỏa mãn các Phương trình 1 và 2:

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{P_r} < 0,2 \quad , \quad \text{thì } \frac{P_u}{2,0P_r} + \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1,0 \quad (6.8.2.3-1)$$

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{P_r} \geq 0,2 \quad , \quad \text{thì } \frac{P_u}{P_r} + \frac{8,0}{9,0} \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1,0 \quad (6.8.2.3-2)$$

trong đó:

P_r	=	sức kháng kéo tính toán theo quy định trong Điều 6.8.2.1 (N)
M_{rx}, M_{ry}	=	sức kháng uốn tính toán theo các trục X và Y, tương ứng, được quy định trong Điều 6.10.4 và 6.12 (N-mm)
M_{ux}, M_{uy}	=	các mômen theo các trục x và y, tương ứng, do các tải trọng tính toán gây ra (N-mm)
P_u	=	hiệu ứng lực dọc trục do các tải trọng tính toán gây ra (N)

Sự ổn định của bản cánh chịu ứng suất nén thực do kéo và uốn phải được nghiên cứu về oàn cục bộ.

6.8.3. DIỆN TÍCH THỰC

Mặt cắt thực A_n của một cấu kiện là tổng các tích số của chiều dày và chiều rộng thực nhỏ nhất của mỗi bộ phận. Bề rộng khấu trừ tất cả các lỗ chuẩn, ngoại cỡ và có khoét trống phải được lấy bằng giá trị lớn hơn kích cỡ lỗ quy định trong điều 6.13.2.4.2.

Phải xác định chiều rộng thực đối với từng chuỗi các lỗ và triển khai ngang qua cấu kiện và dọc theo bất cứ tuyến ngang, xiên hay đường chữ chi bất kỳ nào.

Chiều rộng thực đối với mỗi dãy phải được xác định bằng chiều rộng của cấu kiện trừ đi tổng các chiều rộng của tất cả các lỗ ở trong dãy và cộng thêm lượng $s^2/4g$ cho mỗi khoảng cách giữa các lỗ tiếp liền nhau ở trong dãy, trong đó:

s	=	bước của bất kỳ hai lỗ tiếp liền nhau (mm)
g	=	kích cỡ của cùng hai lỗ (mm)

Đối với các thép góc, kích cỡ đối với các lỗ trong các cạnh kê đối diện phải bằng tổng các kích cỡ từ lưng của các thép góc trừ đi chiều dày.

6.8.4. TỶ SỐ ĐỘ MÀNH GIỚI HẠN

Các bộ phận chịu kéo khác với các thanh kéo, thanh có tai treo, dây cáp và các bản phải thỏa mãn các yêu cầu độ mảnh quy định ở đây:

- Đối với các cấu kiện chính chịu ứng suất đối dấu $l / r \leq 140$
- Đối với các cấu kiện chính không chịu các ứng suất đối dấu $l / r \leq 200$
- Đối với các cấu kiện giằng $l / r \leq 240$

trong đó :

l = chiều dài không giằng (mm)

r = bán kính hồi chuyển nhỏ nhất (mm)

6.8.5. CÁC CẤU KIỆN TỔ HỢP

6.8.5.1. Tổng quát

Các phân bố chính của các cấu kiện chịu kéo được tổ hợp từ thép hình cán hoặc hàn phải được liên kết hoặc bằng các bản liên tục có hoặc không khoét lỗ, hoặc bằng các bản nối có hoặc không có thanh nẹp. Các liên kết hàn giữa thép hình và các bản thép phải liên tục. Các liên kết bulông giữa thép hình và các bản thép phải tuân theo các quy định của Điều 6.13.2

6.8.5.2. Các bản khoét lỗ

Tỷ lệ của chiều dài theo phương của ứng suất với chiều rộng của các lỗ không được vượt quá 2,0.

Khoảng cách tịnh giữa các lỗ theo phương của ứng suất không được nhỏ hơn khoảng cách ngang giữa các đường bulông hoặc đường hàn gần nhất. Khoảng cách tịnh giữa đầu của bản và lỗ thứ nhất không được nhỏ hơn 1,25 lần khoảng cách ngang giữa các bulông hoặc đường hàn.

Chu vi đường tròn của các lỗ phải có bán kính tối thiểu là 38 mm.

Các chiều rộng không được chống đỡ ở các mép của các lỗ có thể giả định là góp phần vào diện tích thực của bộ phận.

Ở chỗ nào các lỗ được bố trí so le theo các bản khoét lỗ ngược nhau, diện tích thực của bộ phận phải được xem như cùng diện tích của mặt cắt có các lỗ trong cùng mặt phẳng ngang.

6.8.6. CÁC THANH CÓ TAI TREO

6.8.6.1. Sức kháng tính toán

Sức kháng tính toán của thân của thanh có tai treo phải lấy như quy định trong Phương trình 6.8.2.1-1.

6.8.6.2. Sự cân đối

Các thanh có tai treo phải có chiều dày đồng đều, không nhỏ hơn 14 mm hoặc lớn hơn 50 mm.

Bán kính chuyển tiếp giữa đầu và thân của thanh có tai treo không được nhỏ hơn chiều rộng của đầu tại đường tim của lỗ chốt.

Chiều rộng thực của đầu tại đường tim của lỗ chốt không được nhỏ hơn 135% chiều rộng cần thiết của thân.

Kích thước thực của đầu ở bên ngoài lỗ chốt lấy theo phương dọc không được nhỏ hơn 75% của chiều rộng của thân.

Chiều rộng của thân không được vượt quá tám lần chiều dày của nó.

Tim của lỗ chốt phải được đặt trên trục dọc của thân của thanh có tai treo. Đường kính lỗ chốt không được lớn hơn đường kính chốt 0,8 mm.

Đối với các loại thép có cường độ chảy dẻo nhỏ nhất chỉ định lớn hơn 480 MPa, đường kính lỗ không được vượt năm lần chiều dày của thanh có tai treo.

6.8.6.3. Đệm chèn

Các thanh có tai treo của một bộ phải đối xứng đối với mặt phẳng trung tâm của cấu kiện và càng song song càng tốt. Chúng phải được ngăn giữ chống lại sự chuyển động nằm ngang trên các chốt và chống lại sự cong vênh nằm ngang do sự chéo của cầu.

Các thanh có tai treo phải được bố trí để các thanh kê ở trong cùng khoang được tách ra ít nhất là 14 mm. Phải có các vòng đệm để đệm mọi khe hở giữa các thanh có tai treo kê nhau trên một chốt. Các thanh chéo giao nhau đều không đủ xa để không trở ngại lẫn nhau ở mọi lúc thì phải được kẹp chặt lại cùng nhau ở chỗ giao nhau.

6.8.7. CÁC BẢN LIÊN KẾT CHỐT

6.8.7.1. Tổng quát

Ở nơi nào có thể được thì nên tránh các bản liên kết chốt.

Các quy định của Điều 6.8.2.1 phải được thỏa mãn.

6.8.7.2. Bản chốt

Sức kháng ép mặt tính toán trên các bản chốt, P_r , phải lấy như sau:

$$P_r = \varphi_b P_n = \varphi_b A_b F_y \quad (6.8.7.2-1)$$

Ở đây:

- P_n = sức kháng ép mặt danh định (N)
- A_b = diện tích ép mặt chiếu lên bản (mm²)
- F_y = cường độ chảy dẻo nhỏ nhất quy định của bản (MPa)
- φ_b = hệ số sức kháng đối với ép mặt quy định trong Điều 6.5.4.2.

Bản chính có thể được tăng cường trong vùng lỗ bằng gắn vào các bản chốt để gia tăng chiều dày của tấm bản chính.

Nếu sử dụng bản chốt, phải bố trí để giảm thiểu độ lệch tâm của hoạt tải và được gắn vào bản chính bằng các đường hàn hoặc các bulông đủ để truyền các lực ép mặt từ các bản chốt vào bản chính.

6.8.7.3. Sự cân đối

Tổ hợp diện tích thực của bản chính và các bản chốt trên một mặt cắt ngang xuyên qua đường tim của lỗ chốt không được nhỏ hơn 1,4 lần diện tích thực yêu cầu của bản chính ở xa lỗ.

Diện tích thực tổ hợp của bản chính và các bản chốt ở xa lỗ chốt, lấy theo phương dọc, không được nhỏ hơn diện tích thực yêu cầu của bản chính ở xa lỗ chốt.

Tim của lỗ chốt phải được đặt trên trục dọc của bản chính. Đường kính lỗ chốt không được lớn hơn đường kính chốt là 0,8 mm.

Đối với các thép có cường độ chảy tối thiểu quy định lớn hơn 480 MPa, đường kính lỗ không được vượt quá năm lần chiều dày tổ hợp của bản chính và các bản chốt.

Chiều dày tổ hợp của bản chính và các bản chốt không được nhỏ hơn 12% của chiều rộng thực từ mép lỗ đến mép của bản hoặc các bản. Chiều dày của bản chính không được nhỏ hơn 12% của chiều rộng yêu cầu ở xa lỗ.

6.8.7.4. Đệm chèn

Các cấu kiện liên kết chốt phải được ngăn giữ chống lại sự chuyển động nằm ngang trên chốt và chống lại sự cong vênh do sự chéo của cầu.

6.9. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

6.9.1. TỔNG QUÁT

Các quy định của điều này được áp dụng cho các cấu kiện thép liên hợp và không liên hợp có mặt cắt không đổi với ít nhất một mặt phẳng đối xứng và chịu hoặc nén dọc trục hoặc nén dọc trục và uốn kết hợp đối với trục đối xứng.

Các vòm còn phải thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.14.4.

Các thanh mạ chịu nén của các giàn chạy giữa còn phải thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.14.2.9.

6.9.2. SỨC KHÁNG NÉN

6.9.2.1. Nén dọc trục

Sức kháng tính toán của các cấu kiện trong chịu nén, P_r , phải được lấy như sau:

$$P_r = \varphi_c P_n \quad (6.9.2.1.-1)$$

trong đó:

P_n = sức kháng nén danh định theo quy định ở các Điều 6.9.4 và 6.9.5 (N)

φ_c = hệ số sức kháng đối với nén theo quy định trong Điều 6.5.4.2

6.9.2.2. Nén dọc trục và uốn kết hợp

Tải trọng nén dọc trục, P_n , và các mômen xảy ra đồng thời, M_{ux} và M_{uy} , tính toán đối với các tải trọng tính toán bằng các phương pháp giải tích đàn hồi phải thỏa mãn mối quan hệ sau đây:

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{P_r} < 0,2 \quad , \quad \text{thì} \quad \frac{P_u}{2,0P_r} + \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1,0 \quad (6.9.2.2-1)$$

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{P_r} \geq 0,2 \quad , \quad \text{thì} \quad \frac{P_u}{P_r} + \frac{8,0}{9,0} \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1,0 \quad (6.9.2.2-2)$$

P_r = sức kháng nén tính toán theo quy định trong Điều 6.9.2.1 (N)

M_{rx} = sức kháng uốn tính toán theo trục x theo quy định trong các Điều 6.10.6.11 và 6.12 (N-mm)

M_{ry} = sức kháng uốn tính toán theo trục y theo quy định trong các Điều 6.10.6.11 và 6.12 (N-mm)

M_{ux} = mômen uốn tính toán theo trục x được tính toán theo quy định ở bên dưới (N-mm)

M_{uy} = mômen uốn tính toán theo trục y được tính toán theo quy định ở bên dưới (N-mm)

Các mômen M_{ux} và M_{uy} theo các trục đối xứng, có thể được xác định bằng hoặc:

- Sự phân tích đàn hồi bậc hai, có tính đến độ khuếch đại mômen gây ra bởi tải trọng trục tính toán, hoặc
- Sự điều chỉnh gần đúng một bước như quy định trong Điều 4.5.3.2.2b.

6.9.3. TỶ SỐ ĐỘ MẠNH GIỚI HẠN

Các cấu kiện chịu nén phải thỏa mãn các yêu cầu của độ mảnh ở đây:

- Đối với các bộ phận chính: $\frac{K\ell}{r} \leq 120$
- Đối với các bộ phận liên kết: $\frac{K\ell}{r} \leq 140$

trong đó:

K = hệ số chiều dài hiệu dụng quy định trong Điều 4.6.2.5

ℓ = chiều dài không giàng (mm)

r = bán kính hồi chuyển nhỏ nhất (mm)

Đối với riêng điều này, bán kính hồi chuyển quay có thể tính trên một mặt cắt tương tự bỏ qua phần của diện tích của một thành phần, miễn là:

- Khả năng của thành phần căn cứ trên diện tích và bán kính quay thực tế lớn hơn các tải trọng tính toán, và
- Khả năng của thành phần tương tự căn cứ trên diện tích triết giảm và bán kính quay tương ứng cũng lớn hơn các tải trọng tính toán.

6.9.4. CÁC CẤU KIỆN KHÔNG LIÊN HỢP

6.9.4.1. Sức kháng nén danh định

Đối với các cấu kiện thỏa mãn các yêu cầu chiều rộng/chiều dày chỉ định trong Điều 6.9.4.2, sức kháng nén danh định, P_n , phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } \lambda \leq 2,25 \text{ thì } P_n = 0,66^{\lambda} F_y A_s \quad (6.9.4.1-1)$$

$$\text{Nếu } \lambda > 2,25 \text{ thì } P_n = \frac{0,88 F_y A_s}{1} \quad (6.9.4.1-2)$$

$$\text{với: } \lambda = \left[\frac{K\ell}{r_s \pi} \right]^2 \frac{F_y}{E} \quad (6.9.4.1-3)$$

trong đó:

- A_s = diện tích mặt cắt ngang nguyên (mm²)
- F_y = cường độ chảy (MPa)
- E = môđun đàn hồi (MPa)
- K = hệ số chiều dài hiệu dụng quy định trong Điều 4.6.2.5.
- ℓ = chiều dài không giàng (mm)
- r_s = bán kính hồi chuyển theo mặt phẳng bùng (mm)

Đối với các cọc thép chỉ dưới tải trọng trục, P_n không được vượt quá trị số sau đây:

- Đối với các cọc H 0,78 $F_y A_s$
- Đối với các cọc ống 0,87 $F_y A_s$

6.9.4.2. Các tỷ số chiều rộng/chiều dày giới hạn đối với nén dọc trục

Độ mảnh của các bản phải thỏa mãn:

$$\frac{b}{t} \leq k \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (6.9.4.2.1)$$

trong đó:

- k = hệ số oằn của bản theo quy định trong Bảng 1
- b = chiều rộng của bản như quy định trong Bảng 1 (mm)
- t = chiều dày bản (mm)

Chiều dày vách của các ống phải thỏa mãn:

- Đối với các ống tròn : $\frac{D}{t} \leq 2,8 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (6.9.4.2-2)$

- Đối với các ống chữ nhật : $\frac{b}{t} \leq 1,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (6.9.4.2-3)$

trong đó:

- D = đường kính ống (mm)
- b = chiều rộng mặt (mm)
- t = chiều dày ống (mm)

Đối với các cấu kiện khi thiết kế có dùng các phương trình của Điều 6.9.2.2, F_y như sử dụng ở đây, có thể được thay thế bởi ứng suất nén tính toán lớn nhất do tải trọng dọc trục tính toán và mômen uốn xảy ra đồng thời.

Bảng 6.9.4.2.1 - Các tỷ số chiều rộng - chiều dày giới hạn

Các bản được đỡ dọc một mép	K	b
Các bản cánh và các cạnh nhô ra hoặc các bản	0,56	• Chiều rộng nửa bản cánh của các mặt cắt I
		• Chiều rộng toàn bản cánh của các thép [
		• Khoảng cách giữa mép tự do và hàng bulông thứ nhất hoặc các đường hàn trong các bản
		• Toàn chiều rộng của cạnh bên nhô ra đối với các đôi thép góc trong tiếp xúc liên tục
Các thân của thép T cán	0,75	• Toàn chiều cao của T
Các cấu kiện nhô ra khác	0,45	• Toàn chiều rộng của cạnh bên nhô ra đối với thanh chống thép góc đơn hoặc thanh chống thép góc đôi với tấm ngăn
		• Toàn chiều rộng nhô ra đối với các cấu kiện khác
Các bản được đỡ dọc hai mép	k	b
Các bản cánh hộp và các bản tấp	1,40	• Khoảng cách tính giữa các bản bụng trừ đi bán kính góc trong trên mỗi bên đối với các bản cánh hộp
		• Khoảng cách giữa các đường hàn hoặc bulông đối với các bản phủ bản cánh
Các bản bụng và các cấu kiện bản khác	1,49	• Khoảng cách tính giữa các bản cánh trừ đi các bán kính đường hàn đối với các bản bụng của các dầm cán
		• Khoảng cách tính giữa các thanh đỡ mép đối với tất cả các cấu kiện khác
Các bản tấp có khoét lỗ	1,86	• Khoảng cách tính giữa các thanh đỡ mép

6.9.4.3. Các cấu kiện tổ hợp

6.9.4.3.1. Tổng quát

Phải áp dụng các quy định của Điều 6.9.4.2. Tỷ số độ mảnh của các cấu kiện giữa các bulông liên kết không được nhiều hơn 75% của tỷ số độ mảnh khống chế của bộ phận.

6.9.4.3.2. Các bản khoét lỗ

Các bản khoét lỗ phải thỏa mãn các yêu cầu của các Điều 6.9.4.2 và 6.8.5.2 và phải được thiết kế cho tổng lực cắt do các tải trọng tính toán và một lực cắt phụ lấy như sau:

$$V = \frac{P_r}{100} \left[\frac{100}{(\ell/r) + 10} + \frac{8.8 (\ell/r) F_y}{E} \right] \quad (6.9.4.3.2-1)$$

trong đó:

- V = lực cắt phụ thêm (N)
 P_r = sức kháng nén tính toán quy định trong các Điều 6.9.2.1 và 6.9.2.2 (N)
 ℓ = chiều dài cấu kiện (mm)
 r = bán kính hồi chuyển theo trục thẳng góc đến bản khoét lỗ (mm)
 F_y = cường độ chảy (MPa)

6.9.5. CÁC CẤU KIỆN LIÊN HỢP

6.9.5.1. Sức kháng nén danh định

Các quy định của điều này áp dụng cho các cột liên hợp không chịu uốn. Các quy định của Điều 6.12.2.3 áp dụng cho các cột liên hợp chịu uốn.

Sức kháng nén danh định của cột liên hợp thỏa mãn các quy định của Điều 6.9.5.2 phải lấy như sau:

$$\text{Nếu } \lambda \leq 2.25 \text{ thì } P_n = 0.66^\lambda F_c A_s \quad (6.9.5.1-1)$$

$$\text{Nếu } \lambda > 2.25 \text{ thì } P_n = \frac{0.88 F_c A_s}{\lambda} \quad (6.9.5.1-2)$$

với :

$$\lambda = \left[\frac{K\ell}{r_s\pi} \right]^2 \frac{F_c}{E_c} \quad (6.9.5.1-3)$$

$$F_c = F_y + C_1 F_{yr} \left(\frac{A_r}{A_s} \right) + C_2 f'_c \left(\frac{A_r}{A_s} \right) \quad (6.9.5.1-4)$$

$$E_c = E \left[1 + \left(\frac{C_3}{n} \right) \left(\frac{A_c}{A_s} \right) \right] \quad (6.9.5.1-5)$$

trong đó :

- A_s = diện tích mặt cắt ngang của mặt cắt thép (mm²)
 A_c = diện tích mặt cắt ngang của bê tông (mm²)
 A_r = tổng diện tích mặt cắt ngang của cốt thép dọc (mm²)
 F_y = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của mặt cắt thép (MPa)
 F_{yr} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cốt thép dọc (MPa)
 f'_c = cường độ nén 28 ngày nhỏ nhất quy định của bê tông (MPa)
 E = môđun đàn hồi của thép (MPa)
 ℓ = chiều dài không giằng của cột (mm)
 K = hệ số chiều dài hiệu dụng theo quy định trong Điều 4.6.2.5
 n = tỷ số môđun của bê tông theo quy định trong Điều 6.10.5.1.1b

- r_s = bán kính hồi chuyển của mặt cắt thép trong mặt phẳng uốn, nhưng không nhỏ hơn 0,3 lần chiều rộng của bộ phận liên hợp trong mặt phẳng uốn đối với các thép hình được bọc bê tông liên hợp (mm)
- C_1, C_2, C_3 = hằng số cột liên hợp được quy định trong Bảng 1.

Bảng 6.9.5.1-1 - Các hằng số cột liên hợp

	Các ống được nhồi đầy	Các thép hình được bọc
C_1	1,0	0,70
C_2	0,85	0,60
C_3	0,40	0,20

Khi xác định sự khuếch đại mômen đối với các bộ phận liên hợp chịu nén dọc trục và uốn kết hợp theo sự điều chỉnh gần đúng một bước quy định trong Điều 4.5.3.2.2b, phải áp dụng phương trình sau đây:

$$P_c = \frac{A_s F_c}{\lambda} \quad (6.9.5.1-6)$$

6.9.5.2. Các giới hạn

6.9.5.2.1. Tổng quát

Sức kháng nén phải được tính toán phù hợp với Điều 6.9.5.1, nếu diện tích mặt cắt ngang của mặt cắt thép gồm ít nhất 4% tổng diện tích mặt cắt ngang của bộ phận.

Sức kháng nén phải được tính toán như là cột bê tông cốt thép trong Phần 5, nếu diện tích mặt cắt ngang của thép hình hoặc ống nhỏ hơn 4% tổng diện tích mặt cắt ngang.

Cường độ nén của bê tông phải ở giữa 20 MPa và 55 MPa.

Cường độ chảy của mặt cắt thép và cốt thép dọc sử dụng để tính sức kháng nén danh định phải không vượt quá 420 MPa.

Sự truyền tất cả tải trọng trong cột liên hợp phải được xem xét trong thiết kế các thành phần đỡ.

Mặt cắt ngang phải có ít nhất một trục đối xứng

6.9.5.2.2. Các ống nhồi đầy bê tông

Các yêu cầu về chiều dày của vách đối với các ống không nhồi quy định trong Điều 6.9.4.2 phải áp dụng cho các ống liên hợp nhồi đầy bê tông.

6.9.5.2.3. Các thép hình bọc bê tông

Các thép hình bọc bê tông phải được tăng cường bằng cốt thép dọc và ngang. Cốt thép phải tuân theo các quy định của Điều 5.7.4.6, trừ khoảng cách thẳng đứng của các thanh giằng ngang phải không được vượt quá trị số nhỏ nhất của:

- 16 lần đường kính thanh thép dọc
- 48 lần đường kính thanh giằng hoặc
- 0,5 kích thước bên nhỏ nhất của cấu kiện liên hợp

Nhiều thép hình trong cùng mặt cắt ngang của một cột liên hợp phải được liên kết với nhau bằng đai và các bản giằng để phòng oằn các thép hình riêng lẻ trước khi bê tông đông cứng.

6.10. CÁC MẶT CẮT CHỮ I CHỊU UỐN

6.10.1. TỔNG QUÁT

Các điều khoản ở mục này được áp dụng cho các mặt cắt chữ I thẳng chịu uốn bằng thép cán hoặc tổ hợp đối xứng đối với trục thẳng đứng nằm trong mặt phẳng của bản bụng dầm.

Các mặt cắt “lai” hoặc “phối hợp” gồm một bản bụng có cường độ chảy nhỏ nhất quy định thấp hơn cường độ ở một hoặc cả hai bản cánh có thể được thiết kế theo các quy định này. Cho phép dùng các mặt cắt mà thép bản bụng có cường độ cao hơn thép ở các bản cánh nhưng không được coi là mặt cắt “lai”.

Các điều khoản của các mục này được áp dụng cho các mặt cắt đặc chắc hoặc không đặc chắc và các mặt cắt liên hợp hoặc không liên hợp.

Các cấu kiện chịu uốn phải được thiết kế theo :

- Sức kháng uốn theo trạng thái giới hạn cường độ được quy định trong mục 6.10.4
- Kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng đối với độ võng dài hạn được quy định trong Mục 6.10.5.
- Trạng thái giới hạn mỏi và đứt gãy của các chi tiết được quy định theo Mục 6.5.3 và các yêu cầu về độ mỏi đối với các bản bụng dầm theo quy định Mục 6.10.6.
- Sức kháng cắt theo trạng thái giới hạn cường độ được quy định theo Mục 6.10.7 và
- Tính khả thi của kết cấu được quy định theo 6.10.3.2.

Có thể xem xét các điều khoản tùy chọn về độ võng theo Mục 2.5.2.6.2.

6.10.2. CÁC GIỚI HẠN TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC MẶT CẮT.

Căn cứ trên việc nghiên cứu về uốn, các tỷ lệ cấu tạo của mặt cắt chữ I phải thoả mãn các điều sau đây trong tất cả các giai đoạn thi công và trong trạng thái cuối cùng.

Trong mục 6.10.2.2, f_c và D_c phải được lấy sao thích hợp với điều kiện đang nghiên cứu.

6.10.2.1. Các tỷ lệ cấu tạo chung

Các cấu kiện uốn phải được cấu tạo theo tỷ lệ sao cho:

$$0,1 \leq \frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0,9 \quad (6.10.2.1-1)$$

trong đó :

I_y = mô men quán tính của mặt cắt thép đối với trục thẳng đứng trong mặt phẳng của bản bụng (mm^4)

I_{yc} = mô men quán tính của bản cánh chịu nén của mặt cắt thép quanh trục đứng trong mặt phẳng của bản bụng (mm^4).

6.10.2.2. Độ mảnh của bản bụng.

Bản bụng dầm phải được cấu tạo sao cho:

$$\text{Khi không có gờ tăng cường dọc} \quad \frac{2D_c}{t_w} \leq 6,77 \sqrt{\frac{E}{f_c}} \quad (6.10.2.2.1).$$

$$\text{Khi có gờ tăng cường dọc} \quad \frac{2D_c}{t_w} \leq 6,77 \sqrt{\frac{E}{f_c}} \quad (6.10.2.2-2)$$

trong đó:

D_c = chiều cao của bản bụng chịu nén trong phạm vi đàn hồi (mm)

f_c = ứng suất ở bản cánh chịu nén do lực tính toán (Mpa)

6.10.3. ÁP DỤNG

6.10.3.1. Các mặt cắt liên hợp

Các mặt cắt liên hợp được định nghĩa là những mặt cắt gồm một bản mặt bê tông liên kết với một mặt cắt thép bằng liên kết chống cắt phù hợp với Điều 6.10.7.4 và có thể áp dụng cho các hệ bản mặt khác được chứng minh đảm bảo có tác dụng liên hợp và chống uốn ngang.

6.10.3.1.1. Các ứng suất

6.10.3.1.1a. Trình tự chất tải trọng

Ứng suất đàn hồi ở một vị trí bất kỳ trên mặt cắt liên hợp do tải trọng tác dụng gây ra phải bằng tổng số các ứng suất gây ra bởi các lực tác dụng riêng rẽ tác dụng vào:

- Phân thép
- Mặt cắt liên hợp ngắn hạn và
- Mặt cắt liên hợp dài hạn.

Tải trọng dài hạn tác dụng, trước khi bản đạt được $75\% f_c$, được giả thiết phải do mặt cắt thép chịu đơn độc. Tải trọng dài hạn và hoạt tải tác dụng sau khi bản đạt được $75\% f_c$ được giả thiết phải do mặt cắt liên hợp chịu. Đối với các công trình có trụ đỡ phải giả thiết toàn bộ tải trọng dài hạn tác dụng sau khi bản đạt được $75\% f_c$ và trong tài liệu hợp đồng phải chỉ rõ như vậy.

6.10.3.1.1b. Uốn dương

Khi tính toán các ứng suất uốn phải xét mặt cắt liên hợp gồm mặt cắt thép và mặt cắt chuyển đổi của bản bê tông với bề rộng hiệu dụng.

Đối với các tải trọng tạm thời, giả thiết chúng tác dụng vào mặt cắt liên hợp ngắn hạn và mặt cắt bản khi chuyển đổi phải dùng tỉ số mô đun ngắn hạn, n .

Đối với các tải trọng dài hạn, giả thiết chúng tác dụng vào mặt cắt liên hợp dài hạn mặt cắt bản khi chuyển đổi thì dùng tỉ số mô đun bằng $3n$.

Đối với bê tông có khối lượng riêng thông thường, tỉ số môđun có thể lấy như sau:

$$16 \leq f_c \leq 20 ; \quad n = 10$$

$$20 \leq f_c \leq 25 ; \quad n = 9$$

$$25 \leq f_c \leq 32 ; \quad n = 8$$

$$32 \leq f_c \leq 41 ; \quad n = 7$$

$$41 \leq f_c ; \quad n = 6$$

6.10.3.1.1c. Uốn âm

Để tính toán các ứng suất do mô men gây ra, đối với cả mô men liên hợp dài hạn lẫn ngắn hạn, mặt cắt liên hợp phải bao gồm cả mặt cắt thép và cốt thép theo phương dọc trọng phạm vi chiều rộng hiệu dụng của bản.

6.10.3.1.1d. Chiều rộng hiệu dụng của bản

Nếu không có thông tin tốt hơn, phải áp dụng các qui định của Điều 4.6.2.6.

6.10.3.1.2. Mô men chảy

Mô men chảy M_y ở một mặt cắt liên hợp phải lấy bằng tổng các mô men tác dụng riêng lẻ vào phần thép và vào các mặt cắt liên hợp ngắn hạn và dài hạn để gây trạng thái chảy đầu tiên ở một trong hai bản cánh thép, khi không xét đến chảy hình thành ở bản bụng của mặt cắt "lai".

6.10.3.1.3. Mô men dẻo

M_p phải được tính toán bằng mô men đầu tiên của lực dẻo đối với trục trung hoà dẻo. Để tính toán các lực dẻo trong các phần thép của mặt cắt liên hợp, phải dùng cường độ chảy tương ứng cho cả bản cánh, bản bụng và cốt thép. Lực dẻo trong các phần bê tông chịu nén của mặt cắt liên hợp có thể dựa trên khối ứng suất chữ nhật như chỉ dẫn trong Điều 5.7.2.2. và bỏ qua bê tông chịu kéo.

Vị trí của trục trung hoà dẻo phải được xác định theo điều kiện cân bằng mà không có lực dọc trục thuần tuý.

6.10.3.1.4. Chiều cao của bản bụng chịu nén.

6.10.3.1.4a. Tại mô men đàn hồi

Đối với các mặt cắt chịu uốn dương, chiều cao của bản bụng chịu nén D_c tại mô men đàn hồi thiết kế bằng chiều cao mà trên đó tổng đại số của các ứng suất trong thép ở các mặt cắt liên hợp dài hạn và liên hợp ngắn hạn do các tính tải và hoạt tải gây ra cộng với xung kích đều là ứng suất nén. Đối với các mặt cắt chịu uốn âm, có thể tính toán D_c cho mặt cắt bao gồm dầm thép cộng với cốt thép theo phương dọc.

6.10.3.1.4b. Tại mô men dẻo

Chiều cao của bản bụng chịu nén tại mô men dẻo D_{cp} có thể được xác định như sau:

- Đối với các mặt cắt chịu uốn dương, khi trục trung hoà dẹt qua bản bụng, D_{cp} được lấy là:

$$D_{cp} = \frac{D}{2} \left[\frac{F_{yt}A_t - F_{yc}A_c - 0,85f'_c A_s - F_{yr}A_r}{F_{yw}A_w} + 1 \right] \quad (6.10.3.1.4b-1)$$

trong đó:

- D_{cp} = chiều cao bản bụng chịu nén tại mô men dẹt (mm).
- D = chiều cao bản bụng (mm).
- A_s = diện tích bản.
- A_t = diện tích bản cánh chịu kéo (mm^2).
- F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa).
- F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cốt thép dọc trong mặt cắt (Mpa)
- F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu kéo (MPa).
- F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa).
- F_c = cường độ chịu nén 28 ngày quy định của bê tông (MPa).

- Đối với tất cả các mặt cắt chịu uốn dương, D_{cp} phải lấy bằng 0 và yêu cầu về độ mảnh của bản bụng trong mặt cắt đặc chắc ở Điều 6.10.4.1.2 phải coi là đã thoả mãn.
- Đối với các mặt cắt chịu uốn âm khi có trục trung hoà dẹt đi qua bản bụng:

$$D_{cp} = \frac{D}{2A_w F_{yw}} (F_{yt}A_t + F_{yw}A_w - F_{yc}A_c) \quad (6.10.3.1.4b-2)$$

- Đối với các mặt cắt khác chịu uốn âm, D_{cp} phải lấy bằng D .

6.10.3.2. Yêu cầu về cấu tạo đối với các mặt cắt liên hợp

6.10.3.2.1. Tổng quát

Để đảm bảo yêu cầu về cấu tạo đối với các mặt cắt liên hợp ở trạng thái cuối cùng nhưng không liên hợp trong quá trình thi công khi nghiên cứu phải được coi là các mặt cắt không liên hợp ở các giai đoạn khác nhau theo trình tự lắp đặt mặt cầu qua việc sử dụng tổ hợp tải trọng thích hợp trong Bảng 3.4.1-1 để tính toán. Các đặc trưng hình học, chiều dài giằng, và ứng suất được sử dụng trong tính toán sức kháng uốn danh định theo mục này chỉ áp dụng đối với mặt cắt thép dưới tác dụng của tải trọng thi công tính toán. Các thay đổi về tải trọng, độ cứng và hệ giằng trong các giai đoạn đổ bê tông phải được xem xét.

6.10.3.2.2. Sức kháng uốn danh định

Phải tiến hành nghiên cứu về cấu tạo của các dầm liên hợp theo các quy định của Điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh bản cánh chịu nén của mặt cắt không đặc chắc.

Các dầm liên hợp trong giai đoạn thi công, khi còn chưa được liên hợp phải thoả mãn các yêu cầu nêu trong Điều 6.10.2.2 về độ mảnh của bản bụng không đặc chắc theo truyền thống.

6.10.3.2.3. Sức kháng cắt danh định

Đối với các bản bụng của các mặt cắt đồng chất, có các sườn tăng cường ngang và có hoặc không có các sườn tăng cường dọc, sức kháng cắt danh định để nghiên cứu về trình tự lắp mặt cầu phải là:

$$V_n = C V_p$$

trong đó:

C = tỉ số của ứng suất gây mất ổn định trên trị số cường độ chảy dẻo khi chịu cắt theo quy định ở bản cánh 6.10.7.3.3a.

V_p = khả năng chịu cắt dẻo được quy định ở Điều 6.10.7.3.3a (N)

6.10.3.3. Các mặt cắt không liên hợp

Khi xét về mặt kỹ thuật có tính khả thi, phải dùng các kết cấu liên hợp.

Đối với các mặt cắt thép không có các neo chống cắt được quy định phù hợp với Điều 6.10.7.4 cho phép xem là những mặt cắt không liên hợp.

6.10.3.3.1. Mô men chảy và mô men dẻo

Phải tính mô men chảy M_y của một mặt cắt không liên hợp là mô men cần thiết để gây ra chảy đầu tiên ở một trong bản cánh khi không xét đến bất kỳ sự chảy nào ở bản bụng của mặt cắt "lai".

Mô men dẻo M_p của một mặt cắt không liên hợp phải lấy bằng tổng mô men của toàn bộ sự phân phối ứng suất dẻo tác dụng vào mặt cắt.

6.10.3.3.2. Chiều cao của bản bụng chịu nén tại mô men dẻo

Chiều cao của bản bụng tại mô men dẻo phải được xác định như dưới đây:

Nếu: $F_{yw}A_w \geq F_{yc}A_c - F_{yt}A_t$,

Thì
$$D_{cp} = \frac{D}{2A_w F_{yw}} (F_{yt}A_t + F_{yw}A_w - F_{yc}A_c) \quad (6.10.3.3.2-1)$$

Ngược lại: $D_{cp} = D$

trong đó:

D = chiều cao bản bụng (mm)

A_t = diện tích bản cánh chịu kéo (mm²)

A_c = diện tích bản cánh chịu nén (mm²)

A_w = diện tích bản bụng (mm²)

F_{yc} = cường độ chảy dẻo nhỏ nhất được quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất được quy định của bản cánh chịu kéo (MPa)

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất được quy định của bản bụng (MPa)

6.10.3.4. Độ cứng

Có thể dùng các đặc trưng về độ cứng sau đây để phân tích các cấu kiện chịu uốn:

- Đối với tải trọng tác dụng lên các mặt cắt không liên hợp: các đặc trưng về độ cứng của mặt cắt thép.
- Đối với các tải trọng thường xuyên tác dụng lên các mặt cắt liên hợp: các đặc trưng về độ cứng của mặt cắt liên hợp dài hạn với giả thiết là mặt cầu bê tông làm việc hoàn toàn trên toàn bộ nhịp.
- Đối với các tải trọng nhất thời tác dụng lên các mặt cắt liên hợp: các đặc trưng về độ cứng của mặt cắt liên hợp ngắn hạn với giả thiết là mặt cầu bê tông làm việc hoàn toàn trên toàn bộ nhịp.

6.10.3.5. Tác dụng của gió lên các bản cánh dầm

6.10.3.5.1. Các mặt cắt đặc

Mô men tính toán của bản cánh dưới do tác dụng gió ngang phải được giả thiết sẽ do một bề rộng b_w ở mỗi cạnh của bản cánh chịu tính theo công thức:

$$b_w = \frac{b_{fb} - \sqrt{b_{fb}^2 - \frac{4M_w}{t_{fb} F_{yb}}}}{2} \leq \frac{b_{fb}}{2} \quad (6.10.3.5.1-1)$$

trong đó:

- b_{fb} = Chiều rộng cánh dưới (mm)
- t_{fb} = Bề dày bản cánh dưới (mm)
- F_{yb} = Cường độ chảy dẻo nhỏ nhất được quy định của bản cánh dưới (MPa)
- M_w = Mô men ngang lớn nhất ở bản cánh dưới do tải trọng gió tính toán (N-mm)

Các tải trọng thẳng đứng trong tổ hợp tải trọng được nghiên cứu phải được giả thiết sẽ do mặt cắt liên hợp hữu ích chịu. Mặt cắt này được xác định bằng cách bỏ bớt bề rộng b_w ở mỗi cạnh mép của bản cánh dưới. Phải căn cứ vào mặt cắt hữu ích này để xác định mọi sức kháng cần thiết.

6.10.3.5.2. Các mặt cắt không đặc

Các ứng suất ở bản cánh dưới của các mặt cắt không đặc phải được tổ hợp như sau:

$$(F_u + F_w) \leq F_r \quad (6.10.3.5.2-1)$$

với
$$F_w = \frac{6M_w}{t_{fb} b_{fb}^2} \quad (6.10.3.5.2-2)$$

trong đó:

- F_w = ứng suất uốn ở các cạnh mép của bản cánh dưới do tác dụng của lực gió tính toán (MPa)
- F_u = ứng suất uốn ở bản cánh dưới do tác dụng của các tải trọng tính toán khác ngoài trừ tải trọng gió (MPa)
- F_r = sức kháng uốn tính toán của mỗi bản cánh được quy định trong Điều 6.10.4 (MPa)

M_w = mô men ngang lớn nhất ở bản cánh dưới do tác dụng của lực gió tính toán (N-mm)

Không yêu cầu phải nghiên cứu đối với bản cánh trên. Nếu sức kháng uốn danh định của bản cánh trên được tính toán theo các quy định ở Điều 6.10.4.2.3 thì phải sử dụng mặt cắt hữu ích được quy định ở Điều 6.10.4.5.1 trong các tính toán đó.

6.10.3.6. Mặt cắt thực

Trong các cấu kiện uốn có thể bỏ qua các lỗ để bắt bu lông cường độ cao hoặc các lỗ mở (để hở) có đường kính không quá 32mm miễn là diện tích bị khuyết đi ở mỗi bản cánh không vượt quá 15% diện tích của bản cánh đó. Đối với mọi diện tích bị khuyết ở bản cánh vượt quá 15% diện tích bản cánh, phải trừ chúng ra khỏi mặt cắt thô. Chiều rộng các lỗ bu lông phải theo quy định trong Điều 6.8.3.

Đối với vật liệu mối nối, phải áp dụng các quy định của các Điều 6.8.1 và 6.13.5.

6.10.3.7. Cốt thép tối thiểu ở các bản chịu uốn âm

Trong các miền chịu uốn âm của bất kỳ nhịp liên tục nào, tổng diện tích mặt cắt ngang của cốt thép dọc phải không nhỏ hơn 1% tổng diện tích mặt cắt ngang của bản. Cốt thép dùng để thỏa mãn yêu cầu này phải có cường độ chảy dẻo nhỏ nhất được quy định không nhỏ hơn 420 Mpa và có cỡ không lớn hơn các thanh No. 19.

Phải bố trí cốt thép cần thiết làm hai lớp phân bố đều trên suốt bề rộng bản và hai phần ba số lượng phải được đặt ở lớp trên. Các thanh cốt thép phải đặt cách nhau không quá 150mm trong mỗi hàng.

Có thể dùng các bộ phận liên kết chống cắt ở các miền chịu uốn âm của các mặt cắt liên hợp. Khi bỏ trống các liên kết chống cắt ở miền chịu uốn âm thì thông thường tất cả các cốt dọc phải được kéo dài vào đến miền chịu uốn dương và vượt ra ngoài các liên kết chống cắt một khoảng cách không nhỏ hơn chiều dài khai triển được quy định ở Phần 5.

6.10.4. SỨC KHÁNG UỐN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

Sức kháng uốn tính toán đối với mô men và ứng suất phải được lấy như sau:

$$M_r = \phi_f M_n \quad (6.10.4-1)$$

và
$$F_r = \phi_f F_n \quad (6.10.4-2)$$

trong đó:

ϕ_f = hệ số kháng uốn được quy định ở Điều 6.5.4.2

M_n = sức kháng uốn danh định (N-mm)

F_n = sức kháng uốn danh định ở mỗi bản cánh (MPa)

Các quy định về phân phối lại mô men của Điều 6.10.4.4 không được áp dụng cho các cấu kiện chịu uốn nhịp đơn.

Đối với các cấu kiện chịu uốn có nhịp liên tục, có thể dùng các quy định về đàn hồi ở Điều 6.10.4 hoặc các quy định không đàn hồi ở Điều 6.10.10 để nghiên cứu trạng thái giới hạn cường độ. Chỉ đối với các cấu kiện liên hợp hoặc không liên hợp với mặt cắt I có chiều cao không đổi, có các mặt cắt đặc được chống đỡ bên trong và có cường độ chảy dẻo nhỏ nhất đảm bảo quy định không vượt quá 345 Mpa mới đủ điều kiện cho phép phân tích theo phương pháp không đàn hồi được chỉ dẫn ở Điều 6.10.10.

6.10.4.1. Phân loại sức kháng uốn

6.10.4.1.1. Cường độ chảy dẻo nhỏ nhất quy định

Nghiên cứu về sức kháng uốn của các mặt cắt chữ I thoả mãn các giới hạn về tỉ lệ hình học trong Điều 6.10.2 và nghiên cứu về vật liệu thép có cường độ chảy dẻo nhỏ nhất quy định như sau:

- Không vượt quá 345 MPa và có chiều cao mặt cắt không đổi phải được thực hiện theo các quy định về độ mảnh của bản bản bụng có mặt cắt đặc của Điều 6.10.4.1.2, hoặc
- Vượt quá 345 MPa và có chiều cao mặt cắt thay đổi phải được thực hiện theo các quy định về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc của Điều 6.10.4.1.4.

6.10.4.1.1. Độ mảnh của bản bản bụng có mặt cắt đặc

Nếu:

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.2-1)$$

trong đó:

- D_{cp} = chiều cao của bản bản bụng chịu nén tại lúc mô men dẻo (mm)
 F_{yc} = cường độ chảy dẻo nhỏ nhất được quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

thì bản bụng được xem là đặc và

- Đối với các mặt cắt liên hợp chịu uốn dương sức kháng uốn phải được xác định theo các quy định của Điều 6.10.4.2.2 về sức kháng uốn dương của mặt cắt liên hợp đặc hoặc
- Đối với các mặt cắt khác, việc nghiên cứu phải tiến hành theo các quy định của Điều 6.10.4.1.3 về độ mảnh của bản cánh chịu kéo có mặt cắt đặc.

Nếu khác đi thì bản bản bụng không đủ điều kiện để coi là đặc và

Nếu không sử dụng công thức Q thì:

- Đối với các mặt cắt liên hợp chịu uốn dương, phải xác định sức kháng uốn của mỗi bản cánh theo các quy định của Điều 6.10.4.2.4 về sức kháng uốn của bản cánh có mặt cắt không đặc, hoặc
- Đối với các cắt khác, phải tiến hành nghiên cứu theo các quy định của Điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc hoặc :

Nếu sử dụng công thức Q thì phải theo các quy định của Điều 6.10.4.1.5 về điều kiện của công thức Q.

6.10.4.1.3. Độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc chắc

Nếu :
$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 0.382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.3-1)$$

trong đó:

b_f = chiều rộng bản cánh chịu nén (mm)

t_f = bề dày bản cánh chịu nén (mm)

Việc tính toán phải theo các quy định ở Điều 6.10.4.1.6 về sự tác động qua lại giữa độ mảnh của bản bụng có mặt cắt đặc chắc và bản cánh chịu nén.

Nếu không như vậy thì bản cánh chịu nén không được coi là đặc và :

Nếu không xét công thức Q thì phải nghiên cứu theo các quy định của Điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc, hoặc:

Nếu sử dụng công thức Q thì tính toán phải theo các quy định của Điều 6.10.4.1.5 về điều kiện sử dụng công thức Q.

6.10.4.1.4. Độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc

Nếu :

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 1.38 \sqrt{\frac{E}{f_c \sqrt{\frac{2D_c}{t_w}}}} \quad \text{không có sườn tăng cường dọc} \quad (6.10.4.1.4-1)$$

hoặc:

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 0.408 \sqrt{\frac{E}{f_c}} \quad \text{có sườn tăng cường dọc} \quad (6.10.4.1.4-2)$$

trong đó:

b_f = chiều rộng của bản cánh chịu nén (mm).

f_c = ứng suất trong bản cánh chịu nén do tác dụng của tải trọng tính toán đang nghiên cứu (MPa) thì tính toán phải theo các quy định của Điều 6.10.4.1.9 về việc giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc.

Nếu không đạt thì mặt cắt không được chấp nhận và phải chọn một mặt cắt mới.

6.10.4.1.5. Điều kiện sử dụng công thức Q theo cách tùy chọn.

Nếu mặt cắt đang xét chịu uốn âm và không có các sườn tăng cường dọc thì phải nghiên cứu theo các quy định của Điều 6.10.4.1.8 về độ mảnh của bản bụng theo công thức Q theo cách tùy chọn của bản cánh chịu nén.

Nếu không đạt thì việc nghiên cứu phải tiến hành theo các quy định của Điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc.

6.10.4.1.6. Tương tác độ mảnh giữa bản bụng có mặt cắt đặc chắc và bản cánh chịu nén**6.10.4.1.6a. Tổng quát**

Nếu:

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.6a-1)$$

Và:

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.6a-2)$$

thì phải theo quy định của Điều 6.10.4.1.7 về việc giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc chắc.

Nếu không đạt thì phải theo phương trình ở Điều 6.10.4.1.6b về sự tác động qua lại giữa bản bụng có mặt cắt đặc chắc và bản cánh chịu nén.

6.10.4.1.6b. Phương trình tương tác

Nếu:

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} + 9,35 \left[\frac{b_f}{2t_f} \right] \leq 6,25 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.6b-1)$$

Phải theo quy định của Điều 6.10.4.1.7 về việc giằng bản cánh chịu nén.

Khi không đạt thì:

Nếu không dùng công thức tùy chọn Q, thì phải tiếp tục xét theo quy định của điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc.

Nếu áp dụng công thức tùy chọn Q, thì có thể nghiên cứu theo quy định của Điều 6.10.4.1.5 về điều kiện của công thức Q tùy chọn.

6.10.4.1.7. Giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc chắc.

Nếu:

$$L_b \leq \left[0,124 - 0,0759 \left(\frac{M_l}{M_p} \right) \right] \left[\frac{r_y E}{F_{yc}} \right] \quad (6.10.4.1.7-1)$$

trong đó:

L_b = chiều dài không được giằng (mm)

r_y = bán kính hồi chuyển nhỏ nhất của mặt cắt thép đối với trục thẳng đứng (mm)

M_l = mô men nhỏ hơn do tác dụng của tải trọng tính toán ở mỗi đầu của chiều dài không được giằng (N-mm).

M_p = mô men dẻo (N-mm).

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (Mpa).

Trong đó: (M/M_p) phải lấy giá trị âm nếu phần cấu kiện trong phạm vi chiều dài không được giằng bị uốn theo đường cong ngược lại.

và:

- Các quy định của Điều 6.10.4.1.6a hoặc 6.10.4.1.6b về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc chắc đã được thoả mãn, bản cánh chịu nén được coi như đặc chắc thì sức kháng uốn phải được xác định theo quy định của Điều 6.10.4.2.1 về sức kháng uốn của mặt cắt đặc chắc thông thường hoặc:
- Khi các quy định của Điều 6.10.4.1.6a hoặc 6.10.4.1.6b về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc chắc, không được thoả mãn thì sức kháng uốn có thể được xác định theo các quy định về sức kháng uốn của điều 6.10.4.2.3 dựa trên công thức Q theo cách tùy chọn.

Nếu không đạt thì phải nghiên cứu theo quy định của điều 6.10.4.1.9 về việc giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc.

6.10.4.1.8. Độ mảnh của bản bụng và bản cánh chịu nén dùng công thức Q theo cách tùy chọn

Nếu
$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 6,77 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.6b-1)$$

và:
$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 2,52 \sqrt{\frac{E}{F_{yc} \sqrt{\frac{2D_{cp}}{t_w}}}} \quad (6.10.4.1.8-2)$$

Thì có thể xét theo quy định của Điều 6.10.4.1.7 về việc giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt đặc.

Nếu không đạt thì phải xét theo quy định của Điều 6.10.4.1.4 về độ mảnh của bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc.

6.10.4.1.9. Giằng bản cánh chịu nén có mặt cắt không đặc chắc.

Nếu:

$$L_b \leq L_p = 1,76r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.1.9-1)$$

trong đó:

r_t = bán kính hồi chuyển đối với trục thẳng đứng của một mặt cắt quy ước bao gồm bản cánh chịu nén của mặt cắt thép cộng thêm với $\frac{1}{3}$ chiều cao của bản bụng chịu nén (mm).

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa).

Phải xác định sức kháng uốn của mỗi bản cánh theo cách xác định sức kháng uốn của bản cánh có mặt cắt không đặc chắc theo Điều 6.10.4.2.4.

Nếu không thì:

- Đối với các mặt cắt liên hợp trong trạng thái làm việc cuối cùng của chúng, việc nghiên cứu phải được tiến hành theo quy định của Điều 6.10.4.2.5 về oằn ngang do xoắn của mặt cắt liên hợp, hoặc
- Đối với mặt cắt không liên hợp hoặc bố trí cấu tạo để thi công của các mặt cắt liên hợp, việc nghiên cứu phải được tiến hành theo qui định các Điều 6.10.4.2.6 về oằn ngang do xoắn của mặt cắt không liên hợp.

6.10.4.1. Xác định sức kháng uốn

Mọi mặt cắt được dự kiến đạt tới M_p phải được giằng theo phương ngang.

6.10.4.2.1. Sức kháng uốn của các mặt cắt đặc chắc thông thường

Phải lấy sức kháng uốn danh định như sau:

$$M_n = M_p \quad (6.10.4.2.1-1)$$

trong đó:

M_n = sức kháng uốn danh định (N-mm)

6.10.4.2.2. Sức kháng uốn dương của mặt cắt liên hợp đặc chắc.

6.10.4.2.2a. Tổng quát

Nếu mặt cắt đang nghiên cứu nằm trong :

- Một nhịp đơn, hoặc
- Một nhịp liên tục có các mặt cắt đặc chắc trong miền chịu uốn âm trên các gối tựa bên trong, sức kháng uốn danh định của mặt cắt liên hợp đặc trong miền chịu uốn dương phải được lấy như sau:

- Nếu $D_p \leq D'$ thì:

$$M_n = M_p \quad (6.10.4.2.2a-1)$$

- Nếu $D' < D_p \leq 5D'$ thì:

$$M_n = \frac{5M_p - 0,85M_y}{4} + \frac{0,85M_y - M_p}{4} \left(\frac{D_p}{D'} \right) \quad (6.10.4.2.2a-2)$$

trong đó:

D_p = khoảng cách từ đỉnh bản tới trục trung hoà tại lúc mômen dẻo (mm).

D' = khoảng cách được quy định ở Điều 6.10.4.2.2b (mm)

M_y = khả năng chịu mômen chảy ban đầu của mặt cắt liên hợp ngắn hạn chịu mômen dương (N-mm)

Nếu không thì sức kháng uốn danh định có thể được xác định bằng một trong các phương pháp sau nhưng không được lấy lớn hơn giá trị của M_n được tính toán từ Phương trình 1 hoặc Phương trình 2.

- Phương pháp gần đúng:

$$M_n = 1,3 R_h M_y \quad (6.10.4.2.2a-3)$$

- Phương pháp chính xác:

$$M_n = R_h M_y + A [M_{np} - M_{cp}] \quad (6.10.4.2.2a-4)$$

trong đó:

R_h = hệ số "lai" được quy định trong Điều 6.10.4.3.1

A = đối với các nhịp biên, bằng khoảng cách từ gối đỡ biên đến vị trí mặt cắt ngang trong nhịp chia cho chiều dài nhịp. Đối với các nhịp trong bằng 1,0

M_{cp} = mômen do các tải trọng tính toán gây ra ở gối đỡ trong đồng thời với mômen uốn dương lớn nhất ở mặt cắt ngang đang xét (N-mm).

M_{np} = sức kháng uốn danh định ở một gối đỡ trong (N-mm)

Trị số của $[M_{np} - M_{cp}]$ đối với các nhịp trong phải lấy bằng trị số nhỏ hơn trong số các giá trị ở các đầu nhịp.

Khi dùng phương pháp chính xác, mômen dương tương ứng không được vượt quá $R_h M_y$ đối với tải trọng tính toán gây ra mômen âm lớn nhất ở gối đỡ liên kế.

6.10.4.2.2b. Các yêu cầu về tính dẻo

Mặt cầu bê tông phải được bảo vệ không bị vỡ do ép bê tông còn non tuổi và bị chẻ dọc khi mặt cắt liên hợp tiến dần tới mô men dẻo. Điều quy định ở đây có thể dùng thay cho các phương pháp chính xác hơn để thoả mãn yêu cầu trên.

Đối với các mặt cắt liên hợp đặc chịu uốn dương, nếu mô men do tác dụng của tải trọng tính toán, gây ra ứng suất bản cánh vượt quá cường độ chảy của mỗi bản cánh, nhân với hệ số lai R_h thì mặt cắt phải thoả mãn:

$$\left[\frac{D_p}{D'} \leq 5 \right] \quad (6.10.4.2.2b-1)$$

trong đó:

$$D' = \beta \frac{d + t_s + t_h}{7,5} \quad (6.10.4.2.2b-2)$$

ở đây:

β = 0,9 đối với $F_y = 250$ MPa

β = 0,7 đối với $F_y = 345$ MPa

- D_p = khoảng cách từ đỉnh bản của mặt cắt liên hợp tới trục trung hoà tại mô men dẻo (mm)
 d = chiều cao của mặt cắt thép
 t_h = bề dày của nách bê tông ở phía trên của bản cánh trên (mm)
 t_s = bề dày của bản bê tông (mm)

6.10.4.2.3. Tính sức kháng uốn dựa trên công thức Q theo cách tùy chọn

Sức kháng uốn M_n có thể được lấy theo giá trị nhỏ hơn của:

- $M_n = M_p$ hoặc (6.10.4.2.3-1)

- $$M_n = \left[1 - \left[1 - \frac{0,7}{\left[\frac{M_p}{M_y} \right]} \right] \left[\frac{Q_p - Q_{II}}{Q_p - 0,7} \right] \right] M_p$$
 (6.10.4.2.3-2)

trong đó:

- Đối với các mặt cắt không đối xứng:

$$Q_p = 5,47 \left[\frac{M_p}{M_y} \right] - 3,13, \text{ hoặc} \quad (6.10.4.2.3-3)$$

- Đối với các mặt cắt đối xứng:

$$Q_p = 3,0 \quad (6.10.4.2.3-4)$$

và

Nếu:
$$\frac{b_t}{2t_f} \leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.2.3-5)$$

$$Q_{II} = \frac{30,5}{\sqrt{\frac{2D_{cp}}{t_w}}} \quad (6.10.4.2.3-6)$$

nếu không thì:

$$Q_{II} = \frac{4,45}{\left[\frac{b_f}{2t_f} \right]^2 \sqrt{\frac{2D_{cp}}{t_w}}} \frac{E}{F_{yc}} \quad (6.10.4.2.3-7)$$

trong đó:

- M_p = mô men dẻo
 F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)
 M_y = mô men chảy được quy định trong Điều 6.10.3.1.2 (N-mm)

6.10.4.2.4. Sức kháng uốn của bản cánh có mặt cắt không đặc chắc

Sức kháng uốn danh định của mỗi bản cánh, khi xét về ứng suất phải được lấy như sau:

$$F_n = R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.4.2.4-1)$$

trong đó:

- R_h = hệ số lai được quy định ở Điều 6.10.4.3.1
- R_b = hệ số truyền tải trọng được quy định ở Điều 6.10.4.3.2
- F_{yf} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cánh (MPa)

6.10.4.2.5. Sức kháng uốn của bản cánh của mặt cắt liên hợp chịu oằn khi xoắn ngang**6.10.4.2.5a. Các bản cánh chịu nén**

Sức kháng uốn danh định của bản cánh chịu nén, xét về ứng suất phải được xác định bằng:

Nếu:

$$L_b \leq L_r = 4,44r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}},$$

$$F_n = C_b R_b R_h F_{yc} \left[1,33 - 0,187 \left(\frac{L_b}{r_t} \right) \sqrt{\frac{F_{yc}}{E}} \right] \leq R_b R_h F_{yc} \quad (6.10.4.2.5a-1)$$

nếu không thì

$$F_n = C_b R_b R_h \left[\frac{9,86E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \right] \leq R_b R_h F_{yc} \quad (6.10.4.2.5a-2)$$

trong đó:

- Đối với các dầm hẫng không được giằng hoặc đối với các cấu kiện mà mô men trong phạm vi lớn của đoạn dầm không được giằng vượt qua giá trị lớn hơn trong hai giá trị của các mô men mút đầu của đoạn dầm ta lấy:

- $C_b = 1,0$; hoặc (6.10.4.2.5a-3)

- Đối với các trường hợp khác:

$$C_b = 1,75 - 1,05 \left(\frac{P_l}{P_h} \right) + 0,3 \left(\frac{P_l}{P_h} \right)^2 \leq 2,3 \quad (6.10.4.2.5a-4)$$

trong đó:

- C_b = hệ số điều chỉnh gradient mômen.
- P_l = lực trong bản cánh chịu nén tại điểm giằng ứng với lực có giá trị thấp hơn dưới tác dụng của tải trọng tính toán (N)
- P_h = lực trong bản cánh chịu nén tại điểm giằng ứng với lực có giá trị cao hơn do tác dụng của tải trọng tính toán (N).
- L_b = chiều dài đoạn không được giằng (mm)

- r_t = bán kính hồi chuyển của một mặt cắt quy ước gồm bản cánh chịu nén của mặt cắt thép cộng với một phần ba chiều cao của bản bụng chịu nén lấy đối với trục thẳng đứng (mm).
 F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (Mpa)
 R_h = hệ số lai được quy định ở Điều 6.10.4.3.1
 R_b = hệ số xét đến oằn cục bộ được quy định ở Điều 6.10.4.3.2

(P_i/P_h) phải lấy giá trị âm nếu P_i là một lực kéo.

6.10.4.2.5b. Các bản cánh chịu kéo

Sức kháng uốn danh định của bản cánh chịu kéo khi xét về ứng suất, phải được xác định như dưới đây:

$$F_n = R_b R_h F_{yt} \quad (6.10.4.2.5b-1)$$

trong đó:

- F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định (MPa) của bản cánh chịu kéo.

6.10.4.2.6. Sức kháng uốn của mặt cắt không liên hợp bị oằn do xoắn ngang

6.10.4.2.6a. Các bản cánh chịu nén

Sức kháng uốn danh định phải được xác định như sau:

Nếu:

- Có sườn tăng cường dọc hoặc
- $\frac{2D_c}{t_w} \leq \lambda_b \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$,

$$M_n = 3.14E C_b R_h \left(\frac{I_{yc}}{L_b} \right) \sqrt{0,772 \left(\frac{J}{I_{yc}} \right) + 9,87 \left(\frac{d}{L_b} \right)^2} \leq R_h M_y \quad (6.10.4.2.6a-1)$$

Không thì :

Nếu:

$$L_b \leq L_r = 4,44 \sqrt{\frac{I_{yc} d E}{S_{xc} F_{yc}}}$$

$$M_n = C_b R_b R_h M_y \left[1 - 0,5 \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_b R_h M_y \quad (6.10.4.2.6a-2)$$

Không thì:

$$M_n = C_b R_b R_h \frac{M_y}{2} \left(\frac{L_r}{L_b} \right)^2 \leq R_b R_h M_y \quad (6.10.4.2.6a-3)$$

$$J = \frac{Dt_w^3}{3} + \sum \frac{b_f t_f^3}{3} \quad (6.10.4.2.6a-4)$$

$$L_p = 1,76r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.4.2.6a-5)$$

trong đó:

- λ_b = 5,76 đối với các cấu kiện có diện tích bản cánh chịu nén bằng hoặc lớn hơn diện tích bản cánh chịu kéo
- λ_b = 4,64 đối với các cấu kiện có diện tích bản cánh chịu nén nhỏ hơn diện tích bản cánh chịu kéo
- C_b = hệ số điều chỉnh gradient mô men
- I_{yc} = mô men quán tính của bản cánh chịu kéo của mặt cắt thép đối với trục thẳng đứng trong mặt phẳng bản bụng (mm^4)
- S_{xc} = mô đun mặt cắt đối với trục nằm ngang của mặt cắt có liên quan đến bản cánh chịu nén (mm^3)
- M_y = mô men chảy đối với bản cánh chịu nén được quy định ở Điều 6.10.3.3.1
- R_h = hệ số lai được quy định ở Điều 6.10.4.3.1
- r_t = bán kính quán tính nhỏ nhất của mặt cắt chịu nén đối với trục thẳng đứng (mm)
- t_f = bề dày bản cánh chịu nén (mm)
- F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

6.10.4.2.6b. Các bản cánh chịu kéo

Sức kháng uốn danh định của bản cánh chịu kéo, xét về ứng suất phải được xác định như dưới đây:

$$F_n = R_b R_h F_{yt} \quad (6.10.4.2.6b-1)$$

trong đó:

- F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định bản cánh chịu kéo (MPa)

6.10.4.3. Các hệ số giảm ứng suất bản cánh

6.10.4.3.1. Hệ số lai R_h

6.10.4.3.1a. Tổng quát

Đối với các mặt cắt đồng nhất, R_h được lấy bằng 1,0.

Đối với các mặt cắt lai khi ứng suất ở cả hai bản cánh, dưới tác dụng của tải trọng tính toán, không vượt quá cường độ chảy của bản bụng thì hệ số lai R_h lấy bằng 1,0.

Đối với các mặt cắt lai trong đó một bản cánh đạt tới cường độ chảy dưới tác dụng của tải trọng tính toán, thì dùng một trong hai Điều 6.10.4.3.1b hoặc 6.10.4.3.1c, hoặc cả hai điều.

Không nên áp dụng hệ số giảm cho các mặt cắt đặc chắc vì ảnh hưởng của vật liệu cường độ thấp hơn ở bản bụng được tính bù khi tính toán mô men dẻo như được quy định ở điều 6.10.3.1.3.

6.10.4.3.1b. Uốn dương

Đối với sức kháng uốn của mặt cắt lai liên hợp chịu uốn dương, phải lấy hệ số giảm do lai như sau:

$$R_h = 1 - \left[\frac{\beta\Psi(1-\rho)^2(3-\Psi+\rho\Psi)}{6+\beta\Psi(3-\Psi)} \right] \quad (6.10.4.3.1b-1)$$

trong đó:

- ρ = F_{yw}/F_{yb}
- β = A_w/A_{fb}
- Ψ = d_n/d
- d_n = khoảng cách từ thớ ngoài của bản cánh dưới tới trục trung hoà của mặt cắt liên hợp ngắn hạn đã được biến đổi (mm)
- d = chiều cao của mặt cắt thép (mm)
- F_{yb} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cánh dưới (MPa)
- F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)
- A_w = diện tích của bản bụng (mm²)
- A_{fb} = diện tích bản cánh dưới (mm²)

6.10.4.3.1c. Uốn âm

Trường hợp trung hoà của các mặt cắt liên hợp lai được xác định theo quy định của điều 6.10.3.1.4a, nằm trong phạm vi 10% của chiều cao bản bụng kể từ giữa bản bụng, hệ số lai phải lấy là:

$$R_h = \frac{12 + \beta(3\rho - \rho^3)}{12 + 2\beta} \quad (6.10.4.3.1c-1)$$

trong đó:

- ρ = F_{yw}/f_{fl}
- β = $2A_w/A_{tf}$
- A_{tf} = đối với các mặt cắt liên hợp, tổng diện tích của cả hai bản cánh thép và cốt thép dọc nằm trong mặt cắt; đối với các mặt cắt không liên hợp, diện tích của cả hai bản cánh thép (mm²)
- f_{fl} = trị số nhỏ hơn giữa cường độ chảy nhỏ nhất quy định và ứng suất do tải trọng tính toán gây ra ở mỗi bản cánh (MPa)

Đối với các mặt cắt lai liên hợp khác chịu uốn âm, hệ số lai phải được lấy là:

$$R_h = \frac{M_{yr}}{M_y} \quad (6.10.4.3.1c-2)$$

trong đó

M_{yr} = mô men chảy mà sự chảy ở bản bụng được tính đến (N-mm)

M_y = sức kháng chảy, khi xét về mô men và bỏ qua sự chảy ở bản bụng (N-mm)

6.10.4.3.2. Hệ số truyền tải trọng R_b

6.10.4.3.2a. Các bản cánh chịu nén

- Nếu có tăng cường theo phương dọc, hoặc

$$\bullet \quad \frac{2D_c}{t_w} \leq \lambda_b \sqrt{\frac{E}{f_c}} \quad (6.10.4.3.2a-1)$$

Nếu không thì

$$R_b = 1 - \left(\frac{a_r}{1200 + 300a_r} \right) \left(\frac{2D_c}{t_w} - \lambda_b \sqrt{\frac{E}{f_c}} \right) \quad (6.10.4.3.2a-2)$$

với

$$a_r = \frac{2D_c t_w}{A_c} \quad (6.10.4.3.2a-3)$$

trong đó:

λ_b = 5,76 đối với các cấu kiện có diện tích bản cánh chịu nén bằng hoặc lớn hơn diện tích bản cánh chịu kéo

λ_b = 4,64 đối với các cấu kiện có diện tích bản cánh chịu nén bằng hoặc nhỏ hơn diện tích bản cánh chịu kéo

f_c = ứng suất trong bản cánh chịu nén đang xét do tác dụng của tải trọng tính toán (MPa)

A_c = diện tích của bản cánh chịu nén (mm²)

6.10.4.3.2b. Các bản cánh chịu kéo

Đối với các bản cánh chịu kéo, R_b lấy bằng 1,0

6.10.4.4. Sự phân phối lại mô men theo phân tích đàn hồi

Đối với các cấu kiện chịu uốn của nhịp thép liên tục đặc chắc cho chịu uốn âm, là thép cán hoặc được chế tạo từ thép có cường độ chảy không lớn hơn 345 MPa và có các mặt cắt liên hợp hoặc không liên hợp chịu uốn âm thỏa mãn các yêu cầu của các điều 6.10.4.1.2 và 6.10.4.1.3; 6.10.4.1.6a hoặc 6.10.4.1.6b và 6.10.4.17 thì mô men âm trên các trụ do tác dụng của tải trọng tính toán xác định bằng phương pháp đàn hồi, có thể được triết giảm nhiều nhất là 10%. Kèm theo sự triết giảm đó, phải tăng mô men trên toàn bộ các nhịp kế bên, tương đương về mặt tĩnh học và lấy trái dấu để giảm mô men âm ở các gối đỡ liên kề. Sự phân phối lại mô men không được áp dụng cho mô men âm ở dầm hẫng.

Bằng cách khác, đối với các mặt cắt đặc, sự phân phối lại có thể ước lượng bằng cách áp dụng các phương pháp phi đàn hồi được chỉ dẫn ở Điều 6.10.10.

6.10.5. KIỂM TRA TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VỀ ĐỘ VÔNG DÀI HẠN

6.10.5.1. Tổng quát

Phải áp dụng tổ hợp tải trọng sử dụng ở Bảng 3.4.1-1.

Có thể áp dụng các quy định của Điều 6.10.4 về phân tích đàn hồi và phi đàn hồi. Vẫn sử dụng cách này (tức là đàn hồi và phi đàn hồi) để kiểm tra cả trạng thái giới hạn cường độ lẫn các yêu cầu về độ võng dài hạn.

6.10.5.2. Phân phối lại mômen theo phân tích đàn hồi

Đối với các cấu kiện tuân thủ với Điều 6.10.4.4, khi nghiên cứu độ võng dài hạn, có thể dựa trên tính toán theo phân phối lại mômen.

Ứng suất bản cánh trong uốn dương và uốn âm không được vượt quá:

- Đối với cả hai bản cánh của mặt cắt liên hợp :

$$f_r \leq 0,95 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.5.2-1)$$

- Đối với cả hai bản cánh của mặt cắt không liên hợp

$$f_r \leq 0,80 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.5.2-2)$$

trong đó:

f_r = ứng suất bản cánh dầm đàn hồi do tải trọng tính toán gây ra (MPa)

R_b = hệ số truyền tải trọng quy định ở Điều 6.10.4.3.2

R_h = hệ số lai được quy định ở Điều 6.10.4.3.1

F_{yf} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh (MPa).

6.10.6. CÁC YÊU CẦU VỀ MỎI ĐỐI VỚI BẢN BỤNG

6.10.6.1. Tổng quát

Phải áp dụng các quy định của điều này để kiểm tra uốn ngoài mặt phẳng của bản bụng do uốn hoặc cắt dưới tác dụng lặp đi lặp lại của hoạt tải

6.10.6.2. Tải trọng mỏi

Ứng suất uốn do hoạt tải và ứng suất cắt do tải trọng mỏi như được quy định ở Điều 3.6.1.4 phải lấy bằng hai lần các giá trị được tính theo tổ hợp tải trọng mỏi ở Bảng 3.4.1-1

6.10.6.3. Uốn

Các bản bụng không có gờ tăng cường dọc phải thoả mãn các yêu cầu sau:

Nếu
$$\frac{2D_c}{t_w} \leq 5,70 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}$$

$$f_{cf} = F_{yw} \quad (6.10.6.3-1)$$

Nếu không thì

$$f_{cf} \leq 32,5 E \left[\frac{t_w}{2D_c} \right]^2 \quad (6.10.6.3-2)$$

trong đó :

f_{cf} = ứng suất nén đàn hồi lớn nhất trong cách khi chịu uốn do tác dụng của tải trọng dài hơn chưa nhân hệ số và của tải trọng mỗi theo quy định ở Điều 6.10.6.2 được lấy bằng ứng suất uốn lớn nhất ở bản bụng (MPa)

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bụng (MPa)

D_c = chiều cao của bản bụng chịu nén trong phạm vi đàn hồi (m)

6.10.6.4. Cắt

Phải bố trí các bản bụng của các mặt cắt đồng nhất có gờ tăng cường ngang và có hoặc không có gờ tăng cường dọc được bố trí để thoả mãn :

$$V_{cf} = 0,58 CF_{yw} \quad (6.10.6.4-1)$$

trong đó:

V_{cf} = ứng suất cắt đàn hồi lớn nhất ở bản bụng do tác dụng của tải trọng dài hạn tiêu chuẩn và của tải trọng mỗi như được quy định ở Điều 6.10.6.2 (MPa).

C = tỷ số ứng lực oằn do cắt với cường độ chảy do cắt như được quy định ở Điều 6.10.6.7.3.3a.

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa).

6.10.7. SỨC KHÁNG CẮT

6.10.7.1. Tổng quát

Sức kháng cắt tính toán của dầm hoặc dầm tổ hợp V_r phải được lấy là:

$$V_r = \varphi_v V_n \quad (6.10.7.1-1)$$

V_n = sức kháng cắt danh định được quy định ở các Điều 6.10.7.2 và 6.10.7.3 lần lượt đối với các bản bụng không có gờ tăng cường và có gờ tăng cường.

φ_v = hệ số kháng cắt được quy định ở Điều 6.5.4.2

Các gờ tăng cường ngang trung gian ở giữa phải được thiết kế theo quy định của Điều 6.10.8.1. Các gờ tăng cường dọc phải được thiết kế theo quy định ở Điều 6.10.8.3.

Các khoang bản bụng được tăng cường của mặt cắt đồng nhất phải được nghiên cứu về chịu cắt dưới tác dụng của hoạt tải lập như quy định ở Điều 6.10.4.4 và về tương tác lực cắt uốn như quy định ở Điều 6.10.7.3.3

Các khoang trong của bản bụng dầm đồng nhất và dầm lai:

- Khi không có gờ tăng cường dọc và có khoảng cách giữa các gờ tăng cường ngang không quá 3D hoặc
- Khi có gờ tăng cường dọc và khoảng cách giữa các gờ tăng cường ngang không quá 1,5 lần chiều cao lớn nhất của khoang phụ phải được xem như là được tăng cường và phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.7.3. Nếu khác đi, panen phải được xem như là không được tăng cường và phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.7.2.

Các quy định đối với các panen biên phải theo quy định trong Điều 6.10.7.3.3c hoặc 6.10.7.3.4.

Mômen đồng thời phải xem xét chỉ khi tác dụng dài kéo được áp dụng.

6.10.7.2. Sức kháng danh định của các bản bụng không được tăng cường

Sức kháng cắt danh định của các bản bụng không có tăng cường của các dầm lai và rầm đồng nhất phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } \frac{D}{t_w} \leq 2,46 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}, \quad \text{thì: } V_n = V_p = 0,58F_{yw}Dt_w \quad (6.10.7.2-1)$$

$$\text{Nếu } 2,46 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}} < \frac{D}{t_w} \leq 3,07 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}, \quad \text{thì: } V_n = 1,48t_w^2 \sqrt{EF_{yw}} \quad (6.10.7.2-2)$$

$$\text{Nếu } \frac{D}{t_w} > 3,07 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}, \quad \text{thì: } V_n = \frac{4,55t_w^3 E}{D} \quad (6.10.7.2-3)$$

trong đó:

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)

D = chiều cao bản bụng (mm)

t_w = chiều dày bản bụng (mm)

6.10.7.3. Sức kháng danh định của các bản bụng được tăng cường

6.10.7.3.1. Tổng quát

Sức kháng cắt danh định của các panen biên và phía trong của bản bụng được tăng cường ngang hoặc ngang và dọc phải như quy định trong các Điều 6.10.7.3.3 và 6.10.7.3.4 đối với các mặt cắt thuần nhất và lai tương ứng. Tổng chiều cao bản bụng, D , phải được sử dụng trong xác định sức kháng cắt danh định của các panen bản bụng có các gờ tăng cường dọc. Các gờ tăng cường ngang phải được bố trí cách nhau sử dụng lực cắt lớn nhất trong panen.

Các gờ tăng cường phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.10.8.

6.10.7.3.2. Yêu cầu bố trí

Đối với các panen bản bụng không có gờ tăng cường dọc, phải sử dụng gờ tăng cường ngang, nếu

$$\frac{D}{t_w} > 150 \quad (6.10.7.3.2-1)$$

Khoảng cách giữa các gờ tăng cường ngang, d_o , phải thỏa mãn.

$$d_o \leq D \left[\frac{260}{(D t_w)} \right]^2 \quad (6.10.7.3.2-2)$$

6.10.7.3.3. Các mặt cắt thuận nhất

6.10.7.3.3a. Các panen ở phía trong của các mặt cắt đặc chắc

Sức kháng cắt danh định của các panen bản bụng ở phía trong của các mặt cắt đặc chắc theo các quy định của Điều 6.10.7.1 phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } M_u \leq 0,5 \varphi_f M_p, \text{ thì } V_n = V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2}} \right] \quad (6.10.7.3.3a-1)$$

$$\text{Nếu } M_u > 0,5 \varphi_f M_p, \text{ thì } V_n = R V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2}} \right] \geq C V_p \quad (6.10.7.3.3a-2)$$

với

$$R = \left[0,6 + 0,4 \left(\frac{M_r - M_u}{M_r - 0,75 \varphi_f M_y} \right) \right] \leq 1 \quad (6.10.7.3.3a-3)$$

$$V_p = 0,58 F_{yw} D t_w \quad (6.10.7.3.3a-4)$$

trong đó:

M_u = mômen lớn nhất trong panen đang nghiên cứu do các tải trọng tính toán (N-mm)

V_n = sức kháng cắt danh định (N)

V_p = lực cắt dẻo (N)

M_r = sức kháng uốn tính toán như quy định trong Điều 6.10.2.1 (N-mm)

φ_f = hệ số sức kháng đối với uốn quy định trong Điều 6.5.4.2

M_y = mômen chảy theo quy định trong các Điều 6.10.5.1.2 hoặc 6.10.6.1.1 (N-mm)

D = chiều cao bản bụng

d_o = khoảng cách giữa các gờ tăng cường (mm)

C = tỷ số của ứng suất oằn cắt với cường độ chảy cắt

Tỷ số C phải được xác định theo quy định dưới đây :

$$\text{Nếu } \frac{D}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{E k}{F_{yw}}}, \text{ thì } C = 1 \quad (6.10.7.3.3a-5)$$

$$\text{Nếu } 1,10 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}} \leq \frac{D}{t_w} \leq 1,38 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}}, \quad \text{thì } C = \frac{1,10}{\frac{D}{t_w}} \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}} \quad (6.10.7.3.3a-6)$$

$$\text{Nếu } \frac{D}{t_w} > 1,38 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}}, \quad \text{thì } C = \frac{1,52}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} \left(\frac{Ek}{F_{yw}}\right) \quad (6.10.7.3.3a-7)$$

với

$$k = 5 + \frac{5}{\left(\frac{d_o}{D}\right)^2} \quad (6.10.7.3.3a-8)$$

6.10.7.3.3b. Các panen ở phía trong của các mặt cắt không đặc chắc

Sức kháng cắt danh định của các panen phía trong bản bụng của các mặt cắt không đặc chắc theo các quy định của Điều 6.10.7.1 phải lấy như sau:

$$\text{Nếu } f_u \leq 0,75 \varphi_f F_y, \quad \text{thì } V_n = V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2}} \right] \quad (6.10.7.3.3b-1)$$

$$\text{Nếu } f_u > 0,75 \varphi_f F_y, \quad \text{thì } V_n = R V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2}} \right] \geq C V_p \quad (6.10.7.3.3b-2)$$

$$\text{với: } R = \left[0,6 + 0,4 \left(\frac{F_r - f_u}{F_r - 0,75 \varphi_f F_y} \right) \right] \quad (6.10.7.3.3b-3)$$

trong đó :

f_u = ứng suất lớn nhất trong bản cánh chịu nén ở trong panen đang xem xét do tải trọng tính toán (MPa)

C = tỷ số của ứng suất oằn cắt với cường độ chảy cắt như quy định trong Điều 6.10.7.3.3a

F_r = sức kháng uốn tính toán của bản cánh chịu nén, trong đó f_u được xác định như quy định trong Điều 6.10.2.1 (MPa)

6.10.7.3.3c. Các panen biên

Sức kháng cắt danh định của panen biên phải được giới hạn đến sự oằn cắt hoặc lực chảy cắt và được lấy như sau:

$$V_n = CV_p \quad (6.10.7.3.3c-1)$$

với: $V_p = 0,58 F_{yw} D t_w \quad (6.10.7.3.3c-2)$

trong đó:

C = tỷ số của ứng suất oằn cốt với cường độ cốt chảy như quy định trong Điều 6.10.7.3.3a

V_p = lực cắt dẻo (N).

Khoảng cách của gờ tăng cường ngang đối với các panen biên không có gờ tăng cường dọc không được vượt quá 1,5 D. Khoảng cách gờ tăng cường ngang đối với các panen biên có gờ tăng cường dọc không được vượt quá 1,5 lần chiều cao của panen phụ lớn nhất.

6.10.7.3.4. Các mặt cắt lai

Các yêu cầu khoảng cách của gờ tăng cường ngang của Điều 6.10.7.3.3c không áp dụng cho các mặt cắt lai.

Cường độ cốt danh định của các panen biên và bên trong bản bụng được giới hạn đến oằn cốt hoặc lực chảy cốt, được lấy như sau:

$$V_n = CV_p \quad (6.10.7.3.4-1)$$

6.10.7.4. Các neo chống cắt

6.10.7.4.1. Tổng quát

Trong các mặt cắt liên hợp, phải làm các neo chữ U hoặc neo đỉnh chống cắt ở mặt tiếp xúc giữa bản mặt cầu bê tông và mặt cắt thép để chịu lực cắt ở mặt tiếp xúc.

Ở các cấu kiện liên hợp nhịp giản đơn phải làm các neo chống cắt suốt chiều dài của nhịp.

Ở các cầu liên hợp liên tục thường nên làm các neo chống cắt suốt chiều dài cầu. Trong các vùng uốn âm phải làm các neo chống cắt ở nơi mà cốt thép dọc được xem là một phần của mặt cắt liên hợp. Mặt khác, các neo chống cắt không cần phải làm trong các vùng uốn âm, nhưng phải đặt các neo bổ sung ở trong vùng của các điểm uốn tĩnh tải theo quy định trong Điều 6.10.7.4.3.

Ở nơi mà các neo chống cắt được sử dụng trong các vùng uốn âm, cốt thép dọc phải được kéo dài vào vùng uốn dương theo quy định trong Điều 6.10.1.2.

6.10.7.4.1a. Các kiểu neo

Các neo chữ U và neo đỉnh chống cắt phải được thiết kế theo các quy định của điều này.

Các neo chống cắt cần thuộc một kiểu mà kiểu đó cho phép khi đầm kỹ bê tông thì bảo đảm toàn bộ các bề mặt của chúng được tiếp xúc với bê tông. Các neo phải có khả năng chống lại cả hai chuyển vị thẳng đứng và nằm ngang giữa bê tông và thép.

Tỷ lệ của chiều cao với đường kính của neo đỉnh chịu cắt không được nhỏ hơn 4,0.

Các neo chữ U chống cắt phải có các đường hàn không nhỏ hơn 5 mm đặt dọc theo chân và gót của thép U.

6.10.7.4.1b. Bước neo

Bước của các neo chống cắt phải được xác định để thỏa mãn trạng thái giới hạn mỗi theo quy định trong Điều 6.10.7.4.2 và 6.10.7.4.3 khi có thể áp dụng được. Số lượng tính ra của các neo chống cắt không được nhỏ hơn số lượng yêu cầu để thỏa mãn trạng thái giới hạn cường độ như quy định trong Điều 6.10.7.4.4.

Bước của các neo chống cắt không được nhỏ hơn:

$$p \leq \frac{nZ_r I}{V_{sr} Q} \quad (6.10.7.4.1b-1)$$

trong đó:

- p = bước của các neo chống cắt dọc theo trục dọc (mm)
- n = số lượng các neo chống cắt trong một mặt cắt ngang
- I = mômen quán tính của mặt cắt liên hợp ngắn hạn (mm^4)
- Q = mômen thứ nhất của diện tích quy đổi đối với trục trung hòa của mặt cắt liên hợp thời ngắn hạn (mm^3)
- V_{sr} = phạm vi lực cắt dưới LL+ I xác định cho trạng thái giới hạn mỗi
- Z_r = sức kháng mỗi chịu cắt của một neo chống cắt riêng lẻ theo quy định trong Điều 6.10.7.4.2 (N).

Bước từ tim đến tim của các neo chống cắt không được vượt quá 600 mm và không được nhỏ hơn 6 lần đường kính đỉnh.

6.10.7.4.1c. Khoảng cách ngang

Các neo chống cắt phải được đặt theo phương ngang, ngang qua bản cánh trên của tiết diện thép và có thể đặt cách khoảng theo các cự ly đều hoặc thay đổi.

Các neo đỉnh chống cắt không được đặt gần hơn 4 lần đường kính từ tim đến tim theo phương ngang đến trục dọc của cấu kiện đỡ tựa.

Khoảng cách tính giữa mép của bản cánh trên và mép của neo chống cắt gần nhất không được nhỏ hơn 25 mm.

6.10.7.4.1d. Lớp phủ và độ chôn sâu

Chiều cao tịnh của lớp bê tông phủ ở trên các đỉnh của các neo chống cắt không được nhỏ hơn 50 mm. Các neo chống cắt cần được chôn sâu ít nhất 50 mm vào trong mặt cầu.

6.10.7.4.2. Sức kháng mỗi của các neo chống cắt trong các mặt cắt liên hợp

Sức kháng mỗi của neo chống cắt riêng lẻ, Z , phải được lấy như sau:

$$Z_r = \alpha d^2 \geq \frac{38,0d^2}{2} \quad (6.10.7.4.2-1)$$

$$\text{với:} \quad \alpha = 238 - 29,5 \text{ Log} N \quad (6.10.7.4.2-2)$$

trong đó:

- d = đường kính của neo đỉnh (mm)

N = số chu kỳ quy định trong Điều 6.6.1.2.5

Bước neo phải được xác định từ Phương trình 6.10.7.4.1b-1, sử dụng trị số Z_r và phạm vi lực cắt V_{sr} .

Ảnh hưởng của neo chống cắt lên sức kháng mỏi của bản cánh phải được nghiên cứu bằng sử dụng các quy định của Điều 6.6.1.2.

6.10.7.4.3. Các yêu cầu đặc biệt đối với các điểm uốn tĩnh tải

Ở nơi mà các dầm liên hợp lại không liên hợp đối với sự uốn âm, phải làm các neo chịu cắt bổ sung ở trong vùng các điểm uốn tĩnh tải.

Số lượng các neo bổ sung, n_{AC} phải được lấy như sau:

$$n_{AC} = \frac{A_r f_{sr}}{Z_r} \quad (6.10.7.4.3-1)$$

trong đó :

A_r = tổng diện tích cốt thép ở trong phạm vi chiều rộng hiệu dụng của bản cánh (mm^2)

f_{sr} = phạm vi ứng suất ở trong cốt thép dọc quy định trong Điều 5.5.3.1 (MPa)

Z_r = sức kháng mỏi chịu cắt của một neo chống cắt riêng lẻ theo quy định ở Điều 6.10.7.4.2 (N)

Các neo chống cắt bổ sung phải được đặt trong phạm vi khoảng cách bằng một phần ba của chiều rộng hiệu dụng của bản về mỗi bên của điểm uốn tĩnh tải. Cần đặt các mối nối ở hiện trường sao cho chúng không gây trở ngại cho các neo chống cắt.

6.10.7.4.4. Trạng thái giới hạn cường độ

6.10.7.4.4a. Tổng quát

Sức kháng tính toán của các neo chống cắt Q phải được lấy như sau:

$$Q_r = \varphi_{sc} Q_n \quad (6.10.7.4.4a-1)$$

trong đó:

Q_n = sức kháng danh định theo quy định trong Điều 6.10.7.4-4c.

φ_{sc} = hệ số sức kháng đối với các neo chống cắt theo quy định trong Điều 6.5.4.2

Số lượng neo chống cắt bố trí giữa mặt cắt mômen dương lớn nhất và mỗi điểm kê mômen 0,0, hoặc giữa mỗi điểm kê mômen 0,0 và tim của trụ đỡ ở phía trong không được nhỏ hơn:

$$n = \frac{V_h}{Q_r} \quad (6.10.7.4.4a-2)$$

trong đó:

V_h = lực cắt nằm ngang danh định theo quy định trong Điều 6.10.7.4.4b

Q_r = sức kháng cắt tính toán của một neo chống cắt quy định trong Điều 6.10.7.4.4a

6.10.7.4.4b. Lực cắt nằm ngang danh định

Tổng lực cắt nằm ngang, V_h , ở giữa điểm mômen dương lớn nhất và mỗi điểm kê của mômen 0,0 phải nhỏ hơn của hoặc:

$$V_h = 0.85 f'_c b t_s \quad (6.10.7.4.4b-1)$$

hoặc:

$$V_h = F_{yw} D t_w + F_{yt} b_t t_t + F_{yc} b_r t_r \quad (6.10.7.4.4b-2)$$

trong đó:

- f'_c = cường độ nén 28 ngày quy định của bê tông (MPa)
- b = chiều rộng hiệu dụng của bản (mm)
- b_c = chiều rộng của bản cánh chịu nén (mm)
- b_t = chiều rộng của bản cánh chịu kéo (mm)
- t_s = chiều dày của bản (mm)
- F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)
- F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu kéo (MPa)
- F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)
- D = chiều cao của bản bụng (mm)
- t_t = chiều dày của bản cánh chịu kéo (mm)
- t_r = chiều dày của bản cánh chịu nén (mm)
- t_w = chiều dày của bản bụng (mm)

Đối với các mặt cắt liên hợp nhịp liên tục, tổng lực cắt nằm ngang giữa mỗi điểm kê của mômen 0,0 và tim của gối đỡ ở phía trong phải lấy như sau:

$$V_h = A_r F_{yr} \quad (6.10.7.4.4b-3)$$

trong đó:

- A_r = tổng diện tích của cốt thép dọc ở trên trụ đỡ phía trong, trong phạm vi chiều rộng hiệu dụng của bản (mm²)
- F_{yr} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cốt thép dọc (MPa)

6.10.7.4.4c. Sức kháng cắt danh định

Sức kháng cắt danh định của một neo đỉnh chịu cắt được bọc trong bản bê tông phải được lấy như sau:

$$Q_n = 0,5 A_{sc} \sqrt{f'_c E_c} \leq A_{sc} F_u \quad (6.10.7.4.4c-1)$$

trong đó:

- A_{sc} = diện tích mặt cắt ngang của neo đỉnh chịu cắt (mm²)
- f'_c = cường độ nén 28 ngày quy định của bê tông (MPa)
- E_c = môđun đàn hồi của bê tông theo quy định trong Điều 5.4.2.4 (MPa)
- F_u = cường độ kéo nhỏ nhất quy định của neo đỉnh chịu cắt được quy định trong Điều 6.4.4 (MPa)

Sức kháng cắt danh định của một neo chữ U chịu cắt được chôn trong bản bê tông phải lấy như sau :

$$Q_n = 0,3 (t_f + 0.5t_w) L_c \sqrt{f_c E_c} \quad (6.10.7.4c-2)$$

trong đó:

t_f = chiều dày bản cánh của neo U chịu cắt (mm)

t_w = chiều dày bản bụng của neo U chịu cắt (mm)

L_c = chiều dài của neo U chịu cắt (mm).

6.10.8. GỖ TĂNG CƯỜNG

6.10.8.1. Gờ tăng cường ngang trung gian

6.10.8.1.1. Tổng quát

Các gờ tăng cường ngang gồm có các tấm hoặc thép góc được hàn hoặc liên kết bằng bulông vào hoặc một hoặc cả hai bên của bản bụng.

Các gờ tăng cường không sử dụng như là các tấm nối phải lắp khít chặt vào bản cánh chịu nén, nhưng không cần phải ép vào mặt bản cánh chịu kéo.

Các gờ tăng cường được sử dụng như các tấm nối cho các vách ngang hoặc các khung ngang phải được liên kết vào cả hai bản cánh bằng hàn hoặc bắt bulông.

Khoảng cách giữa đầu của mối hàn gờ tăng cường vào bản bụng và mép gần của đường hàn bản cánh vào bản bụng phải không nhỏ hơn $4t_w$ hoặc lớn hơn $6t_w$.

6.10.8.1.2. Chiều rộng phân thò ra (phân chia)

Chiều rộng, b_t , của mỗi phân chia của gờ tăng cường phải thỏa mãn:

$$50 + \frac{d}{30} \leq b_t \leq 0.48t_p \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \quad (6.10.8.1.2-1)$$

và

$$16,0 t_p \geq b_t \geq 0,25 b_f \quad (6.10.8.1.2-2)$$

trong đó:

d = chiều cao mặt cắt thép (mm)

t_p = chiều dày của phân tố chìa ra (mm)

F_{ys} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của gờ tăng cường (MPa)

b_f = toàn bộ chiều rộng của bản cánh thép trong một mặt cắt (mm)

6.10.8.1.3. Mômen quán tính

Mômen quán tính của bất kỳ gờ tăng cường ngang nào đều phải thỏa mãn:

$$I_t \geq d_o t_w^3 J \quad (6.10.8.1.3-1)$$

với

$$J = 2,5 \left(\frac{D_p}{d_o} \right)^2 - 2,0 \geq 0,5 \quad (6.10.8.1.3-2)$$

trong đó:

- I_t = mômen quán tính của gờ tăng cường ngang quanh mép tiếp xúc với bản bụng đối với các gờ đơn và quanh trục giữa chiều dày của bản bụng đối với các gờ kép (mm^4)
 t_w = chiều dày bản bụng (mm)
 d_o = khoảng cách của gờ tăng cường ngang (mm)
 D_p = chiều cao bản bụng đối với các bản bụng không có các gờ tăng cường dọc hoặc chiều cao lớn nhất của panen phụ đối với các bản bụng có các gờ tăng cường dọc (mm).

Các gờ tăng cường ngang sử dụng kết hợp với các sườn tăng cường dọc cũng phải thỏa mãn:

$$I_t \geq \left(\frac{b_t}{b_\ell} \right) \left(\frac{D}{3,0d_o} \right) I_\ell \quad (6.10.8.1.3-3)$$

trong đó:

- b_t = chiều rộng thiết kế của gờ tăng cường ngang (mm)
 b_ℓ = chiều rộng thiết kế của gờ tăng cường dọc (mm)
 I_ℓ = mômen quán tính của gờ tăng cường dọc lấy qua mép tiếp xúc với bản bụng, căn cứ trên mặt cắt hiệu dụng theo quy định trong Điều 6.10.8.3.3 (mm^4)
 D = chiều cao bản bụng (mm)

6.10.8.1.4. Diện tích

Các gờ tăng cường ngang trung gian yêu cầu để chịu các lực do tác động của dải kéo của bản bụng theo quy định trong Điều 6.10.7.3 phải thỏa mãn:

$$A_s \geq \left[0,15BDt_w(1,0 - C) \frac{V_u}{V_r} - 18,0t_w^2 \right] \left[\frac{F_{yw}}{F_{ys}} \right] \quad (6.10.8.1.4-1)$$

trong đó:

- V_r = sức kháng cắt tính toán theo quy định trong Điều 6.10.2.1 (N)
 V_u = lực cắt do các tải trọng tính toán ở trạng thái giới hạn cường độ (N)
 A_s = diện tích gờ tăng cường; tổng diện tích của cả đôi gờ tăng cường (mm^2)
 B = 1,0 cho các đôi gờ tăng cường
 B = 1,8 cho các gờ tăng cường đơn bằng thép góc
 B = 2,4 cho các gờ tăng cường đơn bằng thép tấm
 C = tỷ số ứng suất oằn cắt với cường độ chảy cắt theo quy định ở Điều 6.10.7.3.3a
 F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)
 F_{ys} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của gờ tăng cường (MPa)

6.10.8.2. Gờ tăng cường đứng ở vị trí gối

6.10.8.2.1. Tổng quát

Các phản lực gối và các tải trọng tập trung khác, hoặc ở trạng thái cuối cùng hoặc trong khi thi công, phải do các gờ tăng cường ở gối chịu.

Các gờ tăng cường gối phải được đặt lên các bản bụng của các dầm thép cán ở tại tất cả các vị trí gối và các điểm của các tải trọng tập trung khác mà ở đó:

$$V_u > 0,75 \varphi_b V_n \quad (6.10.8.2.1-1)$$

trong đó:

φ_b = hệ số sức kháng đối với gối quy định ở Điều 6.5.4.2

V_u = lực cắt do các tải trọng tính toán (N)

V_n = sức kháng cắt danh định từ Điều 6.10.7 (N)

Các gờ tăng cường gối phải được đặt lên các bản bụng của các dầm bản ở tại tất cả các vị trí gối và ở tại tất cả các vị trí chịu các tải trọng tập trung.

Các gờ tăng cường gối phải bao gồm một hoặc nhiều thép bản hoặc thép góc được liên kết bằng hàn hoặc bắt bulông vào cả hai bên của bản bụng. Các mối nối vào bản bụng phải được thiết kế để truyền toàn bộ lực gối do các tải trọng tính toán.

Các gờ tăng cường phải kéo dài ra toàn bộ chiều cao của bản bụng và càng khít càng tốt, tới các mép ngoài của các bản cánh.

Mỗi gờ tăng cường phải được hoặc mài để lắp khít vào bản cánh thông qua đó nó nhận được phản lực, hoặc được gắn vào bản cánh đó bằng đường hàn rãnh ngấu hoàn toàn.

6.10.8.2.2. Chiều rộng phân chia

Chiều rộng, b_t , của mỗi phân chia của gờ tăng cường phải thỏa mãn

$$b_t \leq 0,48 t_p \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \quad (6.10.8.2.2-1)$$

trong đó:

t_p = chiều dày của phân chia (mm)

F_{ys} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của gờ tăng cường (MPa)

6.10.8.2.3. Sức kháng tựa

Sức kháng tựa tính toán, B_r phải được lấy như sau:

$$B_r = \varphi_b A_{pn} F_{ys} \quad (6.10.8.2.3-1)$$

trong đó:

F_{ys} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của gờ tăng cường (MPa)

A_{pn} = diện tích phân chia của gờ tăng cường ở bên ngoài các đường hàn bản bụng vào bản cánh, nhưng không vượt ra ngoài mép của bản cánh (mm²)

φ_b = hệ số sức kháng tựa được quy định trong Điều 6.5.4.2

6.10.8.2.4. Sức kháng dọc trục của các gờ tăng cường đỡ tựa

6.10.8.2.4a. Tổng quát

Sức kháng tính toán dọc trục, P_r , phải được xác định theo quy định trong Điều 6.9.2.1. Bán kính hồi chuyển phải được tính đối với giữa chiều dày của bản bụng và chiều dài hiệu dụng phải bằng 0,75D, trong đó D là chiều cao của bản bụng.

6.10.8.2.4b. Mặt cắt hiệu dụng

Đối với các gờ tăng cường được bắt bulông vào bản bụng, mặt cắt hiệu dụng của cột hiệu dụng chỉ được bao gồm các cấu kiện của gờ tăng cường.

Đối với các gờ tăng cường được hàn vào bản bụng, mặt cắt hiệu dụng của cột hiệu dụng phải bao gồm tất cả các cấu kiện của gờ tăng cường, cộng với dải nằm ở trung tâm của bản bụng, kéo dài ra không quá $9t_w$ sang mỗi bên của các cấu kiện phân chia phía ngoài của nhóm, nếu như sử dụng nhiều hơn một đôi gờ tăng cường.

Dải của bản bụng không được tính vào trong mặt cắt hiệu dụng ở tại các trụ đỡ ở phía trong của các bộ phận lai nhíp liên tục, nếu:

$$\frac{F_{yw}}{F_{yt}} < 0,70 \quad (6.10.8.2.4b-1)$$

trong đó:

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)

F_{yt} = số lớn hơn trong các cường độ chảy nhỏ nhất quy định của các bản cánh (MPa)

6.10.8.3. Các gờ tăng cường dọc

6.10.8.3.1. Tổng quát

Ở nơi nào yêu cầu, các gờ tăng cường dọc có thể gồm hoặc tấm được hàn dọc vào một bên của bản bụng, hoặc thép góc bắt bulông, và phải được đặt ở một khoảng cách $2D_c/5$ từ mé trong của bản cánh chịu nén. D_c là chiều cao của bản bụng chịu nén ở mặt cắt có ứng suất uốn nén lớn nhất.

6.10.8.3.2. Chiều rộng phân chia

Chiều rộng phân chia, b_ℓ , của gờ tăng cường phải thỏa mãn:

$$b_\ell \leq 0,48t_s \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.8.3.2-1)$$

trong đó:

t_s = chiều dày của gờ tăng cường (mm)

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén liên kề (MPa)

6.10.8.3.3. Mômen quán tính

Các đặc trưng mặt cắt của gờ tăng cường phải căn cứ trên diện tích hiệu dụng gồm có gờ tăng cường và dải ở trung tâm của bản bụng không vượt quá $18t_w$.

Các gờ tăng cường dọc phải thỏa mãn:

$$I_{\ell} \geq Dt_w^3 \left[2,4 \left(\frac{d_o}{D} \right)^2 - 0,13 \right] \quad (6.10.8.3.3-1)$$

$$r \geq 0,234d_o \sqrt{\frac{F_{yc}}{E}} \quad (6.10.8.3.3-2)$$

trong đó:

- I_{ℓ} = mômen quán tính của gờ tăng cường dọc và dải bản bụng quanh mép tiếp xúc với bản bụng (mm^4)
- r = bán kính hồi chuyển của gờ tăng cường dọc và dải bản bụng quanh mép tiếp xúc với bản bụng (mm)
- D = chiều cao bản bụng (mm)
- d_o = khoảng cách gờ tăng cường ngang (mm)
- t_w = chiều dày bản bụng (mm)
- F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén liên kết (MPa)

6.10.9. CÁC BẢN TÁP

6.10.9.1. Tổng quát

Chiều dài của bản tấp bất kỳ, L_{cp} , bằng mm, thêm vào một bộ phận, phải thỏa mãn:

$$L_{cp} \geq 2d_s + 900 \quad (6.10.9.1-1)$$

trong đó:

- d_s = chiều cao của mặt cắt thép (mm)

Các bản tấp được hàn trên một phần chiều dài không được dùng trên các bản cánh dày hơn 20 mm đối với các cầu có đường truyền lực không dư, chịu các tải trọng lặp gây ra lực kéo hoặc ứng suất đối dấu ở trong bản cánh.

Chiều dày lớn nhất của bản tấp đơn trên bản cánh không được lớn hơn hai lần chiều dày của bản cánh mà bản tấp được liên kết vào. Không được dùng bản tấp hàn nhiều lớp.

Các bản tấp có thể hoặc rộng hơn hoặc hẹp hơn bản cánh mà chúng được liên kết vào.

6.10.9.2. Các yêu cầu của đầu bản tấp

6.10.9.2.1. Tổng quát

Đầu tính toán của bản tấp phải được lấy bằng mặt cắt ở chỗ mà mômen, M_u , hoặc ứng suất uốn, F_u , do các tải trọng tính toán bằng sức kháng uốn tính toán, M_r hoặc F_r . Bản tấp phải được kéo dài đủ xa quá đầu tính toán để cho:

- Phạm vi ứng suất của đầu thực tế thỏa mãn các yêu cầu thích hợp của mỗi được quy định trong Điều 6.6.1.2, và
- Lực dọc trong bản tấp do các tải trọng tính toán ở đầu tính toán có thể phát triển bằng các mối hàn và/hoặc các bulông đặt ở giữa các đầu tính toán và thực tế.

Chiều rộng ở các đầu của các bản tấp vuốt thon không được nhỏ hơn 75 mm.

6.10.9.2.2. Các đầu hàn

Các mối hàn liên kết bản tấp vào bản cánh ở giữa các đầu tính toán và thực tế phải đầy đủ để phát triển lực tính toán trong bản tấp ở đầu tính toán.

Ở chỗ nào các bản tấp rộng hơn bản cánh, các mối hàn không được bao quanh các đầu của bản tấp.

6.10.9.2.3. Các đầu bắt bulông

Các bulông trong các mối nối ma sát của bản tấp vào bản cánh ở giữa các đầu tính toán và thực tế phải đầy đủ để phát triển lực do các tải trọng tính toán trong bản tấp tại đầu lý thuyết.

Sức kháng trượt của mối nối đầu bắt bulông phải được xác định theo đúng với Điều 6.13.2.8. Các đường hàn dọc liên kết bản tấp vào bản cánh phải được liên tục và phải dừng ở một khoảng cách bằng một cự ly bulông trước hàng thứ nhất của bulông trong phân đầu bắt bulông. Ở chỗ có các bản tấp đầu bắt bulông, tài liệu hợp đồng phải quy định rằng chúng được lắp ráp theo trình tự sau đây:

- Khoan các lỗ,
- Đánh cạo sạch các bề mặt,
- Lắp các bulông,
- Hàn các tấm.

6.10.10. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH PHI ĐÀN HỒI

6.10.10.1. Trạng thái giới hạn cường độ

6.10.10.1.1. Tổng quát

Có thể áp dụng phương pháp phi đàn hồi cho các cấu kiện mặt cắt chữ I liên tục có chiều cao không đổi liên hợp hoặc không liên hợp, có cường độ chảy tối thiểu quy định không vượt 345 MPa và thoả mãn các quy định của điều này.

Phương pháp phân tích phi đàn hồi ở trạng thái giới hạn cường độ phải tính đến:

- Sự phân bố lại mô men từ các khớp dẻo đến các phần còn lại của cấu kiện.
- Các đặc trưng xoay do mô men phi đàn hồi của các mặt cắt yêu cầu phải chịu được các góc xoay dẻo và
- Tải trọng tác dụng riêng rẽ vào các mặt cắt thép của các cấu kiện liên hợp.

Sự phân tích có thể dựa trên hoặc cơ cấu làm việc hoặc các phương pháp tự ứng suất hợp nhất theo quy định trong các Điều 6.10.10.1.2 và 6.10.1.3.

Các mặt cắt yêu cầu chịu được các góc xoay dẻo bổ sung sau khi đạt được M_p phải thoả mãn độ mảnh bản bụng, độ mảnh bản cánh bị nén, các yêu cầu về giằng bản cánh chịu nén và các yêu cầu về gờ tăng cường ở mặt cắt gối quy định trong điều này.

Các mặt cắt liên hợp uốn dương không được phép giả thiết chịu các xoay phi đàn hồi bổ sung thêm sau khi chúng đạt được sức kháng uốn tính toán.

6.10.10.1.a. Độ mảnh bản bụng

Độ mảnh bản bụng của các mặt cắt yêu cầu để chịu các chuyển vị xoay dẻo phải thỏa mãn:

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.10.1.a-1)$$

trong đó:

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

D_{cp} = chiều cao của bản bụng chịu nén (mm)

t_w = chiều dày của bản bụng (mm)

6.10.10.1.b. Độ mảnh bản cánh chịu nén

Độ mảnh bản cánh chịu nén của mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo phải thỏa mãn:

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.10.1.b-1)$$

trong đó:

b_f = chiều rộng của toàn bộ bản cánh (mm)

6.10.10.1.c. Tương tác về độ mảnh

Trong trường hợp cả độ mảnh bản bụng và độ mảnh bản cánh chịu nén của các mặt cắt cần thiết phải chịu được các góc xoay dẻo vượt quá 75% các giá trị giới hạn quy định trong Phương trình (6.10.10.1.a-1) và Phương trình (6.10.10.1.b-1) thì phải sử dụng quan hệ tương tác về độ mảnh sau:

$$\frac{2D_{cp}}{t_w} + 9,35 \left(\frac{b_f}{2t_f} \right) \leq 6,25 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.10.10.1.c-1)$$

6.10.10.1.d. Giằng bản cánh chịu nén

Bản cánh chịu nén ở mỗi mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo phải được giằng chống chuyển vị ngang. Phải bố trí giằng với khoảng cách L_b về mỗi phía của mặt cắt này. L_b phải thỏa mãn:

$$L_b \leq \left[0,124 - 0,0759 \left(\frac{M_\ell}{M_h} \right) \right] \left[\frac{r_y E}{F_{yc}} \right] \quad (6.10.10.1.d-1)$$

trong đó:

L_b = khoảng cách tính đến điểm giằng đầu tiên kề liền mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo (mm)

r_y = bán kính hồi chuyển nhỏ nhất của mặt cắt thép đối với trục thẳng đứng trong mặt phẳng bản bụng giữa điểm giằng đầu tiên và mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo (mm)

M_ℓ = mô men ở điểm giằng đầu tiên tính theo tải trọng tính toán bằng phương pháp phi đàn hồi (N.mm)

M_h = mô men ở mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo tính theo tải trọng tính toán bằng phương pháp phi đàn hồi (N-mm)

F_{yc} = cường độ chảy tối thiểu quy định của bản cánh chịu nén ở mặt cắt tại đó tính r_y (MPa)

Tỷ lệ M_ℓ/M_h phải lấy dấu âm nếu phân cấu kiện nằm giữa các điểm giằng bị uốn với độ cong ngược chiều.

6.10.10.1.1e. Gờ tăng cường ở mặt cắt gối

Gờ tăng cường ở mặt cắt gối, thiết kế theo quy định của Điều 6.10.8.2 phải bố trí ở từng mặt cắt yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo.

6.10.10.1.2. Phương pháp cơ cấu

6.10.10.1.2a. Tổng quát

Sức kháng uốn tính toán, M_r , phải được lấy như sau:

$$M_r = \varphi_r M_n \quad (6.10.10.1.2a-1)$$

trong đó:

φ_r = hệ số sức kháng đối với uốn quy định ở Điều 6.5.4.2

M_n = sức kháng uốn danh định quy định ở Điều 6.10.11.1.2b hoặc 6.10.11.1.2c (N-mm)

Sức kháng cắt tính toán, V_r phải được lấy như sau:

$$V_r = \varphi_v V_n \quad (6.10.10.1.2a-2)$$

trong đó:

φ_r = hệ số sức kháng cắt quy định trong Điều 6.5.4.2

V_n = sức kháng cắt danh định quy định trong Điều 6.10.7.

6.10.10.1.2b. Sức kháng uốn danh định của các mặt cắt yêu cầu để chịu các chuyển vị xoay dẻo

Sức kháng uốn danh định ở các mặt cắt yêu cầu để chịu các chuyển vị xoay dẻo phải được lấy như sau:

$$M_n = M_{pc} \quad (6.10.10.1.2b-1)$$

trong đó:

M_n = sức kháng uốn danh định ở khớp dẻo yêu cầu để chịu các chuyển vị xoay dẻo (N-mm)

M_{pc} = mô men dẻo hiệu dụng xác định trong Điều 6.10.10.1.2d (N-mm)

6.10.10.1.2c. Sức kháng uốn danh định của các mặt cắt không yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo

Sức kháng uốn danh định của các mặt cắt không yêu cầu chịu các chuyển vị xoay dẻo phải được lấy như sau:

- Đối với các mặt cắt đặc chắc thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.10.5.2 hoặc 6.10.6.2:

$$M_n = M_p \quad (6.10.10.1.2c-1)$$

trong đó:

M_p = mômen dẻo quy định trong các Điều 6.10.5.1.3 hoặc 6.10.6.1.1 (N-mm)

- Đối với các mặt cắt không đặc thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.10.5.3 hoặc 6.10.6.3:

$$M_n = R_b R_n M_y \quad (6.10.10.1.2c-2)$$

trong đó:

M_y = mômen chảy quy định trong các Điều 6.10.5.1.2 hoặc 6.10.6.1.1 (N.m)

R_b và R_n = các hệ số giảm ứng suất bản cánh quy định trong các Điều 6.10.5.4.1 và 6.10.5.4.2; đối với các mặt cắt liên hợp uốn dương, R_b phải lấy bằng 1,0.

6.10.10.1.2d. Mômen dẻo hiệu dụng

Mômen dẻo hiệu dụng phải là mômen hợp thành của sự phân bố đầy đủ ứng suất dẻo trên cơ sở các nguyên tắc của Điều 6.10.5.1.3 và sử dụng các cường độ chảy hiệu dụng sau đây:

$$F_{yce} = 0,0845E \left(\frac{2t_f}{b_f} \right)^2 \leq F_{yc} \quad (6.10.10.1.2d-1)$$

$$F_{yte} = 0,0845E \left(\frac{2t_f}{b_f} \right)^2 \leq F_{yt} \quad (6.10.10.1.2d-2)$$

$$F_{ywc} = 1,32E \left(\frac{t_w}{D_{cp}} \right)^2 \leq F_{yw} \quad (6.10.10.1.2d-3)$$

$$F_{yre} = F_{yr} \quad (6.10.10.1.2d-4)$$

trong đó:

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

F_{yce} = cường độ chảy hiệu dụng đối với bản cánh chịu nén (MPa)

F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu kéo (MPa)

F_{yte} = cường độ chảy hiệu dụng đối với bản cánh chịu kéo (MPa)

F_{yw} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng (MPa)

F_{ywc} = cường độ chảy hiệu dụng đối với bản bụng (MPa)

F_{yr} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cốt thép dọc (MPa)

F_{yre} = cường độ chảy hiệu dụng đối với cốt thép dọc (MPa)

t_f = chiều dày bản cánh (mm)

b_f = chiều rộng của bản cánh chịu nén (mm)

t_w = chiều dày bản bụng (mm)

D_{cp} = chiều cao của bản bụng chịu nén được xác định ở các Điều 6.10.5.1.4b hoặc 6.10.6.1.2 (mm).

6.10.10.1.3. Phương pháp tự ứng suất hợp nhất

Phương pháp tự ứng suất hợp nhất có thể được sử dụng để định tỷ lệ các bản cánh và các bản bụng của các mặt cắt I ở trạng thái giới hạn cường độ thiết kế theo các phương pháp phi đàn hồi.

Trong việc áp dụng phương pháp này, các đường cong xoay dẻo tính toán phải được sử dụng để có sức kháng uốn ở tất cả các vị trí mà sự chảy được giả định là xảy ra. Mỗi đường cong xoay dẻo tính toán phải đạt được từ đường cong xoay dẻo danh định bằng nhân các tung độ với hệ số sức kháng về uốn được quy định trong Điều 6.5.4.2.

Đối với lực cắt, phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.7.

6.10.10.1.4. Tác động của gió trên các bản cánh dầm

Nếu các bản cánh dầm được thiết kế để truyền các tải trọng gió theo các quy định của Điều 4.6.2.7, thì phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.5.7.1.

6.10.10.2. Kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng của độ võng dài hạn

6.10.10.2.1. Tổng quát

Khi nghiên cứu độ võng dài hạn phải áp dụng tổ hợp tải trọng sử dụng II, được quy định trong Bảng 3.4.1.1.

6.10.10.2.2. Các mặt cắt uốn dương

- Dùng cho cả hai bản cánh thép của các mặt cắt liên hợp:

$$(f_f + f_{fr}) \leq 0,95 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.10.2.2-1)$$

- Dùng cho cả hai bản cánh thép của các mặt cắt không liên hợp:

$$(f_f + f_{fr}) \leq 0,8 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.10.2.2-2)$$

trong đó:

- R_b, R_h = hệ số giảm ứng suất bản cánh theo quy định trong điều 6.10.5.4
- F_{yf} = cường độ chảy tối thiểu quy định của bản cánh (MPa)
- f_f = ứng suất bản cánh đàn hồi do các tải trọng tính toán gây ra (MPa)
- f_{fr} = ứng suất bản cánh phân bố lại được quy định theo Điều 6.10.10.2.4 (MPa)

6.10.10.2.3. Các mặt cắt uốn âm

Khi một trong hai điều kiện dưới đây xảy ra:

- Nếu $f_f > 0,95 R_b R_h F_{yf}$ ở một trong hai bản cánh của mặt cắt liên hợp có đỡ tựa trong, hoặc
- Nếu $f_f > 0,80 R_b R_h F_{yf}$ ở một trong hai bản cánh của mặt cắt không liên hợp có đỡ tựa trong.

Sự phân bố lại mô men phi đàn hồi phải được xác định theo Điều 6.10.10.2.4 và phải áp dụng các giới hạn sau:

- Ở các vị trí chuyển tiếp trong bản cánh ở các mặt cắt liên hợp

$$(f_r + f_{fr}) \leq 0,95 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.10.2.3-1)$$

- Ở các vị trí chuyển tiếp trong bản cánh ở các mặt cắt không liên hợp

$$(f_r + f_{fr}) \leq 0,8 R_b R_h F_{yf} \quad (6.10.10.2.3-2)$$

Tại các mặt cắt chịu uốn mô men âm lớn nhất ở một điểm đỡ tựa trong, các ứng suất không lệ thuộc vào các giới hạn này

trong đó:

R_b, R_h = hệ số triết giảm ứng suất quy định theo điều 6.10.5.4

f_r = ứng suất bản cánh đàn hồi do tải trọng tính toán gây ra (MPa)

f_{fr} = ứng suất bản cánh phân bố lại quy định theo điều 6.10.10.2.4 (MPa)

F_{yf} = cường độ chảy tối thiểu quy định của bản cánh (MPa)

Đối với các mặt cắt chịu uốn âm, phải áp dụng các điều 6.10.10.1.1a, 6.10.10.1.1b, 6.10.10.1.1c và 6.10.10.1.1d cho các yêu cầu về độ mảnh bản bụng, độ mảnh bản cánh chịu nén và giằng bản cánh chịu nén.

6.10.10.2.4. Sự phân bố lại phi đàn hồi của các mômen

Nếu Điều 6.10.10.2.3 yêu cầu, các ứng suất phân bố lại do sự chảy trong các vùng uốn âm của các bộ phận nhịp liên tục phải được tính bằng phương pháp giải tích phi đàn hồi.

6.10.10.2.4a. Các phương pháp giải tích

Cho phép dùng các phương pháp tuyến-dầm và tự ứng suất hợp nhất. Trong phương pháp tự ứng suất hợp nhất, các đường cong xoay dẻo không được nhân với hệ số sức kháng trong tính ứng suất phân bố lại.

6.10.10.2.4b. Hoạt tải

Trong tính toán các ứng suất phân bố lại, hai nhịp kề bên mỗi trụ đỡ trong phải được chất tải liên tiếp cho đến khi các mô men phân phối lại kết quả hội tụ trong phạm vi các giới hạn chấp nhận được.

6.10.10.2.4c. Các mặt cắt liên hợp

Các mômen phân phối lại trong các bộ phận liên hợp phải được tính bằng sử dụng độ cứng của mặt cắt liên hợp ngắn hạn tại các mặt cắt uốn dương.

Mô đun mặt cắt sử dụng trong tính các ứng suất phân phối lại trong các mặt cắt liên hợp trong uốn dương phải được căn cứ trên mặt cắt liên hợp dài hạn.

6.10.10.2.4d. Các đường cong xoay dẻo

Nếu đường cong xoay dẻo không sẵn có cho các mặt cắt đặc trưng đang dùng, thì đường cong xoay dẻo miêu tả bởi Phương trình 1, có thể được sử dụng cho các mặt cắt uốn âm. Không được áp dụng đường cong vào các xoay dẻo lớn hơn 8,0 MRADS.

$$\frac{M_u}{M_{\max}} = 0,7 + 0,06R \leq 1,0 \quad (6.10.10.2.4d-1)$$

trong đó:

- M_u = mômen do các tải trọng tính toán (N.mm)
 M_{\max} = sức kháng uốn lớn nhất (N.mm)
 R = xoay dẻo (MRADS)

Khi thiếu thông tin tốt hơn, M_{\max} có thể lấy như mômen dẻo, M_p , quy định trong Điều 6.10.5.1.3 hoặc 6.10.6.1.1.

6.11. CÁC MẶT CẮT HỘP CHỊU UỐN

6.11.1. TỔNG QUÁT

Các quy định của các điều này có thể được áp dụng cho các dầm thẳng mặt cắt thép nhiều hộp hoặc hộp đơn liên hợp với mặt cầu bê tông đối xứng qua trục thẳng đứng trong mặt phẳng của bản bụng và thỏa mãn các giới hạn quy định trong các Điều 6.11.1.1.1 và 6.11.1.2.1.

Các mặt cắt hộp phải được thiết kế về:

- Trạng thái giới hạn cường độ theo các quy định trong Điều 6.11.2;
- Các yêu cầu về mỏi đối với các bản bụng theo các quy định trong Điều 6.10.6;
- Tính thi công được theo các quy định trong Điều 6.11.5;
- Các trạng thái giới hạn khác quy định trong Điều 6.5;
- Kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng của các độ võng dài hạn theo quy định trong Điều 6.11.7.

Các tấm bản bụng ở các mặt cắt hộp có thể hoặc thẳng góc với bản cánh dưới hoặc nghiêng với bản cánh dưới. Độ nghiêng của các tấm bản bụng không được vượt quá 1/4.

Các cửa của các lỗ thăm đi từ bên ngoài vào cần có khớp bản lề và có khoá. Tất cả các lỗ mở trong các mặt cắt hộp cần được che chắn để không cho các thú vật và chim vào. Các lỗ thông khí cần được làm ở mặt trong bản bụng phía trong. Phía trong của các mặt cắt hộp được sơn cần sơn màu sáng.

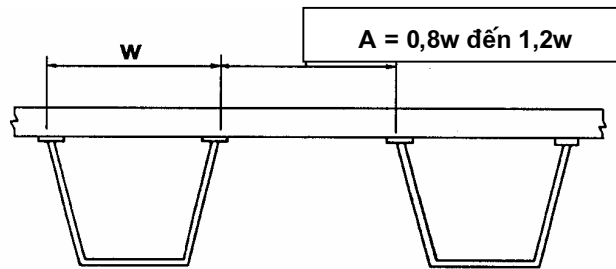
6.11.1.1. Các mặt cắt nhiều hộp

6.11.1.1.1. Tổng quát

Các quy định của Điều 6.11 phải áp dụng vào thiết kế các cầu đơn giản và liên tục, nhịp tới 100.000 mm, có các mặt cắt hộp liên hợp kiểu hai hoặc nhiều ngăn ở trong mặt cắt ngang, tuân theo các sự hạn chế hình học được quy định tại đây.

Khoảng cách tim đến tim của các bản cánh của các hộp liên kê, a , lấy ở giữa nhịp, phải không lớn hơn 120%, hoặc không nhỏ hơn 80%, khoảng cách tim đến tim của các bản cánh của mỗi hộp liên kê, W , như minh hoạ trong Hình 1. Thêm vào yêu cầu giữa nhịp, nơi mà các mặt cắt hộp không song song được sử dụng, khoảng cách tim đến tim của các bản cánh liên kê ở các gối phải không lớn hơn 135% hoặc không nhỏ hơn 65% của khoảng cách tim đến tim của các bản cánh của mỗi hộp liên kê. Khoảng cách tim đến tim của các bản cánh của mỗi hộp riêng lẻ phải như nhau.

Khi phân tích kết cấu phải lấy độ cứng được căn cứ trên các đặc trưng mặt cắt liên hợp không bị nứt.



Hình 6.11.1.1.1- Khoảng cách tim đến tim trên bản cánh

Phần nhô hẫng của bản mặt cầu, bao gồm cả bó vữa và lan can, không được lớn hơn 60% của khoảng cách trung bình giữa các tim của các bản cánh thép ở trên của các mặt cắt hộp liên kề, a , hoặc 1800 mm.

Phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.3.7, trừ việc phải làm các neo chịu cắt ở trong các vùng uốn âm của các mặt cắt hộp. Phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.3.6.

6.11.1.1.2. Sự phân bố hoạt tải

Đối với các mặt cắt nhiều hộp, mômen uốn do hoạt tải phải được xác định theo các quy định của Điều 4.6.2.2.2b.

6.11.1.2. Các dầm hộp đơn

6.11.1.2.1. Tổng quát

Các quy định này không áp dụng cho các mặt cắt hộp đơn nhiều ngăn.

Mặt cắt hộp phải được định vị ở vị trí trung tâm đối với mặt cắt ngang, và trọng tâm của tĩnh tải phải càng gần tâm chịu cắt của hộp càng có lợi.

Phần trên của hộp có thể hở hoặc đóng bằng bản thép. Các mối hàn bản cánh vào bản bụng phải tuân theo các quy định của Điều 6.11.4. Đối với các tải trọng tác dụng khi bảo dưỡng bê tông mặt cầu, tấm thép ở trong các vùng mômen dương phải được thiết kế theo các quy định đối với các bản cánh chịu nén quy định trong Điều 6.11.2.1.3a. Liên kết chịu cắt giữa tấm trên và mặt cầu bê tông phải được thiết kế với lực cắt ở bề mặt tiếp xúc từ tất cả các tải trọng có thể đặt lên được. Sự oằn của tấm này trong, hoặc trước khi đặt mặt cầu bê tông phải được xem xét và có thể dùng gờ tăng cường khi có yêu cầu.

Đối với các mặt cắt hộp đơn, thép kết cấu chịu kéo phải được coi là nguy kịch về đứt gãy, trừ khi sự phân tích cho thấy là mặt cắt có thể chống đỡ toàn bộ tĩnh tải và hoạt tải sau khi chịu sự đứt gãy hoàn toàn của thép chịu kéo ở bất cứ điểm nào.

6.11.1.2.2. Phân tích kết cấu

Phương pháp tương tự dầm xương sống của Điều 4.6.1.2.2 có thể được sử dụng để phân tích các dầm hộp đơn. Cả hai tác động uốn và xoắn phải được xem xét. Hộp có thể không xem xét về độ cứng xoắn trừ khi hệ liên kết giằng nội bộ là đủ để duy trì mặt cắt ngang hộp. Vị trí ngang của các gối phải được xem xét trong phân tích kết cấu.

Các ứng suất oằn dọc phải được xem xét về mọi, nhưng có thể bỏ qua ở trạng thái giới hạn cường độ.

Nếu có biện pháp chống méo hình một cách triệt để, mômen quán tính kháng xoắn St. Venant, J , cho mặt cắt hộp có thể được xác định như sau:

$$J = 4 \frac{A_o^2}{\sum \frac{b}{t}} \quad (6.11.1.2.2-1)$$

trong đó:

A_o = diện tích của hình đóng kín bởi các cạnh biên của hộp (mm^2)

b = chiều rộng của các bản biên tạo nên hộp

t = chiều dày của các tấm (mm)

6.11.1.2.3. Gối cầu

Các gối cầu cho các mặt cắt hộp đơn phải được đặt thành các đôi tại các bộ đỡ ở nơi có thể. Các gối kép có thể được đặt hoặc ở phía trong hoặc ở bên ngoài của các bản bụng mặt cắt hộp. Nếu sử dụng các gối đơn hẹp hơn bản cánh dưới, thì chúng phải được trùng với tim lực cắt của hộp, và các trụ khác phải có đầy đủ các gối để bảo đảm chống lật dưới bất kỳ tổ hợp tải trọng nào. Các gối cầu cần hướng thẳng góc với trục dọc của dầm. Nếu sử dụng các gối neo xuống thì các lực từ đó phải được xem xét trong thiết kế.

6.11.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ ĐỐI VỚI CÁC MẶT CẮT HỘP

6.11.2.1. Uốn

6.11.2.1.1. Sức kháng uốn tính toán

Sức kháng uốn tính toán của các mặt cắt hộp bằng mômen và ứng suất phải lấy như sau:

$$M_r = \varphi_r M_n \quad (6.11.2.1.1-1)$$

$$F_r = \varphi_r F_n \quad (6.11.2.1.1-2)$$

trong đó:

φ_r = hệ số sức kháng về uốn quy định ở Điều 6.5.4.2

M_n = sức kháng danh định quy định ở Điều 6.11.2.1.2a (N-mm)

F_n = sức kháng uốn danh định quy định ở Điều 6.11.2.1.2 hoặc Điều 6.11.2.1.3 (MPa)

6.11.2.1.2. Uốn dương

6.11.2.1.2a. Sức kháng uốn danh định

Sức kháng uốn danh định đối với các mặt cắt nhiều hộp phải được xác định theo quy định ở Điều 6.10.5.2.2a, tùy theo các yêu cầu quy định trong các Điều 6.10.4.1.2 và 6.10.4.2.2b.

Sức kháng uốn danh định đối với bản cánh trên của các mặt cắt hộp đơn phải được xác định theo quy định trong Điều 6.10.4.2.4, tùy theo các yêu cầu quy định trong Điều 6.10.2.2. Sức kháng uốn danh định đối với bản cánh dưới của các mặt cắt hộp đơn phải được xác định như sau:

$$F_n = R_b R_h F_{yf} \sqrt{1 - 3 \left(\frac{f_v}{F_{yf}} \right)^2} \quad (6.11.2.1.2a-1)$$

trong đó:

- F_{yf} = cường độ triết giảm chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh (MPa)
 R_b, R_h = các hệ số triết giảm ứng suất bản cánh quy định ở Điều 6.10.4.3
 f_v = ứng suất cắt do xoắn St.Venant lớn nhất trong bản cánh do các tải trọng tính toán (MPa) xác định như sau:

$$\frac{T}{2A_o t}$$

- T = mômen xoắn nội do các tải trọng tính toán (N.mm)
 A_o = diện tích của hình đóng kín bởi cạnh biên mặt cắt hộp (mm²)
 t = chiều dày của tấm (mm)

Các ứng suất cắt và uốn trên hộp đơn do các tải trọng tính toán phải được tính ở cùng vị trí dọc trong các bản cánh hộp.

Các yêu cầu về giằng ngang bản cánh chịu nén, quy định trong Điều 6.11.2.1.2b cũng được áp dụng cho các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp.

Đối với các nhịp đơn, các bản cánh dưới của các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp được xem là hiệu dụng toàn bộ khi dầm chịu uốn nếu chiều rộng của bản cánh không vượt quá 1/5 chiều dài nhịp. Nếu chiều rộng bản cánh vượt quá 1/5 nhịp, chỉ phần chiều rộng bằng 1/5 nhịp được xem như là hiệu dụng trong chịu uốn. Đối với các nhịp liên tục, yêu cầu này được áp dụng vào khoảng cách giữa các điểm uốn do tĩnh tải.

6.11.2.1.2b. Giằng ngang bản cánh chịu nén

Bản cánh chịu nén của các mặt cắt hộp đơn hoặc nhiều hộp trong chịu uốn dương không cần tuân theo các yêu cầu giằng ngang khi nghiên cứu trạng thái giới hạn cường độ. Nhu cầu về giằng ngang tạm thời hay vĩnh cửu của bản cánh chịu nén để duy trì hình học mặt cắt hộp suốt cả các giai đoạn thi công, bao gồm trình tự thi công bê tông mặt cầu, phải được xem xét theo Điều 6.11.5.1.

6.11.2.1.3. Uốn âm

Các quy định của điều này áp dụng cho các bản cánh chịu nén có gờ tăng cường và không có gờ tăng cường và các bản cánh chịu kéo.

6.11.2.1.3a. Sức kháng uốn danh định

Đối với các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp, sức kháng uốn danh định phải được xác định theo quy định ở đây.

Đối với các bản cánh chịu nén có các sườn tăng cường dọc, sức kháng uốn danh định phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } \frac{w}{t_f} \leq 0,57 \sqrt{\frac{kE}{F_{yc}}}, \text{ thì: } F_n = R_b R_h F_{yc} \quad (6.11.2.1.3a-1)$$

$$\text{Nếu } 0,57 \sqrt{\frac{kE}{F_{yc}}} < \frac{w}{t_f} \leq 1,23 \sqrt{\frac{kE}{F_{yc}}} \text{ thì } F_n = 0,592 R_b R_h F_{yc} \left(1 + 0,687 \sin \frac{c\pi}{2} \right) \quad (6.11.2.1.3a-2)$$

$$\text{Nếu } \frac{w}{t_f} > 1,23 \sqrt{\frac{kE}{F_{yc}}}, \text{ thì: } F_n = 181\,000 R_b R_h k \left(\frac{t_f}{w} \right)^2 \quad (6.11.2.1.3a-3)$$

với :

$$c = \frac{1,23 - \frac{w}{t_f} \sqrt{\frac{F_{yc}}{kE}}}{0,66} \quad (6.11.2.1.3a-4)$$

k = hệ số oàn quy định như sau :

- Nếu n = 1, thì : $k = \left(\frac{8I_s}{wt_f^3} \right)^{\frac{1}{3}} \leq 4,0 \quad (6.11.2.1.3a-5)$

- Nếu n = 2, 3, 4 hoặc 5, thì : $k = \left(\frac{14,3I_s}{wt_f^3 n^4} \right)^{\frac{1}{3}} \leq 4,0 \quad (6.11.2.1.3a-6)$

trong đó:

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

w = trị số lớn hơn của chiều rộng của bản cánh chịu nén ở giữa các sườn tăng cường dọc hoặc khoảng cách từ bản bụng đến sườn tăng cường dọc gần nhất (mm)

t_f = chiều dài của bản cánh chịu nén (mm)

R_b, R_h = các hệ số triết giảm ứng suất bản cánh quy định trong Điều 6.10.4.3

n = số lượng các sườn tăng cường dọc của bản cánh chịu nén có khoảng cách đều nhau

I_s = mômen quán tính của sườn tăng cường dọc đối với trục song song với bản cánh dưới và lấy ở đáy của gờ tăng cường (mm^4)

Các sườn tăng cường dọc phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.11.3.2.1.

Đối với các bản cánh chịu nén không có sườn tăng cường dọc, sức kháng uốn danh định phải được lấy bằng sức kháng uốn danh định đối với bản cánh chịu nén có các sườn tăng cường dọc, với chiều rộng bản cánh chịu nén ở giữa các bản bụng, b, thay thế cho w, và hệ số oàn k lấy bằng 4.

Đối với các bản cánh chịu kéo, sức kháng uốn danh định phải được lấy như sau:

$$F_n = R_b R_n F_{yt} \quad (6.11.2.1.3a-7)$$

trong đó:

F_{yt} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu kéo (MPa)

6.11.2.1.3b. Độ mảnh của bản bụng

Phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.2.2

6.11.2.2. Cắt

6.11.2.2.1. Tổng quát

Sức kháng cắt tính toán của các dầm hộp, V_r , phải được lấy như sau:

$$V_r = \phi_v V_n$$

trong đó:

ϕ_v = hệ số sức kháng v cắt quy định trong Điều 6.5.4.2

V_n = sức kháng cắt danh định cho một bản bụng quy định trong Điều 6.10.7, trừ khi có điều chỉnh như nói ở đây.

Đối với trường hợp các bản bụng nghiêng, D trong Điều 6.10.7 phải được lấy như chiều cao của bản bụng đo dọc theo độ nghiêng. Mỗi bản bụng phải được thiết kế về cắt, V_{ui} , do các tải trọng tính toán lấy như sau:

$$V_{ui} = \frac{V_u}{\cos\theta} \quad (6.11.2.2.1-2)$$

trong đó:

V_{ui} = lực cắt do các tải trọng tính toán trên một bản bụng nghiêng (N)

θ = góc nghiêng của bản bụng so với đường thẳng đứng (độ)

Đối với các hộp đơn, thì có thể cộng giá trị tuyệt đối của các lực cắt do xoắn và uốn lớn nhất, hoặc dùng lực cắt cực trị gây ra do xoắn và uốn xảy ra đồng thời.

6.11.2.2.2. Các neo chịu cắt

Các neo chịu cắt đối với các mặt cắt hộp thẳng phải được thiết kế theo các quy định trong Điều 6.10.7.4. Phải làm các neo chịu cắt trong các vùng uốn âm.

Đối với các mặt cắt hộp đơn, các neo chịu cắt phải được thiết kế với lực cắt gây ra bởi uốn và xoắn. Toàn khối lượng mặt cầu bê tông phải được xem là hiệu dụng trong tính lực cắt do uốn. Tổng lực cắt thiết kế có thể được xác định hoặc như vectơ tổng của các lực cắt hoặc tổng các trị số tuyệt đối của chúng.

6.11.3. CÁC SƯỜN TĂNG CƯỜNG

6.11.3.1. Sườn tăng cường bản bụng

Tất cả các gờ tăng cường ngang bản bụng trung gian cho các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp phải được thiết kế theo các quy định của Điều 6.10.8.1.

Các gờ tăng cường dọc bản bụng cho các mặt cắt hộp phải được thiết kế theo các quy định của Điều 6.10.8.3.

Tất cả các gờ tăng cường gối cho các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp phải được thiết kế theo các quy định của Điều 6.10.8.2.

6.11.3.2. Sườn tăng cường bản cánh chịu nén

6.11.3.2.1. Sườn tăng cường dọc

Các sườn tăng cường dọc bản cánh chịu nén cho các mặt cắt hộp đơn hay nhiều hộp phải được cách quãng đều ngang qua chiều rộng bản cánh chịu nén.

Chiều rộng thiết kế, b_ℓ , của sườn tăng cường phải thỏa mãn:

$$b_\ell \leq 0,48t_p \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \quad (6.11.3.2.1-1)$$

trong đó:

t_p = chiều dày của sườn tăng cường (mm)

F_{yc} = cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản cánh chịu nén (MPa)

Mômen quán tính, I_ℓ , của mỗi sườn tăng cường so với trục song song với bản cánh và lấy ở đáy của sườn tăng cường, phải thỏa mãn:

$$I_\ell \geq \psi w t_f^3 \quad (6.11.3.2.1-2)$$

trong đó:

ψ = 0,125 k^3 khi $n = 1$

= 0,07 k^3n^4 khi $n = 2,3,4$ hoặc 5

n = số lượng các sườn tăng cường dọc bản cánh chịu nén cách quãng đều nhau

w = Phần rộng hơn của chiều rộng của bản cánh chịu nén ở giữa các sườn tăng cường dọc hoặc khoảng cách từ bản bụng đến sườn tăng cường dọc gần nhất (mm)

t = chiều dày bản cánh chịu nén (mm)

k = hệ số oàn quy định trong Điều 6.11.2.1.3a

6.11.3.2.2. Sườn tăng cường ngang

Nếu được sử dụng, các sườn tăng cường ngang trên các bản cánh cần có kích thước bằng với kích thước của sườn tăng cường dọc. Chiều rộng thiết kế của sườn tăng cường phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.11.3.2.1

6.11.4. LIÊN KẾT BẢN CÁNH VÀO BẢN BỤNG

Trừ quy định ở đây, tổng chiều dày hiệu dụng của các đường hàn bản cánh vào bản bụng phải không nhỏ hơn chiều dày của bản bụng. Ở chỗ mà trong một nhịp, có hai vách ngang trung gian hoặc nhiều hơn, thì kích thước đường hàn phải không nhỏ hơn kích thước phù hợp với các yêu cầu của Điều 6.13.3.4. Nếu các đường hàn góc được sử dụng, chúng phải được hàn lên cả hai bên bản cánh liên kết hoặc bản bụng.

6.11.5. KHẢ NĂNG THI CÔNG

6.11.5.1. Tổng quát

Các bộ phận mặt cắt hộp phải được nghiên cứu về cường độ và ổn định trong khi thi công, kể cả trình tự thi công mặt cầu.

Hình học của mặt cắt hộp riêng lẻ phải được duy trì suốt cả các giai đoạn thi công, bao gồm cả việc đặt mặt cầu bê tông. Sự cần thiết phải nghiên cứu các vách ngang trung gian ở phía trong tạm thời hoặc vĩnh cửu hoặc các khung ngang, các vách ngang ở bên ngoài hoặc các khung ngang, hệ giằng ngang ở trên, hoặc các phương cách khác để bảo đảm rằng các biến dạng của mặt cắt hộp đều được kiểm soát một cách thích đáng trong khi chế tạo, lắp ráp và đặt mặt cầu bê tông.

Trước khi bảo dưỡng mặt cầu bê tông, các bản cánh trên của các mặt cắt hộp kiểu máng phải được xem là chỉ được giằng tại các điểm mà các khung ngang hoặc giằng ngang ở trên được gắn vào.

Các lực từ các liên kết của các ván khuôn mặt cầu hẫng tới bản cánh trên và/ bản bụng cần được xem xét.

6.11.5.2. Độ mảnh của bản bụng

Độ mảnh của bản bụng của các mặt cắt hộp phải thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.10.3.2.2 khi nghiên cứu mặt cắt thép cho trình tự lắp đặt mặt cầu.

6.11.5.3. Độ mảnh của bản cánh chịu nén

Ở tại các mặt cắt uốn dương, độ mảnh của bản cánh chịu nén của các mặt cắt hộp đơn và nhiều hộp phải thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.10.4.1.4 khi nghiên cứu mặt cắt thép cho trình tự lắp đặt mặt cầu.

6.11.5.4. Lực cắt

Lực cắt, V_n , do các tải trọng tính toán có xem xét trình tự lắp đặt mặt cầu không được vượt qua sức kháng cắt tính toán, V_r , lấy như sau:

$$V_r = \phi_v V_n \quad (6.11.5.4-1)$$

trong đó:

V_n = sức kháng cắt danh định quy định trong Điều 6.10.3.2.3

ϕ_v = hệ số sức kháng đối với cắt quy định trong Điều 6.5.4.2

6.11.6. CÁC TÁC ĐỘNG CỦA GIÓ LÊN CÁC BỘ PHẬN BÊN NGOÀI

Mặt cắt giả định chịu tải trọng gió nằm ngang tính toán phải bao gồm bản cánh dưới tác động như bản bụng và 12 lần chiều dày của bản bụng tác động như các bản cánh.

6.11.7. KIỂM TRA TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VỀ CÁC ĐỘ VĨNH DÀI HẠN

Phải áp dụng tổ hợp tải trọng sử dụng trong Bảng 3.4.1-1 cùng với Ghi chú 6 ở đó.

Ở các vùng uốn dương của các mặt cắt nhiều hộp, các ứng suất bản cánh không được vượt quá:

$$f_r \leq 0,95 R_b R_h F_{yf} \quad (6.11.7-1)$$

trong đó:

- R_b, R_h = hệ số giảm ứng suất bản cánh quy định trong Điều 6.10.5.4
 f_r = ứng suất bản cánh đàn hồi gây ra do tải trọng tính toán (MPa)
 F_{yf} = cường độ chảy của bản cánh (MPa)

6.12. CÁC CẤU KIỆN CHỊU UỐN KHÁC

6.12.1. TỔNG QUÁT

6.12.1.1. Phạm vi

Phải áp dụng các quy định của điều này cho:

- Các cấu kiện hình chữ H không liên hợp chịu uốn theo cả hai trục trong mặt cắt ngang
- Cấu kiện hình hộp không liên hợp
- Các ống tròn không liên hợp
- Các thép chữ U, thép góc, thép chữ T và các thanh thép
- Các thép hình cán bọc bê tông
- Các ống liên hợp.

6.12.1.2. Trạng thái giới hạn cường độ

6.12.1.2.1. Uốn

Sức kháng uốn tính toán, M_r , phải được lấy như sau:

$$M_r = \varphi_r M_n \quad (6.12.1.2.1-1)$$

trong đó:

- M_n = sức kháng uốn danh định quy định trong các Điều 6.12.2.2 và 6.12.2.3 cho các cấu kiện không liên hợp và liên hợp tương ứng (N.mm)
 φ_r = hệ số sức kháng đối với uốn quy định trong Điều 6.5.4.2

6.12.1.2.2. Tải trọng dọc trục và uốn tổ hợp

Phải áp dụng các phương trình tương tác quy định trong Điều 6.8.2.3 cho kéo dọc trục và uốn tổ hợp, hoặc các phương trình tương tác quy định trong Điều 6.9.2.2 cho nén dọc trục và uốn tổ hợp.

6.12.1.2.3. Lực cắt

Sức kháng cắt tính toán, V_r , phải được lấy như sau:

$$V_r = \varphi_v V_n \quad (6.12.1.2.3-1)$$

trong đó:

- V_n = sức kháng cắt danh định quy định trong các Điều 6.10.7.2 và 6.12.3 cho các bản bụng của các bộ phận không liên hợp và các bộ phận liên hợp, tương ứng (N)

φ_v = hệ số sức kháng đối với cắt quy định trong Điều 6.5.4.2

6.12.2. SỨC KHÁNG UỐN DANH ĐỊNH

6.12.2.1. Tổng quát

Các quy định về oằn xoắn nằm ngang không cần áp dụng cho các cấu kiện liên hợp, các cấu kiện hình hộp không liên hợp, các cấu kiện hình chữ H chịu uốn theo trục song song với bản bụng và các ống tròn.

6.12.2.2. Các cấu kiện không liên hợp

6.12.2.2.1. Các cấu kiện hình chữ H

Các quy định của điều này áp dụng cho các cấu kiện hình chữ H và các cấu kiện gồm hai bản cánh hình chữ U liên kết bằng bản bụng.

Các quy định của Điều 6.10.4 phải áp dụng cho uốn theo trục thẳng góc với bản bụng.

Sức kháng uốn danh định đối với uốn theo trục song song với bản bụng phải được lấy như sau:

$$M_n = M_p \quad (6.12.2.2.1-1)$$

trong đó:

M_p = mômen dẻo theo trục trọng tâm song song với bản bụng (N-mm)

6.12.2.2.2. Các cấu kiện hình hộp

Sức kháng uốn danh định phải được lấy như sau:

$$M_n = F_y S \left[1 - \frac{0,064 F_y S \ell \left(\sum \left(\frac{b}{t} \right) \right)^{0,5}}{AE} \right] \quad (6.12.2.2.2-1)$$

trong đó:

S = môđun mặt cắt theo trục uốn (mm^3)

A = diện tích được bao quanh bởi các đường tìm của các tấm tạo thành hộp (mm^2)

ℓ = chiều dài không được giằng (mm)

I_y = mômen quán tính theo trục thẳng góc với trục uốn (mm^4)

b = khoảng cách tịnh giữa các tấm (mm)

t = chiều dày của các tấm (mm)

6.12.2.2.3. Các ống tròn

Sức kháng uốn danh định của các ống tròn không liên hợp phải được lấy như sau:

$$\text{nếu } \frac{D}{t} < 2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}, \quad \text{thì } M_n = M_p \quad (6.12.2.2.3-1)$$

$$\text{nếu } 2\sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{D}{t} \leq 8,8\sqrt{\frac{E}{F_y}}, \text{ thì } M_n = M_y \quad (6.12.2.2.3-2)$$

trong đó:

D = đường kính ngoài (mm)

t = chiều dày vách (mm)

6.12.2.2.4. Thép chữ U, thép góc, thép T và thanh thép

6.12.2.2.4a. Các thép chữ U bị kiểm chế chống lại xoắn

Đối với các thép chữ U được kiểm chế chống lại xoắn ở các điểm tải trọng và trụ đỡ phải áp dụng các quy định của Điều 6.10.4.

6.12.2.2.4b. Các trường hợp khác

Đối với các thép góc, thép T, thép thanh và thép U không bao gồm trong Điều 6.12.2.2.4a, sức kháng uốn danh định phải là trị số nhỏ nhất như giới hạn bởi:

- Giới hạn chảy
- Oằn xoắn ngang, hoặc
- Oằn cục bộ của các cấu kiện

6.12.2.3. Các cấu kiện liên hợp

6.12.2.3.1. Các thép hình được bọc bê tông

Đối với các thép hình bọc bê tông thỏa mãn các quy định của Điều 6.9.5.2.3, sức kháng uốn danh định của các thép hình bọc bê tông chịu uốn không có nén, phải lấy theo trị số nhỏ hơn của:

$$M_n = M_{ps}, \text{ hoặc} \quad (6.12.2.3.1-1)$$

$$M_n = M_{yc} \quad (6.12.2.3.1-2)$$

Nhằm mục đích của Điều 6.9.2.2, sức kháng uốn danh định của các thép hình bọc bê tông chịu nén và uốn phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{\phi_c P_n} \geq 0,3, \text{ thì } M_n = ZF_y + \frac{(d - 2c)A_r F_{yr}}{3} + \left(\frac{d}{2} - \frac{A_w F_y}{1,7 f'_c b} \right) A_w F_y \quad (6.12.2.3.1-3)$$

$$\text{Nếu } 0,0 < \frac{P_u}{\phi_c P_n} < 0,3, \text{ thì}$$

M_n phải xác định bằng nội suy tuyến tính giữa trị số M_n cho bởi Phương trình 1 và 2 ở $P_u = 0$ và trị số M_n cho bởi Phương trình 3 ở $(P_u / \phi_c P_n) \geq 0,3$.

trong đó:

P_u = lực nén dọc trục do tải trọng tính toán (N)

P_n	=	sức kháng nén danh định quy định ở Điều 6.9.5.1 (N)
ϕ_c	=	hệ số sức kháng đối với nén dọc trục quy định ở Điều 6.5.4.2
M_{ps}	=	mômen dẻo của mặt cắt thép (N.mm)
M_{yc}	=	mômen chảy của mặt cắt liên hợp xác định theo quy định ở Điều 6.10.5.1.2 (N.mm)
Z	=	môđun mặt cắt dẻo của mặt cắt thép theo trục uốn (mm^3)
A_w	=	diện tích bản bụng của mặt cắt thép (mm^2)
f'_c	=	cường độ nén nhỏ nhất 28 ngày quy định của bê tông (MPa)
A_r	=	diện tích cốt thép dọc (mm^2)
c	=	khoảng cách từ tim của cốt thép dọc đến bề mặt gần nhất của bộ phận ở trong mặt phẳng uốn (mm)
d	=	chiều cao của bộ phận ở trong mặt phẳng uốn (mm)
b	=	chiều rộng của bộ phận thẳng góc với mặt phẳng uốn (mm)
F_{yr}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cốt thép dọc (MPa)

6.12.2.3.2. Các ống được chèn đầy bê tông trong lòng

Sức kháng uốn danh định của các ống chèn đầy bê tông trong lòng mà thỏa mãn các hạn chế trong Điều 6.9.5.2 có thể được lấy như sau:

$$\text{Nếu } \frac{D}{t} < 2,0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}, \quad \text{thì } M_n = M_{ps} \quad (6.12.2.3.2-1)$$

$$\text{Nếu } 2,0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{D}{t} \leq 8,8 \sqrt{\frac{E}{F_y}}, \quad \text{thì } M_n = M_{yc} \quad (6.12.2.3.2-2)$$

6.12.3. SỨC KHÁNG CẮT DANH ĐỊNH CỦA CÁC CẤU KIỆN LIÊN HỢP

6.12.3.1. Các thép hình được bọc bê tông

Sức kháng cắt danh định có thể lấy như sau:

$$V_n = 0,58F_{yw}Dt_w + \frac{F_{yr}A_v(d-c)}{S} \quad (6.12.3.1-1)$$

trong đó:

F_{yw}	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của bản bụng thép hình (MPa)
F_{yr}	=	cường độ chảy nhỏ nhất của cốt thép ngang (MPa)
D	=	chiều cao bản bụng của thép hình (mm)
t_w	=	chiều dày của bản bụng hoặc các bản bụng của thép hình (mm)
A_v	=	diện tích mặt cắt ngang của các thanh cốt thép ngang chấn vết nứt cắt theo đường chéo (mm^2)
s	=	khoảng cách dọc của cốt thép ngang (mm)
d	=	chiều cao của cấu kiện trong mặt phẳng cắt (mm)
c	=	khoảng cách từ tim của cốt thép dọc đến bề mặt gần nhất của cấu kiện ở trong mặt phẳng uốn (mm)

6.12.3.2. Các ống được chèn đầy bê tông trong lòng

6.12.3.2.1. Các ống hình chữ nhật

Sức kháng cắt danh định có thể lấy như sau:

$$V_n = 1,16 D t_w F_y \quad (6.12.3.2.1-1)$$

trong đó:

D = chiều cao bản bụng của ống (mm)

t_w = chiều dày của ống (mm)

6.12.3.2.2. Các ống tròn

Sức kháng cắt danh định có thể lấy như sau:

V_n = cường độ cắt danh định của một mình ống thép (N)

6.13. CÁC LIÊN KẾT VÀ MỐI NỐI

6.13.1. TỔNG QUÁT

Các liên kết và các mối nối của các cấu kiện chính phải được thiết kế ở trạng thái giới hạn cường độ không nhỏ thua trị số lớn hơn của:

- Trị số trung bình của mômen uốn, lực cắt hoặc lực dọc trục do các tải trọng tính toán ở tại điểm nối hoặc liên kết và sức kháng uốn, cắt hoặc dọc trục tính toán của cấu kiện ở cùng điểm, hoặc
- 75 của sức kháng uốn, cắt hoặc dọc trục tính toán của cấu kiện.

Các liên kết đầu của các vách ngăn, các khung ngang, hệ giằng ngang hoặc các dầm sàn cho các bộ phận thẳng chịu uốn phải được thiết kế theo các tải trọng tính toán của bộ phận.

Tối thiểu mức thực hiện được, các liên kết cần được làm đối xứng theo trục của các bộ phận. Các liên kết, trừ các thanh bản bụng giàn và các lan can tay vịn, phải gồm có không ít hơn hai bulông hoặc đường hàn tương đương. Các bộ phận, gồm cả hệ giằng ngang, cần được liên kết để các trục trọng tâm của chúng giao nhau ở một điểm. Cần tránh các liên kết lệch tâm. Ở chỗ nào các liên kết lệch tâm không thể tránh được, thì các bộ phận và các liên kết phải cân xứng đối với các tác động tổ hợp của lực cắt và mômen do sự lệch tâm.

Trong trường hợp các liên kết truyền tổng lực cắt của đầu bộ phận, thì mặt cắt nguyên phải được lấy như mặt cắt nguyên của các cấu kiện được liên kết.

Chiều dày của các thép góc liên kết đầu của các dầm sàn và các dầm không được nhỏ hơn 10 mm. Các liên kết đầu đối với các dầm sàn và các dầm cần được làm với hai thép góc. Giá đỡ và các thép góc giá được sử dụng để làm trụ chống trong khi lắp ráp không được xét đến trong việc xác định số lượng các liên kết yêu cầu để truyền lực cắt của đầu.

Các liên kết đầu của các dầm, đà dọc và các dầm sàn cần được bắt bulông với các bulông cường độ cao. Cho phép dùng các liên kết hàn khi bắt bulông không thực hiện được. Ở chỗ nào sử dụng hàn, thì các liên kết đầu hàn phải được thiết kế chịu các tải trọng thẳng đứng và mômen uốn gây ra do sự kiểm chế chống lại sự quay của đầu.

6.13.2. CÁC LIÊN KẾT BULÔNG

6.13.2.1. Tổng quát

Các chi tiết bằng thép bất bulông có thể được tráng phủ hoặc không tráng phủ và phải ép khít chắc chắn với nhau sau khi các bulông đã được xiết chặt. Các tài liệu hợp đồng phải quy định rằng tất cả các bề mặt nối ghép kể cả các bề mặt kề với đầu bulông và đai ốc, phải được quy định là không có lớp vẩy (trừ vẩy các nhà máy), và không có vết bẩn hoặc các vật liệu lạ khác.

Các mối ghép bất bulông cường độ cao phải được chỉ rõ hoặc là liên kết ma sát hoặc liên kết ép tựa. Đối với các liên kết ma sát, trị số ma sát phải phù hợp với điều kiện quy định của các bề mặt được tạo nhám theo quy định trong Điều 6.13.2.8. Tất cả vật liệu trong khoảng ôm của bulông phải bằng thép.

6.13.2.1.1. Các liên kết ma sát (hoặc liên kết ngang kịch trượt)

Các mối ghép chịu sự đổi dấu của ứng suất, các tải trọng va chạm nặng, sự chấn động dữ dội hoặc ở chỗ mà ứng suất và ứng biến do sự trượt mối ghép có hại đến khả năng sử dụng được của kết cấu, thì phải được chỉ rõ là liên kết ma sát. Các liên kết đó bao gồm:

- Các mối ghép chịu tải trọng môi;
- Các mối ghép chịu cắt với các bulông lắp vào các lỗ to quá cỡ;
- Các mối ghép chịu cắt với các bulông lắp vào các lỗ ngắn và dài nơi mà lực trên mối ghép ở một phương khác với phương thẳng góc với trục của rãnh, trừ nơi mà Kỹ sư có ý định khác và chỉ ra như vậy ở trong các tài liệu hợp đồng;
- Các mối ghép chịu sự đổi dấu của tải trọng đáng kể;
- Các mối ghép trong đó các mối hàn và các bulông cũng tham gia trong truyền tải trọng ở bề mặt được tạo nhám chung;
- Các mối ghép trong kéo dọc trục hoặc kéo dọc trục và cắt tổ hợp;
- Các mối ghép chỉ trong nén dọc trục, với các lỗ tiêu chuẩn hoặc các lỗ có khía rãnh chỉ trong một lớp của liên kết với phương của tải trọng thẳng góc với phương của rãnh, trừ đối với các liên kết quy định trong Điều 6.13.6.1.3;
- Các mối ghép trong đó, theo ý kiến của Kỹ sư, mọi sự trượt đều sẽ trở thành nguy kịch cho sự làm việc của mối ghép hoặc kết cấu và như vậy các mối ghép đó được chỉ rõ trong các tài liệu hợp đồng.

Các liên kết ma sát phải bố trí hợp lý để đề phòng trượt dưới tổ hợp tải trọng sử dụng II, theo quy định trong Bảng 3.4.1.1 cùng với ghi chú 6 ở đó và tạo đủ sức kháng ép tựa, cắt và kéo ở các tổ hợp tải trọng trạng thái giới hạn cường độ có thể áp dụng được. Phải áp dụng các quy định của Điều 6.13.2.2.

6.13.2.1.2. Các liên kết ép tựa

Các liên kết ép tựa chỉ được phép sử dụng cho các mối ghép chịu nén dọc trục, hoặc cho các mối ghép trên các bộ phận hệ giằng ngang, và phải thỏa mãn sức kháng tính toán, R_r , ở trạng thái giới hạn cường độ.

6.13.2.2. Sức kháng tính toán

Đối với các liên kết ma sát, sức kháng tính toán, R_r , của bulông ở tổ hợp tải trọng sử dụng phải được lấy như sau:

$$R_r = R_n \quad (6.13.2.2-1)$$

trong đó:

R_n = sức kháng danh định theo quy định trong Điều 6.13.2.8

Sức kháng tính toán, R_r hoặc T_r , của một liên kết bắt bulông ở trạng thái giới hạn cường độ phải được lấy cả hai như sau:

$$R_r = \varphi R_n \quad (6.13.2.2-2)$$

$$T_r = \varphi T_n \quad (6.13.2.2-3)$$

trong đó:

R_n = sức kháng danh định của bulông, liên kết hoặc vật liệu liên kết như sau:

- Đối với các bulông chịu cắt, R_n phải được lấy theo quy định ở Điều 6.13.2.7
- Đối với vật liệu liên kết trong các mối ghép ép tựa, R_n phải được lấy theo quy định ở Điều 6.13.2.9
- Đối với vật liệu liên kết trong chịu kéo hoặc cắt, R_n phải được lấy theo quy định ở Điều 6.13.5

T_n = sức kháng danh định của bulông như sau:

- Đối với các bulông chịu kéo dọc trục, T_n phải được lấy theo quy định ở Điều 6.13.2.10
- Đối với các bulông chịu kéo dọc trục và cắt, T_n phải được lấy theo quy định ở Điều 6.13.2.11

φ = hệ số sức kháng cho các bulông quy định trong Điều 6.5.4.2, lấy như sau:

- φ_s cho các bulông chịu cắt,
- φ_t cho các bulông chịu kéo,
- φ_b cho các bulông ép tựa lên vật liệu
- φ_y hoặc φ_u cho vật liệu liên kết thích hợp với chịu kéo, hoặc
- φ_v cho vật liệu liên kết chịu cắt

6.13.2.3. Bulông, đai ốc và vòng đệm

6.13.2.3.1. Bulông và đai ốc

Phải áp dụng các quy định của Điều 6.4.3.

6.13.2.3.2. Vòng đệm

Vòng đệm sử dụng trong các liên kết bulông phải thỏa mãn các yêu cầu quy định ở Điều 6.4.3. Yêu cầu vòng đệm tối cứng cho các liên kết bulông cường độ cao ở nơi mà:

- Mặt ngoài của các phần được bắt bulông có độ dốc lớn hơn 1:20, đối với mặt phẳng trực giao với trục bulông;
- Thực hiện xiết chặt bằng phương pháp dùng cờ lê kiểm chuẩn, trong bất cứ trường hợp nào phải sử dụng vòng đệm ở dưới cấu kiện được xiết chặt;

- Các bulông AASHTO M253M (ASTM A490M) được bắt trong vật liệu có cường độ chảy nhỏ nhất quy định nhỏ hơn 345MPa, không kể đến phương án xiết chặt;
- Cần cho các lỗ rộng quá cỡ hoặc có khía rãnh theo các quy định ở đây;
- Các bulông AASHTO M253M (ASTM A490M) đường kính trên 24 mm được bắt vào lỗ rộng quá cỡ hoặc khía rãnh ngấn trong tầng phía ngoài, trong trường hợp này, phải dùng chiều dày nhỏ nhất 8,0mm dưới cả đầu bulông và đai ốc. Không được sử dụng nhiều vòng đệm tối cứng.

Các vòng đệm tối cứng phải được đặt vượt trùm quá các lỗ rộng quá cỡ hoặc khía rãnh ngấn trong tầng phía ngoài.

Các vòng đệm tấm kết cấu hoặc thanh liên tục với các lỗ tiêu chuẩn, chiều dày không nhỏ hơn 8,0 mm, phải được yêu cầu để phủ hoàn toàn các lỗ khía rãnh dài. Các vòng đệm tối cứng để dùng với bulông cường độ cao phải được đặt vượt trùm quá bề mặt ở phía ngoài của tấm đệm hoặc thanh.

Các thiết bị chỉ báo tải trọng không được đặt vượt trùm quá các lỗ rộng quá cỡ hoặc khía rãnh trong tầng phía ngoài, trừ khi cũng có dùng vòng đệm tối cứng hoặc tấm đệm kết cấu.

6.13.2.4. Các lỗ

6.13.2.4.1. Kiểu lỗ

6.13.2.4.1a. Tổng quát

Trừ khi có quy định khác, phải sử dụng các lỗ tiêu chuẩn trong các liên kết bulông cường độ cao.

6.13.2.4.1b. Các lỗ rộng quá cỡ

Các lỗ rộng quá cỡ có thể được sử dụng trong bất cứ lớp nào hoặc tất cả các lớp của các liên kết trượt nguy kịch (liên kết ma sát) tới hạn. Không được sử dụng các lỗ rộng quá cỡ trong các liên kết kiểu ép tựa.

6.13.2.4.1c. Các lỗ có khía rãnh ngấn

Các lỗ có khía rãnh ngấn có thể được sử dụng trong bất cứ lớp nào hoặc tất cả các lớp của các liên kết ma sát trượt hoặc kiểu ép tựa. Các rãnh có thể được sử dụng mà không chú ý đến phương của tải trọng trong các liên kết trượt tới hạn, nhưng chiều dài phải trực giao với phương của tải trọng trong các liên kết kiểu ép tựa.

6.13.2.4.1d. Các lỗ có khía rãnh dài

Các lỗ có khía rãnh dài có thể được sử dụng trong chỉ một lớp của hoặc liên kết ma sát hoặc kiểu ép tựa. Các lỗ có khía rãnh dài có thể được sử dụng mà không chú ý tới phương của tải trọng trong các liên kết ma sát, nhưng phải trực giao với phương của tải trọng trong các liên kết kiểu ép tựa.

6.13.2.4.2. Kích thước

Kích thước của các lỗ không được vượt quá các trị số cho trong Bảng 1:

Bảng 6.13.2.4.2-1 - Các kích thước lỗ lớn nhất

Đường kính bulông	Tiêu chuẩn	Quá cỡ	Rãnh ngắn	Rãnh dài
d	Đường kính	Đường kính	Rộng × Dài	Rộng × Dài
16	18	20	18 × 22	18 × 40
20	22	24	22 × 26	22 × 50
22	24	28	24 × 30	24 × 55
24	26	30	26 × 33	26 × 60
27	30	35	30 × 37	30 × 67
30	33	38	33 × 40	33 × 75
36	39	44	39 × 46	39 × 90

6.13.2.5. Quy cách của bu lông

Đường kính của bu lông không được nhỏ hơn 16mm. Không được dùng bu lông đường kính 16mm trong các cấu kiện chủ yếu, trừ phi tại các cạnh của sắt góc 64mm và các bản cánh của các mặt cắt có kích thước yêu cầu các bu lông liên kết 16mm phải thoả mãn các quy định về cấu tạo khác quy định ở đây.

Thép hình kết cấu không dùng được bu lông 16mm thì chỉ nên giới hạn dùng cho các lan can.

Các sắt góc mà quy cách của nó không yêu cầu phải xác định bằng tính toán thì có thể dùng các loại bu lông như sau:

- Bu lông đường kính 16mm cho cạnh 50mm
- Bu lông đường kính 20mm cho cạnh 64mm
- Bu lông đường kính 24mm cho cạnh 75mm
- Bu lông đường kính 27mm cho cạnh 90mm

Đường kính bu lông trong các sắt góc của các thanh chủ yếu không được vượt quá một phần tư chiều rộng cạnh của thanh có bố trí chúng.

6.13.2.6. Khoảng cách của các bu lông

6.13.2.6.1. Khoảng cách trống và cự ly tối thiểu

Cự ly tim đến tim tối thiểu của bu lông với các lỗ tiêu chuẩn không được lấy nhỏ hơn ba lần đường kính bu lông. Khi dùng loại bu lông có lỗ quá cỡ hoặc các lỗ xẻ thì khoảng cách trống tối thiểu giữa các mép của các lỗ kê liên theo hướng truyền lực hay ngang với hướng lực không được lấy nhỏ hơn hai lần đường kính của bu lông.

6.13.2.6.2. Cự ly tối đa của các bu lông bít

Để đảm bảo cách ẩm cho các mối nối, cự ly bu lông trên một tuyến tim đơn 1 hàng kê liên với mép tự do của bản tấp ngoài hay thép hình phải thoả mãn:

$$S \leq (100 + 4,0t) \leq 175 \quad (6.13.2.6.2-1)$$

Nếu có một tuyến trục thứ hai bố trí so le các bu lông một cách đều đặn với tuyến tim kê liền với mép tự do có khoảng cách không nhỏ hơn $38 + 4,0t$ thì cự ly tính so le S giữa 2 tuyến tim đó phải thoả mãn:

$$S \leq 100 + 40.t \left(\frac{3,0g}{4,0} \right) \leq 175 \quad (6.13.2.6.2-2)$$

Cự ly tính so le này không được nhỏ hơn một nửa so với yêu cầu đối với tuyến tim đơn

trong đó:

t = chiều dày của tấm ốp ngoài hay thép hình, lấy giá trị nhỏ hơn

g = khoảng cách giữa các bu lông

6.13.2.6.3. Bước cự ly tối đa cho bu lông ghép tổ hợp

Các bu lông ghép được dùng trong các cấu kiện có mặt cắt tổ hợp ghép cơ học mà mặt cắt ngang của nó có hai hay hơn hai tấm bản hay thép hình tiếp giáp với nhau.

Bước cự ly của các bu lông ghép trong các cấu kiện chịu nén không được vượt quá 12,0 t. Khoảng cách g giữa các tuyến tim bu lông liền kề không được vượt quá 24,0 t. Khi bố trí so le hai tuyến trục lỗ bu lông liền kề nhau, bước cự ly các lỗ so le giữa hai tuyến tim liền kề phải thoả mãn:

$$p \leq 15,0t - \left(\frac{3,0g}{8,0} \right) \leq 12,0 \quad (6.13.2.6.3-1)$$

Bước cự ly bu lông trong các thanh chịu kéo không được vượt quá hai lần quy định đối với thanh chịu nén. Đối với các thanh chịu kéo, khoảng cách giữa các tuyến tim không được vượt quá 24,0 t. Bước cự ly tối đa của các đỉnh liên kết dùng cho các cấu kiện có mặt cắt tổ hợp cơ học không được vượt quá trị số nhỏ nhất giữa hai yêu cầu chống ẩm và ghép tổ hợp.

6.13.2.6.4. Bước cự ly tối đa dùng cho bu lông ghép tổ hợp ở đầu mút của cấu kiện chịu nén

Bước cự ly bu lông liên kết các bộ phận của cấu kiện chịu nén không được vượt quá bốn lần đường kính của đỉnh liên kết cho một đoạn chiều dài bằng 1,5 lần bề rộng lớn nhất của cấu kiện. Bên ngoài phạm vi chiều dài này, bước cự ly có thể được tăng dần trên một đoạn chiều dài bằng 1,5 lần chiều rộng tối đa của cấu kiện cho đến khi nào đạt được bước cự ly tối đa quy định trong Điều 6.13.2.6.3.

6.13.2.6.5. Khoảng cách bố trí ở đầu mút

Khoảng cách đầu mút của mọi loại lỗ được đo từ tâm bu lông không được nhỏ hơn khoảng cách đến mép quy định trong Bảng 6.13.2.6.6-1. Đối với lỗ ngoại cỡ hay các lỗ rãnh, cự ly tính tối thiểu đến mép không được nhỏ hơn đường kính bu lông.

Khoảng cách ở đầu mút lớn nhất phải lấy bằng khoảng cách đến mép tối đa quy định trong Điều 6.13.2.6.6.

6.13.2.6.6. Các khoảng cách đến mép cạnh

Khoảng cách đến mép tối thiểu theo quy định trong Bảng 1

Khoảng cách đến mép tối đa không được lớn hơn tám lần chiều dày, phải lấy trị số chiều dày lớn nhất giữa chiều dày bản ốp ngoài và 125mm.

Bảng 6.13.2.6.6-1- Khoảng cách đến mép tối thiểu

Đường kính bu lông (mm)	Các mép cắt	Các mép tấm bản hay thép hình được cán hoặc các mép được cắt bằng khí đốt
16	28	22
20	34	26
22	38	28
24	42	30
27	48	34
30	52	38
36	64	46

6.13.2.7. Sức kháng cắt

Sức kháng cắt danh định của bulông cường độ cao hoặc bulông ASTM A307 ở trạng thái giới hạn cường độ trong các mối nối mà chiều dài giữa các linh kiện liên kết xa nhất đo song song với đường tác dụng của lực nhỏ hơn 1270mm phải lấy như sau:

- Nơi mà các đường ren bị loại trừ khỏi mặt phẳng cắt:

$$R_n = 0,48 A_b F_{ub} N_s \quad (6.13.2.7-1)$$

- Nơi mà các đường ren bao gồm trong mặt phẳng cắt:

$$R_n = 0,38 A_b F_{ub} N_s \quad (6.13.2.7-2)$$

trong đó:

A_b = diện tích của bulông tương ứng với đường kính danh định (mm^2)

F_{ub} = cường độ kéo nhỏ nhất quy định của bulông được quy định trong Điều 6.4.3 (MPa)

N_s = số lượng các mặt phẳng chịu cắt tính cho mỗi bulông.

Sức kháng cắt danh định của bulông trong các mối nối có chiều dài lớn hơn 1270 mm phải lấy bằng 0,80 lần trị số theo các Phương trình 1 hoặc 2.

Trong khi xác định nếu không biết các ren của bulông có được loại trừ khỏi các mặt phẳng cắt của các bề mặt tiếp xúc không, chiều dài ren của bulông phải được xác định theo hai chiều dài bước ren lớn hơn chiều dài ren quy định.

Nếu các ren của bulông được bao gồm trong mặt phẳng cắt ở trong mối ghép, thì sức kháng cắt của bulông ở trong tất cả các mặt phẳng cắt của mối ghép phải là trị số cho các ren được bao gồm ở trong mặt phẳng cắt.

Đối với các bu lông A307, thiết kế cốt phải dựa vào Phương trình 2. Khi chiều dài ôm của một bu lông A307 vượt quá 5 lần đường kính, sức kháng danh định phải giảm 1,0% cho mỗi 1,5 mm chiều dài ôm vượt quá 5 lần đường kính.

6.13.2.8. Sức kháng trượt

Sức kháng trượt danh định của bulông ở trong liên kết ma sát phải được lấy như sau:

$$R_n = K_h K_s N_s P_t \quad (6.13.2.8.-1)$$

trong đó:

- N_s = số lượng mặt ma sát tính cho mỗi bulông
 P_t = lực kéo yêu cầu nhỏ nhất của bu lông quy định trong Bảng 1 (N)
 K_h = hệ số kích thước lỗ quy định trong Bảng 2.
 K_s = hệ số điều kiện bề mặt quy định trong Bảng 3.

Bảng 6.13.2.8-1 - Lực kéo nhỏ nhất yêu cầu của bu lông

Đường kính bulông mm	Lực kéo yêu cầu - P_t (kN)	
	M164 (A325M)	M253 (A490M)
16	91	114
20	142	179
22	176	221
24	205	257
27	267	334
30	326	408
36	475	595

Bảng 6.13.2.8-2 - Các trị số của K_h

Cho các lỗ tiêu chuẩn	1,0
Cho các lỗ vượt quá cỡ và khía rãnh ngắn	0,85
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh thẳng góc với phương của lực	0,70
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh song song với phương của lực	0,60

Bảng 6.13.2.8-3 - Các trị số của K_s

Cho các điều kiện bề mặt Loại A	0,33
Cho các điều kiện bề mặt Loại B	0,50
Cho các điều kiện bề mặt Loại C	0,33

Phải áp dụng các mô tả sau đây của điều kiện bề mặt cho Bảng 3:

- Bề mặt Loại A: lớp cấu bản ở nhà máy làm sạch không sơn, và các bề mặt được làm sạch bằng thổi với các lớp phủ bọc Loại A,

- Bề mặt Loại B: các bề mặt được làm sạch bằng thổi không sơn, và các bề mặt được làm sạch bằng thổi có các lớp phủ Loại B, và
- Bề mặt Loại C: các bề mặt mạ kẽm nóng và làm nhám hình bàn chải sắt sau khi mạ.

Các tài liệu hợp đồng phải quy định rằng trong các mối nối không có lớp phủ, thì sơn, bao gồm bất kỳ sự phun lan khắp không cố ý nào, đều bị loại trừ khỏi khu vực gần hơn một đường kính bulông, nhưng không nhỏ hơn 25 mm kể từ mép của bất kỳ lỗ nào và tất cả các khu vực trong phạm vi sơ đồ bulông.

Các tài liệu hợp đồng phải quy định rằng các mối ghép có các bề mặt được tạo nhám đã sơn được làm sạch bằng thổi và đã phủ một lớp sơn mà được định tính chất bằng thử nghiệm như lớp phủ Loại A hoặc Loại B.

Tùy theo sự chấp thuận của Kỹ sư, các lớp phủ có hệ số điều kiện bề mặt nhỏ hơn 0,33 có thể được sử dụng, nếu hệ số trung bình điều kiện bề mặt được thiết lập bằng thử nghiệm. Sức kháng trượt danh định phải được xác định theo sức kháng trượt danh định cho các điều kiện bề mặt Loại A, như thích hợp cho lỗ và loại bulông, nhân với hệ số điều kiện bề mặt xác định bằng thử nghiệm chia cho 0,33.

Các tài liệu hợp đồng phải quy định rằng:

- Các mối ghép có lớp phủ không được lắp ráp trước khi các lớp phủ đã hong khô với thời gian ít nhất đã sử dụng trong thử nghiệm định tính, và
- Các bề mặt được tạo nhám quy định để mạ kẽm phải được mạ kẽm nóng theo đúng Quy trình AASHTO M111 (ASTM A123) đối với các lớp phủ kẽm (mạ kẽm nóng) lên các sản phẩm sắt và thép. Rồi sau đó các bề mặt phải được làm nhám bằng cách dùng bàn chải sắt cầm tay. Không được dùng bàn chải sắt chạy bằng điện.

Nếu liên kết ma sát phải chịu tác động của một lực kéo làm cho giảm lực xiết hiệu dụng, thì sức kháng trượt danh định phải nhân với hệ số quy định bởi Phương trình 6.13.2.11-2.

6.13.2.9. Sức kháng ép mặt ở các lỗ bulông

Diện tích ép mặt hiệu dụng của bulông phải lấy theo đường kính của nó nhân với chiều dày của vật liệu liên kết mà trên đó nó ép. Chiều dày hiệu dụng của vật liệu liên kết với các lỗ khoét miệng loe phải lấy như chiều dày của vật liệu liên kết, trừ đi một nửa chiều cao của miệng loe.

Đối với các lỗ tiêu chuẩn, các lỗ quá cỡ, các lỗ khía rãnh ngăn bị tác dụng ở mọi hướng, và tất cả các lỗ khía rãnh song song với lực ép mặt, thì sức kháng ép mặt danh định của các lỗ bulông ở phía trong và ở đầu ở trạng thái giới hạn cường độ, R_n , phải được lấy như sau:

- Với các bulông có khoảng cách trống giữa các lỗ không nhỏ hơn $2,0d$ và với khoảng cách trống ở đầu không nhỏ hơn $2,0d$:

$$R_n = 2,4 d t F_u \quad (6.13.2.9-1)$$

- Nếu hoặc khoảng cách trống giữa các lỗ nhỏ hơn $2,0d$, hoặc khoảng cách trống ở đầu nhỏ hơn $2,0d$:

$$R_n = 1,2 L_c t F_u \quad (6.13.2.9-2)$$

Đối với các lỗ khía rãnh dài vuông góc với lực ép mặt:

- Với các bulông có khoảng cách trống giữa các lỗ không nhỏ hơn $2,0d$ và với khoảng cách trống ở đầu không nhỏ hơn $2,0d$:

$$R_n = 2,0 d t F_u \quad (6.13.2.9-3)$$

- Nếu hoặc khoảng cách trống giữa các lỗ nhỏ hơn $2,0d$, hoặc khoảng cách trống ở đầu nhỏ hơn $2,0d$:

$$R_n = L_c t F_u \quad (6.13.2.9-4)$$

trong đó:

- d = đường kính danh định của bulông (mm)
- t = chiều dày của vật liệu liên kết (mm)
- F_u = cường độ kéo của vật liệu liên kết quy định trong Bảng 6.4.1-1 (MPa)
- L_c = khoảng cách trống giữa các lỗ hoặc giữa lỗ và đầu của bộ phận (mm)

6.13.2.10. Sức kháng kéo

6.13.2.10.1. Tổng quát

Các bulông cường độ cao chịu kéo dọc trục phải được căng đến lực quy định trong Bảng 6.13.2.8-1. Lực kéo đặt lên phải được lấy như lực do các tải trọng bên ngoài tính toán, cộng với bất kỳ lực kéo nào do tác động nhỏ lên gây ra bởi sự biến dạng của các phần liên kết theo quy định trong Điều 6.13.2.10.4.

6.13.2.10.2. Sức kháng kéo danh định

Sức kháng kéo danh định của bulông, T_n , độc lập với mọi lực xiết chặt ban đầu, phải lấy như sau:

$$T_n = 0,76 A_b F_{ub} \quad (6.13.2.10.2-1)$$

trong đó:

- A_b = diện tích của bulông tương ứng với đường kính danh định (mm^2)
- F_{ub} = cường độ kéo nhỏ nhất quy định của bulông được quy định trong Điều 6.4.3 (MPa).

6.13.2.10.3. Sức kháng mỏi

Ở nơi các bulông cường độ cao trong kéo dọc trục chịu mỏi, phạm vi ứng suất, Δ_f , trong bulông, do hoạt tải mỏi thiết kế, cộng với sự tính đến tải trọng động đối với tải trọng mỏi quy định trong Điều 3.6.1.4, cộng với lực nhỏ lên do tính chu kỳ của tải trọng mỏi, phải thỏa mãn Phương trình 6.6.1.2.2-1.

Đường kính danh định của bulông phải được sử dụng trong tính toán phạm vi ứng suất bulông. Lực nhỏ lên tính toán không được vượt quá 60% của tải trọng bên ngoài đặt lên.

Các bulông thép cacbon thấp ASTM 307 không được sử dụng trong các liên kết chịu mỏi.

6.13.2.10.4. Tác dụng nhỏ lên

Lực kéo do tác dụng nhỏ lên phải được lấy như sau:

$$Q_u = \left[\frac{3b}{8a} - \frac{t^3}{328000} \right] P_u \quad (6.13.2.10.4-1)$$

trong đó

- Q_u = lực kéo nhỏ lên trên một bulông do các tải trọng tính toán, lấy bằng 0 khi là âm (N)
 P_u = lực kéo trực tiếp trên một bulông do các tải trọng tính toán (N)
 a = khoảng cách từ tim của bulông đến mép của tấm (mm)
 b = khoảng cách từ tim của bulông đến chân đường hàn của bộ phận liên kết (mm)
 t = chiều dày của bộ phận liên kết mỏng nhất (mm)

6.13.2.11. Kéo và cắt kết hợp

Sức kháng kéo danh định của bulông chịu cắt kết hợp kéo dọc trục, T_n , phải lấy như sau:

$$\text{Nếu } \frac{P_u}{R_n} \leq 0,33 \text{ thì } T_n = 0,76 A_b F_{ub} \quad (6.13.2.11-1)$$

Nếu không,

$$T_n = 0,76 A_b F_{ub} \sqrt{1 - \left[\frac{P_u}{\phi_s R_n} \right]^2} \quad (6.13.2.11-2)$$

trong đó:

- A_b = diện tích bulông ứng với đường kính danh định (mm^2)
 F_{ub} = ứng suất kéo nhỏ nhất quy định của bulông quy định trong Điều 6.4.3 (MPa)
 P_u = lực cắt tác động lên bulông do các tải trọng thành phần (N)
 R_n = sức kháng cắt danh định của bulông quy định trong Điều 6.13.2.7 (N)

Sức kháng danh định của bulông trong các liên kết ma sát do Tổ hợp tải trọng sử dụng quy định trong Bảng 3.4.1-1, để chịu cắt kết hợp kéo dọc trục, không được vượt quá sức kháng trượt danh định quy định trong Điều 6.13.2.8 nhân với:

$$1 - \frac{T_u}{P_t} \quad (6.13.2.11-3)$$

trong đó:

- T_u = lực kéo do tải trọng thành phần dưới Tổ hợp tải trọng sử dụng (N)
 P_t = lực kéo nhỏ nhất yêu cầu của bu lông quy định trong Bảng 6.13.2.8-1

6.13.3. CÁC LIÊN KẾT HÀN**6.13.3.1. Tổng quát**

Kim loại cơ bản, kim loại hàn, và các chi tiết thiết kế hàn phải tuân theo các yêu cầu của Quy chuẩn Hàn D1.5 ANSI/AASHTO/AWS. Các ký hiệu hàn phải tuân theo các ký hiệu quy định trong ấn phẩm A2.4 AWS.

Phải sử dụng kim loại hàn tương hợp trong các mối hàn có vát và hàn đắp, trừ kim loại mà người Kỹ sư có thể quy định các phân loại que hàn với cường độ nhỏ hơn kim loại cơ bản khi chi tiết hóa các đường hàn đắp đối với thép tôi và ram, trong trường hợp này phương pháp hàn và kim loại hàn phải được lựa chọn để bảo đảm các mối hàn chắc chắn.

6.13.3.2. Sức kháng tính toán

6.13.3.2.1. Tổng quát

Sức kháng tính toán của các liên kết hàn, R_r , ở trạng thái giới hạn cường độ phải được lấy theo quy định trong các Điều 6.13.3.2.2 và 6.13.3.2.4.

Diện tích hiệu dụng của đường hàn phải lấy theo quy định trong Điều 6.13.3.3. Sức kháng tính toán của vật liệu liên kết phải lấy theo quy định trong Điều 6.13.5.

6.13.3.2.2. Các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên hoàn toàn

6.13.3.2.2a. Kéo và nén

Sức kháng tính toán của các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên hoàn toàn chịu kéo hoặc nén trực giao với diện tích hiệu dụng hoặc song song với trục của đường hàn phải được lấy như sức kháng tính toán của kim loại cơ bản.

6.13.2.2b. Cắt

Sức kháng tính toán của các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên hoàn toàn chịu cắt trên diện tích hiệu dụng phải được lấy theo trị số nhỏ hơn của hoặc trị số cho bởi Phương trình 1, hoặc 60% của sức kháng tính toán của kim loại cơ bản chịu kéo:

$$R_r = 0,6 \varphi_{e1} F_{\text{exx}} \quad (6.13.3.2.2b-1)$$

trong đó:

F_{exx} = cường độ phân loại của kim loại hàn (MPa)

φ_{e1} = hệ số sức kháng đối với kim loại hàn quy định trong Điều 6.5.4.2

6.13.3.2.3. Các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên không hoàn toàn

6.13.3.2.3a. Kéo hoặc nén

Sức kháng tính toán của các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên không hoàn toàn chịu kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn hoặc nén trực giao với diện tích hiệu dụng phải được lấy như sức kháng tính toán của kim loại cơ bản.

Sức kháng tính toán đối với các liên kết hàn có vát ngẫu nhiên không hoàn toàn chịu kéo trực giao với diện tích hiệu dụng phải được lấy theo trị số nhỏ hơn của hoặc trị số cho bởi hoặc Phương trình 1, hoặc sức kháng tính toán của kim loại cơ bản:

$$R_r = 0,6 \varphi_{e1} F_{\text{exx}} \quad (6.13.3.2.3a-1)$$

trong đó:

φ_{e1} = hệ số sức kháng đối với kim loại hàn quy định trong Điều 6.5.4.2

6.13.3.2.3b. Cắt

Sức kháng tính toán của các liên kết hàn có vát ngấu không hoàn toàn chịu cắt song song với trục của đường hàn phải lấy theo trị số nhỏ hơn của hoặc sức kháng danh định tính toán của vật liệu liên kết quy định trong Điều 6.13.5, hoặc sức kháng tính toán của kim loại hàn lấy như sau:

$$R_r = 0,6 \varphi_{e2} F_{exx} \quad (6.13.3.2.3b-1)$$

trong đó:

φ_{e2} = hệ số sức kháng đối với kim loại hàn quy định trong Điều 6.5.4.2.

6.13.3.2.4. Các liên kết đường hàn góc**6.13.3.2.4a. Kéo và nén**

Sức kháng tính toán đối với các liên kết hàn dùng đường hàn góc chịu kéo hoặc nén song song

với trục của đường hàn phải được lấy theo sức kháng tính toán của kim loại cơ bản.

6.13.3.2.4b. Cắt

Các liên kết hàn dùng đường hàn góc chịu cắt trên diện tích hiệu dụng phải được lấy theo trị số nhỏ hơn của hoặc sức kháng tính toán của vật liệu liên kết quy định trong Điều 6.13.5, hoặc sức kháng tính toán của kim loại hàn lấy như sau:

$$R_r = 0,6 \varphi_{e2} F_{exx} \quad (6.13.3.2.4b-1)$$

6.13.3.3. Diện tích hiệu dụng

Diện tích hiệu dụng phải là chiều dài đường hàn hiệu dụng nhân với chiều cao bé hiệu dụng của mối hàn. Chiều cao bé của mối hàn phải là khoảng cách nhỏ nhất từ gốc mối ghép đến mặt mỗi hàn.

6.13.3.4. Kích thước của các đường hàn góc

Kích thước của đường hàn góc có thể được giả thiết ở trong thiết kế liên kết, phải sao cho các lực do các tải trọng tính toán không vượt quá sức kháng tính toán của liên kết quy định trong Điều 6.13.3.

Kích thước lớn nhất của đường hàn góc có thể được sử dụng dọc theo các mép của các bộ phận liên kết phải được lấy như sau:

- Đối với vật liệu dày nhỏ hơn 6,0 mm: chiều dày của vật liệu, và
- Đối với vật liệu chiều dày 6,0 mm hoặc lớn hơn: nhỏ hơn chiều dày của vật liệu 2 mm, trừ khi đường hàn được định rõ trên các tài liệu hợp đồng là phải xây đắp thêm để có chiều cao bé đầy đủ.

Kích thước nhỏ nhất của đường hàn góc cần lấy theo quy định trong Bảng 1. Kích thước đường hàn không cần vượt quá chiều dày của bộ phận mỏng hơn được nối ghép. Các đường hàn góc nhỏ hơn có thể được chấp thuận bởi Kỹ sư căn cứ trên ứng suất đặt lên và việc sử dụng sự nung nóng sơ bộ thích hợp.

Bảng 6.13.3.4-1 - Kích thước nhỏ nhất của các đường hàn góc

Chiều dày kim loại cơ bản của bộ phận mỏng hơn được nối ghép (T) mm	Kích thước nhỏ nhất của đường hàn góc mm
$T \leq 20$	6
$20 < T$	8

6.13.3.5. Chiều dài hiệu dụng nhỏ nhất của các đường hàn góc

Chiều dài hiệu dụng nhỏ nhất của đường hàn góc phải là bốn lần kích thước của nó và không có trường hợp nào nhỏ hơn 40 mm.

6.13.3.6. Quay đầu đường hàn góc

Các đường hàn góc chịu lực kéo không song song với trục của đường hàn, hoặc các đường hàn góc được thiết kế để chịu ứng suất lặp, đều không được chấm dứt tại các góc của các phần hoặc các bộ phận. Ở nơi mà các việc hàn trở lại như thế có thể làm trong cùng mặt phẳng, thì các mạch hàn phải được trở lại liên tục, kích thước đầy đủ, vòng quanh góc, cho một chiều dài bằng hai lần kích thước hàn. Các mạch hàn trở lại đầu phải được chỉ dẫn trong tài liệu hợp đồng.

Các đường hàn góc đắp lên các bên đối diện của một mặt phẳng chung tiếp xúc giữa hai phần phải bị gián đoạn ở góc chung cho cả hai đường hàn.

6.13.3.7. Các mối hàn trám

Các mối hàn trám cần là một mạch hàn liên tục kết hợp các chức năng hàn trám và cường độ, chỉ thay đổi mặt cắt vì yêu cầu cường độ hoặc các yêu cầu về đường hàn góc kích thước nhỏ nhất.

6.13.4. SỨC KHÁNG PHÁ HOẠI CẮT KHỐI

Liên kết bản bụng của các dầm đua ra và tất cả các liên kết chịu kéo, bao gồm các bản liên kết, các bản nối và các bản tiết điểm, phải được nghiên cứu để bảo đảm cung cấp vật liệu liên kết thích hợp để phát triển sức kháng tính toán của liên kết.

Phải nghiên cứu liên kết bằng cách xem xét tất cả các mặt phẳng có thể bị hư hỏng ở trong bộ phận và các bản liên kết. Các bản như thế phải bao gồm các bản song song và vuông góc với các lực đặt lên. Các mặt phẳng song song với lực đặt lên phải được xem xét để chỉ chịu các ứng suất cắt. Các mặt phẳng thẳng góc với lực đặt lên phải được xem xét để chỉ chịu các ứng suất kéo.

Sức kháng tính toán của tổ hợp các mặt phẳng song song và thẳng góc phải được lấy như sau:

$$\text{Nếu } A_m \geq 0,58A_{vn}, \text{ thì: } R_r = \varphi_{bs} (0,58 F_y A_{vg} + F_u A_m) \quad (6.13.4-1)$$

$$\text{Nếu khác đi: } R_r = \varphi_{bs} (0,58 F_u A_{vn} + F_y A_{tg}) \quad (6.13.4-2)$$

trong đó:

$$A_{vg} = \text{diện tích nguyên dọc theo mặt phẳng chịu ứng suất cắt (mm}^2\text{)}$$

A_{vn}	=	diện tích thực dọc theo mặt phẳng chịu ứng suất cắt (mm^2)
A_{tg}	=	diện tích nguyên dọc theo mặt phẳng chịu ứng suất kéo (mm^2)
A_{tn}	=	diện tích thực dọc theo mặt phẳng chịu ứng suất kéo (mm^2)
F_y	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của vật liệu liên kết (MPa)
F_u	=	cường độ kéo nhỏ nhất quy định của vật liệu liên kết được quy định trong Bảng 6.4.1-1 (MPa)
ϕ_{bs}	=	hệ số sức kháng đối với cắt khối quy định trong Điều 6.5.4.2

Diện tích nguyên phải được xác định theo chiều dài của mặt phẳng nhân với chiều dày của chi tiết. Diện tích thực phải là diện tích nguyên, trừ số lỗ trong mặt phẳng, bao gồm các lỗ phân đoạn, nhân với kích thước của các lỗ trong phương của mặt phẳng cộng 2,0 mm nhân với chiều dày của chi tiết.

Trong xác định mặt cắt thực của các lát cắt chịu ứng suất kéo, ảnh hưởng của các lỗ đặt so le kề với các lát phải được xác định theo đúng Điều 6.8.3. Đối với các mặt cắt thực chịu ứng suất cắt, đường kính hiệu dụng đầy đủ của lỗ định tâm ở trong hai đường kính của lát phải được trừ đi. Các lỗ cách xa hơn có thể được bỏ qua.

6.13.5. CÁC CẤU KIỆN LIÊN KẾT

6.13.5.1. Tổng quát

Phải áp dụng điều này vào thiết kế các cấu kiện liên kết như các bản nối, các bản tiết điểm, các thép góc của góc, các giá công xôn, và các bản liên kết chịu kéo hoặc cắt.

6.13.5.2. Kéo

Sức kháng chịu kéo tính toán, R_t , phải lấy theo trị số nhỏ nhất của các trị số cho bởi hoặc các Phương trình 6.8.2.1-1 và 6.8.2.1-2 về giới hạn chảy và đứt gãy, tương ứng, hoặc sức kháng phá hủy cắt khối quy định trong Điều 6.13.4.

Trong xác định P_{nu} , theo quy định trong Phương trình 6.8.2.1-2, cho các bản liên kết, các bản nối và các bản tiết điểm, hệ số chiết giảm, U , quy định trong Điều 6.8.2.2, phải được lấy bằng 1,0, và diện tích thực của bản, A_n , sử dụng trong Phương trình 6.8.2.1-2 không được lấy lớn hơn 85% của diện tích nguyên của bản.

6.13.5.3. Cắt

Đối với các cấu kiện liên kết chịu cắt, sức kháng tính toán, R_t , phải được lấy như sau:

$$R_t = \phi_v R_n \quad (6.13.5.3-1)$$

$$R_n = 0,58 A_g F_y \quad (6.13.5.3-2)$$

trong đó:

R_n	=	sức kháng cắt danh định (N)
A_g	=	diện tích nguyên của cấu kiện liên kết (mm^2)
F_y	=	cường độ chảy nhỏ nhất quy định của cấu kiện liên kết (MPa)
ϕ_v	=	hệ số sức kháng đối với cắt theo quy định trong Điều 6.5.4.2

6.13.6. CÁC MỐI NỐI

6.13.6.1. Mối nối bulông

6.13.6.1.1. Tổng quát

Các mối nối bắt bulông phải được thiết kế để thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.13.1. Ở nơi mà mặt cắt thay đổi tại mối nối, thì mặt cắt nhỏ hơn của hai mặt cắt liên kết phải được sử dụng trong thiết kế. Các mối nối đối với các bộ phận chịu kéo và uốn phải được thiết kế sử dụng các liên kết trượt tối hạn theo quy định trong Điều 6.13.2.1.1.

Các mối nối thép góc bản cánh bắt bulông phải bao gồm hai thép góc, một thép góc trên mỗi bên của cấu kiện chịu uốn.

6.13.6.1.2. Các cấu kiện chịu kéo

Các mối nối đối với các cấu kiện chịu kéo phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.13.5.2.

6.13.6.1.3. Các cấu kiện chịu nén

Các mối nối đối với các bộ phận chịu nén được chi tiết hóa với các đầu được gia công ở nhà máy trong ép mặt tiếp xúc hoàn toàn ở tại các mối nối, và các tài liệu hợp đồng quy định sự kiểm tra trong khi chế tạo và lắp ráp, có thể được thiết kế cho không nhỏ hơn 50% sức kháng tính toán thấp hơn của các mặt cắt ghép nối.

Các mối nối trong các thanh mạ giàn, các bộ phận vòm và cột cần được đặt càng gần các điểm của khoang càng tốt và thường ở về phía mà ở đó xảy ra tác động lực nhỏ hơn. Sự bố trí các bản, thép góc hoặc các cấu kiện khác của mối nối phải như thực hiện một sự cung cấp đúng đắn cho tất cả các tác động lực ở trong các phần cấu thành của các bộ phận ghép nối.

6.13.6.1.4. Các cấu kiện chịu uốn

6.13.6.1.4a. Tổng quát

Các bản nối phải được nghiên cứu về mỗi của kim loại cơ bản liên hệ với các liên kết ma sát theo quy định trong Bảng 6.6.1.2.3-1 bằng sử dụng mặt cắt nguyên của các bản nối và bộ phận.

Các mối nối chịu kéo phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.13.5.2.

6.13.6.1.4b. Các mối nối bản bụng

Các bản nối bản bụng và các liên kết của chúng phải được thiết kế ở trạng thái giới hạn cường độ cho:

- Phần của mômen thiết kế tính toán quy định trong Điều 6.13.1, do bản bụng chịu.
- Mômen do sự lệch tâm của lực cắt tương đương xác định như lực cắt do tải trọng tính toán nhân với mômen thiết kế quy định trong Điều 6.13.1 và chia cho mômen gây ra bởi các tải trọng tính toán và bản thân lực cắt, và
- Bản thân lực cắt tương đương.

Ở trạng thái giới hạn cường độ, ứng suất uốn trong các bản nối không được vượt quá cường độ chảy nhỏ nhất quy định của các bản nối.

Các bulông mối nối bản bụng phải được thiết kế cho các tác động của mômen do cắt lệch tâm.

Các bản bản bụng phải được ghép nối đối xứng bằng các bản ở mỗi bên. Các bản nối cho lực cắt phải kéo dài toàn bộ chiều cao của dầm ở giữa các bản cánh. Chúng không được nhỏ hơn hai hàng bulông trên mỗi bên của mỗi nối.

Đối với các mối nối bản bụng bằng bu lông có chênh lệch bề dày 2,0 mm hoặc nhỏ hơn, không cần có các bản đệm.

6.13.6.1.4c. Các mối nối bản cánh

Ở trạng thái giới hạn cường độ, ứng suất dọc trục trong bản nối phải thỏa mãn các yêu cầu của Điều 6.13.5.2 nếu chịu kéo, và Điều 6.9.2 nếu chịu nén.

Đối với các bộ phận uốn được bắt bulông, các mối nối bắt bulông các phần của bản cánh không nên dùng trong các mối nối hiện trường, trừ khi được Kỹ sư chấp nhận. Trong bất kỳ bản cánh nào không được có quá một mối nối trong cùng một mặt cắt ngang. Nếu thực hiện được thì mối nối nên đặt tại các điểm mà ở đó mặt cắt có độ dư.

6.13.6.1.5. Các bản đệm

Các quy định của điều này áp dụng cho các liên kết loại ép mặt.

Khi các bulông chịu các tải trọng đi qua các bản đệm dày hơn 6,0 mm, thì hoặc:

- Các bản đệm phải được kéo dài quá bản tiết điểm hoặc vật liệu nối, và sự kéo dài bản đệm phải được bảo đảm bằng đủ các bulông tăng thêm để phân bố tổng ứng suất trong bộ phận một cách đều trên mặt cắt tổ hợp của bộ phận và bản đệm, hoặc
- Để thay thế, một số lượng tương đương các bulông tăng thêm có thể đi qua bản tiết điểm hoặc vật liệu nối mà không kéo dài bản đệm.

Các bản đệm dày 6,0 mm hoặc hơn phải bao gồm không nhiều hơn hai tấm, trừ phi được Kỹ sư chấp thuận.

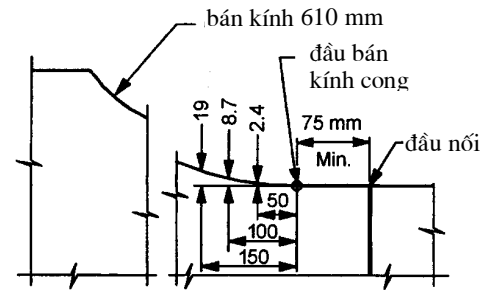
6.13.6.2. Các mối nối hàn

Thiết kế mối nối hàn và các chi tiết phải tuân theo các yêu cầu của Quy chuẩn Hàn Cầu D1.5 ANSI/AASHTO/AWS, lần xuất bản mới nhất, và các quy định ở đây.

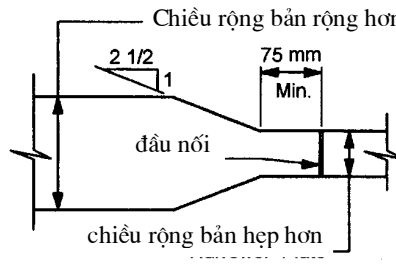
Các mối nối hàn phải được thiết kế để chịu mômen, lực cắt hoặc lực dọc trục thiết kế quy định trong Điều 6.13.1. Các bộ phận chịu kéo và nén có thể được nối ghép bằng cách dùng các mối hàn đối đầu ngẫu hoàn toàn; cần tránh sử dụng các bản nối.

Các mối nối hàn ở hiện trường cần bố trí sao cho giảm thiểu được việc hàn ở tư thế ngửa mặt.

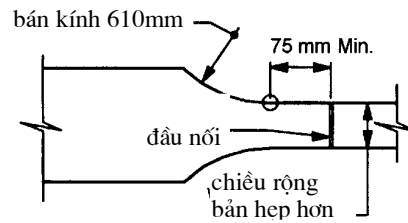
Vật liệu của các chiều rộng khác nhau được nối ghép bằng các đường hàn đối đầu phải có các chuyển tiếp đối xứng phù hợp Hình 1. Lựa chọn kiểu chuyển tiếp phải phù hợp với các loại chi tiết của Bảng 6.6.1.2.3-1 đối với liên kết nối hàn có vát dùng trong thiết kế cấu kiện. Các tài liệu hợp đồng phải quy định rằng các mối nối hàn đối đầu nối ghép vật liệu có các chiều dày khác nhau được mài giữa tới một độ dốc đều, giữa các bề mặt chèn nhau bao gồm cả đường đường hàn, không lớn hơn 1 trên 2,5.



(a) Chi tiết chuyển đổi bề rộng



(b) Chuyển đổi vuốt thẳng



(c) Chuyển đổi theo bán kính 610 mm

Hình 6.13.6.2-1 - Các chi tiết mối nối

6.13.7. CÁC LIÊN KẾT KHUNG CỨNG

6.13.7.1. Tổng quát

Tất cả các liên kết khung cứng phải được thiết kế để chịu các mômen, lực cắt và các lực dọc trục do tải trọng tính toán ở trạng thái giới hạn cường độ.

6.13.7.2. Các bản bụng

Chiều dày của bản bụng dầm không có gờ tăng cường phải không được nhỏ hơn:

$$t_w \geq \sqrt{3} \left(\frac{M_c}{\phi_v F_y d_b d_c} \right) \tag{6.13.7.2-1}$$

trong đó:

- F_y = cường độ chảy của bản bụng (MPa)
- M_c = mômen cột do các tải trọng tính toán (N.mm)
- d_b = chiều cao dầm (mm)
- d_c = chiều cao cột (mm)

φ_v = hệ số sức kháng đối với cắt theo quy định trong Điều 6.5.4.2

Khi chiều dày của bản bụng liên kết nhỏ hơn chiều dày cho trong Phương trình 1, bản bụng phải được tăng cường bằng các gờ tăng cường chéo hoặc bằng bản tăng cường tiếp xúc với bản bụng ở trên diện tích liên kết.

Ở các mối nối khuỷu nơi mà các bản cánh của một cấu kiện được tạo thành khung cứng vào bản cánh của cấu kiện khác, phải làm các gờ tăng cường trên bản bụng của cấu kiện thứ hai đối diện bản cánh chịu nén của cấu kiện thứ nhất trong đó:

$$t_w < \frac{A_f}{t_b + 5k} \quad (6.13.7.2-2)$$

và đối diện bản cánh chịu kéo của cấu kiện thứ nhất trong đó:

$$t_c < 0,4\sqrt{A_f} \quad (6.13.7.2-3)$$

trong đó:

- t_w = chiều dày của bản bụng được tăng cường (mm)
- k = khoảng cách từ mặt ở phía ngoài của bản cánh đến chân của đường hàn góc bản bụng của cấu kiện được tăng cường (mm)
- t_p = chiều dày của bản cánh truyền lực tập trung (mm)
- t_c = chiều dày của bản cánh của bộ phận được tăng cường (mm)
- A_f = diện tích của bản cánh truyền tải trọng tập trung (mm²)

6.14. QUY ĐỊNH CHO CÁC LOẠI KẾT CẤU

6.14.1. CÁC NHỊP DÂM CHẠY DƯỚI

Ở nơi mà các dầm chủ hoặc dầm bao gồm các bộ phận chính của các nhịp dầm chạy dưới, thì các bộ phận như thế phải được tăng cường chống lại biến dạng nằm ngang bằng các phương tiện bản tiết điểm hoặc các bản giằng hình khuỷu với các bản bụng đặc được liên kết vào các gờ tăng cường trên các bộ phận chính và các dầm sàn. Thiết kế các bản tiết điểm phải thoả mãn các yêu cầu của Điều 6.14.2.8.

6.14.2. CÁC GIÀN

6.14.2.1. Tổng quát

Các giàn cần có các thanh chống cầu nghiêng. Phải tránh tình trạng các tiết điểm đầu mạt thượng không được chống đỡ theo phương nằm ngang.

Tim đến tim các giàn chủ phải được đặt cách nhau một cự ly đủ xa để tránh lật đổ.

Các chiều cao hiệu dụng của giàn được giả định là:

- Khoảng cách giữa các trọng tâm của các mạt được liên kết bằng bulông, và
- Khoảng cách giữa các tâm của các chốt.

6.14.2.2. Các cấu kiện của giàn

Các cấu kiện phải đối xứng đối với mặt phẳng ở trung tâm của giàn.

Nếu hình dạng của giàn cho phép, các thanh mạ chịu nén phải liên tục.

Nếu các thanh bản bụng chịu sự đổi dấu của ứng suất, các liên kết đầu của chúng không được là chốt.

Nên tránh dùng các thanh xiên phụ.

6.14.2.3. Các ứng suất phụ

Thiết kế và chọn các cấu tạo phải sao cho các ứng suất phụ càng nhỏ càng lợi. Các ứng suất do mômen tĩnh tải của cấu kiện phải được xem như là do sự lệch tâm của các mối nối ghép hoặc các đường làm việc gây ra. Các ứng suất phụ do sự méo hình của giàn hoặc độ võng của dầm sàn không cần phải xem xét trong bất kỳ bộ phận nào mà độ cong của nó đo song song với mặt phẳng méo hình nhỏ hơn một phần mười chiều dài của nó.

6.14.2.4. Các vách ngang

Phải làm các vách ngăn ngang ở trong các giàn theo các yêu cầu quy định trong Điều 6.7.4.4.

6.14.2.5. Độ võng

Chiều dài của các cấu kiện giàn phải được điều chỉnh để độ võng bằng hoặc lớn hơn độ võng do tĩnh tải gây ra.

Khi tính toán độ võng của giàn, phải sử dụng diện tích nguyên của mỗi cấu kiện giàn. Nếu các bản khoét lỗ được sử dụng, thì diện tích hiệu dụng của bản khoét lỗ phải là khối lượng thực giữa các tim của các lỗ khoét chia cho chiều dài từ tim đến tim của các lỗ khoét.

Các yêu cầu thiết kế đối với các bản khoét lỗ phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong các Điều 6.8.5.2 và 6.9.4.3.2

6.14.2.6. Các đường làm việc và các trục trọng tâm

Các cấu kiện chính phải cân xứng để cho các trục trọng tâm của chúng càng gần tâm của mặt cắt thì khi có thể

Trong các cấu kiện chịu nén có mặt cắt không đối xứng, như các mặt cắt mạ giàn được tạo thành từ các bản bản bụng và bản phủ, thì trục trọng tâm của mặt cắt phải trùng khít càng gần với đường làm việc thì càng lợi, trừ khi sự lệch tâm đó có thể đưa đến làm mất tác dụng uốn tĩnh tải. Trong mạ dưới có hai thép góc hoặc các bộ phận xiên, đường làm việc có thể lấy như đường định cỡ gần lưng của thép góc nhất hoặc ở trọng tâm đối với các giàn hàn.

6.14.2.7. Giàn khung công cầu và chống lác

6.14.2.7.1. Tổng quát

Phải nghiên cứu nhu cầu bố trí các khung ngang thẳng đứng để làm hệ liên kết giàn chống lác ngang trong các giàn. Bất kỳ sự phân tích kết cấu đầy đủ nào khi có hoặc không có hệ giàn chống lác ngang ở giữa đều có thể được chấp nhận, với điều kiện là sự cân bằng, sự tương thích và sự ổn định đều thỏa mãn tất cả các trạng thái giới hạn áp dụng tương ứng.

6.14.2.7.2. Các nhịp giàn chạy dưới

Các nhịp giàn chạy dưới phải có hệ giằng ngang khung cổng cầu, hoặc cường độ và độ cứng của hệ giằng phải được chứng minh là đủ sức chịu khung cổng cầu không được giằng. Nếu hệ giằng khung cổng cầu được sử dụng, thì hệ đó nên là kiểu hai mặt phẳng hoặc kiểu hộp, liên kết cứng vào trụ cổng cầu và các bản cánh của mạt trên, và chiều cao càng lớn đến mức mà tính không cho phép. Nếu sử dụng khung cổng mặt phẳng đơn, thì cần đặt khung này trong mặt phẳng ngang trung tâm của các trụ cổng cầu, với các vách ngang giữa các bản bụng của các trụ cổng để tạo sự phân bố các ứng suất cổng cầu.

Cổng cầu, có hoặc không có hệ liên kết tăng cường, phải được thiết kế để tiếp nhận toàn bộ phản lực của hệ nằm ngang của mạt trên và các trụ cổng phải được thiết kế để truyền phản lực này tới các gối của giàn.

6.14.2.7.3. Các nhịp giàn chạy trên

Các nhịp giàn chạy trên phải có hệ giằng chống lác ngang trong mặt phẳng của các trụ cuối cầu, hoặc cường độ và các thanh tăng cường của hệ giằng phải được chứng minh là đủ. Ở nơi mà hệ giằng chống lác ngang được sử dụng, thì hệ này phải kéo dài đủ chiều cao của các giàn ở bên dưới hệ sàn, và hệ liên kết tăng cường chống lác ngang ở đầu phải cân xứng để truyền toàn bộ tải trọng nằm ngang ở trên cao xuống các trụ cầu thông qua các thanh đứng cuối của giàn.

6.14.2.8. Bản tiếp điểm

Phải áp dụng các quy định của các Điều 6.13.4 và 6.13.5 nơi có thể áp dụng được.

Các bản tiếp điểm hoặc bản liên kết cần được dùng để liên kết các cấu kiện chính, trừ nơi mà các cấu kiện được liên kết chốt. Các linh kiện liên kết từng cấu kiện phải đối xứng với trục của cấu kiện, đến mức hợp lý có thể và cần nghiên cứu sự phát triển đầy đủ các phần của cấu kiện.

Các chỗ cắt góc lõm trừ các đường cong tạo dáng, cần được tránh đến mức có thể được.

Ứng suất lớn nhất từ các tải trọng dọc trục và uốn tính toán tổ hợp không được vượt quá $\phi_t F_y$ căn cứ trên diện tích nguyên.

Ứng suất cắt lớn nhất trên mặt cắt do các tải trọng tính toán phải là $\phi_v F_u / \sqrt{3}$ đối với lực cắt đều và $\phi_v 0,74 F_u / \sqrt{3}$ đối với cắt uốn được tính như lực cắt tính toán chia cho diện tích cắt.

Nếu chiều dài của mép không được giằng chống của bản tiếp điểm vượt quá $2,06 (E/F_y)^{1/2}$ nhân với chiều dày của nó, thì mép phải được tăng cường. Các mép của bản tiếp điểm được tăng cường và không được tăng cường phải được nghiên cứu như là các mặt cắt của cột đã được lý tưởng hóa.

6.14.2.9. Giàn chạy giữa

Các thanh đứng của giàn và các dầm sàn và các liên kết của chúng trong các nhịp giàn chạy giữa phải được thiết kế để chịu lực nằm ngang không nhỏ hơn 4,38 N/mm đặt tại các điểm khoang giàn mạt trên của mỗi giàn xem như một tải trọng dài hạn đối với Tổ hợp tải trọng I về cường độ và được nhân với hệ số tương ứng.

Mặt trên phải được xem như là một cột thanh bị nén có các gối tựa ngang đàn hồi ở tại các điểm khoang giàn

6.14.2.10. Sức kháng tính toán

Sức kháng tính toán của các cấu kiện chịu kéo phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.8.2.

Sức kháng tính toán của các cấu kiện chịu nén phải thỏa mãn các yêu cầu quy định trong Điều 6.9.2.

Sức kháng uốn danh định của các cấu kiện mà sức kháng tính toán của chúng bị khống chế bởi các phương trình tương tác, quy định trong các Điều 6.8.2.3 hoặc 6.9.2.2, phải được tính theo quy định trong Điều 6.12.

6.14.3. CÁC KẾT CẤU PHẦN TRÊN BẢNG BẢN TRỰC HƯỚNG

6.14.3.1. Tổng quát

Các quy định của điều này phải áp dụng cho thiết kế các cầu thép sử dụng bản thép có gờ tăng cường làm mặt cầu.

Mặt cầu bản trực hướng phải xem như một phần gắn bó hữu cơ của kết cấu phần trên cầu và phải tham gia vào chịu toàn bộ các tác động lực lên cầu. Các liên kết giữa mặt cầu và các bộ phận kết cấu chính phải được thiết kế đối với các tác động có tính chất tương tác quy định trong Điều 9.4.1.

Ảnh hưởng của các sự méo vặn do xoắn của hình dạng mặt cắt ngang phải được xét đến trong phân tích các dầm của các cầu dầm hộp bản trực hướng.

6.14.3.2. Chiều rộng hiệu dụng của mặt cầu

Phải áp dụng các quy định của Điều 4.6.2.6.4.

6.14.3.3. Kết hợp các tác động chung và cục bộ

6.14.3.3.1. Tổng quát

Trong tính toán các tác động lực cực trị lên mặt cầu, phải xét kết hợp các tác động chung và cục bộ. Các tác động lực tổ hợp như thế phải được tính cho cùng một cấu hình và vị trí của hoạt tải.

6.14.3.3.2. Các mặt cầu chịu kéo chung

Sức kháng tính toán của các mặt cầu chịu kéo chung, P_u , do các tải trọng tính toán với lực cắt chung đồng thời tổ hợp với uốn cục bộ phải thỏa mãn:

$$\frac{P_u}{P_r} + \frac{M_{ur}}{M_r} \leq 1,33 \quad (6.14.3.3.2-1)$$

với :

$$P_u = A_{d,eff} (f_g^2 + 3f_{vg}^2)^{0.5} \quad (6.14.3.3.2-2)$$

trong đó:

- f_g = ứng suất chung dọc trục ở trong mặt cầu (MPa)
 f_{vg} = lực cắt chung đồng thời ở trong mặt cầu (MPa)
 $A_{d,eff}$ = diện tích mặt cắt ngang hiệu dụng của mặt cầu, bao gồm các sườn dọc (mm²)
 P_r = sức kháng kéo danh định của mặt cầu có tính tới chiều rộng hiệu dụng của mặt cầu (N)
 M_{ur} = mômen uốn cục bộ của sườn dọc do các tải trọng tính toán (N-mm)
 M_{tr} = sức kháng uốn của sườn dọc, khống chế khi đạt giới hạn chảy trong thớ ngoài cùng (N-mm)

6.14.3.3.3. Các mặt cầu chịu nén chung

Trừ khi được chứng minh bằng sự phân tích chặt chẽ rằng sự oằn toàn bộ mặt cầu sẽ không xảy ra do kết quả của lực nén chung tổ hợp với các lực nén uốn cục bộ ở các sườn dọc, thì các sườn dọc, bao gồm chiều rộng hiệu dụng của bản mặt cầu, phải được thiết kế như các thanh chịu nén riêng lẻ giả định được tựa đỡ giản đơn ở tại các dầm ngang.

6.14.3.4. Uốn ngang

Các sức kháng mômen tính toán của các dầm ngang và bản mặt cầu phải như sau:

$$\frac{M_{fb}}{M_{rb}} + \frac{M_{ft}}{M_{rt}} \leq 1,0 \quad (6.14.3.4-1)$$

trong đó:

- M_{fb} = mômen gây ra do các tải trọng tính toán trong dầm ngang (N-mm)
 M_{rb} = sức kháng mômen tính toán của dầm ngang (N-mm)
 M_{ft} = mômen ngang đặt lên trong bản mặt cầu do các tải trọng tính toán do kết quả của bản chịu các tải trọng bánh xe tới các sườn dọc kề bên (N-mm)
 M_{rt} = sức kháng mômen tính toán của bản mặt cầu chịu tải trọng bánh xe tới các sườn kề bên (N.mm)

Đối với các cấu hình mặt cầu trong đó cự ly của các dầm ngang ít nhất bằng ba lần cự ly của các bản bụng sườn dọc, thì số hạng thứ hai của Phương trình 1 có thể bỏ đi.

6.14.3.5. Vách ngang

Phải làm các vách ngăn ngang hoặc các khung ngang ở tại mỗi vị trí trên gối cầu và phải có độ cứng và cường độ đủ để truyền các lực ngang cho các gối cầu và để chống lại sự xoay ngang, sự chuyển vị, và sự méo hình. Phải làm các vách ngang trung gian hoặc các khung ngang ở tại các vị trí nhất quán với sự phân tích của các dầm và phải có độ cứng và cường độ đủ để chống lại sự vắn méo mặt cắt ngang.

6.14.4. CÁC VÒM BẢN BỤNG ĐẶC

6.14.4.1. Sự khuếch đại mômen đối với độ võng

Đối với sự khuếch đại mômen, phải thỏa mãn các quy định trong Điều 4.5.3.2.2c.

6.14.4.2. Độ mảnh của bản bụng

Độ mảnh của các bản bụng của các sườn vòm phải thỏa mãn:

$$\frac{D}{t_w} \leq k \sqrt{\frac{E}{f_a}} \quad (6.14.4.2-1)$$

Bảng 6.14.4.2-1 - Độ mảnh bản của vòm

Điều kiện	k	I_s
Không có gờ tăng cường dọc	1,25	-
Một gờ tăng cường dọc	1,88	$I_s = 0,75 D t_w^3$
Hai sườn tăng cường dọc	2,51	$I_s = 2,2 D t_w^3$

trong đó:

f_a = ứng suất dọc trục do các tải trọng tính toán (MPa)

k = hệ số ổn định bản quy định trong Bảng 1

Mômen quán tính của các gờ tăng cường đối với trục song song với bản bụng ở đáy của gờ tăng cường phải không được nhỏ hơn trị số quy định trong Bảng 1.

Tỷ số chiều rộng trên chiều dày đối với các gờ tăng cường phải thỏa mãn:

$$\frac{b}{t_s} \leq 0,408 \sqrt{\frac{E}{f_a + \frac{f_b}{3}}} \leq 12 \quad (6.14.4.2-2)$$

trong đó:

f_b = ứng suất lớn nhất do các tải trọng tính toán, bao gồm sự khuếch đại mômen (MPa)

6.14.4.3. Ổn định của bản cánh

Tỷ số chiều rộng trên chiều dày của các bản cánh phải thỏa mãn:

- Đối với chiều rộng giữa các bản bụng:

$$\frac{b}{t} \leq 1,06 \sqrt{\frac{E}{f_a + f_b}} \quad (6.14.4.3-1)$$

- Đối với các chiều rộng phân hăng:

$$\frac{b}{t} \leq 0,408 \sqrt{\frac{E}{f_a + f_b}} \leq 12 \quad (6.14.4.3-2)$$