Transport and Communications Science Journal

A RESEARCH ON FABRICATION OF RECYCLED CONCRETE USING COCONUT FIBER AS PAVEMENT MATERIAL

Le Thu Trang, Nguyen Thanh Sang, Hoang Tien Nien, Pham Dinh Huy Hoang, Thai Minh Quan*

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article
Received: 10/02/2023
Revised: 10/03/2023
Accepted: 18/03/2023
Published online: 15/04/2023
https://doi.org/10.47869/tcsj.74.3.2

* *Corresponding author*
Email: minhquan.thai@utc.edu.vn; Tel: +84815559669

Abstract. The use of recycled aggregate in concrete, replacing natural aggregate, has recently attracted much research with promising results and contributed to environmental protection in the context of the increasingly urgent need to conserve resources. This article presents recycled aggregate concrete that uses coconut fiber and discusses the effect of fiber content on compressive strength, flexural strength, workability, and water absorption. The study uses three different fiber content levels (0.4%, 0.7%, and 1% by weight) in the concrete mixtures. Compressive and flexural strengths were tested at the ages of 7, 28, and 56 days and compared with a control concrete mix without fibers. The results showed that the fiber content significantly increased the tensile properties of the recycled aggregate concrete. With the use of certain mix proportions, the concrete achieved a compressive strength of 35 MPa, making it suitable for applications such as road surfaces, paving blocks, and building components for motorways.

Keywords: recycled concrete, coconut fiber, recycled aggregate concrete.

© 2023 University of Transport and Communications

Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BÊ TÔNG CỐT LIỆU TÁI CHẾ SỬ DỤNG CỐT SỢI XƠ DỪA LÀM MẶT ĐƯỜNG

Lê Thu Trang, Nguyễn Thanh Sang, Hoàng Tiên Niên, Phạm Đinh Huy Hoàng, Thái Minh Quân*

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học
Ngày nhận bài: 10/02/2023
Ngày nhận bài sửa: 10/03/2023
Ngày chấp nhận đăng: 18/03/2023
Ngày xuất bản Online: 15/04/2023
https://doi.org/10.47869/tcsj.74.3.2

* Tác giả liên hệ
Email: minhquan.thai@utc.edu.vn; Tel: +84815559669

Tóm tắt. Bê tông sử dụng cốt liệu tái chế thay thế cốt liệu tự nhiên gần đây đã thu hút nhiều nghiên cứu đạt được các kết quả khả quan và đóng góp vào việc bảo vệ môi trường khi mà vấn đề cạn kiệt tài nguyên ngày càng cấp bách. Bài báo này trình bày về bê tông cốt liệu tái chế sử dụng sợi xơ dừa và ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến cường độ chịu nén, cường độ chịu chịu uốn, tính công tác và độ hút nước. Các cấp phối sử dụng trong nghiên cứu với hàm lượng xơ dừa là 0,4%, 0,7% và 1% theo khối lượng. Cường độ chịu nén và chịu uốn được thí nghiệm ở các tuổi 7, 28 và 56 ngày và được so sánh với loại bê tông đối chứng không sử dụng sợi. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng hàm lượng sợi xơ dừa làm tăng đáng kể đến đặc tính kéo của bê tông cốt liệu tái chế và với các cấp phối sử dụng, bê tông đạt cường độ trung bình 35MPa có thể sử dụng cho bê tông mặt đường, bê tông làm gạch lát vỉa hè và các cấu kiện dùng trong xây dựng đường ôtô.

Từ khóa: bê tông tái chế, cốt liệu tái chế, sợi xơ dừa, bê tông cốt liệu tái chế

© 2023 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ngành công nghiệp chế tạo bê tông đang tiêu thụ một lượng lớn năng lượng và các nguyên liệu tự nhiên, dẫn đến nguồn nguyên liệu ngày càng cạn kiệt, đòi hỏi phải có các nghiên cứu về việc sử dụng các nguồn vật liệu khác thay thế. Bên cạnh đó, một khối lượng lớn bê tông phế thải cần phải xử lý sau khi phá dỡ các công trình giao thông, xây dựng. Để đáp ứng xu hướng phát triển xây dựng bền vững, việc tái chế chất thải rắn xây dựng nói chung và bê tông phế thải nói riêng là cấp thiết, việc sử dụng cốt liệu tái chế (CLTC) để thay thế một phần hoặc hoàn toàn cốt liệu tự nhiên trong sản xuất bê tông có tầm quan trọng trong lĩnh vực xây dựng và có ý nghĩa về mặt kinh tế cũng như môi trường.

Cốt liệu tái chế trước đây thường được sử dụng làm vật liệu san lấp, làm móng hoặc để sản xuất bê tông trong các công trình đường không yêu cầu chất lượng cao, mà ít được sử dụng để chế tạo bê tông sử dụng trong các kết cấu chịu lực do có cường độ không cao, cũng như sự suy giảm chất lượng theo thời gian bởi sự khác biệt giữa cốt liệu tái chế và cốt liệu tự nhiên (CLTN). Độ rỗng của CLTC cao hơn so với CLTN do hàm lượng vữa bao quanh cốt liệu và chất lượng của bê tông thô. Hàm lượng vữa trong CLTC từ 25-60% theo khối lượng, cốt liệu tái chế mịn thường có hàm lượng vữa cao hơn do tác động từ quá trình sản xuất [1]. Cấu trúc lỗ rỗng làm CLTC có độ hút nước lớn [2], điều này gây ra hiện tượng tổn thất tính công tác lớn của bê tông tái chế cũng như ảnh hưởng trực tiếp đến vùng chuyển tiếp của bê tông [3]. Hiện nay, đã có nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đề xuất các phương pháp khác nhau nhằm sử dụng tỷ lệ CLTC hiệu quả trong bê tông rỗng thoát nước như các nghiên cứu trong dự án SATREPS tại Đại học Xây dựng Hà Nội [4, 5].

Để khắc phục các ảnh hưởng của CLTC đối với chất lượng của bê tông tái chế thì một giải pháp tương đối hiệu quả là sử dụng thêm cốt sợi vào thành phần của bê tông. Việc sử dụng cốt sợi giúp tăng độ chịu uốn và kiểm soát độ nứt vỡ. Mặc dù vậy, cốt sợi tự nhiên cũng có một vài ảnh hưởng xấu tới sự làm việc của bê tông, đặc biệt là về độ bền kéo, sự mất ổn định thể tích và khả năng chống xói mòn nước của nó. Nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để đánh giá tính năng của bê tông với các loại sợi tự nhiên khác nhau (ví dụ: đay, gai dầu, cọ, v.v.) [6-11]. Bê tông trộn với sợi râm bụt đã cải thiện khả năng chống va đập nhờ hoạt động bắc cầu của các sợi ưa nước này. Loại sợi này cũng làm tăng cường độ chịu kéo và khả năng phân tán của hỗn hợp bê tông nhờ sự hiện diện của cellulose ưa nước. Bề mặt mẫu thí nghiệm không xuất hiện quá nhiều lỗ rỗng. Ngoài ra, do phản ứng với kiềm thì cường độ chịu uốn và chịu kéo của kết cấu bê tông cũng được tăng lên [12].

Một số loại sợi như sợi lanh có khả năng hút ẩm tốt và hấp thụ độ ẩm khi kết hợp với bê tông. Ngoài ra, việc sử dụng sợi lanh cũng ảnh hưởng đến các đặc tính như khả năng tăng độ bền, tăng cường độ, độ chặt thấp, độ cứng và khả năng tái chế [13]. Đây là một loại sợi xơ thu được từ thân của một số cây trồng. Nó chứa một loại chất thay thế cellulose được gọi là lignocellulose. Sự xuất hiện của sợi đay là tương tự như của sợi lanh, mặc dù nó thiếu các phần hoặc đường ở hai bên. Sợi đay có khả năng chịu nhiệt kém nhưng có độ bền kéo và mô đun đàn hồi cao [14]. Tác dụng của sợi đối với bê tông tươi phụ thuộc vào độ dài, tính chất, hình dạng [15]. Chen và cộng sự [16] đã nghiên cứu polyme gia cường sợi tự nhiên bằng phương pháp đánh giá đa mục tiêu nhằm xem xét cường độ chịu uốn của dầm bê tông cốt thép có chứa sợi lanh và sợi đay. Araya-Letelier và cộng sự [17] đã phân tích sợi lông lợn tự nhiên – một loại chất thải công nghiệp thực phẩm – để dùng làm vật liệu đất nung. Họ đa dạng hóa liều lượng và chiều dài của sợi tự nhiên và kiểm tra tác động của chúng đối với cường độ và độ bền uốn của bê tông, cũng như chiều rộng vết nứt phân bố co ngót của bê tông trộn.

Kumar, S. và cộng sự. [18] đã kiểm tra tính năng mài mòn vật lý, cơ học và mài mòn của sợi tự nhiên từ cây gai dầu/cây tầm ma với thảm dệt được gia cố bằng ma trận polyester. Hơn nữa, phạm vi hấp thụ nước tối đa là từ 0,17% đến 3,14% (trọng lượng phần) đối với sợi gai dầu/sợi tầm ma trong hỗn hợp được chế tạo, 9% trọng lượng của sợi gai dầu/sợi tầm ma trong PC thu được các tính chất cơ học tối đa như độ bền kéo 42,41 MPa, mô đun kéo 2,86 GPa, cường độ uốn 78,52 MPa, mô đun 4,12 GPa.

S. Kumar và cộng sự [18] đánh giá các tính chất vật lý và cơ học của các vật liệu tổng hợp dựa trên sợi lá tự nhiên khác nhau được giải quyết. Ngoài ra, tác dụng của chất xơ và chiều dài sợi đối với các tính chất cơ học, một vai trò quan trọng trong việc tăng độ bám dính của sợi tương ứng. Mohanavel, V. [19] đã sử dụng sợi đay tự nhiên làm cốt thép, epoxy polymer và SiC, và xenlulo làm chất độn cho hỗn và kiểm tra phân tích cơ học và nhiệt trọng lượng để đánh giá độ bền kéo, độ bền, độ bền uốn, phân tích hình thái. Thí nghiệm độ sụt là một chỉ số quan trọng về hiệu suất và tính chất của bê tông tươi và bê tông phun. Tuy nhiên, nó không phân biệt đầy đủ độ nhớt dẻo, ứng suất chảy và tính chất lưu biến của bê tông và bê tông phun [20]. Hơn nữa, các ứng xử ma sát của bê tông cốt sợi đã bị bỏ qua trong các nghiên cứu trước đây. Bentegri và cộng sự [21] đã phân tích ảnh hưởng của sợi polypropylene đến hiệu suất của bê tông thông qua các thí nghiệm lưu biến, xem xét các tỉ lệ khác nhau (0,12%, 0,24% và 0, 36%) và chiều dài sợi (19 mm, 30 mm và 54 mm). Jiao và cộng sự [22] xem xét kỹ lưỡng tính chất lưu biến của bê tông tươi kết hợp với vật liệu xi măng.

Hiện nay ở nước ta đã chế tạo thành công bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa dùng trong xây dựng nhà ở (chủ yếu dạng tấm mỏng, vách ngăn). Loại bê tông này có khối lượng thể tích ở trạng thái khô vào khoảng 1000 - 1700 kg/m^3, cường độ nén 10 - 12 MPa, cường độ kéo: 4 - 6 MPa. Gần đây Viện khoa học công nghệ Vật liệu xây dựng đã nghiên cứu thành công tấm composit nhiều lớp từ bê tông nhẹ cốt sợi nền xi măng. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, việc sử dụng bê tông nhẹ cho công trình xây dựng sẽ mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật to lớn. Tuy vậy, do nhiều nguyên nhân mà ở nước ta công nghiệp bê tông nhẹ chưa phát triển, việc ứng dụng cũng còn hạn chế. Hiện tại, công nghệ trộn bê tông nhẹ đang được thử nghiệm tại 100 căn nhà ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả bước đầu đã chứng tỏ độ bền kỹ thuật cũng như hiệu quả kinh tế của công nghệ này. Sợi xơ dừa tại nước ta được sử dụng ở dạng tự nhiên, tuy có độ chịu kéo thấp, nhưng có ưu điểm vượt trội so với các loại sợi khác là có độ giãn dài lớn (lên tới 27% so với từ 3-5% của các loại sợi tự nhiên khác).

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG VÀ THÀNH PHẦN CẤP PHỐI

2.1. Chất kết dính

2.1.1. Xi măng

Loại xi măng được sử dụng trong nghiên cứu là xi măng PC50 Nghi Sơn theo TCVN 2682:2009 [23]. Thành phần hóa học và khoáng của xi măng, tro bay và xỉ lò cao được trình bày trong bảng 1. Thành phần khoáng vật của xi măng PC50 Nghi Sơn được trình bày trong bảng 2. Xi măng sử dụng trong nghiên cứu này tương đương phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 2682: 2009.

Bảng 1. Thành phần hóa học của Xi măng, Tro bay và Xỉ lò cao nghiền mịn.

Thành phần	**Xi măng PC50 Nghi Sơn**	**Tro bay nhiệt điện Phả lại**	**Xỉ lò cao nghiền mịn Hòa Phát**
CaO (%)	63,56	1,25	31,35
SiO_2 (%)	21,49	56,69	31,5
Fe_2O_3 (%)	3,49	6,30	3,7
Al_2O_3 (%)	5,40	25,14	16,74
MgO (%)	1,40	1,59	7,44
K_2O (%)	0,70	3,66	0,83
Na_2O (%)	0,15	0,34	0,01
SO_3 (%)	1,65	0,15	0,56
MKN (%)	1,20	6,24	0,00

Bảng 2. Thành phần khoáng vật của xi măng Nghi Sơn PC50.

C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
51,74%	24,20%	8,16%	10,35%

2.1.2. Xỉ lò cao nghiền mịn

Xỉ lò cao là dạng chất thải rắn, sản phẩm phụ của quá trình sản xuất gang trong lò cao sau đó được nghiền mịn để trở thành phụ gia khoáng hoạt tính được sử dụng trong sản xuất xi măng, bê tông, vữa đạt loại S95 theo tiêu chuẩn TCVN 11586:2016 [24].

2.2. Cốt liệu

2.2.1. Cốt liệu lớn

Cốt liệu lớn sử dụng trong nghiên cứu là đá nghiền tái chế có kính thước hạt Dmax 12,5mm. Cốt liệu tái chế được lấy từ bãi nghiền cốt liệu của công ty Toàn Cầu tại Pháp Vân-Hà Nội. Thành phần hạt và một số tính chất cơ lý của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ được trình bày tương ứng tại bảng 3 và bảng 4.

2.2.2. Cốt liệu nhỏ

Nghiên cứu sử dụng 2 loại cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên và cát nghiền. Thành phần hạt và một số chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ được trình bày tại bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Thành phần hạt cốt liệu.

Vật liệu	Cỡ sàng (mm)	Lượng sót riêng biệt (g)	Lượng sót riêng biệt (%)	Lượng sót tích lũy (%)	Lượng lọt sàng (%)	C33-Min	C33-Max
Đá tái chế	25	0	0,00	0,00	100,00	100	100
	19	0	0,00	0,00	100,00	90	100
	9,5	2350,45	49,74	49,74	50,26	40	70
	4,75	2280,72	48,26	98,00	2,00	0	15
	2,36	56,68	1,20	99,20	0,80	0	5
	Đáy	37,73	0,80	100,00	0,00	0	0
Cát nghiền	9,5	0	0,0	0,0	100,0	100	100
	4,75	0	0,0	0,0	100,0	95	100
	2,36	355	17,8	17,8	82,2	80	100
	1,18	534,4	26,9	44,7	55,3	50	85
	0,6	473	23,8	68,5	31,5	25	60
	0,3	370,3	18,6	87,1	12,9	5	30
	0,15	131,6	6,6	93,7	6,3	0	10
	0,075	80,1	4,0	97,8	2,2	0	0
	<0,075	44,4	2,2	100,0	0,0	0	0
Cát tự nhiên	9,5	0	0,0	0,0	100,0	100	100
	4,75	3	0,1	0,1	99,9	95	100
	2,36	386,9	17,4	17,5	82,5	80	100
	1,18	333,9	15,0	32,5	67,5	50	85
	0,6	510,2	22,9	55,4	44,6	25	60
	0,3	675,6	30,3	85,8	14,2	5	30
	0,15	255,1	11,5	97,2	2,8	0	10
	0,075	58,9	2,6	99,9	0,1	0	0
	<0,075	3	0,1	100,0	0,0	0	0
	0,15	255,1	11,5	97,2	2,8	0	10
	0,075	58,9	2,6	99,9	0,1	0	0
	<0,075	3	0,1	100,0	0,0	0	0

Bảng 4. Một số chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ.

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Đá TC	Cát tự nhiên	Cát nghiền
Khối lượng riêng	g/cm^3	2,650	2,651	2,689
Khối lượng thể tích khô	g/cm^3	2,297	2,598	2,599
Khối lượng thể tích bão hòa nước	g/cm^3	2,430	2,618	2,633
Khối lượng thể tích xốp	%	1,088	0,773	1,286
Khối lượng thể tích lèn chặt hoàn toàn khô	g/cm^3	1,374	1,506	1,656

Độ hút nước sau 60 phút	%	3,15	1,780	1,993
Độ hút nước sau 120h	%	4,17	32,9	25,9
Độ hút nước sau 180 phút	%	5,5	2,76	3,12
Độ hút nước sau 24h	%	6,2	-	-

2.3. Sợi xơ dừa

Theo các nghiên cứu, sợi xơ dừa tại nước ta được sử dụng ở dạng tự nhiên. Khối lượng riêng trung bình của loại sợi này là khoảng 1,14-1,2 g/cm^3 và và đường kính 0,1-1,5mm, trong khi độ hút nước tối đa sau 2 ngày là 133% và dộ dài là 1,5-3,5cm. Một số nghiên cứu đã được thực hiện và cho thấy rằng sợi xơ dừa có độ chịu kéo thấp (nhỏ hơn 123 MPa khi so sánh với các loại vật liệu khác là 400-800 MPa), tuy nhiên ưu điểm vượt trội so với các loại sợi khác là có độ giãn dài lớn (lên tới 27% so với từ 3-5% của các loại sợi tự nhiên khác). Chiều dài và đường kính của sợi được thể hiện trong hình 1.

Hình 1. Chiều dài, đường kính và hình ảnh của sợi xơ dừa.

Theo TAPPI (1988), xơ dừa là chất hữu cơ và có thể tái sử dụng. Độ pH của xơ dừa là 5,5. Chất lượng của xơ dừa không bị ảnh hưởng nếu độ pH thấp hơn 8. Xơ dừa có một số tính chất và thành phần hóa học sau: Tỷ lệ C:N là 80:1; độ xốp 10-12%; chất hữu cơ: 9,4-9,8%; tổng lượng tro: 3-6%; Cellulose: 20-30%; Lignin: 60-70%; Tanin: 8,0-8,5% (thuộc loại pyrocatechic-tanin không thủy phân); EC: 0,8 dS/m; N: 0,5%; P: 0,3%; K: 0,4%.

Xenlulozo trong xơ dừa: Thành phần chủ yếu của xơ dừa là xenlulozo (khoảng 80%) và lignin (khoảng 18%-Xenlulozo), $[C_6H_7O_2(OH)_3]n$. Các phân tử xenlulozo là những chuỗi không phân nhánh, hợp với nhau tạo nên cấu trúc vững chắc, có cường độ co dãn cao. Tập hợp nhiều phân tử thành những vi sợi có thể sắp xếp thành mạch dọc, ngang hay thẳng trong màng tế bào sơ khai. Các phân tử xenlulozo được cấu tạo từ vài nghìn đơn vị b-D- glucozơ nối với nhau bởi liên kết b - 1,4 - glucozit. Sợi bông là xenlulozo thiên nhiên tinh khiết nhất (trên 90%); gỗ tùng, bách (cây lá kim) có khoảng 50% xenlulozo, xơ dừa chiếm khoảng 80% xenlulozo.

2.4. Nước và phụ gia

Loại phụ gia được sử dụng là phụ gia siêu dẻo, giảm nước ĐQ-HN1 theo tiêu chuẩn ASTM C494. Nước dùng theo nước dùng trong bê tông xi măng thường. Nước đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn nước cho bê tông và vữa xây dựng TCVN 4506:2012.

2.5. Thành phần cấp phối bê tông

Thành phần cấp phối bê tông được thiết kế dựa trên phương pháp thể tích tuyệt đối, tỷ lệ cát/đá không thay đổi là 40/60. Hàm lượng cốt liệu tái chế gồm cả cát và đá tái chế sử dụng từ 40%-100% tổng lượng cốt liệu. Khối lượng cốt liệu có sự thay đổi ở các cấp phối do khối lượng riêng của các loại cốt liệu khác nhau nên cần tính toán lại để đảm bảo khối lượng thể tích tuyệt đối và tỷ lệ cát/đá. Hỗn hợp CKD gồm xi măng 450kg/m^3, xỉ lò cao 150kg/m^3, tro bay 100kg/m^3 được sử dụng nhằm cải thiện chất lượng chất nền trong hỗn hợp bê tông do cốt liệu sử dụng được tái chế từ gạch nung và bê tông có chất lượng thấp. Tỷ lệ N/CKD được điều chỉnh trong quá trình thực nghiệm nhằm đảm bảo cường độ yêu cầu và tính công tác (độ sụt 14 ± 2cm) trong đó lượng nước thực tế thêm vào tính theo độ hút nước của cốt liệu sau 30 phút (khoảng thời gian đảm bảo khả năng thi công thực tế). Cấp phối các hỗn hợp trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Cấp phối của bê tông tái chế sử dụng sợi xơ dừa.

Cấp phối	N/CKD	Nước	Xi măng	Tro bay	Xỉ lò cao	Đá nghiền	Cát tự nhiên	Cát nghiền	Phụ gia	Cốt sợi
Đối chứng	0,36	198	327	109	109	1033	285	290	4	0
0, 4% xơ dừa	0,36	198	327	109	109	1033	278	290	4	5,2
0, 7% xơ dừa	0,36	198	327	109	109	1033	270	290	4	9,1
1% xơ dừa	0,36	198	327	109	109	1033	261	290	4	13

2.6. Mẫu thử và phương pháp thí nghiệm

Các mẫu thử được đúc trên các khuôn lập phương 100×100×100mm cho thí nghiệm nén, khuôn trụ 100×200mm cho thí nghiệm ép chẻ, khuôn lập phương 70,7×70,7×70,7mm cho thí nghiệm độ hút nước, khuôn 100×100×400 mm cho thí nghiệm dầm uốn như hình 2.

Hình 2. Các mẫu bê tông sử dụng sợi xơ dừa.

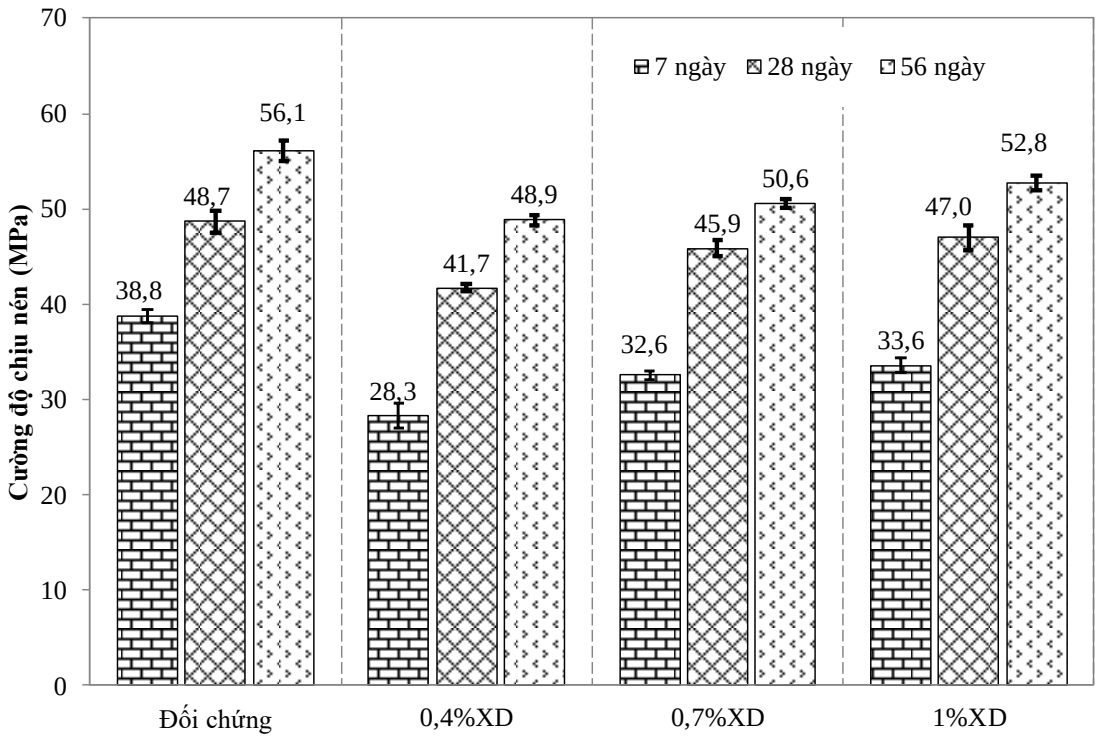
Các mẫu thí nghiệm được trộn bằng máy trục ngang như thể hiện trong hình 3, sau khi đổ được đầm 3 lớp bằng đầm rung, làm phẳng bề mặt để đảm bảo kết quả thí nghiệm được chính xác.

Hình 3. Máy trộn trục ngang tại PTN VLXD-ĐH GTVT.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén của bê tông sử dụng sợi xơ dừa (XD) với 3 tỷ lệ khác nhau 0,4%, 0,7% và 1% được thí nghiệm ở các ngày tuổi 7, 28, 56 trên mẫu lập phương 100×100×100mm và so sánh với bê tông đối chứng được trình bày ở hình 4.

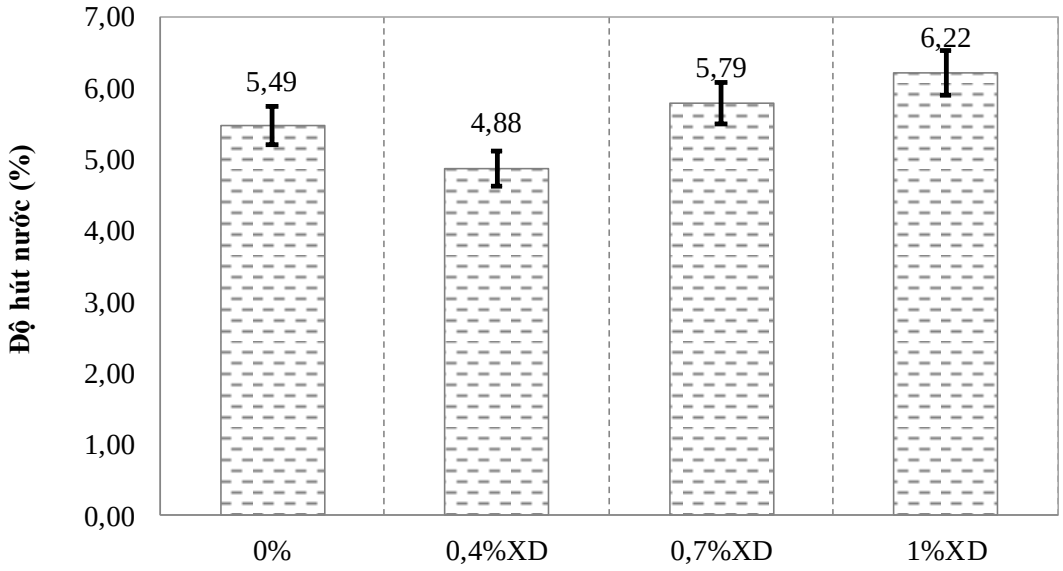


Hình 4. Sự phát triển cường độ chịu nén ở các ngày tuổi.

Kết quả trên hình 4 cho thấy, bê tông tái chế sử dụng sợi xơ dừa có cường độ chịu nén ở tuổi 7 ngày từ 28,3-33,6 MPa, đạt 67,9%-71,4% so với cường độ chịu nén ở 56 ngày tuổi 46,3MPa-51,8MPa, còn ở 28 ngày đạt 80,8%-88,2% so với so với cường độ chịu nén ở 56 ngày tuổi. So với bê tông đối chứng chỉ sử dụng cốt liệu tái chế thì cường độ chịu nén của các cấp phối bê tông giảm. Từ bảng có thể thấy bê tông sử dụng CLTC và sợi hữu cơ có sự phát triển cường độ ở các ngày tuổi gần tương đương bê tông chỉ sử dụng cốt liệu tái chế thường.

3.2. Độ hút nước

Độ hút nước của bê tông tái chế sử dụng sợi xơ dừa và bê tông đối chứng được thí nghiệm trên mẫu 70,7×70,7×70,7mm ở tuổi 28 ngày. Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của 3 mẫu thử, được trình bày ở hình 5 như sau:

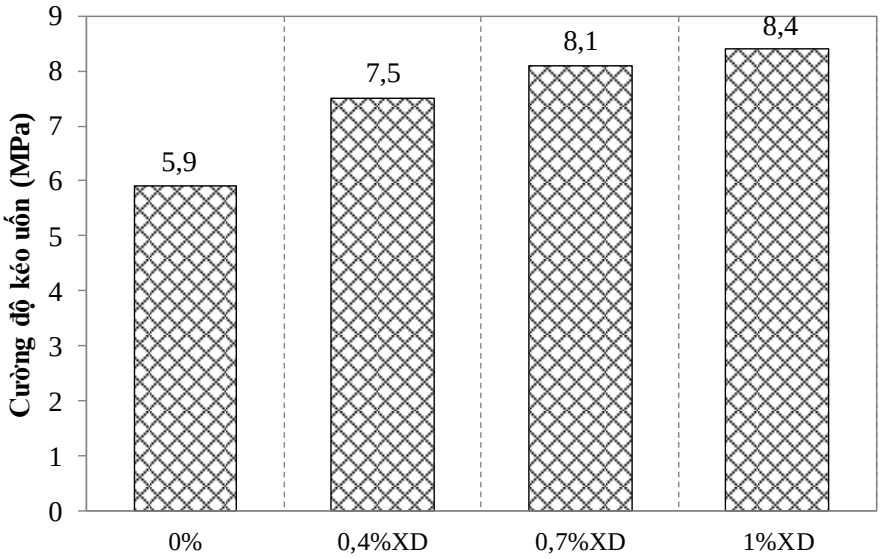


Hình 5. Ảnh hưởng của hàm lượng cốt sợi đến độ hút nước của bê tông cốt liệu tái chế.

Ở tuổi 28 ngày, độ hút nước của bê tông tái chế sử dụng xơ dừa đạt 4,65 - 6,22%. Nguyên nhân độ hút nước cao chủ yếu do sợi hữu cơ và cốt liệu tái chế có lớp ngoài là lớp vữa xốp bám dính có độ hút nước cao cùng với cát nghiền có hình dạng hạt cát gồ ghề, góc cạnh xếp chồng lên nhau gây ra nhiều lỗ rỗng trong hỗn hợp bê tông. Tuy nhiên độ hút nước của bê tông cốt liệu tái chế sử dụng sợi xơ dừa đều nhỏ hơn quy định 10% theo tiêu chuẩn ASTM C55 là gạch bê tông.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng cốt sợi đến cường độ kéo uốn

Cường độ kéo uốn được thí nghiệm ở tuổi 28 ngày trên mẫu 100x100×400mm và được trình bày ở hình 6. Kết quả thu được là giá trị trung bình của các tổ mẫu thí nghiệm. Cường độ kéo uốn đạt được từ 7,5-8,4 MPa đối với bê tông tái chế sử dụng xơ dừa ở tuổi 28 ngày và tỷ lệ thuận với hàm lượng cốt sợi sử dụng. Kết quả cho thấy cường độ chịu kéo uốn của loại bê tông sử dụng loại sợi cải thiện rõ rệt so với bê tông tái chế không sử dụng sợi. Khi tỷ lệ sợi sử dụng tăng thì cường độ chịu kéo uốn tăng, tuy nhiên ở ngưỡng lớn hơn 1% hàm lượng sợi giảm đáng kể đến tính công tác của hỗn hợp bê tông cốt liệu tái chế nên không được đưa vào nghiên cứu.



Hình 6. Cường độ kéo uốn ở 28 ngày tuổi của các cấp phối bê tông sợi xơ dừa.

4. KẾT LUẬN

Bê tông tái chế sử dụng cốt sợi xơ dừa có cường độ chịu nén ở tuổi 7 ngày từ 28,3-33,6 MPa, đạt 67,9%-71,5% so với cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi từ 41,7-47 MPa, đạt cấp cường độ 35MPa có thể sử dụng cho bê tông mặt đường, bê tông làm gạch lát vỉa hè và các cấu kiện dùng trong xây dựng đường ôtô. Bê tông tái chế sử dụng cốt sợi xơ dừa được sử dụng tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn trong thành phần nên cường độ chịu nén đánh giá dài ngày ở 56 ngày tuổi đạt cường độ từ 48,9-52,8MPa.

Độ hút nước của bê tông tái chế sử dụng cốt sợi xơ dừa ở 28 ngày tuổi đạt từ 4,65-6,22% là độ hút nước thấp tương đồng với kết quả của các loại bê tông có chất lượng cao.

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông tái chế cốt sợi xơ dừa ở 28 ngày 7,5-8,4 MPa, cao hơn đáng kể bê tông tái chế đối chứng. Như vậy bê tông tái chế dùng cốt sợi cải tiến được các đặc tính kéo để chế tạo bê tông trong cấu kiên làm đường đô thị phù hợp. Tuy nhiên các đặc tính về độ bền của loại bê tông này chưa được đề cập đến trong nghiên cứu này, cần có thêm các nghiên cứu sâu hơn để có thể áp dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2022-XD-004.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. H.Y. Fang, F.L. Liu, J.H. Yang, High-quality coarse aggregate recycling from waste concrete by impact crushing, Journal of Material Cycles and Waste Management, 22 (2020) 887-896. https://doi.org/10.1007/s10163-020-00984-w

[2]. J. M.VGomez-Soberon, Porosity of recycled concrete with substitution of recycled concrete aggregate: An experimental study, Cement and Concrete Research, 32 (2002) 1301-1311. https://doi.org/10.1016/s0008-8846(02)00795-0

[3]. T.K. Tống, Nghiên cứu sử dụng phế thải xây dựng trong chế tạo bê tông, Luận án Tiến sỹ Kỹ thuật, Đại học Xây Dựng, 2014.

[4]. N. K. Tuân, P. Q. Minh, N. H. Giang, N. T. Dũng, Nghiên cứu ảnh hưởng của cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng đến tính chất của bê tông rỗng thoát nước, Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng, 15 (2021) 58-69. https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(6V)-06

[5] N. C. Thắng, N. H. Phong, N. V. Tuấn, P. H. Tùng, L. N. Lan, Ảnh hưởng của hạt cốt liệu nhẹ tái chế từ phế thải phá dỡ công trình xây dựng đến một số tính chất cơ lý của bê tông nhẹ, Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng, 13 (2019) 94-102. https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(4V)-09.

[6]. H. Binici, O. Aksogan, T. Shah, Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material, Constr. Build. Mater., 19 (2005) 313–318. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2004.07.013 .

[7]. E. Quagliarini, S. Lenci, The influence of natural stabilizers and natural fibres on the mechanical properties of ancient Roman adobe bricks, J. Cult. Herit., 11 (2010) 309–314.

[8]. F. Aymerich, L. Fenu, P. Meloni, Effect of reinforcing wool fibres on fracture and energy absorption properties of an earthen material, Constr. Build. Mater., 27 (2012) 66–72.

[9]. M. Mostafa, N. Uddin, Experimental analysis of compressed earth block (CEB) with banana fibers resisting flexural and compression forces, Case Studies in Construction, Materials, 5 (2016) 53–63. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.008.

[10]. A.V. Oskouei, M. Afzali, M. Madadipour, Experimental investigation on mud bricks reinforced with natural additives under compressive and tensile tests, Constr. Build. Mater., 142 (2017) 137–147. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.065

[11]. A. Gholampour, T. Ozbakkaloglu, A review of natural fiber composites: Properties, modification and processing techniques, characterization, applications, Mater. Sci., 55 (2020) 829–892

[12]. V. Chauhan, T. Karki, J. Varis, Review of natural fiber-reinforced engineering plastic composites, their applications in the transportation sector and processing techniques, J. Thermoplast. Compos. Mater., 35 (2019) 1169-1209.

[13]. K. Korniejenko, M. Łach, M. Hebdowska-Krupa, J. Mikuła, Impact of flax fiber reinforcement on mechanical properties of solid and foamed geopolymer concrete, Adv. Technol. Innov., 6 (2020) 11.

[14]. N. Sultana, S.Z. Hossain, M.S. Alam, M.M.A. Hashish, M.S. Islam, An experimental investigation and modeling approach of response surface methodology coupled with crow search algorithm for optimizing the properties of jute fiber reinforced concrete, Constr. Build. Mater., 243 (2020). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118216.

[15]. L.G. Li, Z.W. Zhao, J. Zhu, A.K.H. Kwan, K.L. Zeng, Combined effects of water film thickness and polypropylene fibre length on fresh properties of mortar, Constr. Build. Mater., 174 (2018) 586–593. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.11.019.

[16]. C. Chen, Y. Yang, Y. Zhou, C. Xue, X. Chen, H. Wu, L. Sui, X. Li, Comparative analysis of natural fiber reinforced polymer and carbon fiber reinforced polymer in strengthening of reinforced concrete beams, J. Clean. Prod., 263 (2020) 121572

[17]. G. Araya-Letelier, J. Concha-Riedel, F.C. Antico, C. Vald´es, G. Caceres, Influence of natural fiber dosage and length on adobe mixes damage-mechanical behavior, Constr. Build. Mater., 174 (2018) 645–655.

[18]. S. Kumar, L. Prasad, V.K. Patel, A. Kumain, A. Yadav, Experimental and numerical study on physico-mechanical properties and Taguchi's designed abrasive wear behavior of hemp/nettle-

polyester hybrid composite, Polym. Compos, 8 (2021) 3662-3671. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.06.004

[19]. V. Mohanavel, T. Raja, A. Yadav, M. Ravichandran, J. Winczek, Evaluation of mechanical and thermal properties of jute and ramie reinforced epoxy-based hybrid composites, J. Nat. Fibers (2021) 1–11. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.548

[20]. S.E. Chidiac, F. Mahmoodzadeh, Plastic viscosity of fresh concrete–A critical review of predictions methods, Cem. Concr. Compos., 31 (2009) 535–544.

[21]. I. Bentegri, O. Boukendakdji, E.H. Kadri, T.T. Ngo, H. Soualhi, Rheological and tribological behaviors of polypropylene fiber reinforced concrete, Constr. Build.Mater., 261 (2020) 119962. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119962

[22]. D. Jiao, C. Shi, Q. Yuan, X. An, Y. Liu, H. Li, Effect of constituents on rheological properties of fresh concrete-A review, Cem. Concr. Compos., 83 (2017)146–159.

[23]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 2682:2009 về Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.

[24]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11586:2016 về Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa.