

trị tải trọng thì độ võng thu được trên các dầm được gia cường D2 và D3 nhỏ hơn so với độ võng trên mẫu dầm không gia cường D1.

- Về tải trọng phá hoại dầm: Trên bảng 3 trình bày kết quả xác định tải trọng phá hoại các dầm thí nghiệm thu được từ thực nghiệm. Có thể nhận thấy kết quả tính toán lý thuyết theo tiêu chuẩn ACI và kết

quả thực nghiệm có sự sai lệch nhỏ. So với dầm không gia cường, tải trọng phá hoại dầm D3 tăng 40,5%. Tải trọng phá hoại dầm D3 lớn hơn so với dầm D2 là hoàn toàn phù hợp khi diện tích tấm CFRP gia cường dầm D3 lớn hơn so với dầm D2. Kết quả này một lần nữa cho thấy hiệu quả của vật liệu CFRP trong gia cường chịu uốn.

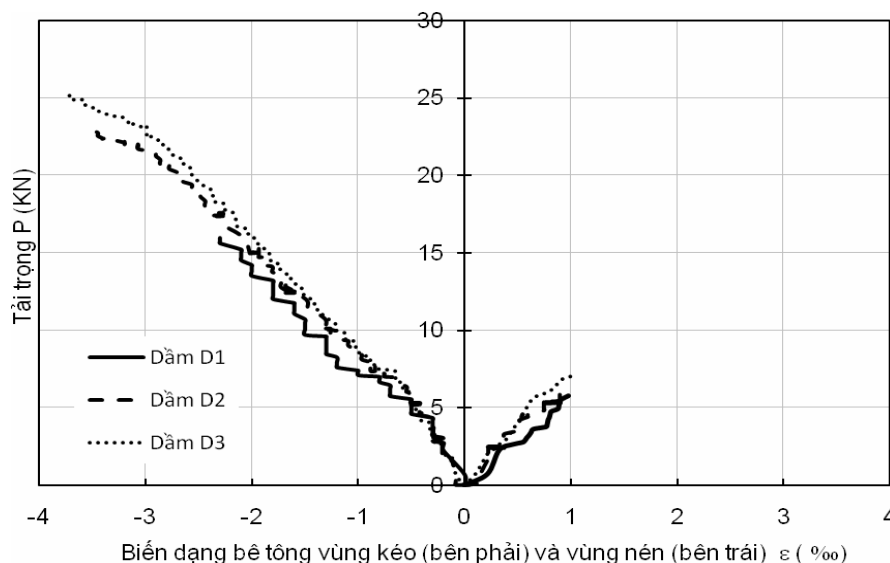
Bảng 4. Các đặc trưng cơ học của vật liệu CFRP sử dụng trong nghiên cứu

Dầm	Tải trọng phá hoại dầm theo thực nghiệm P_{ph} (KN)	Mức tăng khả năng chịu lực của dầm gia cường (%)
D1	18,5	-
D2	24,0	29,7%
D3	26,0	40,5%

3.2 Biến dạng bê tông vùng chịu kéo và chịu nén ở tiết diện giữa dầm

Trên hình 9 biểu diễn mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng với biến dạng bê tông vùng kéo (đồ thị bên phải) và biến dạng bê tông vùng nén (đồ thị bên trái) tại tiết diện giữa dầm. Đối với vùng chịu kéo, trước khi bê tông xuất hiện vết nứt, tương ứng với biến dạng tương đối khoảng 1‰, biến dạng kéo trên các dầm thí nghiệm gần như nhau. Điều này

cũng chứng tỏ ở giai đoạn trước khi dầm xuất hiện vết nứt đầu tiên thì tấm CFRP chưa tham gia làm việc. Với vùng bê tông chịu nén, biến dạng tương đối của bê tông vùng nén đo được ở thời điểm các mẫu dầm bị phá hoại lần lượt là 2,3 ‰, 3,5 ‰ và 3,8 ‰ đối với các dầm D1, D2 và D3. Có thể thấy, tấm CFRP tham gia chịu lực làm tăng khả năng làm việc bê tông vùng chịu nén của các mẫu dầm được gia cường.



Hình 9. Biểu đồ quan hệ tải trọng – biến dạng bê tông vùng kéo và vùng nén tại tiết diện giữa dầm

3.3 Cơ chế phá hủy dầm thí nghiệm

Mẫu dầm đối chứng D1 bị phá hoại dẻo (cốt thép chịu kéo bị chảy dẻo và bê tông vùng nén ở tiết diện giữa dầm bị nén vỡ) như minh họa trên hình 10a. Các dầm được gia cường D2 và D3 đều bị phá hoại khi tấm CFRP bị bong khỏi bề mặt bê tông dầm (hình 10b). Tại thời điểm này, theo kết quả trên hình 8 cốt thép chịu kéo đã bị chảy dẻo. Tấm CFRP bị bong làm cho bê tông vùng nén bị nén vỡ. Theo một số tài liệu [3, 4] đây là một trong

những cơ chế phá hủy của kết cấu dầm BTCT được gia cường bằng vật liệu composit. Ở thời điểm phá hoại, các tấm CFRP vẫn còn nguyên trạng, không bị đứt. Điều này cho thấy trong công tác gia cường dầm bằng vật liệu FRP, cần lưu ý việc xử lý bề mặt liên kết cũng như lựa chọn loại keo dán phù hợp. Đồng thời việc xác định diện tích tấm vật liệu gia cường hợp lý để phát huy hết khả năng làm việc của vật liệu này là vấn đề cần được tính toán kiểm tra.



a- Dầm không gia cường



Tấm CFRP bị bong khỏi bề mặt bê tông
b- Dầm gia cường

Hình 10. Hình ảnh phá hoại các mẫu dầm thí nghiệm

4. Kết luận

Kết quả thu được từ nghiên cứu có thể thấy:

- Phương pháp gia cường kết cấu dầm BTCT chịu uốn là phương pháp đơn giản, nhanh chóng và cho hiệu quả rõ rệt trong việc tăng sức kháng uốn của dầm BTCT;

- Ứng xử cơ học của các dầm BTCT không được gia cường và được gia cường chỉ cho thấy sự khác biệt sau khi dầm xuất hiện nứt. Điều này cho thấy muốn tăng hiệu quả gia cường cần có giải pháp để vật liệu gia cường CFRP làm việc ngay khi kết cấu chịu tải;

- Cả 02 dầm gia cường bằng vật liệu CFRP đều bị phá hoại do tấm CFRP bị bong khỏi bề mặt bê tông. Điều này cho thấy khả năng gia cường tăng sức kháng uốn của dầm không những phụ thuộc đặc tính cơ học của vật liệu CFRP mà còn phụ thuộc rất nhiều vào việc tăng độ bền của liên kết giữa tấm CFRP và bề mặt bê tông.

Qua nghiên cứu này có thể thấy ảnh hưởng của lớp keo liên kết và tình trạng bề mặt bê tông của kết cấu ở vùng gia cường cần được làm rõ để có thể nâng cao hiệu quả của việc gia cường. Bên cạnh đó, nghiên cứu về sự làm việc mới của kết cấu dầm bê

tông cốt thép sau gia cường cũng là vấn đề được đặt ra để có đánh giá tổng thể về sự làm việc bền vững của việc gia cường bằng vật liệu CFRP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TRỊNH PHƯƠNG THẢO (2014), Nghiên cứu sự làm việc của dầm BTCT gia cường bằng vật liệu CFRP, *Luận văn Thạc sĩ, Đại học Xây dựng*.
2. NGUYỄN HÙNG PHONG (2014), Nghiên cứu thực nghiệm về gia cường kháng cắt cho dầm bê tông cốt thép bằng tấm sợi thủy tinh, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 3-2014, Viện Khoa học công nghệ xây dựng.
3. ACI 440.2R-08, Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structure, *American Concrete Institute*, 2008.
4. FIB, Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures, *Bulletin No.14, Task Group 9.3, Fédération Internationale du Béton*, 2001.
5. ISIS M04, Externally Bonded FRP for Strengthening Reinforced Concrete Structures, *The Canadian Network of Centres of Excellence on Intelligent Sensing for Innovative Structures*, Winnipeg, MB, Canada, 2001.

Ngày nhận bài: 8/01/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 4/02/2015.