

GIA CƯỜNG CẤU KIỆN DẦM GEOPOLYMER BẰNG CFRP

STRENGTHENING GEOPOLYMER BEAM WITH CFRP

KS.Nguyễn Minh Tuấn¹, PGS.TS Phan Đức Hùng²

¹Học viên cao học, Trường ĐH sư phạm kỹ thuật TP.HCM

² Trường ĐH sư phạm kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Hiện nay, các công trình xây dựng đang phát triển ngày càng nhiều, kèm theo đó là vấn đề ô nhiễm môi trường do sản xuất xi măng đang là vấn đề cấp thiết cần được giảm thiểu. Mặt khác, các công trình xây dựng hiện hữu có nhiều sự cố xảy ra như nứt, cong vênh dầm, sàn, cột hoặc do nhu cầu thay đổi công năng của công trình nên ta thực hiện các biện pháp gia cường trên cấu kiện cần thiết. Bài báo này nghiên cứu về khả năng chịu lực của dầm Geopolymer gia cường tấm CFRP và đồng thời xem xét đến khả năng làm việc chung của tấm gia cường CFRP và dầm Geopolymer.

Từ khóa: tấm CFRP; dầm Geopolymer; khả năng chịu lực; gia cường; ô nhiễm môi trường.

ABSTRACT

Portland cement is known as the main material of concrete which is the most important material for building construction. Nowadays, the development of infrastructure led to the requirement of the tremendous amount of Portland cement for concrete production. However the cement manufacture is also one of the main causes for environment pollution. Moreover, some phenomena such as cracking, warping, girder, floor, column occurred in the existing buildings and the need to change the function of the building requires of strengthen on the building structure. This paper on the strength of Geopolymer beam reinforcement CFRP sheet, on the other hand, the joint capabilities between CFRP reinforcement and Geopolymer beam was also studied.

Keywords: CFRP sheet; Geopolymer beam; reinforcement; environment pollution.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay các sự cố thường xuyên xảy ra trong các công trình xây dựng như dầm bị cong vênh, nứt, khả năng chịu lực của dầm không đủ hoặc do việc thay đổi công năng của công trình. Vì vậy cần có các biện pháp hữu hiệu để giải quyết các vấn đề trên. Gia cường là một biện pháp khả thi để giải quyết các vấn đề trên.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1 Bê tông Geopolymer

2.2 Vật liệu gia cường CFRP

Khái niệm “Geopolymer” được đưa ra vào những năm 1970 bởi nhà khoa học Pháp giáo sư Joseph Davidovits [1]. Đây là một loại vật liệu rắn tổng hợp được nhờ phản ứng hóa học giữa aluminosilicate dạng bột với dung dịch Alkali. Vật liệu aluminosilicate được sử dụng là những nguyên liệu có chứa các oxit của silic, nhôm,... Từ phế phẩm công nghiệp nhiệt điện là tro bay, cát đá, dung dịch Alkali và quá trình polymer hóa của dung dịch kiềm và thủy tinh lỏng tạo thành bê tông Geopolymer.

Bảng 1. Các đặc trưng cơ học của vật liệu CFRP sử dụng trong nghiên cứu.

Các đặc trưng cơ bản của vật liệu CFRP	Thông số
Cường độ chịu kéo cực hạn theo phương của sợi	986 (MPa)
Độ giãn dài cực hạn	1,0%
Mô đun đàn hồi	85,8 (GPa)

3. Chương trình thí nghiệm

Đúc mẫu đầm có kích thước 200x300x3300mm sau đó tiến hành dưỡng hộ nhiệt cho đầm ở nhiệt độ 90°C trong 12 giờ. Tiếp tục dưỡng hộ đầm trong điều kiện thường trong vòng 7 ngày mới thực hiện gia

cường tấm CFRP lên mẫu đầm đã được đúc. Việc gia cường tiến hành bằng cách pha dung dịch keo Epoxy với tỉ lệ thích hợp, chia tấm CFRP thành các kích thước phù hợp với vị trí cần gia cường. Tiến hành quét keo Epoxy lên bề mặt gia cường và tấm CFRP sau đó dán tấm CFRP vào vị trí cần gia cường.

4. Kết quả nghiên cứu đầm Geopolymer không gia cường**Bảng 2.** Kết quả thí nghiệm đầm Geopolymer cấp phối 1 và 2 không gia cường.[2]

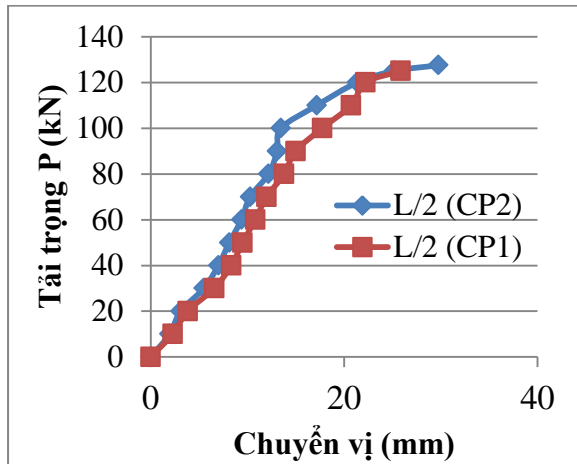
P (kN)	Cấp phối 1 dán 2 lớp CFRP			Cấp phối 2 dán 2 lớp CFRP		
	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 ($\mu\epsilon$)	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 ($\mu\epsilon$)
0	0	0	0	0	0	0
10	1.835	2.03	76.31	1.89	2.035	92.73
20	2.745	3.2	109.16	2.94	3.325	663.64
30	3.685	4.51	366.11	3.87	4.685	1483.77
40	4.69	5.95	1048.11	4.825	6.135	1887.56
50	5.775	7.505	1637.37	5.815	7.61	2125.2
60	6.825	9.02	2137.76	6.78	9.06	2491.31
70	7.83	10.505	2606.27	7.76	10.52	2837.14
80	8.79	12.045	3359.75	8.765	12.04	3688.19
90	11.05	16.195		12.3	18.885	
100	18.26	30.24		16.505	27.475	

5. Đầm Geopolymer gia cường 1 lớp CFRP**Bảng 3.** Kết quả thí nghiệm đầm Geopolymer gia cường 1 lớp CFRP

P (kN)	Cấp phối 1 dán 1 lớp CFRP			Cấp phối 2 dán 1 lớp CFRP		
	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 ($\mu\epsilon$)	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 ($\mu\epsilon$)
0	0	0	0	0	0	0
10	1.93	2.26	149.16	1.64	1.95	129.95
20	2.73	3.81	346.56	2.56	3.09	245.69
30	4.08	6.56	599.42	3.94	5.49	477.51
40	5.07	8.33	880.06	4.58	6.99	813.49
50	5.87	9.49	1189.69	5.41	8.12	1096.56
60	6.69	10.82	1462.6	6.23	9.38	1308.62
70	7.86	11.98	1572.22	7.16	10.27	1439.99
80	8.95	13.8	1663.49	7.81	12.18	1567.51
90	10.05	14.98	1804.99	8.73	13.07	1723.03

100	11.29	17.72	1920.26	9.89	13.46	1797.38
110	12.21	20.71	2155.85	11.57	17.17	1983.24
120	15.53	22.21	2472.62	14.12	21.34	2210.63
125.07	17.67	25.83	3102.99	16.84	25.19	2790.77
127.55				18.14	29.74	3262.64

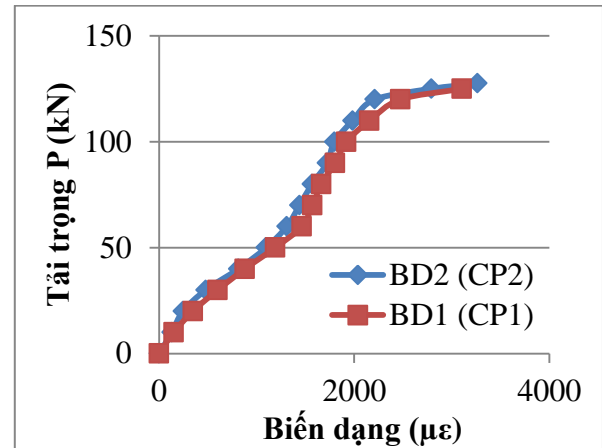
5.1. Chuyển vị của dầm tại vị trí L/2



Hình 1. Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer gia cường 1 lớp CFRP.

Kết quả thu được từ thực nghiệm cho thấy chuyển vị tại vị trí L/2 của dầm gia cường 1 lớp CFRP dầm đúc ở cấp phối 2 nhỏ hơn dầm được đúc bởi cấp phối 1 khoảng 13.7%. Khi tải trọng lớn thì dầm đúc bởi cấp phối 1 có xu hướng chuyển vị lớn hơn so với dầm được đúc bởi cấp phối 2.

5.2. Biến dạng của dầm tại vị trí L/2



Hình 2. Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer gia cường 1 lớp CFRP.

Tương tự biến dạng tại vị trí L/2 của dầm gia cường 1 lớp CFRP dầm đúc ở cấp phối 2 nhỏ hơn dầm được đúc bởi cấp phối 1 khoảng 11%. Khi tải trọng lớn thì dầm đúc bởi cấp phối 1 có xu hướng xảy ra biến dạng tại vị trí L/2 lớn hơn so với dầm được đúc bởi cấp phối 2.

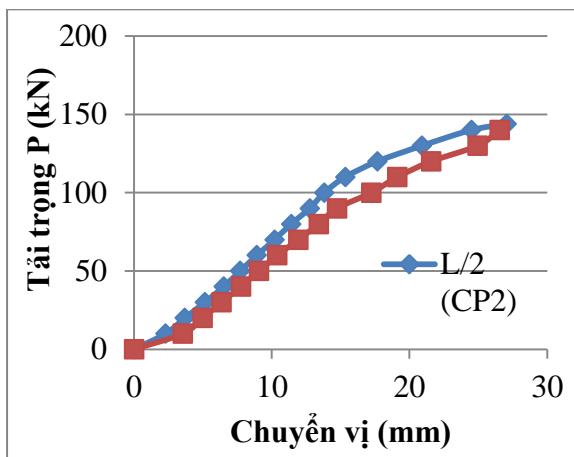
6. Dầm Geopolymer gia cường 2 lớp CFRP

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm dầm Geopolymer gia cường 2 lớp CFRP.

P (kN)	Cấp phối 1 dán 2 lớp CFRP			Cấp phối 2 dán 2 lớp CFRP		
	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 (με)	CV - L/4 (mm)	CV - L/2 (mm)	BD - L/2 (με)
0	0	0	0	0	0	0
10	1.91	3.55	150.7	1.58	2.29	129.95
20	2.69	4.98	350.66	2.5	3.69	242.5
30	3.6	6.36	596.02	3.46	5.14	460.86
40	4.55	7.76	856.84	4.42	6.51	774.38
50	5.47	9.08	1096.41	5.26	7.71	987.91
60	6.36	10.41	1324.39	6.09	8.92	1203.36
70	7.33	11.93	1463.49	6.95	10.21	1325.58
80	8.25	13.41	1565.89	7.77	11.41	1456.49

90	9.13	14.74	1753.29	8.66	12.76	1604.79
100	10.14	17.24	1787.1	9.46	13.81	1626.93
110	11.22	19.12	1986.1	10.41	15.34	1862.64
120	12.55	21.59	2241.12	11.48	17.68	2041.31
130	14.25	24.96	3004.26	13.11	20.92	2687.6
140	16.5	26.56	3609.94	15.02	24.51	3079.8
143.87				16.65	27.08	3833.09

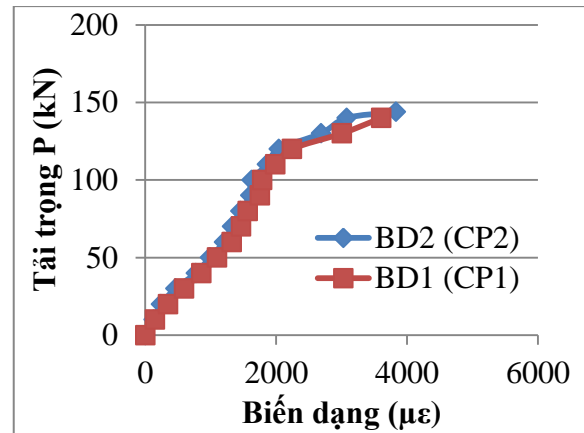
6.1. Chuyển vị của dầm tại vị trí L/2



Hình 3. Biểu đồ quan hệ giữa lực và chuyển vị tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer gia cường 2 lớp CFRP.

Kết quả thu được từ thực nghiệm cho thấy chuyển vị tại vị trí L/2 của dầm gia cường 2 lớp CFRP dầm đúc ở cấp phối 2 nhỏ hơn dầm đúc bởi cấp phối 1 khoảng 18%. Khi tải trọng lớn thì dầm đúc bởi cấp phối 1 có xu hướng chuyển vị lớn hơn so với dầm đúc bởi cấp phối 2.

6.2. Biến dạng của dầm tại vị trí L/2

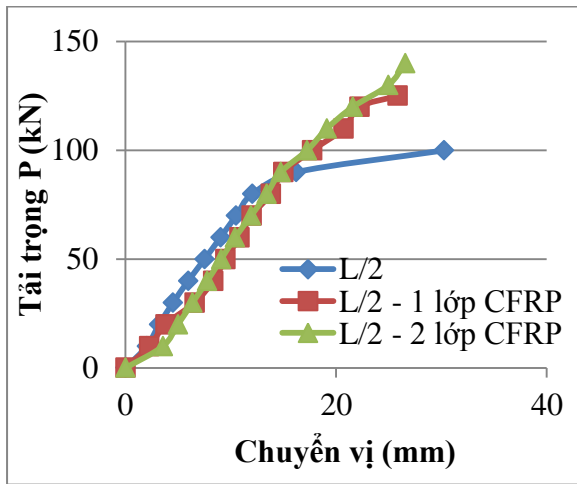


Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer gia cường 2 lớp CFRP.

Kết quả thu được từ thực nghiệm cho thấy biến dạng tại vị trí L/2 của dầm gia cường 2 lớp CFRP dầm đúc ở cấp phối 2 nhỏ hơn dầm đúc bởi cấp phối 1 khoảng 12%. Khi tải trọng lớn thì dầm đúc bởi cấp phối 1 có xu hướng xảy ra biến dạng tại vị trí L/2 lớn hơn so với dầm đúc bởi cấp phối 2.

7. Dầm Geopolymer (cấp phối 1) không gia cường và gia cường CFRP

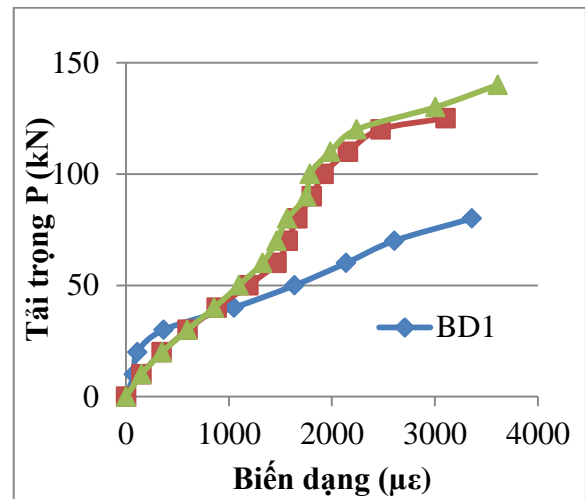
7.1. Chuyển vị của dầm tại vị trí L/2



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa lực và chuyển vị tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

Chuyển vị của dầm Geopolymer tại vị trí L/2 không gia cường và gia cường khi lực tác dụng dưới 80 kN gần như tương đương nhau. Khi lực tác dụng vào dầm bằng 90 kN thì dầm không gia cường CFRP có chuyển vị lớn hơn dầm gia cường 1 lớp CFRP là 8.12% và dầm gia cường 2 lớp CFRP là 9.87%. Khi lực tác dụng vào dầm đạt 100 kN thì dầm không gia cường có chuyển vị lớn và bị phá hoại, dầm không gia cường có chuyển vị lớn hơn dầm gia cường 1 lớp CFRP là 70.65% và dầm gia cường 2 lớp CFRP là 75.41%.

7.2. Biến dạng của dầm tại vị trí L/2



Hình 6. Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

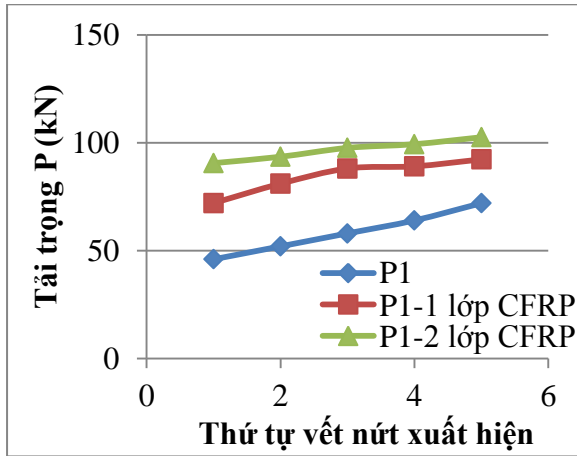
Từ biểu đồ cho thấy biến dạng tại vị trí L/2 của dầm gia cường 2 lớp CFRP phát triển chậm theo cấp tải trọng. Dầm không gia cường có biến dạng lớn khi tải trọng chỉ đạt 80 kN trong khi đó dầm có gia cường vẫn giữ ở mức biến dạng cho phép trong khả năng làm việc của dầm.

7.3. Tải trọng xuất hiện vết nứt và tách lớp của dầm Geopolymer

Bảng 5: Tải trọng xuất hiện vết nứt của dầm Geopolymer cấp phối 1.

Thứ tự vết nứt	Cấp phối 1			Cấp phối 2		
	P1 (kN)	P1-1 lớp CFRP (kN)	P1-2 lớp CFRP (kN)	P2 (kN)	P2-1 lớp CFRP (kN)	P2-2 lớp CFRP (kN)
1	46	72.04	90.56	46	78.56	90.8
2	52	81.03	93.52	51	84.3	95.38

3	58	88.08	97.63	57	91.12	101.07
4	64	89.07	99.34	64	97.33	102.18
5	72	92.29	102.56	72	99.43	106.62
Tách lớp		121.11	124.2		121.93	124.8

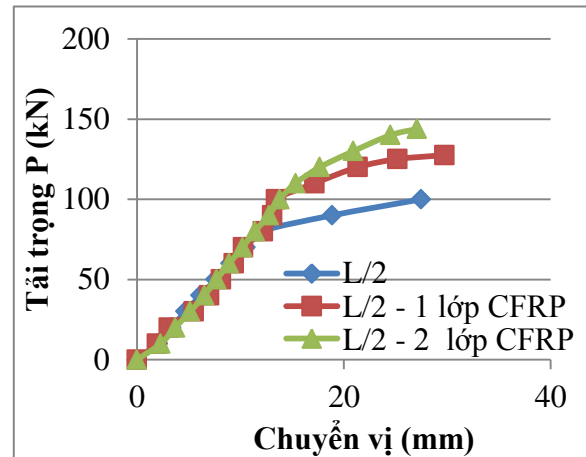


Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa lực và thứ tự vết nứt xuất hiện của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

Dầm Geopolymer gia cường càng nhiều lớp CFRP thì tải trọng tác dụng vào dầm để gây ra sự xuất hiện của các vết nứt càng lớn. Dầm gia cường 1 lớp CFRP lực tác dụng để gây ra vết nứt lớn hơn dầm không gia cường khoảng 46.3%. Lực tác dụng lên dầm gia cường 2 lớp CFRP gây ra vết nứt lớn hơn dầm không gia cường khoảng 68.5%. Điều đó cho ta thấy khả năng làm việc và chịu tải trọng của dầm gia cường CFRP tăng lên đáng kể.

8. Dầm Geopolymer (cấp phối 2) không gia cường và gia cường CFRP

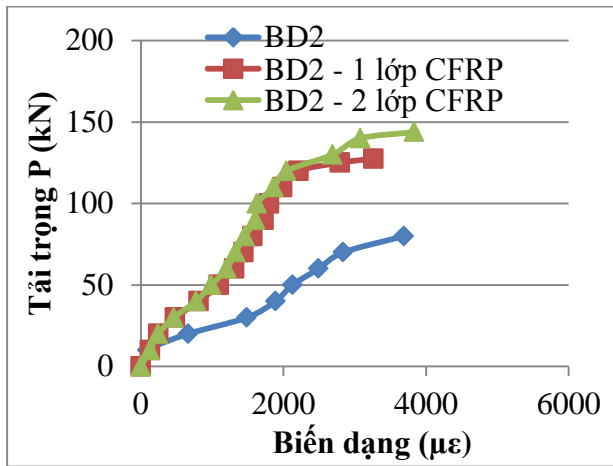
8.1. Chuyển vị của dầm tại vị trí L/2



Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa lực và chuyển vị tại vị trí L/2 của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

Chuyển vị của dầm tại vị trí L/2 của cấp phối 2 đối với dầm Geopolymer có gia cường và không gia cường khi lực tác dụng vào dầm nhỏ hơn 80kN gần như tương đương với nhau. Nhưng khi lực tác dụng vào dầm đạt 90kN thì dầm không gia cường có chuyển vị rất lớn trong khi đó dầm gia cường chỉ chuyển vị nhỏ. Tại lúc này dầm Geopolymer không gia cường CFRP có chuyển vị lớn hơn dầm gia cường 1 lớp CFRP 44.5% và dầm gia cường 2 lớp CFRP là 48%. Khi lực tác dụng lên 100kN thì dầm Geopolymer không gia cường bị phá hủy và có chuyển vị lớn hơn dầm gia cường 1 lớp CFRP là 104.1% và dầm gia cường 2 lớp CFRP là 99%.

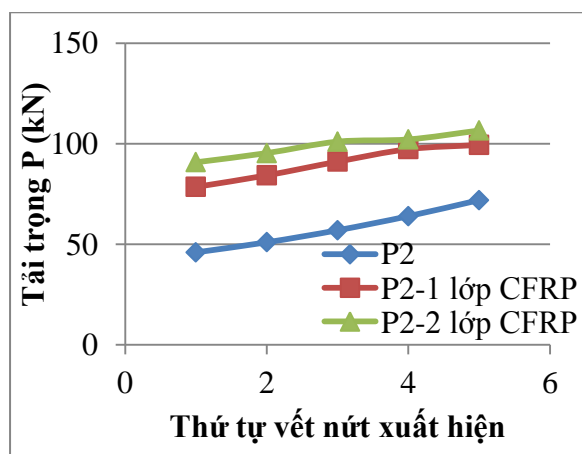
8.2. Biến dạng của dầm tại vị trí L/2



Hình 9. Biểu đồ quan hệ giữa lực và biến dạng tại vị trí $L/2$ của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

Từ biểu đồ cho thấy dầm CFRP gia cường có biến dạng nhỏ hơn rất nhiều khi tải trọng tác dụng vào dầm Geopolymer tăng dần. Dầm Geopolymer không gia cường CFRP có biến dạng lớn hơn dầm gia cường 1 lớp CFRP 112.6% và lớn hơn dầm gia cường 2 lớp CFRP 125.02%. Từ đó cho thấy dầm Geopolymer có gia cường CFRP có khả năng chống lại biến dạng vượt trội so với dầm Geopolymer không gia cường CFRP.

8.3. Tải trọng xuất hiện vết nứt và tách lớp của dầm Geopolymer



Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa lực và thứ tự vết nứt xuất hiện của dầm Geopolymer không gia cường, gia cường 1 và 2 lớp CFRP.

Tương tự đối với dầm ở cấp phối 1, dầm Geopolymer gia cường 1 lớp CFRP có tải trọng xuất hiện vết nứt lớn hơn dầm không gia cường CFRP khoảng 57.22%. Dầm Geopolymer gia cường 2 lớp CFRP có tải trọng xuất hiện vết nứt lớn hơn khoảng 73.9% so với dầm không gia cường. Vì vậy, tấm CFRP gia cường làm giảm khả năng xuất hiện trên dầm Geopolymer đáng kể. Đối với dầm khi gia cường một lớp CFRP thì vết nứt đầu tiên xuất hiện ở cấp tải trọng gần như gấp đôi khi tác dụng vào dầm.

9. Kết luận

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, khả năng chịu lực của dầm Geopolymer gia cường hai lớp CFRP lớn hơn dầm không gia cường 43.87% và dầm gia cường một lớp CFRP lớn hơn dầm không gia cường 27.55% so với dầm không gia cường. Điều đó cho thấy dầm gia cường càng nhiều lớp thì có khả năng chịu lực tốt hơn dầm không gia cường. Tương tự với khả năng chịu lực tốt hơn của dầm gia cường với không gia cường thì khả năng chống lại chuyển vị và biến dạng của dầm gia cường tại các vị trí $L/4$ và $L/2$ cũng tốt hơn dầm không gia cường.

Tải trọng tác dụng vào dầm để làm cho tấm gia cường CFRP bị tách ra khỏi dầm sơ với tổng lực gây phá hoại dầm đạt khoảng 95.6% ở dầm được gia cường một lớp CFRP và 86.7% ở dầm gia cường hai lớp CFRP. Điều đó cho thấy khi gia cường CFRP vào dầm Geopolymer thì khả năng làm việc chung của dầm và tấm gia cường tương đối tốt.

Từ những nghiên cứu của luận văn, các công trình đang được xây dựng hay có thể áp dụng cấu kiện dầm gia cường vào chuyển đổi mục đích sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Davidovits J., “*Process for the fabrication of sintered panels and panels resulting from the application of this process*”, 1972.

[2] Luận văn thạc sĩ Nguyễn Đức Hoàn, chương 4, trang 48 – 56.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: **Nguyễn Minh Tuấn.**

Đơn vị: Công ty TNHH TV – TK – XD Kim Hưng Thịnh.

Điện thoại: 0938213797.

Email: minhluanpcx11@gmail.com

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SĨ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn



Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.