

Đánh giá mô đun đàn hồi của bê tông khi sử dụng phế thải xây dựng thay thế cát tự nhiên

Trần Thị Ngọc Hoa^{1*}, Nguyễn Hồng Đạt¹

¹Khoa Xây Dựng - Trường ĐH Xây dựng Miền Tây

TỪ KHOÁ

Mô đun đàn hồi
Cát sông
Cốt liệu bê tông nghiền nát
Tái chế vật liệu tổng hợp

TÓM TẮT

Mô đun đàn hồi của bê tông là một thông số quan trọng trong kỹ thuật xây dựng, biểu thị độ cứng và khả năng chịu biến dạng đàn hồi của bê tông khi chịu tác động của lực nén hoặc lực kéo. Về cơ bản, nó thể hiện mức độ biến dạng của vật liệu dưới tác dụng của ứng suất. Trong bài báo này, các tác giả tiến hành thí nghiệm trên ba tổ mẫu lập phương. Một tổ mẫu đúc từ cát sông Tiền, một tổ mẫu đúc từ sản phẩm nghiền phế thải bê tông sàn và một tổ mẫu đúc từ sản phẩm nghiền phế thải tường gạch. Qua đó so sánh mô đun đàn hồi của các tổ mẫu. Kết quả cho thấy, tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ bê tông sàn đạt giá trị mô đun đàn hồi lớn nhất. Tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ tường gạch có giá trị mô đun đàn hồi nhỏ nhất.

KEYWORDS

Elastic module
River sand
Crushed concrete aggregate
Recycling aggregate

ABSTRACT

The modulus of elasticity of concrete is an important parameter in construction engineering, indicates the hardness and the ability to withstand elastic deformation of concrete when subjected to compressive or tensile forces. Basically, it shows the level of deformation of the material under the influence of stress. In this article, the authors conducted experiments on three cubic samples. A mold made from sand from the Tien River, a sample mold cast from crushed concrete floor waste and a sample mold cast from crushed concrete wall waste. Thereby comparing the modulus of elasticity of the samples. The results show that the concrete beam specimens made from crushed products of floor concrete achieved the highest modulus of elasticity. The concrete matrix made from crushed products of brick walls has the lowest modulus of elasticity.

1. Giới thiệu

Phế thải xây dựng là từ dùng để chỉ nhiều loại phế thải, phế thải phát sinh trong quá trình khảo sát, xây dựng công trình mới, cải tạo, phá dỡ, tu bổ công trình cũ, hoặc di dời công trình đi nơi khác với nhiều yếu tố khác nhau (nhà cửa, đường xá, cầu cống, đê điều...). Vậy thành phần chất thải rắn xây dựng như thế nào? Đó có thể là vôi vữa, bê tông, gạch vỡ, mái tôn, cốt thép, ống nước, thạch cao, bao bì chứa đựng vật liệu xây dựng... Tóm lại là tất cả các thành phần phế thải do ngành xây dựng thải ra môi trường.

Phế thải công trình xây dựng đã được sử dụng làm bê tông tái chế từ bê tông gạch vỡ, sử dụng bê tông gạch vỡ để san lấp mặt bằng. Hiện nay vẫn còn một lượng lớn chưa được tái sử dụng. Theo tìm hiểu trước đó, nhóm tác giả đã thấy và tìm hiểu được một số đề tài liên quan đến tái chế cát xây dựng. Ý nghĩa của các đề tài đó được nhóm tác giả liệt kê như sau:

“Study on Replacement of Sand in Concrete with Crushed Stone Dust” [1] tạm dịch “Nghiên cứu thay thế cát trong bê tông bằng bụi đá nghiền” của Naresh Kalaskar (Đại học Osmania, Ấn Độ) - Mục đích của nghiên cứu này là điều tra khả năng sử dụng “Bụi đá nghiền / Bụi đá đá” làm cốt liệu mịn một phần hoặc toàn bộ với các loại vật liệu tổng

hợp bê tông khác nhau. Sự phù hợp của chất thải bụi đá nghiền làm cốt liệu mịn cho bê tông đã được đánh giá bằng cách so sánh các tính chất cơ bản của nó với bê tông thông thường được làm bằng cát tự nhiên.

“The Effect of Replacement of Natural Sand by Manufactured Sand on the Properties of the Concrete” [2] tạm dịch “Ảnh hưởng của việc thay thế cát tự nhiên bằng cát sản xuất đến tính chất của bê tông” của Altamashuddinkhan Nadimalla, Siti Aliyyah Masjuki và Sher Afghanistan Khan (Đại học Hồi giáo Quốc tế Malaysia) - Tính chất bê tông đã được nghiên cứu với cát tự nhiên thay thế bởi Cát M (Cát M thu được bằng cách nghiền đá). Tính chất của bê tông ở trạng thái tươi như khả năng làm việc và ở trạng thái cứng như kiểm tra nén, kiểm tra độ bền kéo tách và thử nghiệm uốn đã được xem xét trong nghiên cứu này.

Trong nước, đề tài “Nghiên cứu sự thay đổi về mô đun đàn hồi của bê tông thường theo thời gian” [3] của Đoàn Ngọc Phú (Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng, Việt Nam) - Nghiên cứu sự thay đổi về giá trị mô đun đàn hồi theo thời gian từ khi bê tông có cường độ 3 ngày tuổi cho đến khi bê tông có cường độ ở 28 ngày tuổi, góp phần làm rõ hơn về bản chất của quá trình thay đổi tính chất của vật liệu bê tông.

*Liên hệ tác giả: tranthingochoa@mtu.edu.vn

Nhận ngày 08/09/2025, sửa xong ngày 13/01/2026, chấp nhận đăng ngày 15/01/2026

Lunk DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2026.1089>

Trong bài báo này, các tác giả tiến hành thí nghiệm trên ba tổ mẫu lập phương. Qua đó so sánh mô đun đàn hồi của các tổ mẫu và từ đó đánh giá kết quả nghiên cứu.

2. Nội dung

2.1. Mẫu thí nghiệm [4]



Hình 1. Cát vàng sông Tiền.



Hình 2. Sản phẩm nghiền từ bê tông sàn.



Hình 3. Sản phẩm nghiền từ tường gạch.

Mẫu hình trụ có kích thước $D=150\text{ mm}$; $H=300\text{ mm}$: 3 tổ gồm tổ 1 (cát sông Tiền 3 mẫu), tổ 2 (sản phẩm nghiền từ bê tông sàn 3

mẫu) với tỷ lệ thay thế cát 100 % và tổ 3 (sản phẩm nghiền từ tường gạch 3 mẫu) với tỷ lệ thay thế cát 100 %. Bê tông sử dụng trong thí nghiệm gồm các thành phần sau: xi măng Hà Tiên PCB40, đá $1 \times 2\text{ cm}$, nước sinh hoạt, cát vàng sông Tiền, sản phẩm nghiền từ bê tông sàn, sản phẩm nghiền từ tường gạch. Nghiền bê tông gạch vỡ thành hạt rời sàng (xác định thành phần hạt theo TCVN 9205:2012 [5] và TCVN 7572-2:2006 [6]). Xác định mô đun đàn hồi theo TCVN 5726:2022 [7] Bê tông – Phương pháp xác định cường độ lăng trụ và mô đun đàn hồi và hệ số Poisson”.

2.2. Tiến hành thí nghiệm

Mẫu đúc được 24 giờ, tiến hành tháo khuôn và bảo dưỡng mẫu trong môi trường nước sinh hoạt. Sau 28 ngày, tiến hành nén mẫu. Trước ngày nén mẫu, bê tông được vớt ra để khô trước khoảng 3 ngày.

Quy trình nén mẫu:

Chuẩn bị mẫu thử, kiểm tra hai mặt chịu nén theo đúng quy định, mài cho phẳng. Các mẫu thí nghiệm được đánh số tương ứng từng mẫu và từng tổ mẫu.

Xác định diện tích chịu lực của mẫu.

Xác định tải trọng phá hoại mẫu: Chọn thang lực thích hợp. Đặt mặt chịu nén của mẫu đúng tâm thớt dưới của máy, tăng tải liên tục với vận tốc không đổi cho tới khi mẫu bị phá hoại. Lực tối đa đạt được là giá trị phá hoại mẫu.

Xác định mô đun đàn hồi của bê tông theo quy định, hoàn thành vào các bảng kết quả thí nghiệm.



Hình 4. Nén mẫu thí nghiệm.

2.3. Kết quả thí nghiệm

Bảng 1. Tổng hợp lực phá hoại của mẫu lăng trụ D = 150, H = 300.

	Mẫu	Cát vàng	Sản phẩm nghiền từ bê tông	Sản phẩm nghiền từ tường gạch
Lực phá hoại (kN)	M1	424,4 (loại)	520,9	472,3
	M2	684,3	512,1	475,8
	M3	784,2	303,4 (loại)	556,7

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm.

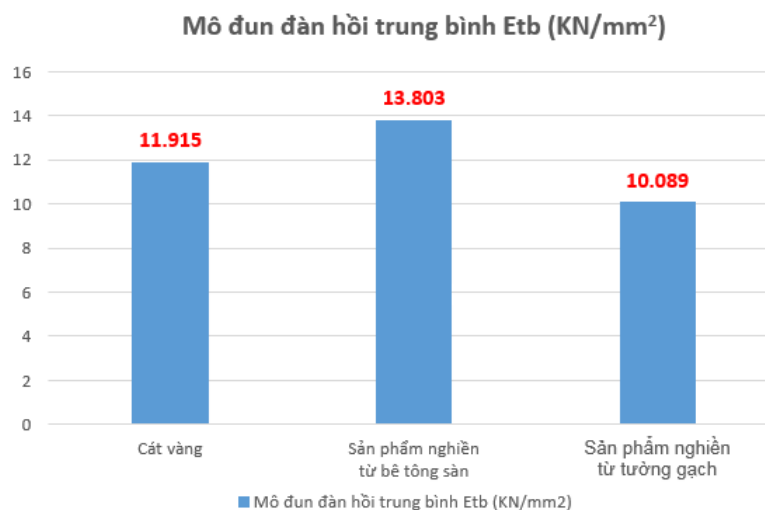
Phân loại	Lực phá hoại N (kN)		D (mm)	A (mm ²)	L (mm)	Biến dạng dài ΔL (mm)	Biến dạng tương đối ε (mm)	Ứng suất σ (KN/mm ²)	Mô đun đàn hồi E (KN/mm ²)	Mô đun đàn hồi trung bình E ^{tb} (KN/mm ²)						
	M1 (loại)	x														
Cát vàng	M2	684,3	150	17662,5	200	x	x	x	x	11,915						
	M3	784,2				0,638	0,00319	0,0387	12,145							
	M1 (loại)	x				0,76	0,0038	0,0444	11,684							
Sản phẩm nghiền từ bê tông sàn	M2	512,1				150	17662,5	200	0,374	0,00187	0,0295	15,771	13,803			
	M3 (loại)	x							0,49	0,00245	0,0290	11,834				
	M1	520,9							x	x	x	x				
Sản phẩm nghiền từ tường gạch	M2	475,8							150	17662,5	200	0,512	0,00256	0,0267	10,445	10,089
	M3	556,7										0,704	0,00352	0,0269	7,653	
	M1	472,3										0,518	0,00259	0,0315	12,169	

Ghi chú: Các mẫu loại do tháo khuôn bị vỡ

3. Nhận xét

Kết quả tính toán cường độ bê tông:

Biểu đồ cường độ chịu nén trung bình:



Hình 5. Biểu đồ so sánh giá trị mô đun đàn hồi trung bình giữa các mẫu bê tông làm từ 3 loại cát/ sản phẩm nghiền.

Dựa vào các biểu đồ Hình 5, nhận thấy:

1. Sau 28 ngày bảo dưỡng 3 tổ mẫu trong cùng môi trường nước, ta thấy kết quả trung bình của tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ bê tông sàn đạt giá trị mô đun đàn hồi lớn nhất là 13,803 kN/mm². Thứ hai là tổ mẫu bê tông làm từ cát vàng 11,915 kN/mm². Thứ ba là tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ tường gạch 10,089 kN/mm². Tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ bê tông sàn đạt giá trị mô đun đàn hồi cao hơn tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ tường gạch 1,368 lần (lớn hơn $\approx 37\%$). Tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ bê tông sàn đạt giá trị mô đun đàn hồi cao hơn tổ mẫu bê tông làm từ cát vàng 1,158 lần (lớn hơn $\approx 16\%$).

2. Về so sánh mô đun đàn hồi giữa 3 tổ mẫu: lấy giá trị mô đun đàn hồi của tổ mẫu bê tông làm từ cát vàng làm mẫu chuẩn với giá trị 100 %. Qua đó ta thấy được mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ bê tông sàn đạt 115,846 % giá trị mô đun đàn hồi so với tổ mẫu chuẩn, tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ tường gạch đạt 84,675 % giá trị mô đun đàn hồi so với mẫu chuẩn.

3. Từ biểu đồ trên ta nhận thấy mô đun đàn hồi của sản phẩm nghiền từ gạch thấp hơn so với mô đun đàn hồi của sản phẩm bê tông thường là do một số nguyên nhân sau đây: do bản chất độ rỗng và độ cứng của vật liệu, có sự hiện diện của lớp vữa cũ, khả năng hút nước cao...

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả và một số nhận xét sau khi so sánh các kết quả thí nghiệm. Các dữ liệu thí nghiệm để đánh giá mô đun đàn hồi đã được thảo luận trong bài báo này. Kết quả thực nghiệm cũng đã chỉ ra tổ mẫu bê tông làm từ bê tông sàn đạt giá trị mô đun đàn hồi lớn nhất, tổ mẫu bê tông làm từ sản phẩm nghiền từ tường gạch đạt giá trị mô đun đàn hồi thấp nhất. Vì vậy khi đánh giá mô đun đàn hồi bê tông khi sử dụng phế thải xây dựng thay thế cát xây dựng trong bê tông khuyến cáo nên đưa vào sử dụng rộng rãi trong thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <https://www.researchgate.net/publication/333984598> Study on Replacement of Sand in Concrete with Crushed Stone Dust
- [2]. <https://www.researchgate.net/publication/330780158> The Effect of Replacement of Natural Sand by Manufactured Sand on the Properties of the Concrete
- [3]. http://tailieuu.vn/bitstream/TTHL_125/10172/2/DoanNgocPhu.TT.pdf
- [4]. Nguyễn Hồng Đạt và cộng sự, “Đánh giá cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi khi sử dụng phế thải xây dựng thay thế cát xây dựng trong bê tông”, đề tài NCKH SV 2023-2024, Trường ĐHXD Miền Tây, 2024.
- [5]. TCVN 9205:2012 "Cát nghiền cho bê tông và vữa".
- [6]. TCVN 7572-2:2006, "Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt".
- [7]. TCVN 5726:2022 “Bê tông – Phương pháp xác định cường độ lắng trụ và modun đàn hồi và hệ số Poisson”.

- [8]. TCVN 5574:2018 “Kết cấu bê tông và BTCT-Tiêu chuẩn thiết kế”, Tiêu chuẩn Việt Nam, 2018.
- [9]. TCVN 8828:2011, “Bê tông-yêu cầu đường ẩm tự nhiên”, Tiêu chuẩn Việt Nam, 2011.