

ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG CỐT LIỆU MỊN THAY THẾ ĐẾN CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA BÊ TÔNG VỎ NGAO DÙNG LÀM MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ

Từ Sỹ Quân^{a,*}, Trần Thế Truyền^b, Mai Hoàng Anh^c, Lê Văn Thắng^d

^aKhoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Giao thông Vận tải,
số 3 Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Công trình, Trường Đại học Giao thông Vận tải,
số 3 Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

^cCông ty TNHH xây dựng công trình Nhật Huy, K1/150, KDC Bửu Hoà, phường Bửu Hoà,
Thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai, Việt Nam

^dViện Chuyên Ngành Bê tông, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng,
số 81 Trần Cung, phường Nghĩa Tân, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 06/02/2023, Sửa xong 14/03/2023, Chấp nhận đăng 28/03/2023

Tóm tắt

Nghiên cứu xử lý vỏ ngao phế thải từ các nhà máy chế biến ngao xuất khẩu là một việc làm hết sức cấp bách, giúp nâng cao giá trị kinh tế của vỏ ngao đồng thời giải quyết được vấn đề nan giải về môi trường và sức khỏe cộng đồng. Việc sử dụng vỏ ngao nghiền thay thế cho cốt liệu trong bê tông đã được nhiều tác giả trên thế giới quan tâm nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, vỏ ngao được nghiền và thay thế một phần cho cát tự nhiên trong cấp phối bê tông với các tỉ lệ lần lượt là 0%, 12%, 25% và 50%. Các thí nghiệm xác định các đặc trưng cơ lý như cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn, mô đun đàn hồi và độ mài mòn đã được thực hiện đều cho thấy một sự suy giảm về tính chất cơ học của các mẫu bê tông vỏ ngao so với mẫu đối chứng song vẫn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật đề ra theo các tiêu chuẩn hiện hành. Điều này chứng tỏ bê tông vỏ ngao hoàn toàn có tiềm năng sử dụng làm mặt đường ô tô.

Từ khoá: bê tông vỏ ngao; cốt liệu mịn; cường độ cơ học; độ mài mòn; mặt đường ô tô.

EFFECT OF FINE AGGREGATES REPLACED RATIO ON TECHNICAL PROPERTIES OF CLAM SHELL CONCRETE USED FOR ROAD SURFACE COURSE

Abstract

The research on the treatment of waste clam shells from seafood producing factory for exportation is a very urgent theme, helping to improve the economic value of clam shells, also solving the problematic of environment and public health. The use of crushed clam shells to replace aggregates in concrete has been studied by many researchers worldwide. In this study, clam shells were crushed and partially substituted for fine sand in the concrete mixture with ratios of 0%, 12%, 25% and 50% respectively. The experiment specifying the physical and mechanical properties such as compressive strength, flexural tensile strength, elastic modulus and abrasion resistance, have been performed, showing a decrease in the mechanical properties of the clam shell concrete specimens compared to the control specimens but they are still satisfied the technical requirements according to the current standards. This argument proves that clam shell concrete has the potential to be used as a road surface course.

Keywords: clam shells concrete; fine aggregate; mechanical properties; abrasion resistance; road surface course.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2023-17\(2V\)-09](https://doi.org/10.31814/stce.huce2023-17(2V)-09) © 2023 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: tusyquan@utc.edu.vn (Quân, T. S.)

1. Đặt vấn đề

Kết quả điều tra của Tổng cục Thủy sản [1] cho thấy khu vực miền Bắc và Bắc Trung bộ Thái Bình có diện tích và sản lượng ngao nuôi lớn nhất (1.984 ha, 30.130 tấn) tiếp theo là Nam Định (1.708 ha, 20.015 tấn), Thanh Hóa (960 ha, 7.700 tấn), Quảng Ninh (1.271 ha, 5.123 tấn), và Hà Tĩnh có diện tích nuôi và sản lượng thấp nhất trong các tỉnh điều tra (200 ha, 2800 tấn). Có 84,1% số hộ được điều tra ghi nhận đã gặp ít nhất 1 lần ngao nuôi bị chết hàng loạt (có tỷ lệ chết > 30%). Hiện tượng ngao nuôi bị chết hàng loạt thường xảy ra từ tháng 2 đến tháng 5 hàng năm, những tháng khác trong năm vẫn có hiện tượng này nhưng ít xảy ra hơn. Đa số các hộ nuôi cho rằng sự thay đổi về nhiệt độ (30,5% số trả lời), độ mặn (14,3% số trả lời), chất lượng nước kém (24,8% số trả lời) là những nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng ngao chết hàng loạt ở nhiều địa phương trong thời gian qua. Ngoài ra ngao cũng có thể chết vì những nguyên nhân khác như do bão [2] hoặc do tràn dầu [3]. Việc ngao chết hàng loạt ngoài việc khiến nhiều hộ nuôi trồng mất trắng hàng trăm tỷ đồng mà còn phát sinh thêm các hệ lụy về xử lý rác thải gây ô nhiễm môi trường.



(a) Khoảng 500 đến 1000 tấn ngao chết dạt trắng bờ biển Nam Định sau bão Noru tháng 09/2022 [2]



(b) Với hơn 60 ha ngao bị ảnh hưởng, người nuôi ngao bị thiệt hại ước tính 22 tỷ đồng [3]

Hình 1. Ngao chết hàng loạt thường xuyên xảy ra trên khắp các địa phương

Hiện trạng ngao chết hàng loạt tại các tỉnh ven biển được thể hiện ở trên Hình 1 gây thiệt hại lớn về mặt kinh tế cũng như tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng. Trong những năm gần đây, theo Louis Deshoulières [4], dự án VECOP (Valoriser les ECOProduits) về bê tông vô nhuyển thể đã được triển khai tại trường ESTIC, thành phố Caen (Pháp), cho ra đời những mẫu bê tông gạch lát với độ rỗng cao, thoát nước tốt, có khả năng thay thế từ 30% đến 50% cốt liệu truyền thống với giá thành và chi phí thấp hơn. Một nghiên cứu của Monita Olivia và cs. [5] cho thấy việc sử dụng vô nhuyển thể thay thế cốt liệu truyền thống làm cải thiện đáng kể cường độ chịu kéo và cường độ chịu uốn của bê tông, trong khi cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi lại phụ thuộc khá nhiều vào kích thước hạt. Kích thước hạt cũng ảnh hưởng lớn đến độ thấm và khả năng hút ẩm nước của vật liệu, theo nghiên cứu của Uchechi G. Eziefule và cs. [6]. Với đặc điểm là loại cốt liệu xanh, thân thiện với môi trường, có khả năng tái tạo, sử dụng vô nhuyển thể nói chung và vỏ ngao nói riêng thay thế cốt liệu truyền thống được xem là giải pháp mang tính bền vững, giúp giảm thiểu nguy cơ suy kiệt tài nguyên do khai thác cốt liệu xây dựng quá mức. Nhiều chuyên gia kinh tế cũng dự báo rằng Việt Nam trong tương lai sẽ thiếu hụt lượng lớn cát xây dựng vì quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa diễn ra rất nhanh. Việc tận dụng các nguồn nguyên liệu tại chỗ một mặt góp phần đa dạng hóa các chủng loại sản phẩm cốt

liệu xây dựng trên thị trường, mặt khác giúp hạ giá thành sản phẩm mà vẫn đảm bảo được chất lượng và các yêu cầu kỹ thuật.

Bên cạnh đó, công tác thi công mặt đường bê tông xi măng trong xây dựng công trình giao thông thường đòi hỏi một lượng lớn cát tự nhiên, vốn được vận chuyển từ nơi khác đến. Khi ấy, sử dụng vỏ ngao nghiền thay thế một phần cát tự nhiên được xem là giải pháp rất tiện lợi, đặc biệt phù hợp với các địa phương ven biển hay vùng hải đảo xa xôi do tận dụng được nguồn nguyên liệu tại chỗ. Các yêu cầu kỹ thuật của bê tông dùng làm áo đường cứng trong thiết kế đường ô tô được quy định trong tiêu chuẩn 22TCN223-95 [7] bởi Bộ Giao thông Vận tải. Gần đây, Tổng cục đường bộ Việt Nam có ban hành quyết định 2231/QĐ-TCĐBVN, trong đó có ban hành hai tiêu chuẩn cơ sở TCCS 39:2022/TCĐBVN [8] và TCCS 40:2022/TCĐBVN [9]. Đây là những chỉ dẫn kỹ thuật cần thiết cho công tác thiết kế và thi công mặt đường bê tông xi măng trong công trình giao thông, được tổng hợp so sánh trong Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ học đối với bê tông xi măng dùng làm mặt đường ô tô

Đại lượng	Yêu cầu kỹ thuật			Tiêu chuẩn thí nghiệm
	TCCS 39:2022	TCCS 40:2022	22TCN223-95	
Cường độ chịu kéo khi uốn ở 28 ngày tuổi (f_r).	$f_r \geq 5$ MPa - đường cao tốc, đường cấp I, cấp II và các đường có quy mô giao thông nặng, rất nặng và cực nặng. $f_r \geq 4,5$ MPa - Đường các cấp khác, có quy mô giao thông trung bình và nhẹ, có xe nặng trục đơn > 100 kN. $f_r \geq 4,0$ MPa - đường các cấp khác, có quy mô giao thông cấp nhẹ, không có xe nặng với trục đơn > 100 kN.	$f_r \geq 5$ MPa với mặt đường BTXM đường cao tốc, cấp I, cấp II. $f_r \geq 4,5$ MPa với mặt đường BTXM đường ô tô cấp III trở xuống.	$f_r \geq 5$ MPa với mặt đường BTXM đường cấp I. $f_r \geq 4,5$ MPa với mặt đường BTXM đường cấp II. $f_r \geq 4$ MPa với mặt đường BTXM đường ô tô cấp III trở xuống.	TCVN 3119:1993 [10]
Cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi (R_n).	-	-	$R_n \geq 40$ MPa với mặt đường BTXM đường cấp I. $R_n \geq 35$ MPa với mặt đường BTXM đường cấp II. $R_n \geq 30$ MPa với mặt đường BTXM đường ô tô cấp III trở xuống.	TCVN 3118:1993 [11]

Đại lượng	Yêu cầu kỹ thuật			Tiêu chuẩn thí nghiệm
	TCCS 39:2022	TCCS 40:2022	22TCN223-95	
Độ sụt	-	Từ 10 mm đến 40 mm tùy vào công nghệ thi công.	-	TCVN 3106:1993 [12]
Độ mài mòn	$< 0,3 \text{ g/cm}^2$ với mặt đường BTXM đường cao tốc, cấp I, cấp II, cấp III. $< 0,6 \text{ g/cm}^2$ với mặt đường BTXM đường ô tô cấp IV trở xuống.			TCVN 3114:1993 [13]

Như vậy, mục tiêu của nghiên cứu nhằm chế tạo được các cấp phối bê tông sử dụng vỏ ngao nghiền thay thế một phần cát tự nhiên, có khả năng thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu sử dụng làm mặt đường ô tô.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu chế tạo

a. Cốt liệu

Cốt liệu bao gồm cát, vỏ ngao nghiền và đá 5×10 được rửa sạch, phơi khô trước khi đổ bê tông. Cát được sử dụng trong đề tài này là cát tự nhiên sông Đà, kích thước hạt với mô đun độ lớn $M_k = 2,5$, khối lượng riêng $2,67 \text{ g/cm}^3$. Bên cạnh đó, vỏ ngao Bến Tre được nghiền nhỏ với kích thước hạt lớn nhất lọt qua mắt sàng $4,75 \text{ mm}$, được minh họa như trên Hình 2. Thành phần hạt của cát Sông Đà và vỏ ngao thỏa mãn tiêu chuẩn ASTM C33 [14] được thể hiện trên Hình 4.



(a) Vỏ ngao được rửa sạch, phơi khô trước khi nghiền

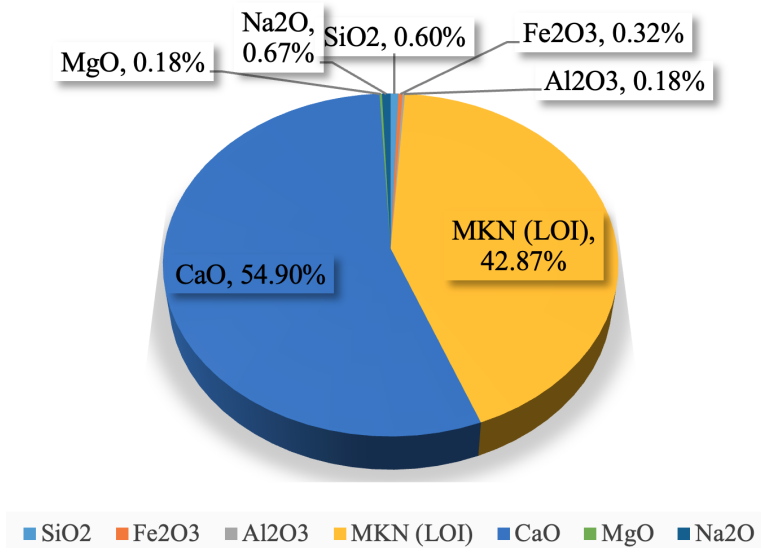


(b) Vỏ ngao nghiền có cỡ hạt từ $0,15 \text{ mm}$ đến $4,75 \text{ mm}$

Hình 2. Vật liệu vỏ ngao Bến Tre được lấy từ vùng nuôi Giao Thủy, Nam Định

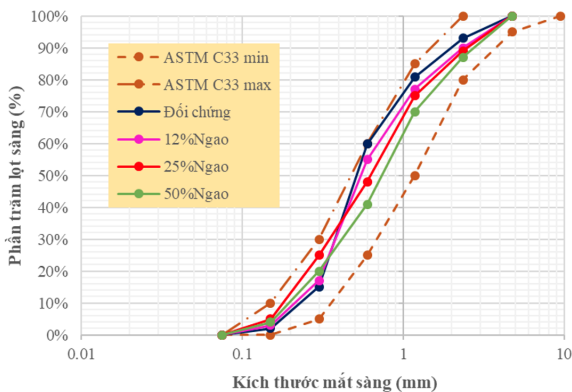
Trong nghiên cứu này, thành phần hoá học của vỏ ngao được phân tích bằng phương pháp AQS trên máy quang phổ nhiễu xạ tia X (XRD) cho kết quả thí nghiệm được trình bày trên Hình 3, với phần trăm hàm lượng của CaO là chủ đạo, chiếm tỉ lệ $54,9\%$. trong khi các hợp chất khác như MgO,

Na_2O , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 chỉ chiếm tỉ lệ chưa đến 2%. Hàm lượng mất khi nung (MKN) của vỏ ngao khá lớn, đạt 42,87%.

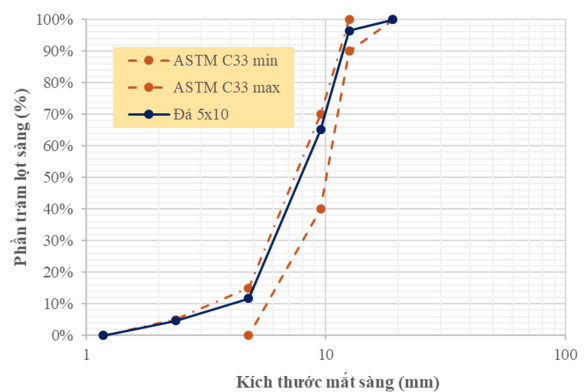


Hình 3. Thành phần hóa học của vỏ ngao nghiền

Cốt liệu thô được sử dụng trong chế tạo bê tông là đá 5×10 với kích thước hạt lớn nhất lọt qua mắt sàng 12,5 mm, có nguồn gốc từ mỏ đá Thanh Sơn, huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam. Thành phần hạt của đá 5×10 thỏa mãn tiêu chuẩn ASTM C33, được thể hiện trên Hình 5.



Hình 4. Thành phần hạt của cốt liệu mịn



Hình 5. Thành phần hạt của đá 5×10

b. Xi Măng và phụ gia khoáng

Xi măng dùng trong đề tài là loại PC40 của Bút Sơn theo TCVN 2682-2009 [15] và ASTM C595 [16], có khối lượng riêng bằng 3100 kg/m^3 , cường độ chịu nén 28 ngày tuổi là 49,1 MPa. Tro bay loại F được lấy từ nhà máy nhiệt điện Na Dương. Các chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng và tro bay được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học của xi măng Vicem PC40 và tro bay Na Dương

Thành phần (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO tự do
Vicem PC40	21,65	5,25	3,42	65,0	0,06	1,80	0,25	0,72	0,125
Tro bay Na Dương	53,9	21,8	6,7	4,27	1,45	0,2	0,67	3,4	4,27

c. Phụ gia hóa học

Nghiên cứu sử dụng phụ gia siêu dẻo SikaPlast®-394 gốc Polycarboxylate thỏa mãn ASTM C494 loại D & G.

d. Nước

Nước dùng để chế tạo bê tông truyền thống là nước sinh hoạt. Nước được dùng phải là nước sạch theo TCXDVN 302:2004 [17].

2.2. Thiết kế thành phần bê tông

Bốn loại bê tông được chế tạo sử dụng kết hợp xi măng, cốt liệu mịn, cốt liệu thô, tro bay và phụ gia siêu dẻo với tỷ lệ Nước/Chất kết dính (N/CKD) = 0,36 trong đó thành phần bê tông đối chứng (0% vỏ ngao nghiền) được tính toán thiết kế với cường độ mục tiêu C50 theo tiêu chuẩn ACI 211.4R-08 [18], có kết hợp với điều chỉnh bằng thực nghiệm. Trong nghiên cứu hiện tại, chỉ thể tích cát trong các cấp phối được thay thế từng phần bởi vỏ ngao nghiền với hàm lượng thay thế lần lượt là 0%, 12%, 25% và 50% trong khi các thành phần khác như xi măng, tro bay, cốt liệu thô được giữ nguyên. Cách làm này cho phép đánh giá tác động của vỏ ngao nghiền đến các tính chất cơ học của bê tông khi thay thế một phần vai trò của cốt liệu mịn. Thành phần hỗn hợp các loại bê tông được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Thành phần phối trộn của các cấp phối bê tông

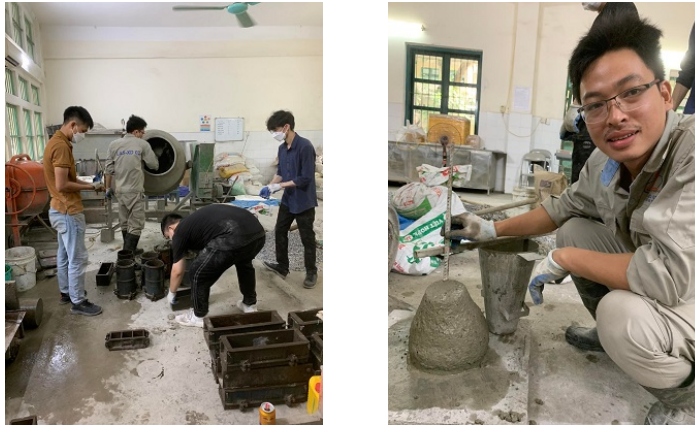
Vật liệu	Đơn vị	Đối chứng	12% Vỏ ngao	25% Vỏ ngao	50% Vỏ ngao
Xi măng	kg	454,5	454,5	454,5	454,5
Cát khô	kg	635,7	559,4	476,8	317,8
Đá khô	kg	1040	1040	1040	1040
Vỏ ngao	kg	0,0	77,4	161,3	322,6
Nước	lít	196,4	201,1	206,1	215,8
Tro bay (F)	kg	80,2	80,2	80,2	80,2
Phụ gia	lít	5,6	5,6	5,6	5,6

Sau khi tính toán sơ bộ thành phần hỗn hợp cơ sở thì lượng nước được điều chỉnh theo độ ẩm cốt liệu thay thế và lượng phụ gia siêu dẻo được điều chỉnh sao cho độ sụt của các mẻ trộn đối chứng là 5±2 cm.

2.3. Công tác thí nghiệm

Công tác thí nghiệm được thực hiện tại LAS-XD 03, Viện Chuyên ngành Bê tông trực thuộc Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng (IBST). Các thành phần hỗn hợp trong bê tông vỏ ngao được trộn với tổng thời gian 8 phút. Cát Sông Đà, vỏ ngao nghiền và các thành phần chất kết dính như xi măng Bút Sơn, tro bay được trộn khô trong vòng 2 phút. Tiếp theo, cho 70% lượng nước vào và tiếp

tục trộn trong 2 phút. Cuối cùng cho phụ gia siêu dẻo vào 30% nước còn lại, cho vào hỗn hợp bê tông và trộn trong vòng 4 phút để kết thúc quá trình trộn.



Hình 6. Công tác chế tạo mẫu thí nghiệm

Độ sụt và khối lượng thể tích khi ướt được xác định song song với quá trình đúc mẫu, được thể hiện trên Hình 6. Các mẫu hình trụ tròn được chế tạo với kích thước 150×300 mm tuân theo tiêu chuẩn ASTM C39 [19] và ASTM C469 [20] phục vụ cho thí nghiệm xác định cường độ chịu nén ở các ngày tuổi khác nhau và mô đun đàn hồi ở 28 ngày tuổi. Tổng số mẫu hình trụ là 72 mẫu. Mẫu thử hình lập phương mỗi cạnh 70 mm được chuẩn bị để tiến hành thí nghiệm đánh giá độ mài mòn ở 28 ngày tuổi, với số lượng 12 mẫu. Quy trình thí nghiệm tuân theo tiêu chuẩn TCVN 3114-1993 [13]. Bên cạnh đó, thí nghiệm uốn bốn điểm trên 12 mẫu hình hộp chữ nhật có kích thước $100 \times 100 \times 400$ mm cho phép xác định cường độ chịu kéo khi uốn. Các bước thí nghiệm thỏa mãn tiêu chuẩn ASTM C78-02 [21]. Công tác thí nghiệm xác định các đặc tính kỹ thuật của bê tông vỏ ngao được thể hiện trên Hình 7.



(a) Các mẫu thí nghiệm sau khi nén



(b) Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi uốn



(c) Thí nghiệm mô đun đàn hồi tĩnh



(d) Thí nghiệm đánh giá độ mài mòn

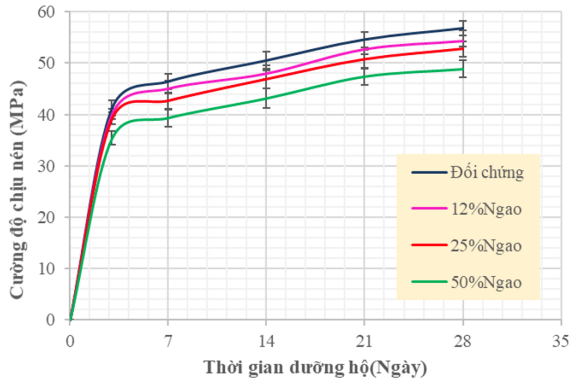
Hình 7. Một vài hình ảnh về công tác thực nghiệm

3. Kết quả và thảo luận

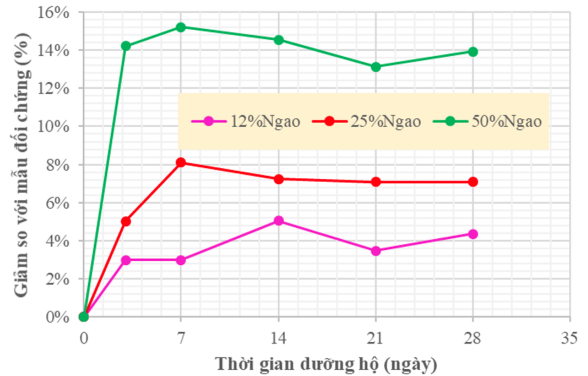
Ở trạng thái ban đầu, các mẻ trộn có khối lượng thể tích dao động từ 2395 kg/m^3 đến 2414 kg/m^3 và độ sụt dao động từ 35 mm đến 50 mm. Sự có mặt của vỏ ngao làm giảm nhẹ khối lượng riêng cũng như độ sụt của mẻ trộn. Điều này được giải thích do sự khác biệt về trạng thái bề mặt và khối lượng riêng cốt liệu giữa vỏ ngao nghiền và cát tự nhiên. Ở trạng thái đông rắn, các tính chất cơ học của bê tông được đánh giá, kiểm định thông qua các thí nghiệm được trình bày như sau:

3.1. Cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén được xác định tại 3, 7, 14, 21 và 28 ngày tuổi. Cách tính cường độ chịu nén tuân theo hướng dẫn của tiêu chuẩn TCVN 3118:1993 [11], bằng giá trị trung bình cộng cường độ ba viên mẫu trong tổ nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong ba giá trị cường độ viên mẫu không lệch quá 15% so với giá trị cường độ viên còn lại. Kết quả thí nghiệm cường độ nén trung bình tại các ngày tuổi khác nhau của các mẫu bê tông được trình bày trên Hình 8 và Hình 9.



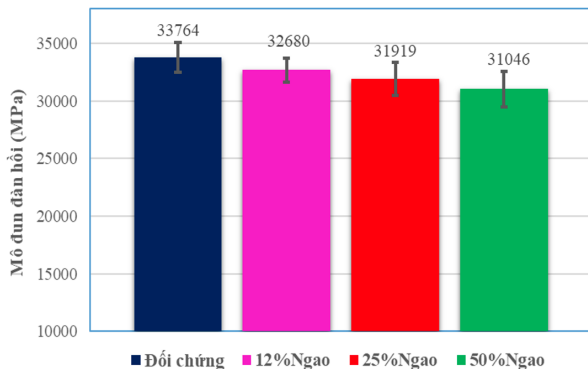
Hình 8. Cường độ chịu nén theo thời gian



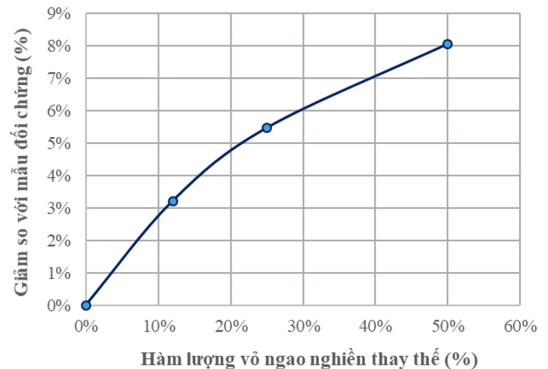
Hình 9. Mức độ giảm cường độ chịu nén so với mẫu đối chứng

Cường độ chịu nén của các mẫu tăng dần theo thời gian, dao động từ 49 MPa đến 57 MPa ở 28 ngày tuổi. So với mẫu đối chứng, mức giảm ít nhất xảy ra trên các mẫu với 12% vỏ ngao thay thế. Đối với trường hợp 25% và 50% vỏ ngao thay thế, mức độ giảm cường độ dao động quanh ngưỡng 7% và 14%.

3.2. Mô đun đàn hồi khi nén tĩnh



Hình 10. Giá trị trung bình của mô đun đàn hồi



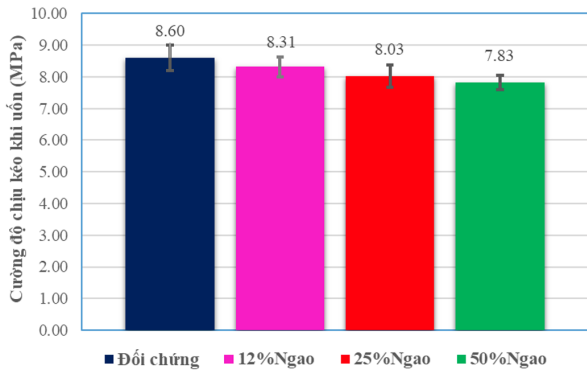
Hình 11. Mức độ suy giảm mô đun đàn hồi so với mẫu đối chứng

Kết quả thí nghiệm cho thấy mô đun đàn hồi ở 28 ngày tuổi của tất cả các mẫu đối chứng dao động trong khoảng từ 28 GPa đến 39 GPa, còn của các mẫu bê tông vỏ ngao từ 22 GPa đến 36 GPa, được thể hiện trên Hình 10 và Hình 11. Với mỗi mẫu thí nghiệm, mô đun đàn hồi được xác định thông qua ba điểm đo, dựa trên mối quan hệ ứng suất-biến dạng khi gia tải và dỡ tải trong giới hạn đàn hồi. Cấp

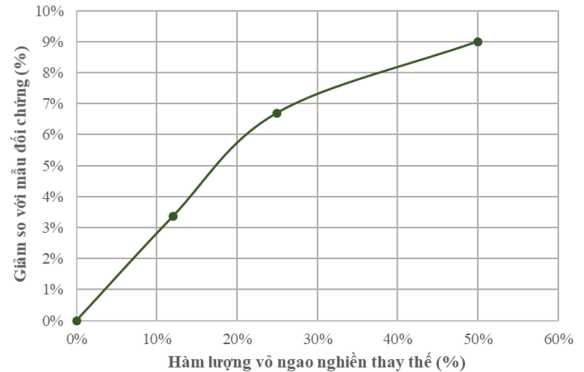
tải trọng lớn nhất tác dụng lên mẫu đo được lấy bằng 30% tải trọng gây phá hoại mẫu. Nhìn chung sự có mặt của vỏ ngao nghiền thay thế cát tự nhiên làm suy giảm đáng kể mô đun đàn hồi, tỉ lệ nghịch với hàm lượng thay thế với mức suy giảm cực đại 8% ứng với các mẫu có hàm lượng thay thế 50%.

3.3. Cường độ chịu kéo khi uốn

Giá trị trung bình cường độ chịu kéo khi uốn của bốn tổ mẫu mỗi tổ ba mẫu tương ứng với bốn loại bê tông được thể hiện trên Hình 12. Tương tự như mô đun đàn hồi hay cường độ chịu nén, khi tăng hàm lượng vỏ ngao, một sự suy giảm cường độ chịu kéo khi uốn được quan sát thấy trên các mẫu thí nghiệm. Ứng suất kéo gây phá hoại mẫu biến thiên từ 8,1 MPa đến 8,9 MPa với các mẫu đối chứng và từ 6,7 MPa đến 8,5 MPa đối với các mẫu có chứa vỏ ngao nghiền. Mức tăng trung bình mạnh nhất 9% được ghi nhận ứng với hàm lượng thay thế 50%, được thể hiện trên Hình 13.



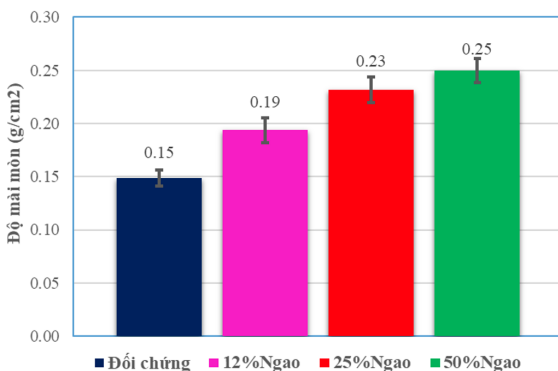
Hình 12. Giá trị trung bình của cường độ chịu kéo khi uốn



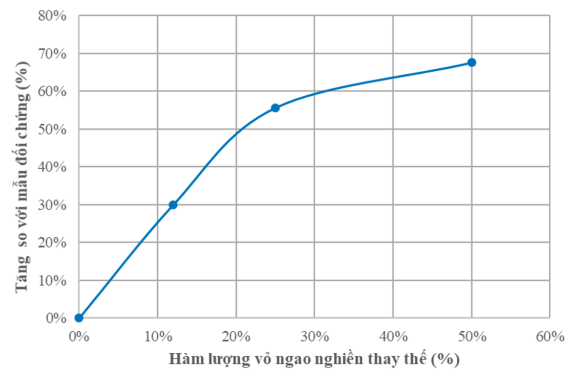
Hình 13. Mức độ suy giảm cường độ chịu kéo khi uốn so với mẫu đối chứng

3.4. Độ bền mài mòn

Một nghiên cứu của Neville (2012) [22] đã chỉ ra mối quan hệ tỉ lệ thuận giữa độ bền mài mòn và cường độ chịu nén của bê tông. Đây cũng là tham số mang tính quyết định đến sức kháng mài mòn của bê tông. Ngoài ra, độ nhám của bề mặt và cấu trúc của đá xi măng cũng ảnh hưởng lớn đến độ mài mòn. Như đã biết, theo thang bậc độ cứng Mohs [23], việc sử dụng vỏ ngao nghiền với thành phần khoáng chủ đạo là CaO, có độ cứng thấp hơn so với cát tự nhiên với thành phần khoáng chính là



Hình 14. Giá trị trung bình của độ mài mòn



Hình 15. Mức tăng độ mài mòn so với mẫu đối chứng

SiO₂. Về mặt tổng thể, bê tông vỏ ngao sẽ có độ chống mài mòn kém hơn so với bê tông thường khi có cùng cấp cường độ, thể hiện trên đồ thị Hình 15. Điều này giải thích cho việc tăng độ mài mòn của bê tông vỏ ngao so với bê tông thường, được tổng hợp trên đồ thị Hình 14.

Nhìn chung, sự sụt giảm các đặc trưng cơ học so với mẫu đối chứng, được quan sát rõ nét nhất với trường hợp có tỉ lệ thay thế lớn nhất 50%,. Trong số các đại lượng xem xét, mô đun đàn hồi sụt giảm ít nhất với 8%, đạt giá trị trung bình 31 GPa, kể đến là cường độ chịu kéo khi uốn giảm 9%, đạt trên 7 MPa thỏa mãn yêu cầu đối với đường từ cấp II trở lên, cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày giảm 14% đạt trên 45 MPa thỏa mãn yêu cầu đối với đường cấp I và độ mài mòn tăng 68%, ứng với giá trị 0,25 g/cm², thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật với mặt đường từ cấp III trở lên.

4. Kết luận

Mặc dù xuất hiện sự suy giảm các tính chất cơ học khi sử dụng vỏ ngao nghiền thay thế từng phần cát tự nhiên nhưng cả bốn thành phần cấp phối với hàm lượng thay thế 0%, 12%, 25% và 50% về cơ bản đều đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đối với bê tông xi măng làm mặt đường ô tô theo tiêu chuẩn hiện hành, cụ thể là mặt đường từ cấp III trở lên. Để có thể ứng dụng loại bê tông này vào thực tiễn sản xuất, rất cần có thêm những thí nghiệm đánh giá về mặt độ bền, chẳng hạn như xác định hệ số thấm nội tại của vật liệu thông qua mô hình thí nghiệm xác định độ thấm khí của bê tông, được trình bày trong nghiên cứu của S.Q. Tu [24], hay xác định độ thấm nước bằng thí nghiệm tiêu chuẩn theo chỉ dẫn của TCVN 3113:1993, TCVN 3116:2007 hay TCVN 8219:2009 [25–27].

Bên cạnh đó, cần thiết lập được dây chuyền sản xuất vật liệu ở quy mô công nghiệp, bao gồm các công đoạn như làm sạch vỏ ngao, sấy khô, nghiền ở các cỡ hạt theo yêu cầu cấp phối, đóng gói, bảo quản và vận chuyển đến chân công trình. Đây cũng chính là hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông Vận tải (ĐH GTVT) trong đề tài mã số T2023-XD-002TĐ.

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn các kỹ thuật viên, thí nghiệm viên LAS-XD 03, Viện Chuyên ngành Bê tông (IBST) về sự hỗ trợ quý báu trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Tổng cục thủy sản (2018). *Tình hình diễn biến môi trường vùng nuôi nhuyễn thể khu vực phía Bắc*. Truy cập ngày 05/02/2023.
- [2] Zing News (2022). *Hàng trăm tấn ngao giấy đạt trắng bờ biển sau bão Noru*. Truy cập ngày 05/02/2023.
- [3] VNExpress (2022). *Hàng nghìn tấn ngao bị chết sau sự cố chìm tàu chở dầu*. Truy cập ngày 05/02/2023.
- [4] Louis Deshoulières (2016). *Le béton-coquillage nouveau matériau écolo, Quelle Energie*. Truy cập ngày 05/02/2023.
- [5] Olivia, M., Mifshella, A. A., Darmayanti, L. (2015). *Mechanical Properties of Seashell Concrete*. *Procedia Engineering*, 125:760–764.
- [6] Eziefula, U. G., Ezeh, J. C., Eziefula, B. I. (2018). *Properties of seashell aggregate concrete: A review*. *Construction and Building Materials*, 192:287–300.
- [7] 22TCN223-95. *Áo đường cứng đường ô tô - Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Giao thông Vận tải, Việt Nam.
- [8] TCCS 39:2022/TCĐBVN. *Thiết kế mặt đường Bê tông xi măng thông thường có khe nối trong xây dựng Công trình Giao thông*. Tổng cục Đường Bộ Việt Nam.
- [9] TCCS 40:2022/TCĐBVN. *Thi công và Nghiệm thu mặt đường Bê tông xi măng trong xây dựng Công trình Giao thông*. Tổng cục Đường Bộ Việt Nam.

- [10] TCVN 3119:1993. *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [11] TCVN 3118:1993. *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Na.
- [12] TCVN 3106:1993. *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [13] TCVN 3114:1993. *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [14] ASTM C33/C33M Committee (2016). *Standard Specification for Concrete Aggregates*.
- [15] TCVN 2682:2009. *Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Na.
- [16] ASTM C595-08 Committee (2008). *Standard Specification for Blended Hydraulic Cements*.
- [17] TCXDVN 302:2004. *Yêu cầu kỹ thuật nước trộn bê tông và vữa*. Bộ Xây dựng, Việt Nam.
- [18] ACI 211.4R-08 Committee (2008). *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*. ACI Standard.
- [19] ASTM C39/C39M-21 Committee (2021). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
- [20] ASTM C469/C469M-22 Committee (2022). *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*.
- [21] ASTM C78/C78M-02 Committee (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)*.
- [22] Neville, A. M. (2012). *Properties of concrete*. Fifth edition, Pearson, England.
- [23] Chard (2005). *Moh's Hardness Scale, Handy Reference Guide*. Accessed 23 March 2005.
- [24] Quân, T. S. (2018). [Đánh giá thực nghiệm và mô phỏng độ thấm khí của đá xi măng có tính đến ảnh hưởng của độ bão hòa nước](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(4):135–146.
- [25] TCVN 3113:1993. *Phương pháp xác định độ chống thấm nước*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [26] TCVN 3116:2007. *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [27] TCVN 8219:2009. *Hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công - Phương pháp thử*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.