



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ <i>Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Văn Quang</i>	1243
Áp dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC) trong nghiên cứu ứng xử uốn của dầm bê tông <i>Phạm Đức Thọ</i>	1249
Nghiên cứu biến dạng thể tích tự sinh của bê tông MgO <i>Chu Việt Thức, Nguyễn Văn Chính</i>	1254
Ứng dụng công nghệ cọc đường kính nhỏ micropile D150 làm kết cấu móng dầm cầu trực đặt trên nền sét pha dẻo mềm <i>Chu Việt Thức, Bùi Văn Đức, Nguyễn Văn Mạnh, Vũ Nho Trường</i>	1259
Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn <i>Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Nguyễn Nam Hòa, Nguyễn Viết Thắng, Nguyễn Thị Tuyết Mai</i>	1266
Nghiên cứu lún bề mặt khi thi công đường hầm mặt cắt ngang hình bán chữ nhật bằng phương pháp đường đặc tính <i>Nguyễn Tài Tiến, Phạm Văn Vĩ, Vũ Ngọc Tuấn</i>	1273
Nghiên cứu tổng quan về vật liệu đá thải-xi măng lấp đầy khoảng trống sau khai thác tại mỏ than hầm lò <i>Nguyễn Tài Tiến</i>	1280
Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép <i>Phạm Văn Tuấn, Đặng Văn Phi, Bùi Văn Đức, Bùi Ngọc Tú, Trương Văn Đoàn</i>	1287
Ảnh hưởng hình dạng tiết diện ngang đường hầm đến nội lực trong kết cấu chống đường hầm khi chịu tải trọng động đất <i>Phạm Văn Vĩ, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Đỗ Xuân Hội, Chu Việt Thức, Nguyễn Tiến Dũng</i>	1293

Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn

Trần Mạnh Tiến^{1,*}, Đỗ Ngọc Tú¹, Nguyễn Nam Hòa¹, Nguyễn Việt Thắng¹, Nguyễn Thị Tuyết Mai¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Ở Việt Nam, bê tông cốt sợi tự nhiên có thể là một giải pháp vật liệu tối ưu cho một số công trình hạ tầng nếu được nghiên cứu một cách có định hướng. Bài báo này giới thiệu những kết quả nghiên cứu về bê tông cốt sợi tự nhiên, từ các loại sợi tự nhiên được sử dụng, đặc trưng cơ học của một số loại bê tông cốt sợi tự nhiên phổ biến (sợi đay, sợi dừa), và khả năng áp dụng vào xây dựng hạ tầng cơ sở ở các vùng nông thôn mới. Kết quả thu được là cường độ của các loại sợi tự nhiên thường được sử dụng trong xây dựng trên thế giới, cường độ nén, kéo uốn và mô đun đàn hồi của bê tông cốt sợi dừa và sợi đay với các hàm lượng sợi khác nhau từ 1%, 1.5% và 2%. Từ đó, ảnh hưởng của loại sợi và hàm lượng sợi được làm rõ và phân tích.

Từ khóa: sợi tự nhiên, bê tông cốt sợi tự nhiên, cường độ nén, cường độ kéo uốn

1. Đặt vấn đề

Bê tông cốt sợi đã được nghiên cứu và ứng dụng vào công tác phát triển hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam trong gần một thập kỷ trở lại đây. Kết quả những nghiên cứu trước đây đã chỉ ra hiệu quả sử dụng đáng tin cậy của vật liệu bê tông cốt sợi trong phát triển hạ tầng kỹ thuật. Tuy nhiên, các loại sợi được sử dụng chủ yếu là sợi công nghiệp hoặc sợi thép, sợi kim loại, có cường độ cao và được bán như là sản phẩm thương mại trên thị trường, có giá thành tương đối đắt và được sử dụng ở những công trình có tính đặc thù mà bê tông thường không thể đáp ứng được cường độ yêu cầu. Ngoài ra, bê tông cốt sợi là một giải pháp bền vững để gia cường các loại kết cấu hạ tầng bị suy giảm độ bền theo thời gian do ăn mòn, hỏa hoạn, động đất, ...

Trong điều kiện yêu cầu không cao về cường độ, bê tông cốt sợi tự nhiên có thể là một giải pháp vật liệu thích hợp nếu được nghiên cứu có định hướng. Đặc biệt là các công trình hạ tầng cơ sở ở vùng sâu, vùng xa, vừa tận dụng được các vật liệu địa phương, vừa đảm bảo nhất định các yêu cầu kỹ thuật. Do đó, các loại sợi tự nhiên như sợi rơm rạ, sợi mây, cói, dừa, đay..., là rất tiềm năng để thêm vào và cải thiện cường độ của bê tông.

Trên thế giới, bê tông cốt sợi tự nhiên đã được nghiên cứu tương đối đầy đủ trong khoảng vài thập kỷ trở lại đây. Các loại sợi được sử dụng để thêm vào trong bê tông chủ yếu là sợi lanh, sợi sisal, sợi dừa, sợi đay ... (Wang và Chouw 2018) đã sử dụng sợi lanh và sợi dừa để chế tạo ra bê tông cốt sợi và polymer cốt sợi, từ đó đi khảo sát cường độ của các vật liệu này để xây dựng một mô hình tính toán lý thuyết có xem xét đến ảnh hưởng của các tham số vật liệu. Ảnh hưởng của hàm lượng theo thể tích và chiều dài của sợi lanh trong ứng xử cơ học của bê tông cốt sợi tương ứng được làm sáng tỏ và phân tích trong nghiên cứu của Kouta và cộng sự (2021). Lima và cộng sự (2018) đã sản xuất các tấm bê tông đúc sẵn bằng các sợi sisal dạng ngắn, kết quả cho thấy các tấm bê tông cốt sợi này có độ bền và độ dẻo dai cao hơn so với các tấm tương tự được bán trên thị trường.

Hầu hết các mẫu bê tông cốt sợi đều cho ra ứng xử nén phi tuyến có tái bền với biến dạng khi mẫu phá hủy được cải thiện. Hơn nữa, các nghiên cứu trên đều cho ra những kết quả rất khả quan về việc sử dụng bê tông cốt sợi tự nhiên, cải thiện đáng kể các đặc trưng cơ học của bê tông: cường độ kéo, cường độ nén, biến dạng khi phá hủy. Ngoài ra, ảnh hưởng của các tham số cũng được xác định như ảnh hưởng của hàm lượng sợi bổ sung, công tác xử lý sợi, ...

Ở Việt Nam, các loại sợi tự nhiên như sợi rơm rạ, sợi mây, cói, dừa, đay..., là rất phổ biến, dễ khai thác và sử dụng. Tuy tiềm năng để thêm vào và cải thiện cường độ của bê tông là rất lớn nhưng trên thực tế còn chưa được sử dụng nhiều. Tính đến nay, có một vài nghiên cứu về bê tông cốt sợi tự nhiên (Đặng Văn Thanh và cộng sự 2019) (Cao Lưu Ngọc Hạnh và cộng sự 2015), tuy nhiên kết quả còn rất hạn chế và chưa

* Tác giả liên hệ

Email: tranmanhtien@hmg.edu.vn

được ứng dụng vào thực tế xây dựng. Nguyên nhân là còn chưa được quan tâm đúng mức, chưa liên kết được những kết quả nghiên cứu khoa học vào thực tế.

Nhằm mục đích ứng dụng bê tông cốt sợi tự nhiên vào các công trình hạ tầng ở các vùng nông thôn mới, bài báo này giới thiệu các kết quả nghiên cứu về bê tông cốt sợi tự nhiên, từ thành phần cấu tạo sợi tự nhiên, các đặc trưng cường độ và khả năng ứng dụng vào các công trình phục vụ xây dựng nông thôn mới ở địa phương. Kết quả nghiên cứu đóng góp một phần vào việc ứng dụng bê tông cốt sợi tự nhiên trong công trình xây dựng.

2. Sợi tự nhiên

2.1. Các loại sợi tự nhiên được sử dụng

Sợi tự nhiên được sử dụng rất đa dạng như sợi đay, sợi lanh, sợi sisal, sợi xơ dừa, bã mía, sợi xơ chuối, sợi gai,... Tùy theo loại xơ sợi mà chúng có tính chất cơ học khác nhau. Bảng 1 dưới đây trình bày các đặc trưng cơ học của một số loại sợi tự nhiên phổ biến nhất được nghiên cứu và sử dụng trong xây dựng so với sợi thủy tinh E.

Bảng 1. Tính chất cơ học của một số loại sợi tự nhiên so với sợi thủy tinh E

Phân loại	Trọng lượng riêng (g/cm ³)	Mô đun đàn hồi (Gpa)	Cường độ kéo (Mpa)	Biến dạng dài (%)
Sợi xơ dừa	1.2	4 – 6	150 – 175	15 – 40
Sợi lanh	1.53	43 – 72	900 – 1800	2.5 – 4.1
Sợi đay	1.45	20 – 30	400 – 800	1.5 – 1.9
Sợi sisal	1.40	9 – 21	610 – 720	3 – 7
Sợi gai dầu	1.56	50 – 80	500 – 1000	1.2 – 3.8
Xơ gai	1.07	35	390	1.6
Sợi thủy tinh E	2.54	72 - 73	2000 - 2400	3

Từ bảng 1, có thể thấy rằng sợi lanh sau khi được xử lý có tính năng cơ học tốt nhất trong số các loại sợi tự nhiên và kém hơn một chút so với sợi thủy tinh E. Sau đó, đứng thứ hai và thứ ba về độ bền kéo là sợi đay và sisal. Vì vậy, ở các nước châu Âu, những sợi tự nhiên này đã được sản xuất dưới dạng sản phẩm thương mại (ở dạng lưới, tấm vải) để sản xuất vật liệu composite (FRP hoặc FRCM) bằng cách sử dụng tăng cường/gia cố kết cấu hiện có (cột, tường gạch, sàn, v.v.) (Hallonet 2016).

Mặc dù có tính năng không bằng các loại xơ sợi tự nhiên khác nhưng xơ dừa là loại sợi được nghiên cứu và ứng dụng nhiều nhất do tính sẵn có, phương pháp chiết xuất sản phẩm xơ dễ dàng và giá thành rẻ. Vì vậy, hỗn hợp bê tông xơ dừa có độ bền chấp nhận được đối với các ứng dụng khác nhau trong xây dựng hạ tầng cơ sở. Sự có mặt của xơ dừa trong bê tông có những mặt tích cực như cải thiện tính dẻo, độ bền kéo và độ uốn cũng như tính chất cách nhiệt của bê tông (Adesina 2022). Tuy nhiên, với nhiều xơ dừa hơn trong bê tông, khả năng làm việc (độ chảy loãng) của bê tông giảm dẫn tới làm tăng độ xốp của bê tông, dẫn đến giảm khả năng chịu tải của cả kết cấu bê tông xơ dừa.

2.2. Phương pháp xử lý sợi

Hầu hết các sợi tự nhiên đều được xử lý bằng các phương pháp khác nhau trước khi được sử dụng để sản xuất bê tông cốt sợi. Quá trình này nhằm tăng cường các tính chất cơ học của chính nó cũng như cải thiện độ bền liên kết của bề mặt sợi với vữa xi măng. Có thể kể tên một số phương pháp xử lý thường được sử dụng như phương pháp xử lý bề mặt (phương pháp vật lý hoặc hóa học), sừng hóa, ngâm tẩm polymer, hoặc xử lý lai.

Phương pháp xử lý bề mặt về cơ bản giúp tăng cường độ bám dính giữa sợi và vữa xi măng và đạt được cường độ liên kết cao hơn. Ferreira và cộng sự (2015) đã sử dụng phương pháp xử lý kiềm bằng canxi hydroxit Ca(OH)₂ để xử lý bề mặt của sợi sisal và so sánh với các phương pháp xử lý khác. Kết quả là nồng độ kiềm thấp từ 0.5–1% chỉ loại bỏ được các cấu tử vô định hình chứ không phân hủy sợi sisal và do đó làm tăng độ kết tinh của nó, làm cải thiện độ bền kéo và mô đun đàn hồi của sợi sisal cũng như độ bám dính bề mặt với vữa xi măng so với sợi sisal không được xử lý. Sừng hóa là một phương pháp tốt để xử lý sợi tự nhiên bằng cách lặp lại các quá trình xử lý độ ẩm và nhiệt độ. Mục đích của quá trình xử lý này là thúc đẩy sự thay đổi cấu trúc vi sợi, dẫn đến sự ổn định về kích thước (Ferreira et al. 2012). Quá trình làm nóng, làm khô và làm mất nước thực hiện trên sợi tự nhiên phải chậm để tránh sốc nhiệt có thể xảy ra đối với sợi. Một giải pháp khác để xử lý xơ sợi tự nhiên là ngâm tẩm polymer. Một số loại polymer thường được sử dụng cho sợi tự nhiên như nhựa epoxy, styren-butadien, nhựa polyester, dầu thầu dầu, mùn cưa su thiên nhiên. Sự biến tính bằng các sản phẩm polymer này giúp sợi tự nhiên bền và ổn định hơn trong bê tông hạt mịn, cũng như liên kết tốt với vữa xi măng.

2.3. Hàm lượng sợi tự nhiên trong bê tông cốt sợi

Hàm lượng sợi tự nhiên trong thành phần hỗn hợp bê tông cốt sợi phụ thuộc vào mục tiêu của việc bổ sung sợi tự nhiên. Để xác định giá trị tối ưu của tham số này cho từng loại xơ tự nhiên, các nghiên cứu tham số đã được thực hiện bằng cách thay đổi hàm lượng xơ trong một phạm vi phù hợp. Đối với khối lượng riêng, mức tăng cao nhất (trung bình +5 đến 10%) tương ứng với các giá trị hàm lượng sợi trong khoảng từ 0.10 đến 0.50% (theo thể tích) và kích thước sợi từ 5×10^{-5} đến 1×10^{-3} mm. Đối với tăng cường độ nén, mức tăng (trung bình từ +5 đến 30%) tương ứng với hàm lượng sợi từ 0.03% đến 0.40% (theo thể tích) và kích thước sợi từ 5×10^{-5} đến 1×10^{-3} mm. Đối với độ dẫn nhiệt, các giá trị cao nhất của nó (trung bình +5 đến 20%) tương ứng với các giá trị từ 0.03 đến 0.40% (theo thể tích) và kích thước khoảng 1×10^{-4} mm (Pedroso and Flores-Colen (2020)).

3. Nghiên cứu thực nghiệm xác định cường độ của bê tông cốt sợi

3.1. Vật liệu sử dụng

Các vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu là vật liệu địa phương nhằm tận dụng tối đa để ứng dụng vào các công trình.

+ Cát tự nhiên có đường kính $D_{\max} = 2.5$ mm (được sàng qua lỗ 2.5 mm), có thành phần cấp phối được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 7572-2:2006, thông qua các lỗ sàng 2.5 – 1.25 – 0.63 – 0.315 – 0.14 mm.

+ Xi măng PC40: Sử dụng loại xi măng poóc lăng phổ biến ở địa phương (thương hiệu Bút Sơn) được kiểm nghiệm cơ học theo tiêu chuẩn TCVN 6260: 2009 và được đánh giá đạt chuẩn quốc tế.



a) Cát sông tự nhiên b) Tro bay Phả Lại loại F c) Sợi xơ dừa trước khi cắt d) Sợi đay sau khi cắt nhỏ

Hình 1. Vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu

+ Sợi tự nhiên: Hai loại sợi được sử dụng trong đề án này là sợi xơ dừa và sợi đay. Đây là hai loại sợi tự nhiên tương đối phổ biến ở Việt Nam. Sợi tự nhiên được xử lý và cắt thành các kích thước từ 2 đến 3 cm để trộn với hỗn hợp BTHM.

+ Tro bay Phả Lại loại F: một lượng vừa đủ tro bay của nhà máy nhiệt điện Phả Lại (loại F) được bổ sung vào thành phần bê tông để tăng độ đặc chắc cho bê tông.

+ Phụ gia dẻo : Để tăng tính công tác cho bê tông, phụ gia siêu dẻo được sử dụng ở dạng bột giúp dễ dàng bảo quản trong điều kiện thi công thực tế có mã sản phẩm là Polycarboxylate R-209.

3.2. Chế tạo mẫu bê tông cốt sợi

a) Thành phần bê tông cốt sợi

Thành phần cấp phối của bê tông cốt sợi được giới thiệu như trong Bảng 2 dưới đây. Để đánh giá được ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến các đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi, các hàm lượng sợi theo khối lượng xi măng được sử dụng là 1%, 1.5%, và 2%.

Bảng 2. Thành phần cấp phối bê tông cốt sợi

Bê tông cốt sợi tự nhiên	
Cát tự nhiên (kg/m^3)	1676.39
Xi măng (kg/m^3)	668.99
Tro bay Phả Lại loại F (kg/m^3)	112
Phụ gia dẻo Sika Polycarboxylate R-209 (kg/m^3)	4.34
Sợi tự nhiên (% theo khối lượng xi măng)	1%, 1.5%, 2%
Nước (kg/m^3)	234.18
Tỉ số N/X	0.35

b) Chế tạo mẫu

Quy trình chế tạo bê tông hạt mịn được tiến hành sau đó gồm 2 pha cơ bản như sau:

Pha 1: Trộn khô cốt liệu cát trong vòng 1 phút. Tiếp tục thêm hỗn hợp xi măng và trộn tiếp trong vòng 1 phút. Tiến hành làm tơi mỏng các sợi tự nhiên và rải đều lên hỗn hợp khô cùng với phụ gia siêu dẻo dạng bột và trộn tiếp trong vòng 1 phút.

Pha 2: Cho 70% lượng nước cần thiết vào hỗn hợp đã trộn ở pha 1 trộn trong vòng 3 phút cho đến khi chuyển sang trạng thái dẻo. Bổ sung tiếp 30% lượng nước một cách từ từ và quay với tốc độ nhanh trong khoảng 5 phút để hỗn hợp đạt được tính công tác theo yêu cầu. Tổng thời gian trộn khoảng 10 phút.

Thực hiện chế tạo các tổ mẫu, 3 mẫu/tổ mẫu hình lăng trụ kích thước 40 x 40 x 160 mm cho mẫu bê tông cốt sợi tự nhiên để xác định cường độ kéo uốn và cường độ chịu nén. Tiến hành chế tạo 4 tổ mẫu, 2 mẫu/tổ mẫu hình trụ tròn kích thước tiêu chuẩn 150 x 300 mm để xác định cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi. Các mẫu thí nghiệm sau khi tháo ván khuôn được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn ($t = 27 \pm 2^\circ\text{C}$) đến tuổi thí nghiệm 28 ngày.



a) Máy trộn bê tông b) Bê tông sau khi trộn c) Mẫu 40x40x160 d) Mẫu hình trụ

Hình 2. Công tác chế tạo mẫu bê tông cốt sợi tự nhiên

c) Tiến hành thí nghiệm

Đối với các mẫu thí nghiệm kích thước 40 x 40 x 160 mm, thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn được thực hiện trước, các thí nghiệm xác định cường độ chịu nén sẽ được thực hiện trên 2 nửa mẫu thu được từ thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn.



a) Thí nghiệm kéo uốn và nén trên mẫu 40x40x160 mm b) Thí nghiệm kéo uốn và nén trên mẫu 40x40x160 mm c) Thí nghiệm nén trên mẫu 150x300 mm d) Dạng phá hủy mẫu e) LVDT vòng đo biến dạng

Hình 3. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén

Đối với mẫu hình trụ 150 x 300 mm, chọn thang lực thích hợp của máy để khi nén tải trọng phá hoại nằm trong khoảng 20 – 80% tải trọng cực đại của thang lực nén đã chọn. Đặt mẫu vào máy nén sao cho một mặt chịu nén đã chọn nằm đúng tâm thót dưới của máy. Vận hành máy cho mặt trên của mẫu nhẹ nhàng tiếp cận với thót trên của máy. Tiếp đó tăng tải liên tục với vận tốc không đổi và bằng 6 daN/cm² trong một giây cho tới khi mẫu bị phá hoại. Lực tối đa đạt được là giá trị tải trọng phá hoại mẫu.

3.3. Các đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi tự nhiên

a) Cường độ nén

Cường độ nén của bê tông cốt sợi tự nhiên được xác định theo các tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn trên thế giới. Cường độ chịu nén được xác định theo công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} \text{ (MPa)} \quad (1)$$

Trong đó: R_n là cường độ chịu nén, MPa; P là lực nén gây phá hoại mẫu, N; F là diện tích tiết diện chịu nén, mm². Trong nghiên cứu này sử dụng 2 loại mẫu để xác định cường độ chịu nén, là nửa mẫu 40x40x160 mm sau khi bị gãy làm 2 nửa trong thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn, và mẫu hình trụ 150x300 mm. Kết quả cường độ nén của mẫu bê tông cốt sợi tự nhiên theo các loại sợi và hàm lượng sợi gia cường được giới thiệu trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Cường độ nén của bê tông cốt sợi với các hàm lượng sợi khác nhau

Mẫu	Loại mẫu	Đối chứng (0%)	Hàm lượng sợi 1%	Hàm lượng sợi 1.5%	Hàm lượng sợi 2%
BT cốt sợi dừa	Mẫu 40x40x160 mm	40.18 MPa	41.23 MPa	43.28 MPa	42.30 MPa
	Mẫu 150x300 mm	39.18 MPa	39.83 MPa	39.47 MPa	39.21 MPa
BT cốt sợi đay	Mẫu 40x40x160 mm	40.18 MPa	42.68 MPa	44.56 MPa	43.34 MPa
	Mẫu 150x300 mm	39.18 MPa	41.64 MPa	42.16 MPa	41.79 MPa

b) Cường độ kéo uốn

Thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn đc thực hiện trước, các thí nghiệm xác định cường độ chịu nén

sẽ được thực hiện trên 2 nửa mẫu thu được từ thí nghiệm xác định cường độ kéo uốn..

Cường độ kéo khi uốn của bê tông được xác định theo công thức:

$$R_{ku} = 1,5 \frac{P \cdot l}{bh^2} \text{ (MPa)} \quad (2)$$

Trong đó: R_{ku} - cường độ chịu kéo khi uốn, MPa; P - lực uốn gây phá hoại mẫu, N; l - khoảng cách giữa hai gối tựa; b - chiều rộng tiết diện ngang của mẫu; h - chiều cao tiết diện ngang của mẫu. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo uốn của hai loại bê tông thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Cường độ kéo uốn của bê tông cốt sợi với các hàm lượng sợi khác nhau

Mẫu	Đối chứng (0%) (MPa)	Hàm lượng sợi 1% (MPa)	Hàm lượng sợi 1.5% (MPa)	Hàm lượng sợi 2% (MPa)
BT cốt sợi dừa	9.27	9.51	10.21	9.93
BT cốt sợi đay	9.27	10.54	11.38	10.98

c) Mô đun đàn hồi

Mô đun đàn hồi của bê tông cốt sợi tự nhiên được xác định thông qua thí nghiệm nén mẫu hình trụ 150 x 300mm. Biến dạng của mẫu được đo bằng đồng hồ đo LVDT vòng, được gắn trên mẫu như trong Hình 7d. Chỉ số đo được ghi lại và xử lý. Mô đun đàn hồi của các mẫu BT cốt sợi được giới thiệu trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Mô đun đàn hồi của bê tông cốt sợi với các hàm lượng sợi khác nhau

Mẫu	Đối chứng (0%) (GPa)	Hàm lượng sợi 1% (GPa)	Hàm lượng sợi 1.5% (GPa)	Hàm lượng sợi 2% (GPa)
BT cốt sợi dừa	30.59	30.15	29.98	29.64
BT cốt sợi đay	30.59	30.46	30.08	29.88

3.4. Ảnh hưởng của các tham số đến đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi tự nhiên

a) Ảnh hưởng của loại sợi

Ảnh hưởng của loại sợi được phân tích dựa vào các kết quả trong bảng 3, 4, 5. Có thể thấy rằng, sợi xơ dừa và sợi đay đều làm tăng cường độ của bê tông, và đạt giá trị tốt nhất ở hàm lượng gia cường 1.5% khối lượng xi măng. Kết quả này được giải thích do cường độ dính bám tốt giữa sợi đay và sợi xơ dừa với các gel C-S-H được hình thành trong quá trình ninh kết của bê tông, từ đó mà hiệu ứng cầu sợi trong bê tông cốt sợi có hiệu ứng tích cực với cường độ nén của bê tông. Vì bản thân sợi đay có cường độ cao hơn so với sợi dừa (cường độ kéo cao hơn, độ cứng lớn, và biến dạng nhỏ), do đó tạo ra một hiệu ứng tích cực hơn đối với cường độ nén của bê tông cốt sợi. Hiệu quả gia cường tốt nhất ở hàm lượng gia cường 1.5% khối lượng xi măng là 7.72% đối với bê tông cốt sợi dừa và 10.90% đối với bê tông cốt sợi đay.

Ảnh hưởng của loại sợi đến cường độ kéo uốn của bê tông cốt sợi lại rất rõ rệt so với cường độ chịu nén. Cả hai loại sợi đều cho hiệu ứng tích cực với cường độ kéo uốn, tuy nhiên mức độ thì sợi đay hiệu quả hơn rõ rệt. Hiệu quả gia cường tốt nhất tại mức hàm lượng sợi là 1.5% khối lượng xi măng, đạt 10.01% với sợi dừa và 22.76 % với sợi đay. Có thể thấy rằng hiệu ứng cầu sợi đã liên kết các thành phần C-H-S tạo thành một khối có khả năng chịu kéo uốn tốt hơn.

Ảnh hưởng của loại sợi đến mô đun đàn hồi của bê tông là tiêu cực và không đáng kể, các giá trị thực nghiệm cho thấy mô đun đàn hồi đều bị giảm so với giá trị ban đầu.

b) Hàm lượng sợi

Ảnh hưởng của hàm lượng sợi đến các đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi tự nhiên được phân tích từ kết quả trong bảng 3, 4, 5. Kết quả cho thấy, hàm lượng sợi có ảnh hưởng khác nhau đến các đặc trưng cơ học. Đối với cường độ nén và kéo uốn, các giá trị thực nghiệm cho thấy hàm lượng gia cường 1.5% (so với khối lượng của xi măng) cho kết quả tích cực nhất với hai loại sợi dừa và sợi đay. Đối với mô đun đàn hồi của bê tông, một xu hướng giảm đều theo hàm lượng sợi thu được từ thực nghiệm. Do đó, nhóm tác giả đề xuất sử dụng hàm lượng gia cường 1.5% so với khối lượng của xi măng để chế tạo bê tông cốt sợi tự nhiên để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

4. Khả năng ứng dụng bê tông cốt sợi tự nhiên vào xây dựng hạ tầng cơ sở ở vùng nông thôn

Để thực hiện các kế hoạch đã đặt ra về Chương trình mục tiêu Quốc gia nông thôn mới, khối lượng xây dựng cơ bản là rất lớn. Nhu cầu sử dụng các loại vật liệu xây dựng đặc biệt là bê tông xi măng có giá thành rẻ, cường độ tốt, tận dụng được các nguồn lực của địa phương có ý nghĩa quan trọng. Bê tông cốt sợi tự nhiên có thể là một giải pháp tối ưu cho vấn đề này nếu được nghiên cứu một cách có tính định hướng và đầy đủ. Trong các tiêu chí về thủy lợi, các kênh mương thoát nước, tưới và tiêu nước cần được kiên cố hóa,

vừa đảm bảo ổn định chất lượng công trình, tạo mỹ quan cho nông thôn. Có thể sử dụng các loại khung bê tông, gạch bê tông, tấm lát gia cố kênh mương, tùy thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn mà lựa chọn, thiết kế cho phù hợp.

5. Kết luận

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu về vật liệu bê tông cốt sợi đay và sợi xơ dừa. Từ kết quả nghiên cứu, một vài kết luận và kiến nghị có thể rút ra như sau:

- Thành phần cấp phối của bê tông cốt sợi tự nhiên với thành phần cốt liệu bao gồm cát tự nhiên có đường kính $D_{\max} = 2.5\text{mm}$, có bổ sung tro bay của nhà máy nhiệt điện Phả Lại và phụ gia siêu dẻo, kết hợp với chất kết dính là xi măng PC 40 có thể cho ra cường độ mẫu tốt, trung bình 40 MPa khi chịu nén, 8 – 12 MPa khi chịu kéo uốn, và 30 GPa mô đun đàn hồi.

- Khi bổ sung các loại sợi tự nhiên (đay và dừa) vào trong thành phần cấp phối với hàm lượng 1%, 1.5%, và 2% khối lượng xi măng, các đặc trưng cơ học của bê tông thay đổi theo xu hướng khác nhau. Sợi đay cho hiệu ứng tích cực hơn do hai yếu tố: cường độ kéo và mô đun đàn hồi tốt hơn so với sợi dừa, và cường độ dính bám tốt hơn với các gel C-S-H được hình thành trong quá trình ninh kết của vữa xi măng, từ đó mà hiệu ứng cầu sợi được hình thành có hiệu quả hơn. Các đặc trưng cơ học của bê tông cốt sợi đay là tốt hơn so với bê tông cốt sợi dừa.

- Ảnh hưởng của hàm lượng sợi tự nhiên đến cường độ của bê tông cũng được khảo sát đến. Kết quả cho thấy, mặc dù xu hướng không rõ ràng nhưng với hàm lượng sợi 1.5% là giá trị phù hợp để thực hiện việc chế tạo các tấm bê tông gia cố.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được hỗ trợ tài chính bởi Trường đại học Mở - Địa chất qua đề tài cấp Cơ sở T23-33.

Tài liệu tham khảo

Adesina, Adeyemi, 2022. 28 - Performance of Cementitious Composites Incorporating Coconut Fibers as Reinforcement. In *Advances in Bio-Based Fiber*, 645–60. Woodhead Publishing.

Đặng Văn Thanh, Lê Tấn Quỳnh, and Nguyễn Thị Vân Hòa, 2019. Bê Tông Độn Rơm-Phương Pháp Quản Lý Chất Thải Nông Nghiệp Bền Vững. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Lâm nghiệp*, số 2: 1-7.

Ferreira, S. R., F. de A. Silva, P. R. L. Lima, and R. D. Toledo Filho, 2015. Effect of Fiber Treatments on the Sisal Fiber Properties and Fiber–Matrix Bond in Cement Based Systems. *Construction and Building Materials* 101:730–40.

Ferreira, S. R., P. R. L. Lima, F. A. Silva, and R. D. Toledo Filho, 2012. Effect of sisal fiber hornification on the adhesion with portland cement matrices. *Matéria (Rio de Janeiro)* 17:1024–34.

Hallonet, Anne, 2016. Développement et caractérisation d'un matériau composite à base de fibres de lin : application au renforcement de structures en béton par collage externe. Phdthesis, Université de Lyon.

Hạnh Cao Lưu Ngọc, Giang Nguyễn Trường, and Nhiều Nguyễn Thành, 2015. Phương pháp gia công hầm ủ biogas từ sợi xơ dừa. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 37: 1–7.

Kouta, Nathalie, Jacqueline Saliba, and Nadia Saiyouri, 2021. Fracture Behavior of Flax Fibers Reinforced Earth Concrete. *Engineering Fracture Mechanics* 241 :107378.

Lima, Paulo R. L., Joaquim A. O. Barros, Alex B. Roque, Cintia M. A. Fontes, and José M. F. Lima, 2018. Short Sisal Fiber Reinforced Recycled Concrete Block for One-Way Precast Concrete Slabs. *Construction and Building Materials* 187 :620–34.

Pedroso, Marco, and Inês Flores-Colen, 2020. The Influence of Dimension and Content of Natural Organic Fibrous Materials on the Multi-Performance of Cement-Based Composites: A Statistical Approach. *Construction and Building Materials* 231 :117175.

Wang, Wenjie, and Nawawi Chouw, 2018. Experimental and Theoretical Studies of Flax FRP Strengthened Coconut Fibre Reinforced Concrete Slabs under Impact Loadings. *Construction and Building Materials* 171:546–57.

ABSTRACT

Natural fibre reinforced concrete: Mechanical properties and applied capacity in infrastructure construction

Tran Manh Tien¹, Do Ngoc Tu¹, Nguyen Nam Hoa¹, Nguyen Viet Thang¹, Nguyen Thi Tuyet Mai¹

¹*Department of Mechanism of Materials, Hanoi University of Mining and Geology*

In Viet Nam, natural fibre-reinforced cementitious matrix (N-FRCM) can be a material solution in some situations and works if research is oriented. This paper presents research results on natural fiber reinforced concrete material, from the types of natural fibres used, mechanical properties of two types of N-FRCM, and applicability to infrastructure construction. The results obtained were the strength of natural fibers commonly used in construction around the world, the compressive strength, flexural tensile strength and Young's modulus of coconut and jute FRCM with different fibre contents ranging from 1%, 1.5% and 2%. From there, the influence of fibre type and fibre content is extracted and analyzed.

Keywords: natural fibre; natural fibre-reinforced cementitious matrix (N-FRCM); compressive strength; flexural tensile strength.