

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11823-6:2017

THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG BỘ - PHẦN 6: KẾT CẤU THÉP

Highway bridge design specification - Part 6: Steel structures

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

4 VẬT LIỆU

4.1 CÁC LOẠI THÉP KẾT CẤU

4.2 CHỐT, CON LẮN VÀ CON LẮC

4.3 BULÔNG, ĐAI ỐC VÀ VÒNG ĐỆM

4.3.1 Bulông

4.3.2 Đai ốc

4.3.2.1 Đai ốc dùng cho bu lông liên kết mối nối kết cấu

4.3.2.2 Đai ốc dùng cho Bulông neo

4.3.3 Vòng đệm

4.3.4 Các linh kiện liên kết tùy chọn

4.3.5 Thiết bị chỉ báo lực

4.4 ĐINH NEO CHỊU CẮT

4.5 KIM LOẠI HÀN

4.6 KIM LOẠI ĐÚC

4.6.1 Thép đúc và gang dẻo

4.6.2 Các sản phẩm đúc có thể rèn được

4.6.3 Gang

4.7 THÉP KHÔNG GỈ

4.8 CÁP THÉP

4.8.1 Sợi thép trơn

4.8.2 Sợi thép tráng kẽm

4.8.3 Sợi thép bọc epoxy

4.8.4 Tao cáp cầu

5 CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

5.1 TỔNG QUÁT

5.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

5.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI VÀ NÚT GỖY

5.4 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

5.4.1 Tổng quát

5.4.2 Hệ số sức kháng

5.5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

6 THIẾT KẾ CHỊU MỎI VÀ NÚT GỖY

6.1 MỎI

6.1.1 Tổng quát

6.1.2. Mỏi do tải trọng gây ra

6.1.2.1 Cơ sở thiết kế chịu mỏi

6.1.2.2 Các tiêu chí thiết kế

6.1.2.3 Phân loại các chi tiết

6.1.2.4 Cấu tạo chi tiết để giảm chịu lực cưỡng bức

6.1.2.5 Sức kháng mỏi

6.1.3 Mỏi do xoắn vặn gây ra

6.1.3.1 Các bản liên kết ngang

6.1.3.2 Bản liên kết nằm ngang

6.1.3.3 Mặt cầu thép bản trực hướng

6.2 PHÁ HỦY NÚT GỠ

7 CÁC YÊU CẦU VỀ KÍCH THƯỚC CHUNG VÀ CHI TIẾT

7.1 CHIỀU DÀI CÓ HIỆU CỦA NHỊP

7.2 ĐỘ VÒNG TÍNH TẢI

7.3 CHIỀU DÀY NHỎ NHẤT CỦA THÉP

7.4 VÁCH NGĂN VÀ KHUNG NGANG

7.4.1 Tổng quát

7.4.2 Các bộ phận có mặt cắt I

7.4.3 Dầm có mặt cắt hộp

7.5. HỆ GIẺNG LIÊN KẾT NGANG

7.5.1. Tổng quát

7.5.2 Bộ phận có mặt cắt chữ I

7.5.3 Bộ phận có mặt cắt hình chậu

7.5.4 Giàn

7.6 CHỐT

7.6.1 Vị trí

7.6.2 Sức kháng

7.6.2.1 Uốn và cắt kết hợp

7.6.2.2 Ép mặt

7.6.3 Kích thước tối thiểu của chốt đối với các thanh đầu có lỗ

7.6.4 Chốt và đai ốc của chốt

7.7 CÁC DẦM CÁN VÀ DẦM HÀN TỔ HỢP ĐƯỢC UỐN BẰNG NHIỆT

7.7.1 Tổng quát

7.7.2 Bán kính cong nhỏ nhất

7.7.3 Độ vòng

8 CẤU KIỆN CHỊU KÉO

8.1 TỔNG QUÁT

8.2 SỨC KHÁNG KÉO

8.2.1 Tổng quát

8.2.2 Hệ số chiết giảm, U

trường hợp

U

U

8.2.3 Kéo và uốn kết hợp

8.3 DIỆN TÍCH THỰC

8.4 TỶ SỐ ĐỘ MẠNH GIỚI HẠN

8.5 CÁC CẤU KIỆN TỔ HỢP

8.5.1 Tổng quát

8.5.2 Các bản khoét lỗ

8.6 CÁC THANH ĐẦU CÓ LỖ CHỐT

8.6.1 Sức kháng tính toán

8.6.2 Cấu tạo của thanh

8.6.3 Lắp đặt thanh

8.7 CÁC BẢN ỐP LIÊN KẾT CHỐT

8.7.1 Tổng quát

8.7.2 Bản chốt

8.7.3 Kích thước cấu tạo

8.7.4 Lắp đặt

9 CẤU KIỆN CHỊU NÉN

9.1 TỔNG QUÁT

9.2 SỨC KHÁNG NÉN

9.2.1 Nén dọc trục

9.2.2 Nén dọc trục và uốn kết hợp

9.3 TỶ SỐ ĐỘ MẠNH GIỚI HẠN

9.4 CÁC CẤU KIỆN KHÔNG LIÊN HỢP

9.4.1 Sức kháng nén danh định

9.4.1.1 Tổng quát

9.4.1.2 Sức kháng ổn định đàn hồi chịu uốn

9.4.1.3 Sức kháng ổn định đàn hồi chịu xoắn và chịu xoắn uốn

9.4.2 Các chi tiết không mảnh và mảnh của cấu kiện

9.4.2.1 Các chi tiết cấu kiện không mảnh

9.4.2.2 Các chi tiết cấu kiện mảnh

9.4.3 Các cấu kiện tổ hợp

9.4.3.1 Tổng quát

9.4.3.2 Các bản khoét lỗ

9.5 CÁC CẤU KIỆN LIÊN HỢP

9.5.1 Sức kháng nén danh định

9.5.2 Các giới hạn

9.5.2.1 Tổng quát

9.5.2.2 Các ống nhồi bê tông

9.5.2.3 Các thép hình bọc bê tông

9.6 ỐNG THÉP NHỒI BÊ TÔNG LIÊN HỢP (CFSTs)

10 CÁC MẶT CẮT CHỊU UỐN

10.1 TỔNG QUÁT

10.1.1 Mặt cắt liên hợp

10.1.1.1 Ứng suất

10.1.1.1.1 Trình tự chất tải

10.1.1.1.2 Ứng suất trong mặt cắt tại vùng mô men uốn dương

10.1.1.1.3 Ứng suất trong mặt cắt trong vùng mô men uốn âm

10.1.1.1.4 Ứng suất trong bản bê tông

10.1.1.1.5 Bề rộng có hiệu của bản bê tông

- 10.1.2 Mặt cắt không liên hợp
- 10.1.3 Mặt cắt lại
- 10.1.4 Các cấu kiện có chiều cao bản bụng thay đổi
- 10.1.5 Độ cứng
- 10.1.6 Ứng suất trong bản cánh và mô men uốn trong cấu kiện
- 10.1.7 Cốt thép tối thiểu trong bản bê tông chịu mô men uốn âm
- 10.1.8 Nứt gãy mặt cắt có hiệu
- 10.1.9 Sức kháng oằn của bản bụng
 - 10.1.9.1 Bản bụng không có sườn tăng cứng dọc
 - 10.1.9.2 Bản bụng có sườn tăng cứng dọc
- 10.1.10 Hệ số giảm cường độ bản cánh
 - 10.1.10.1 Hệ số lại, R_h
 - 10.1.10.2 Hệ số phân tán tải trọng bản bụng, R_b
- 10.2 CÁC GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC MẶT CẮT NGANG
 - 10.2.1 Các tỷ lệ bản bụng
 - 10.2.1.1 Bản bụng không có sườn tăng cứng dọc
 - 10.2.1.2 Bản bụng có sườn tăng cứng dọc
 - 10.2.2 Các tỷ lệ bản cánh
- 10.3 KIỂM TRA KHẢ NĂNG THI CÔNG
 - 10.3.1 Tổng quát
 - 10.3.2 Sức kháng uốn
 - 10.3.2.1 Bản cánh chịu nén được giằng gián đoạn
 - 10.3.2.2 Bản cánh chịu kéo được giằng gián đoạn
 - 10.3.2.3 Bản cánh chịu kéo hoặc nén được giằng liên tục
 - 10.3.2.4 Bản bê tông
 - 10.3.3 Sức kháng cắt
 - 10.3.4 Lắp đặt bản mặt cầu
 - 10.3.5 Độ võng do tĩnh tải
- 10.4 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG
 - 10.4.1 Biến dạng đàn hồi
 - 10.4.2 Biến dạng không hồi phục
 - 10.4.2.1 Tổng quát
 - 10.4.2.2 Biến dạng do uốn
- 10.5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI VÀ NÚT GỖY
 - 10.5.1 Mỏi
 - 10.5.2 Nứt gãy
 - 10.5.3 Các yêu cầu đặc biệt về mỏi quy định cho bản bụng
- 10.6 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ
 - 10.6.1 Tổng quát
 - 10.6.2 Các điều kiện kháng uốn của mặt cắt
 - 10.6.2.1 Tổng quát
 - 10.6.2.2 Mặt cắt liên hợp chịu uốn dương
 - 10.6.2.3 Mặt cắt không liên hợp chịu mô men âm và mặt cắt không liên hợp
 - 10.6.3 Sức kháng cắt
 - 10.6.4 Neo chống cắt

10.7 SỨC KHÁNG UỐN CỦA MẶT CẮT LIÊN HỢP CHỊU MÔ MEN UỐN DƯƠNG

10.7.1 Mặt cắt đặc chắc

10.7.1.1 Tổng quát

10.7.1.2 Sức kháng uốn danh định

10.7.2 Mặt cắt không đặc chắc

10.7.2.1 Tổng quát

10.7.2.2 Sức kháng uốn danh định

10.7.3 Yêu cầu về tính dẻo

10.8 SỨC KHÁNG UỐN CỦA MẶT CẮT LIÊN HỢP CHỊU MÔ MEN ÂM VÀ MẶT CẮT KHÔNG LIÊN HỢP

10.8.1 Tổng quát

10.8.1.1 Bản cánh chịu nén có giằng gián đoạn

10.8.1.2 Bản cánh chịu kéo có giằng gián đoạn

10.8.1.3 Bản cánh chịu kéo hoặc nén có giằng liên tục

10.8.2 Sức kháng uốn của bản cánh chịu nén

10.8.2.1 Tổng quát

10.8.2.2 Sức kháng ổn định cục bộ

10.8.2.3 Sức kháng ổn định xoắn ngang

10.9 SỨC KHÁNG CẮT

10.9.1 Tổng quát

10.9.2 Sức kháng danh định của các bản bụng không được tăng cứng

10.9.3 Sức kháng danh định của các bản bụng được tăng cứng

10.9.3.1 Tổng quát

10.9.3.2 Các khoang phía trong của bụng dầm

10.9.3.3 Khoang biên của bản bụng (Khoang đầu dầm)

10.10 CÁC NEO CHỐNG CẮT

10.10.1 Tổng quát

10.10.1.1 Các kiểu neo

10.10.1.2 Bước neo

10.10.1.3 Khoảng cách ngang

10.10.1.4 Lớp bê tông phủ neo và chiều sâu ngậm neo trong bê tông

10.10.2 Sức kháng mỏi

10.10.3 Các yêu cầu đặc biệt đối với các điểm nối dầm mô men uốn do tĩnh tải

10.10.4 Trạng thái giới hạn cường độ

10.10.4.1 Tổng quát

10.10.4.2 Lực cắt danh định

10.10.4.3 Sức kháng cắt danh định

10.11 SƯỜN TĂNG CỨNG

10.11.1 Sườn tăng cứng ngang

10.11.1.1 Tổng quát

10.11.1.2 Chiều rộng nhô ra của sườn

10.11.1.3 Mômen quán tính

CHÚ THÍCH:

10.11.2 Sườn tăng cứng ở vị trí gối

10.11.2.1 Tổng quát

- 10.11.2.2 Chiều rộng nhô ra của sườn
- 10.11.2.3 Sức kháng tựa của sườn tăng cứng gối
- 10.11.2.4 Sức kháng dọc trục của các sườn tăng cứng gối
 - 10.11.2.4.1 Tổng quát
 - 10.11.2.4.2 Mặt cắt có hiệu
- 10.11.3 Các sườn tăng cứng dọc
 - 10.11.3.1 Tổng quát
 - 10.11.3.2 Chiều rộng phần nhô ra của sườn tăng cứng dọc
 - 10.11.3.3 Mômen quán tính và bán kính quán tính
- 10.12 CÁC BẢN TÁP
 - 10.12.1 Tổng quát
 - 10.12.2 Các yêu cầu về đầu nối bản táp
 - 10.12.2.1 Tổng quát
 - 10.12.2.2 Các yêu cầu về đầu nối bản táp
 - 10.12.2.3 Các đầu bản táp nối bulông
- 11 CÁC CẤU KIỆN CÓ MẶT CẮT HỘP CHỊU UỐN
 - 11.1 TỔNG QUÁT
 - 11.1.1 Xác định ứng suất
 - 11.1.2 Gối
 - 11.1.3 Liên kết giữa bản cánh và thành hộp
 - 11.1.4 Lỗ kiểm tra và thoát nước
 - 11.2 CÁC GIỚI HẠN TỶ LỆ KÍCH THƯỚC MẶT CẮT NGANG
 - 11.2.1 Các kích thước thành hộp
 - 11.2.1.1 Tổng quan
 - 11.2.1.2 Thành hộp không có sườn tăng cứng dọc
 - 11.2.1.3 Thành hộp có sườn tăng cứng dọc
 - 11.2.2 Tỷ lệ bản cánh mặt cắt hình chấu
 - 11.2.3 Các hạn chế đặc biệt khi sử dụng hệ số phân bố hoạt tải cho mặt cắt nhiều hộp
 - 11.3 KHẢ NĂNG THI CÔNG
 - 11.3.1 Tổng quát
 - 11.3.2 Khả năng chịu uốn
 - 11.3.3 Khả năng chịu lực cắt
 - 11.4 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG
 - 11.5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI VÀ NÚT GỠ
 - 11.6 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ
 - 11.6.1 Tổng quan
 - 11.6.2 Yêu cầu cấu tạo mặt cắt chịu uốn
 - 11.6.2.1 Tổng quan
 - 11.6.2.2 Mặt cắt chịu uốn dương
 - 11.6.2.3 Mặt cắt chịu mô men uốn âm
 - 11.6.3 Yêu cầu cấu tạo mặt cắt chịu lực cắt
 - 11.6.4 Neo chống cắt
 - 11.7 SỨC KHÁNG UỐN CỦA MẶT CẮT CHỊU MÔMEN UỐN DƯƠNG
 - 11.7.1 Mặt cắt đặc chắc
 - 11.7.1.1 Tổng quát

11.7.1.2 Sức kháng uốn danh định

11.7.2 Mặt cắt không đặc chắc

11.7.2.1 Tổng quát

11.7.2.2 Sức kháng uốn danh định

11.8 SỨC KHÁNG UỐN CỦA MẶT CẮT CHỊU MÔMEN ÂM

11.8.1 Tổng quát

11.8.1.1 Bản cánh hộp chịu nén

11.8.1.2 Bản cánh giằng liên tục chịu kéo

11.8.2 Sức kháng uốn của bản cánh hộp chịu nén

11.8.2.1 Tổng quát

11.8.2.2 Bản cánh mặt hộp không có sườn tăng cứng

11.8.2.3 Bản cánh mặt hộp có sườn tăng cứng dọc

11.9 SỨC KHÁNG CẮT

11.10 NEO CHỐNG CẮT

11.11 SƯỜN TĂNG CỨNG

11.11.1 Sườn tăng cứng thành hộp

11.11.2 Sườn tăng cứng dọc cho bản cánh chịu nén

12 CÁC CẤU KIỆN CHỊU UỐN KHÁC

12.1 TỔNG QUÁT

12.1.1 Điều kiện áp dụng

12.1.2 Trạng thái giới hạn cường độ

12.1.2.1 Uốn

12.1.2.2 Tải trọng dọc trục kết hợp với uốn

12.1.2.3 Lực cắt

12.2 SỨC KHÁNG UỐN DANH ĐỊNH

12.2.1 Tổng quát

12.2.2 Các cấu kiện không liên hợp

12.2.2.1 Các cấu kiện hình I và H

12.2.2.2 Các cấu kiện hình hộp

12.2.2.3 Các ống tròn

12.2.2.4 Thép T và thép góc kép

12.2.2.5 Thép hình U

12.2.2.6 Thép góc đơn

12.2.2.7 Thép thanh mặt cắt chữ nhật và thép tròn đặc

12.2.3 Các kết cấu liên hợp

12.2.3.1 Các thép hình được bọc bê tông

12.2.3.2 Các ống thép nhồi bê tông

12.3 SỨC KHÁNG CẮT DANH ĐỊNH CỦA CÁC CẤU KIỆN LIÊN HỢP

12.3.1 Các thép hình được bọc bê tông

12.3.2 Các ống thép nhồi bê tông

12.3.2.1 Các ống hình chữ nhật

12.3.2.2 Các ống tròn

13 CÁC LIÊN KẾT VÀ MỐI NỐI

13.1 TỔNG QUÁT

13.2 CÁC LIÊN KẾT BULÔNG

- 13.2.1 Tổng quát
 - 13.2.1.1 Các liên kết bu lông ma sát
 - 13.2.1.2 Các liên kết bu lông chịu ép tựa
- 13.2.2 Sức kháng tính toán
- 13.2.3 Bulông, đai ốc và vòng đệm
 - 13.2.3.1 Bulông và đai ốc
 - 13.2.3.2 Vòng đệm
- 13.2.4 Các lỗ
 - 13.2.4.1 Kiểu lỗ
 - 13.2.4.1.1 Tổng quát
 - 13.2.4.1.2 Các lỗ rộng quá cỡ
 - 13.2.4.1.3 Các lỗ có dạng ô van ngắn
 - 13.2.4.1.4 Các lỗ có dạng ô van dài
 - 13.2.4.2 Kích thước
- 13.2.5 Quy cách của bu lông
- 13.2.6 Khoảng cách của các bu lông
 - 13.2.6.1 Khoảng cách tịnh và cự ly tối thiểu
 - 13.2.6.2 Cự ly tối đa của các bu lông chống thấm mỗi nối
 - 13.2.6.3 Cự ly tối đa của bu lông liên kết - nối ghép mặt cắt cấu kiện tổ hợp
 - 13.2.6.4 Cự ly tối đa của bu lông liên kết - ghép tổ hợp ở đầu mút của cấu kiện chịu nén
 - 13.2.6.5 Cự ly ở đầu ngoài cùng của chuỗi hàng lỗ bu lông
 - 13.2.6.6 Các khoảng cách đến mép cạnh
- 13.2.7 Sức kháng cắt của bu lông
- 13.2.8 Sức kháng trượt của bu lông
- 13.2.9 Sức kháng ép mặt ở các lỗ bulông
- 13.2.10 Sức kháng kéo
 - 13.2.10.1 Tổng quát
 - 13.2.10.2 Sức kháng kéo danh định
 - 13.2.10.3 Sức kháng mỗi
 - 13.2.10.4 Lực kéo do hiệu ứng cạy nắp mặt bích
- 13.2.11 Kéo và cắt kết hợp
- 13.2.12 Sức kháng cắt của bu lông neo
- 13.3 CÁC LIÊN KẾT HÀN
 - 13.3.1 Tổng quát
 - 13.3.2 Sức kháng tính toán
 - 13.3.2.1 Tổng quát
 - 13.3.2.2 Các liên kết hàn có soi rãnh vát ngẫu nhiên hoàn toàn
 - 13.3.2.2.1 Chịu lực kéo và nén
 - 13.3.2.2.2 Chịu lực cắt
 - 13.3.2.3 Các liên kết hàn có soi rãnh vát ngẫu nhiên không hoàn toàn
 - 13.3.2.3.1 Chịu lực kéo hoặc nén
 - 13.3.2.3.2 Chịu lực cắt
 - 13.3.2.4 Các liên kết đường hàn góc
 - 13.3.2.4.1 Chịu lực kéo và nén
 - 13.3.2.4.2 Chịu lực cắt

- 13.3.3 Diện tích có hiệu
- 13.3.4 Kích thước của các đường hàn góc
- 13.3.5 Chiều dài có hiệu nhỏ nhất của các đường hàn góc
- 13.3.6 Vòng đầu đường hàn góc
- 13.3.7 Các mối hàn trám
- 13.4 SỨC KHÁNG CHỊU CẮT KHUÔN
- 13.5 CÁC CHI TIẾT LIÊN KẾT
 - 13.5.1 Tổng quát
 - 13.5.2 Chịu lực kéo
 - 13.5.3 Chịu lực cắt
- 13.6 CÁC MỐI NỐI
 - 13.6.1 Mối nối bulông
 - 13.6.1.1 Tổng quát
 - 13.6.1.2 Các cấu kiện chịu kéo
 - 13.6.1.3 Các cấu kiện chịu nén
 - 13.6.1.4 Các cấu kiện chịu uốn
 - 13.6.1.4.1 Tổng quát
 - 13.6.1.4.2 Các mối nối bản bụng
 - 13.6.1.4.3 Các mối nối bản cánh
 - 13.6.1.5 Các bản đệm
 - 13.6.2 Các mối nối hàn
- 13.7 CÁC LIÊN KẾT KHUNG CỨNG
 - 13.7.1 Tổng quát
 - 13.7.2 Các bản bụng
- 14 QUY ĐỊNH CHO CÁC LOẠI KẾT CẤU
 - 14.1 CÁC NHỊP DẦM CHẠY DƯỚI
 - 14.2 CÁC GIÀN
 - 14.2.1 Tổng quát
 - 14.2.2 Các cấu kiện của giàn
 - 14.2.3 Các ứng suất thứ cấp
 - 14.2.4 Các vách ngang
 - 14.2.5 Độ võng
 - 14.2.6 Các đường truyền lực và các trục trọng tâm
 - 14.2.7 Giằng khung cổng cầu và chống lắc
 - 14.2.7.1 Tổng quát
 - 14.2.7.2 Các nhịp giàn chạy dưới
 - 14.2.7.3 Các nhịp giàn chạy trên
 - 14.2.8 Bản tiếp điểm
 - 14.2.9 Giàn hở
 - 14.2.10 Sức kháng tính toán
 - 14.3 CÁC KẾT CẤU PHẦN TRÊN CÓ BẢN TRỰC HƯỚNG
 - 14.3.1 Tổng quát
 - 14.3.2 Bản mặt cầu chịu nén tổng thể
 - 14.3.2.1 Tổng quát
 - 14.3.2.2 Ổn định cục bộ

- 14.3.2.3 Ổn định của khoang
- 14.3.3 Chiều rộng có hiệu của mặt cầu
- 14.3.4 Công tác dụng hiệu ứng tổng thể và cục bộ
- 14.4 CÁC VÒM BẢN BỤNG SƯỜN ĐẶC
- 14.4.1 Sự khuếch đại mômen đối với độ võng
- 14.4.2 Độ mảnh của bản bụng
- 14.4.3 Ổn định của bản cánh

15 CỌC

15.1 TỔNG QUÁT

15.2 SỨC KHÁNG KẾT CẤU

15.3 SỨC KHÁNG NÉN

15.3.1 Nén dọc trục

15.3.2 Kết hợp uốn và nén dọc trục

15.3.3 Ổn định

15.4 ỨNG SUẤT LỚN NHẤT CHO PHÉP KHI ĐÓNG CỌC

PHỤ LỤC A

SỨC KHÁNG UỐN CỦA DẦM LIÊN HỢP THẲNG MẶT CẮT I TRONG VÙNG MÔ MEN ÂM VÀ DẦM THẲNG MẶT CẮT I KHÔNG LIÊN HỢP CÓ BẢN BỤNG ĐẶC CHẮC HOẶC KHÔNG ĐẶC CHẮC

PHỤ LỤC B

PHÂN BỐ LẠI MÔ MEN TỪ CÁC MẶT CẮT CHỮ I TRÊN CÁC TRỤ GIỮA CỦA CÁC CẦU THẲNG LIÊN TỤC

PHỤ LỤC C

CÁC BƯỚC CƠ BẢN THIẾT KẾ KẾT CẤU PHẦN TRÊN CẦU THÉP

PHỤ LỤC D

CÁC TÍNH TOÁN CƠ BẢN CHO CÁC CẤU KIỆN CHỊU UỐN

LỜI NÓI ĐẦU

TCVN 11823 - 6: 2017 được biên soạn trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn thiết kế cầu theo hệ số tải trọng và sức kháng của AASHTO (AASHTO, LRFD Bridge Design Specification). Tiêu chuẩn này là một Phần thuộc Bộ tiêu chuẩn Thiết kế cầu đường bộ, bao gồm 12 Phần như sau:

- TCVN 11823-1:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 1: Yêu cầu chung
- TCVN 11823-2:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 2: Tổng thể và đặc điểm vị trí
- TCVN 11823-3:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 3: Tải trọng và Hệ số tải trọng
- TCVN 11823-4:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 4: Phân tích và Đánh giá kết cấu
- TCVN 11823-5:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 5: Kết cấu bê tông
- TCVN 11823-6:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 6: Kết cấu thép
- TCVN 11823-9:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 9: Mặt cầu và Hệ mặt cầu
- TCVN 11823-10:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 10: Nền móng
- TCVN 11823-11:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 11: Mố, Trụ và Tường chắn
- TCVN 11823-12:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 12: Kết cấu vùi và Áo hầm
- TCVN 11823-13:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 13: Lan can
- TCVN 11823-14:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 14: Khe co giãn và Gối cầu.

Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công tương thích với Bộ tiêu chuẩn này là Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD (*AASHTO LRFD Bridge construction Specifications*)

TCVN 11823 - 6: 2017 do Bộ Giao thông vận tải tổ chức biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thiết kế các cấu kiện, các mối nối và các liên kết bằng thép dùng cho các kết cấu cầu dầm cân và dầm tổ hợp thẳng hoặc cong bằng, khung, giàn và vòm, các hệ dây văng và hệ dây vồng, và các hệ mặt cầu kim loại.

Đối với dầm tổ hợp cong, tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho công tác thiết kế và thi công dầm mặt cắt chữ I hoặc hộp đơn, có bán kính cong bằng hoặc lớn hơn 30500 mm. Trường hợp bán kính nhỏ hơn giới hạn này, việc áp dụng kết cấu cầu phải dựa trên cơ sở đánh giá chi tiết kết cấu cầu theo các yêu cầu phù hợp với các nguyên tắc cơ học cơ bản.

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

Các tài liệu dưới đây là rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Các tài liệu viện dẫn được trích dẫn từ những vị trí thích hợp trong văn bản tiêu chuẩn và các ấn phẩm được liệt kê dưới đây. Đối với các tài liệu có đề ngày tháng, những sửa đổi bổ sung sau ngày xuất bản chỉ được áp dụng cho bộ Tiêu chuẩn này khi bộ Tiêu chuẩn này được sửa đổi, bổ sung. Đối với các tiêu chuẩn không đề ngày tháng thì dùng phiên bản mới nhất.

- TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế
- TCVN 4954:05 Đường ô tô- Yêu cầu thiết kế
- TCVN 5408:2007 Lớp phủ kẽm nhúng nóng trên bề mặt sản phẩm gang và thép- Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử
- TCVN 1651: 2008 Thép cốt bê tông và lưới thép hàn
- TCVN 5664:2009 Tiêu chuẩn quốc gia, Phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa
- TCVN 9386:2012 Thiết kế công trình chịu động đất
- TCVN 9392:2012 Thép cốt bê tông- Hàn hồ quang
- TCVN 9393: 2012- Cọc Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục
- TCVN 10307:2014- Kết cấu cầu thép - Yêu cầu kỹ thuật chung về chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu
- TCVN 10309:2014 Hàn cầu thép - Quy định kỹ thuật
- AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications (Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO)
- AASHTO M270M/M Standard Specification for Structural Steel for Bridges (Tiêu chuẩn thép kết cấu dùng cho cầu)
- ASTM A 252 Standard Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles (Tiêu chuẩn cọc ống bằng thép uốn nối hàn)

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

3.1 Mố cầu (Abutment) - Kết cấu bên dưới để đỡ một đầu của kết cấu nhịp cầu.

3.2 Tỷ số mặt cắt (Aspect Ratio) - Với các hình chữ nhật, là tỷ số độ dài các cạnh.

3.3 Dầm thép hình (Beam) - 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 “beam” được sử dụng để chỉ cấu kiện được làm bằng các thép hình cán.

3.4 Cột- Dầm (Beam-Column) - Một bộ phận kết cấu mà chức năng chính là chịu cả lực dọc và mô men.

3.5 Sức kháng oằn do uốn (Bend-Buckling Resistance) - Tải trọng lớn nhất có thể chịu được của bản bụng mà không xảy ra biến dạng oằn cục bộ do uốn theo lý thuyết đàn hồi và thực nghiệm.

3.6 Uốn hai chiều (Biaxial Bending) - Sự uốn đồng thời của các bộ phận hoặc cấu kiện theo hai trục vuông góc.

3.7 Tới hạn (Bifurcation) - Hiện tượng mà một bộ phận hoặc cấu kiện thẳng hoặc phẳng lý tưởng dưới tác dụng của lực nén ở trạng thái giới hạn giữa bị oằn hoặc không, hoặc là một bộ phận thẳng lý tưởng dưới tác dụng của mômen uốn ở trạng thái giới hạn giữa biến dạng uốn - xoắn hoặc uốn phẳng.

3.8 Phân tích tới hạn (Bifurcation Analysis) - Phân tích được dùng để xác định tải trọng oằn hoặc tới hạn.

3.9 Phá hoại cắt theo khuôn (Block Shear Rupture) - Sự phá hỏng một liên kết bản bụng bằng bulông của các dầm nối trực giao 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.

3.10 Chi tiết bulông (Bolt Assembly) - Bulông, đai ốc và vòng đệm.

3.11 Bản mặt đầm hộp (Box Flange) - Bộ phận bản nối giữa hai sườn. Bản mặt có thể là bản phẳng không có sườn tăng cường, bản có sườn tăng cường hoặc bản bê tông cốt thép liên kết với bản thép bằng các neo chống cắt

3.12 Cấu kiện giằng ngang (Bracing Member) - Một cấu kiện liên kết giằng cứng cấu kiện chính hoặc một phần của cấu kiện chính, chống lại sự chuyển động nằm ngang.

3.13 Tải trọng mất ổn định (Buckling Load) - Tải trọng ở mức làm cho một bộ phận hoặc cấu kiện thẳng lý tưởng chịu nén bị oằn.

3.14 Cấu kiện tổ hợp (Built-Up Member) - Một cấu kiện được làm từ các bộ phận bằng thép liên kết với nhau bằng hàn, bắt bu lông, hoặc tán ri vê.

3.15 Yêu cầu va đập của rãnh chữ V charpy (Charpy V- Notch Impact Requirement) - 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.

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

3.17 Khoảng cách trống giữa các bulông (Clear Distance of Bolts) - Khoảng cách giữa các mép của các lỗ bulông kề nhau.

3.18 Khoảng cách trống bên ngoài của các bulông (Clear End Distance of Bolts) - Khoảng cách giữa mép của lỗ bulông và đầu của bộ phận.

3.19 Mặt cắt hộp kín (Closed-Box Section) - Một cấu kiện chịu uốn có mặt cắt ngang gồm hai sườn đứng hoặc xiên hình thành ít nhất một khoang kín. Một cấu kiện có mặt cắt kín tỏ ra hiệu quả khi kháng xoắn bằng cách hình thành dòng ứng suất tiếp trong sườn và cánh.

3.20 Tải trọng phá hỏng (Collapse Load) - Tải trọng mà một bộ phận kết cấu hoặc kết cấu có thể chịu được ngay trước khi sự phá hỏng trở nên rõ ràng.

3.21 Bản cánh đặc chắc (Compact Flange) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp có một bản cánh đơn có giằng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc dưới độ mảnh cánh có thể chịu được ứng biến đủ để sức kháng chịu uốn lớn nhất sẽ đạt được trước khi cánh bị mất ổn định cục bộ dẫn đến ảnh hưởng lớn tới ứng xử của nó, nó đòi hỏi về liên kết tăng cường (giằng ngang) để đảm bảo thỏa mãn sự phát triển sức kháng uốn lớn nhất.

3.22 Tiết diện đặc chắc (Compact Section) - Một tiết diện liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn dương thỏa mãn các yêu cầu về cấp thép, độ mảnh của sườn, độ dẹt có khả năng phát triển sức kháng danh định vượt quá mô men chảy nhưng chưa vượt quá mô men dẻo.

3.23 Chiều dài không giằng đặc chắc (Compact Unbraced Length) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, giới hạn chiều dài không giằng của một bản cánh đơn có giằng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc dưới chiều dài để sức kháng chịu uốn lớn nhất sẽ đạt được trước khi cánh bị oằn ngang do xoắn dẫn đến ảnh hưởng lớn tới ứng xử của nó, các đòi hỏi về độ mảnh của cánh phải đảm bảo thỏa mãn sự phát triển sức kháng uốn lớn nhất.

3.23 Bản bụng đặc chắc (Compact Web) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, một bản bụng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc dưới độ mảnh mà mặt cắt có sức kháng chịu uốn lớn nhất bằng mô men dẻo sẽ đạt được trước khi bản bụng bị oằn do uốn xoắn dẫn đến ảnh hưởng lớn tới ứng xử của nó, các đòi hỏi về cấp thép, độ dẹt, độ mảnh của bản cánh và/hoặc liên kết tăng cường (giằng ngang) phải đảm bảo thỏa mãn.

3.24 Thành phần cấu kiện (Component) - Một phần cấu thành của kết cấu.

3.25 Dầm thép hình liên hợp (Composite Beam) - 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.

3.26 Cột liên hợp (Composite Column) - 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.

3.27 Dầm tổ hợp liên hợp (Composite Girder) - Một thành phần bằng thép chịu uốn nối với một bản bê tông để phần thép đó và bản bê tông cũng như cốt thép dọc trong bản bê tông làm việc dưới các tác động lực như là một nguyên thể.

3.28 Liên kết (Connection) - Một đường hàn hoặc một nhóm các bu lông để truyền ứng suất pháp và/hoặc ứng suất tiếp từ một bộ phận này tới bộ phận khác.

3.29 Ngưỡng mỏi với biên độ không đổi (Constant Amplitude Fatigue Threshold) - 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.

3.30 Bản cánh được giằng liên tục (Continuously Braced Flange) - Một bản cánh được chôn trong

bê tông hoặc được neo bằng neo chống cắt do đó hiệu ứng uốn ngang của cánh có thể bỏ qua. Một cánh được giằng liên tục trong vùng nén cũng được coi là không bị mất ổn định cục bộ hoặc uốn xoắn.

3.31 Bản cánh khống chế (Controlling Flange) - Cánh trên hoặc cánh dưới với mặt cắt nhỏ hơn tại chỗ nối, bất cứ bản cánh nào có tỷ số giữa ứng suất đàn hồi (tại điểm giữa bề dày của nó do ứng lực tính toán) với sức kháng tính toán của nó là lớn nhất.

3.32 Mặt cắt nứt (Cracked Section) - Một mặt cắt liên hợp trong đó phần bê tông được coi là không chịu kéo.

3.33 Tải trọng tới hạn (Critical Load) - Tải trọng gây ra hiện tượng tới hạn xác định bằng lý thuyết ổn định.

3.34 Khung ngang (Cross-Frame) - Một khung giàn ngang liên kết các thành phần chịu uốn dọc kề nhau hoặc ở phía trong mặt cắt ống hay mặt cắt hộp kín để truyền hoặc phân bố tải trọng theo phương đứng và phương ngang cũng như để giữ ổn định cánh chịu nén. Đôi khi được đồng nhất với thuật ngữ vách ngăn.

3.35 Xoay mặt cắt ngang (Cross-Section Distortion) - Biến dạng của mặt cắt ngang của mặt cắt hộp kín hoặc mặt cắt ống do tác động xoắn.

3.36 Dầm cong (Curved Girder) - Một dầm mặt cắt chữ "I", hoặc hộp kín hay dạng ống có dạng cong trên mặt bằng.

3.37 Mặt cầu (Deck) - Một thành phần, có hoặc không có lớp phủ, trực tiếp đỡ tải trọng bánh xe và được chống đỡ bởi các thành phần khác.

3.38 Hệ mặt cầu (Deck System) - Kết cấu phần trên trong đó mặt cầu là một phần của tổng thể cùng các thành phần chống đỡ nó, hoặc biến dạng của hệ chống đỡ ảnh hưởng đáng kể đến ứng xử của mặt cầu.

3.39 Giàn cầu chạy trên (Deck Truss) - Hệ giàn trong đó đường xe chạy ở tại hoặc bên trên mức của mạt trên của giàn.

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

3.41 Vách ngăn (Diaphragm) - Một bộ phận liên kết ngang tiết diện đặc theo phương đứng nối hai thành phần chịu uốn theo phương dọc hoặc ở trong mặt cắt hộp kín hoặc mặt cắt ống để truyền và phân bố tải trọng đứng và ngang cũng như giữ ổn định cho cánh chịu nén.

3.42 Bản cánh có giằng đoạn (Discretely Braced Flange) - Bản cánh được đỡ ở những khoảng gián đoạn bởi các giằng đủ để chống lại chuyển vị ngang và chuyển vị xoắn ở các điểm giằng.

3.43 Độ mỏi do vặn xoắn (Distortion-Induced Fatigue) - Các tác động mỏi do các ứng suất phụ thường không được định lượng ở trong phân tích và thiết kế đặc trưng của cầu.

3.44 Cự ly mép của các bulông (Edge Distance of Bolts) - Khoảng cách thẳng góc với đường lực giữa tâm của lỗ và mép của cấu kiện.

3.45 Chiều dài có hiệu (Effective Length) - Chiều dài tương đương KL được dùng trong công thức chịu nén và xác định bằng phân tích tới hạn.

3.46 Hệ số chiều dài có hiệu (Effective Length Factor) - Tỷ lệ giữa chiều dài có hiệu và chiều dài không giằng của bộ phận được đo giữa tim hai chi tiết liên kết.

3.47 Bề rộng có hiệu (Effective Width) - Bề rộng của bản thép hoặc bê tông được giảm đi do giả thiết ứng suất phân bố đều có cùng hiệu ứng kết cấu như bản với phân bố ứng suất không đều.

3.48 Đàn hồi (Elastic) - ứng xử của kết cấu trong đó ứng suất tỷ lệ với ứng biến và không có biến dạng dư sau khi dỡ tải.

3.49 Phân tích đàn hồi (Elastic Analysis) - Xác định hiệu ứng của tải trọng trên các cấu kiện và liên kết dựa trên ứng xử ứng suất - biến dạng là tuyến tính và không có biến dạng dư trong vật liệu khi dỡ tải.

3.50 Đàn hồi dẻo lý tưởng (Đàn - dẻo) (Elastic-Perfectly Plastic) - Một đường ứng suất - biến dạng lý tưởng của vật liệu biến đổi từ điểm ứng suất bằng không với biến dạng bằng không tới điểm chảy của vật liệu, sau đó biến dạng tăng lên ứng với ứng suất không đổi.

3.51 Cự ly đầu của các bulông (End Distance of Bolts) - Khoảng cách dọc theo đường lực giữa tâm của lỗ và đầu của cấu kiện.

3.52 Khoảng biên (End Panel) - Đoạn đầu của giàn hoặc dầm.

3.53 Thanh đầu lỗ (Eyebar) - Cấu kiện chịu kéo với tiết diện hình chữ nhật và hai đầu được mở rộng, khoét lỗ để liên kết chốt.

3.54 Tải trọng tính toán (Factored Load) - Tích của tải trọng danh định và hệ số tải trọng.

3.55 Liên kết (Fastener) - Thuật ngữ chung cho các liên kết hàn, bu lông, đinh tán hoặc các thiết bị nối khác.

3.56 Mỏi (Fatigue) - 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.

3.57 Tuổi thọ mỏi thiết kế (Fatigue Design Life) - 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 nghiên cứu xây dựng của tiêu chuẩn thiết kế này đã lấy là 75 năm.

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

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

3.60 Tuổi thọ mỏi hữu hạn (Finite Fatigue Life) - Số chu kỳ đạt 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.

3.61 Phân tích bậc nhất (First-Order Analysis) - Phân tích trong đó điều kiện cân bằng được thiết lập trên kết cấu không biến dạng; nghĩa là, ảnh hưởng của biến dạng là không đáng kể khi thành lập phương trình cân bằng.

3.62 Uốn của bản cánh theo phương ngang (Flange Lateral Bending) - Uốn của bản cánh quanh trục vuông góc với bản cánh do tải trọng ngang tác dụng lên nó và/hoặc xoắn không đều trong cấu kiện.

3.63 Lực (Force) - Tổng hợp của ứng suất phân bố trong một diện tích cho trước. Thuật ngữ chung chỉ lực dọc, mô men uốn, mô men xoắn và lực cắt.

3.64 Độ dai phá hủy (Fracture Toughness) - 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.

3.65 FCM - Cấu kiện không chế đứt gãy (Fracture-Critical Member) - Cấu kiện chịu kéo mà sự phá hỏng của nó dẫn tới hoặc sự sập đổ cầu, hoặc cầu không còn có khả năng thực hiện chức năng của nó.

3.66 Dưỡng của bulông (Gage of Bolts) - 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.

3.67 Dầm tổ hợp (Girder) - 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).

3.68 Chiều dài thân bulông (Grip) - Khoảng cách giữa đai ốc và đầu bulông.

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

3.70 Kết cấu nhịp giàn chạy giữa (Half Through-Truss Spans) - Hệ giàn với đường xe chạy đặt ở một cao độ nào đó giữa các mả trên và mả dưới và nó loại trừ việc sử dụng hệ liên kết ngang ở biên trên.

3.71 Dầm lai (Hybrid Girder) - Dầm thép được chế tạo với thép bản bụng có cường độ chảy tối thiểu thấp hơn của một hoặc cả hai bản cánh.

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

3.73 Sự phân bố lại phi đàn hồi (Inelastic Redistribution) - 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.

3.74 Mất ổn định (Instability) - Một điều kiện xảy ra khi tải trọng tác dụng trên một thành phần hoặc kết cấu với kết quả là biến dạng tiếp tục dẫn tới sự giảm khả năng chịu tải.

3.75 Khoang bên trong (Interior Panel) - Phần phía bên trong của một thành phần giàn hoặc dầm.

3.75 Nút (Joint) - Vùng nối của các đầu thanh, mặt phẳng, hoặc cạnh. Nút được phân loại theo loại liên kết sử dụng và phương thức truyền lực.

3.76 Giằng liên kết (Lacing) - Các tấm hoặc thanh liên kết các nhánh của một cấu kiện.

3.77 Ứng suất do uốn ngang (Lateral Bending Stress) - Ứng suất pháp gây ra bởi uốn của bản cánh theo phương ngang.

3.78 Giằng ngang (Lateral Bracing) - Một kết cấu dàn nằm trong mặt phẳng ngang giữa hai dầm I hoặc hai cánh của 2 dầm ống để chống biến dạng mặt cắt ngang và bổ sung độ cứng cũng như độ ổn

định cho cả cầu.

3.78 Cấu kiện giằng ngang (Lateral Bracing Component) - Cấu kiện 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.

3.79 Sự oằn do xoắn ngang (Lateral-Torsional Buckling) - Sự mất ổn định khi uốn dọc của một cấu kiện kéo theo độ võng ngang và xoắn.

3.80 Lớp khung (Level) - 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.

3.81 Trạng thái giới hạn (Limit State) - Một điều kiện đối với một cấu kiện hoặc kết cấu trở nên không thích hợp để sử dụng, và được cho rằng không còn đáp ứng được công năng dự tính cũng như không an toàn. Các giới hạn về công năng kết cấu bao gồm sự phá hoại giòn, sập đổ do khớp dẻo, biến dạng quá mức, hết tuổi thọ, mỏi, mất ổn định và khả năng khai thác.

3.82 Hiệu ứng lực (Load Effect) - Mô men, lực cắt, lực dọc hoặc mô men xoắn trong một bộ phận kết cấu do tải trọng gây ra trên kết cấu.

3.83 Đường truyền tải trọng (Load Path) - Chuỗi các cấu kiện và các mối ghép qua đó tải trọng được truyền từ điểm gốc tới điểm đến của nó.

3.84 Mỏi do tải trọng gây ra (Load-Induced Fatigue) - Các hiệu ứng mỏi do các ứng suất phẳng mà các cấu kiện và các chi tiết được thiết kế rõ ràng.

3.85 Mất ổn định cục bộ (Local Buckling) - Sự oằn xảy ra trong một phần tử tấm khi chịu nén.

3.86 Mối hàn chịu tải dọc (Longitudinally Loaded Weld) - Mối hàn với ứng suất đặt song song với trục dọc của mối hàn.

3.87 Trục chính (Major Axis) - Trục trọng tâm của mặt cắt mà mô men quán tính trục là lớn nhất; cũng thường được hiểu là trục quán tính chính của mặt cắt.

3.88 Ứng suất kéo thực (Net Tensile Stress) - Tổng đại số của hai hoặc nhiều ứng suất trong đó tổng là kéo.

3.89 Bản cánh không đặc chắc (Noncompact Flange) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, một bản cánh chịu nén có giằng gián đoạn có độ mảnh bằng hoặc dưới giới hạn độ mảnh cánh có thể chịu được sự chảy cục bộ trong thành phần của mặt cắt ngang liên quan tới bản bụng lại, ứng suất dư và/hoặc đối xứng đơn trục của mặt cắt có ảnh hưởng quyết định đến sức kháng uốn danh định.

3.90 Mặt cắt không đặc chắc (Noncompact Section) - Một mặt cắt liên hợp khi chịu mô men dương có sức kháng danh định không được lớn hơn mô men chảy.

3.91 Chiều dài không giằng không đặc chắc (Noncompact Unbraced Length) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, giới hạn chiều dài không giằng của một bản cánh đơn có giằng chịu nén bằng hoặc dưới giới hạn để sự bắt đầu chảy dẻo trong mỗi bản cánh của mặt cắt ngang với tác dụng của ứng suất dư trong cánh chịu nén có một hiệu ứng đáng kể (đã được thống kê) lên sức kháng uốn danh định.

3.92 Bản bụng không đặc chắc (Noncompact Web) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, một bản bụng thỏa mãn các yêu cầu về mác thép và có độ mảnh bằng hoặc dưới độ mảnh để không xảy ra -theo lý thuyết đàn hồi - mất ổn định oằn do uốn trong giới hạn đàn hồi, được tính toán theo lý thuyết dẻo, nhỏ hơn giới hạn của sức kháng uốn danh định.

3.93 Mặt cắt không liên hợp (Noncomposite Section) - Một dầm cán không nối với phần bản mặt cầu bằng các neo chống cắt.

3.94 Bản cánh không khống chế (Noncontrolling Flange) - Bản cánh của mặt cắt nhỏ hơn ở vị trí nối đối diện với bản cánh khống chế.

3.95 Xoắn không đều (Nonuniform Torsion) - Một mặt cắt thành mỏng chịu xoắn nội, cũng được biết đến như là sự xoắn vênh, phát sinh ra cả ứng suất tiếp và ứng suất pháp, làm mặt cắt vênh không còn phẳng nữa. Xoắn không đều hình thành trong các bộ phận chống lại tác dụng của mô men xoắn ngoại lực bằng cả sự xoắn vênh và xoắn theo St. Venant. Mỗi thành phần nội lực này biến đổi dọc theo bộ phận mặc dù ngoại lực có thể là mô men xoắn tập trung hay phân bố đều dọc theo bộ phận giữa hai điểm giằng chống xoắn. Xoắn vênh là vượt trội hơn hẳn xoắn St. Venant trong các bộ phận có mặt cắt hở, trong khi xoắn St. Venant là trội hơn trong các bộ phận mặt cắt kín.

3.96 Mặt cắt hở (Open Sections) - Một cấu kiện chịu uốn có mặt cắt ngang không hình thành các khoang kín. Một bộ phận có mặt cắt hở chịu mô men xoắn chủ yếu bằng xoắn không đều, từ đó gây ra các ứng suất pháp trong các mút của bản cánh.

3.97 Bản mặt cầu trục hướng (Orthotropic Deck) - Mặt cầu làm bằng thép tấm được tăng cường

bằng các sườn thép hở hoặc kín ở mặt dưới của tấm thép.

3.98 Độ võng cố định (Permanent Deflection) - Loại tác động phi đàn hồi trong đó độ võng còn lưu lại ở một cấu kiện hoặc một hệ sau khi tải trọng đã được dỡ bỏ.

3.99 Trụ (Pier) - Một cột, một nhóm cột được liên kết lại hoặc các loại cấu kiện có dạng khác được thiết kế để làm một kết cấu chống đỡ trung gian cho kết cấu phần trên cầu.

3.100 Bước (Pitch) - Khoảng cách dọc theo đường lực ở giữa các tâm của các lỗ bu lông hoặc các neo chống cắt kề nhau.

3.101 Phân tích dẻo (Plastic Analysis) - Xác định các hiệu ứng lực trong các bộ phận và liên kết dựa trên giả thiết ứng xử dẻo-cứng; ví dụ, sự cân bằng được thỏa mãn tại mọi nơi trong kết cấu và sự chảy không bị vượt quá ở bất cứ đâu. Các hiệu ứng thứ cấp có thể cần được xem xét.

3.102 Khớp dẻo (Plastic Hinge) - Một vùng chảy dẻo hình thành trong một bộ phận kết cấu với mô men dẻo. Dầm được xem là quay quanh khớp, trừ khi sức kháng mô men dẻo được giữ nguyên trong khớp.

3.103 Mô men dẻo (Plastic Moment) - Mô men kháng khi mặt cắt chảy dẻo hoàn toàn.

3.104 Ứng biến dẻo (Plastic Strain) - Hiệu của ứng biến tổng và ứng biến đàn hồi.

3.105 Sự hóa dẻo (Plastification) - Quá trình chảy dẻo dần dần của các thớ trong mặt cắt ngang của bộ phận khi mô men uốn tăng.

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

3.107 Khung cổng (Portal Frames) - Giằng liên kết ngang giàn ở đầu hoặc giằng Vierendeel để tạo sự ổn định và chịu các tải trọng gió và động đất.

3.108 Sức kháng sau khi oằn (Post-Buckling Resistance) - Tải trọng có thể chịu được của một bộ phận hoặc cấu kiện sau khi bị oằn.

3.109 Bộ phận chính (Primary Member) - Bộ phận được thiết kế để chịu được nội lực xác định từ một phân tích.

3.110 Tác động cạy nắp (Prying Action) - Tác động đòn bẩy xảy ra trong liên kết mà trục của lực tác dụng lệch tâm với trục của bu lông, gây ra biến dạng của bộ phận nối và làm tăng lực dọc trong bu lông.

3.111 Mômen phân phối lại (Redistribution Moment) - Nội mô men do sự chảy dẻo gây ra ở trong cấu kiện chịu uốn của nhịp liên tục và được giữ cân bằng bởi các phản lực ngoài.

3.112 Sự phân phối lại các mô men (Redistribution of Moments) - Quá trình do sự hình thành các biến dạng phi đàn hồi trong các kết cấu liên tục.

3.113 Ứng suất phân phối lại (Redistribution Stress) - Ứng suất uốn do bởi mômen phân phối lại.

3.114 Tính dư (Redundancy) - Chất lượng của cầu làm cho có khả năng thực hiện công năng thiết kế của nó ở trong trạng thái bị hư hại.

3.115 Bộ phận dư (Redundant Member) - Bộ phận mà sự hư hỏng của nó không gây ra sự hư hỏng cầu.

3.116 Tuổi thọ mỗi yêu cầu (Required Fatigue Life) - 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.

3.117 Ứng suất dư (Residual Stress) - Ứng suất còn tồn tại trong cấu kiện hoặc chi tiết không chịu tải, nó đã hình thành trong quá trình hoàn thiện sản phẩm như uốn nguội, và/hoặc làm lạnh sau khi cán hoặc hàn.

3.118 Sự uốn ngược (Reverse Curvature Bending) - Một điều kiện uốn trong đó mô men uốn tại hai đầu của một bộ phận làm cho bộ phận đó uốn theo dạng chữ "S".

3.119 Khung cứng (Rigid Frame) - Một kết cấu trong đó các liên kết vẫn giữ nguyên góc tương đối giữa các bộ phận dầm hoặc cột dưới tác dụng của tải trọng.

3.120 Xoắn St. Venant (St. Venant Torsion) - Thành phần của nội lực xoắn kiểm chế trong một chi tiết chỉ tạo ra ứng suất tiếp thuần túy trên mặt cắt ngang, cũng gọi là xoắn thuần túy hoặc xoắn đều.

3.121 Phân tích thứ cấp (Second-Order Analysis) - Sự phân tích trong đó điều kiện cân bằng được thành lập trên kết cấu đã biến dạng; nghĩa là chuyển vị của kết cấu được sử dụng để thiết lập phương trình cân bằng.

3.122 Cấu kiện phụ (Secondary Member) - Một bộ phận mà ứng suất của nó thường không được phân tích đánh giá.

3.123 Tải trọng khai thác (Service Loads) - Tải trọng tác dụng lên kết cấu trong điều kiện bình

thường.

3.124 Hệ số hình dạng (Shape Factor) - Tỷ lệ giữa mô men dẻo và mô men chảy hoặc là tỷ lệ giữa mô men quán tính dẻo của mặt cắt và mô men quán tính đàn hồi của mặt cắt.

3.125 Sức kháng oằn do cắt (Shear-Buckling Resistance) - Tải trọng lớn nhất mà bản bụng có thể chịu được do cắt mà không bị oằn xác định theo lý thuyết và thực nghiệm.

3.126 Neo chống cắt (Shear Connector) - Một cơ cấu cơ khí ngăn cản không cho chuyển vị tương đối giữa hai mặt liên kết tiếp xúc cả theo hai phương pháp tuyến và tiếp tuyến.

3.127 Dòng ứng suất tiếp (Shear Flow) - Lực cắt trên mỗi đơn vị bề rộng tác động song song với cạnh của phần tử tấm.

3.128 Cắt trễ (Shear Lag) - Sự phân bố phi tuyến của ứng suất pháp ngang theo chiều rộng một cấu kiện bởi biến dạng cong vênh do cắt.

3.129 Lá thép (Sheet) - Sản phẩm thép cán phẳng mà bề dày từ 0,15mm và 6,0mm.

3.130 Uốn một chiều (Single Curvature Bending) - Biến dạng của một bộ phận theo một đường cong về một phía của bộ phận suốt chiều dài không gián.

3.131 Góc chéo (Skew Angle) - Góc giữa trục các gối đỡ với pháp tuyến của trục dọc cầu, ví dụ góc chéo 0 độ ứng với cầu thẳng.

3.132 Bản (Slab) - Một bản mặt cầu được cấu tạo từ bê tông cốt thép.

3.133 Bản cánh mảnh (Slender Flange) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, một bản cánh đơn có giằng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc trên độ mảnh mà sức kháng uốn danh định được khống chế bởi ổn định đàn hồi cục bộ của bản cánh, các đòi hỏi về liên kết tăng cường (giằng ngang) phải được thỏa mãn.

3.134 Chiều dài mảnh không giằng (Slender Unbraced Length) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, giới hạn chiều dài không giằng của một bản cánh đơn có giằng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc trên chiều dài mà sức kháng uốn danh định được khống chế bởi ổn định đàn hồi cục bộ của bản cánh.

3.135 Bản bụng mảnh (Slender Web) - Đối với một mặt cắt liên hợp chịu tác dụng của mô men uốn âm hoặc một mặt cắt không liên hợp, một bản bụng chịu nén có độ mảnh bằng hoặc trên độ mảnh mà ứng suất trong bản bụng khi chịu uốn đạt đến giá trị khi bị oằn do uốn theo lý thuyết đàn hồi trước khi ứng suất trong bản cánh chịu nén đạt đến giới hạn chảy.

3.136 Tỷ số độ mảnh (Slenderness Ratio) - Tỷ lệ giữa chiều dài hữu hiệu với bán kính quán tính của mặt cắt ngang của một bộ phận, cả hai đều ứng với cùng một trục chịu uốn; hoặc là tỷ số giữa chiều rộng toàn phần hoặc một phần hoặc chiều cao với chiều dày của một cấu kiện. Mỗi nối hiệu quả để truyền mô men, lực cắt, lực dọc, mô men xoắn giữa hai đầu của hai bộ phận kết cấu để hình thành một bộ phận dài hơn.

3.137 Ván khuôn để lại (Stay-in-Place Formwork) - Ván khuôn kim loại hoặc bê tông đúc sẵn được để lại trong kết cấu sau khi kết thúc quá trình thi công.

3.138 Sườn tăng cứng (Stiffener) - Một bộ phận, thường là thép góc hoặc thép bản, được gắn với bản nắp hoặc bản bụng của dầm cán hoặc dầm tổ hợp để phân bố tải trọng, truyền lực cắt hoặc chống oằn cho bộ phận mà nó được gắn vào.

3.139 Độ cứng (Stiffness) - Khả năng chống lại biến dạng của một bộ phận hoặc kết cấu được đo bằng tỷ số giữa lực tác dụng và chuyển vị tương ứng.

3.140 Sự hóa cứng (Strain Hardening) - Hiện tượng xảy ra ở loại thép dẻo, sau khi biến dạng đạt đến giá trị hoặc vừa quá giới hạn chảy thì khả năng chịu tải lớn hơn giá trị gây ra sự chảy dẻo ban đầu.

3.141 Ứng biến sau hóa cứng (Strain-Hardening Strain) - Đối với thép kết cấu có một thêm chảy dẻo trong quan hệ ứng suất - ứng biến, giá trị của ứng biến bắt đầu từ hóa cứng.

3.142 Biên độ ứng suất (Stress Range) - Hiệu đại số giữa các ứng suất cực trị do tải trọng đi qua.

3.143 Trục khỏe (Strong-Axis) - Trục đi qua trọng tâm mà mô men quán tính trục ứng với trục đó là lớn nhất.

3.144 Khoảng phụ (Subpanel) - Khoảng có bản bản bụng được tăng cường, được chia ra bởi một hoặc nhiều nếp tăng cường dọc.

3.145 Liên kết chống lắc (Sway Bracing) - Giằng liên kết thẳng đứng ngang giữa các bộ phận giàn.

3.146 Cường độ kéo (Tensile Strength) - ứng suất kéo lớn nhất mà vật liệu có thể chịu được.

3.147 Sự hình thành trường kéo (Tension-Field Action) - ứng xử của một khoảng dầm chịu cắt trong đó xuất hiện các ứng suất kéo phát triển trong bản bụng và lực nén phát triển trong các sườn

tăng cường ngang theo dạng tương tự một giàn Pratt (kết cấu dàn có thanh xiên hướng vào giữa nhịp dàn và thanh đứng).

3.148 Các nhịp dầm chạy dưới (Through-Girder Spans) - Hệ dầm mà đường xe chạy ở cao độ thấp hơn bản cánh trên.

3.149 Ứng suất ngang thành (Through-Thickness Stress) - ứng suất uốn trong bản bụng hoặc bản cánh gây ra bởi biến dạng xoắn vặn của mặt cắt.

3.150 Các nhịp giàn chạy dưới (Through-Truss Spans) - Hệ giàn mà đường xe chạy đặt ở gần mả dưới và có hệ ngang ở mả trên.

3.151 Bản liên kết, bản nối (Tie Plates) - Bản được sử dụng để liên kết các thành phần của một cấu kiện.

3.152 Vòm có thanh căng (Tied Arch) - Vòm mà trong đó lực đẩy ngang của sườn vòm do thanh giằng ngang chịu.

3.153 Chân đường gờ (Toe of the Fillet) - Điểm kết thúc của chân đường hàn của mỗi hàn góc hoặc đường gân vát góc của mặt cắt cán.

3.154 Ứng suất tiếp do xoắn (Torsional Shear Stress) - ứng suất tiếp gây ra bởi xoắn St. Venant.

3.155 Mỗi hàn chịu tải ngang (Transversely Loaded Weld) - Mỗi hàn chịu ứng suất thẳng góc với trục dọc của mỗi hàn.

3.156 Mặt cắt hộp kiểu máng (Trough-Type Box Section) - Mặt cắt hình U không có bản cánh nối chung.

3.157 Vòm thực (True Arch) - Vòm mà trong đó lực đẩy ngang trong sườn vòm được kiềm chế bởi ngoại lực từ móng chân vòm.

3.158 Mặt cắt hình chậu (Tub Section) - Một dầm thép hở phía trên cấu tạo gồm một bản cánh đáy, hai bản bụng thẳng đứng hoặc xiên và một bản cánh trên độc lập được gắn vào phần trên của mỗi bản bụng. Các bản cánh trên được liên kết bằng các bộ phận giằng ngang.

3.159 Chiều dài không có liên kết giằng ngang (Unbraced Length) - 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.

3.160 Tiêu chuẩn chảy Von Mises (Von Mises Yield Criterion) - Một lý thuyết cho rằng hiệu ứng không đàn hồi tại một điểm dưới tác dụng của tổ hợp ứng suất xảy ra khi năng lượng biến đổi hình dạng một thể tích đơn vị bằng năng lượng biến đổi hình dạng một thể tích đơn vị trong thí nghiệm kéo thanh đơn giản tới giới hạn đàn hồi ở trạng thái ứng suất một trục. Theo đó, giới hạn chảy bằng 0.58 lần giới hạn chảy khi kéo.

3.161 Ứng suất vênh (Warping Stress) - ứng suất pháp gây ra trong mặt cắt ngang do xoắn vặn và hoặc biến dạng của mặt cắt ngang.

3.162 Xoắn vênh (Warping Torsion) - Một thành phần của tổng sức kháng xoắn trong một bộ phận gây ra cả ứng suất tiếp và ứng suất pháp từ sức kháng chống biến dạng vênh của mặt cắt.

3.163 Mất ổn định bản bụng (Web Crippling) - Hư hỏng cục bộ của tấm bản bụng tại lân cận của một tải trọng tập trung hoặc phản lực gối do sự nén ngang gây ra bởi tải trọng này.

3.164 Tỷ lệ độ mảnh bản bụng (Web Slenderness Ratio) Tỷ số giữa chiều cao bản bụng ở giữa các bản cánh chia cho chiều dày bản bụng.

3.165 Thời điểm đạt giới hạn chảy (Yield Moment) - Thời điểm mà thứ ngoài cùng của một cấu kiện chịu uốn đạt tới ứng suất chảy.

3.166 Cường độ chảy (Yield Strength) - 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.

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

4 VẬT LIỆU

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 theo các giá trị đặc tính tối thiểu được quy định. Các loại thép có kèm ký hiệu "W" là thép tự bảo vệ chống rỉ.

Mô đun 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 tiêu chuẩn AASHTO M270M, cấp 250, (ASTM A709M, cấp 250) có thể được sử dụng với các loại tấm chiều dày trên 100 mm cho các bộ phận không phải là kết cấu hoặc các cấu kiện chi tiết

của hệ gối.

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 lý, hóa chất của AASHTO M 270M/M 270 (ASTM A709/A 709M), cấp HPS 690W, và
- Thiết kế được căn cứ trên các đặc tính tối thiểu quy định đối với thép AASHTO M 270M/M 270 (ASTM A709/A 709M), cấp HPS 690W,

Ống kết cấu phải là loại ống uốn tạo hình nguội hàn hoặc ống không hàn tuân theo ASTM A500, cấp B, hay ống uốn tạo hình nóng hàn hoặc ống không hàn tuân theo ASTM A501.

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

Các bản thép và thanh thép được uốn nguội hoặc uốn nóng phải thỏa mãn các yêu cầu đối với uốn bản quy định tại Điều 11.4.3.3 của Tiêu chuẩn thi công cầu AASHTO LRFD.

Thép ống dùng cho ống thép nhồi bê tông (CFSTs) được thiết kế theo các quy định của Điều 9.6 phải phù hợp với các quy định của ASTM A 252 Cấp 3 và phải là thép chịu hàn theo các quy định của TCVN 10309:2014.

Bảng 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	Tối 100	Tối 100	Tối 100	Tối 100	Tối 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
Giới hạn chảy hay cường độ chảy nhỏ nhất F_y , MPa	250	345	345	485	690	620

4.2 CHỐT, CON LẤN VÀ CON LẮC

Thép cho các chốt, con lăn và con lắc phải tuân theo các yêu cầu của Bảng 1, Bảng 2 hoặc Điều 4.7.

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

Bảng 2- 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
Giới hạn chảy nhỏ nhất F_y , MPa	250	230	260	345	345

4.3 BULÔNG, ĐAI ỐC VÀ VÒNG ĐỆM

4.3.1 Bulông

Các bulông để dùng liên kết kết cấu phải tuân theo một trong các tiêu chuẩn sau đây:

- Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các bulông và đinh neo thép cacbon, cường độ chịu kéo 420 MPa, ASTM A307 Cấp A hoặc B,

- Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các bulông cường độ cao cho các liên kết thép kết cấu với cường độ kéo tối thiểu 830 MPa đối với các đường kính từ 16mm tới 27mm và 725MPa đối với các đường kính từ 28mm tới 38mm, 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 loại thép không phải là thép tự chống gỉ. Các bulông loại 3 tuân theo AASHTO M 164 (ASTM A 325) hoặc AASHTO M 253 (ASTM A 490) phải được sử dụng với các thép tự chống gỉ. Bu lông loại 1 ASTM A325M có thể hoặc tráng kẽm nhúng nóng phù hợp với AASHTO M 232M/M 232 (ASTM A 153/A 153M), 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 lại sau khi tráng kẽm, theo AASHTO M164 (ASTM A325M) quy định. 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.

Bulông neo phải có cấu tạo theo các tiêu chuẩn:

- ASTM A307 cấp C, hoặc
- ASTM F1554

4.3.2 Đai ốc

4.3.2.1 Đai ốc dùng cho bu lông liên kết mỗi nối kết cấu

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 các bon và hợp kim, AASHTO M291M (ASTM A563M), cấp 8S, 8S3, 10S or 10S3.

Các đai ốc cho bulông của AASHTO M253M (ASTM A490M) phải tuân theo các yêu cầu của AASHTO M291M (ASTM A563M), Cấp 10S or 10S3.

Các đai ốc để tráng kẽm phải được xử lý nhiệt cấp 10S. Phải áp dụng các quy định của Điều 4.3.1.

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

Các đai ốc để sử dụng theo AASHTO M164M (ASTM A325M), các bulông loại 3 phải là cấp 8S3 hoặc 10S3. Các đai ốc để sử dụng theo AASHTO M253M (ASTM A490M), các bulông loại 3 phải là cấp 10S3.

4.3.2.2 Đai ốc dùng cho Bulông neo

Đai ốc dùng cho bulông neo phải được cấu tạo phù hợp với các tiêu chuẩn sau đây. Các Đai ốc dùng cho bulông neo chế tạo theo ASTM A307 cấp C và ASTM F1554 phải cấu tạo theo AASHTO M 291 (ASTM A563) với kích cỡ, cấp tương ứng của bulông neo. Các đai ốc mạ phải được xử lý nhiệt Cấp 10S hoặc 10S3. Phải áp dụng các quy định của Điều 4.3.1. Các đai ốc mạ nên được bôi trơn bằng dầu nhờn có màu sắc trông thấy được

4.3.3 Vòng đệm

Các vòng đệm phải tuân theo tiêu chuẩn kỹ thuật đối với các vòng đệm thép tôi, AASHTO M 293 (ASTM F436).

Các quy định của Điều 4.3.1 phải được áp dụng cho các vòng đệm mạ kẽm.

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, như là phải thỏa mãn các yêu cầu của ASTM F 1852, có thể được sử dụng, miễn là chúng đáp ứng các điểm sau đây:

- Các vật liệu, các yêu cầu sản xuất và thành phần hóa học của AASHTO M164 (ASTM A325) hoặc AASHTO M253 (ASTM A490),
- 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 quy định trong các Điều 4.3.1 và 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 4.3.1 đến 4.3.3.

4.3.5 Thiết bị chỉ báo lực

Các thiết bị chỉ báo lực có đặc tính phù hợp theo các yêu cầu của ASTM F959M, có thể được sử