

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

VÕ TRUNG KIÊN

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ HỌC VÀ
ỨNG XỬ NHIỆT CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG
VỎ HÀU THAY THẾ CÁT**

**TÓM TẮT
ĐỀ ÁN THẠC SĨ KỸ THUẬT XÂY DỰNG**

Vĩnh Long – 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

VÕ TRUNG KIÊN

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ HỌC VÀ
ỨNG XỬ NHIỆT CỦA BÊ TÔNG SỬ DỤNG
VỎ HÀU THAY THẾ CÁT**

Chuyên ngành: Kỹ thuật xây dựng

Mã số: 8.58.02.01

TÓM TẮT ĐỀ ÁN THẠC SĨ KỸ THUẬT XÂY DỰNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

TS. LÊ HOÀI BẢO



Vĩnh Long – 2025

Phần I. MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội hiện nay, tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa tại Việt Nam và trên toàn thế giới đang gia tăng mạnh mẽ. Điều này kéo theo nhu cầu sử dụng vật liệu xây dựng ngày càng lớn, đặc biệt là bê tông, loại vật liệu phổ biến nhất trong xây dựng nhờ tính bền vững, độ ổn định cao và khả năng chịu lực tốt. Theo thống kê, thế giới tiêu thụ khoảng 4,4 tỷ tấn bê tông mỗi năm và con số này dự kiến sẽ vượt 5,5 tỷ tấn vào năm 2050 khi các quốc gia đang phát triển bước vào giai đoạn xây dựng hạ tầng mạnh mẽ.

Tuy nhiên, sự phát triển ồ ạt của ngành xây dựng đã kéo theo việc khai thác ồ ạt các nguồn tài nguyên tự nhiên, trong đó đặc biệt là cát, thành phần không thể thiếu trong sản xuất bê tông. Tình trạng khai thác cát sông đang ở mức báo động, gây ra nhiều hệ lụy như xói mòn lòng sông, mất đất nông nghiệp, thay đổi dòng chảy tự nhiên và làm suy giảm nghiêm trọng hệ sinh thái. Nhiều khu vực khai thác cát trái phép đã và đang ảnh hưởng tiêu cực đến sinh kế của người dân địa phương và phát triển bền vững của cộng đồng. Nhận thức được mức độ nghiêm trọng của vấn đề, Chính phủ Việt Nam đã ban hành Quyết định số 1266/QĐ-TTg ngày 18/8/2020 về việc “Phê duyệt Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam thời kỳ 2021–2030, định hướng đến năm 2050”, trong đó khuyến khích mạnh mẽ việc nghiên cứu và ứng dụng các vật liệu tái chế, thân thiện môi trường nhằm thay thế dần cốt liệu tự nhiên.

Một trong những hướng đi được quan tâm là tận dụng phế thải từ các ngành kinh tế khác để sản xuất bê tông xanh, tiết kiệm tài nguyên và giảm thiểu phát thải. Tại Việt Nam, ngành nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi hàu đang phát triển mạnh ở nhiều địa phương như Quảng Ninh, Bến Tre, Cần Giờ... Lượng vỏ hàu sau thu hoạch rất lớn, thường bị bỏ đi hoặc chôn lấp, gây mùi hôi, ô nhiễm môi trường và lãng phí tài nguyên. Ước tính tại Vân Đồn (Quảng Ninh), mỗi ngày có thể thải ra khoảng 60–80 tấn vỏ hàu, hầu hết chưa được xử lý hoặc tái sử dụng hiệu quả. Vỏ hàu chủ yếu được cấu tạo từ canxi cacbonat (CaCO_3), có cấu trúc xốp, nhẹ và tiềm năng thay thế một phần cốt liệu mịn trong bê tông.

Trên thế giới đã có một số nghiên cứu bước đầu ứng dụng vỏ hào và vỏ động vật thân mềm để thay thế cốt liệu trong bê tông, chủ yếu tập trung vào đánh giá tính chất cơ học như cường độ chịu nén, độ bền uốn và độ hút nước.

Đặc biệt, CaCO_3 trong vỏ hào khi chịu nhiệt độ trên 800°C sẽ bị phân hủy tạo ra CaO và khí CO_2 . Phản ứng nhiệt phân này không chỉ ảnh hưởng đến khối lượng thể tích và cấu trúc vi mô của bê tông, mà còn có thể làm suy giảm đáng kể cường độ chịu lực. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ứng xử nhiệt của loại bê tông này còn hạn chế. Đây là một khoảng trống cần được bổ sung, đặc biệt trong bối cảnh ngày càng nhiều công trình dân dụng và công nghiệp phải làm việc trong môi trường nhiệt độ cao như nhà xưởng, trạm biến áp, hầm lò, hoặc xảy ra hỏa hoạn. Do đó, việc nghiên cứu tính chất cơ học kết hợp với ứng xử nhiệt của bê tông có sử dụng vỏ hào là cần thiết để đánh giá toàn diện tiềm năng ứng dụng vật liệu này trong thực tiễn.

Xuất phát từ thực trạng trên, đề tài “**Nghiên cứu một số tính chất cơ học và ứng xử nhiệt của bê tông sử dụng vỏ hào thay thế cát**” được thực hiện với mục tiêu góp phần giải quyết bài toán tài nguyên cát ngày càng cạn kiệt, đồng thời tận dụng hợp lý chất thải từ nuôi trồng thủy sản, hướng tới hiện thực hóa Chiến lược phát triển VLXD Việt Nam thời kỳ 2021-2030, định hướng đến năm 2050. Kết quả nghiên cứu kỳ vọng sẽ cung cấp thêm dữ liệu thực nghiệm về đặc tính của loại bê tông xanh này, đồng thời làm rõ ảnh hưởng của hàm lượng vỏ hào đến khả năng chịu nhiệt và cơ học của bê tông, từ đó phục vụ cho việc ứng dụng vào các công trình thực tiễn trong tương lai.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Xác định một số tính chất cơ học của vữa và bê tông sử dụng vỏ hào thay thế một phần cát.
- Đánh giá ứng xử cơ nhiệt của bê tông sử dụng vỏ hào thay thế một phần cát.
- Đánh giá khả năng ứng dụng bê tông sử dụng vỏ hào thay thế cát vào công trình xây dựng dân dụng.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu:

- + Vỏ hầu sữa thuộc họ hầu Ostreoida, thu thập từ tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu.
- + Bê tông xi măng sử dụng vỏ hầu thay thế một phần cát tự nhiên cát tự nhiên.
- Phạm vi nghiên cứu:
 - + Ứng dụng trong bê tông sử dụng vỏ hầu thay thế cát vào công trình xây dựng dân dụng.

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Thu nhập và phân tích các tài liệu nghiên cứu liên quan đến vỏ hầu và bê tông sử dụng vỏ hầu.

Phương pháp thực nghiệm: Xác định một số tính chất cơ học của bê tông tại phòng thí nghiệm như: Tính công tác của bê tông, cường độ chịu nén và kéo, mô đun đàn hồi, ứng xử nhiệt độ và phân tích kết quả.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

- Ý nghĩa khoa học: Việc nghiên cứu thay thế cát bằng vỏ hầu nghiền trong bê tông sẽ góp phần cho thấy sự ảnh hưởng của vật liệu vỏ hầu nghiền đến các tính chất trong bê tông.

- Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả cũng là cơ sở để có những nghiên cứu tiếp theo nhằm ứng dụng vật liệu này vào thực tiễn ngành bê tông, hướng đến sự phát triển bền vững. Giảm lượng tiêu thụ cát trong tình trạng thiếu hụt như hiện nay.

6. Kết cấu đề án

Ngoài phần mở đầu, phần kết luận, kiến nghị và phụ lục. Đề án được trình bày gồm 3 chương, nội dung cụ thể từng chương như sau:

Chương 1: Tổng quan về vật liệu vỏ hầu thay thế cát và ứng xử nhiệt của bê tông.

Gồm các nội dung chính: Giới thiệu tổng quan về tình hình sử dụng cát sông tự nhiên và tổng quan về vật liệu vỏ hầu, một số căn cứ pháp lý ứng dụng vật liệu vỏ hầu, một số ứng dụng của vỏ nhuyễn thể và vỏ hầu cho bê tông.

Chương 2: Cơ sở khoa học của việc sử dụng vỏ hào nghiền thay thế cát trong bê tông.

Gồm các nội dung chính: Một số đặc tính thành phần, kích thước, ảnh hưởng của vỏ hào đến chất lượng bê tông và khả năng chịu nhiệt của vỏ, quy trình xử lý vỏ hào, một số tính chất của bê tông sử dụng vỏ hào thay thế cát, ứng xử nhiệt của bê tông, cơ sở thiết kế thành phần cấp phối bê tông và một số tồn.

Chương 3: Kết quả thực nghiệm các tính chất của bê tông sử dụng vỏ hào thay thế cát.

Gồm các nội dung chính: Tính chất của vật liệu sử dụng trong thí nghiệm: xi măng, cốt liệu và vỏ hào, thành phần cấp phối bê tông, tỷ lệ thay thế và các phương pháp thí nghiệm, kết quả đánh giá độ lưu động của vữa, tính công tác, cường độ chịu nén, chịu kéo khi uốn và mô đun đàn hồi của bê tông, đánh giá ứng xử nhiệt của bê tông khi chịu nhiệt độ cao, đánh giá khả năng ứng dụng thực tế của bê tông sử dụng vỏ hào trong công trình dân dụng.

Phần kết luận, kiến nghị: Trình bày những kết quả của đề án và kiến nghị một số nghiên cứu tiếp theo của đề tài.

Phần II. NỘI DUNG

Chương 1. TỔNG QUAN VỀ VẬT LIỆU VỎ HÀU THAY THẾ CÁT VÀ ỨNG XỬ NHIỆT CỦA BÊ TÔNG

1.1. Tổng quan về tình hình sử dụng cát sông tự nhiên

Trong xây dựng, cát tự nhiên (CTN) là vật liệu thiết yếu, đóng vai trò quan trọng trong sản xuất vữa, bê tông và các sản phẩm xây không nung, đồng thời được sử dụng nhiều trong san lấp nền móng. Tuy nhiên, hoạt động khai thác và quản lý CTN hiện còn nhiều bất cập, thiếu thống nhất giữa các địa phương, dẫn đến tình trạng khai thác tràn lan, suy giảm tài nguyên và ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường.

Theo số liệu từ Trung tâm Quy hoạch, cả nước hiện có 331 mỏ cát với tổng trữ lượng khoảng 2.080 triệu m³. Trong khi đó, nhu cầu sử dụng hàng năm lên tới 120 triệu m³, nhưng công suất khai thác hợp pháp chỉ đáp ứng khoảng 24,2%. Nếu tiếp tục sử dụng cát cho mục đích san lấp như hiện nay, trữ lượng sẽ cạn kiệt trong 15–20 năm tới.

Riêng khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), tổng trữ lượng cát đáy sông ước đạt 367–550 triệu m³, phân bố chủ yếu tại các đoạn sông Tiền và sông Cổ Chiên. Một số khu vực trung lưu đã rơi vào tình trạng cạn kiệt nghiêm trọng do khai thác quá mức.

Trước thực trạng đó, việc nghiên cứu và phát triển các vật liệu thay thế cát tự nhiên là nhu cầu cấp thiết nhằm hướng tới phát triển xây dựng bền vững và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên.

1.1.1. Trữ lượng cát sông

1.1.2. Thực trạng khai thác, sử dụng cát sông

1.1.3. Một số vật liệu tiềm năng thay thế cát

1.2. Tổng quan về vật liệu vỏ hàu

1.2.1. Đặc điểm của vỏ hàu

1.2.2. Trữ lượng hàu

1.3. Một số căn cứ pháp lý ứng dụng vật liệu vỏ hàu

1.4. Một số ứng dụng của vỏ nhuyễn thể và vỏ hàu cho bê tông

Chương 2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC SỬ DỤNG VỎ HÀU NGHIÊN THAY THẾ CÁT TRONG BÊ TÔNG

2.1. Một số đặc tính của vỏ hàu

2.1.1. Thành phần của vỏ hàu

2.1.2. Ảnh hưởng của kích cỡ hạt và hàm lượng vỏ đến tính chất của bê tông

2.1.3. Khả năng chịu nhiệt của vỏ hàu

2.2. Quy trình xử lý vỏ hàu

2.3. Một số tính chất của bê tông sử dụng vỏ hàu thay thế cát

2.4. Ứng xử nhiệt của bê tông

2.5. Cơ sở thiết kế thành phần cấp phối bê tông

2.6. Một số tồn tại và định hướng nghiên cứu

Chương 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CỦA VỮA VÀ BÊ TÔNG SỬ DỤNG VỎ HÀU THAY THẾ CÁT

3.1. Tính chất vật liệu được sử dụng

3.1.1. Cốt liệu

Cốt liệu thô là đá 1x2, loại xanh đen có độ ẩm là 3% (xác định theo TCVN 7572:7-2006). Cốt liệu mịn được sử dụng trong nghiên cứu này là cát sông tự nhiên có mô đun 1,77 (xác định theo TCVN 7572:2-2006).

3.1.2. Xi măng

Trong đề tài nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng loại XM Hà Tiên PCB40.

3.1.3. Vỏ hàu

Vỏ hàu sử dụng trong nghiên cứu được thu thập ở tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, một tỉnh thuộc ven biển vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam. Vỏ hàu có mô đun là 2,82 (xác định theo TCVN 7572:2-2006).

Trình tự làm sạch vỏ hàu:



a)



b)

Hình 3.1. a) Rửa vỏ hàu bằng vòi xịt cao áp; **b)** Rửa vỏ hàu bằng bàn chải



Hình 3.2. Sấy vỏ hàu bằng tủ sấy



Hình 3.3. Sấy vỏ hào trực tiếp bằng ánh nắng mặt trời



Hình 3.4. Nghiền vỏ hào



Hình 3.5. Sàng vỏ hào qua rây sàng #4.75mm và #0.15mm

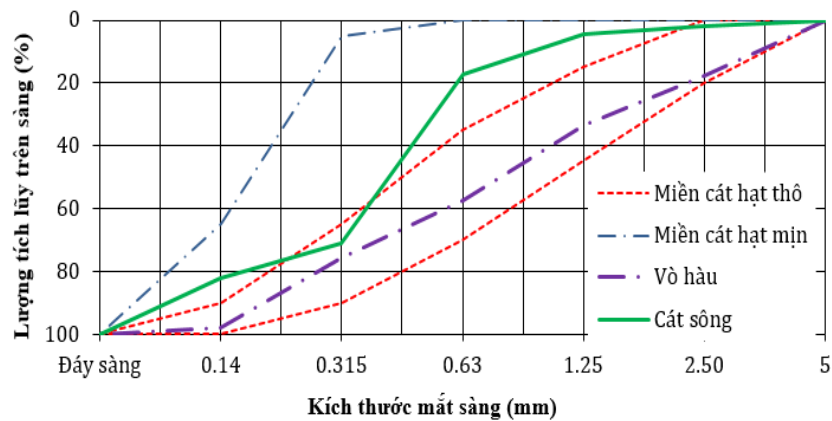
Phần vật liệu vỏ hào được sử dụng để xác định thành phần hạt là phần còn sót lại trên rây có kích thước lỗ #0.15 mm sau quá trình sàng sơ bộ. Để thực hiện thí nghiệm, tiến hành chuẩn bị bộ sàng tiêu chuẩn với thứ tự kích thước lỗ sàng giảm dần như sau: 2,5 mm; 1,25 mm; 630 μm ; 315 μm và 140 μm .



Hình 3.6. Vỏ hào còn sót lại trên các rây sàng



Hình 3.7. Thiết bị xác định thành phần hạt



Hình 3.8. Biểu đồ thành phần hạt của cát sông và vỏ hào nghiền

3.2. Thành phần cấp phối bê tông

Từ đó, cấp phối hỗn hợp bê tông trong mẻ trộn thí nghiệm được cập nhật với các thông số vật liệu đã hiệu chỉnh phù hợp với điều kiện thực tế, như sau:

Thành phần cấp phối	Khối lượng (kg)
Nước	210
Xi măng	457
Cốt liệu thô (âm)	1140
Cốt liệu mịn (âm)	683
Tổng	2490

3.3. Xác định cường độ của vữa

* Phương pháp thí nghiệm

Nhằm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng vỏ hào đến sự phát triển cường độ chịu nén của vữa xi măng, các tổ mẫu vữa gồm ba mẫu hình lăng trụ kích thước tiêu chuẩn $40 \times 40 \times 160$ mm đã được chế tạo và thí nghiệm tại các thời điểm 7, 14 và 28 ngày tuổi. Thành phần cấp phối vữa được thiết kế dựa trên hướng dẫn của tiêu chuẩn

TCVN 6016:2011. Tuy nhiên, thay vì sử dụng cát chuẩn ISO có kích thước hạt lớn như quy định, nghiên cứu này sử dụng cát sông địa phương với mô đun độ lớn là 1,77, đặc trưng bởi thành phần hạt mịn hơn và khả năng hút nước cao hơn. Để đảm bảo tính công tác trong quá trình đúc mẫu, hàm lượng nước trộn được điều chỉnh từ 225 g (theo tiêu chuẩn) lên 260 g.



Hình 3.9. Quá trình làm thực nghiệm



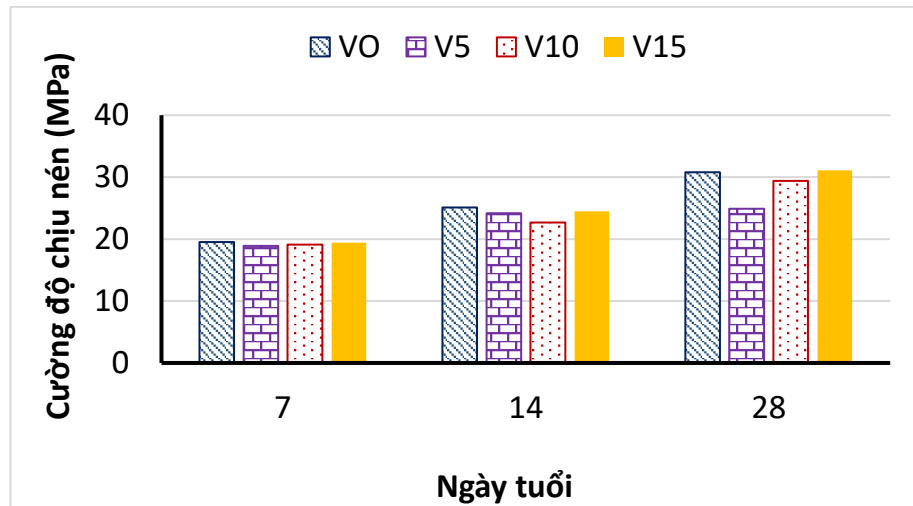
a)

b)

Hình 3.10. Kiểm tra tính chất cơ học: (a) uốn mẫu, (b) cường độ nén

***Kết quả thí nghiệm**

Để đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế CTN bằng vỏ hào nghiền đến cường độ nén của vữa XM, thí nghiệm nén mẫu vữa được tiến hành theo quy định tại TCVN 3121-11:2022 – Vữa xây dựng – Phần 11: Xác định cường độ nén, sử dụng mẫu hình lập phương kích thước 40×40×160mm. Các mẫu được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn và nén ở các độ tuổi 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày.

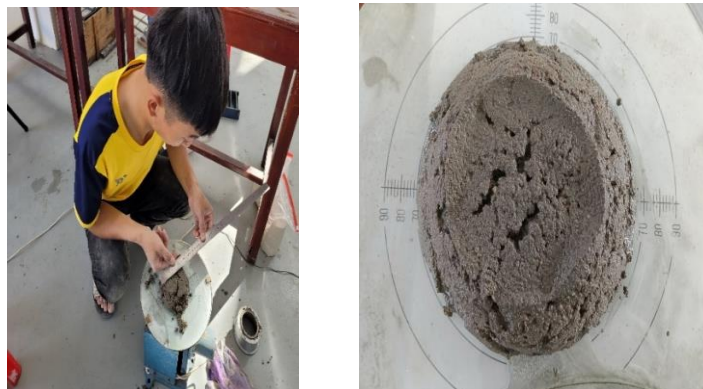


Hình 3.11. Cường độ chịu nén của vữa

3.4. Độ lưu động của vữa

*Phương pháp thí nghiệm

Sử dụng một phần vữa sau khi trộn dùng để xác định độ lưu động của vữa. Độ lưu động là một chỉ tiêu quan trọng phản ánh tính thi công của vữa tươi, đặc biệt liên quan đến khả năng chảy và lèn chặt vào khuôn mà không cần hoặc cần ít rung động. Thí nghiệm xác định độ lưu động của vữa được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 3231-3:2022 – “Vữa xây dựng – Phương pháp xác định các đặc tính mới – Phần 3: Xác định độ lưu động bằng bàn dẫn”.



Hình 3.12. Đo độ lưu động của vữa

*Kết quả thí nghiệm

Độ lưu động của vữa là chỉ tiêu phản ánh trực tiếp khả năng thi công, mức độ chảy của vữa dưới tác động rung tiêu chuẩn. Kết quả thí nghiệm đo độ lưu động của

các mẫu vữa được trình bày trong Bảng 3.1 cho thấy xu hướng suy giảm rõ rệt khi tăng tỷ lệ thay thế cát bằng vỏ hào nghiền.

Bảng 3.1. Bảng giá trị độ lưu động của vữa

Tỷ lệ (%)	Giá trị đo (cm)		Trung bình (cm)
0%	12,4	12,5	12,45
5%	11,9	11,8	11,85
10%	11,2	11,2	11,2
15%	10,2	10,2	10,15

3.5. Tính công tác của bê tông

*Phương pháp thí nghiệm

Độ sụt là chỉ tiêu đánh giá tính công tác của hỗn hợp bê tông tươi, phản ánh khả năng chảy, độ dẻo và mức độ dễ đầm chặt của hỗn hợp trong quá trình thi công, Trong nghiên cứu này, độ sụt của bê tông được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3106-2022: Hỗn hợp bê tông-Phương pháp xác định độ sụt.

*Kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm độ sụt cho thấy giá trị độ sụt của bê tông đối chứng đạt 8 cm, trong khi mẫu bê tông có hàm lượng vỏ hào nghiền thay thế 15% CTN chỉ đạt 4 cm. Sự suy giảm đáng kể về độ sụt (giảm 50%) phản ánh rõ rệt ảnh hưởng của vỏ hào đến tính công tác của hỗn hợp bê tông tươi.

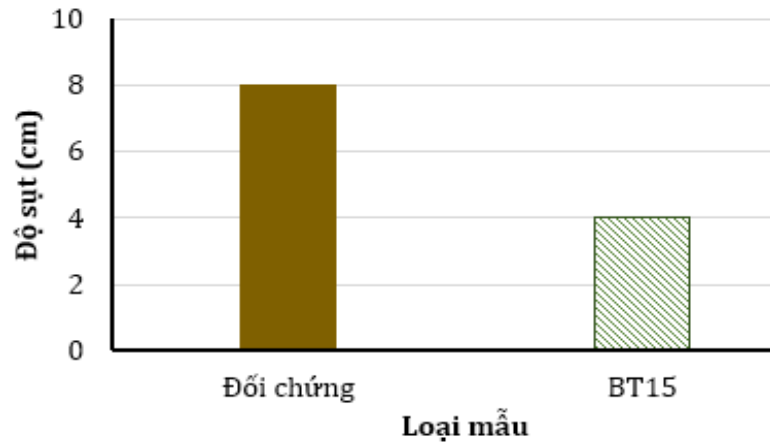


a)



b)

Hình 3.13. Thí nghiệm đo độ sụt: a) Mẫu đối chứng b) Mẫu BT15



Hình 3.14. Giá trị độ sụt của bê tông đối chứng và có vỏ hào

3.6. Cường độ chịu nén

*Phương pháp thí nghiệm

Dựa trên kết quả thí nghiệm của vữa là tiền đề cho học viên xác định được hàm lượng và chọn tỉ lệ vỏ hào thay thế là 15% để thiết kế cấp phối bê tông.

Bảng 3.2. Bảng thành phần 1m³ bê tông có cấp độ bền B27.5

STT	Hỗn hợp	XM (kg/m ³)	Đá (kg/m ³)	Cát (kg/m ³)	Nước (kg/m ³)	Vỏ hào (kg/m ³)
1	Đối chứng	457	1140	683	210	0
2	BT15	457	1140	580,55	210	102,45



Cân vật liệu



Trộn vật liệu



Cho bê tông vào khuôn



Bảo dưỡng mẫu



Nén mẫu

Hình 3.15. Trình tự thực hiện việc đổ và nén mẫu***Kết quả thí nghiệm**

Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén mẫu bê tông tuổi 7, 14, 28 ngày với hàm lượng vỏ hào thay thế cát khác nhau được hiển thị trong Bảng 3.3. Cường độ chịu nén của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng cường độ 3 viên mẫu trong tổ nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong 3 giá trị cường độ viên mẫu không lệch quá 15 % so với giá trị cường độ viên còn lại.

Bảng 3.3. Cường độ chịu nén của bê tông đối chứng và vỏ hào thay thế 15% cát

Ký hiệu	Ngày tuổi	Cường độ
Đối chứng	7	16,8
	14	24,3
	28	37,3
BT15	7	15,7
	14	28
	28	36,7

3.7. Cường độ chịu kéo khi uốn***Phương pháp thí nghiệm**

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông được đánh giá bằng thí nghiệm uốn 4 điểm trên mẫu đầm có kích thước 100 x 100 x 400mm tại 28 ngày tuổi theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3119:2022.



Hình 3.16. Thí nghiệm uốn 4 điểm

***Kết quả thí nghiệm**

Cường độ kéo khi uốn của bê tông thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 3.4.

Bảng 3.4. Cường độ chịu kéo khi uốn

Ký hiệu	Ngày tuổi	Cường độ
Đối chứng	7	2,55
	14	2,6
	28	3,34
BT15	7	2,57
	14	2,63
	28	3,32

3.8. Mô đun đàn hồi

***Phương pháp thí nghiệm**

Trong nghiên cứu này, mô đun đàn hồi tĩnh (E) của bê tông được xác định theo quy định trong TCVN 5726:2022.



Hình 3.17. Quá trình thực hiện thực nghiệm mô đun đàn hồi

*Kết quả thí nghiệm

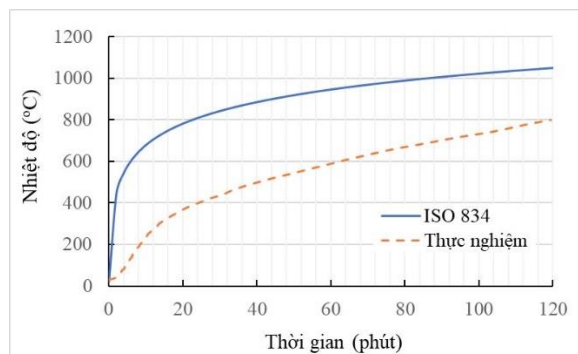
Bảng 3.5. Mô đun đàn hồi

Ký hiệu	Ngày tuổi	Cường độ
Đối chứng	7	23,642
	14	25,383
	28	32,651
BT15	7	22,039
	14	26,507
	28	31,149

3.9. Ứng xử nhiệt của bê tông sử dụng vỏ hào

*Phương pháp thí nghiệm

Các thử nghiệm hiện tại về ứng xử cơ – nhiệt của bê tông được quy định trong một số tiêu chuẩn (AS 1530.4-2005, ISO 834-1, 1999). Nhiệt độ quy định của lò nung theo hàm thời gian được minh họa trong Hình 3.18.a. Trong nghiên cứu này, để thử nghiệm các mẫu sau khi tiếp xúc với nhiệt độ cao, một lò nung cũng đã được sử dụng và quá trình tăng nhiệt tuân theo tiêu chuẩn Hình 3.18.b.



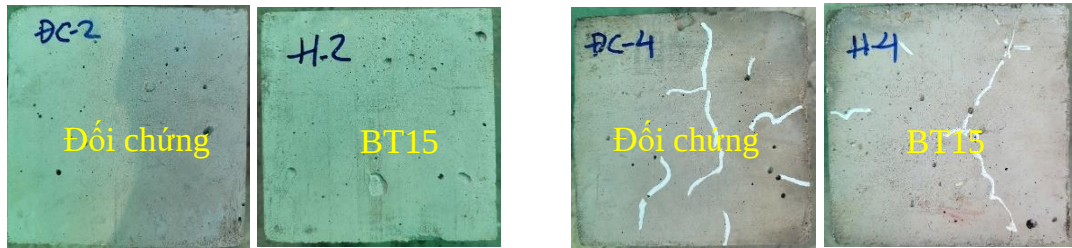
Hình 3.18. a) Nhiệt độ quy định của lò nung theo hàm thời gian theo tiêu chuẩn ISO (ISO 834-1, 1999) và b) Hình ảnh của lò nung

Để đánh giá sự mất nước và các hiện tượng khác trong quá trình nung nóng, khối lượng mẫu cũng được xác định trước và sau khi thử nghiệm.

*Kết quả thí nghiệm

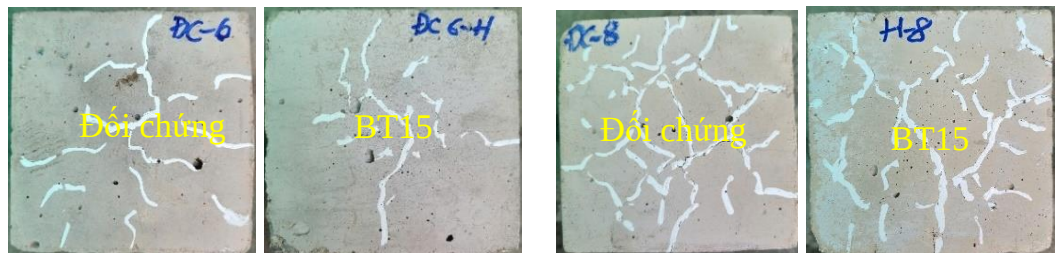
Một số quá trình vật lý – hóa học như bốc hơi ẩm, phân hủy hóa học, và áp suất hơi nước bên trong có thể đã xảy ra trong quá trình gia nhiệt. Tuy nhiên, những biến đổi này có thể chưa đủ mạnh để tạo ra các vết nứt ở giai đoạn đầu. Khi tốc độ gia

hiệt tăng lên, hàm lượng ẩm trong bê tông giảm mạnh và vượt quá giới hạn dẻo, từ đó dẫn đến sự hình thành các vết nứt.



a) Mẫu đối chứng và mẫu nung 200°C

b) Mẫu đối chứng và mẫu nung 400°C



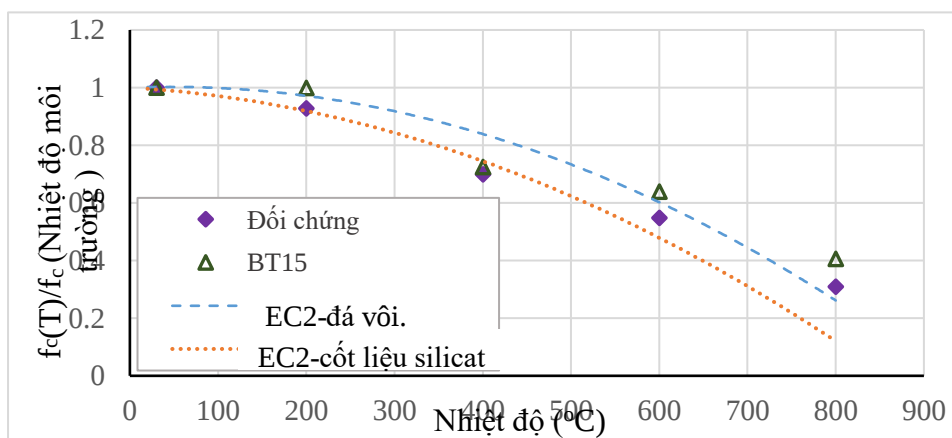
c) Mẫu đối chứng và mẫu nung 600°C

d) Mẫu đối chứng và mẫu nung 800°C

Hình 3.19. Hình ảnh bề mặt mẫu bê tông sau khi nung

Bảng 3.6. Cường độ chịu nén mẫu đối chứng và mẫu thay thế 15% vỏ hào

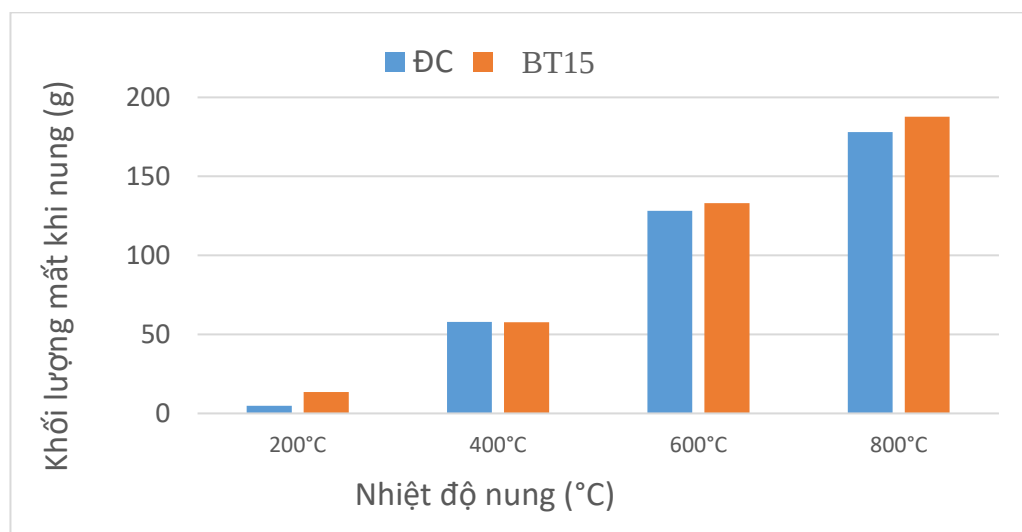
Ký hiệu	Đối chứng (MPa)	BT15 (MPa)
27°C (nhiệt độ môi trường)	37,3	36,7
200°C	34,58	36,68
400°C	26,08	26,59
600°C	20,45	23,47
800°C	11,55	14,93



Hình 3.20. Cường độ chịu nén sau khi nung so với mẫu trước khi nung

Hình biểu diễn mối quan hệ giữa tỷ số cường độ chịu nén sau khi nung so với mẫu trước khi nung ($f_c(T)/f_c(\text{ambient})$) và nhiệt độ tác động ($^{\circ}\text{C}$) đối với các mẫu bê tông đối chứng và bê tông sử dụng 15% vỏ hào (BT15).

Khối lượng mất khi nung phản ánh mức độ bay hơi nước và phân hủy các thành phần khoáng khi vật liệu chịu tác động nhiệt, từ đó cho phép đánh giá khả năng chịu nhiệt và ổn định thể tích của bê tông. Trong nghiên cứu, các mẫu bê tông đối chứng và mẫu sử dụng vỏ hào thay thế 15% cát được nung lần lượt ở 200°C , 400°C , 600°C và 800°C , và ghi nhận sự thay đổi khối lượng sau khi nung.



Hình 3.21. Khối lượng mất khi nung (g)

3.10. Đánh giá khả năng ứng dụng bê tông sử dụng vỏ hào cho công trình xây dựng dân dụng

3.10.1. Đánh giá hiệu quả kỹ thuật

3.10.2. Đánh giá hiệu quả kinh tế

3.10.3. Đánh giá hiệu quả môi trường

Phần III. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Về thành phần cấp phối bê tông và tính chất vật liệu, vỏ hào được xử lý và nghiền đạt yêu cầu về thành phần hạt, độ hút nước và thể tích xốp. So với cát tự nhiên, vỏ hào có khối lượng thể tích xốp thấp hơn đáng kể, điều này có thể ảnh hưởng đến độ đặc chắc của hỗn hợp bê tông nếu không kiểm soát tốt cấp phối.

Cường độ chịu nén của vữa giảm dần khi tăng tỷ lệ thay thế vỏ hào, tuy nhiên mức giảm không đáng kể ở các tỷ lệ 5–10%, và vẫn đạt yêu cầu của vữa xây và vữa tô thông thường. Độ lưu động của vữa giảm rõ rệt khi tăng tỷ lệ vỏ hào, do hình dạng hạt góc cạnh và khả năng hút nước cao của vỏ hào, từ đó một phần nào cũng ảnh hưởng ít nhiều đến khả năng thi công của vữa.

Kết quả độ sụt cho thấy tính công tác của bê tông giảm dần khi tăng tỷ lệ vỏ hào, phản ánh đúng đặc điểm hình thái và tính chất bề mặt của vật liệu thay thế. Tuy nhiên, ở tỷ lệ 15%, độ sụt vẫn nằm trong giới hạn chấp nhận được cho thi công thông thường.

Cường độ chịu nén của bê tông sử dụng vỏ hào ở tỷ lệ 15% giảm nhẹ so với mẫu đối chứng, tuy nhiên vẫn đảm bảo đạt cấp độ bền thiết kế B27,5 sau 28 ngày tuổi. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng thực tiễn của vỏ hào trong sản xuất bê tông thông thường. Cường độ chịu kéo khi uốn và mô đun đàn hồi của bê tông có xu hướng giảm khi thay thế cát bằng vỏ hào, tuy nhiên sự suy giảm không vượt quá giới hạn cho phép, chứng tỏ hỗn hợp bê tông vẫn duy trì được tính toàn khối và khả năng làm việc trong công trình chịu uốn thông thường.

Sau khi nung đến 800°C, bê tông sử dụng vỏ hào thể hiện khả năng duy trì cấu trúc tương đối ổn định, mặc dù có sự suy giảm cường độ đáng kể. Hàm lượng CaCO_3 trong vỏ hào chịu phân hủy nhiệt làm giảm tính chất cơ học sau khi nung, tuy nhiên so với bê tông thường, mức độ suy giảm không vượt trội. Kết quả này cho thấy bê tông sử dụng vỏ hào vẫn có thể ứng dụng trong các kết cấu chịu nhiệt trung bình hoặc có yêu cầu chống cháy ở mức độ nhất định.

Bê tông sử dụng vỏ hào thay thế đến 15% cát vẫn đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật về tính công tác và cường độ cơ học, phù hợp cho công trình dân dụng. Về kinh tế,

vật liệu vỏ hầu có chi phí thấp, góp phần giảm giá thành sản xuất. Về môi trường, giải pháp này giúp tiết kiệm tài nguyên cát tự nhiên và giảm thiểu ô nhiễm từ phế thải thủy sản, hướng đến phát triển bền vững ngành xây dựng.

2. Kiến nghị

Từ góc độ ứng dụng thực tiễn, kết quả nghiên cứu cho thấy vỏ hầu nghiền có tiềm năng thay thế một phần cát tự nhiên trong bê tông sử dụng cho các công trình dân dụng không yêu cầu cường độ cao. Do đó, cần tiếp tục mở rộng nghiên cứu để xây dựng bộ tiêu chuẩn kỹ thuật cụ thể cho bê tông sử dụng cốt liệu tái chế từ vỏ hầu. Đồng thời, khuyến khích ứng dụng loại bê tông này trong các hạng mục công trình thân thiện môi trường, công trình nông thôn mới hoặc khu vực ven biển, nơi có sẵn nguồn phế thải vỏ hầu dồi dào, nhằm tận dụng lợi thế địa phương và giảm chi phí vận chuyển.

Bên cạnh những kết quả tích cực, đề tài vẫn còn một số giới hạn cần được làm rõ trong các nghiên cứu tiếp theo, cụ thể như: ảnh hưởng của các mức thay thế lớn hơn 15%; độ bền lâu dài của bê tông (chịu mài mòn, thấm nước, cacbonat hóa, ăn mòn cốt thép...); tính tương thích giữa vỏ hầu và các loại phụ gia khoáng; cũng như khả năng ứng dụng trong bê tông kết cấu chịu lực cao hoặc bê tông chịu nhiệt.

Xây dựng cơ sở dữ liệu và quy trình chuẩn hóa trong thu gom-xử lý-nghiền sàng vỏ hầu để làm cốt liệu mịn, hướng đến sản xuất quy mô công nghiệp. Việc kiểm soát đồng đều về kích thước hạt, độ sạch, độ hút nước và phân bố hạt sẽ góp phần đảm bảo chất lượng ổn định của bê tông thành phẩm. Bên cạnh đó, thúc đẩy hợp tác giữa các viện nghiên cứu, doanh nghiệp xây dựng và địa phương có nguồn nguyên liệu vỏ hầu để hình thành chuỗi cung ứng hiệu quả.

Đề xuất các cơ quan quản lý nhà nước và tổ chức tiêu chuẩn nghiên cứu, ban hành các hướng dẫn kỹ thuật hoặc tiêu chuẩn thí điểm cho việc sử dụng vật liệu tái chế từ vỏ động vật thân mềm trong xây dựng. Đây là cơ sở pháp lý cần thiết để đẩy mạnh ứng dụng bê tông xanh sử dụng vật liệu tái chế trong thực tế.