

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11823-5:2017

THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG BỘ - PHẦN 5: KẾT CẤU BÊ TÔNG
Highway bridge design specification - Part 5: Concrete structures

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

4 CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

4.1 TỔNG QUÁT

4.2 BÊ TÔNG KẾT CẤU CÓ TỶ TRỌNG BÌNH THƯỜNG VÀ NHẸ

4.2.1 Cường độ chịu nén

4.2.2 Hệ số giãn nở nhiệt

4.2.3 Co ngót và từ biến

4.2.3.1 Tổng quát

4.2.3.2 Từ biến

4.2.3.3 Co ngót

4.2.4 Mô đun đàn hồi

4.2.5 Hệ số Poisson

4.2.6 Mô đun phá hoại

4.2.7 Cường độ chịu kéo

4.3 CỐT THÉP

4.3.1 Tổng quát

4.3.2 Mô đun đàn hồi

4.3.3 Các ứng dụng đặc biệt

4.4 THÉP DỰ ỨNG LỰC

4.4.1 Tổng quát

4.4.2 Mô đun đàn hồi

4.5 NEO DỰ ỨNG LỰC KÉO SAU VÀ NỐI CÁP

4.6 ỐNG BỌC CÁP

4.6.1 Tổng quát

4.6.2 Kích thước của ống bọc cáp

4.6.3 Ống bọc tại vị trí yên chuyển hướng

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

5.3.1 Tổng quát

5.3.2 Các thanh cốt thép

5.3.3 Bó cáp dự ứng lực

5.3.4 Các mối nối hàn hoặc mối nối cơ khí của cốt thép

5.4 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

5.4.1 Tổng quát

5.4.2 Hệ số sức kháng

5.4.2.1 Thi công theo phương pháp thông thường

5.4.2.2 Thi công theo phân đoạn

5.4.2.3 Các yêu cầu đặc biệt cho vùng động đất 2, 3

5.4.3 Ổn định

5.5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

6 CƠ SỞ GIẢI PHÁP THIẾT KẾ

6.1 TỔNG QUÁT

6.2 HIỆU ỨNG CỦA BIẾN DẠNG CƯỜNG BỨC

6.3 MÔ HÌNH CHỐNG-VÀ-GIẪNG

6.3.1 Tổng quát

6.3.2 Mô hình hóa kết cấu

6.3.3 Định kích thước của thanh chống chịu nén

6.3.3.1 Cường độ của thanh chịu nén không cốt thép

6.3.3.2 Diện tích mặt cắt ngang có hiệu của thanh chịu nén

6.3.3.3 Ứng suất nén giới hạn trong thanh chống

6.3.3.4 Thanh chống có cốt thép

6.3.4 Định kích thước thanh giằng chịu kéo

6.3.4.1 Cường độ của thanh giằng

6.3.4.2 Neo thanh giằng

6.3.5 Định kích thước vùng nút

6.3.6 Cốt thép khống chế nứt

7 THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỊU UỐN VÀ CHỊU LỰC DỌC TRỰC

7.1 CÁC QUY ĐỊNH VỀ SỰ LÀM VIỆC CỦA VẬT LIỆU Ở TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI

7.2 CÁC QUY ĐỊNH VỀ SỰ LÀM VIỆC CỦA VẬT LIỆU Ở TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ VÀ TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

7.2.1 Tổng quát

7.2.2 Phân bố ứng suất theo hình chữ nhật

7.3 CẤU KIỆN CHỊU UỐN

7.3.1 Ứng suất trong thép dự ứng lực ở mức sức kháng uốn danh định

7.3.1.1 Các cấu kiện có cốt thép dự ứng lực dính bám

7.3.1.2 Các cấu kiện có thép dự ứng lực không dính bám

7.3.1.3 Cấu kiện có thép dự ứng lực dính bám và không dính bám với bê tông

7.3.1.3.1 Phân tích chi tiết

7.3.1.3.2 Đơn giản hóa phân tích

7.3.2 Sức kháng uốn

7.3.2.1 Sức kháng uốn tính toán

7.3.2.2 Mặt cắt hình T

7.3.2.3 Mặt cắt hình chữ nhật

7.3.2.4 Các dạng mặt cắt khác

7.3.2.5 Phương pháp tương thích ứng biến

7.3.2.6 Các mặt cắt dầm bê tông liên hợp với bản mặt cầu

7.3.3 Giới hạn lượng cốt thép tối thiểu

7.3.4 Khống chế nứt bằng phân bố cốt thép

7.3.5 Sự phân bố lại mô men

7.3.6 Các biến dạng

7.3.6.1 Tổng quát

7.3.6.2 Độ võng và độ võng

7.3.6.3 Biến dạng dọc trục

7.4 CÁC CẤU KIỆN CHỊU NÉN

7.4.1 Tổng quát

7.4.2 Giới hạn cốt thép

7.4.3 Đánh giá gần đúng về hiệu ứng độ mảnh

7.4.4 Sức kháng lực dọc trục tính toán

7.4.5 Uốn hai chiều

7.4.6 Thép đai xoắn và thép đai

7.4.7 Các cấu kiện chịu nén có mặt cắt hình chữ nhật rỗng

7.4.7.1 Tỷ số độ mảnh của vách

7.4.7.2 Các giới hạn dùng phương pháp khối phân bố ứng suất hình chữ nhật

7.4.7.2.1 Tổng quát

7.4.7.2.2 Phương pháp chính xác để hiệu chỉnh giới hạn ứng biến tối đa được phép sử dụng

7.4.7.2.3 Phương pháp gần đúng để hiệu chỉnh sức kháng tính toán

7.6 CÁC CẤU KIỆN CHỊU KÉO

7.6.1 Sức kháng kéo tính toán (sức kháng nhân với hệ số)

7.6.2 Sức kháng khi kéo uốn kết hợp

8 CẮT VÀ XOẮN

8.1 PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ

8.1.1 Các vùng chịu uốn

8.1.2 Các vùng gần vị trí thay đổi kích thước đột ngột

8.1.3 Các vùng mặt tiếp giáp

8.1.4 Các loại bản và đế móng

8.2 CÁC YÊU CẦU CHUNG

8.2.1 Tổng quát

8.2.2 Các hiệu chỉnh đối với bê tông nhẹ

8.2.3 Chiều dài truyền lực và triển khai thép dự ứng lực

8.2.4 Vùng đòi hỏi cốt thép ngang

8.2.5 Cốt thép ngang tối thiểu

8.2.6 Các loại cốt thép ngang

8.2.7 Cự ly tối đa của cốt thép ngang

8.2.8 Các yêu cầu thiết kế và cấu tạo

8.2.9 Ứng suất cắt trong bê tông

8.3 MÔ HÌNH THIẾT KẾ MẶT CẮT

8.3.1 Tổng quát

8.3.2 Các mặt cắt cạnh gối

8.3.3 Sức kháng cắt danh định

8.3.4 Các phương pháp để xác định sức kháng cắt

8.3.4.1 Phương pháp đơn giản đối với những mặt cắt không dự ứng lực

8.3.4.2 Phương pháp tổng quát

8.3.5 Cốt thép dọc

8.3.6 Các mặt cắt chịu cắt và xoắn kết hợp

8.3.6.1 Cốt thép ngang

8.3.6.2 Sức kháng xoắn

8.3.6.3 Cốt thép dọc

8.4 TRUYỀN LỰC CẮT QUA MẶT TIẾP XÚC - MA SÁT CẮT

8.4.1 Tổng quát

8.4.2 Lực cắt tính toán của mặt tiếp xúc, V_{ui} , giữa dầm và bản mặt cầu

8.4.3 Hệ số dính bám và ma sát

8.5 ỨNG SUẤT CHÍNH TRONG BỤNG DẦM CỦA CẦU BÊ TÔNG THI CÔNG PHẦN ĐOẠN.

8.6 CẮT VÀ XOẮN TRONG CẦU DẦM HỘP THI CÔNG PHẦN ĐOẠN

8.6.1 Tổng quát

8.6.2 Tải trọng

8.6.3 Vị trí yêu cầu xem xét hiệu ứng xoắn

8.6.4 Cốt thép chịu xoắn

8.6.5 Sức kháng cắt danh định

8.6.6 Chi tiết cốt thép

9 DỰ ỨNG LỰC

9.1 CƠ SỞ CỦA GIẢI PHÁP THIẾT KẾ

9.1.1 Tổng quát

9.1.2. Cường độ bê tông quy định

9.1.3 Độ oằn

9.1.4 Các đặc trưng mặt cắt

9.1.5 Kiểm soát vết nứt

9.1.6 Các bó cáp có tuyến hình cong hoặc gãy khúc

9.2 ỨNG SUẤT DO BIẾN DẠNG CƯỜNG BỨC

9.3 CÁC GIỚI HẠN ỨNG SUẤT CHO THÉP DỰ ỨNG LỰC

9.4 CÁC GIỚI HẠN ỨNG SUẤT ĐỐI VỚI BÊ TÔNG

9.4.1 Các ứng suất tạm thời trong bê tông trước khi xảy ra các mất mát

9.4.1.1 Ứng suất nén

9.4.1.2 Ứng suất kéo

9.4.2 Ứng suất bê tông ở trạng thái giới hạn sử dụng sau khi xảy ra các mất mát

9.4.2.1 Ứng suất nén

9.4.2.2 Ứng suất kéo

9.5 MẤT MÁT DỰ ỨNG SUẤT

9.5.1 Tổng mất mát dự ứng suất

9.5.2 Các mất mát dự ứng suất tức thời

9.5.2.1 Thiết bị neo

9.5.2.2 Ma sát

9.5.2.2.1 Thi công bằng phương pháp kéo trước

9.5.2.2.2 Thi công bằng phương pháp kéo sau

9.5.2.3 Co ngắn đàn hồi

9.5.2.3.1 Dự ứng lực kéo trước

9.5.2.3.2 Dự ứng lực kéo sau

9.5.2.3.3 Kết hợp dự ứng lực kéo trước và dự ứng lực kéo sau

9.5.3 Tính gần đúng mất mát dự ứng suất theo thời gian

9.5.4.1 Tổng quát

9.5.4.2 Mất mát dự ứng suất từ thời điểm truyền lực dự ứng lực đến thời điểm đổ bê tông bản mặt cầu

9.5.4.2.1 Mất mát ứng suất do co ngót bê tông đầm

9.5.4.2.2 Mất mát ứng suất do từ biến của bê tông đầm

9.5.4.2.3 Mất mát ứng suất do tự chùng của cáp dự ứng lực

9.5.4.3 Mất mát dự ứng suất từ lúc đổ bê tông bản mặt cầu cho đến thời điểm cuối

9.5.4.3.1 Mất mát ứng suất do co ngót của bê tông đầm

9.5.4.3.2 Mất mát ứng suất do từ biến của bê tông đầm

9.5.4.3.3 Mất mát ứng suất do tự chùng của cáp dự ứng lực

9.5.4.3.4 Ứng suất do co ngót của bê tông bản

9.5.4.4. Đầm dự ứng lực đúc sẵn căng trước với phần bản mặt cầu không liên hợp

9.5.4.5 Đầm dự ứng lực căng sau không thi công phân đoạn

9.5.5. Các mất mát ứng suất để tính độ võng

10 CÁC CHI TIẾT ĐẶT CỐT THÉP

10.1 LỚP BÊ TÔNG BẢO VỆ

10.2 CÁC ĐẦU THANH UỐN MÓC VÀ UỐN CONG

10.2.1 Móc tiêu chuẩn

10.2.2 Các móc chống động đất

10.2.3 Đường kính uốn cong tối thiểu

10.3 CỤ LY CỐT THÉP

10.3.1 Cụ ly tối thiểu của các thanh cốt thép

10.3.1.1 Bê tông đúc tại chỗ

10.3.1.2 Bê tông đúc sẵn

10.3.1.3 Nhiều lớp cốt thép

10.3.1.4 Các mối nối

10.3.1.5 Bó thanh

10.3.2 Cụ ly tối đa của các thanh cốt thép

10.3.3 Cụ ly tối thiểu của các bó cáp và ống bọc cáp dự ứng lực

10.3.3.1 Tạo cáp dự ứng lực kéo trước

10.3.3.2 Các ống bọc cáp kéo sau không cong trong mặt bằng

10.3.3.3 Các ống bọc cáp kéo sau cong trong mặt bằng

10.3.4 Cụ ly tối đa của các bó cáp và ống bọc dự ứng lực trong các bản

10.3.5 Các đầu nối của bó cáp kéo sau

10.4 KIỂM CHẾ BÓ CÁP

10.4.1 Tổng quát

10.4.2 Tác động lắc của bó cáp trong các kết cấu bản

10.4.3 Tác động của các bó cáp tuyến hình cong

10.4.3.1 Bố trí cốt thép neo giữ cáp chịu lực thứ cấp hướng tâm trong mặt phẳng tuyến cáp

10.4.3.1.1 Lực thứ cấp hướng tâm trong mặt phẳng

10.4.3.1.2 Sức kháng cắt chống bong bật

10.4.3.1.3 Nứt lớp bê tông bảo vệ

10.4.3.1.4 Hiệu ứng uốn cục bộ bản bụng

10.4.3.2 Các ứng lực hướng ra ngoài mặt phẳng

10.5 CÁC BỆ NEO CHUYỂN HƯỚNG BÓ CÁP DỰ ỨNG LỰC NGOÀI

10.6 CỐT THÉP NGANG CHO CÁC BỘ PHẬN CHỊU NÉN

10.6.1 Tổng quát

10.6.2 Cốt đai xoắn

10.6.3 Cốt đai ngang

10.7 CỐT THÉP NGANG CHO CÁC BỘ PHẬN CHỊU UỐN

10.8 CỐT THÉP CHỊU CO NGÓT VÀ NHIỆT ĐỘ

10.9 CÁC VÙNG NEO KÉO SAU

10.9.1 Tổng quát

10.9.2 Vùng chung và vùng cục bộ

10.9.2.1 Tổng quát

10.9.2.2 Vùng chung

10.9.2.3 Vùng cục bộ

10.9.3 Thiết kế vùng chung

10.9.3.1 Các phương pháp thiết kế

10.9.3.2 Nguyên lý thiết kế

10.9.3.3 Các thiết bị neo đặc biệt

10.9.3.4 Các bộ phận neo trung gian

10.9.3.4.1 Tổng quát

10.9.3.4.2 Kiểm soát nứt phía sau neo trung gian

10.9.3.4.3 Cốt thép của vấu neo hoặc sườn gia cố

10.9.3.5 Các vách ngăn

10.9.3.6 Nhóm nhiều neo cho bản dự ứng lực

10.9.3.7 Các yên chuyển hướng

10.9.4 Áp dụng mô hình chống-và-giằng để thiết kế vùng chung

10.9.4.1 Tổng quát

10.9.4.2 Các nút

10.9.4.3 Các thanh chống

10.9.4.4 Các thanh giằng

10.9.5 Phân tích ứng suất đàn hồi

10.9.6 Các phân tích ứng suất và thiết kế gần đúng

10.9.6.1 Các giới hạn áp dụng

10.9.6.2 Các ứng suất nén

10.9.6.3 Các lực xé vỡ

10.9.6.4 Các lực kéo ở mép

10.9.7 Thiết kế các vùng cục

10.9.7.1 Các kích thước vùng cục bộ

10.9.7.2 Sức kháng ép tựa

10.9.7.3 Các thiết bị neo đặc biệt

10.10 CÁC VÙNG NEO KÉO TRƯỚC

10.10.1 Sức kháng chẻ tách

10.10.2 Cốt thép bó kiềm chế

10.11 CÁC QUY ĐỊNH CHO THIẾT KẾ ĐỘNG ĐẤT

10.11.1 Tổng quát

10.11.2 Vùng động đất 1

10.11.3 Vùng động đất 2

10.11.4 Vùng động đất 3

10.11.4.1 Các yêu cầu đối với cột

10.11.4.1.1 Cốt thép dọc

10.11.4.1.2 Sức kháng uốn

10.11.4.1.3 Lực cắt của cột và cốt thép ngang

10.11.4.1.4 Cốt thép ngang bó các khớp dẻo

10.11.4.1.5 Cụ ly cốt thép ngang để bó

10.11.4.1.6 Mỗi nối

10.11.4.2 Yêu cầu đối với trụ-dạng-tường

10.11.4.3 Mỗi nối cột

10.11.4.4 Các mối nối thi công ở trụ và cột

10.12 BỐ TRÍ CỐT THÉP TRONG CÁC CẤU KIỆN CHỊU NÉN CÓ MẶT CẮT CHỮ NHẬT RỘNG

10.12.1 Tổng quát

10.12.2 Khoảng cách cốt thép

10.12.3 Cốt thép giằng

10.12.4 Các mối nối

10.12.5 Cốt đai vòng

11 TRIỂN KHAI CỐT THÉP VÀ MỐI NỐI CỐT THÉP

11.1 TỔNG QUÁT

11.1.1 Yêu cầu cơ bản

11.1.2 Triển khai cốt thép chịu uốn

11.1.2.1 Tổng quát

11.1.2.2 Cốt thép chịu mô men dương

11.1.2.3 Cốt thép chịu mômen âm

11.1.2.4 Mỗi nối chịu mô men

11.2 TRIỂN KHAI CỐT THÉP

11.2.1 Các thanh thép tròn có gờ và sợi thép có gờ chịu kéo

11.2.1.1 Chiều dài triển khai cốt thép chịu kéo

11.2.1.2 Hệ số điều chỉnh làm tăng ℓ_d

11.2.1.3 Hệ số điều chỉnh làm giảm ℓ_d

11.2.2 Cốt thép có gờ chịu nén

11.2.2.1 Chiều dài triển khai cốt thép chịu nén

11.2.2.2 Các hệ số điều chỉnh

11.2.3 Bó thanh cốt thép

11.2.4 Móc tiêu chuẩn chịu kéo

11.2.4.1 Chiều dài triển khai của thanh cốt thép có đầu móc uốn

11.2.4.2 Các hệ số điều chỉnh

11.2.4.3 Cấu tạo cốt thép giằng đối với thanh có đầu móc

11.2.5 Tấm lưới sợi thép hàn

11.2.5.1 Lưới sợi thép có gờ

11.2.5.2 Tấm lưới sợi thép trơn

11.2.6 Cốt thép chống cắt

11.2.6.1 Tổng quát

11.2.6.2 Neo cốt thép có gờ

11.2.6.3 Neo cốt thép tấm lưới sợi thép

11.2.6.4 Các cốt đai bao kín

11.3 TRIỂN KHAI NEO CƠ KHÍ

11.4 TRIỂN KHAI TẠO CÁP DỰ ỨNG LỰC

11.4.1 Tổng quát

11.4.2 Tạo cáp có dính bám

11.4.3 Các tạo cáp mất dính bám từng phần

11.5 MỐI NỐI THANH CỐT THÉP

11.5.1 Chi tiết cấu tạo

11.5.2 Yêu cầu tổng quát

11.5.2.1 Mối nối chồng

11.5.2.2 Mối nối cơ khí

11.5.2.3 Mối nối hàn

11.5.3 Mối nối cốt thép chịu kéo

11.5.3.1 Mối nối chồng chịu kéo

11.5.3.2 Mối nối cơ khí hoặc mối nối hàn chịu kéo

11.5.4 Mối nối trong cấu kiện giằng chịu kéo

11.5.5 Mối nối thanh chịu nén

11.5.5.1 Mối nối chồng chịu nén

11.5.5.2. Mối nối cơ khí hoặc mối nối hàn chịu nén

11.5.5.3. Mối nối ép mặt đối đầu thanh

11.6 MỐI NỐI TẤM LƯỚI SỢI THÉP HÀN

11.6.1 Mối nối tấm lưới sợi thép có gờ hàn chịu kéo

11.6.2 Mối nối tấm lưới sợi thép trơn hàn chịu kéo

12 ĐỘ BỀN

12.1 TỔNG QUÁT

12.2 CỐT LIỆU CÓ PHẢN ỨNG KIỀM SILIC

12.3 LỚP BÊ TÔNG BẢO VỆ

12.4 LỚP PHỦ BẢO VỆ CỐT THÉP

12.5 BẢO VỆ CÁC BÓ TẠO CÁP DỰ ỨNG LỰC

13 CÁC CẤU KIỆN ĐẶC BIỆT

13.1 BÀN MẶT CẦU

13.2 VÁCH NGẮN, DẦM CAO, DẦM HẰNG NGẮN, DẦM CHÌA VÀ GỜ DẦM KHẮC

13.2.1 Tổng quát

13.2.2 Vách ngắn

13.2.3 Các yêu cầu chi tiết đối với dầm cao

13.2.4 Dầm hằng ngắn và dầm chìa

13.2.4.1 Tổng quát

13.2.4.2 Phương pháp thiết kế theo mô hình chống-và-giằng

13.2.5 Đầu dầm cắt khắc

13.2.5.1 Tổng quát

13.2.5.2 Thiết kế chịu lực cắt

13.2.5.3 Thiết kế chịu lực ngang và chịu uốn

13.2.5.4 Thiết kế chống lực cắt xuyên

13.2.5.5 Thiết kế cốt thép treo

13.2.5.6. Thiết kế gối đỡ

13.3 ĐỂ MÓNG

13.3.1 Tổng quát

13.3.2 Tải trọng và phản lực

13.3.3 Hệ số sức kháng

13.3.4 Mô men trong đế móng

13.3.5 Phân bố cốt thép chịu mômen

13.3.6 Lực cắt trong bản và đế móng

13.3.6.1 Các mặt cắt nguy hiểm về lực cắt

13.3.6.2 Sức kháng cắt theo mô hình làm việc một hướng

13.3.6.3 Sức kháng cắt theo mô hình làm việc hai hướng

13.3.7 Triển khai cốt thép

13.3.8 Truyền lực tại chân cột

13.4 CỌC BÊ TÔNG

13.4.1 Tổng quát

13.4.2 Các mối nối

13.4.3 Cọc bê tông đúc sẵn

13.4.3.1 Kích thước cọc

13.4.3.2 Cốt thép

13.4.4 Cọc bê tông dự ứng lực đúc sẵn

13.4.4.1 Kích thước cọc

13.4.4.2 Chất lượng bê tông

13.4.4.3 Cốt thép

13.4.5 Cọc đúc tại chỗ

13.4.5.1 Các kích thước cọc

13.4.5.2 Cốt thép

13.4.6 Các yêu cầu về động đất

13.4.6.1 Vùng động đất 1

13.4.6.2 Vùng động đất 2

13.4.6.2. Tổng quát

13.4.6.2.2 Cọc đúc tại chỗ

13.4.6.2.3 Cọc bê tông cốt thép thường đúc sẵn

13.4.6.2.4 Cọc dự ứng lực đúc sẵn

13.4.6.3 Vùng động đất 3

13.4.6.3.1 Tổng quát

13.4.6.3.2 Chiều dài bó đai tăng cường

13.4.6.3.3 Tỷ lệ thể tích đối với vùng bó tăng cường

13.4.6.3.4 Cọc đúc tại chỗ

13.4.6.3.5 Cọc đúc sẵn

14 QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC LOẠI KẾT CẤU

14.1 PHIẾN DẦM BẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP VÀ DẦM BÊ TÔNG CỐT THÉP

14.1.1 Tổng quát

14.1.2 Phiến dầm bản bê tông cốt thép đúc sẵn

14.1.2.1 Giới hạn các kích thước

14.1.2.2 Các chi tiết móc nâng dầm

- 14.1.2.3 Thiết kế chi tiết
- 14.1.2.4 Cường độ bê tông
- 14.1.3 Dầm đúc sẵn nối ghép
 - 14.1.3.1 Tổng quát
 - 14.1.3.2 Mỗi nối giữa các phân đoạn
 - 14.1.3.2.1 Tổng quát
 - 14.1.3.2.2 Chi tiết mỗi nối ướ
 - 14.1.3.2.3 Chi tiết của mỗi nối đúc ghép mộng
 - 14.1.3.2.4 Thiết kế mỗi nối
 - 14.1.3.3 Thiết kế dầm thi công phân đoạn
 - 14.1.3.4 Dự ứng lực căng sau
- 14.1.4 Cầu gồm các dầm nhịp giản đơn đúc sẵn được nối liên tục bằng bê tông đổ tại chỗ
 - 14.1.4.1 Tổng quát
 - 14.1.4.2 Các mômen cường bức
 - 14.1.4.3 Đặc tính của vật liệu
 - 14.1.4.4 Tuổi của bê tông dầm khi cơ cấu dầm liên tục được thiết lập
 - 14.1.4.5 Mức độ liên tục tại các trạng thái giới hạn khác nhau
 - 14.1.4.6 Trạng thái giới hạn sử dụng
 - 14.1.4.7 Trạng thái giới hạn cường độ
 - 14.1.4.8 Mỗi nối chịu mô men âm
 - 14.1.4.9 Mỗi nối chịu mô men dương
 - 14.1.4.9.1 Tổng quát
 - 14.1.4.9.2 Sử dụng cốt thép thường cho mỗi nối chịu mô men dương
 - 14.1.4.9.3 Sử dụng cáp dự ứng lực cho mỗi nối chịu mô men dương
 - 14.1.4.9.4 Chi tiết của mỗi nối mô men dương
 - 14.1.4.10 Vách ngang tạo liên tục cho dầm
- 14.1.5 Các dầm và các phiến dầm bản mặt cắt hộp và mặt cắt chữ T đúc tại chỗ
 - 14.1.5.1 Chiều dày bản cánh và sườn
 - 14.1.5.1.1 Bản cánh trên
 - 14.1.5.1.2 Bản cánh dưới
 - 14.1.5.1.3 Sườn dầm
 - 14.1.5.2 Cốt thép
 - 14.1.5.2.1 Cốt thép bản mặt cầu đúc tại chỗ của dầm I và dầm hộp
 - 14.1.5.2.2 Cốt thép bản đáy trong dầm hộp đúc tại chỗ
- 14.2 THIẾT KẾ KẾT CẤU CẦU THI CÔNG PHÂN ĐOẠN
 - 14.2.1 Tổng quát
 - 14.2.2 Phân tích kết cấu các cầu thi công phân đoạn
 - 14.2.2.1 Tổng quát
 - 14.2.2.2 Phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công
 - 14.2.2.3 Phân tích hệ kết cấu hoàn chỉnh cuối cùng
 - 14.2.3 Thiết kế
 - 14.2.3.1 Tải trọng
 - 14.2.3.2 Các tải trọng thi công
 - 14.2.3.3 Các tổ hợp tải trọng thi công ở trạng thái giới hạn sử dụng
 - 14.2.3.4 Các tổ hợp tải trọng thi công ở các trạng thái giới hạn cường độ

- 14.2.3.4.1 Kết cấu phần trên
- 14.2.3.4.2 Kết cấu phần dưới
- 14.2.3.5 Các tác động nhiệt trong khi thi công
- 14.2.3.6 Từ biến và co ngót
- 14.2.3.7 Mất mát dự ứng lực
- 14.2.3.8 Ống bọc cáp và neo kéo sau dự phòng
 - 14.2.3.8.1 Tổng quát
 - 14.2.3.8.2 Các cầu có các ống bọc cáp đặt bên trong bê tông
 - 14.2.3.8.3 Dự phòng cho tĩnh tải tương lai hoặc điều chỉnh độ võng
- 14.2.3.9 Trình bày hồ sơ bản vẽ
- 14.2.3.10 Kích thước và chi tiết mặt cắt ngang dầm hộp
 - 14.2.3.10.1 Chiều dày tối thiểu của mặt hộp
 - 14.2.3.10.2 Chiều dày tối thiểu của bản thành hộp
 - 14.2.3.10.3 Chiều dài phần cánh hẫng của bản mặt hộp
 - 14.2.3.10.4 Các kích thước chung của mặt cắt ngang
- 14.2.3.11 Thiết kế chống động đất
- 14.2.4 Các loại cầu thi công phân đoạn
 - 14.2.4.1 Tổng quát
 - 14.2.4.2 Các cấu tạo chi tiết về thi công đúc sẵn
 - 14.2.4.3 Các cấu tạo chi tiết cho thi công đúc tại chỗ
 - 14.2.4.4 Thiết kế kết cấu để thi công hẫng
 - 14.2.4.5 Thi công phân đoạn theo từng nhịp
 - 14.2.4.6 Thi công theo phương pháp đúc đẩy
 - 14.2.4.6.1 Tổng quát
 - 14.2.4.6.2 Các ứng lực phát sinh do các sai số thi công
 - 14.2.4.6.3 Thiết kế các chi tiết
 - 14.2.4.6.4 Thiết kế thiết bị thi công
- 14.2.5 Thiết kế kết cấu phần dưới của cầu thi công phân đoạn
 - 14.2.5.1 Tổng quát
 - 14.2.5.2 Tổ hợp tải trọng thi công
 - 14.2.5.3 Cốt thép dọc của các trụ phân đoạn đúc sẵn mặt cắt hình chữ nhật rỗng
- 14.3 VÒM
 - 14.3.1 Tổng quát
 - 14.3.2 Sườn vòm
- 14.4 KẾT CẤU BẢN
 - 14.4.1 Kết cấu bản đặc đúc tại chỗ
 - 14.4.2 Kết cấu bản rỗng đúc tại chỗ
 - 14.4.2.1 Các kích thước mặt cắt ngang
 - 14.4.2.2 Cấu tạo đặt số lượng gối ít nhất
 - 14.4.2.3 Cấu tạo các mặt cắt đặc đầu bản
 - 14.4.2.4 Các yêu cầu thiết kế tổng quát
 - 14.4.2.5 Các khu vực chịu nén trong vùng mô men âm
 - 14.4.2.6 Thoát nước cho các ống rỗng trong dầm bản
 - 14.4.3 Cầu có bản mặt cầu đúc sẵn
 - 14.4.3.1 Tổng quát

14.4.3.2 Các mối nối truyền lực cắt

14.4.3.3 Các mối nối truyền lực cắt-uốn

14.4.3.3.1 Tổng quát

14.4.3.3.2 Thiết kế

14.4.3.3.3 Dự ứng lực kéo sau

14.4.3.3.4 Các mối nối thi công theo phương dọc

14.4.3.3.5 Mối nối đúc tại chỗ

14.4.3.3.6 Lớp phủ mặt trên kết cấu

14.5 CÁC QUY ĐỊNH BỔ SUNG CHO CỐNG

14.5.1 Tổng quát

14.5.2 Thiết kế chịu uốn

14.5.3 Thiết kế theo lực cắt trong các bản của cống hộp

PHỤ LỤC A (THAM KHẢO) CÁC BƯỚC CƠ BẢN THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG

Lời nói đầu

TCVN 11823 - 5: 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 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 - 5: 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.

THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG BỘ - PHẦN 5: KẾT CẤU BÊ TÔNG

Highway Bridge Design Specification - Part 5: Concrete Structures

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thiết kế các cấu kiện cầu và tường chắn được xây dựng bằng bê tông có tỷ trọng bình thường hoặc tỷ trọng nhẹ và có bố trí cốt thép và/hoặc cốt thép dự ứng lực (các tao cáp hoặc thanh thép dự ứng lực). Tiêu chuẩn này cơ bản áp dụng cho bê tông có cường độ trong khoảng từ 16 tới 70 MPa, tuy nhiên trong trường hợp bê tông tỷ trọng thường cường độ lớn hơn được chấp nhận sử dụng, cũng áp dụng tiêu chuẩn này cho công tác thiết kế kết cấu cầu bê tông.

Tiêu chuẩn này quy định tổng hợp và thống nhất các yêu cầu cho kết cấu bê tông cốt thép, bê tông dự ứng lực và bê tông dự ứng lực một phần.

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)

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

3.1 Neo (Anchorage) - Trong công nghệ kéo sau, đây là thiết bị cơ khí được dùng để neo bó tạo thép vào bê tông; trong công nghệ kéo trước, đây là thiết bị được dùng để neo bó tạo thép cho đến khi bê tông đạt được cường độ định trước và dự ứng lực đã truyền vào bê tông; đối với cốt thép thanh, đây là đoạn chiều dài cốt thép hoặc neo cơ học, hoặc móc, hoặc tổ hợp của chúng ở đầu thanh đủ để truyền lực căng trong thanh vào bê tông.

3.2 Vấu neo (Anchorage Blister) - Bộ phận được làm nhô ra thêm ở sườn, bản cánh hoặc chỗ nối sườn - bản cánh để lắp neo bó thép dự ứng lực.

3.3 Vùng neo (Anchorage Zone) - Phần kết cấu mà dự ứng lực được truyền từ thiết bị neo sang vùng cục bộ của bê tông và sau đó phân bố rộng hơn sang vùng chung của kết cấu.

3.4 Lúc kích (At Jacking) - ở thời điểm căng bó thép dự ứng lực.

3.5 Lúc đặt tải (At Loading) - Thuật ngữ liên quan đến trị số của các đặc trưng của bê tông lúc tải trọng tác động. Tải trọng này bao gồm lực dự ứng lực và tải trọng thường xuyên, thường không bao gồm hoạt tải.

3.6 Lúc truyền (At Transfer) - Ngay sau khi truyền lực dự ứng lực vào bê tông.

3.7 Tao cáp bọc (Blanketed strand) - Xem tao cáp không dính bám một phần

3.8 Bó thép dính bám (Bonded Tendon) - Bó thép được dính bám với bê tông hoặc trực tiếp hoặc thông qua ép vữa.

3.9 Lực xé vỡ (Bursting Force) - Lực kéo trong bê tông ở vùng neo kéo sau do truyền dự ứng lực gây ra.

3.10 Bê tông đúc tại chỗ (Cast-in-Place Concrete) - Bê tông được đổ vào vị trí cuối cùng của nó trong kết cấu khi còn đang dẻo.

3.11 Các neo đặt sát nhau (Closely Spaced Anchorages) - Các thiết bị neo được định nghĩa là đặt sát nhau nếu cự ly tim đến tim của chúng không vượt quá 1,5 lần bề rộng của thiết bị neo trên phương được xem xét.

3.12 Hộp long (Closure) - Việc đổ bê tông tại chỗ dùng để liên kết hai hoặc nhiều hơn các bộ phận đã đúc trước đó của kết cấu.

3.13 Kết cấu liên hợp (Composite Construction) - Các cấu kiện bê tông hoặc bê tông và thép liên kết với nhau để cùng chịu tác động lực như là một khối.

3.14 Mặt cắt khống chế chịu nén (Compression-Controlled Section) - Mặt cắt ngang, trong đó ứng biến kéo thực trong thớ chịu kéo ngoài cùng của thép tại vùng có sức kháng danh định là nhỏ hơn hoặc bằng ứng biến nén giới hạn

3.15 Giới hạn ứng biến khống chế chịu nén (Compression-Controlled Strain Limit) - ứng biến kéo thực trong thớ chịu kéo ngoài cùng của thép ở điều kiện ứng biến cân bằng (xem Điều 7.2.1).

3.16 Lớp bê tông bảo vệ (Concrete Cover) - Cự ly tối thiểu được quy định giữa bề mặt bê tông và bề mặt của cốt thép, tao thép, ống bọc kéo sau, neo hoặc các vật chôn khác.

3.17 Bó tăng cường (Confinement) - Biện pháp phòng ngừa sự phân rã của bê tông chịu nén bằng cách tạo các lực ngang và/hoặc lực bao quanh, như có thể dùng cốt thép đai bao, các ống thép hoặc

ống composit hoặc các cấu kiện tương tự.

3.18 Neo bó (Confinement Anchorage) - Neo cho bó tạo cáp kéo sau theo cơ chế làm việc trên cơ sở bó bao bê tông trong vùng neo cục bộ nhờ các cốt thép đặc biệt.

3.19 Từ biến (Creep) - Biến dạng theo thời gian của bê tông dưới tải trọng thường xuyên.

3.20 Ma sát cong (Curvature Friction) - Ma sát do bó thép dịch tựa vào ống bọc khi bị kéo do độ cong của ống bọc.

3.21 Bản mặt cầu (Deck Slab) - Bản bê tông đặc chịu và truyền tải trọng bánh xe lên cấu kiện đỡ bên dưới.

3.22 Giảm nén trước (Decompression) - Giai đoạn mà ở đó các ứng suất nén do dự ứng lực bị triệt tiêu bởi các ứng suất kéo.

3.23 Cấu kiện cao (Deep Component) - Các cấu kiện trong đó cự ly từ điểm lực cắt bằng 0,0 đến mặt gối nhỏ hơn $2d$, hoặc các cấu kiện trong đó tải trọng gây ra lớn hơn $1/3$ lực cắt ở gối đặt gần hơn $2d$ tính từ mặt gối (d = chiều cao cấu kiện).

3.24 Yên chuyển hướng (Deviation Saddle) - Khối bê tông làm nhô ra ngoài sườn, bản cánh hoặc chỗ tiếp giáp sườn - bản cánh dùng để khống chế về hình học hoặc để đổi hướng bó cáp đặt ngoài.

3.25 Chiều dài triển khai (Development Length) - Cự ly cần thiết để phát triển cường độ các thanh cốt thép hoặc tạo cáp dự ứng lực.

3.26 Tải trực tiếp/ kê (Direct Loading/Supporting) - Sự tác dụng của một tải trọng hay sử dụng một sự hỗ trợ bên ngoài cho các cấu kiện như trong trường hợp các tải trọng tập trung hoặc tải trọng rải đều tác dụng trực tiếp lên bề mặt bản mặt cầu, sự chống đỡ ở đầu dầm giản đơn, xà mũ trụ nặng chống được đỡ trên các cột liên kết chốt.

3.27 Cáp chùm (Duct stack) - Một nhóm bó cáp thẳng đứng, cự ly giữa các bó riêng biệt nhỏ hơn 36mm.

3.28 Cự ly mép (Edge Distance) - Cự ly tối thiểu giữa tim cốt thép hoặc vật chôn khác và mép bê tông.

3.29 Chiều cao có hiệu (Effective Depth) - Chiều cao cấu kiện có hiệu trong mặt cắt chịu uốn hoặc cắt.

3.30 Dự ứng lực có hiệu (Effective Prestress) - Ứng suất hoặc lực còn lại trong cốt thép dự ứng lực sau khi toàn bộ mất mát đã xảy ra.

3.31 Chiều dài chôn (Embedment Length) - Chiều dài cốt thép hoặc neo được đặt vượt quá mặt cắt tới hạn mà trên đó việc truyền lực giữa bê tông và cốt thép có thể xảy ra.

3.32 Bó cáp ngoài (External Tendon) - Bó cáp kéo sau được đặt bên ngoài bê tông, thường nằm trong lòng dầm hộp.

3.33 Thép chịu kéo ngoài cùng - Cốt thép (dự ứng lực hoặc không dự ứng lực) xa nhất từ thớ chịu nén ngoài cùng.

3.34 Cấu kiện dự ứng lực hoàn toàn (Fully Prestressed Component) - Cấu kiện bê tông dự ứng lực trong đó ứng suất đáp ứng được các giới hạn ứng suất kéo tại trạng thái giới hạn sử dụng được quy định ở đây. Các cấu kiện này được coi là không bị nứt tại trạng thái giới hạn sử dụng.

3.35 Vùng chung (General) - Vùng liên kề với neo kéo sau trong đó lực dự ứng lực truyền chủ yếu theo sự phân bố ứng suất tuyến tính trên mặt cắt ngang của cấu kiện.

3.36 Neo trung gian (Intermediate Anchorage) - Neo không được đặt ở bề mặt cuối của cấu kiện hoặc phân đoạn cho các bó thép không kéo dài qua suốt chiều dài cấu kiện hoặc phân đoạn; thường dưới dạng các neo bị chôn, vấu, sườn hoặc hồ chìm.

3.37 Tải trọng gián tiếp/chịu tải (Indirect Loading/Supporting) - Sự tác dụng của tải trọng hay sử dụng một gối đỡ bên trong như khung dầm vào toàn bộ một xà mũ (trụ), dầm khác hoặc dầm lắp ghép nơi tải trọng truyền giữa mặt trên và mặt dưới cấu kiện, hoặc tải tiện ích được treo từ sườn dầm.

3.38 Bó cáp trong (Internal Tendon) - Bó thép kéo sau được đặt bên trong bê tông.

3.39 Cốt thép đẳng hướng (Isotropic Reinforcement) - Bố trí cốt thép trong đó các thanh trực giao với nhau và tỷ lệ cốt thép ở hai hướng bằng nhau.

3.40 Lực kích (Jacking Force) - Lực tác động bởi thiết bị sinh ra lực căng trong bó thép.

3.41 Gối lao (Launching Bearing) - Gối tạm có đặc tính ma sát thấp dùng trong thi công cầu bằng phương pháp đúc đẩy.

3.42 Mũi dẫn (Launching Nose) - Kết cấu thép tạm thời được nối ở phía trước cầu đúc đẩy để giảm ứng lực kết cấu nhịp trong khi lao.

3.43 Bê tông nhẹ (Lightweight Concrete) - Bê tông chứa cấp phối nhẹ và có tỷ trọng khi khô không vượt quá 1925 Kg/m^3 như được xác định bởi ASTM C-567. Bê tông nhẹ không chứa cát tự nhiên được gọi là “**Bê tông nhẹ toàn phần**” và bê tông tỉ trọng nhẹ trong đó tất cả cốt liệu mịn cát có tỷ trọng thường được gọi là “**Bê tông nhẹ cát thường**”.

3.44 Uốn cục bộ (Local Bending) - Uốn ngang bởi đường cong cấp DU'L căng sau trên lớp phủ bê tông giữa ống gen và bề mặt bên trong của các phần tử cong (thường là bản bụng).

3.45 Cắt cục bộ (Local Shear) - Cắt ngang do đường cong cấp DU'L căng sau trên lớp phủ bê tông giữa ống gen và bề mặt bên trong của các phần tử cong (thường là bản bụng).

3.46 Vùng cục bộ (Local) - Phần thể tích bê tông bao quanh và ở ngay trước đầu thiết bị neo để chịu ứng suất nén cao.

3.47 Thép tự chùng thấp (Low Relaxation Steel) - Loại tạo thép dự ứng lực mà mất mát ứng suất do thép tự chùng được giảm đáng kể do xử lý kéo ở nhiệt độ cao ngay trong lúc chế tạo tạo thép.

3.48 Ứng biến kéo thực (Net Tensile strain) - ứng biến kéo với sức kháng danh định loại trừ ứng biến dự do ứng lực có hiệu, từ biến, co ngót, và nhiệt độ.

3.49 Bê tông thường (Normal Weight Concrete) - Bê tông có tỷ trọng ở giữa 2150 và 2500 kg/m^3 .

3.50 Tạo cáp không dính bám một phần (Partially Debonded strand) - Tạo cáp dự ứng lực căng trước có một phần chiều dài được dính bám và có chỗ khác được cấu tạo cho không dính bám bằng cách dùng các biện pháp bọc nhựa hoặc hóa học. Còn được gọi là tạo cáp được cách ly hoặc bọc ngoài.

3.51 Kéo sau (Post-Tensioning) - Một phương pháp tạo dự ứng lực- trong đó các tạo cáp được căng kéo sau khi bê tông đạt cường độ quy định.

3.52 Ống bọc kéo sau (Post-Tensioning Duct) - Vật tạo hình ống để luồn và chứa các bó thép hoặc các thanh kéo sau trong bê tông đã cứng. Thường dùng các loại sau:

3.53 Ống bọc cứng (Rigid Duct) - ống không nối, đủ cứng để giới hạn độ võng không vượt quá 25 mm trên chiều dài 6.000 mm được tựa ở hai đầu.

3.54 Ống bọc nửa cứng (Semirigid Duct) - ống thép hoặc chất dẻo gọn sóng đủ cứng để được coi là không cuộn được thành cuộn vận chuyển thông thường mà không hư hỏng.

3.55 Ống bọc mềm (Flexible Duct) - ống được nối mềm có thể cuộn thành đường kính 1200 mm mà không hư hỏng.

3.56 Cấu kiện đúc sẵn (Precast Members) - Cấu kiện bê tông được đúc ở nơi không phải là vị trí cuối cùng của nó.

3.57 Vùng chịu kéo được nén trước (Precompressed Tensile) - Bất kỳ khu vực nào của một cấu kiện dự ứng lực trong đó dự ứng lực gây ra ứng suất nén và các hiệu ứng tải trọng sử dụng gây ra ứng suất kéo

3.58 Bê tông dự ứng lực (Prestressed Concrete) - Cấu kiện bê tông ở đó các ứng suất và biến dạng được tạo ra bằng tác động của lực dự ứng lực.

3.59 Kéo căng trước (Pretensioning) - Một phương pháp dự ứng lực trong đó các tạo thép được căng kéo trước khi đổ bê tông.

3.60 Uốn vùng (Regional Bending) - Uốn ngang của vách dầm hộp bê tông do lực ngang ứng suất trước tập trung chống lại tác động khung của hộp làm việc như một khối.

3.61 Bê tông cốt thép (Reinforced Concrete) - Bê tông kết cấu có chứa lượng thép không ít hơn lượng tối thiểu quy định ở đây bao gồm các tạo thép kéo trước hoặc cốt thép không dự ứng lực.

3.62 Cốt thép (Reinforcement) - Thanh cốt thép và/hoặc thép dự ứng lực.

3.63 Tự chùng (Relaxation) - Sự giảm ứng suất theo thời gian trong các bó thép dự ứng lực.

3.64 Thi công phân đoạn (Segmental Construction) - Việc chế tạo và lắp dựng một cấu kiện (kết cấu phần trên và/hoặc kết cấu phần dưới) sử dụng các cấu kiện riêng lẻ, có thể là đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ. Sự làm việc của các bộ phận kết cấu hoàn thiện giống như một kết cấu liền khối dưới tác dụng của một số hoặc tất cả tải trọng thiết kế. Dự ứng lực sau thường được sử dụng để liên kết các cấu kiện riêng lẻ. Đối với kết cấu phần trên, các cấu kiện riêng lẻ thường ngắn (so với chiều dài nhịp), các đoạn có dạng mặt cắt hộp với bản cánh liền khối bao gồm toàn bộ chiều rộng của kết cấu.

3.65 Đai chống động đất (Seismic Hoop) - Một đai hình trụ khép không liên tục được khép kín bằng cách sử dụng mối nối hàn đối đầu hoặc một khớp nối cơ học.

3.66 Tạo cáp bọc (Shielded Strand) - Xem tạo cáp bọc từng phần

3.67 Bản (Slab) - Cấu kiện có chiều rộng ít nhất bằng bốn lần chiều cao hữu hiệu của nó.

3.68 Thiết bị neo đặc biệt (Special Anchorage Device) - Thiết bị neo mà tính năng phù hợp của

chúng phải được chứng minh qua thử nghiệm chấp nhận đã được tiêu chuẩn hoá. Hầu hết các neo đa diện và tất cả các neo dính bám là các thiết bị neo đặc biệt.

3.69 Cường độ quy định của bê tông (Specified Strength of Concrete) - Cường độ nén danh định của bê tông được quy định cho công trình và được giả thiết cho thiết kế và phân tích kết cấu mới.

3.70 Thép xoắn (Spiral) - Thanh hoặc sợi được cuốn liên tục thành hình trụ xoắn ốc.

3.71 Dầm đúc sẵn ghép nối (Spliced Precast Girder) - Một loại kết cấu phần trên trong đó các dầm bê tông đúc sẵn được nối ghép theo chiều dọc, thường bằng dự ứng lực căng sau, để tạo thành dầm hoàn chỉnh. Cầu có mặt cắt ngang điển hình là một kết cấu thông thường bao gồm nhiều dầm đúc sẵn. Loại công trình này không được coi là thi công phân đoạn (Xem Điều 14.1.3).

3.72 Cường độ kéo chẻ (Splitting Tensile Strength) - Cường độ kéo của bê tông được xác định bằng thí nghiệm tách (chẻ) phù hợp với AASHTO T198 (ASTM C 496).

3.73 Biên độ ứng suất (Stress Range) - Chênh lệch đại số giữa ứng suất Max và Min do tải trọng nhất thời.

3.74 Bê tông kết cấu (Structural Concrete) - Tất cả bê tông được sử dụng cho mục đích kết cấu

3.75 Bê tông khối lớn (Structural Mass Concrete) - Bất kỳ khối bê tông lớn nào ở đó phải dùng các vật liệu hoặc phương pháp thi công đặc biệt nhằm đối phó với sự phát sinh nhiệt độ cao do hydrat hóa và sự thay đổi thể tích kèm theo để giảm thiểu nứt.

3.76 Mô hình chống - và - giằng, Mô hình giàn ảo - Mô hình được dùng chủ yếu ở các vùng lực tập trung và thay đổi đột ngột về hình học để xác định các tỷ lệ bê tông và khối lượng cốt thép và các phân bố được dựa trên giả thiết là có các thanh chống chịu nén trong bê tông, các giằng chịu kéo trong cốt thép và vị trí hình học của các nút ở các điểm giao cắt của chúng.

3.77 Gradient nhiệt - Thay đổi nhiệt độ của bê tông trên mặt cắt ngang.

3.78 Cấu kiện thép dự ứng lực - Cấu kiện thép cường độ cao được dùng để tạo dự ứng lực cho bê tông.

3.79 Truyền - Thao tác truyền lực trong thiết bị neo kéo trước lên bê tông.

3.80 Mặt cắt khống chế chịu kéo - Một mặt cắt ngang, trong đó ứng biến kéo thực trong thép chịu kéo ngoài cùng với sức kháng danh định lớn hơn hoặc bằng giới hạn ứng biến khống chế kéo.

3.81 Giới hạn ứng biến kéo khống chế kéo - Ứng biến kéo trong thép chịu kéo ngoài cùng ở mức sức kháng danh định.

3.82 Chiều dài truyền - Chiều dài trên đó lực kéo dự ứng được truyền qua bê tông bằng dính bám và ma sát trong một cấu kiện kéo trước.

3.83 Cốt thép ngang - Cốt thép được dùng để chịu cắt, xoắn, lực ngang hoặc để bó tăng cường bê tông trong bộ phận kết cấu. Các thuật ngữ "cốt đai" và "cốt thép bản bụng" thường được dùng để chỉ cốt thép ngang trong bộ phận chịu uốn và thuật ngữ "giằng" "cốt đai" và "cốt xoắn" được dùng để chỉ cốt thép ngang trong bộ phận chịu nén.

3.84 Ma sát lắc - Ma sát gây ra bởi sự lệch hướng của ống bọc hoặc vỏ bọc bó thép ra khỏi đường tìm quy định của nó.

3. 85 Giới hạn chảy - Giới hạn chảy quy định của cốt thép.

4 CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

4.1 TỔNG QUÁT

Các thiết kế phải dựa trên các tính chất của vật liệu được dẫn ra trong Tiêu chuẩn này và dựa trên cơ sở dùng các vật liệu tuân theo tiêu chuẩn về cấp hạng của các vật liệu xây dựng có đặc tính tương đương quy định trong Tiêu chuẩn xây dựng cầu đường bộ AASHTO LRFD.

Khi các cấp hạng khác hoặc các loại vật liệu khác được đưa vào sử dụng, thì các tính chất của chúng. Các Tiêu chuẩn tối thiểu được chấp nhận và các thủ tục thí nghiệm cho các loại vật liệu như vậy phải được quy định trong hồ sơ thiết kế.

Trong hồ sơ thiết kế phải chỉ rõ các cấp hay các tính chất của tất cả các loại vật liệu được đưa vào sử dụng.

4.2 BÊ TÔNG KẾT CẤU CÓ TỶ TRỌNG BÌNH THƯỜNG VÀ NHẸ

4.2.1 Cường độ chịu nén

Đối với từng cấu kiện, cường độ chịu nén quy định, f'_c , hay cấp bê tông phải được quy định rõ trong hồ sơ thiết kế.

Bê tông có cường độ chịu nén lớn hơn 70 MPa chỉ được dùng khi được cho phép bởi các quy định cụ thể và khi có các thí nghiệm vật lý xác lập được các quan hệ giữa cường độ chịu nén của bê tông với

các tính chất khác. Không được dùng các loại bê tông có cường độ thấp hơn 16 MPa cho các loại kết cấu.

Cường độ chịu nén quy định của bê tông dự ứng lực và bản mặt cầu không được thấp hơn 28 MPa.

Đối với kết cấu bê tông nhẹ, thì mật độ lỗ rỗng, cường độ và các tính chất khác phải chỉ định rõ trong hồ sơ thiết kế.

Đối với bê tông dùng cho kết cấu ở trong và trên mặt nước mặn và vùng bờ biển, tỷ lệ nước/xi măng không được vượt quá 0,45.

Tổng cộng lượng xi măng Portland và các vật liệu chứa xi măng khác không được vượt quá 475 kg/m³ bê tông, ngoại trừ bê tông tính năng cao thì lượng xi măng Portland và xi măng khác không vượt quá 593 kg/m³.

4.2.2 Hệ số giãn nở nhiệt

Hệ số giãn nở nhiệt nên xác định bằng thí nghiệm trong phòng theo loại bê tông có cấp phối được đem dùng.

Trong trường hợp thiếu các số liệu chính xác, hệ số giãn nở nhiệt có thể lấy như sau:

Bê tông thường: $10,8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, và

Bê tông nhẹ: $9,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

4.2.3 Co ngót và từ biến

4.2.3.1 Tổng quát

Các giá trị co ngót và từ biến, quy định ở đây và trong các Điều 9.5.3 và 9.5.4, phải được dùng để xác định hiệu ứng của co ngót và từ biến đến mất mát dự ứng lực trong các cầu dự ứng lực không thi công theo phương pháp phân đoạn. Những giá trị này có mối liên hệ với mômen quán tính, như quy định ở Điều 7.3.6.2, có thể được dùng để xác định hiệu ứng của co ngót và từ biến đến độ võng.

Những quy định này sẽ được áp dụng cụ thể cho cường độ bê tông quy định lên tới 105MPa. Khi không có các số liệu chính xác hơn, hệ số co ngót có thể giả thiết là 0,0002 sau 28 ngày và 0,0005 sau một năm khô.

Khi không có sẵn số liệu về thiết kế cấp phối, việc xác định co ngót và từ biến có thể dùng các quy định sau:

- Các Điều 4.2.3.2 và 4.2.3.3,
- Tiêu chuẩn CEB - FIP, hoặc
- ACI 209.

Đối với cầu thi công theo phương pháp phân đoạn (đúc hẫng, đúc đẩy) phải tính một cách chính xác hơn bao gồm việc xét đến các tác động của:

- Vật liệu cụ thể,
- Các kích thước kết cấu,
- Điều kiện công trường,
- Phương pháp thi công.
- Tuổi bê tông ở các giai đoạn thi công khác nhau.

4.2.3.2 Từ biến

Hệ số từ biến có thể lấy như sau:

$$\psi_{t,t_i} = 1.9k_s k_{hc} k_f k_{td} t_i^{0.118} \quad (1)$$

Trong đó:

$$k_s = 1,45 - 0,0051 (V/S) \geq 1,0 \quad (2)$$

$$k_{hc} = 1,56 - 0,008H \quad (3)$$

$$k_f = \frac{35}{7 f_{ci}'} \quad (4)$$

$$k_{td} = \frac{t}{12 \frac{100 - 0,58f_{ci}'}{0,145f_{ci}'} - 20} t \quad (5)$$

Trong đó:

H	=	độ ẩm tương đối (%). Trong trường hợp không có thông tin tốt hơn, H có thể lấy từ các số liệu thống kê do Tổng cục khí tượng thủy văn Bộ tài nguyên môi trường xuất bản.
k_s	=	hệ số ảnh hưởng của tỷ lệ giữa thể tích với bề mặt cấu kiện
k_f	=	hệ số ảnh hưởng của cường độ bê tông
k_{hc}	=	hệ số độ ẩm cho từ biển
k_{hd}	=	hệ số phụ thuộc thời gian
t	=	tuổi của bê tông (ngày), được xác định là tuổi của bê tông trong khoảng tới thời điểm đặt tải cho tính toán từ biển, hoặc cuối thời kỳ bảo dưỡng cho tính toán co ngót, và thời gian được xem xét để phân tích các tác động của từ biển và co ngót
t_i	=	tuổi của bê tông tại thời điểm tác dụng của tải trọng (ngày)
V/S	=	tỉ lệ giữa thể tích với bề mặt cấu kiện (mm)
f'_{ci}	=	cường độ nén quy định của bê tông tại thời điểm căng dự ứng lực cho cấu kiện căng sau và tại thời điểm gia tải ban đầu của các cấu kiện không dự ứng lực. Nếu tuổi của bê tông tại thời điểm đặt tải ban đầu là không xác định được tại thời điểm thiết kế, thì f'_{ci} có thể lấy bằng $0.80 f'_c$ (MPa).

Diện tích bề mặt dùng để xác định tỷ lệ thể tích trên bề mặt chỉ tính các diện tích bề mặt tiếp xúc với khí quyển. Đối với các mặt cắt hộp kín mà khả năng thông gió kém thì chỉ tính 50% diện tích bề mặt bên trong của hộp. Với cấu kiện đúc sẵn và đổ tại chỗ, tổng diện tích bề mặt bê tông đúc sẵn nên được sử dụng. Đối với các kết cấu dự ứng lực kéo trước có sườn (dầm - I, dầm - T, và dầm hộp), với bề dày trung bình sườn dầm từ 150 đến 200mm, giá trị k_{vs} có thể lấy bằng 1,00

4.2.3.3 Co ngót

Đối với bê tông, cốt liệu không co ngót, ứng biến do co ngót, ϵ_{sh} , tại thời điểm t, có thể xác định như sau:

$$\epsilon_{sh} = k_s k_{hs} k_f k_{td} 0,48 \times 10^{-3} \quad (6)$$

với:

$$k_{hs} = (2,00 - 0,014H) \quad (7)$$

trong đó:

k_{hs} = hệ số độ ẩm cho co ngót

Nếu bê tông được để khô trước 5 ngày kể từ ngày đóng rắn, co ngót được xác định theo Phương trình 6 phải được tăng lên 20%.

4.2.4 Mô đun đàn hồi

Khi không có các số liệu đo, mô đun đàn hồi, E_c , của các loại bê tông có tỷ trọng trong khoảng từ 1440 đến 2500 kg/m³ và cường độ nén 105 MPa có thể lấy như sau:

$$E_c = 0,0017 K_1 W_c^2 f_c^{0,33} \quad (8)$$

trong đó:

K_1	=	Hệ số hiệu chỉnh nguồn cốt liệu được lấy bằng 1,0 trừ khi được xác định bằng các thí nghiệm cơ lý, và được phê duyệt bởi cơ quan có thẩm quyền
W_c	=	tỷ trọng của bê tông (kg/m ³); theo Bảng 6 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này
f'_c	=	cường độ nén quy định của bê tông (MPa)

4.2.5 Hệ số Poisson

Trong trường hợp không được xác định bằng các thí nghiệm vật lý, hệ số Poisson có thể lấy bằng 0,2 cho bê tông nhẹ có cường độ chịu nén tới 70 MPa và bê tông thường có cường độ chịu nén tới 105 MPa. Đối với cấu kiện có thể xuất hiện nứt, không xét đến hiệu ứng của hệ số Poisson.

4.2.6 Mô đun phá hoại

Nếu không có số liệu xác định bằng các thí nghiệm vật lý thì mô đun phá hoại (cường độ chịu kéo khi uốn) f_t , tính bằng MPa, của bê tông có cường độ lên tới 105 MPa có thể xác định như sau:

- Đối với bê tông thường:

- + Trừ quy định dưới đây $0,63 \sqrt{f'_c}$
- + Khi sử dụng để tính mô men nứt của cầu kiện ở Điều 8.3.4.3..... $0,52 \sqrt{f'_c}$
- Đối với bê tông nhẹ:
- + Đối với bê tông nhẹ cát thường $0,52 \sqrt{f'_c}$
- + Đối với bê tông nhẹ toàn phần $0,45 \sqrt{f'_c}$

Các thí nghiệm vật lý được sử dụng để xác định giới hạn bền uốn phải phù hợp với AASHTO T 97 và phải được thực hiện trên bê tông có cùng loại vật liệu và tỷ lệ cấp phối quy định cho kết cấu.

4.2.7 Cường độ chịu kéo

Có thể xác định cường độ chịu kéo trực tiếp theo ASTM C900, hoặc phương pháp cường độ kéo chế theo AASHTO T198 (ASTM C 496)

4.3 CỐT THÉP

4.3.1 Tổng quát

Cốt thép thanh, thép tròn, thép có gờ, thép sợi kéo nguội, lưới sợi thép tròn hàn, lưới sợi thép có gờ hàn, phải tuân thủ theo TCVN 1651:2008, những chỉ tiêu không có quy định trong TCVN 1651: 2008, phải theo tiêu chuẩn vật liệu quy định trong Điều 9.2 của Tiêu chuẩn Kỹ thuật Thi công cầu AASHTO LRFD.

Cốt thép phải là loại có gờ, trừ khi dùng các thanh thép trơn, sợi thép tròn trơn làm thép đai xoắn, làm móc treo, và làm lưới thép.

Giới hạn chảy danh định của cốt thép phải là tối thiểu như quy định của cấp thép đã được chọn, không thiết kế cốt thép có giới hạn chảy vượt quá 520 MPa, trừ trường hợp được quy định ở Điều 4.3.3 cho phép dùng thép có giới hạn chảy tới 690 MPa. Giới hạn chảy hay cấp của thép sợi phải quy định rõ trong hồ sơ thiết kế. Chỉ được dùng cốt thép thanh có giới hạn chảy nhỏ hơn 420 MPa trong trường hợp đặc biệt, khi có cơ sở pháp lý.

Khi cần cầu tạo cho kết cấu dầm hoặc cốt thép nối hàn thì đặc tính của cốt thép phải theo quy định của ASTM A706M "thanh thép có gờ bằng thép hợp kim thấp dùng cho kết cấu bê tông cốt thép".

4.3.2 Mô đun đàn hồi

Mô đun đàn hồi, E_s , của cốt thép có cường độ tới 690 MPa phải lấy bằng 200 000 MPa.

4.3.3 Các ứng dụng đặc biệt

Cốt thép nào phải hàn và phương pháp hàn phải được chỉ rõ trong hồ sơ thiết kế.

Khi có các yêu cầu cần thiết, có thể bố trí các cốt thép có giới hạn chảy xấp xỉ hoặc bằng 690 MPa trong các cấu kiện hoặc mối nối trong vùng động đất I.

Vị trí nào phải dùng cốt thép sơn phủ epoxy phải được chỉ rõ trong hồ sơ thiết kế.

4.4 THÉP DỰ ỨNG LỰC

4.4.1 Tổng quát

Các loại tao cáp dự ứng lực, 7 sợi không sơn phủ có độ tự chùng thấp, hoặc các thanh thép không sơn phủ cường độ cao, trơn hay có gờ, phải phù hợp với tiêu chuẩn vật liệu như quy định trong Tiêu chuẩn Kỹ thuật Thi công cầu AASHTO LRFD:

- AASHTO M 203/M 203M (ASTM A 416/A 416 M)
- AASHTO M 275/M 275M (ASTM A 722/A 722M)

Giới hạn kéo và giới hạn chảy của các loại thép này có thể lấy trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1 - Tính chất của tao cáp thép và thép thanh dự ứng lực

Vật liệu	Cấp hoặc loại thép	Đường kính (mm)	Cường độ chịu kéo f_{pu} (MPa)	Giới hạn chảy f_{py} (MPa)
Tao cáp	1725 MPa (Cấp 250)	6.35 đến 15.24	1725	90% của f_{pu}
	1860 MPa (Cấp 270)	9.53 đến 15.24	1860	

Thép thanh	Loại 1, thép trơn	19 đến 35	1035	85% của f_{pu}
	Loại 2, thép có gờ	16 đến 35	1035	80% của f_{pu}

Nếu trong hồ sơ thiết kế có các chi tiết về dự ứng lực thì phải chỉ rõ kích thước và cấp hoặc loại thép và quy định lực kéo dự ứng lực.

4.4.2 Mô đun đàn hồi

Nếu không có các số liệu chính xác hơn, mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực, dựa trên diện tích mặt cắt ngang danh định của thép, có thể lấy như sau:

Đối với tao cáp: $E_p = 197\ 000\text{ MPa}$ và

Đối với thanh: $E_p = 207\ 000\text{ MPa}$

4.5 NEO DỰ ỨNG LỰC KÉO SAU VÀ NỖI CÁP

Neo và mối nối cáp phải được cấu tạo theo các yêu cầu của Điều 10.3.2 của Tiêu chuẩn Kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD

Phải tiến hành bảo vệ chống gỉ cho cáp, neo, các đầu neo và các mối nối cáp.

4.6 ỐNG BỌC CÁP

4.6.1 Tổng quát

Ống bọc cho cáp phải là loại cứng hoặc loại nửa cứng bằng thép mạ kẽm hoặc bằng nhựa hoặc tạo lỗ trong bê tông bằng lõi lấy ra được.

Bán kính cong của ống bọc không được nhỏ hơn 6000 mm, trừ ở vùng neo có thể cho phép nhỏ tới 3600 mm.

Không được dùng ống bọc bằng nhựa khi bán kính cong nhỏ hơn 9000 mm.

Khi dùng ống bọc bằng nhựa cho loại cáp có dính bám thì phải xem xét đặc tính dính bám của ống nhựa với bê tông và vữa.

Hiệu quả áp lực của vữa lên ống bọc và vùng bê tông xung quanh phải được kiểm tra.

Cự ly lớn nhất giữa các điểm kê cố định ống bọc trong khi thi công phải được quy định trong bản vẽ thiết kế và phù hợp với Điều 10.4.1.1 của Tiêu chuẩn Kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD

4.6.2 Kích thước của ống bọc cáp

Đường kính trong của ống bọc ít nhất phải lớn hơn đường kính của thanh thép dự ứng lực đơn hay bó cáp dự ứng lực 6 mm. Đối với loại thép dự ứng lực nhiều thanh và bó cáp dự ứng lực thì diện tích mặt cắt của ống bọc ít nhất phải lớn hơn 2 lần diện tích tịnh của mặt cắt bó thép dự ứng lực, khi lắp đặt bó cáp bằng phương pháp kéo sau thì diện tích mặt cắt của ống bọc phải gấp 2,5 lần diện tích mặt cắt của bó cáp.

Kích thước của ống bọc không được vượt quá 0,4 lần bề dày bê tông nguyên nhỏ nhất tại vị trí đặt ống bọc.

4.6.3 Ống bọc tại vị trí yên chuyển hướng

Ống bọc ở vị trí yên chuyển hướng phải là ống thép mạ phù hợp với tiêu chuẩn của ASTM A53, loại E, cấp B. Độ dày danh định của thành ống không được nhỏ hơn 3 mm.

5 CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

5.1 TỔNG QUÁT

Các bộ phận kết cấu phải có cấu tạo thỏa mãn các yêu cầu ở các trạng thái giới hạn sử dụng, môi, cường độ và các trạng thái giới hạn đặc biệt.

Các cấu kiện bê tông dự ứng lực toàn phần và bê tông dự ứng lực một phần phải được kiểm tra ứng suất và biến dạng cho từng giai đoạn có thể là tới hạn trong quá trình thi công, căng kéo dự ứng lực, xếp kho, vận chuyển và lắp ráp cũng như trong quá trình khai thác kết cấu mà chúng là một bộ phận.

Phải kiểm toán ứng suất tập trung gây ra do lực căng dự ứng lực hoặc do tải trọng, do biến dạng kiểm chế hoặc cường bức.

5.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

Các nội dung cần phải được kiểm toán ở trạng thái giới hạn sử dụng là nứt, biến dạng và ứng suất trong bê tông như quy định tương ứng trong các Điều 7.3.4, 7.3.6 và 9.4.

Ứng suất nứt phải được lấy với mô đun phá hoại (cường độ chịu kéo khi uốn) trong Điều 4.2.6.

5.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MÔI