

# TĂNG CƯỜNG KHẢ NĂNG CHỊU NÉN CỦA CỘT BÊ TÔNG CỐT THÉP BẰNG CỐT SỢI POLYPROPYLEN

Nguyễn Thái An, Nguyễn Đình Dư\*

Trường Đại học Lạc Hồng, Số 10 Huỳnh Văn Nghệ, phường Trần Biên, Đồng Nai, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: ngocthanhvu@lhu.edu.vn

## THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 15/04/2025  
Ngày hoàn thiện: 04/06/2025  
Ngày chấp nhận: 05/06/2025  
Ngày đăng: 15/09/2025

## TỪ KHÓA

Cột Bê tông cốt thép;  
Sợi PolyPropylen;  
Ứng xử chịu nén.

## TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu ứng xử chịu nén của cột bê tông cốt thép có gia cường sợi Poly Propylen. Kết quả thí nghiệm thu được từ 3 tổ hợp mẫu thử cột bê tông có cường độ thông thường và hàm lượng cốt sợi bao gồm 0.5%, 1% và 1.5% so sánh với tổ hợp làm chuẩn không có hàm lượng cốt sợi. Dữ liệu cho thấy rằng sức chịu nén của cột tăng lên khi có cốt sợi được gia cường trong bê tông. Sự xuất hiện của cốt sợi cản trở biến dạng nở hông nên từ đó tăng cường sức nén dọc trục. Nhìn chung, các kết quả thu được cho cái nhìn khả quan về khả năng tái chế chất thải nhựa làm vật liệu trong ngành xây dựng, đặc biệt là làm cốt liệu cho vật liệu bê tông.

# ENHANCING COMPRESSIVE STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS USING POLYPROPYLEN FIBER REINFORCES

Nguyen Thai An, Nguyen Dinh Du\*

Lac Hong University, No. 10 Huynh Van Nghe, Tran Bien, Dong Nai Province, Vietnam

\*Corresponding Author: nguyendinhdu@lhu.edu.vn

## ARTICLE INFO

Received: Apr 15<sup>th</sup>, 2025  
Revised: Jun 4<sup>th</sup>, 2025  
Accepted: Jun 5<sup>th</sup>, 2025  
Published: Sep 15<sup>th</sup>, 2025

## KEYWORDS

Reinforced concrete column;  
PolyPropylen fiber;  
Compressive behavior.

## ABSTRACT

This paper investigates the compressive behavior of reinforced concrete columns reinforced with Poly Propylene fibers. The Experimental results obtained from 3 combinations of concrete column specimens with normal strength and fiber reinforcement content including 0.5%, 1% and 1.5% compared with the standard combination without fiber reinforcement content. Data show that the compressive strength of columns increases when fiber reinforcement is present in the concrete. The appearance of fiber reinforcement prevents side expansion deformation, thereby enhancing axial compression. Overall, the results obtained give a positive view on the possibility of recycling plastic waste as materials in the construction industry, especially as fibber for concrete materials.

Doi: <https://doi.org/10.61591/jslhu.24.471>Avaible online at: <https://js.lhu.edu.vn/index.php/lachong>

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

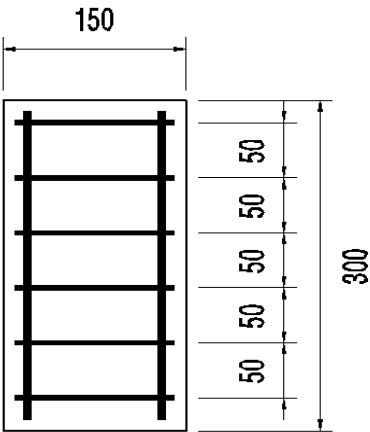
Bê tông là loại vật liệu xây dựng được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Nó linh hoạt, có các đặc tính kỹ thuật mong muốn, có thể được đúc thành bất kỳ hình dạng nào và quan trọng hơn là được sản xuất bằng vật liệu tiết kiệm chi phí. Tuy nhiên, vẫn còn một số hạn chế về khả năng chịu cắt cũng như chịu kéo. Do đó, để tạo ra bê tông tốt, hiện nay có nhiều loại vật liệu cải tiến như sợi, phụ gia và hóa chất xây dựng, pozzolana và các kỹ thuật chế tạo bê tông khác nhau được áp dụng trong xây dựng ngày nay [1-4]. Trong những năm gần đây, nghiên cứu chuyên sâu đã mang lại những tiến bộ và đổi mới trong công nghệ sợi như thủy tinh, polypropylen, carbon, v.v. và đã thu được nhiều kiến thức cơ bản hơn về hoạt động của bê tông xi măng có chứa các sợi này. Bê tông chứa xi măng thủy lực, nước, cốt liệu và các sợi rời rạc không liên tục được gọi là bê tông cốt sợi. Việc kết hợp các sợi ngắn rời rạc (thép, polypropylen, thủy tinh, cacbon) có thể dẫn đến những cải thiện hữu ích về đặc tính cơ học của bê tông chịu kéo yếu.

Các sản phẩm từ vật liệu nhựa đang rất hữu ích vì tính tiện lợi và chi phí sản xuất rẻ nên hầu hết luôn hiện diện trong mọi gia đình và mọi thời điểm. Tuy nhiên, đi kèm với sự tiện lợi là một vấn nạn lớn đối với môi trường khi rác thải nhựa phải cần thời gian rất dài, khoảng 50 năm, mới phân hủy được. Do đó, cần có những nghiên cứu để tái sử dụng từ rác thải nhựa. Một trong những sản phẩm từ rác thải nhựa là có thể tái chế thành cốt sợi để đưa vào sử dụng tổng bê tông như một dạng tăng cường nhằm tăng đặc tính cơ học cho bê tông. Trong nghiên cứu này, một dạng ứng dụng của cốt sợi nhằm tăng cường khả năng chịu nén của cột bê tông cốt thép.

2. VẬT LIỆU VÀ KẾ HOẠCH THÍ NGHIỆM

2.1 Mẫu thử

Tổng cộng 12 cột bê tông được đúc và thử nghiệm chịu tải trọng tĩnh cho đến khi bị phá hủy. Chi tiết cấu tạo của cột được minh họa trong Hình 1, với kích thước mặt cắt ngang 150mm × 150mm và cao 300mm. Cốt dọc với 4 cây thép  $\phi 10$  trong khi cốt đai được dùng là  $\phi 6$  cho tất cả các mẫu thử. Vật liệu bê tông được trộn theo cấp phối M250 và bảo dưỡng theo qui định theo TCVN hiện hành. Việc phân loại các mẫu thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 1, bao gồm mẫu 0%, 0.5%, 1% và 1.5% hàm lượng cốt sợi PP.



Hình 3. Kích thước hình học mẫu cột bê tông cốt thép

Bảng 1. Chi tiết mẫu thử kiểm tra chịu nén

| Số TT | Đối tượng TN                 | Ký hiệu mẫu |
|-------|------------------------------|-------------|
| M0    | Không gia cường cốt sợi nhựa | M0-1        |
|       |                              | M0-2        |
|       |                              | M0-3        |
| M1    | Gia cường cốt sợi nhựa 0.5%  | M1-1        |
|       |                              | M1-2        |
|       |                              | M1-3        |
| M2    | Gia cường cốt sợi nhựa 1%    | M2-1        |
|       |                              | M2-2        |
|       |                              | M2-3        |
| M3    | Gia cường cốt sợi nhựa 1.5%  | M3-1        |
|       |                              | M3-2        |
|       |                              | M3-3        |

2.2 Tính chất vật liệu

Bê tông M250 có cấp phối như Bảng 2, xi măng mang nhãn hiệu Hà Tiên, Thép Vi Na như Hình 2 có cường độ chịu kéo và nén 290Mpa, cát sông Đồng Nai và đá được cung cấp từ mỏ Hóa An. Cốt sợi PP được sản xuất bởi công ty TNHH TM&ĐT Thăng Tiến có tính chất như Bảng 3 và có hình dạng như Hình 3.



Hình 2. Thép dọc và đai

Bảng 2. Cấp phối bê tông M250 dành cho 1m<sup>3</sup>

| Tên mẫu vật liệu | Xi măng (kg) | Đá (kg) | Cát (kg) | Nước (kg) | Độ sụt |
|------------------|--------------|---------|----------|-----------|--------|
| M250             | 355          | 1140    | 735      | 190       | 10 ± 2 |

Bảng 2. Thông số sợi PolyPropylene (PP)

|            |        |
|------------|--------|
| Chiều dài  | 15mm   |
| Đường kính | 0.03mm |

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| Khối lượng riêng | 0.91g/cm <sup>3</sup> |
| Độ bền dẻo       | >500MPa               |



Hình 3. Hình dạng sợi PP

### 2.3 Qui trình thí nghiệm

Bắt đầu đổ các mẫu thí nghiệm với nhóm bê tông có cường độ M250 với mẫu gia cường bằng cốt sợi nhựa và không gia cường. Đánh dấu các mẫu để quá trình thí nghiệm nén và thống kê kết quả không bị nhầm lẫn. Bảo dưỡng đúng theo quy định để bê tông đạt được cường độ nhất định.

Tiến hành thí nghiệm nén mẫu với các mẫu bê tông hình trụ được gia cường bằng cốt sợi polyetylen và mẫu làm gốc không được gia cường. Xác định khả năng chịu nén của các tổ hợp mẫu với các mẫu thêm cốt sợi và với mẫu bình thường không được cho thêm cốt sợi nhựa.

Sau khi xác định khả năng chịu nén của các mẫu, tiến hành thống kê số liệu từ những kết quả thí nghiệm, đưa ra biểu đồ thể hiện số liệu thống kê và đánh giá kết quả thí nghiệm thông qua các biểu đồ. Từ đó rút ra nhận xét chung về hiệu quả chống nở ngang của cốt sợi.

## 3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Kiểu vết nứt và hình dạng phá hoại

Đầu tiên, hình dạng vết nứt được thể hiện trong Hình 4. Như có thể thấy trên hình, sự hình thành vết nứt bắt đầu ở hai đầu cột, sau đó lan dần xuống thân cột và có xu hướng tách lớp bê tông bảo vệ ra khỏi lõi được bố trí lồng thép (bao gồm cốt đai và cốt dọc), sờ dĩ hiện tượng này diễn ra là vì khi cột bị ép sẽ gây ra nở hông làm tách lớp vỏ bê tông. Dễ dàng nhận thấy rằng cột được gia cường cốt sợi thì vết nứt xuất hiện ít hơn cũng như bờ rộng vết nứt nhỏ hơn theo thứ tự tăng dần của hàm lượng cốt sợi.

Hình 4 được chụp tại thời điểm cột bị phá hoại, cột không được tăng cường cốt sợi thì dễ dàng nhận biết được sự phá hoại do có nhiều vết nứt, phá hoại dẻo. Tuy nhiên các cột được gia cường cốt sợi thì khó nhận biết hơn vì vết nứt là ít – kiểu phá hoại giòn.



a) Mẫu 0%;

b) Mẫu 0.5%



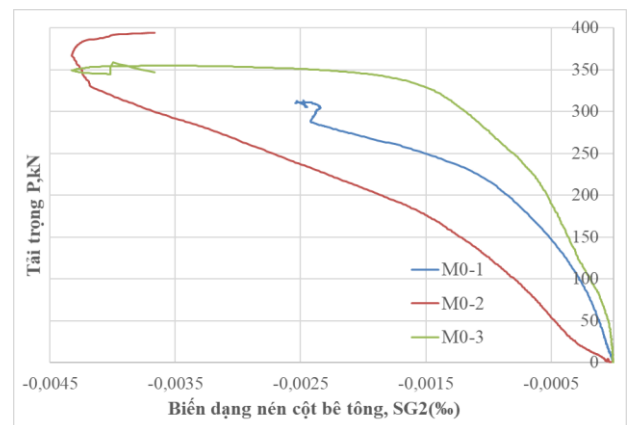
c) Mẫu 1%;

d) Mẫu 1.5%

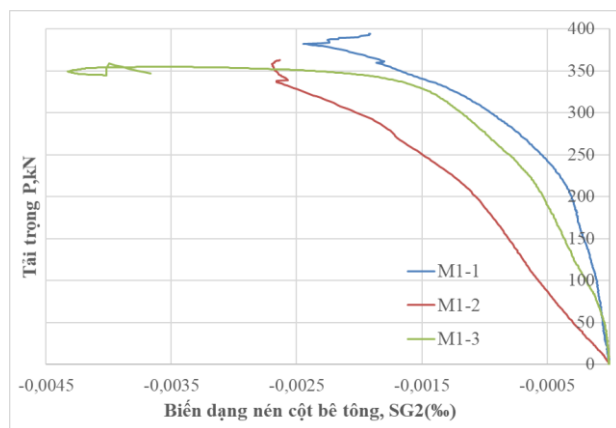
Hình 4. Hình dạng vết nứt của cột

### 3.2 Quan hệ giữa lực – chuyển vị và độ dẻo

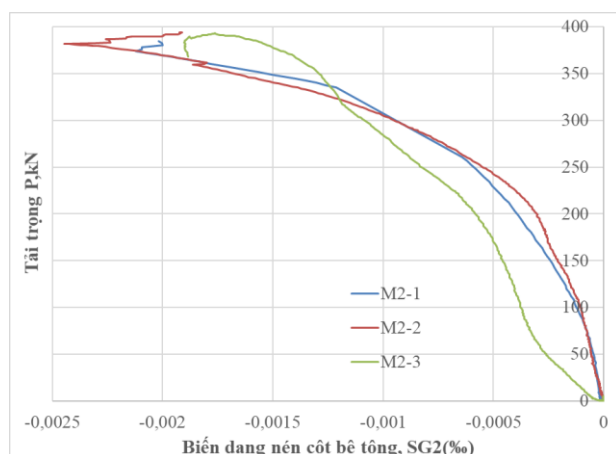
Hình 5 minh họa mối quan hệ giữa lực nén và chuyển vị đầu cột của tất cả các mẫu thí nghiệm. Như có thể thấy trên hình, có thể quan sát thấy hai giai đoạn riêng biệt trong mỗi quan hệ tải trọng – chuyển vị của cột. Giai đoạn đầu tiên của các đường cong là tuyến tính cho đến khi tồn tại vết nứt đầu tiên, biểu thị trạng thái cột chưa bị nứt. Sau khi vết nứt đầu tiên xảy ra, cột trải qua trạng thái hậu nứt.



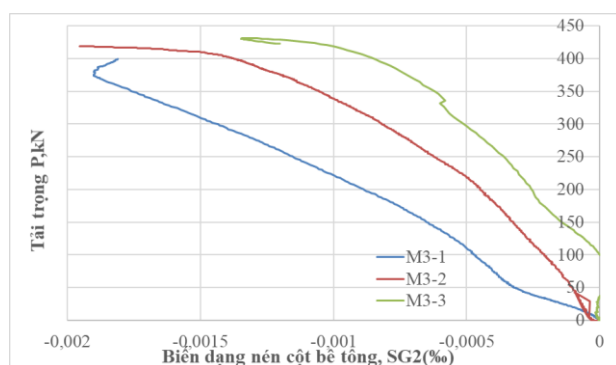
a) Đường cong biến dạng – lực nén mẫu M0



b) Đường cong biến dạng – lực nén mẫu M1



c) Đường cong biến dạng – lực nén mẫu M2



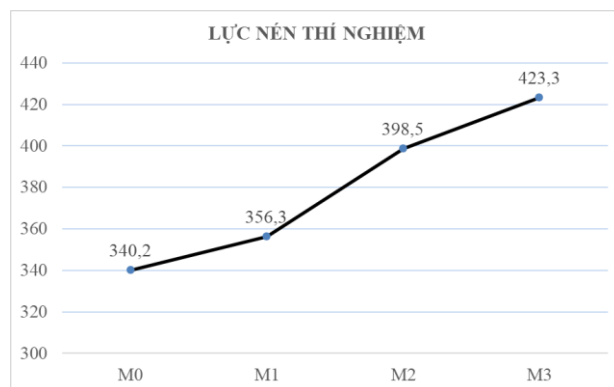
d) Đường cong biến dạng – lực nén mẫu M3

Hình 5. Đường cong biến dạng – lực nén của tất cả các mẫu thí nghiệm

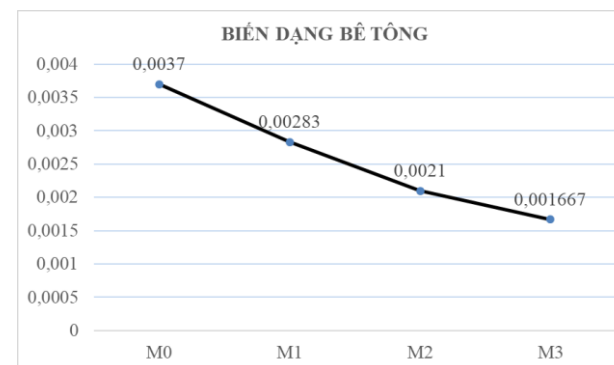
Ở giai đoạn này, các đường cong tải trọng – chuyển vị có biểu hiện phi tuyến tính và thể hiện độ cứng giảm dần cho đến khi đạt tải trọng cực đại.

### 3.3 Lực nén cực đại

Hình 6 biểu diễn lực nén cực đại của các tổ hợp mẫu thí nghiệm theo hàm lượng cốt sợi. Mỗi tổ hợp mẫu gồm 3 mẫu nên giá trị chung của mỗi tổ mẫu được lấy trung bình cộng. Dữ liệu cho thấy khả năng chịu nén của cột là tăng theo hàm lượng cốt sợi. Mẫu bố trí cốt sợi nhựa polyetylen 0.5%, 1%, 1.5% thì khả năng chịu lực trung bình của các mẫu được tăng lên lần lượt là 4.7%, 17.05%, 24.26% so với mẫu không có cốt sợi nhựa. Tương tự, các mẫu có cốt sợi thì biến dạng cũng nhỏ hơn mẫu không được tăng cường cốt sợi, xem Hình 7.



Hình 6. Lực nén cực đại của các mẫu thí nghiệm



Hình 7. Biến dạng tại thời điểm phá hoại

## 4. KẾT LUẬN CHUNG

Qua thí nghiệm có thể thấy rằng bê tông cốt sợi có nhiều đặc tính nổi trội hơn so với bê tông thông thường, đặc biệt là trong giai đoạn sau nứt bê tông. Lúc này, nhờ sự hiện diện của cốt sợi, bê tông vẫn có khả năng làm việc tại vị trí vết nứt, nếu như tại vị trí đó có cốt sợi nối vết nứt lại. Từ đó cho thấy, có mở rộng cho kết cấu tấm vỏ mỏng có sợi polyetylen. Ngoài ra, việc tăng hàm lượng cốt sợi có nghĩa là cường độ ứng suất kéo uốn của vật liệu sẽ được tăng cường. Khi dùng kỹ thuật trộn bê tông giống nhau thì sự phân bố của cốt sợi là giống nhau cho các mẻ trộn với độ lệch chuẩn nhỏ và giống nhau. Khi sử dụng sợi polyetylen thì các tính chất cơ học (nén, kéo, uốn và dẻo dai) của bê tông đều tăng lên đáng kể so với bê tông thường. Sử dụng loại sợi mềm (sợi polyetylen) hầu như không làm thay đổi các tính chất cơ học của bê tông khi sử dụng với hàm lượng sợi 0,5 – 2%, tuy nhiên tính chất dẻo dai của bê tông lại được cải thiện khi sử dụng loại sợi này.

Vật liệu thanh cốt sợi polyetylen rất thích hợp với các công trình được xây dựng trong môi trường ngập mặn, chế tạo các loại cọc bê tông cốt nhựa, móng của công trình cầu hay bờ kè gia cố ven biển. Khi tính toán thiết kế cần phải có hệ số an toàn tương đối cao để tránh sự phá hoại đột ngột của cột (phá hoại dòn). Một trong những hạn chế của sợi Polypropylene là ánh sáng mặt trời. Do đó, cần có kỹ thuật hoàn thiện cao để tránh vùng ngoài của cột tiếp xúc với ánh sáng mặt trời.

## 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Duy Hữu, Nguyễn Long (2004), Bê tông cường độ cao, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2] Phạm Duy Hữu, Nguyễn Ngọc Long, Đào Văn Đông, Phạm Duy Anh (2008), Bê tông cường độ cao và chất lượng cao.

[3] Phan Quang Minh (chủ biên); Ngô Thế Phong; Nguyễn Đình Công (2011), Kết cấu bê tông cốt thép-Phần cấu kiện cơ bản, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[4] Baris Binici (2005), Analytical model for stress - strain behavior of confined concrete, Engineering Structures 27, 1040 –1051.

[5] Daniel Cusson and Patrick Paultre (1995), “Stress – strain model for confined High strength concrete”, Journal of Structural Engineering, Vol.121, No. 3.

[6] TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động, Viện Khoa học công nghệ xây dựng, Bộ Xây Dựng.