

Phân tích ứng xử kết cấu dầm cầu bằng bê tông cốt thép sử dụng bê tông có cốt liệu mịn nghiền từ vỏ ngao Bến Tre

■ **ThS. NCS. MAI HOÀNG ANH; KS. TRẦN THU MINH^(*); TS. TỪ SỸ QUÂN
TS. VŨ BÁ THÀNH; PGS. TS. TRẦN THẾ TRUYỀN**

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ **ThS. TRẦN THỊ KIM QUYÊN**

Sở Xây dựng tỉnh Vĩnh Long

Email: ^(*)minhtran250999@gmail.com

TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá ứng xử của kết cấu dầm cầu bê tông cốt thép (BTCT) sử dụng bê tông có cốt liệu mịn được thay thế một phần bằng vỏ ngao nghiền từ ngao Bến Tre, loại phế thải hải sản được tái chế sử dụng mang lại nhiều lợi ích về bảo vệ môi trường, giảm thiểu lượng chất thải rắn từ ngành Thủy sản và giảm chi phí xử lý chất thải. Cốt liệu mịn trong thành phần của bê tông thông thường được trộn thêm một phần bột được nghiền từ vỏ ngao Bến Tre theo các tỷ lệ khác nhau. Kết quả của nghiên cứu đã cho thấy rằng bê tông có trộn thêm cốt liệu mịn nghiền từ vỏ ngao có khả năng đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, bao gồm cường độ chịu nén, mô-đun đàn hồi, cường độ chịu kéo khi uốn; ảnh hưởng của hàm lượng trộn vỏ ngao Bến Tre là đáng kể đến các đặc trưng cơ lý của bê tông, sức kháng uốn, sức kháng cắt và độ võng của dầm BTCT sử dụng loại bê tông này.

TỪ KHÓA: Bê tông, vỏ ngao Bến Tre, ứng xử, dầm bê tông cốt thép, môi trường, đặc trưng cơ lý, sức kháng.

ABSTRACT: This article presents the results of evaluating the behavior of reinforced concrete beams using concrete with fine aggregate partially replaced by crushed clam Ben Tre, a type of recycled seafood waste brings many benefits in terms of environmental protection, minimizing the amount of solid waste from the fisheries industry and reducing waste treatment costs. Fine aggregate in the composition of traditional concrete is mixed with a portion of Ben Tre clam shell powder in different proportions. The results showed that concretes used fine aggregate from clam shells satisfy technical requirements, including compressive strength, elastic modulus, bending tensile strength; the ratio of Ben Tre clam shell powder mixed in concretes have significant influence on the bending strength, the shear strength and the deflection of reinforced concrete girders used this type of concrete.

KEYWORDS: Concrete, White hard clam (Ben Tre clam), behavior, reinforced concrete girder, environment, mechanical properties, resistance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhu cầu và sức tiêu thụ các loại vật liệu xây dựng cơ bản ngày càng tăng. Trong khi đó, các loại vật liệu này có vai trò khá quan trọng trong việc quyết định giá trị công trình. Những vật liệu này chiếm từ 20 - 30% giá trị vật liệu của công trình và chiếm khoảng 10 - 15% tổng giá trị công trình. Tuy nhiên, việc khai thác và sản xuất các loại vật liệu có nguồn gốc tự nhiên tiềm ẩn rất nhiều nguy cơ gây hủy hoại môi trường. Trên thế giới, các loại vật liệu có nguồn gốc tự nhiên được sử dụng hạn chế, thay vào đó cần đánh giá khả năng sử dụng các nguồn vật liệu thay thế như các nguồn vật liệu tái chế, các nguồn vật liệu từ xỉ sắt, thép và gần đây nhất là vỏ sò [1, 7, 8, 9, 10]. Hiện nay, nhu cầu xây dựng tại các thành phố lớn ngày càng tăng kéo theo việc khai thác quá mức cốt liệu xây dựng, gây cạn kiệt tài nguyên cũng như ảnh hưởng xấu đến môi trường sinh thái. Do vậy, việc tìm ra loại cốt liệu mới có khả năng tái tạo và thân thiện với môi trường là một xu thế tất yếu [2, 3, 4]. Sử dụng vỏ sò sau chế biến làm nguyên liệu làm bê tông mang lại nhiều lợi ích như giảm đáng kể vỏ thải ra sau quá trình chế biến, giảm lượng nước thải tràn, giảm tác động tới môi trường do việc khai thác tài nguyên thiên nhiên, thêm vào đó là những lợi ích sinh thái mang lại từ việc sử dụng bê tông thấm có thành phần từ vỏ sò. Trong nghiên cứu về độ thấm của bê tông sử dụng vỏ sò [2], nhóm tác giả đã thực hiện các thí nghiệm về việc thay thế 20%, 40% và 60% khối lượng cốt liệu thô bằng vỏ sò. Các thử nghiệm cho kết quả về độ chịu lực, độ thấm, khoảng trống giữa các hạt của bê tông rỗng có cốt liệu chứa ít hơn 40% vỏ sò và so sánh các thông số đó với bê tông rỗng thông thường (không thay thế vỏ sò trong thành phần cốt liệu). Bài báo cho thấy các mẫu có chứa lớn hơn 40% vỏ sò (hoặc cao hơn) có độ chịu lực giảm đi đáng kể nhưng khả năng thấm và độ rỗng cao hơn so với loại bê tông có cốt liệu bình thường. Dựa

trên kết quả từ các thí nghiệm đã thực hiện cho thấy, có thể sử dụng vỏ sò theo một tỷ lệ nhất định trong cốt liệu mà không làm ảnh hưởng đến sự cân bằng giữa các thành phần trong cốt liệu bê tông rỗng. Hơn nữa, nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ thay thế tối ưu của vỏ sò 40%, đảm bảo được cấu trúc và khả năng thoát nước của bê tông thấm. Khi tỷ lệ thay thế lên đến 60% hoặc cao hơn thì cường độ nén của các mẫu bê tông giảm một cách đáng kể. Mặc dù cường độ nén với các mẫu có tỷ lệ thay thế 60% có thể cải thiện nếu tăng hàm lượng xi măng trong bê tông.

Nguyen (2007) [6] cho rằng ở Việt Nam, bê tông vô nhuyển thể còn là vấn đề mới mẻ và chưa được quan tâm đúng mức. Tác giả đã sử dụng bột vỏ ngao nghiền để chế tạo bê tông cát làm lớp dưới mặt đường. Tuy nhiên, trong nghiên cứu của mình, vỏ ngao được nghiền với kích thước hạt nhỏ hơn 0,15 mm nhằm thay thế bột đá vôi, chưa thể phát huy hết được ưu điểm của loại vật liệu này. Nghiên cứu cũng chỉ mới dừng lại ở vỏ ngao mà chưa mở rộng ra các đối tượng nhuyển thể khác. Ngoài ra, việc xem xét ứng dụng loại bê tông này cho các kết cấu công trình, điển hình như kết cấu dầm BTCT chưa được xem xét đến trong điều kiện Việt Nam.

Bài báo này trình bày phân tích thử nghiệm ứng xử kết cấu dầm BTCT sử dụng bê tông có cốt liệu mịn nghiền từ vỏ ngao tại tỉnh Bến Tre, từ đó đưa ra các đánh giá về kết cấu và tính ứng dụng của chất liệu bê tông vỏ ngao cho dầm BTCT.

2. CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG VỎ NGAO BẾN TRE

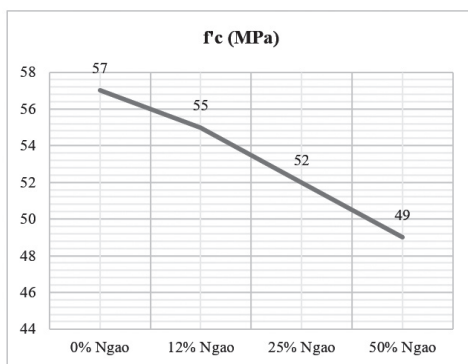
Bê tông xem xét là bê tông được thiết kế thành phần cấp phối chứa 1 phần cốt liệu mịn nghiền từ vỏ ngao Bến Tre theo các tỷ lệ khác nhau; thể tích cát trong các cấp phối của bê tông được thay thế từng phần bởi vỏ ngao nghiền với hàm lượng thay thế lần lượt là 0%, 12%, 25% và 50% trong khi các thành phần khác như xi măng, tro bay, cốt liệu thô được giữ nguyên [13].

Cường độ chịu nén, mô-đun đàn hồi, cường độ chịu uốn của bê tông xác định tại 28 ngày tuổi được sử dụng trong nghiên cứu này. Cách tính cường độ tuân theo hướng dẫn của Tiêu chuẩn TCVN 3118:1993 [12], bằng giá trị trung bình cộng cường độ ba mẫu thử 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 trung bình tải được thể trong *Bảng 2.1*:

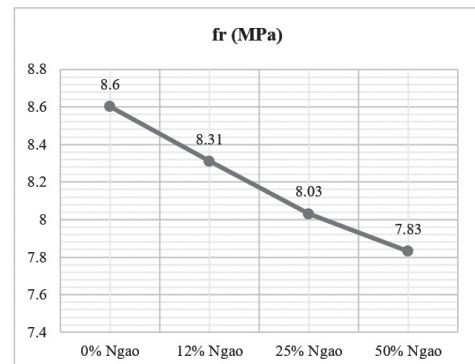
Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm trung bình tải [13]

Loại bê tông	0% vỏ ngao	12 % vỏ ngao	25 % vỏ ngao	50 % vỏ ngao
Cường độ chịu nén f'_c (MPa)	57	55	52	49
Cường độ kéo khi uốn f_r (MPa)	8,6	8,31	8,03	7,83
Mô-đun đàn hồi E (MPa)	33.754	32.680	31.919	31.046

Kết quả thí nghiệm về cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn theo tỷ lệ vỏ ngao trộn thay cát được biểu diễn như trên *Hình 2.1*, *Hình 2.2* và *Hình 3.2*. Cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn và mô-đun đàn hồi của các mẫu với cấp phối trộn khác nhau giảm dần theo tỷ lệ vỏ ngao trộn thay cát tăng lên.



Hình 2.1: Cường độ chịu nén của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát



Hình 2.2: Cường độ chịu kéo khi uốn của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát

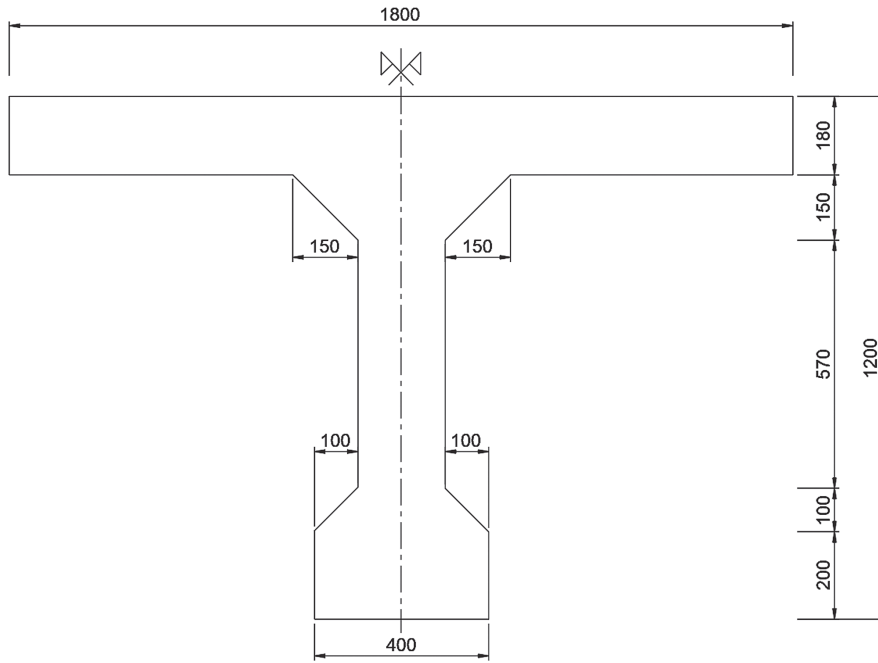
3. PHÂN TÍCH ỨNG XỬ KẾT CẤU DẦM BTCT SỬ DỤNG BÊ TÔNG VỎ NGAO

Số liệu giả định thiết kế dầm trong một công trình cầu trên đường ô tô nhịp giản đơn, bằng BTCT, với các kích thước hình học như trong *Bảng 3.1* và trên *Hình 3.1*. Các công thức tính toán sức kháng và độ võng dầm được lấy theo tiêu chuẩn thiết kế cầu Việt Nam [11].

Bảng 3.1. Thông số kích thước tính toán

Thông số	Kích thước	Đơn vị
Chiều cao dầm (h)	1.200	mm
Bề rộng sườn dầm (b_w)	200	mm

Thông số	Kích thước	Đơn vị
Chiều cao bản cánh (h_f)	180	mm
Chiều dày chiều rộng bản cánh chế tạo (b)	1.800	mm
Kích thước bầu dầm (bxh)	400x200	mm
Kích thước vút (bxh)	150x100	mm



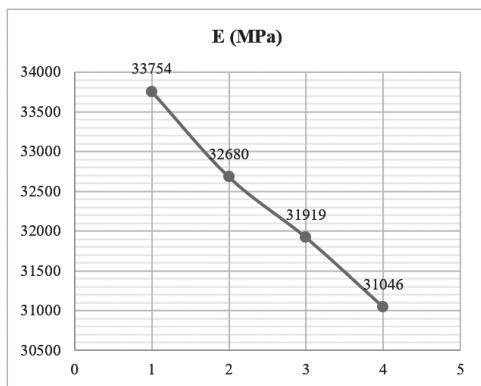
Hình 3.1: Mặt cắt ngang dầm tính toán

Bê tông dầm được sử dụng hàm lượng vỏ ngao Bến tre thay đổi từ 0%, 12%, 25%, 50% vỏ ngao thay thế cát cho kết quả theo Bảng 3.2.

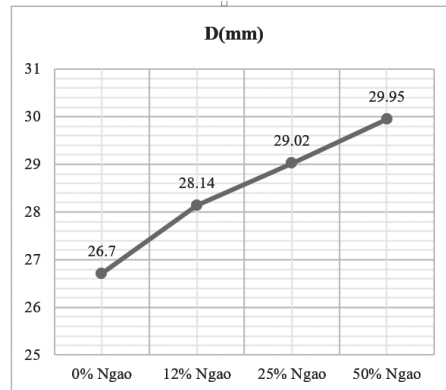
Sức kháng cắt của bê tông giảm dần theo tỷ lệ vỏ ngao trộn thay cát được thể hiện như trên Bảng 3.2, Hình 3.2, Hình 3.3 và Hình 3.4. Có thể nhận thấy độ võng của dầm có chiều hướng tăng lên khi hàm lượng bột nghiền từ vỏ ngao Bến Tre tăng lên. Mô-men kháng uốn không thay đổi nhiều vì giá trị mô-men kháng uốn chỉ phụ thuộc vào hàm lượng thép sử dụng. Sức kháng cắt có xu hướng giảm nhanh khi hàm lượng vỏ ngao tăng lên.

Bảng 3.2. Kết quả tính toán sức kháng uốn, sức kháng cắt và độ võng của dầm bê tông thay thế cát bằng vỏ ngao

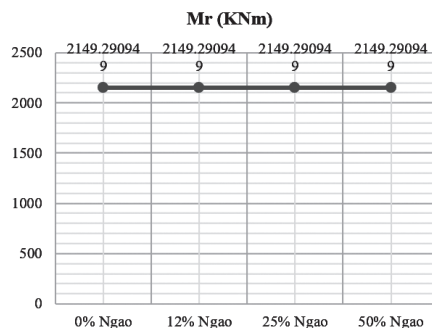
Loại bê tông	0% vỏ ngao	12% vỏ ngao	25% vỏ ngao	50% vỏ ngao
Sức kháng uốn (M_r) - kNm	2.149,291	2.149,291	2.149,291	2.149,291
Sức kháng cắt (V_r) - N	27.6431,5	27.1469,8	263.852,4	25.6008,7
Độ võng (D) - mm	26,7	28,14	29,02	29,95



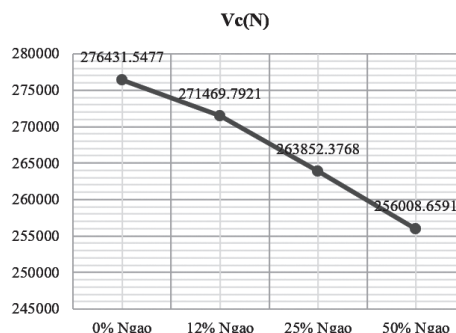
Hình 3.2: Mô-đun đàn hồi của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát



Hình 3.3: Độ võng của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát



Hình 3.4: Mô-men kháng uốn của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát



Hình 3.5: Sức kháng cắt của dầm bê tông sử dụng vỏ ngao thay cát

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo đã phân tích ảnh hưởng của hàm lượng vỏ ngao đến các đặc trưng cơ lý của bê tông trộn một phần cốt liệu mịn (cát) bằng bộ nghiền từ vỏ ngao Bến Tre; ảnh hưởng của hàm lượng vỏ ngao trong bê tông là đáng kể đến các giá trị về cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo khi uốn, mô-đun đàn hồi của bê tông.

Khi phân tích ứng xử của của kết cấu dầm BTCT sử dụng vỏ ngao Bến Tre với hàm lượng phối trộn khác nhau, kết quả cho thấy khi hàm lượng trộn vỏ ngao tăng lên thì cường độ võng của dầm có xu hướng tăng nhanh trong khi sức kháng cắt giảm mạnh, tuy nhiên sức kháng uốn thay đổi rất ít.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Dang Hanh Nguyen, Mohamed Boutouil, Nassim Sebaibi, Lydia Leleyter, Fabienne Baraud (2013), *The Use of Seashell by-Products in Pervious Concrete Pavers*, Construction and Architectural Engineering, vol.7, no.11, pp.514-512.
- [2]. Lương Huỳnh Vũ Thanh, Trần Chương Yến Nhi, Huỳnh Thị Kim Huệ, Ngô Trương Ngọc Mai, Nguyễn Hoàng Anh, Trần Nguyễn Phương Lan (2020), *Cải tiến bê tông thấm có cốt liệu từ vỏ sò, tro trấu và mụn dừa*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, tập 18, số 5.1.
- [3]. Bộ Xây dựng, *Định hướng phát triển vật liệu xây dựng tại Việt Nam*, Internet: <https://baoxaydung.com.vn/dinh-huong-phat-trien-vat-lieu-xay-dung-tai-viet-nam-340767.html>.
- [4]. Tạp chí Môi trường, *Tác động của việc khai thác cát không bền vững ở đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất một số giải pháp trong thời gian tới*.
- [5]. <http://tapchimoitruong.vn/giai-phap-cong-nghe-xanh-22/tac-dong-cua-viec-khai-thac-cat-khong-ben-vung-o-dong-bang-song-cuu-long-va-de-xuat-mot-so-giai-phap-trong-thoi-gian-toi-26570#>.

o-dong-bang-song-cuu-long-va-de-xuat-mot-so-giai-phap-trong-thoi-gian-toi-26570#.

- [6]. Nguyễn Thanh Sang (2007), *Sử dụng bột vỏ ngao nghiền để chế tạo bê tông cát làm lớp dưới mặt đường*, Đề tài cấp Cơ sở, mã số T2007-KH-CNXDGT-80, Trường Đại học GTVT.
- [7]. E. Yang, S. Yi, Y. Leem (2005), *Effect of oyster shell substituted for fine aggregate on concrete characteristics: Part I. Fundamental properties*, Cem. Concr. Res. 35 (11), 2175-2182.
- [8]. W. Kuo, H. Wang, C. Shu, D. Su (2013), *Engineering properties of controlled lowstrength materials containing waste oyster shells*, Constr. Build. Mater. 46, 128-133.
- [9]. P. Lertwattanaruk, N. Makul, C. Siripattarapavatt (2012), *Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering*, J. Environ. Manage. 111, 133-141.
- [10]. Louis Deshoulieries (2016), *Le béton-coquillage nouveau matériau écolo*, Quelle Energie, url: <https://www.quelleenergie.fr/magazine/batiments-durables/beton-coquillage-48884>.
- [11]. Bộ GTVT (2017), *TCVN 11823:2017 - Thiết kế cầu đường bộ*, Việt Nam.
- [12]. Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 3118:1993, *Bê tông nặng - phương pháp xác định cường độ nén*.
- [13]. Từ Sỹ Quân, Trần Thế Truyền, Mai Hoàng Anh, Lê Văn Thắng (2023), *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*, Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 17 (2V), 123-133.

Ngày nhận bài: 03/5/2024

Ngày nhận bài sửa: 17/5/2024

Ngày chấp nhận đăng: 24/6/2024