

MỞ ĐẦU

1. Lý do lựa chọn đề án

Trong các kết cấu nhà cao tầng, đầm chịu tải chủ yếu của công trình. Tuy nhiên quá trình sử dụng thường gặp phải tình trạng hư hỏng làm giảm tuổi thọ công trình. Trước tình đó đã có một số nghiên cứu sửa chữa các đầm hư hỏng bằng các vật liệu bằng thanh polymer gia cường sợi gắn trên bề mặt [1], ở một dạng tấm bằng composite polymer gia cường sợi carbon [2], tấm CFRP thông minh có tích hợp cảm biến cách từ Bragg sợi quang [3], gia cường bằng tấm polyme gia cường sợi carbon ứng suất trước [4], gia cường bằng một lớp tấm thép [5], Vữa gia cường bằng lưới sợi (TRM) so với vật liệu polyme cốt sợi (FRE) [6], phương pháp phục hồi đầm bê tông cốt thép bằng cách sử dụng tấm composite tiên tiến ứng suất trước [7], sử dụng vật liệu (FRP) để gia cường các lỗ trong đầm (RC) [8], sử dụng lớp phủ xi măng tính năng cao có khả năng biến dạng lớn (ECC) [9], lớp vỏ SRG so với SRP trong gia cường cắt của đầm [10], gia cường kháng uốn đầm BTCT bằng vật liệu tấm sợi carbon, vật liệu composite cốt tre [11], [12], gia cường bằng tấm composite CFRP ở trạng thái đang chịu tải [13]....

Ở khía cạnh về nguồn tài nguyên, vật liệu cung cấp cho các công trình xây dựng ngày càng khan hiếm, nên việc nghiên cứu và áp dụng các vật liệu tự nhiên vào các giải pháp xây dựng không chỉ giảm thiểu ô nhiễm môi trường mà còn mở ra những tiềm năng phát triển kinh tế bền vững được các nhà nghiên cứu các vật liệu trong xây dựng ảnh hưởng của tro bay và xỉ lò cao đến độ bền của bê tông [39], nghiên cứu tái sử dụng thủy tinh phế thải thay thế cát tự nhiên trong sản xuất bê tông mác M30 [40], ảnh hưởng của hàm lượng tro bay và xỉ lò cao hoạt tính đến tính chất của bê tông cường độ cao hạt mịn không sử dụng chất kết dính xi măng [41], nghiên cứu ảnh hưởng của tro trấu và phụ gia siêu dẻo tới tính chất của hồ, vữa và bê tông [42], cải tiến bê tông thấm có cốt liệu từ vỏ sò, tro trấu và mụn dừa [43], đặc tính kỹ thuật của bê tông tro bay cao sử dụng phụ gia vôi và silica fume [44], nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của cốt đai tại vị trí nút giao đầm có sử dụng mụn dừa thay thế cát trong đầm bê tông cốt thép [45]. Từ đó cho thấy vật liệu hữu cơ và vô cơ dần được thay thế một phần trong vật liệu xây dựng. Ở một khía cạnh về sức bền vật liệu thì vật liệu thay thế sẽ không bền và có cường độ như bê tông thông dụng dẫn đến các công trình có sử dụng vật liệu thay thế dễ bị hư hỏng. Mụn dừa được sử dụng đa phần vào công trình cần giảm tải trọng, cách âm, cách nhiệt và thân thiện với môi trường, nhưng khả năng chịu lực kém hơn cát.....

Từ đó tác giả thực hiện đề án “*Nghiên cứu ứng xử của đầm bê tông cốt thép có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng khi được gia cường*” Phương pháp gia cường này

thực hiện cách đơn giản đạt hiệu quả cao, chi phí thực hiện thấp và ứng dụng vào thiết kế gia cường các công trình đầm bê tông cốt thép có sử dụng mụn dừa, công trình có sử dụng vật liệu thay thế bị hư hỏng vừa có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Nghiên cứu ứng xử của đầm BTCT có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng được gia cường. Từ các vấn đề đó xây dựng các quan hệ tải trọng biến dạng nén, kéo, chuyển vị đứng và sự hình thành vết nứt.

- Nghiên cứu khả năng nứt của đầm bê tông cốt thép sau khi gia cường bằng phương pháp tăng kích thước tiết diện đầm.

- Nghiên cứu tách trượt giữa BTCT có sử dụng mụn dừa và BTCT đá mi sau khi gia cường.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Đầm BTCT có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng (bị suy yếu một phần nứt, rỉ sét, võng nhẹ, vẫn còn khả năng sử dụng nhưng cần sửa chữa).

- Phạm vi nghiên cứu: Trên 07 cây đầm BTCT có sử dụng mụn dừa hư hỏng [45] được gia cường bằng tăng kích thước tiết diện đầm.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết bê tông cốt thép thông thường và đầm bê tông cốt thép có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng được gia cường bằng tăng kích thước tiết diện đầm.

- Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành với đầm bê tông cốt thép có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng bằng phương pháp tăng kích thước tiết diện đầm.

- Sử dụng các phương pháp phân tích, tổng hợp và được so sánh thực nghiệm để đánh giá các kết quả đạt được.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề án

- *Ý nghĩa khoa học*: Đề án nghiên cứu góp phần khẳng định việc khắc phục hư hỏng của đầm BTCT có sử dụng mụn dừa được gia cường bằng phương pháp tăng kích thước tiết diện đầm chịu lực tốt hơn. Từ đó, chúng ta có thể nhìn nhận lại và tính toán thiết kế lại kết cấu cho sự làm việc của đầm BTCT có sử dụng mụn dừa hiệu quả tương ứng với các cấp, các loại công trình mang lại giá trị kinh tế.

- *Ý nghĩa thực tiễn*: Gia cường đầm BTCT có sử dụng mụn dừa thay thế là giải pháp kinh tế hơn so với việc phá bỏ và xây mới hoàn toàn. Đặc biệt trong các công trình có quy mô lớn, việc gia cường giúp tối ưu hóa chi phí đầu tư và rút ngắn thời gian thi công.

6. Kết cấu luận văn

Ngoài phần mở đầu, phần kết luận, kiến nghị và phần phụ lục. Luận văn được trình bày gồm 3 chương, nội dung cụ thể từng chương như sau:

Chương 1: Tổng quan các phương pháp gia cường và tính toán các dầm BTCT bị hư hỏng.

Chương 2: Quy trình và các bước gia cường dầm BTCT bằng phương pháp tăng tiết diện dầm.

Chương 3: Nghiên cứu thực nghiệm ứng xử dầm BTCT có sử dụng muna dừa bị hư hỏng gia cường bằng phương pháp tăng tiết diện dầm.

Phần kết luận, kiến nghị: trình bày những kết quả của đề án và các kiến nghị một số vấn đề nghiên cứu tiếp theo của đề án.

Phần phụ lục: Nêu các nội dung chính đã lập và kết quả thực nghiệm của đề án.

7. Những đóng góp mới của đề án

1. Đóng góp một kết quả nghiên cứu thực nghiệm về ứng xử của dầm BTCT bị hư hỏng thông qua việc xây dựng các biểu đồ: biến dạng, ứng suất, nội lực quan hệ tải trọng, biến dạng phá hoại, tách lớp. Đánh giá khả năng làm việc của dầm sau khi gia cường đến giai đoạn trước khi dầm xuất hiện vết nứt.

2. Trên cơ sở nghiên cứu thực nghiệm so sánh rút ra kết luận cho việc chọn thép và tăng kích thước có khả năng cùng làm việc như mô hình thí nghiệm với tải trọng phù hợp.

3. Sử dụng mô hình tương ứng với thực tế trên các công trình có tình trạng hư hỏng tương tự, từ đó áp dụng vào công trình.

4. Việc sử dụng các chốt ngang làm tăng tính liên kết giữa lớp bê tông, đồng thời hạn chế tối đa tách trượt lớp giữa bê tông mới và cũ.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CƯỜNG DẦM BTCT BỊ HƯ HỎNG

1.1. Khái quát chung về dầm bê tông thép

1.1.1. Vai trò của dầm bê tông thép trong công trình xây dựng

1.1.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của dầm bê tông cốt thép

1.2. Tổng quan về các nguyên nhân gây hư hỏng dầm BTCT

1.2.1. Các phương pháp gia cường dầm BTCT bị hư hỏng

1.3. Nghiên cứu loại vật liệu gia cường dầm BTCT bị hư hỏng

1.4. Đánh giá hiệu quả các vật liệu gia cường dầm BTCT bị hư hỏng

1.5. Các nội dung cần nghiên cứu của đề án

CHƯƠNG 2: QUY TRÌNH VÀ CÁC BƯỚC GIA CƯỜNG DẦM BTCT BẰNG PHƯƠNG PHÁP TĂNG TIẾT DIỆN DẦM

2.1. Các tiêu chuẩn thiết kế và gia cường dầm BTCT

2.2. Thông số tính toán dầm BTCT có sử dụng mụn dừa

2.2.1. Giả thiết tính toán [45]

2.2.2. Bố trí thép cho các dầm BTCT có sử dụng mụn dừa [45]

2.3. Lý thuyết tính toán gia cường dầm BTCT có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng hư hỏng bằng tăng kích thước theo tiêu chuẩn TCVN 9343:2012 và TCVN 5574-2018

2.3.1. Giả thiết tính toán TCVN 9343:2012

2.3.2. Công thức tính

2.3.3. Tính toán gia tăng kích thước

2.3.5. Bố trí thép cho các dầm BTCT có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng

2.4. Các thông số kỹ thuật của vật liệu gia cường

2.4.1. Thông số kỹ thuật vật liệu gia cường đá mi

2.4.2. Thông số kỹ thuật vật liệu gia cường cát

2.4.3 Cấp phối bê tông B20 theo TCVN 5574:2018

2.5. Thiết kế mẫu gia cường

2.6. Quy trình thực hiện gia cường dầm có sử dụng mụn dừa bị hư hỏng

2.7. Thiết kế vị trí đo tải trọng, chuyển vị và biến dạng

2.8. Thiết bị thí nghiệm

2.9. Thiết bị dùng đo tải trọng, chuyển vị và biến dạng

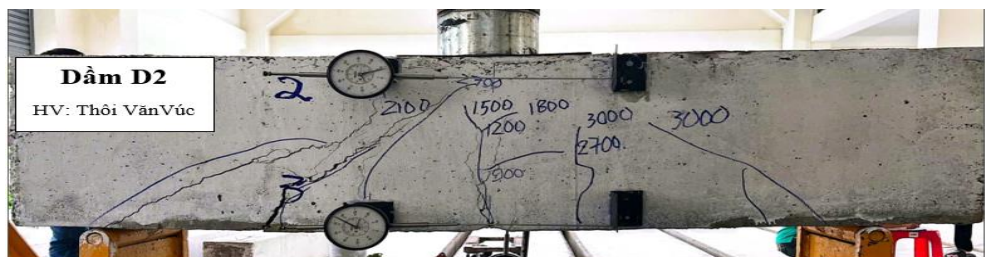
Nhận xét: Dựa trên hình ảnh thử nghiệm dầm D1. Khi tải trọng tăng lên 45kN, các vết nứt bắt đầu hình thành ở vùng chịu kéo của dầm, thường xuất hiện tại các vị trí có mô men uốn lớn nhất, tức là ở giữa nhịp. Tiếp tục tăng tải lên 75 kN, các vết nứt mở rộng và xuất hiện nhiều hơn, đặc biệt là ở khu vực gần gối tựa. Khi tải trọng

tiếp tục tăng lên mức 105 kN và 120 kN, các vết nứt phát triển mạnh hơn cả về chiều dài lẫn độ mở rộng.

3.3.2.2. Mẫu dầm thí nghiệm D2



(a) Mặt trước dầm

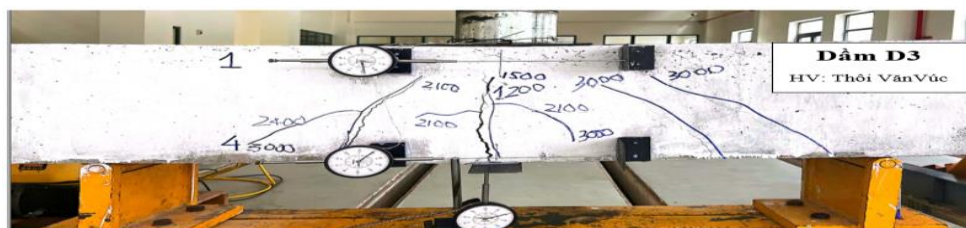


(b) Mặt sau dầm

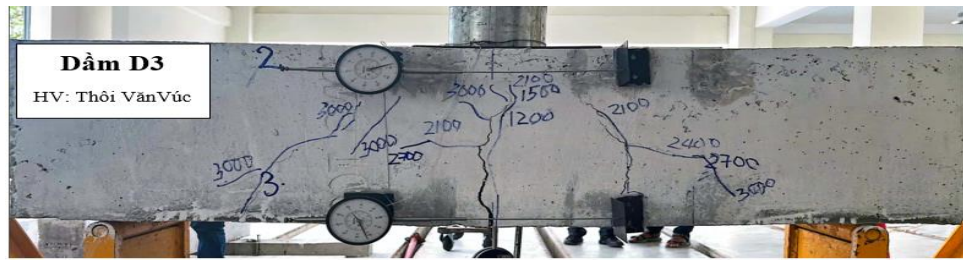
Hình 3.17. Thí nghiệm dầm D2

Nhận xét: Dựa trên hình ảnh đầm D2, có thể thấy các vết nứt phát triển dần theo sự gia tăng của tải trọng hoặc biến dạng, thể hiện qua các thông số ghi trên đầm. Ban đầu, tại mức 60 kN, các vết nứt nhỏ xuất hiện gần gối tựa, chủ yếu do ứng suất cắt. Khi tải trọng tăng lên 75 kN và 90 kN). Tại mức 105 kN và 120 kN, các vết nứt trở nên rõ ràng hơn, có xu hướng phát triển theo phương chéo, đặc trưng của phá hoại do cắt kết hợp uốn. Khi đạt đến 135 kN và 150 kN, các vết nứt đã lan rộng, nhiều vết nứt hợp nhất, đặc biệt ở vùng chịu mô-men lớn, cho thấy đầm có thể đã đạt giới hạn chịu tải và trạng thái phá hoại của kết cấu.

3.3.2.3. Mẫu dân thí nghiệm D3



(a) Mặt trước dầm

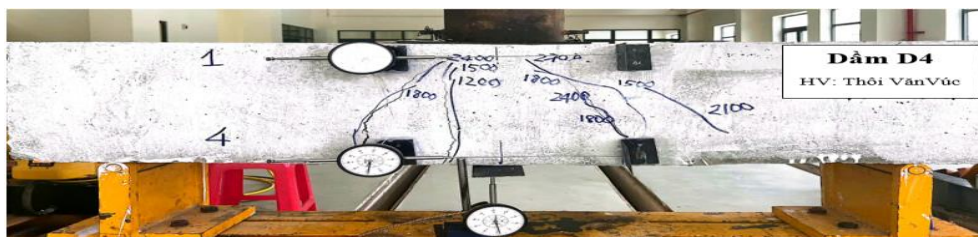


(b) Mặt sau dầm

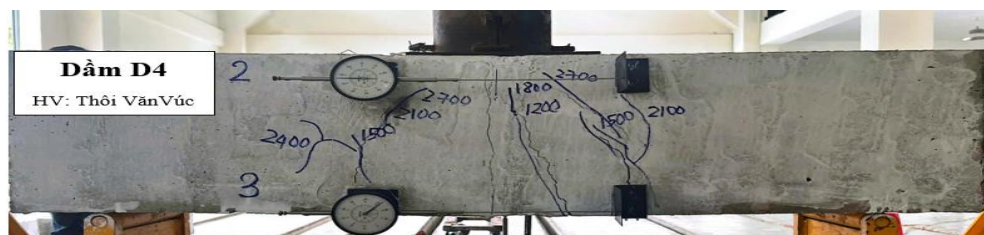
Hình 3.18. Thí nghiệm dầm D3

Nhận xét: Dựa trên hình ảnh của dầm D3, có thể nhận thấy sự phát triển của vết nứt theo mức tải trọng và biến dạng của dầm. Ban đầu, tại mức 60 kN và 75 kN các vết nứt nhỏ xuất hiện gần vùng chịu cắt, đặc biệt ở chân dầm, cho thấy sự hình thành ứng suất kéo trong bê tông. Khi tải trọng tăng lên 90 kN và 105 kN các vết nứt này mở rộng và lan về phía trung tâm dầm, với một số vết nứt chạy dọc theo trục dầm, cho thấy ảnh hưởng của mô-men uốn và lực cắt kết hợp. Đến mức 120 kN và 150 kN vết nứt đã mở rộng đáng kể, có xu hướng hợp nhất, đặc biệt ở vùng giữa dầm, cho thấy sự suy giảm đáng kể độ cứng và khả năng chịu tải của kết cấu.

3.3.2.4. Mẫu dầm thí nghiệm D4



(a) Mặt trước dầm



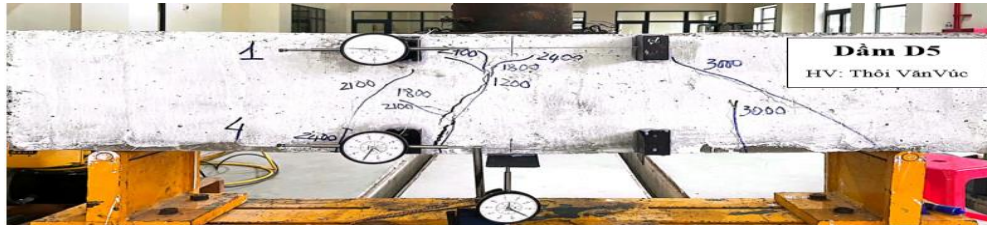
(b) Mặt sau dầm

Hình 3.19. Thí nghiệm dầm D4

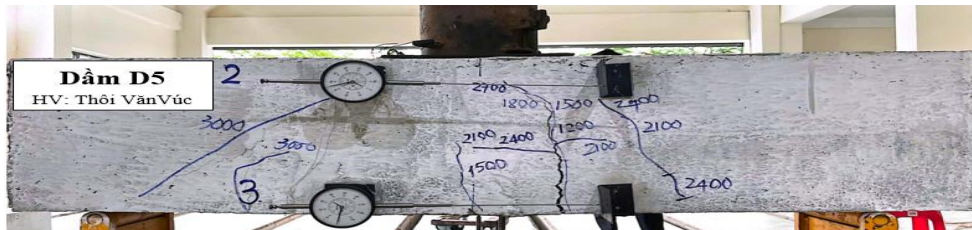
Nhận xét: Dựa trên hình ảnh của dầm D4, các vết nứt nhỏ xuất hiện với độ mở 60 kN cho thấy sự bắt đầu của quá trình phá hủy trong vùng chịu kéo của bê tông và hình thành ở thớ dưới, nơi ứng suất kéo lớn nhất do tác động của

mô men uốn.. Đến giai đoạn lực nén 105 kN- 135kN, có thể nhận thấy sự phát triển mạnh mẽ của vùng hư hỏng trong bê tông.

3.3.2.5. Mẫu dầm thí nghiệm D5



(a) Mặt trước dầm

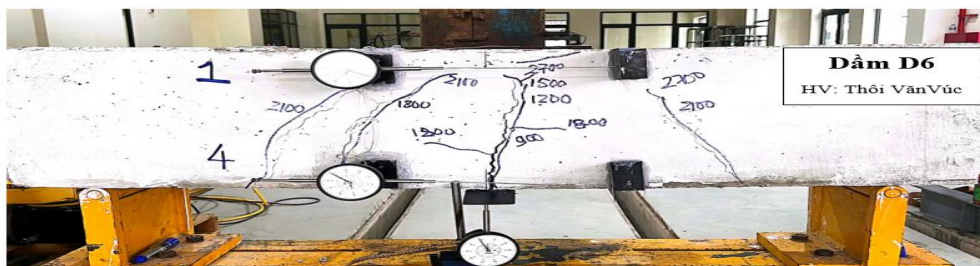


(b) Mặt sau dầm

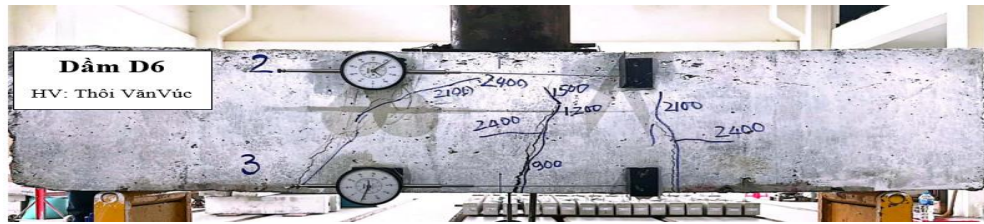
Hình 3.20. Thí nghiệm dầm D5

Nhận xét: Qua hình ảnh từ dữ liệu thí nghiệm dầm ở Hình 3.20 vết nứt xuất giữ nhịp mặt dầm khi lực nén lên 60 kN. Khi tiếp tục gia tải lên 75 kN đường nứt kéo dài từ vết nứt ở lực nén 60 kN, ở lực nén 90 kN không xuất hiện vết nứt nối tiếp ở lực nén 60 kN và có vết nứt phân nhánh. Tiếp tục gia tải lên 105 kN thì xuất hiện vết nứt kéo dài về vị trí lực tập trung. Khi cho gia tải 120 kN và khi gia tải lên 150 kN bị phá hủy và không xuất hiện tách lớp giữa lớp bê tông cũ với lớp bê tông mới.

3.4.2.6. Mẫu dầm thí nghiệm D6



(a) Mặt trước dầm



(b) Mặt sau dầm

Hình 3.21. Thí nghiệm dầm D6

Nhận xét: Qua hình ảnh từ dữ liệu thí nghiệm dầm ở Hình 3.21 vết nứt xuất nhưng chưa rõ ràng ở giữ nhịp mặt dầm khi lực 45 kN, khi lực nén 60 kN và 75 kN vết nứt kéo dài ra tiến gần về vị trí đặt tải tập trung và vẫn nằm trong phạm vi chấp nhận được của tiêu chuẩn thiết kế. Khi lực nén 90 kN xuất hiện vết nứt phân nhánh về hai bên bắt nguồn từ vết nứt ở lực cắt 45 kN và vết nứt được mở rộng, độ võng dầm tăng rõ rệt. Khi cho gia tải 120 kN và 135 kN dầm bước vào giai đoạn làm việc phi tuyến vết nứt mở rộng đáng kể, kích thước vết nứt xuất hiện lớn hơn và xuất hiện vết nứt dọc theo mặt cắt ngang. Khi gia tải lên 150 kN vết nứt mở rộng. Khi gia tải 165 kN bị phá hủy và không xuất hiện tách lớp giữa lớp bê tông cũ với lớp bê tông mới.

3.3.2.7. Mẫu dầm thí nghiệm D7



(a) Mặt trước dầm



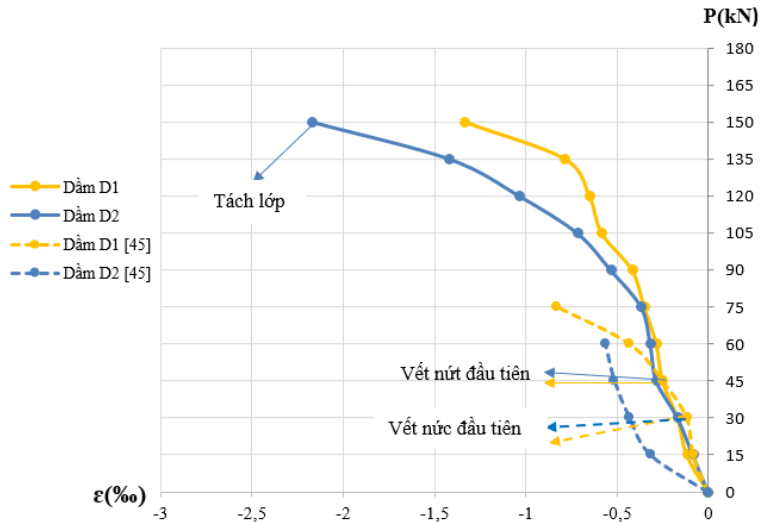
(b) Mặt sau dầm

Hình 3.22. Thí nghiệm dầm D7

Nhận xét: Trong thí nghiệm dầm bê tông D7 được đặt trên hai gối tựa và chịu tác dụng của tải trọng tập trung. Ở ngay từ những cấp tải đầu tiên 60 kN và 75 kN, đã xuất hiện các vết nứt nhỏ ở vùng chịu kéo, đặc biệt là gần gối tựa. Khi tải đạt 120 kN và 135 kN, các vết nứt mở rộng đáng kể, đặc biệt là vết nứt chính có xu hướng lan lên phía trên.

3.3.2. So sánh đánh giá biểu đồ quan hệ tải trọng biến dạng của vùng chịu nén

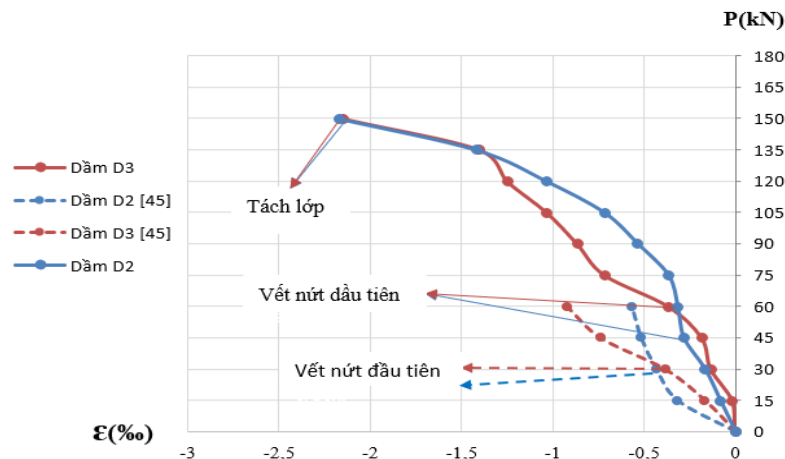
3.3.2.1. So sánh dầm D1,D2 với dầm D1 [45] và D2 [45]



Hình 3.24. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D1,D2, D1[45] và D2 [45]

- Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì cả hai dầm phục hồi đạt lên 120% D1 và 100% D2. Biến dạng nén tăng gấp 2 lần đối với dầm D1 [45] và gấp 1 lần đối với dầm D2 [45].

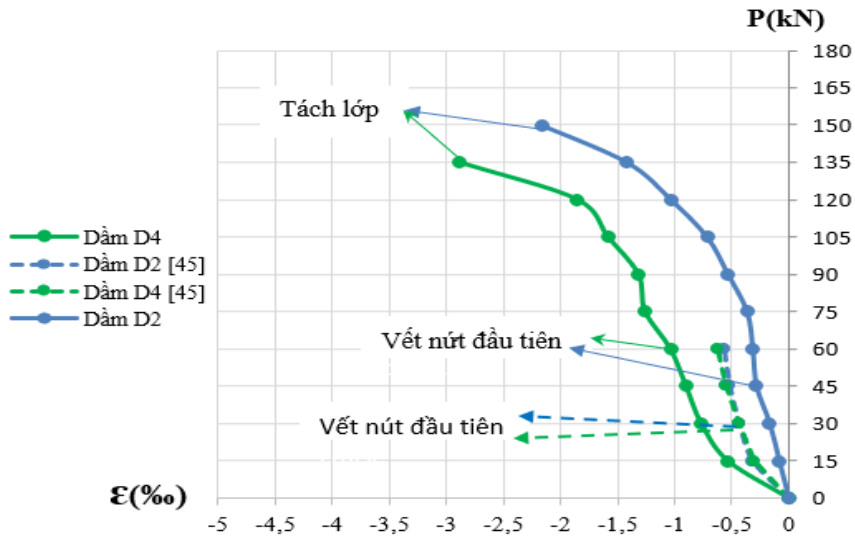
3.3.2.2. So sánh dầm D2,D3 với dầm D2 [45], D3 [45]



Hình 3.25. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D2,D3, D2[45] và D3 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D3 phục hồi đạt lên 120% . Biến dạng nén tăng gấp 2 lần đối với dầm D3 [45].

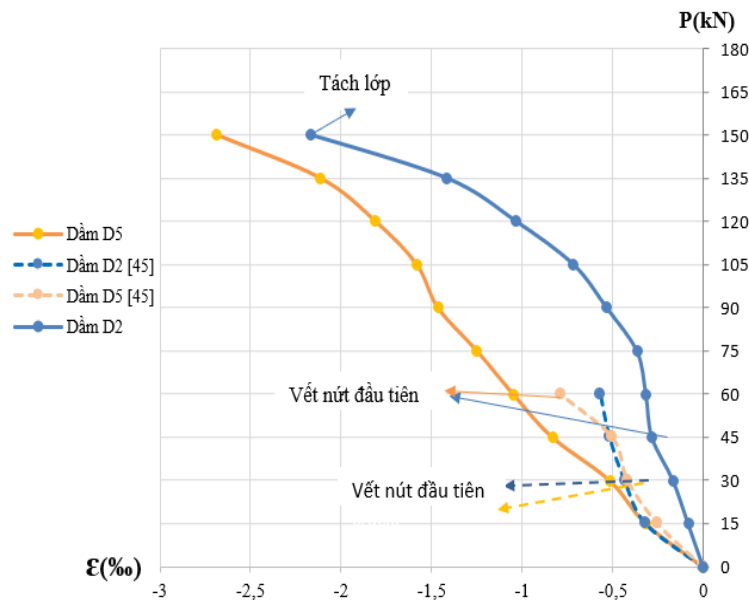
3.3.2.3. So sánh dầm D2, D4 với dầm D2 [45], D4 [45]



Hình 3.26. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D2, D4, D2[45] và D4[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D4 phục hồi đạt lên 100%. Biến dạng nén tăng gấp 7.5 lần đối với dầm D4 [45].

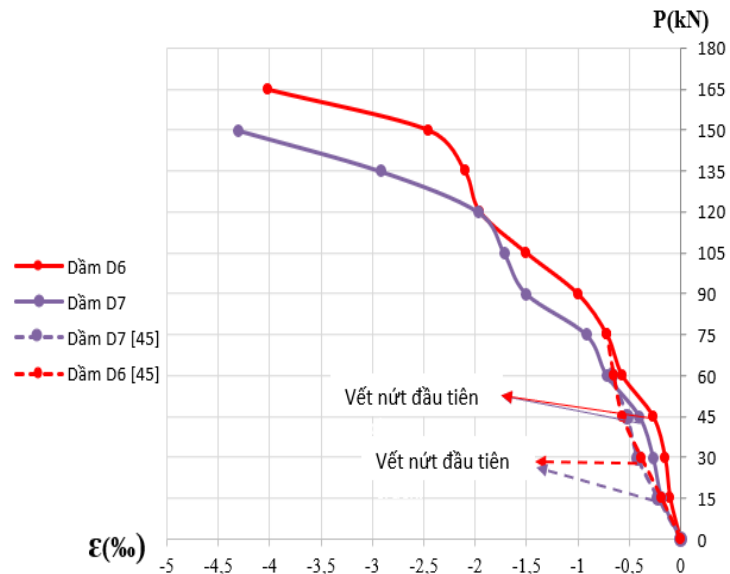
3.3.2.4. So sánh dầm D2, D5 với dầm D2 [45], D5[45]



Hình 3.27. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D2, D5, D2[45] và D5[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D5 phục hồi đạt lên 120%. Biến dạng nén tăng gấp 8 lần đối với dầm D5 [45].

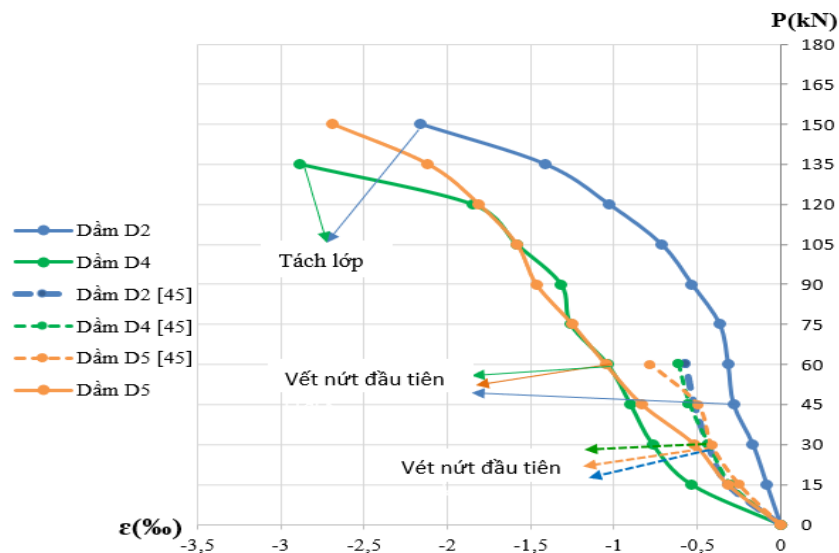
3.3.2.5. So sánh dầm D6, D7 với dầm D6 [45], D7[45]



Hình 3.28. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D6, D7, D6 [45] và D7 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì cả hai dầm phục hồi đạt lên 120% D6 và 100% D7. Biến dạng nén tăng gấp 6,5 lần đối với dầm D6 [45] và gấp 7 lần đối với dầm D7 [45].

3.3.2.6. So sánh dầm D2, D4, D5 với dầm D2 [45], D4[45] và D5[45]

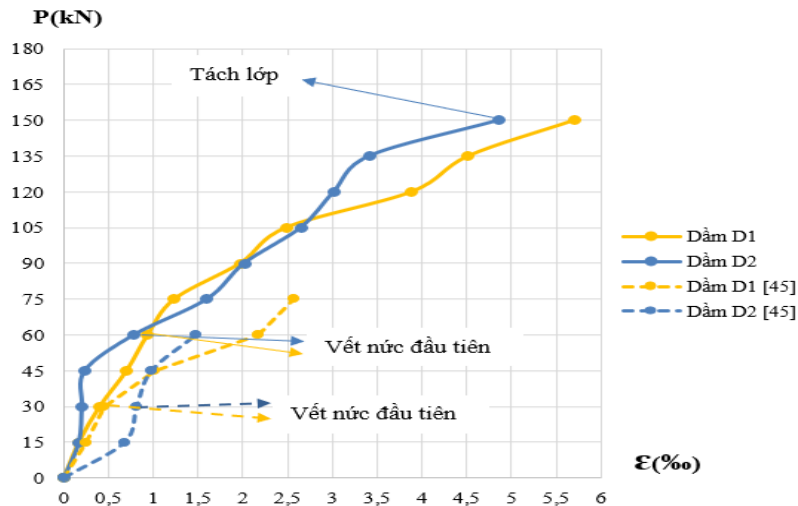


Hình 3.29. Biểu đồ tải trọng biến dạng nén giữa dầm D2, D4, D5, D2[45], D4[45] và D5[45]

Từ các biểu đồ thể hiện lực tác dụng và biến dạng nén của các dầm sau khi gia cường có hiệu quả cao, hầu như các dầm có cấp tải tăng từ 100 đến 140% so với ban đầu và biến dạng nén tăng từ 1 đến 8 lần.

3.3.3. So sánh đánh giá biểu đồ quan hệ tải trọng biến dạng của vùng chịu kéo

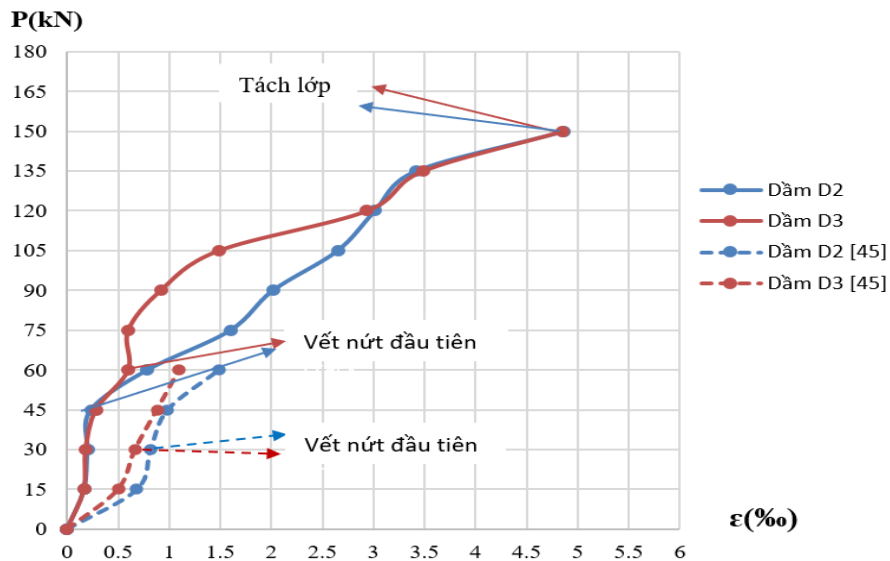
3.3.3.1. So sánh dầm D1, D2 với dầm D1 [45], D2[45]



Hình 3.30. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D1, D2, D1[45] và D2[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì cả hai dầm phục hồi đạt lên 100% D1 và 120% D2. Biến dạng kéo tăng gấp 4,5 lần đối với dầm D1 [45] và gấp 7 lần đối với dầm D7 [45].

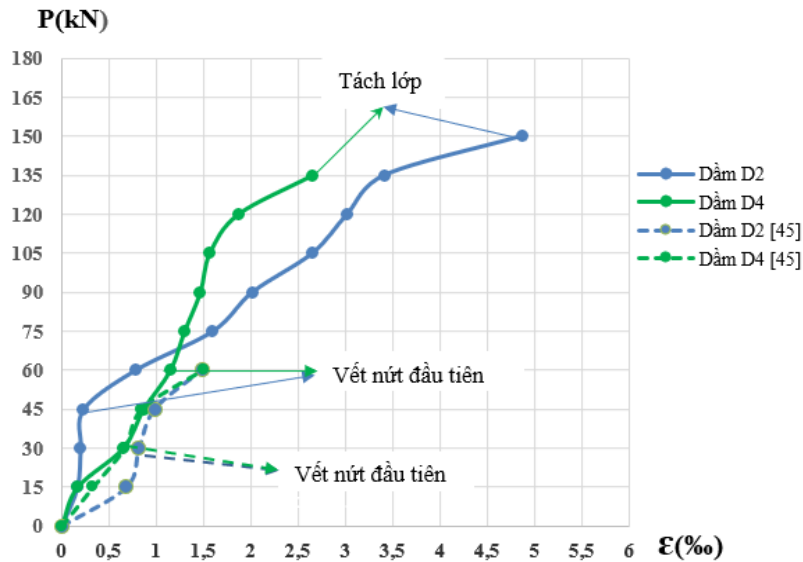
3.3.3.2. So sánh dầm D2, D3 với dầm D2 [45], D3[45]



Hình 3.31. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D2, D3, D2[45] và D3[45]

-Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D3 phục hồi đạt lên 120%. Biến dạng kéo tăng gấp 7 lần đối với dầm D3 [45].

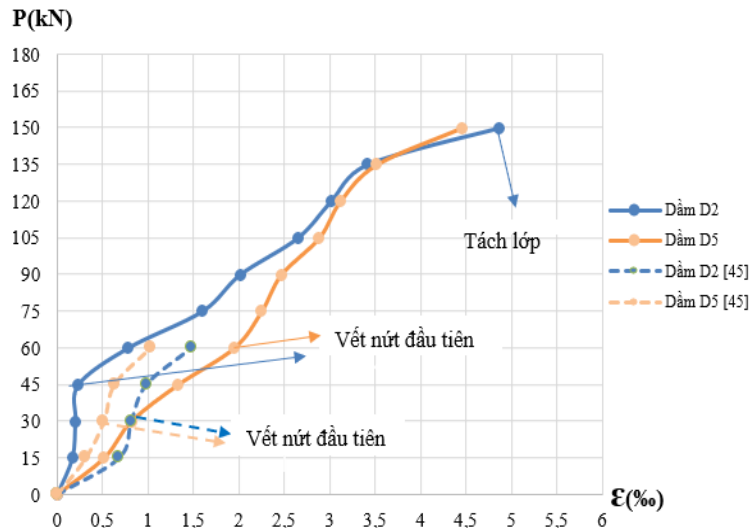
3.3.3.3. So sánh dầm D2, D4 với dầm D2 [45], D4[45]



Hình 3.32. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D2, D, D2[45] và D4[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D4 phục hồi đạt lên 120%. Biến dạng kéo tăng gấp 4,5 lần đối với dầm D4 [45].

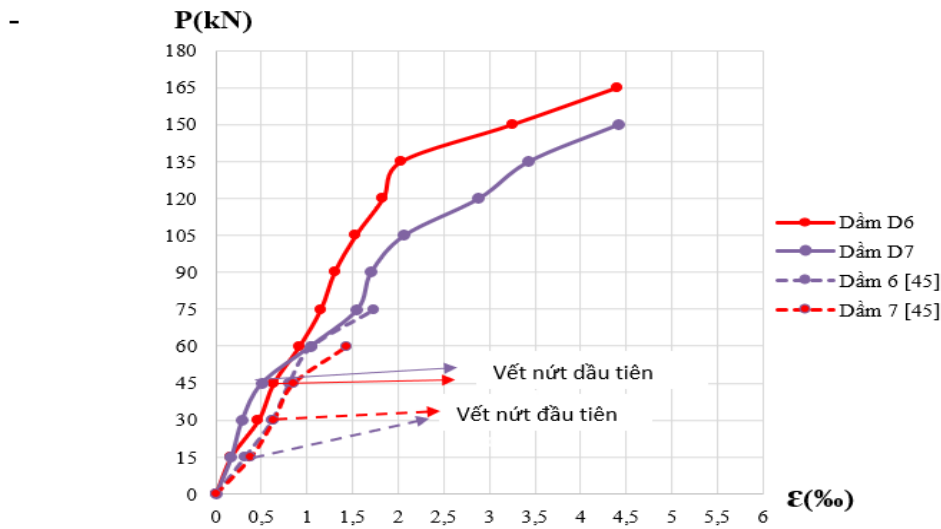
3.3.3.4. So sánh dầm D2, D5 với dầm D2 [45], D5[45]



Hình 3.33. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D2, D5, D2[45] và D5[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D5 phục hồi đạt lên 120%. Biến dạng kéo tăng gấp 7 lần đối với dầm D5 [45].

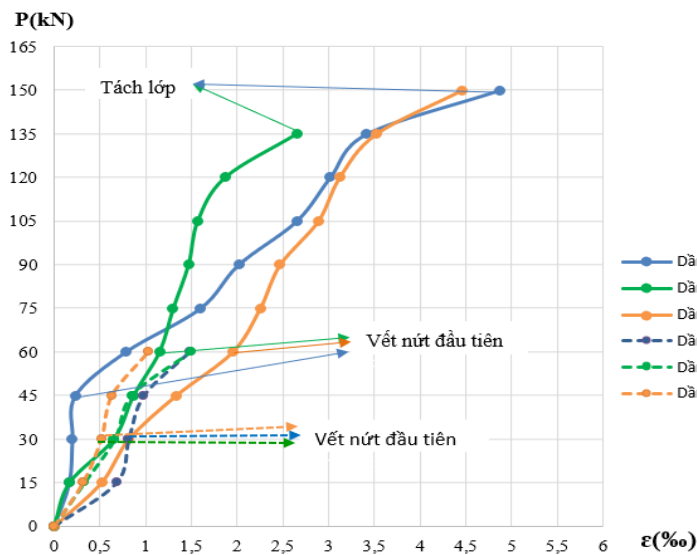
3.3.3.5. So sánh dầm D6, D7 với dầm D6 [45], D7[45]



Hình 3.34. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D6, D7, D6[45] và D7[45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì cả hai dầm phục hồi đạt lên 120% D6 và 100% D7. Biến dạng nén tăng gấp 6,5 lần đối với dầm D6 [45] và gấp 6 lần đối với dầm D7 [45].

3.3.3.6. So sánh dầm D2, D4, D5 với dầm D2 [45], D4[45] và D5[45]

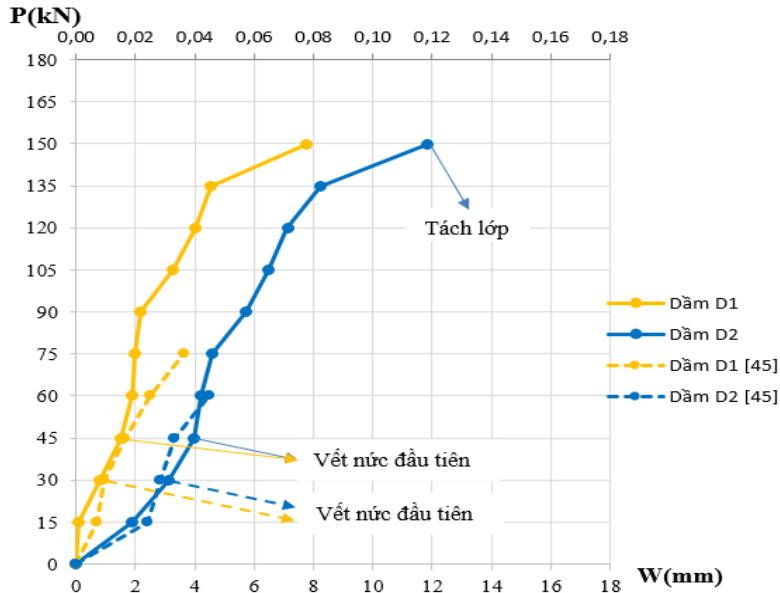


Hình 3.35. Biểu đồ tải trọng biến dạng kéo giữa dầm D2, D4, D5, D2[45], D4[45] và D5[45]

Từ các biểu đồ biến dạng kéo cho thấy các dầm gia cố có lực chịu kéo cao hơn các dầm trước khi gia cố. Về lực nén gấp 100- 140%. Ở lực kéo tăng 6 lần tương đương tăng 300%.

3.3.4. So sánh đánh giá về quan hệ tải trọng và chuyển vị đứng

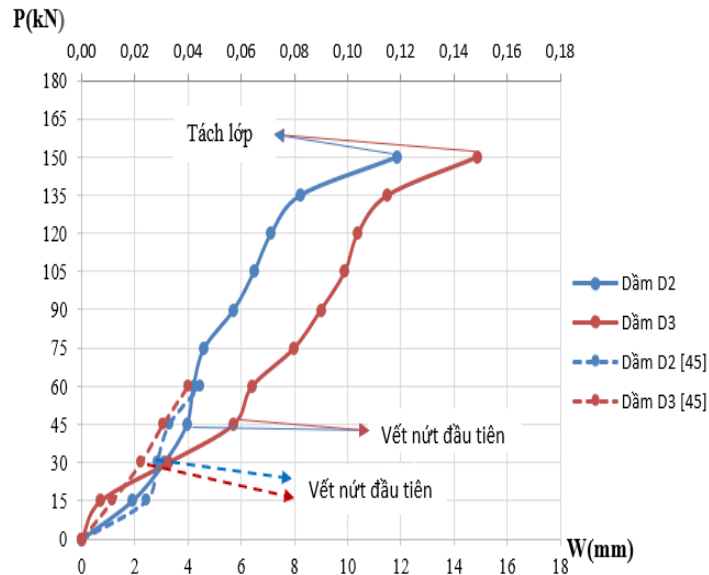
3.3.4.1. So sánh dầm D1, D2 với dầm D1 [45], D2[45]



Hình 3.36. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D1, D2, D1 [45] và D2 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D1, D2 phục hồi đạt lên 120%. Chuyển vị đứng tăng gấp 3 lần đối với dầm D1 [45], D2 [45].

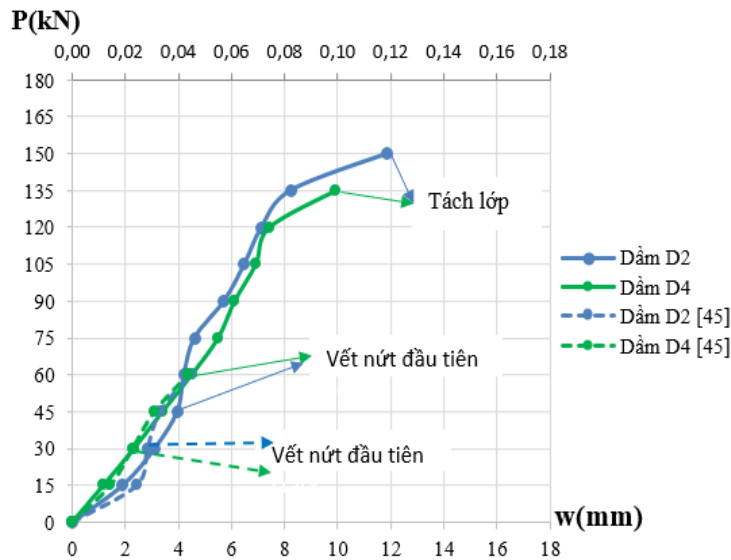
3.3.4.2. So sánh dầm D2, D3 với dầm D2 [45], D3[45]



Hình 3.37. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D2, D3, D2 [45] và D3 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D3 phục hồi đạt lên 120% theo cấp tải. Chuyển vị đứng tăng gấp 6,5 lần đối với dầm D3 [45] tương đương tăng 300%.

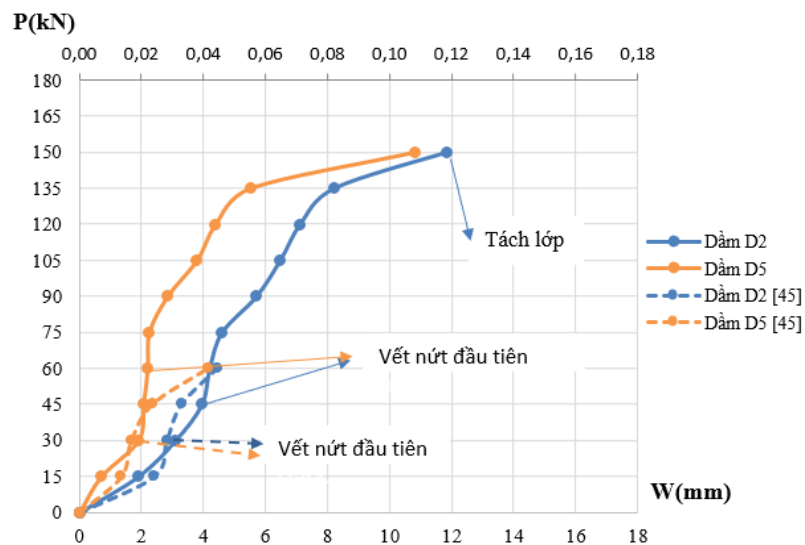
3.3.4.3. So sánh dầm D2, D4 với dầm D2 [45], D4[45]



Hình 3.38. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D2, D4, D2 [45] và D4 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D4 phục hồi đạt lên 100% theo cấp tải. Chuyển vị đứng tăng gấp 3.5 lần đối với dầm D4 [45] tương đương tăng 125%.

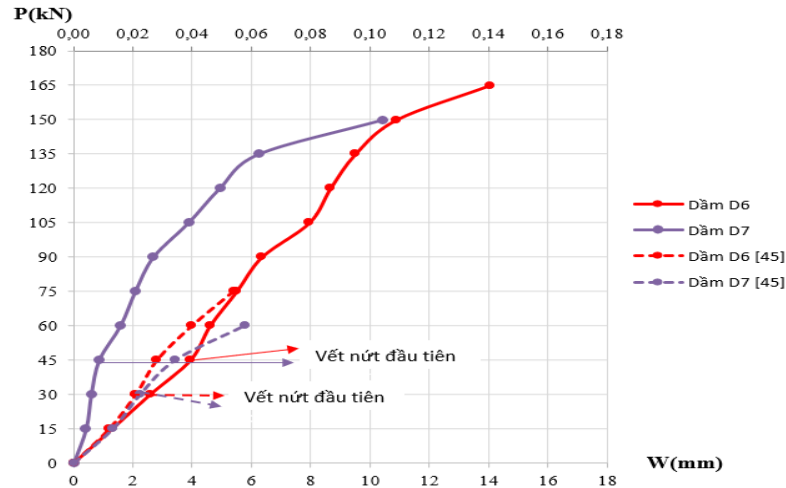
3.3.4.4. So sánh dầm D2, D5 với dầm D2 [45], D5[45]



Hình 3.39. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D2, D5, D2 [45] và D5 [45]

. Từ biểu đồ dầm D2, D5 có cấp tải gấp 2,2 lần dầm D2 [45] và dầm D5 [45] tương đương tăng 120%. Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì dầm D5 phục hồi đạt lên 120%. Chuyển vị đứng của dầm D5 gấp 0,5 lần đối với dầm D5 [45].

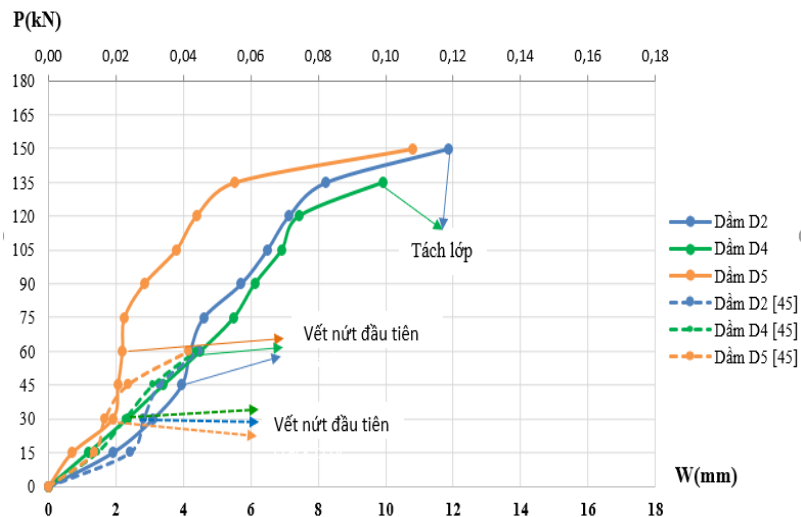
3.3.4.5. So sánh dầm D6, D7 với dầm D6 [45], D7[45]



Hình 3.40. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D6, D7, D6 [45] và D7 [45]

Vậy khi gia cường tăng diện tích 150% so với diện tích dầm ban đầu thì cả hai dầm phục hồi đạt lên 140% D6 và 120% D7. Chuyển vị đứng tăng gấp 6 lần đối với dầm D6 [45] và gấp 3 lần đối với dầm D7 [45].

3.3.4.5. So sánh dầm D2, D4, D5 với dầm D2 [45], D4 [45], D5[45]



Hình 3.41. Biểu đồ tải trọng chuyển vị đứng dầm D2, D4, D5, D2 [45], D4 [45] và D5 [45]

- Qua biểu đồ chuyển vị đứng 7 cây dầm được gia cố. Chuyển vị đứng đạt cấp tải lớn nhất là ở dầm D6 và chuyển vị thấp nhất dầm D5 nhưng vẫn đạt yêu cầu trong thiết kế gia cường. Tất cả các dầm sau khi gia cường phục hồi từ 100-140% so với ban đầu.

3.3.5. Quan sát sự bóc tách giữa vật liệu mới và cũ

- Từ các biểu đồ tải trọng biến dạng nén, kéo và chuyển vị đứng các dầm khi chịu tải đến cực đại sẽ bị phá hủy vật liệu và kết cấu tuy nhiên trước khi dầm bị phá hủy bê tông sẽ bị tách lớp. Nhưng qua thí nghiệm cho thấy quá trình tách lớp chỉ xuất hiện ở các dầm D2, D3, D4. Còn các dầm D1, D5, D6 và D7 không có bị tách lớp.

- Hiện tượng bóc tách lớp của dầm D2, D3, D4 theo từng cấp tải từ 15kN đến 165kN phản ánh rõ quá trình làm việc và phá hoại tiến triển của bê tông cốt thép dưới tác động của tải trọng tăng dần. Về bản chất, hiện tượng này chủ yếu xảy ra do ứng suất kéo vượt quá cường độ kéo của bê tông, kết hợp với sự trượt giữa cốt thép và lớp bê tông bảo vệ trong quá trình truyền lực.

- Ở cấp tải thấp (15 kN – 60 kN), các dầm chủ yếu làm việc trong miền đàn hồi. Bê tông chịu nén tốt, còn vùng kéo bắt đầu xuất hiện các vết nứt nhỏ tại mặt dưới dầm nơi chịu kéo lớn nhất. Tuy nhiên, các vết nứt này chưa phát triển đủ để gây ra bóc tách lớp. Đến cấp tải trung bình (75 kN – 120 kN), ứng suất tăng dần trong vùng kéo, các vết nứt dọc theo phương thẳng đứng hoặc xiên bắt đầu mở rộng và kéo dài. - Tại các cấp tải cao hơn (135 kN – 165 kN), khi dầm tiến gần đến giới hạn chịu tải, hiện tượng bóc tách trở nên rõ ràng. Bê tông tại vùng kéo bị tách lớp, đặc biệt tại vị trí gần gối hoặc giữa nhịp nơi mô men và lực cắt lớn nhất. Bê tông có thể bị phá hủy cục bộ xuất hiện hiện tượng trượt dọc theo mặt tiếp xúc giữa lớp bê tông bảo vệ và cốt thép do mất bám dính.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

- Từ nghiên cứu thực nghiệm gia cường dầm BTCT bằng phương pháp tăng tiết diện dầm cho thấy sự làm việc của các dầm sau khi gia cố đạt cấp tải rất cao so với các dầm bê tông có sử dụng mìn dừ một phần thay thế cát trong bê tông. Việc gia cường dầm bằng các phương pháp phù hợp giúp phục hồi và cải thiện đáng kể khả năng chịu lực của kết cấu.

- Từ các kết quả thí nghiệm so sánh qua biểu đồ tải trọng biến dạng nén, kéo và chuyển vị đứng các mẫu bê tông gia cố cao gấp 2 lần với các mẫu đầm bê tông có sử dụng mụn dừa và bê tông cốt thép.

- Nghiên cứu này cho thấy khi gia tải ở cấp tải cao vẫn chưa xuất hiện tách lớp bê tông, điều đó chứng tỏ liên kết tốt giữa bê tông mới và bê tông cũ. Việc xử lý tốt bề mặt tiếp xúc và chốt liên kết (tạo nhám, sử dụng vật liệu kết nối và vữa liên kết). Khi sử dụng các biện pháp xử lý bề mặt và kết dính hợp lý, sự liên kết giữa hai lớp bê tông được đảm bảo, chuyển lực diễn ra hiệu quả, giúp kết cấu làm việc như một khối đồng nhất.

II. Kiến nghị

- Việc nghiên cứu còn hạn chế về dụng cụ thí nghiệm dẫn đến việc phân tích vết nứt và tách lớp mang tính mô tả, chưa đo lường góc mở nứt, chiều rộng qua quan sát trực quan làm giảm độ chính xác.

- Chưa có đánh giá độ bền liên kết bê tông cũ – mới theo thời gian: Trong phương pháp tăng tiết diện, liên kết giữa lớp bê tông mới và cũ đóng vai trò cực kỳ quan trọng, nhưng chưa có dữ liệu theo thời gian dài (tải trọng lặp, mỏi, ăn mòn).

- Phân tích vết nứt và tách lớp mang tính mô tả: Mặc dù có nhiều hình ảnh, nhưng không đo lường góc mở nứt, chiều rộng vết nứt hay sử dụng hệ thống DIC để định lượng chuyển vị. Việc phân tích chỉ qua quan sát trực quan làm giảm độ chính xác của kết quả.

- Thời gian quan sát ngắn, không khảo sát bền mỏi: Thí nghiệm gia tải liên tục cho đến phá hoại nhưng không có đánh giá kéo dài (dưới tải trọng lặp, tải trọng chu kỳ, hay tác động môi trường âm). Do vậy, không rõ độ bền mỏi hay tuổi thọ thực tế của lớp gia cường sau một thời gian sử dụng.

- Thông số lực tác dụng chưa được thu từ cảm biến lực (loadcell) mà ghi nhận gián tiếp từ đồng hồ áp lực bơm dầu. Điều này có thể làm cho kết quả có sự sai số nhất định.

- Các đường cong các biểu đồ tải trọng – biến dạng chỉ thu được đến giai đoạn tải trọng cực đại, mà chưa thu được ở các giai đoạn sau.

- Kiến nghị hạn chế, chưa định hướng rõ ràng cho nghiên cứu tương lai: Chỉ đề xuất “cần có các nghiên cứu cao hơn và điều kiện thí nghiệm tốt hơn” mà không gợi ý cụ thể cách mở rộng .