

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM UỐN DẦM BÊ TÔNG CỐT THANH SỢI THỦY TINH

Phạm Thị Loan

Khoa Xây dựng

Email: loanpt80@dhhp.edu.vn

Trịnh Duy Thành

Khoa Xây dựng

Email: thanh@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 21/7/2017

Ngày PB đánh giá: 10/11/2017

Ngày duyệt đăng: 18/11/2017

TÓM TẮT

Việc ứng dụng cốt thanh sợi thủy tinh (GFRP) thay thế cốt thép trong kết cấu bê tông đã được nhiều nước nghiên cứu và ứng dụng cho kết cấu công trình. Sự làm việc của kết cấu có cốt GFRP khác với sự làm việc của cốt thép thông thường nên cần có những nghiên cứu thực nghiệm để kiểm chứng lý thuyết tính toán. Nghiên cứu làm rõ sự làm việc của cấu kiện chịu uốn thông qua nghiên cứu thực nghiệm để góp phần vào sự phát triển ứng dụng thanh sợi thủy tinh rộng rãi hơn trong lĩnh vực xây dựng của Việt Nam.

Từ khóa: cấu kiện dầm; chịu uốn; thanh sợi thủy tinh; cốt thép; bê tông.

EXPERIMENTAL STUDY ON FLEXURAL BEHAVIOR OF GFRP REINFORCED CONCRETE BEAMS

ABSTRACT

Using glass fiber reinforced polymer (GFRP) as internal reinforcement has been investigated and become popular in the construction field worldwide. Structural behavior of GFRP reinforced concrete beams is different from that of concrete beam with reinforcements. Therefore, experimental studies have a significant role in order to illuminate the theory. This study brings an incisive view to flexural behavior of concrete beams with GFRP as reinforcements. The results of the investigation contribute to the development of widely applying GFRP to the construction field in Vietnam.

Key words: beam; flexural behavior; glass fiber reinforced polymer; reinforcement; concrete.

1. GIỚI THIỆU

Giữa thế kỷ 19 bê tông cốt thép (BTCT) đã được phát minh và ảnh hưởng lớn

đến sự phát triển của các dạng kết cấu. Từ đó, BTCT trở thành một dạng vật liệu phổ biến, phần lớn các kết cấu công trình được

tạo nên từ vật liệu phức hợp này. Kết cấu BTCT kết hợp được rất nhiều ưu điểm của cả 2 loại vật liệu là bê tông và cốt thép như khả năng chịu nén, chịu uốn, chịu lửa... rất tốt [1]. Tuy nhiên, kết cấu BTCT sau một thời gian khai thác và sử dụng chịu tải trọng công trình các vết nứt xuất hiện với bề rộng và mật độ lớn dẫn đến cốt thép bị ăn mòn làm cho kết cấu bị suy giảm khả năng chịu lực. Vì vậy, cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật con người luôn tìm kiếm những vật liệu xây dựng mới, các kết cấu mới để thay thế dần dần kết cấu BTCT.

Trong đó sợi thủy tinh là một vật liệu mới có nhiều đặc tính ưu việt như cường độ chịu kéo lớn hơn thép nhiều lần, trọng lượng nhẹ lại không bị gỉ, ăn mòn [2]. Việc ứng dụng cốt thanh sợi thủy tinh (GFRP) thay thế cốt thép trong kết cấu bê tông đã được nhiều nước nghiên cứu và ứng dụng cho kết cấu công trình. Sự làm việc của kết cấu có cốt GFRP khác với sự làm việc của cốt thép thông thường do sợi thủy tinh là vật liệu không đẳng hướng, không có sự chảy dẻo... nên cần có những nghiên cứu thực nghiệm để kiểm tính lý thuyết tính toán. Việc nghiên cứu về cấu kiện dầm sử dụng cốt thanh sợi thủy tinh đã được nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới thực hiện [3,7]. Kết quả cho thấy, dầm bê tông cốt GFRP có ứng xử chịu uốn đáp ứng các yêu cầu thiết kế đồng thời cho phép độ rộng vết nứt lớn hơn do tính không bị ăn mòn của thanh GFRP. Tuy nhiên, tại Việt Nam, việc sử dụng cốt GFRP thay thế cốt thép hiện vẫn còn là một bước chuyển biến mới và số nghiên cứu thực nghiệm trong nước về ứng xử của thanh GFRP trong các cấu kiện kết

cấu còn khá hạn chế [8]. Vì vậy, nghiên cứu ứng xử chịu uốn của bê tông cốt thanh sợi thủy tinh bằng thực nghiệm là một nghiên cứu có ý nghĩa và cần thiết cho việc phát triển ứng dụng thanh GFRP trong lĩnh vực kết cấu công trình.

Do đó mục tiêu hướng đến của nghiên cứu là làm rõ ứng xử chịu uốn của cấu kiện dầm bê tông cốt thanh sợi thủy tinh và góp phần thúc đẩy phát triển ứng dụng kết cấu bê tông cốt thanh sợi thủy tinh rộng rãi hơn trong lĩnh vực xây dựng trong điều kiện Việt Nam.

2. Ý NGHĨA

Tiêu chuẩn thiết kế dầm bê tông cốt thanh sợi thủy tinh 440.1R.2006 [9] phù hợp với điều kiện vật liệu của Việt Nam thông qua kết quả thí nghiệm. Bên cạnh ý nghĩa lý luận đó, nghiên cứu đã làm rõ sự khác biệt trong ứng xử chịu uốn của cấu kiện dầm so với dầm bê tông cốt thép thông thường. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng trong việc ứng dụng thanh GFRP đối với các cấu kiện làm việc không đòi hỏi yêu cầu về độ dẻo.

3. THÍ NGHIỆM DẦM BÊ TÔNG CỐT THANH SỢI THỦY TINH

3.1. Thiết kế cấu kiện dầm thí nghiệm

Dầm thí nghiệm được thu nhỏ theo tỉ lệ 1/4 so với dầm nguyên mẫu thông thường, có kích thước nhịp dầm 1,4m; kích thước tiết diện với chiều rộng là 100mm và chiều cao là 180mm. Thiết kế dầm bê tông cốt thanh GFRP theo ACI 440.1R.2006 [9]. Các thông số về vật liệu và kết quả tính toán như các bảng sau:

Bảng 1. Đặc trưng thanh GFRP và bê tông B20

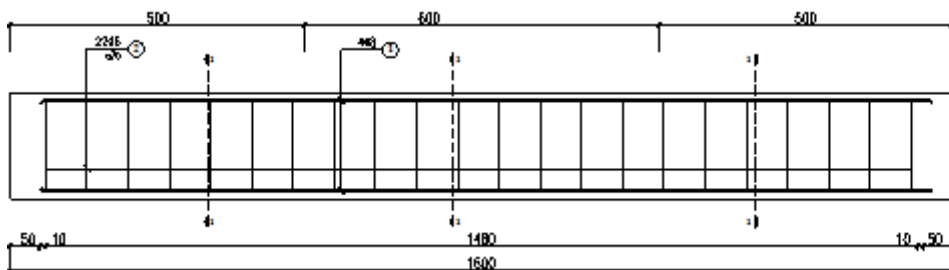
Bê tông B20		Thép GFRP8				
f'_c (Mpa)	E_c (Mpa)	f^*_{fu} (Mpa)	e^*_{fu}	E_f (Gpa)	f_{fu} (Mpa)	e_{fu}
20	24	594	0,02	46	415	0,14

Bảng 2. Bố trí thanh GFRP cho dầm

Lớp	Ký hiệu thanh	Mẫu S1	Mẫu S2	Mẫu S3
Lớp trên (thanh)	GFRP8	2	2	2
Lớp dưới (thanh)	GFRP8	2	3	4

Bảng 3. Khả năng chịu uốn của dầm bê tông cốt GFRP

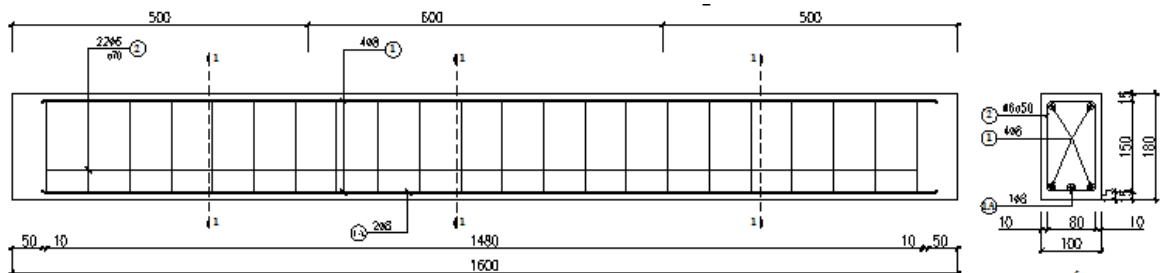
Mẫu	b (mm)	h (mm)	A_f (mm ²)	ρ_{fb}	ρ_f	f_f (Mpa)	β_1	a (mm)	M_n (kNm)
S1	100	180	66,32	0,0047	0,0041	444,19	0,85	11,92	4,39
S2	100	180	99,48	0,0047	0,0062	357,21	0,85	17,87	5,55
S3	100	180	132,64	0,0047	0,0082	305,43	0,85	23,83	6,04



DẦM S1

MẶT CẮT 1-1

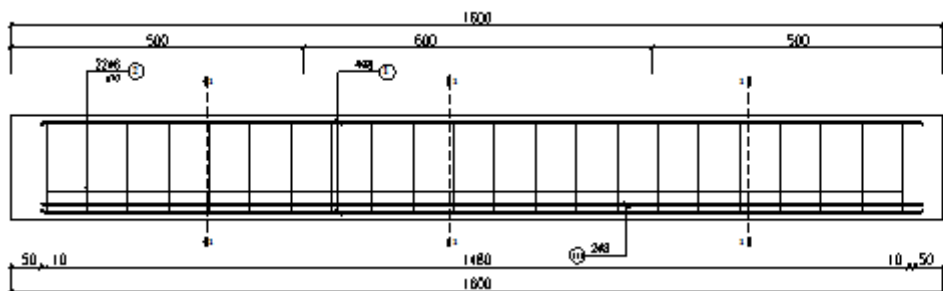
Hình 1. Cấu tạo thép dầm S1



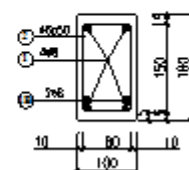
DẦM S2

MẶT CẮT 2-2

Hình 2. Cấu tạo thép dầm S2



DÀM S3



MẶT CẮT 3-3

Hình 3. Cấu tạo thép dầm S3

3.2. Chế tạo dầm thí nghiệm

Mỗi một loại dầm S₁, S₂; S₃ được chế tạo 3 mẫu thí nghiệm. Các mẫu dầm này

được chế tạo tại Xưởng thực hành – Trường Đại học Hải Phòng theo trình tự thi công như các hình ảnh sau:

Buộc cốt thép dầm



Cốp pha dầm



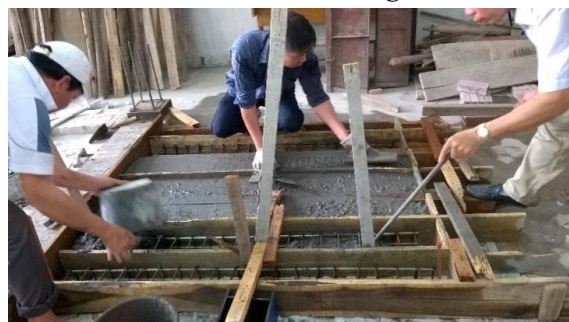
Cố định cốt thép và cốp pha



Trộn bê tông



Đổ và đầm bê tông



Dầm hoàn thiện

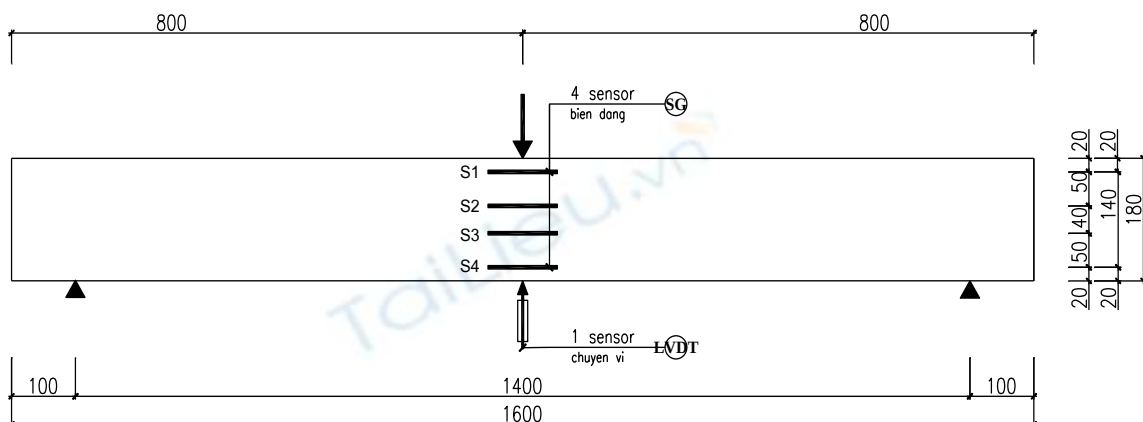


3.3. Thiết bị đo biến dạng và độ võng

Cấu kiện dầm thí nghiệm là dầm đơn giản, do vậy chọn tiết diện dưới điểm đặt lực (tiết diện giữa nhịp dầm) là tiết diện có độ võng và biến dạng lớn nhất trên toàn dầm để tiến hành đo độ võng và biến dạng.

Vị trí đồng hồ đo độ võng và sensor đo biến dạng của tiết diện giữa nhịp dầm được thể hiện như Hình 5. Như vậy, dùng 01 đồng hồ đo độ võng và 04 sensor biến dạng cho một dầm thí nghiệm

Hình 5. Sơ đồ vị trí đồng hồ đo độ võng và các sensor đo biến dạng



3.4. Qui trình thí nghiệm.

Sau khi các dầm được đúc ngày 10/4/2017, được dưỡng hộ trong điều kiện tự nhiên tại Xưởng thực hành, trường Đại học Hải Phòng. Ngày 12/5/2017 các dầm được chuyển tới Nhà Xưởng thí nghiệm.

Theo tiêu chuẩn TCVN 9374:2012 “Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn – Phương pháp thí nghiệm gia tải tĩnh để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt”[10], tiến hành thí nghiệm các dầm bằng phương thức gia tải tĩnh. Căn cứ khả năng chịu lực theo tính toán của các dầm, việc gia tải cho các dầm được cho trong bảng.

Bảng 4. Tải trọng thí nghiệm

Dầm thí nghiệm	$P_{max}(kN)$
S1	11

S2	14
S3	15

4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

4.1. Dạng phá hoại

Kết quả dạng phá hoại của các dầm thí nghiệm dựa vào quan sát sự hình thành và phát triển các khe nứt trên dầm, sự nén bê tông miền trên và biến dạng của cốt thép miền dưới khi tải trọng được tăng dần tới giá trị lớn nhất theo thiết kế. Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, dầm được coi bị phá hoại khi xảy ra một trong hai tình huống sau:

- Bê tông miền trên bị ép vỡ.
- Cốt thép miền dưới bị kéo đứt.



(a) Dầm S1



(b) Dầm S2



(c) Dầm S3

Hình 6. Dạng phá hoại của các dầm

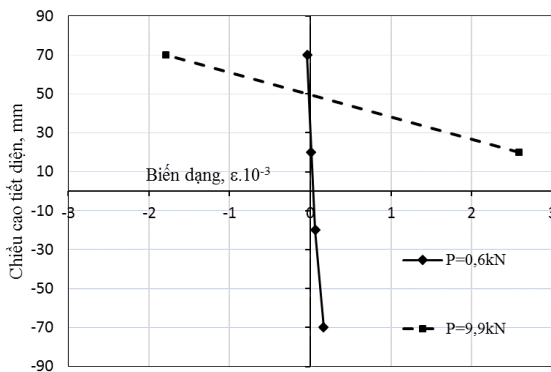
Dầm S1 phá hoại do đứt thanh GFRP trong miền bê tông chịu kéo, trong khi bê tông vùng nén cũng bắt đầu bị ép vỡ như Hình (a). Dầm S2 và S3 có dạng phá hoại tương tự nhau do miền bê tông chịu nén bị ép vỡ. Các vết nứt thẳng góc chủ yếu tập trung gần khu vực điểm đặt tải, các vết nứt lan rộng vào phía gối tựa có xu hướng

xiên theo chiều hội tụ về điểm đặt lực như Hình (b, c).

Có thể nhận thấy, vùng bê tông mặt dưới của các dầm cốt thanh GFRP các vết nứt của vùng bê tông chịu kéo có bề rộng tương đối nhỏ. Tuy nhiên, vùng bê tông mặt trên của các dầm S khi ở trạng thái phá hoại cuối cùng bị ép vỡ nhiều và sâu.

4.2. Biến dạng của bê tông

a) Dầm S1



b) Dầm S2

