

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

**VÕ ĐÌNH TÀI**

**TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA  
DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP CÓ XÉT ĐẾN  
SỰ GIẢM YẾU CỦA CỐT ĐAI DO ẨM MÒN**

**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 2015**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**Người hướng dẫn khoa học: TS. Đào Ngọc Thế Lực**

**Phản biện 1: GS.TS. Phan Quang Minh**

**Phản biện 2: TS. Lê Khánh Toàn**

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ Xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp họp tại Đại Học Đà Nẵng vào ngày 22 tháng 08 năm 2015.

Có thể tìm hiểu Luận văn tại:

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

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Với nhiều lợi thế về địa lý, tự nhiên và xã hội phù hợp cho sự hoạch định phát triển kinh tế các vùng lãnh thổ ven biển của cả nước nói chung và miền trung nói riêng đang được ưu tiên tập trung xây dựng các khu kinh tế như công nghiệp, du lịch, đô thị... Tuy nhiên, vấn đề giảm tuổi thọ cũng như giảm khả năng chịu lực của cấu kiện ở vùng này do ảnh hưởng của yếu tố môi trường ăn mòn đang đặt ra cho các nhà thiết kế cũng như thi công xây dựng một bài toán khó

Sự phá hoại của cấu kiện bê tông cốt thép do lực cắt khác với trường hợp phá hoại khi chịu mô men uốn. Thường sự phá hoại do lực cắt đột ngột hơn và xuất hiện các khe nứt nghiêng với bề rộng lớn hơn khe nứt trong trường hợp chịu uốn. Vì thế tiết diện cần được tính toán để có đủ khả năng chịu lực cắt và không đạt đến trạng thái giới hạn chịu cắt. Lực cắt cũng rất quan trọng trong tính toán thiết kế các kết cấu công xôn ngắn, vai cột và dầm có chiều cao lớn

Hiện nay các phương pháp tính vẫn còn hạn chế và tiêu chuẩn chưa đề cập đến việc tính toán khả năng chịu cắt BTCT bị ăn mòn

Cốt thép đai đặt trong dầm chủ yếu là chịu lực cắt, do đó sự ăn mòn cốt đai là một trong những yếu tố gây ra giảm khả năng chịu lực cắt trong cấu kiện dầm BTCT

Xuất phát từ những yếu tố trên, nhằm làm rõ khả năng chịu cắt của dầm BTCT có cốt đai bị phá hủy do ăn mòn. Đó là lý do chọn

đề tài “**Tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép có xét đến sự giảm yếu cốt đai do ăn mòn**”

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

Luận văn nghiên cứu tính toán khả năng chịu cắt của dầm BTCT có cốt đai bị ăn mòn theo các tiêu chuẩn (ACI 318, AASHTO) và các mô hình (giàn ảo, MCFT) và chương trình Response 2000<sup>TM</sup>

So sánh kết quả tính toán giữa các phương pháp với kết quả thí nghiệm để đưa ra các kết luận quan trọng.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

Dầm bê tông cốt thép

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

Nghiên cứu khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép có cốt đai bị ăn mòn

## **5. Bộ cục đề tài**

Phương pháp nghiên cứu sử dụng trong luận văn gồm:

Nghiên cứu lý thuyết: tìm hiểu các tài liệu, các mô hình, các tiêu chuẩn tính toán về khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép trên thế giới và Việt Nam.

## **6. Tổng quan tài liệu nghiên cứu**

Nghiên cứu xét đến ảnh hưởng của sự ăn mòn của cốt đai đến khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép.

Góp phần đề xuất trong tính toán thiết kế kết cấu về khả năng chịu cắt trong dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn.

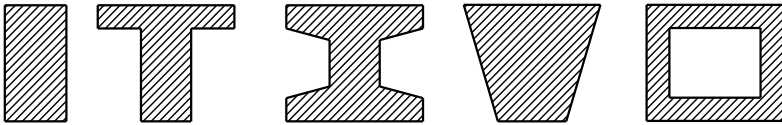
Là tài liệu tham khảo cho sinh viên, cán bộ nghiên cứu và tham khảo cho công tác thiết kế kết cấu nói chung.

## CHƯƠNG 1

# TỔNG QUAN VỀ ĂN MÒN VÀ KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP BỊ ĂN MÒN

### 1.1. DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP VÀ CÁC DẠNG TIẾT DIỆN

Dầm bê tông cốt thép là cấu kiện chịu uốn có chiều cao và chiều rộng khá nhỏ hơn so với chiều dài của nó. Tiết diện ngang của dầm có thể là tiết diện chữ nhật, chữ T, chữ I, hình thang, hình hộp... thường gặp là tiết diện chữ nhật và chữ T.



Hình 1.1. Các dạng tiết diện dầm bê tông cốt thép

### 1.2. SỰ LÀM VIỆC CỦA DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU LỰC CẮT

Sự làm việc của dầm BTCT khi chịu cắt tương đối là phức tạp, do khi dầm chịu tải trọng thường sẽ phát sinh cả mô men  $M$  và lực cắt  $Q$ . Khi tính toán cấu kiện BTCT theo tiết diện nghiêng cần đảm bảo độ bền khi chịu tác dụng của:

- Lực cắt trên các dải nghiêng giữa các vết nứt.
- Lực cắt trên vết nứt xiên.
- Lực cắt trên dải nghiêng chịu nén giữa vị trí đặt tải trọng và gối tựa (đối với công xon ngắn của cột).
- Mô men uốn trên vết nứt xiên.

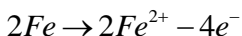
### 1.3. CƠ CHẾ ĂN MÒN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĂN MÒN ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM BÊ TÔNG CỐT THÉP

#### 1.3.1. Cơ chế ăn mòn

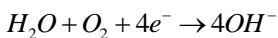
Bình thường, thép trong bê tông có khả năng chống ăn mòn cao. Điều này là do trong quá trình thủy hóa xi măng tạo ra một môi trường có tính kiềm cao (độ PH từ 12 ÷ 13 độ). Mặt khác, hỗn hợp nước trong vữa bê tông có chứa hydrat của oxit canxi và oxit sắt  $4CaO.Fe_2O_3.H_2O$ , nước mang hydrat trên sẽ phản ứng với cốt thép tạo thành lớp phim hydroxit mỏng gồm  $Ca(OH)_2$  và  $Fe(OH)_2$  xung quanh bề mặt cốt thép. Lớp phim này bảo vệ cốt thép không bị ăn mòn. Cốt thép bị ăn mòn khi lớp màng hydroxit này bị phá hủy do độ kiềm của bê tông giảm hoặc nồng độ ion  $Cl^-$  trong bê tông tăng lên một mức nhất định nào đó. Sự hiện diện của ion  $Cl^-$  trên bề mặt cốt thép là do ion  $Cl^-$  có trong nước biển xâm nhập thông qua các lỗ rỗng trong bê tông bảo vệ, hoặc trong phụ gia bê tông có chứa muối clorua.

Khi hội tụ đủ lượng clorua trên bề mặt cốt thép, đồng thời nước và oxi cũng có sẵn ở xung quanh cốt thép thì sẽ xảy ra quá trình ăn mòn, phương trình ăn mòn điện hóa của cốt thép:

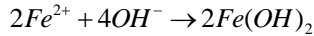
Tại cực dương (Anode):



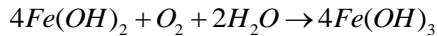
Tại cực âm (Cathode):



Ion di chuyển thông qua nước trong lỗ rỗng bê tông đến cực dương kết hợp với  $Fe^{2+}$  tạo thành hydroxit sắt (Hình 1.1)



Hydroxit sắt II có xu hướng phản ứng với oxy tạo thành hydroxit sắt III



### **1.3.2. Ảnh hưởng của ăn mòn đến khả năng chịu lực của dầm**

Quá trình ăn mòn tạo ra các sản phẩm ăn mòn có thể tích lớn hơn thể tích cốt thép bị ăn mòn, gây ra áp lực lên vùng bê tông xung quanh cốt thép dẫn đến nứt lóp bê tông bảo vệ. Ngoài ra khi cốt thép bị ăn mòn sẽ làm giảm diện tích cốt thép và lực dính bám giữa bê tông và cốt thép, làm cho kết cấu bị suy giảm khả năng chịu lực, dẫn đến phá hủy kết cấu

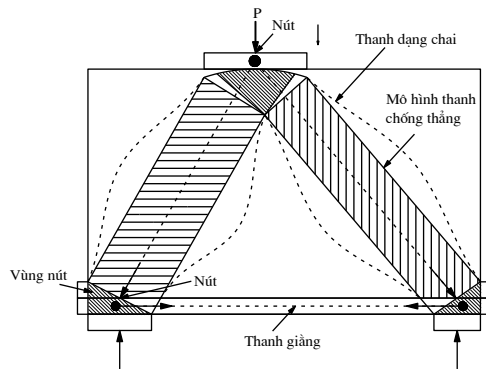
Sự phá hoại của cấu kiện bê tông cốt thép do lực cắt thường xảy ra đột ngột và xuất hiện các khe nứt nghiêng với bề rộng lớn

### **1.4. MÔ HÌNH GIÀN ẢO**

Mô hình giàn ảo đã được nhiều tác giả trên thế giới nghiên cứu từ thập niên 80 của thế kỷ trước và ở Việt Nam hiện nay mô hình này cũng được đề cập trong một số đề tài nghiên cứu khoa học. Một trong những ưu điểm của mô hình này là đã trình bày được nguyên lý truyền tải trọng (lực) trong dầm và đã thể hiện rõ những vùng (bộ phận) chịu lực nén, kéo chủ yếu của kết cấu. Từ đó, người thiết kế có thể hình dung cụ thể cơ cấu chịu lực, truyền tải và mô phỏng thành sơ đồ thanh chống - giằng dùm trong tính toán. Trên hình 1.10 cho thấy

các thanh chống và giằng được sử dụng để tạo nên một hệ dàn trong cấu kiện dầm BTCT có tỷ lệ chiều cao/nhịp lớn.

Trên cơ sở nghiên cứu về luồng ứng suất hay quỹ đạo ứng suất nén và kéo trong các vùng đã nói ở trên, người ta giả thiết hình thành các vùng chịu kéo và chịu nén với cơ cấu hình thành các cột chống và các thanh giằng. Cơ cấu hoạt động của hệ thanh này giống như hệ dàn phẳng hoặc dàn không gian hình thành bên trong các cấu kiện BTCT (Hình 1.10)



Hình 1.10. Mô hình giàn ảo trong dầm cao

#### 1.4.1. Khái niệm nút, thanh chống, thanh giằng

#### 1.4.2. Tính cường độ nút, thanh chống, thanh giằng

#### 1.4.3. Quy trình tính toán thiết kế theo mô hình giàn ảo

### 1.5. LÝ THUYẾT MIỀN NÉN

#### 1.5.1. Lý thuyết miền nén

Các vết nứt trên thân của một dầm Bê tông cốt thép sẽ truyền lực cắt trong một cơ chế khá phức tạp. Khi lực tăng thêm thì các vết nứt mới được tạo ra trong khi các vết nứt cũ mở rộng và thay đổi góc



nghiêng. Vì tiết diện ngang kháng lại mô men cũng như lực cắt, nên biến dạng dọc và các góc nghiêng của vết nứt biến đổi dọc theo chiều cao dầm.

Theo mô hình giàn  $45^\circ$ , sức chống cắt đạt tới khi cốt đai bị chảy và sẽ tương ứng với một ứng suất cắt là :

$$v = \frac{A_v f_y}{b_w s} = \rho_v f_y \quad (1.9)$$

Với :  $\rho_v$  - hàm lượng cốt đai.

Dạng tổng quát của phương trình (1.9) là :

$$v = \rho_v f_y \cdot \cotg \theta \quad (1.10)$$

Với  $\theta$  - góc của vết nứt nghiêng.

Trong lý thuyết miền nén CFT, hai giả thiết quan trọng được thiết lập là bê tông không chịu kéo sau khi bị nứt và góc nghiêng của ứng suất nén xiên trùng với góc nghiêng của biến dạng chính. Thực tế cho thấy, hướng của ứng suất chính không giống với hướng của biến dạng sau khi bê tông bị nứt.

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.

### **1.5.2. Lý thuyết miền nén cải tiến (MCFT)**

Lý thuyết miền nén cải tiến MCFT được đưa ra bởi Vecchio và Collins năm 1986, lý thuyết này lần đầu tiên được phát triển cho những tấm bê tông cốt thép, nó được xem là những cấu kiện 2 chiều. Sau đó được áp dụng cho cột và dầm, nó được hình dung như bao

gồm những lớp bê tông. Mô hình bê tông truyền thống cho rằng bê tông bị nứt không chịu được lực kéo, MCFT có kể tới ảnh hưởng của ứng suất kéo trong vùng bê tông bị nứt. Khi nứt, ứng suất cắt truyền qua vết nứt thông qua cốt thép liên kết vết nứt, miễn là cốt thép không chảy. Bê tông giữa vết nứt được coi là có hiệu quả sau đó. Người ta nhận thấy là ứng suất cục bộ trong cả bê tông và cốt thép sẽ khác biệt từ điểm này đến điểm khác trong vùng bê tông bị nứt, với ứng suất cốt thép cao nhưng ứng suất kéo của bê tông thấp tại các điểm nứt. Khi xác định giá trị góc của vết nứt nghiêng  $\theta$  từ phương trình của Wagner:

$$tg^2\theta = (\varepsilon_x + \varepsilon_2) / (\varepsilon_y + \varepsilon_2) \quad (1.19)$$

Các điều kiện tương thích liên hệ biến dạng trong vùng bê tông bị nứt đối với biến dạng trong cốt thép được mô tả theo biến dạng trung bình, trong đó biến dạng được đo dọc theo chiều dài cơ sở lớn hơn chiều rộng của vết nứt.

$$\rho_v f_{sy} = f_{cy} = v tg\theta - f_1 \quad (1.20)$$

$$\rho_x f_{sc} = f_{cx} = v cotg\theta - f_1 \quad (1.21)$$

$$f_2 = v(tg\theta + cotg\theta) - f_1 \quad (1.22)$$

Các phương trình cân bằng, các mối quan hệ tương thích, quan hệ ứng suất - biến dạng của cốt thép và quan hệ ứng suất - biến dạng của bê tông trong vùng nứt khi chịu nén cho phép xác định trị số ứng suất trung bình, biến dạng trung bình, và góc nghiêng  $\theta$  đối với bất kỳ cấp tải trọng nào cho đến khi phá hoại.

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

## KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Thông thường bê tông cung cấp sự chống ăn mòn rất tốt cho thép dùng làm cốt bên trong. Tuy nhiên sự ăn mòn cốt thép vẫn có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân khác nhau, bao gồm chất lượng bê tông không tốt, thiết kế hoặc chi tiết kiến trúc không hợp lý đối với môi trường thực hiện, hoặc do các điều kiện môi trường ngày càng khắc nghiệt .

Sự ăn mòn thép cacbon bên trong là nhân tố hàng đầu trong việc làm hư hỏng các cấu trúc bê tông cốt thép thông thường đã lâu ngày

Hiện nay nhiều kết cấu bê tông cốt thép được cho là vì hư hại do ăn mòn bên trong của Cl<sup>-</sup>. Tuy nhiên, các phương pháp dự đoán chính xác khả năng còn lại của việc ăn mòn các yếu tố hư hỏng là rất hiếm.

Những nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng của sự ăn mòn trên bê tông cốt thép tập trung vào ba lĩnh vực chính: sự uốn cong của các bộ phận, sự trượt lên trên cốt thép của thanh cốt thép, và tính chất cơ học của các thanh cốt thép bị ăn mòn. Nhưng thông tin về khả năng chịu cắt của các dầm bị hư hại do ăn mòn còn có hạn.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, luận văn này đưa ra các phương pháp để tính toán khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép bị hư hại do ăn mòn trong chương 2.

**CHƯƠNG 2**  
**TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM BÊ TÔNG**  
**CỐT THÉP CÓ XÉT ĐẾN SỰ GIẢM YẾU CỐT ĐAI**  
**DO ĂN MÒN**

**2.1. TÍNH TOÁN THEO TIÊU CHUẨN ACI 318-2011**

Phương pháp truyền thống tính toán độ bền danh nghĩa theo lực cắt của tiết diện bằng tổng độ bền danh nghĩa theo lực cắt của bê tông và cốt thép chịu cắt:

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.1)$$

$$V_c = 2\sqrt{f'_c} b_w d \quad (2.2)$$

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \quad (2.3)$$

Khi các bộ phận sâu hơn (tỉ lệ mở rộng chiều sâu dịch chuyển giảm xuống dưới mức khoảng 2,5), ứng suất dịch chuyển trung bình khi bị hỏng trở nên lớn hơn nhiều so với dầm mảnh và dễ dàng dịch chuyển trực tiếp đến phần hỗ trợ nhờ sự giằng chống. Vì thế, phương trình chi tiết kỹ thuật theo tiêu chuẩn ACI – AASHTO có khuynh hướng đánh giá thấp sự hỗ trợ của bê tông đối với sức dịch chuyển khi khoảng dịch chuyển với tỉ lệ chiều sâu nhỏ hơn 2,5. Đối với những dầm được nghiên cứu, khoảng dịch chuyển với tỉ lệ chiều sâu gần bằng 2. Áp dụng phương pháp tiếp cận truyền thống để ước tính sự hỗ trợ của bê tông đối với sự dịch chuyển ( Phương trình (2.2))

cho kết quả thấp hơn đáng kể so với mong muốn về khả năng của mẫu vật không bị hư hại, trung bình với hệ số 1,53. Sử dụng sức dịch chuyển đo được trong thí nghiệm trừ đi hỗ trợ của cốt thép, hệ số khả năng dịch chuyển của bê tông được xác định với giả sử là sức dịch chuyển liên quan đến căn bậc hai của sức nén, như ở Phương trình (2.2), hệ số dịch chuyển 5 cho dự đoán tốt hơn về sức bền của vật mẫu, thay cho hệ số 2:

$$V_{c(a/d=2)} = 5\sqrt{f'_c} b_w d \quad (2.4)$$

Dự đoán khả năng dịch chuyển của các mặt cắt bê tông cốt thép bị hư hại do ăn mòn cần làm mẫu là sự hư hại đối với bê tông từ các vết nứt và bề cũng như phần bị mất và bong dán của cốt thép ngang.

Sự mất tiết diện của cốt thép ngang do ăn mòn được định lượng trực tiếp qua đo lường với hai phương pháp: diện tích trung bình trên chiều dài của cốt thép và diện tích tối thiểu cục bộ của cốt thép trong khoảng chiều dài tương ứng với chiều cao của tiết diện. Mỗi cạnh được đo để xác định số lượng diện tích thanh cốt thép còn lại trung bình với chiều dài của cạnh.

## 2.2. TÍNH TOÁN THEO TIÊU CHUẨN AASHTO

Khả năng chịu cắt của dầm bê tông không chịu ứng suất trước được tính toán theo phương trình:

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.12)$$

Với sự đóng góp của cường độ bê tông và cốt đai phụ thuộc và góc nứt nghiêng và độ biến dạng trung bình của mặt cắt như sau:

$$V_c = \beta \sqrt{f'_c} b_w d_v \quad (2.13)$$

$$V_s = \frac{A_s f_y d_v \cot(\theta)}{s} \quad (2.14)$$

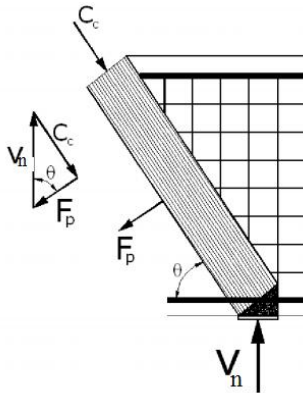
## 2.3. TÍNH TOÁN THEO MÔ HÌNH GIÀN ẢO

### 2.3.1. Lực nén trong thanh chống

### 2.3.2. Lực kéo trong thanh giằng

Khả năng chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tính theo mô hình giàn ảo là tổng lực cắt bởi STM do thanh chống chịu nén bê tông và thanh giằng chịu kéo của cốt thép đai

Hình 2.4 cho thấy lực bên trong phát sinh trong STM do các tải áp dụng, dành cho hai lực độc lập cụ thể là  $C_c$  và  $F_p$  tổng lực cắt của dầm được tạo bởi độ cân bằng theo chiều đứng của  $C_c$  và  $F_p$ .



Hình 2.4. Sự cân bằng của lực trong thanh chống-giằng

$$V_n = C_c \sin \theta + F_p \cos \theta = V_c + V_s \quad (2.21)$$

## **2.4. TÍNH THEO PHẦN MỀM RESPONSE 2000™.**

Chương trình này được phát triển tại Đại học Toronto (Bentz 2000) và sử dụng cách tiếp cận phân tích mặt cắt để đi đến sự đáp ứng mặt cắt biến dạng tải liên quan đến mô men uốn, lực cắt và tải dọc trục. Mỗi quan hệ kết cấu giữa ứng suất và sự biến dạng tại mặt cắt dựa trên MCFT. Chương trình dự đoán bề mặt sai hỏng mô men chịu cắt đối với một mặt cắt cụ thể, mặc dù sự đáp ứng V-M đối với lực cắt lớn theo tỷ lệ mô men không được dự đoán. Thêm vào đó, chương trình tính toán đường khả năng V-M định mức AASHTO dựa vào MCFT đối với một mặt cắt cụ thể.

### **KẾT LUẬN CHƯƠNG 2**

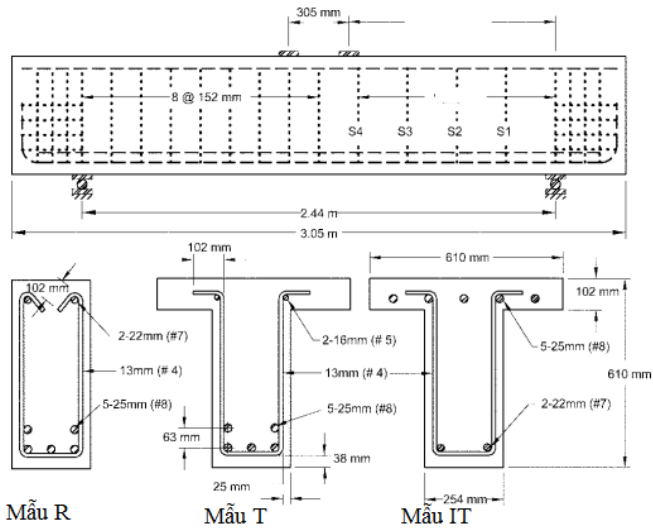
Trong chương này, đã trình bày tính toán khả năng chịu toán của dầm bê tông cốt thép có xét đến sự giảm yếu cốt đai do ăn mòn theo 4 phương pháp: (1) phương pháp ACI 318-2011; (2) phương pháp AASHTO ; (3) Mô hình giàn ảo và (4) Response 2000TM .

## CHƯƠNG 3

### SO SÁNH THẢO LUẬN CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỚI THÍ NGHIỆM

#### 3.1. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

Nghiên cứu thí nghiệm đối với các dầm bê tông cốt thép bị ăn mòn cốt thép dịch chuyển mới đây đã được hoàn thành (Higgins và Farrow III ). Ba dạng mặt cắt khác nhau sau đây đã được thử nghiệm: hình chữ nhật (R), hình chữ T và IT



*Hình 3.1. Mẫu thí nghiệm*



Bảng 3.1. Tóm tắt kết quả thí nghiệm

Loại dầm	Khoảng cách cốt thép mm	d mm	$\rho$	$f'_c$ Mpa	$V_{TN}$ kN
8RA	203	521	0,019	29,3	612
8RD	203	521	0,019	29,3	485
10RA	254	521	0,019	33,4	597
10RB	254	521	0,019	33,4	522
10RC	254	521	0,019	33,4	482
10RD	254	521	0,019	33,4	419
10TA	254	521	0,019	36,5	650
10TC	254	521	0,019	36,5	484
10TD	254	521	0,019	36,5	606
10ITA	254	546	0,018	32,1	624
10ITC	254	546	0,018	32,1	592
10ITD	254	546	0,018	32,1	372
12RA	305	521	0,019	32,1	508
12RD	305	521	0,019	32,1	458

*Bảng 3.2. Lượng khu vực mặt cắt ngang của cốt thép  
bị mất do ăn mòn*

Loại dầm	Khu vực được đo, mm <sup>2</sup>		Tỉ lệ mất của cạnh cốt thép (%)	
	Trung bình	TB tối thiểu	Trung bình	TB tối thiểu
8RA	129	129	0,0	0,0
8RD	91,6	71,6	28,9	44,6
10RA	129	129	0,0	0,0
10RB	112,3	89	13,2	31,1
10RC	99,4	80	23,1	37,8
10RD	95,5	51,6	26,0	60,0
10TA	129	129	0,0	0,0
10TC	103,2	59,4	20,0	54,3
10TD	87,1	0	32,6	100,0
10ITA	129	129	0,0	0,0
10ITC	106,5	94,2	17,4	27,0
10ITD	82,6	58,1	35,9	55,1
12RA	129	129	0,0	0,0
12RD	85,8	39,4	33,8	69,4

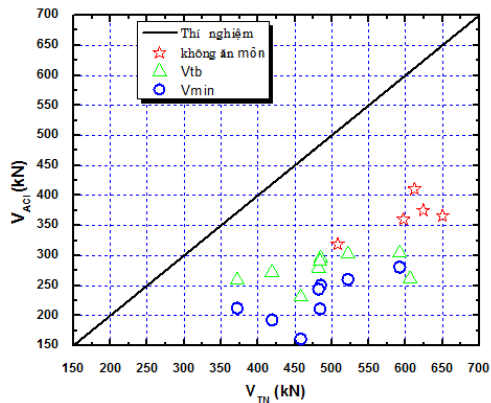
## 3.2. TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU CẮT CỦA DÀM HƯ HẠI DO ẨM MÒN

### 3.2.1. Tính toán theo tiêu chuẩn ACI 318-2011

#### a. ACI 318-2011 chưa điều chỉnh

Bảng 3.3. Lực cắt được tính toán theo tiêu chuẩn ACI 318-2011 chưa điều chỉnh

Loại dầm	Khoảng cách cốt thép	d	f <sub>c</sub>	Trung bình	tối thiểu	b <sub>w</sub> eff	V <sub>ntb</sub>	V <sub>nmin</sub>	V <sub>TN</sub>
	mm	mm	Mpa	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	kN	kN	kN
8RA	203	521	29.31	129.0	129.0	254.00	410.46	410.46	612.00
8RD	203	521	29.31	91.6	71.6	189.35	295.67	250.46	485.00
10RA	254	521	33.45	129.0	129.0	254.00	360.27	360.27	597.00
10RB	254	521	33.45	112.3	89.0	198.58	302.36	260.23	522.00
10RC	254	521	33.45	99.4	80.0	198.58	279.03	243.96	482.00
10RD	254	521	33.45	95.5	51.6	198.58	271.98	192.61	419.00
10TA	254	521	36.55	129.0	129.0	254.00	366.03	366.03	650.00
10TC	254	521	36.55	103.2	59.4	198.58	290.41	211.22	484.00
10TD	254	521	36.55	87.1	0.0	198.58	261.30	103.81	606.00
10ITA	254	546	32.07	129.0	129.0	254.00	375.07	375.07	624.00
10ITC	254	546	32.07	106.5	94.2	198.58	303.94	280.61	592.00
10ITD	254	546	32.07	82.6	58.1	198.58	258.62	212.16	372.00
12RA	305	521	32.07	129.0	129.0	254.00	318.75	318.75	508.00
12RD	305	521	32.07	85.8	39.4	207.82	231.04	161.13	458.00

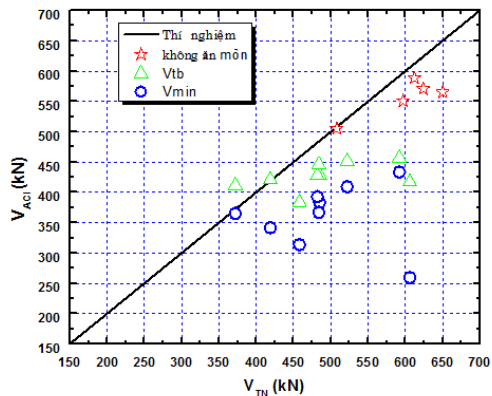


Hình 3.3. So sánh kết quả thí nghiệm và tính toán khả năng chịu cắt theo ACI

**b. ACI 318- 2011 đã điều chỉnh**

**Bảng 3.4. Lực cắt được dự đoán theo tiêu chuẩn ACI 318-2011  
đã điều chỉnh**

Loại dầm	Khoảng cách cốt thép	d	f <sub>c</sub>	Trung bình	tối thiểu	b <sub>w,eff</sub>	V <sub>n tb</sub>	V <sub>n min</sub>	V <sub>TN</sub>
	mm	mm	Mpa	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	kN	kN	kN
8RA	203	521	29.31	129.0	129.0	254.00	588.82	588.82	612.00
8RD	203	521	29.31	91.6	71.6	189.35	428.63	383.42	485.00
10RA	254	521	33.45	129.0	129.0	254.00	550.80	550.80	597.00
10RB	254	521	33.45	112.3	89.0	198.58	451.32	409.19	522.00
10RC	254	521	33.45	99.4	80.0	198.58	428.00	392.92	482.00
10RD	254	521	33.45	95.5	51.6	198.58	420.95	341.57	419.00
10TA	254	521	36.55	129.0	129.0	254.00	565.21	565.21	650.00
10TC	254	521	36.55	103.2	59.4	198.58	446.13	366.94	484.00
10TD	254	521	36.55	87.1	0.0	198.58	417.02	259.54	606.00
10ITA	254	546	32.07	129.0	129.0	254.00	570.73	570.73	624.00
10ITC	254	546	32.07	106.5	94.2	198.58	456.91	433.59	592.00
10ITD	254	546	32.07	82.6	58.1	198.58	411.59	365.13	372.00
12RA	305	521	32.07	129.0	129.0	254.00	505.31	505.31	508.00
12RD	305	521	32.07	85.8	39.4	207.82	383.69	313.77	458.00

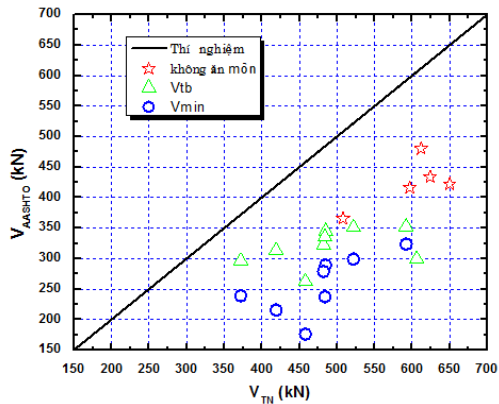


**Hình 3.4. So sánh kết quả thí nghiệm và tính toán khả năng chịu cắt theo ACI**

### 3.2.2. Tính toán theo tiêu chuẩn AASHTO

Bảng 3.5. Lực cắt được tính toán theo AASHTO

Loại dầm	Khoảng cách cốt thép mm	d	$f_c$	Trung bình	tối thiểu	$b_w$ eff	$V_{n\text{tb}}$	$V_{n\text{min}}$	$V_{TN}$
	mm	mm	Mpa	$\text{mm}^2$	$\text{mm}^2$	mm	kN	kN	kN
8RA	203	521	29.31	129.00	129.00	254.00	480.14	480.14	612.00
8RD	203	521	29.31	91.60	71.60	189.35	345.18	289.36	485.00
10RA	254	521	33.45	129.00	129.00	254.00	416.33	416.33	597.00
10RB	254	521	33.45	112.30	89.00	198.58	351.05	299.02	522.00
10RC	254	521	33.45	99.40	80.00	198.58	322.24	278.93	482.00
10RD	254	521	33.45	95.50	51.60	198.58	313.54	215.52	419.00
10TA	254	521	36.55	129.00	129.00	254.00	422.15	422.15	650.00
10TC	254	521	36.55	103.20	59.40	198.58	335.28	237.48	484.00
10TD	254	521	36.55	87.10	0.00	198.58	299.33	104.85	606.00
10ITA	254	546	32.07	129.00	129.00	254.00	433.83	433.83	624.00
10ITC	254	546	32.07	106.50	94.20	198.58	352.40	323.59	592.00
10ITD	254	546	32.07	82.60	58.10	198.58	296.43	239.06	372.00
12RA	305	521	32.07	129.00	129.00	254.00	365.65	365.65	508.00
12RD	305	521	32.07	85.80	39.40	207.82	262.43	176.09	458.00

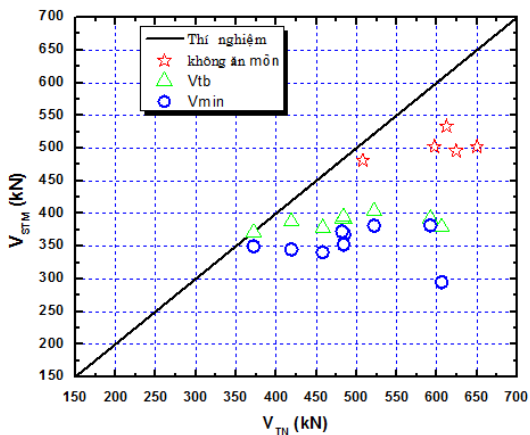


Hình 3.5. So sánh kết quả thí nghiệm và tính toán khả năng chịu cắt theo AASHTO

### 3.2.3. Tính toán theo mô hình giàn ảo (STM)

Bảng 3.9. Lực cắt được tính toán theo STM

Loại dầm	Khoảng cách cốt thép	d	f <sub>c</sub>	b <sub>w,eff</sub>	h	θ	f <sub>ce</sub>	C <sub>c</sub>	F <sub>p-tb</sub>	F <sub>p-min</sub>	V <sub>n-tb</sub>	V <sub>n-min</sub>	V <sub>TN</sub>
	mm												
8RA	203	521	29.3	254	205	44	18.291	543	109	109	534	534	612
8RD	203	521	29.3	189.35	205	44	18.291	405	77	60	392	368	485
10RA	254	521	33.4	254	183	44	20.48	543	87	87	502	502	597
10RB	254	521	33.4	198.58	183	44	20.48	425	76	60	404	381	522
10RC	254	521	33.4	198.58	183	44	20.48	425	67	54	391	373	482
10RD	254	521	33.4	198.58	183	44	20.48	425	64	35	388	345	419
10TA	254	521	36.6	254	170	44	22.107	543	87	87	502	502	650
10TC	254	521	36.6	198.58	170	44	22.107	425	69	40	395	353	484
10TD	254	521	36.6	198.58	170	44	22.107	425	59	0	379	295	606
10ITA	254	546	32.1	254	186	46	19.753	531	82	82	496	496	624
10ITC	254	546	32.1	198.58	186	46	19.753	415	68	60	393	382	592
10ITD	254	546	32.1	198.58	186	46	19.753	415	53	37	371	350	372
12RA	305	521	32.1	254	190	44	19.753	543	72	72	481	481	508
12RD	305	521	32.1	207.82	190	44	19.753	444	48	22	378	341	458

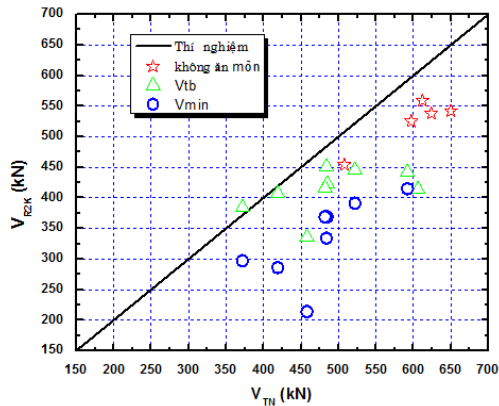


Hình 3.8. So sánh kết quả thí nghiệm và tính toán khả năng chịu cắt theo STM

### 3.2.4. Tính toán bằng chương trình Response 2000<sup>TM</sup>

Bảng 3.10. Lực cắt tính toán theo R2K

Loại dầm	$b_{\text{weff}}$	Trung bình	tối thiểu	$V_{\text{ntb}}$	$V_{\text{vmin}}$	$V_{\text{TN}}$
	mm	$\text{mm}^2$	$\text{mm}^2$	kN	kN	kN
8RA	254	129	129	559	559	612
8RD	189	92	72	423	369	485
10RA	254	129	129	525	525	597
10RB	199	112	89	446	391	522
10RC	199	99	80	416	369	482
10RD	199	96	52	407	286	419
10TA	254	129	129	542	542	650
10TC	199	103	59	451	334	484
10TD	199	87	0	414	123	606
10ITA	254	129	129	538	538	624
10ITC	199	107	94	442	415	592
10ITD	199	83	58	384	297	372
12RA	254	129	129	454	454	508
12RD	208	86	39	336	214	458



Hình 3.15. So sánh kết quả thí nghiệm và tính toán khả năng chịu cắt theo R2K

### KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Các kết quả đạt được trong chương 3:

Từ số liệu của kết quả thí nghiệm và dựa vào bốn phương pháp phân tích tính toán khác nhau để dự đoán khả năng chịu cắt của các mẫu đã bị hư hại do ăn mòn

Ảnh hưởng của sự ăn mòn kết hợp với các phương pháp này bằng cách bao gồm cả sự hư hại của bê tông và khu vực cốt thép đã giảm. Mặt cắt thanh cốt thép được định lượng bằng cách sử dụng diện tích trung bình và diện tích tối thiểu do hao mòn mặt của cốt đai.

Dựa vào kết quả phân tích so sánh với kết quả thí nghiệm để rút ra mô hình hư hỏng cốt đai do ăn mòn sử dụng diện tích trung bình hay diện tích tối thiểu do hao mòn để tạo ra sự tương quan tốt hơn so với kết quả thí nghiệm



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. KẾT LUẬN CHUNG

Mặc dù tiêu chuẩn ACI 318 định nghĩa dầm cao là dầm có tỷ lệ a/d nhỏ hơn 2 và đề nghị sử dụng mô hình giàn ảo cho dầm cao, vì mẫu nằm ở vùng chuyển tiếp giữa dầm cao và dầm mảnh và để minh họa cách các hư hỏng do ăn mòn cốt đai có thể được tổng hợp bởi các phương pháp hiện tại, các phương pháp phân tích khác nhau, phù hợp hơn với các dầm mảnh nhưng vẫn áp dụng được với các trường hợp hiện tại, được sử dụng để dự đoán khả năng chịu cắt của dầm bị hư hỏng và không bị hư hỏng được kiểm tra. Các phương pháp được sửa đổi để định hình hư hỏng do ăn mòn cho cả phần bê tông và cốt đai. Cả diện tích trung bình và diện tích cục bộ tối thiểu đều được xem xét trong các phương pháp phân tích. Dựa trên kết quả phân tích, có thể rút ra các kết luận sau đây:

- Mô hình hư hỏng cốt đai do ăn mòn sử dụng hư hỏng mặt cắt cốt thép trung bình kết hợp với mô hình hư hỏng bê tông để tạo ra sự tương quan tốt hơn với kết quả thí nghiệm so với sử dụng hư hỏng mặt cắt cốt thép tối thiểu kết hợp với mô hình hư hỏng bê tông.

- Mỗi phương pháp được đề cập có thể được sử dụng để ước tính một cách hợp lý khả năng chịu cắt còn lại với những thay đổi đã đề xuất về hư hỏng do ăn mòn.

- Diện tích cốt đai trung bình cung cấp những dự đoán tốt nhất về độ bền của mẫu, nhưng đối với những trường hợp thể hiện nứt vỡ lớn hơn hoặc cốt đai không kết dính, hư hỏng mặt cắt cục bộ có thể

gây ảnh hưởng đáng kể. Nên sử dụng dữ liệu kiểm tra thực tế để hướng dẫn các phương pháp để làm mô hình chế tạo cốt đai.

- Sử dụng diện tích cốt đai tối thiểu tạo ra các ước tính bảo thủ về khả năng chịu cắt cho mỗi phương pháp, nhưng cần rất thận trọng trong một số trường hợp.

## **2. KIẾN NGHỊ**

Trong luận văn này, chỉ xét đến khả năng chịu cắt của dầm bị hư hại do ăn mòn tại thời điểm đo không xét đến thời gian ăn mòn

Trong thực tế, nứt vỡ bên ngoài có thể nhiều hơn đáng kể so với những gì quan sát được trong phòng thí nghiệm, do đó cốt đai đang hoạt động có thể hư hỏng mặt cắt cục bộ mà không thay đổi lực dính một cách đáng kể giữa bê tông và cốt thép