

# ẢNH HƯỞNG CỦA CỐT THÉP CHÉO ĐẾN ĐỘ DẸO CỦA DÀM NỐI TRONG KẾT CẤU TƯỜNG KÉP NHÀ NHIỀU TẦNG

GS, TS. Nguyễn Tiến Chương<sup>1</sup>, NCS. Đoàn Xuân Quý<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường đại học Thành Đông

<sup>2</sup>Trường đại học Thủy Lợi

## TÓM TẮT

*Dầm nối là một bộ phận quan trọng của kết cấu tường kép trong nhà nhiều tầng. Bài báo thực hiện nghiên cứu ảnh hưởng của cốt thép chéo đến độ dẻo của dầm nối. Phương pháp nghiên cứu là phân tích kết cấu theo mô hình số dựa trên Lý thuyết trường nén cải tiến. Kết quả nghiên cứu cho thấy cốt thép chéo trong dầm nối làm tăng độ bền chịu lực cắt của dầm, đồng thời làm tăng đáng kể độ dẻo của dầm. Với trường hợp cụ thể, khi hàm lượng cốt thép chéo có giá trị 1,76%, độ dẻo của dầm nối tăng lên xấp xỉ 2 lần so với dầm nối không có cốt thép chéo.*

*Từ khóa: Dầm nối, cốt thép chéo, độ dẻo của dầm nối.*

## ABSTRACT

*Connecting beam is an important part of double wall structure in multi-storey house. This paper investigates the effects of cross reinforcement on the ductility of connecting beam. Research method is numerical structural analysis based on the modified compression field theory. The research results show that the cross reinforcement in connecting beam increases the shear strength of the beam, as well as significantly increases the ductility of the beam. For the specific case, when the cross reinforcement is 1.76%, the ductility of the connecting beam increases approximately 2 times compared to the beam without cross reinforcement.*

**Keywords:** Beams, cross reinforcement, ductility of beams.

## I. GIỚI THIỆU

Dầm nối là cấu kiện nối các tường đứng gần nhau để tạo nên hệ kết cấu tường kép trong nhà nhiều tầng. Dầm nối là bộ phận quan trọng của kết cấu tường kép khi chịu các tải trọng ngang như động đất, gió [1], [2]. Theo tiêu chuẩn TCVN 9386:2012 thì dầm nối có thể làm giảm được ít nhất 25% tổng mô men uốn ở chân đế của các tường riêng rẽ nếu làm việc tách nhau.

Cốt thép chéo dạng chữ X (hình 1) được thiết kế trong dầm nối theo yêu

cầu độ bền chịu lực cắt. Các nghiên cứu có tính tiên phong của Thomas Paulay và các cộng sự [3] về sử dụng cốt thép chéo trong dầm nối của kết cấu tường kép được thực hiện từ những năm 1970 và đã được tiếp tục bởi các tác giả khác vào những thời gian sau đó [4], [5], thể hiện ý nghĩa khoa học và thực tiễn của vấn đề này.

Nghiên cứu về sự làm việc của dầm nối có các cốt thép chéo chủ yếu tập trung vào vấn đề ảnh hưởng của cốt thép chéo đến độ bền của dầm nối [3],

[4], [5]. Dựa trên các kết quả nghiên cứu, việc tính toán cốt thép chéo theo độ bền chịu lực cắt đã được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu.

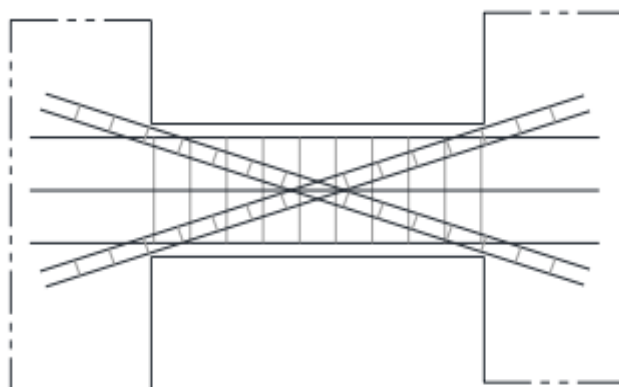
Độ dẻo của dầm nối là một yếu tố quan trọng thể hiện khả năng duy trì được sự làm việc của dầm nối sau giai đoạn đàn hồi và là yếu tố để duy trì độ dẻo của kết cấu tường kép khi chịu các tác động mạnh như động đất. Ảnh hưởng của cốt thép chéo đến độ dẻo của dầm nối đã được nghiên cứu bằng thí nghiệm trong [3] và gần đây được thực hiện lại trong [4], [5]. Trong bài báo này sẽ xem xét ảnh hưởng của cốt thép chéo đến độ dẻo của dầm nối theo mô

hình số dựa trên Lý thuyết trường nén cải tiến.

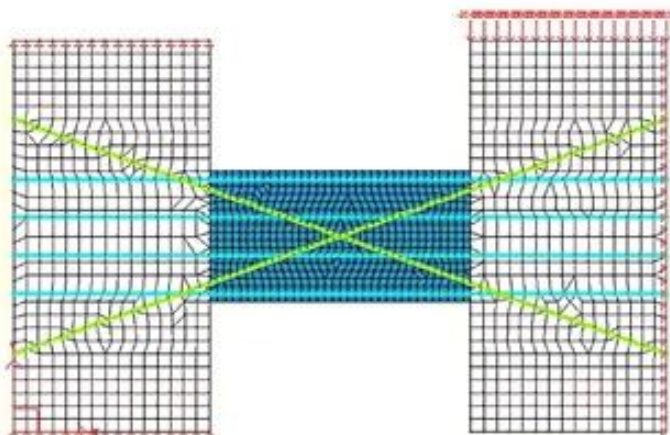
## II. MÔ HÌNH DẦM NỐI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để nghiên cứu bài toán về ảnh hưởng của cốt thép chéo đến độ dẻo của dầm nối, mô hình dầm nối được lựa chọn có cấu tạo như mẫu thí nghiệm của E. Lim và cộng sự [5]:

- Kích thước dầm nối: chiều cao  $h = 50$  cm; chiều rộng  $b = 30$  cm; chiều dài  $l = 100$  cm. Các tường biên đủ cứng.
- Vật liệu: Bê tông có  $f'_c = 52$  MPa;  $E = 33892$  MPa. Cốt thép dọc và cốt thép đai  $f_y = 468$  MPa; cốt thép chéo:  $f_y = 440$  MPa. Hàm lượng cốt thép đai 1,06%, cốt thép dọc 2x3D13.



Hình 1. Dầm nối có các cốt thép chéo



Hình 2. Mô hình dầm nối bằng phần tử hữu hạn

Kết cấu được mô hình hóa bằng các phần tử hữu hạn như trên Hình 2. Vật liệu bê tông có cốt thép phân bố theo hàm lượng ứng với cốt thép đai, các thanh cốt dọc và cốt thép chéo được mô hình hóa bằng các phần tử thanh với liên kết bám dính hoàn toàn với bê tông.

Tải trọng tác dụng theo phương pháp đẩy dần được đưa dưới dạng chuyển vị cưỡng bức tương đối giữa các tường theo phương đứng.

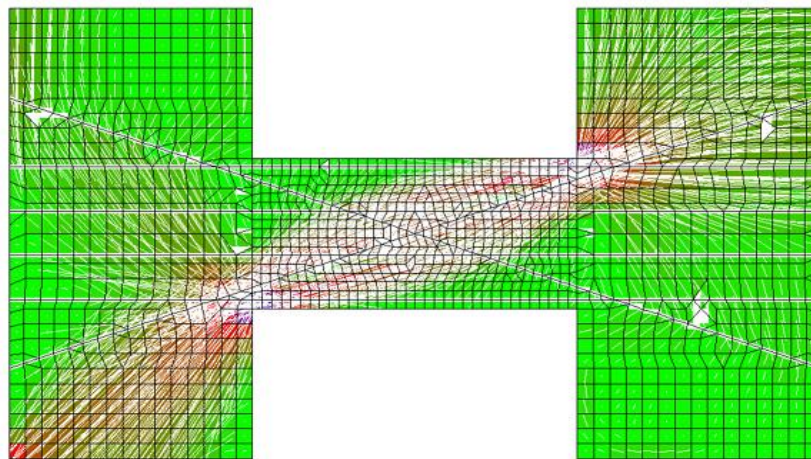
Thực hiện phân tích kết cấu theo phương pháp đẩy dần cho đến khi dầm nối bị phá hoại. Nghiên cứu thực hiện theo hai bước:

- Bước 1: Phân tích dầm nối theo phương pháp đẩy dần và so sánh với kết quả mẫu thí nghiệm của E. Lim và cộng sự [5] để hiệu chỉnh các thông số mô hình cho phù hợp với kết quả thí nghiệm.

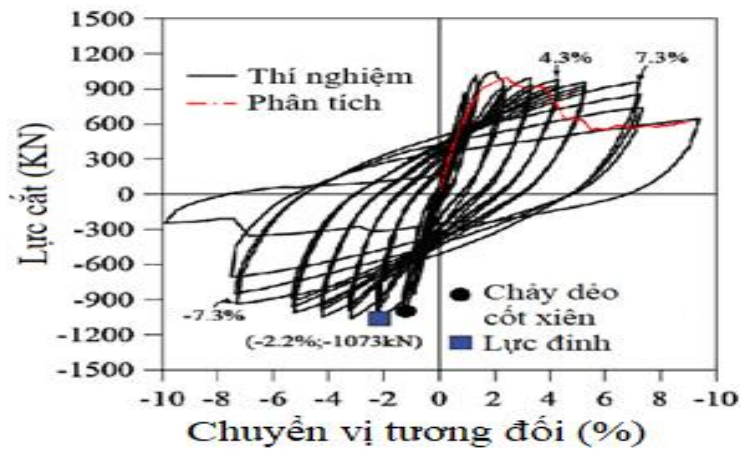
- Bước 2: Khảo sát sự làm việc của kết cấu theo phương pháp đẩy dần với các hàm lượng cốt thép chéo khác nhau.

### III. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH MÔ HÌNH DẦM NỐI THEO MÔ HÌNH SỐ

Hình ảnh về sự phân bố ứng suất trong dầm nối ở trạng thái giới hạn chịu lực được phần mềm VecTor2 thể hiện trên Hình 3. Kết quả phân tích mô hình dầm nối bằng phần mềm VecTor2 theo lý thuyết trường nén cải tiến (MCFT) [6] được so sánh với kết quả thí nghiệm mẫu của E. Lim và cộng sự [5], được thể hiện trên Hình 4. Kết quả phân tích bằng mô hình số được thể hiện bằng đường nét đứt, còn kết quả thí nghiệm của [5] được thể hiện bằng đường nét liền (thí nghiệm theo tải trọng lặp).



Hình 3. Hình ảnh dầm nối khi chịu lực giới hạn (VecTor2)

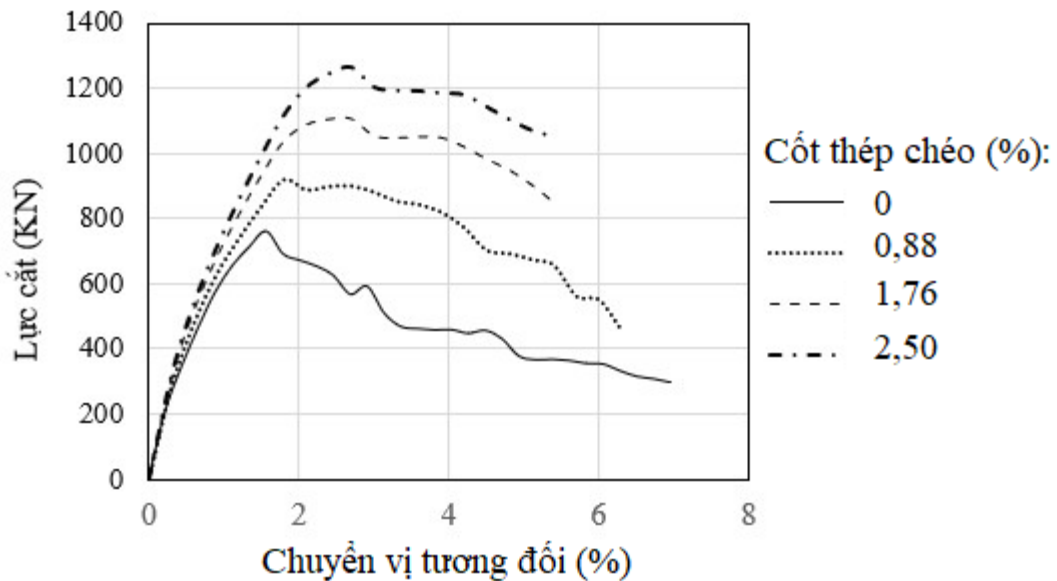


**Hình 4. So sánh kết quả phân tích theo mô hình số với kết quả thí nghiệm**

So sánh kết quả phân tích theo mô hình số với kết quả thí nghiệm [5] (Hình 4) cho thấy sự phù hợp giữa kết quả phân tích theo mô hình số và kết quả thí nghiệm. Mô hình tính toán kết cấu được chấp nhận để thực hiện nghiên cứu bước 2.

## VI. KHẢO SÁT SỰ LÀM VIỆC CỦA DÀM NỐI VỚI CÁC HÀM LƯỢNG CỐT THÉP CHÉO KHÁC NHAU

Thực hiện khảo sát dầm nối với các hàm lượng cốt thép chéo lần lượt bằng 0; 0,88%; 1,76% và 2,5%. Các kết quả phân tích được thể hiện trên hình 5.



**Hình 5. Kết quả phân tích dầm nối theo mô hình số**

Từ kết quả phân tích khảo sát sự làm việc của dầm nối có thể nhận thấy một số đặc điểm như sau:

- Giai đoạn 1: Khi tải trọng dưới mức 400 kN thì cả dầm nối có cốt thép chéo và dầm nối không có cốt thép chéo làm việc như nhau. Trong giai đoạn này dầm

làm việc trong trạng thái không có vết nứt hoặc có các vết nứt nhỏ. Điều này nói lên, cốt thép chéo không ảnh hưởng đến sự làm việc của dầm nối khi tải trọng dưới mức xấp xỉ 50% tải trọng phá hoại của dầm nối không có cốt thép chéo.

- Giai đoạn 2: Khi tải trọng vượt mức 400 kN thì độ cứng của dầm nổi không có cốt thép chéo giảm đi nhanh chóng trong khi độ cứng của các dầm nổi có cốt thép chéo giảm chậm hơn. Giai đoạn này duy trì đến mức tải trọng xấp xỉ 600 kN đối với dầm nổi không có cốt thép chéo, xấp xỉ 700 kN đối với dầm nổi có 0,88% cốt thép chéo, xấp xỉ 900 kN đối với dầm nổi có 1,76% cốt thép chéo, xấp xỉ 1060 kN đối với dầm nổi có 2,5% cốt thép chéo. Các giá trị tải trọng này được xem như là độ bền tương ứng với các trường hợp hàm lượng khác nhau của cốt thép trong dầm nổi.

- Giai đoạn 3: Khi tải trọng vượt giá trị tương ứng với tải trọng lớn nhất ứng với giai đoạn 2 thì dầm nổi đi vào giai đoạn phá hoại. Dầm nổi không có cốt thép chéo bị phá hoại một cách nhanh chóng, trong khi dầm nổi có cốt thép chéo duy trì được giai đoạn này lớn hơn. Nếu lấy giá trị lực giới hạn đối với dầm nổi không có cốt thép chéo là 600 kN, thì chuyển vị tương đối giới hạn của dầm có giá trị xấp xỉ 2%. Các dầm nổi có hàm lượng cốt thép chéo lần lượt 0,88%, 1,76% và 2,5%, có các giá trị lực giới hạn tương ứng lần lượt xấp xỉ 700 kN, 900 kN và 1100 kN. Chuyển vị tương

đối giới hạn của các dầm nổi có hàm lượng cốt thép chéo 0,88%, 1,76% và 2,5%, đều lớn hơn 4%.

Kết quả phân tích trên đây cho thấy cốt thép chéo không chỉ làm tăng độ bền của dầm nổi mà còn làm tăng đáng kể độ dẻo của dầm. Nếu như độ bền chịu lực cắt của dầm nổi có cốt thép chéo với hàm lượng 1,76% cao hơn xấp xỉ 1,5 lần so với độ bền chịu lực cắt của dầm nổi chỉ đặt cốt thép đai và cốt thép dọc, thì độ dẻo của dầm nổi đó cũng cao hơn xấp xỉ 2 lần so với độ dẻo của dầm nổi chỉ đặt cốt thép đai và cốt thép dọc.

Kết quả phân tích theo mô hình số dựa trên Lý thuyết trường nén cải tiến phù hợp với kết quả thí nghiệm trong [3], [5].

## V. KẾT LUẬN

Từ kết quả phân tích theo mô hình số sự làm việc của dầm nổi với các hàm lượng cốt thép chéo từ 0% đến 2,5% cho thấy dầm nổi có cốt thép chéo có độ bền chịu lực cắt lớn hơn, đồng thời cũng có độ dẻo cao hơn so với dầm nổi không có cốt thép chéo. Dầm nổi có hàm lượng cốt thép chéo 1,76% có độ dẻo cao hơn xấp xỉ 2 lần so với dầm nổi không có cốt thép chéo.

## TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

- [1] Nguyễn Tiến Chương (2015), *Phân tích kết cấu nhà cao tầng*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Tiến Chương, Đoàn Xuân Quý (2018), "Ảnh hưởng của độ cứng dầm nối đến sự làm việc chịu xoắn của kết cấu lõi nhà cao tầng", *Hội nghị Khoa học toàn quốc Cơ học Vật rắn lần thứ XIV, Thành phố Hồ Chí Minh, 19-20/7/2018*.
- [3] T. Paulay and J.R. Binney (1974), "Diagonally Reinforced Coupling Beams of Shear Walls", *Symp. Pap.*, vol. 42, pp. 579–598, Jan. 1974.
- [4] D. Naish, A. Fry, R. Klemencic, and J. Wallace (2013), "Reinforced Concrete Coupling Beams—Part II: Modeling", *ACI Struct. J.*, p. 10, 2013.
- [5] E. Lim, S.-J. Hwang, T.-W. Wang, and Y.-H. Chang (2016), "An Investigation on the Seismic Behavior of Deep Reinforced Concrete Coupling Beams", *ACI Struct. J.*, vol. 113, no. 2, Mar. 2016, doi: 10.14359/51687939.
- [6] Vecchio F. J, Collins M (1986), "The Modified Compression Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear", *ACI Journal. Titled no, 83 - 22*, 1986.
- [7] Nguyễn Tiến Chương, Đoàn Xuân Quý (2019), "Ảnh hưởng của hàm lượng cốt thép đai trong lanh tô đến sự làm việc của kết cấu vách kép chịu tải trọng ngang", *Hội nghị Khoa học thường niên trường ĐH Thủy Lợi, Hà Nội, 11/2019*.
- [8] Chương N. T. and Quý Đ. X. (2020), "Tính toán khả năng chịu cắt của dầm nối trong kết cấu lõi nhà cao tầng cắt cootsc thép thông thường theo TCVN 5574:2018", *Hội nghị Khoa học thường niên trường ĐH Thủy Lợi, Hà Nội, 11/2020*.