

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

TRƯỜNG TUYẾN NHẬP

**TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM
BÊTÔNG CỐT THÉP TIẾT DIỆN CHỮ I THEO MỘT
SỐ TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ**

Chuyên ngành: Xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp

Mã số: 60.58.20

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2014

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG**

Phản biện 1: PGS.TS. Trương Hoài Chính

Phản biện 2: TS. Phạm Thanh Tùng

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ *kỹ thuật xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp* họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 11 tháng 01 năm 2015.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin-Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Sự tăng trưởng nhanh của nền kinh tế nước ta đã thúc đẩy mạnh mẽ tốc độ phát triển của ngành xây dựng về số lượng và đa dạng loại hình kết cấu. Các kết cấu làm nhà cao tầng, nhà nhịp lớn, hệ thanh ngày càng xuất hiện nhiều ở Việt Nam và các nước trên thế giới. Kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) ngày nay đang được sử dụng rộng rãi và rất có hiệu quả.

Đánh giá khả năng chịu lực của cấu kiện là nhiệm vụ rất quan trọng trong công tác thiết kế. Trong đó đánh giá khả năng chịu cắt của cấu kiện chịu uốn đặt biệt là cấu kiện dầm được dành nhiều sự quan tâm trong công tác nghiên cứu.

Có nhiều tác giả nghiên cứu về các tiết diện cấu kiện dầm khác nhau như chữ nhật, I, T, tiết diện tròn, hộp rỗng. Đặc biệt dầm chữ I tiết diện không đối xứng được sử dụng nhiều như dầm cầu trục, dầm mái,... trong nhà công nghiệp, và việc đánh giá khả năng chịu cắt của dầm cần được quan tâm nghiên cứu.

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép của Việt Nam hiện hành TCVN 5574:2012 về khả năng chống cắt của dầm BTCT tuy đáp ứng được các yêu cầu về thiết kế nhưng còn nhiều yếu tố chưa được xem xét, phân tích một cách rõ ràng để có thể đánh giá đúng mức và hiệu quả.

Ngoài ra hiện nay, có rất nhiều công trình nước ngoài đầu tư vào nước ta, việc thiết kế tính toán sử dụng các tiêu chuẩn khác nhau được phép áp dụng tại Việt Nam.

Xuất phát từ thực tế đó trong luận văn này tác giả chọn đề tài **“Tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I theo một số tiêu chuẩn thiết kế”** nhằm giúp cho các nhà tư

vấn thiết kế lưu ý khi sử dụng các tiêu chuẩn của Việt Nam và nước ngoài để tính toán và kiểm tra.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

Mục tiêu đánh giá khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I không đổi, sử dụng bê tông thường với một số tiêu chuẩn thiết kế Việt Nam và nước ngoài.

Là tài liệu tham khảo cho công tác thiết kế và công tác nghiên cứu khoa học.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I không đổi sử dụng bê tông thường.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Trong phạm vi luận văn học viên chỉ nghiên cứu khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép (BTCT) tiết diện chữ I không đổi, sử dụng bê tông thường, theo một số tiêu chuẩn Việt Nam và nước ngoài.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu cách tính toán lý thuyết và so sánh kết quả tính toán ví dụ số theo các tiêu chuẩn, trong đề tài sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết tính toán và kết hợp khảo sát bằng ví dụ số.

5. Bố cục luận văn

Ngoài phần mở đầu, kết luận và kiến nghị, nội dung luận văn được trình bày gồm 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về kết cấu dầm bê tông cốt thép

Chương 2: Một số tiêu chuẩn tính toán khả năng chịu cắt của dầm btct tiết diện chữ i

Chương 3: Khảo sát các ví dụ số tính toán khả năng chịu cắt của dầm btct tiết diện chữ i theo một số tiêu chuẩn

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP

1.1. DÀM BTCT VÀ CÁC DẠNG TIẾT DIỆN

Dầm bê tông cốt thép (BTCT) là cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn, có chiều cao và chiều rộng khá nhỏ so với chiều dài của nó.

Tiết diện ngang của dầm có thể là chữ nhật, chữ T, chữ I, hình thang, hình hộp...

1.2. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO VÀ VAI TRÒ CỦA CÁNH TIẾT DIỆN DÀM CHỮ I

1.3. SỰ LÀM VIỆC CỦA DÀM

1.3.1. Các hình thức phá hoại của dầm

a. Dạng phá hoại uốn

b. Dạng phá hoại uốn - cắt

1.4. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM VÀ CÁC MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

1.4.1. Khả năng chịu cắt của dầm

a. Khả năng chịu cắt của dầm không có cốt đai

b. Khả năng chịu cắt của dầm có cốt đai

1.4.2. Mô hình tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông

a. Mô hình giàn với thanh xiên nghiêng góc 45°

Các tác giả đã bỏ qua các ứng suất kéo trong bê tông giữa các vết nứt xiên và giả thiết lực cắt sẽ chịu bởi các ứng suất nén xiên trong bê tông, nghiêng góc 45° đối với trục dọc. Khi đề cập về việc lựa chọn góc nghiêng của các ứng suất nén xiên, Morsch đã nhận định là hoàn toàn không thể xác định một cách toán học góc nghiêng của các vết nứt xiên vì còn tùy thuộc cách thiết kế cốt đai. Với các

ứng dụng thực tế phải đưa ra một giả thiết bất lợi cho góc nghiêng và vì vậy, tiến tới cách tính toán thông thường cho cốt đai với giả thiết góc nghiêng 45° . Thực nghiệm cho thấy các vết nứt xiên thoải hơn góc 45° . Nếu cốt đai được thiết kế với góc nghiêng thoải hơn này, sẽ dùng đến ít hơn lượng cốt đai. Như vậy, việc lựa chọn góc nghiêng 45° là thiên về an toàn.

b. Mô hình dầm có góc nghiêng thay đổi

Mô hình giàn cổ điển thông thường giả thiết thanh nền của giàn song song theo hướng của vết nứt và không có ứng suất truyền qua vết nứt. Cách này đã được chứng minh cho kết quả an toàn hơn khi so sánh với thực nghiệm.

Trong thực tế do có rất nhiều vết nứt nghiêng nên xuất hiện nhiều góc nghiêng tuy nhiên mô hình này có kể đến sự tham dự của bê tông và phương pháp này quan tâm tới các tiết diện nghiêng thay đổi nên gọi là mô hình có dầm có góc nghiêng thay đổi.

c. Lý thuyết miền nén và miền nén cải tiến

Sau khi một dầm BTCT bị nứt, phần bê tông nằm giữa các vết nứt vẫn tham gia chịu cắt và tạo thành các dải nén nghiêng. Phương pháp đánh giá khả năng chịu cắt của dải bê tông chịu nén nghiêng giữa các vết nứt gọi là lý thuyết miền nén (CFT). Vấn đề cơ bản trong CFT là xác định góc nghiêng θ .

Như vậy, có thể thấy rằng: Lý thuyết miền nén đã bỏ qua sự đóng góp của ứng suất kéo trong các vùng bê tông bị nứt và do đó có những ước lượng quá lớn sự biến dạng và đánh giá thấp về cường độ.

Lý thuyết miền nén cải tiến (MCFT) là sự phát triển của lý thuyết miền nén CFT có kể tới ảnh hưởng của ứng suất kéo trong vùng bê tông bị nứt.

Khi những ứng suất kéo này được kể tới, theo lý thuyết MCFT,

kể cả các phần tử không có cốt đai cũng được dự báo một sức kháng cắt đáng kể sau khi nứt. Sức kháng cắt dự báo không chỉ là một hàm của lượng cốt thép đai gia cường mà còn là của lượng cốt thép dọc. Tăng lượng cốt thép dọc sẽ tăng sức kháng cắt.

Qua các kết quả thí nghiệm và so sánh với lý thuyết, MCFT đưa ra những điểm tiến bộ hơn so với CFT và một dự báo tin cậy về khả năng kháng cắt của cấu kiện.

d. Mô hình chống giằng

Trước khi hình thành vết nứt, một trường ứng suất đàn hồi tồn tại có thể xác định được bằng cách sử dụng phép giải tích đàn hồi. Sự hình thành vết nứt làm đảo lộn trường ứng suất này, gây ra sự định hướng lại chủ yếu các nội lực. Sau khi hình thành vết nứt, nội lực có thể được mô hình hoá bằng cách sử dụng mô hình chống và giằng bao gồm các thanh chống chịu nén bằng bê tông, thanh giằng chịu kéo bằng thép và các mối nối được xem như các vùng nứt. Nếu thanh chống ở các đầu mút của chúng hẹp hơn so với đoạn ở giữa thì các thanh chống có thể lần lượt nứt theo chiều dọc. Đối với các thanh chống không có cốt thép thì điều này có thể dẫn đến sự phá hỏng. Các thanh chống có cốt thép nằm ngang để chống lại sự hình thành vết nứt có thể chịu tải trọng nhiều hơn. Sự hư hỏng có thể xảy ra do sự chày déo của các thanh chịu kéo hoặc sự phá hỏng của các vùng nứt. Cơ cấu kháng cắt được thể hiện như một thanh nén vòm với cốt thép có tác dụng như một thanh giằng chịu kéo giữa các gối tựa.

Qua các nghiên cứu thực nghiệm, với các giá trị $a/d < 2,5$, sức kháng cắt chủ yếu là do thanh chống - giằng và nó giảm rất nhanh khi a/d tăng lên. Sự phá hoại trong vùng này là do chủ yếu bởi sự nghiền của các thanh nén. Có thể thấy rõ là đối với các giá trị $a/d < 2,5$, thì một mô hình thanh chống - giằng dự báo chính xác hơn sức

kháng cắt và khi $a/d > 2,5$, thì việc dùng mô hình tiết diện có kể đến phần tham dự của bê tông V_c là phù hợp hơn.

Trong thời gian gần đây, hàng loạt các thí nghiệm về khả năng chống cắt của dầm BTCT được tiến hành và cho thấy mô hình miền nén cải tiến cho những kết quả gần với kết quả thực nghiệm hơn trong vùng B. Vì vậy, mô hình này thường được xem như một mô hình tin cậy để đánh giá khả năng chống cắt của dầm BTCT.

Các nghiên cứu cho thấy có thể hoàn toàn sử dụng các mô hình để tính toán, tuy nhiên trong luận văn học viên chỉ nêu và giới thiệu các mô hình.

1.5. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DẦM

1.5.1. Ảnh hưởng của nhịp chịu cắt

Khi $a < h_0$, tạo ra dải nén từ lực tập trung về gối tựa và khả năng chịu cắt là do bê tông chịu. Sự phá hoại gần như cắt thuần túy với $R_{bc} \approx 2,5R_{bt}$, lúc này chỉ cần kiểm tra điều kiện $Q_{max} \leq 2,5R_{bt}bh_0$ và không cần tính cốt thép vì cốt thép không huy động vào chịu lực.

Khi $h_0 \leq a \leq 2,5h_0$, khả năng chịu cắt của dầm chủ yếu theo cơ chế của tác động vòm, do vậy hình thức phá hoại là sự nén vỡ vùng nén (do nén - cắt) trên vết nứt nghiêng. Tuy nhiên sự phá hoại này chỉ xảy ra khi cốt thép dọc được neo chặt vào gối tựa.

Khi $2,5h_0 < a < 6h_0$ hoặc khi dầm chịu tải trọng phân bố đều, sự phá hoại do tác dụng đồng thời của M và Q. Tại tiết diện đã xuất hiện vết nứt thẳng góc do M, phát triển thành vết nứt nghiêng dẫn đến sự phá hoại trong vùng nén. Ứng suất kéo chính ở đầu gối tựa lớn làm xuất hiện vết nứt nghiêng ở đầu gối tựa nên dầm có thể bị phá hoại theo kiểu quay hai phần dầm quanh vùng nén. Lực dính giữa bê tông và cốt thép ở đầu gối tựa giảm đi rất nhanh làm cho cốt thép dễ có thể bị tuột.

Khi $a \geq 6h_0$, sự phá hoại là phá hoại uốn.

Như vậy, chủ yếu sự phá hoại trên tiết diện nghiêng là do ảnh hưởng của cả mômen và lực cắt. Lực cắt có xu hướng kéo tách 2 phần dầm vuông góc với trục dầm. Mômen có xu hướng quay 2 phần dầm quanh vùng nén.

1.5.2. Ảnh hưởng của tiết diện

Việc lựa chọn sơ bộ kích thước tiết diện là công việc đầu tiên của công tác tính toán thiết kế kết cấu BTCT. Yếu tố tiết diện có ảnh hưởng trực tiếp tới khả năng chịu cắt của bê tông tức là khả năng chịu cắt của dầm.

Tuy nhiên việc tính toán thiết kế cần phải lựa chọn tiết diện sao cho đáp ứng được các tiêu chí về kiến trúc cũng như khả năng chịu lực của tiết diện, đồng thời thoả mãn tính hiệu quả về thi công, sử dụng và kinh tế, vì vậy cần kết hợp với các yếu tố khác.

1.5.3. Ảnh hưởng của lực tác dụng dọc trục

Rõ ràng, ứng suất nén dọc trục đã làm tăng ứng suất cắt giới hạn trong cấu kiện, khả năng chịu cắt của dầm được cải thiện. Ngược lại, khả năng chịu cắt của dầm sẽ bị giảm yếu khi có sự tác dụng của ứng suất kéo dọc trục.

Có thể thấy rằng lực nén dọc trục có khuynh hướng làm tăng tải trọng gây nứt xiên. Lực nén này làm các vết nứt do uốn không phát triển sâu vào trong dầm, do đó, dầm sẽ chịu được lực cắt lớn hơn tại thời điểm ứng suất kéo chính bằng cường độ chịu kéo của bê tông.

Tiêu chuẩn thiết kế kháng cắt của một số nước đã đề cập tới ảnh hưởng này trong các biểu thức tính toán khả năng chịu cắt của dầm.

1.5.4. Ảnh hưởng của cốt thép dọc

Thành phần nội lực trên tiết diện nghiêng của dầm gồm lực cắt và mômen. Cốt thép dọc được thiết kế để chịu mômen là chủ yếu. Tuy nhiên, cốt dọc còn có tác dụng chốt chèn, chống lại sự tách của 2 phần dầm do lực cắt như đã nêu ở mục **1.4.1**.

Như vậy, cốt dọc cũng sẽ tham gia chịu lực cắt và có ảnh hưởng tới khả năng chịu cắt của dầm BTCT và điều này cần được đề cập đến trong các tính toán. Hàm lượng cốt dọc chịu kéo trong dầm hoặc thành phần A_s - diện tích cốt thép dọc chịu kéo hoặc thành phần mômen M.

Nhận xét:

Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt của dầm đã được các mô hình nghiên cứu. Việc tính toán và phân tích các mô hình về khả năng chịu cắt của dầm đã được nhiều tác giả đề cập.

Các tiêu chuẩn cũng dựa trên việc phân tích các mô hình để tính toán khả năng chịu cắt của dầm tuy nhiên tùy theo tiêu chuẩn của từng nước mà các yếu tố ảnh hưởng đó được đề cập đến hay không đề cập đến, việc khảo sát các tiêu chuẩn được trình bày trong chương 2

CHƯƠNG 2

MỘT SỐ TIÊU CHUẨN TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM BTCT TIẾT DIỆN CHỮ I

2.1. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO TIÊU CHUẨN ACI 318-2004

2.1.1. Khả năng chịu cắt của bê tông

a. Khi không có lực dọc tác dụng lên cấu kiện dầm

b. Khi có lực dọc tác dụng lên cấu kiện dầm

2.1.2. Khả năng chịu cắt của cốt thép đai

a. Khả năng chịu cắt của cốt thép đai

b. Thiết kế cốt thép chịu cắt

2.2. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO TIÊU CHUẨN EC2:2008

2.2.1. Khả năng chịu cắt của bê tông

2.2.2. Điều kiện hạn chế

2.2.3. Khả năng chịu cắt của cốt thép đai

a. Khả năng chịu cắt của cốt thép đai

b. Thiết kế cốt thép chịu cắt

2.3. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO TIÊU CHUẨN CSA A23.3-94

2.3.1. Khả năng chịu cắt của dầm

2.3.2. Khả năng chịu cắt của bê tông dầm

2.3.3. Khả năng chịu cắt của cốt thép dầm

2.4. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO TIÊU CHUẨN BS 8110 - 1997

2.5. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO TIÊU CHUẨN TCVN 5574:2012

2.5.1. Tính toán các dải nghiêng chịu nén giữa các vết nứt xiên

2.5.2. Tính toán tiết diện nghiêng chịu lực cắt

a. Đối với kết cấu bê tông cốt thép có cốt thép đai chịu lực cắt

b. Đối với kết cấu bê tông cốt thép không có cốt thép đai chịu lực cắt

2.5.3. Tính toán theo giáo trình kết cấu bê tông cốt thép

a. Dầm chịu tải phân bố đều

b. Dầm chịu tải trọng tập trung

2.6. NHẬN XÉT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DẦM THEO CÁC TIÊU CHUẨN

Các tiêu chuẩn đều có cùng quan điểm là khả năng chịu cắt của dầm BTCT bằng khả năng chịu cắt của cốt thép đai và khả năng chịu cắt của bê tông dầm. Nhưng cách xác định khả năng chịu cắt của bê tông, cốt thép đai với cách tính toán giữa các tiêu chuẩn có sự khác nhau, khác nhau về các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt được kể đến,

Để có thể xem xét một cách tổng quát hơn các tiêu chuẩn TCVN 5574:2012, ACI 318-2008, CSA A.23.3-1994, EC2:2008 về khả năng chịu cắt của dầm BTCT, ta tiến hành lập bảng tổng hợp thống kê các yếu tố ảnh hưởng được kể đến trong mỗi tiêu chuẩn.

Bảng 2.2: Thống kê các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt của dầm BTCT được đề cập đến trong các tiêu chuẩn hiện hành.

STT	Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt của dầm BTCT	TCVN 5574:2012	TC ACI 318-2008	TC CSA A.23.3-1994	TC EC2:2008
1	Cánh chữ I	+			
2	Mô men uốn		+	+	+
2	Hàm lượng cốt dọc		+	+	+
3	Bề rộng tiết diện	+	+	+	+
4	Chiều cao tiết diện	+	+	+	+
5	Lực kéo dọc trục	+	+	+	+
6	Lực nén dọc trục	+	+	+	+
7	Bê tông vùng kéo			+	

Có thể thấy rằng TCVN 5574-2012 tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép cũng được xác định theo mặt cắt nghiêng thay đổi như một số tiêu chuẩn tiên tiến khác. Tuy nhiên ACI 318-2008, CSA A.23.3-1994, EC2:2008 đưa nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt vào tính toán như ảnh hưởng của hàm lượng cốt dọc, mômen uốn, bê tông vùng kéo... Còn tiêu chuẩn TCVN 5574-2012 chưa xét các yếu tố này. Mặc dù vậy tiêu chuẩn ACI 318-2008, CSA A.23.3-1994, EC2:2008 lại bỏ qua sự tham dự của cánh tiết diện chữ I đến khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép và sử dụng tiết diện chữ nhật để tính toán, do đó kết quả sẽ an toàn hơn.

Việc tính toán chỉ căn cứ vào hình bao biểu đồ nội lực, không phân biệt bài toán tải trọng tập trung hay phân bố, không phân chia ra nhiều trường hợp để tính toán tùy độ lớn của tải trọng như TCVN 5574-2012.

Trong các tiêu chuẩn cho thấy rằng việc tính toán khả năng chịu cắt của cốt đai các yếu tố ảnh hưởng ít được xét đến. Các yếu tố ảnh hưởng chủ yếu là ảnh hưởng vào khả năng chịu cắt của bê tông. Việc tính toán khả năng chịu cắt của dầm chủ yếu đề cập các yếu tố ảnh hưởng vào bê tông. Như vậy cần nghiên cứu nhiều hơn vào khả năng chịu cắt của bê tông.

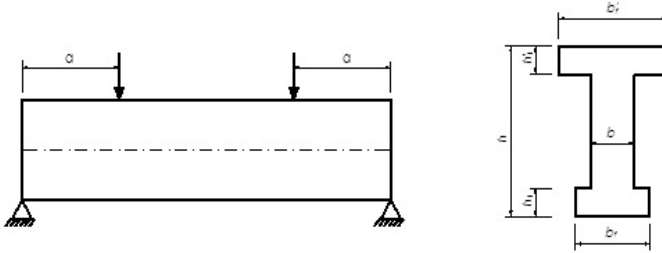
Các tiêu chuẩn này, mỗi tiêu chuẩn là có sự tính toán khác nhau, có đề cập đến các yếu tố ảnh hưởng khác nhau. Từ đó để thấy rõ sự ảnh hưởng của các yếu tố, sự phức tạp trong cách tính toán, dự báo về khả năng chịu cắt của dầm BTCT theo TCVN 5574-2012 và các tiêu chuẩn ACI 318-2008, CSA A.23.3-1994, EC2:2008 ta khảo sát các ví dụ số trong chương 3.

CHƯƠNG 3

KHẢO SÁT CÁC VÍ DỤ SỐ TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM BTCT TIẾT DIỆN CHỮ I THEO MỘT SỐ TIÊU CHUẨN

3.1. CÁC SỐ LIỆU KHẢO SÁT DÀM BTCT TIẾT DIỆN CHỮ I

Xét dầm đơn giản bê tông cốt thép tiết diện chữ I cánh không đối xứng kê lên hai gối tựa tự do và chịu tải trọng tập trung như hình vẽ (hình 3.1):



Hình 3.1. Sơ đồ dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I

Khảo sát khả năng chịu cắt của dầm với các số liệu:

Kích thước tiết diện ($b, h, h_f, b_f, h'_f, b'_f$).

$b = b_w = 200\text{mm}, h = 1000\text{mm}, h_0 = d = d_w = 930\text{mm}, b'_f = b'_c = 650\text{mm}, h'_f = h'_c = 150\text{mm}, b_f = b_c = 400\text{mm}, h_f = h_c = 150\text{mm},$

Nhịp tính toán của dầm $l = 9000\text{mm}$.

Cấp độ bền của bê tông B25: ($R_b = 14,5\text{MPa}, R_{bt} = 1,05\text{MPa}$)

$f'_c = f_{ck} = R_b/1,2 = 25/1,2 = 20,83\text{MPa} = 208,3\text{kg/cm}^2$.

Cốt thép dọc chịu lực dùng nhóm C-III: ($R_s = R_{sc} = 365\text{MPa}$)

$f_y = 1,07.365 = 390,55\text{MPa} = 3905,53\text{kg/cm}^2$.

Chọn $2\phi 16$ có $A_s' = 4,02\text{cm}^2$ bố trí cánh trên.

Chọn $10\phi 20$ có $A_s = 31,42\text{cm}^2$ bố trí cánh dưới.

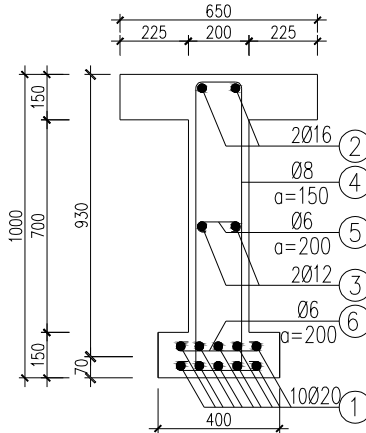
Cốt thép đai chịu cắt dùng nhóm C-I: ($R_{sw} = 175\text{MPa}$, $R_{sc} = 225\text{MPa}$)

$$f_{yt} = f_{ywd} = 1,05 \cdot 225 = 236,25\text{MPa} = 2362,5\text{kg/cm}^2.$$

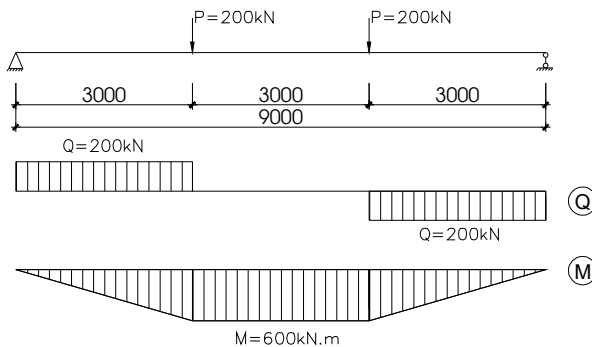
Chọn thép đai 2 nhánh $\phi 8$ có $A_{sw} = A_v = 1,00\text{cm}^2$, $s = 15\text{cm}$.

Lực tập trung P chọn $P = 200\text{kN}$.

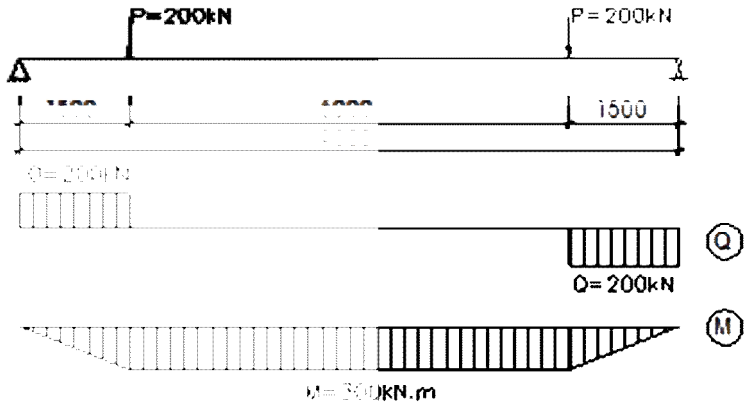
Vị trí điểm đặt lực tập trung P khi $a > 2,5h_o$ chọn $a = 3000\text{mm}$ và $h_o < a < 2,5h_o$ chọn $a = 1500\text{mm}$.



Hình 3.2. Mặt cắt chi tiết dầm khảo sát, dầm bê tông cốt thép



**Hình 3.3. Biểu đồ mô men và lực cắt của dầm khi $a > 2,5h_o$
 $a = 3000\text{mm}$**



Hình 3.4. Biểu đồ mô men và lực cắt của dầm khi $h_o < a < 2,5h_o$

$$a = 1500 \text{ mm}$$

Xác định khả năng chịu cắt của dầm theo các tiêu chuẩn ACI 318-2004, EC2:2008, CSA.A23.3-1994 và TCVN 5574:2012 đã nêu ở chương 2, với hai trường hợp khảo sát $a > 2,5h_o$ chọn $a = 3000 \text{ mm}$ và $h_o < a < 2,5h_o$ chọn $a = 1500 \text{ mm}$.

Xác vị trí trục trung hòa.

Giả thiết trục trung hòa đi qua cánh, vị trí trục trung hòa xác định như sau:
$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b_f}$$

Ta có:

$$R_s = R_{sc} = 365 \text{ MPa}; A_s' = 4,02 \text{ cm}^2; A_s = 31,42 \text{ cm}^2;$$

$$R_b = 14,5 \text{ MPa}; b_f = 650 \text{ mm} = 65 \text{ cm};$$

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b_f} = \frac{365 \cdot 31,42 - 365 \cdot 4,02}{14,5 \cdot 65} = 10,61 \text{ cm}$$

$x = 10,61 \text{ cm} < h_f' = 15 \text{ cm} \Rightarrow$ vậy trục trung hòa đi qua cánh tiết diện

Xác định mô men giới hạn.

$$M_{gh} = R_s A_s \gamma h_0 ;$$

$$\text{Ta có: } \gamma = 1 - 0,5\xi ; \quad \xi = \frac{x}{h_0} = \frac{10,61}{93} = 0,114$$

$$\Rightarrow \gamma = 1 - 0,5 \cdot 0,114 = 0,886$$

$$M_{gh} = 365.3142.0,886.930 = 944964,98\text{N.mm} = 944,695\text{kN.m}$$

3.2. TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM THEO CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ, TRƯỜNG HỢP $a > 2,5h_0$, (CHỌN $a = 3000\text{mm}$)

3.2.1. Khả năng chịu cắt của bê tông

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.1 Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi $a > 2,5h_0$, $a = 3000\text{mm}$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012(Q _b) (1)	ACI 318- 2004 (V _c) (2)	EC2:2008 (V _{Rd,c}) (3)	CSA A23.3- 94 (V _{cg}) (4)
Giá trị (kN)	154,021	150,175	107,870	119,186
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-2,497	-29,964	-22,617

Nhận xét:

Khi $a > 2,5h_0$, kết quả tính toán khả năng chịu cắt của bê tông dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị lớn hơn từ 20% đến 30% so với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA và cho giá trị gần với tiêu chuẩn ACI

Khi tính theo TCVN khả năng chịu cắt của bê tông đầm có xét sự ảnh hưởng của phần cách tiết diện trong vùng nén thông qua hệ số φ_f ,

Đối với tiêu ACI, CSA, EUROCODE khi tính toán khả năng chịu cắt của bê tông đầm đối với tiết diện chữ I được tính toán như tiết diện chữ nhật.

Tiêu chuẩn ACI, EUROCODE trong công thức tính toán có xét đến ảnh hưởng của hàm lượng cốt thép dọc ρ_w, ρ_l .

Tiêu chuẩn ACI trong công thức tính toán có xét đến ảnh hưởng mô men và lực cắt tại tiết diện đang xét.

Tiêu chuẩn CSA trong công thức tính toán có xét đến ảnh hưởng hệ số vật liệu $\phi_c = 0,6$.

3.2.2. Khả năng chịu cắt của cốt đai

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.2. Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của cốt thép đai theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi

$a > 2,5h_0, a = 3000\text{mm}$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012(Q_{sw}) (1)	ACI 318- 2004 (V_s) (2)	EC2:2008 ($V_{Rd,s}$) (3)	CSA A23.3-94 (V_{sg}) (4)
Giá trị (kN)	217,000	146,475	146,475	124,504
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-32,500	-32,500	-42,625

Nhận xét:

Khi $a > 2,5h_0$, kết quả tính toán khả năng chịu cắt của cốt thép đai dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị lớn hơn từ 30% đến 43% với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA, ACI.

Tiêu chuẩn EUROCODE, ACI giá trị là như nhau.

Tiêu chuẩn CSA có giá trị nhỏ nhất vì có xét đến hệ số vật liệu $\phi_s = 0,85$.

Trong quá trình tính toán cốt thép đai theo tiêu chuẩn TCVN, tiết diện nghiêng c_0 được giới hạn bởi $h_0 < c_0 < 2h_0$ điều này cho kết quả khả năng chịu cắt của cốt thép đai là khá lớn.

Tiêu chuẩn CSA, EUROCODE, ACI chỉ xét tiết diện nghiêng $c_0 = h_0$.

3.2.3. Khả năng chịu cắt của dầm

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.3. Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi $a > 2,5h_0$,

$a = 3000\text{mm}$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012 (Q) (1)	ACI 318- 2004 (V _n) (2)	EC2:200 8 (V _{Ed}) (3)	CSA A23.3-94 (V _{rg}) (4)
Giá trị (kN)	371,021	296,121	254,345	243,690
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-20,188	-31,447	-34,319

Nhận xét:

Khi $a > 2,5h_0$, khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị là lớn hơn từ 20% đến 35% so với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA, ACI.

Khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn EUROCODE, CSA cho giá trị gần bằng nhau.

3.3. TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DẦM THEO CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ, TRƯỜNG HỢP $h_0 < a < 2,5h_0$ (CHỌN $a=1500\text{mm}$)

3.3.1. Khả năng chịu cắt của bê tông

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004.

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.4. Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi

$h_0 < a < 2,5h_0, a=1500\text{mm}$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012(Q _b) (1)	ACI 318- 2004 (V _c) (2)	EC2:2008 (V _{Rd,c}) (3)	CSA A23.3- 94 (V _{cg}) (4)
Giá trị (kN)	308,042	167,930	107,870	119,186
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-45,485	-64,982	-61,309

Nhận xét:

Khi $h_0 < a < 2,5h_0$, kết quả tính toán khả năng chịu cắt của bê tông dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị lớn hơn từ 45% đến 60% so với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA, ACI.

Khi tính theo TCVN khả năng chịu cắt của bê tông đầm có xét sự ảnh hưởng rất lớn nhịp chịu cắt a đến khả năng chịu cắt của bê tông.

Tiêu chuẩn CSA, EUROCODE giá trị tính toán khả năng chịu cắt của bê tông là không thay đổi.

Tiêu chuẩn ACI giá trị tính toán khả năng chịu cắt của bê tông tăng lên điều này cho ta thấy sự ảnh hưởng của mô men tại vị trí đang xét. Khi mô men giảm thì khả năng chịu cắt của đầm tăng lên.

3.3.2. Khả năng chịu cắt của cốt đai

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.5. Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của cốt thép đai theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi

$$h_0 < a < 2,5h_0, a = 1500\text{mm}$$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012(Q_{sw}) (1)	ACI 318- 2004 (V_s) (2)	EC2:2008 ($V_{Rd,s}$) (3)	CSA A23.3- 94 (V_{sg}) (4)
Giá trị (kN)	175,000	146,475	146,475	124,504
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-16,300	-16,300	-28,855

Nhận xét:

Khi $h_0 < a < 2,5h_0$, kết quả tính toán khả năng chịu cắt của cốt thép đai đầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị nhỏ khi $a > 2,5h_0$ điều này cho thấy sự ảnh hưởng của nhịp chịu cắt đến khả năng chịu cắt của cốt thép đai trong tiêu chuẩn TCVN.

Kết quả tính toán khả năng chịu cắt của cốt thép đai dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị lớn hơn từ 16% đến 19% so với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA, ACI.

Tiêu chuẩn EUROCODE, ACI, CSA giá trị tính toán không thay đổi so với trường hợp $a > 2,5h_0$ điều này cho ta thấy khả năng chịu cắt của cốt thép đai không phụ thuộc vào nhịp chịu cắt.

Tiêu chuẩn EUROCODE, ACI giá trị là như nhau.

3.3.3. Khả năng chịu cắt của dầm

a. Tính theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012

b. Tính theo tiêu chuẩn của Mỹ ACI 318-2004

c. Tính theo tiêu chuẩn của Châu Âu EC2:2008

d. Tính theo tiêu chuẩn của Canada CSA.A23.3-1994

Bảng 3.6. Tổng hợp giá trị và (%) sai khác khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác khi

$$h_0 < a < 2,5h_0, a = 1500\text{mm}$$

Tiêu chuẩn	TCVN 5574:2012 (Q) (1)	ACI 318- 2004 (V _n) (2)	C2:2008 (V _{Ed}) (3)	CSA A23.3- 94 (V _{rg}) (4)
Giá trị (kN)	525,042	313,976	254,345	243,690
Sai khác (%) (1)&(2,3,4)		-40,200	-51,557	-53,587

Nhận xét:

Khi $h_0 < a < 2,5h_0$, kết quả tính toán khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn TCVN cho giá trị lớn hơn từ 40% đến 54% so với các tiêu chuẩn EUROCODE, CSA, ACI.

Theo tiêu chuẩn EUROCODE, CSA cho giá trị không thay đổi so với trường hợp $a > 2,5h_0$

Theo tiêu chuẩn ACI cho giá trị lớn hơn trường hợp $a > 2,5h_0$

3.4. KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DẦM THEO CÁC TIÊU CHUẨN ỨNG VỚI 2 TRƯỜNG HỢP KHẢO SÁT

Qua các kết quả tính toán trên, các bảng tổng hợp giá trị tính toán và (%) sai lệch giữa tiêu chuẩn TCVN với các tiêu chuẩn khác và các biểu đồ ta lập bản tổng hợp khả năng chịu cắt của dầm theo hai trường hợp $a > 2,5h_o$, $a = 3m$ và $h_o < a < 2,5h_o$, $a = 1,5m$

Bảng 3.7. Bảng tổng hợp khả năng chịu cắt dầm theo các tiêu chuẩn trong hai trường hợp $a > 2,5h_o$, $a = 3m$ và $h_o < a < 2,5h_o$, $a = 1,5m$

Trường hợp và nhịp chịu cắt a (m)	Khả năng chịu cắt của dầm theo các tiêu chuẩn (KN)			
	TCVN 5574:2012 (Q)	ACI 318-2004 (V_n)	EC2:2008 (V_{Ed})	CSA A23.3-94 (V_{rg})
$a > 2,5h_o$, $a = 3m$	371,021	296,121	254,345	243,690
$h_o < a < 2,5h_o$, $a = 1,5m$	525,042	313,976	254,345	243,690

Nhận xét:

Qua các bảng tổng hợp giá trị tính toán khả năng chịu cắt của dầm theo TCVN và các tiêu chuẩn ACI, EC2, CSA theo hai trường hợp $a > 2,5h_o$, $a = 3m$ và $h_o < a < 2,5h_o$, $a = 1,5m$ ta thấy như sau:

Đối với tiêu chuẩn EC và CSA là có giá trị không thay đổi về khả năng chịu cắt của dầm trong hai trường hợp. Từ đó cho ta thấy khả năng chịu cắt của dầm không phụ thuộc vào nhịp chịu cắt a , không phụ thuộc giá trị momen và lực cắt tác dụng.

Đối với tiêu chuẩn TCVN, ACI có sự thay đổi giá trị về khả năng chịu cắt của dầm khi $h_o < a < 2,5h_o$ lớn hơn $a > 2,5h_o$, điều này cho ta thấy khả năng chịu cắt của dầm theo tiêu chuẩn TCVN, ACI phụ thuộc nhịp chịu cắt a .

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu và khảo sát trong luận văn với khuôn khổ đề tài không tiến hành thực nghiệm trên các mô hình để có thể kiểm chứng kết quả khảo sát theo tính toán, tuy nhiên luận văn đã đạt được các kết quả sau:

Có thể thấy rằng TCVN tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I cũng được xác định theo mặt cắt nghiêng thay đổi như một số tiêu chuẩn tiên tiến khác.

Tuy nhiên ACI, EUROCODE, CSA đưa nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt vào tính toán như ảnh hưởng của hàm lượng cốt dọc, mômen uốn, bê tông vùng kéo... Còn tiêu chuẩn Việt nam chưa xét các yếu tố này. Mặc dù vậy tiêu chuẩn ACI, EC, EUROCODE, CSA lại bỏ qua sự tham dự của cánh tiết diện chữ I đến khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép và sử dụng tiết diện chữ nhật để tính toán, do đó kết quả sẽ an toàn hơn.

Đối với tiêu chuẩn CSA A23.3-94 khi tính toán xét đến ảnh hưởng của hệ số vật liệu ϕ_c , ϕ_s , và hệ số β khi xét đến bê tông vùng kéo.

Kết quả tính toán theo ACI, EUROCODE, CSA dự báo về mức độ an toàn cao hơn so với TCVN.

Tính toán khảo sát khả năng chịu cắt của dầm BTCT theo một số tiêu chuẩn tiên tiến trên thế giới và của Việt Nam đã phần nào làm rõ hơn ảnh hưởng của các yếu tố liên quan như đã nêu ở trên.

2. Kiến nghị

Thông qua việc tính toán trên cần có các nghiên cứu tổng quát, cụ thể hơn nữa cũng như có thực nghiệm để kiểm chứng kết quả

nghiên cứu, khảo sát một cách đầy đủ, toàn diện các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ I.

Cần lưu ý và xem xét, cân nhắc về hệ số an toàn của TCVN trong việc xác định khả năng chịu cắt của dầm bê tông tiết diện chữ I.

Cần nghiên cứu và khảo sát khả năng chịu cắt của dầm với các tiết diện khác, các dạng tải trọng tác dụng.

Nghiên cứu khả năng chịu cắt của dầm BTCTULT với tiết diện dầm chữ I theo các tiêu chuẩn.