

# THÍ NGHIỆM NÉN ĐƠN TRỰC XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI CỦA ĐÁ SAN HỒ LÀM CỐT LIỆU BÊ TÔNG

EXPERIMENT TO DETERMINE THE ELASTIC MODULUS OF CORAL STONE AS CONCRETE AGGREGATE

➔ TS. Lê Hải Dương\*, TS. Phạm Đức Tiệp\*, TS. Nguyễn Xuân Bằng\*, KS. Nguyễn Bá Nam

- Học viện Kỹ thuật Quân sự / email: haiduongle9282@gmail.com - 0983 926 482

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi trạng thái khô và trạng thái bão hòa nước của đá san hô lấy mẫu tại khu vực đảo xa bờ. Đây là một trong các đặc trưng cơ học quan trọng của đá san hô, làm cơ sở để nghiên cứu ứng dụng đá san hô làm cốt liệu sản xuất bê tông cho một số loại kết cấu trong xây dựng công trình trên các đảo phục vụ an ninh - quốc phòng và phát triển kinh tế xã hội.

**Từ khóa:** San hô, ứng suất, biến dạng, mô đun đàn hồi.

## 1. Đặt vấn đề

Nhìn chung, cấu trúc nền san hô gồm 3 lớp chính từ trên xuống: lớp cát san hô, lớp cành nhánh san hô, và lớp đá san hô. Trong đó, lớp cát san hô lộ trên bề mặt và bồi đắp theo dòng thủy lưu, lớp cành nhánh làm nền chính cho các công trình nhỏ, lớp đá san hô nằm dưới sâu làm nền vững chắc cho móng của các công trình quan trọng, đồng thời là thành phần chính quyết định cường độ của bê tông.

Đặc điểm chung đối với đá san hô là cấu trúc có nhiều lỗ rỗng và các vết nứt, điều này ảnh hưởng đến độ bền của đá, đến mô đun biến dạng, sau cùng là ảnh hưởng đến cường độ bê tông. Vì vậy, cần lựa chọn đá san hô có độ đặc chắc sử dụng làm cốt liệu bê tông, do đó cần chọn các khối san hô có cấu trúc tương ứng để dễ gia công, chế tạo mẫu thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi.

Một số khái niệm cơ bản về đại lượng, trạng thái liên quan đến mẫu thí nghiệm:

- Độ bền nén một trục của đá  $\sigma_n$ : Đại lượng biểu thị khả năng chống lại sự phá hủy của đá dưới tác dụng của lực nén theo một trục, được xác định bằng giá trị ứng suất phát sinh khi mẫu thử bị phá hủy (đơn vị đo là MPa) [1];

- Trạng thái khô gió: Trạng thái mẫu thử được đặt ở điều kiện độ ẩm, nhiệt độ của phòng thí nghiệm trong thời gian đủ dài, thông thường không ít hơn 5 ngày [1];

- Trạng thái bão hòa: Trạng thái mẫu thử được ngâm trong nước đến khối lượng không đổi [1];

- Hệ số biến mềm của đá: Tỷ số giữa độ bền nén một trục ở trạng thái bão hòa nước và độ bền nén

**Abstract:** The article presents the results of laboratory research to determine the elastic modulus in dry state and water saturated state of coral rock sampled in offshore island areas. This is one of the important mechanical characteristics of coral rock, serving as a basis for research on the application of coral rock as aggregate for concrete production for some types of structures in construction works on islands serving security - defense and socio-economic development.

**Keywords:** Coral, stress, strain, elastic modulus.

một trục ở trạng thái khô gió [1].

## 2. Cơ sở lý thuyết xác định mô đun đàn hồi của mẫu đá bằng thí nghiệm nén đơn trục

Mô đun đàn hồi cho mỗi viên mẫu vật liệu hình trụ (đường kính D, chiều cao H) được xác định theo công thức:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \quad (1)$$

Trong đó:

- E là mô đun đàn hồi của vật liệu, MPa;
- $\Delta\sigma$  là chênh lệch ứng suất, MPa;
- $\Delta\varepsilon$  là chênh lệch biến dạng, %;

Ứng suất trong mẫu thử khi nén đơn trục được tính bằng tỷ số giữa tải trọng lớn nhất P và diện tích tiết diện chịu nén F của mẫu thử, xác định theo công thức sau:

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (2)$$

Số lượng mẫu thử ít nhất cho mỗi tổ mẫu thông thường là 3 viên, ứng suất nén là trị số trung bình của 3 mẫu thí nghiệm, nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của hai viên mẫu không lệch nhau quá 15% so với giá trị của viên mẫu còn lại. Nếu một trong hai giá trị đó lệch quá 15% so với giá trị của viên mẫu còn lại thì loại bỏ cả hai giá trị lớn nhất và nhỏ nhất, cường độ nén được lấy bằng giá trị cường độ nén của viên còn lại. Trong trường hợp mẫu không đồng nhất, để nhận được trị số trung bình tin cậy, cần thí nghiệm bổ sung [1].

Giá trị mô đun đàn hồi E của vật liệu đá san hô là giá trị trung bình của ba trị số mô đun đàn hồi của ba viên mẫu, nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất

của hai viên mẫu không lệch nhau quá 15% so với giá trị của viên mẫu còn lại. Nếu một trong hai giá trị đó lệch quá 15% so với giá trị của viên mẫu còn lại thì loại bỏ cả hai giá trị lớn nhất và nhỏ nhất, khi đó giá trị mô đun đàn hồi E được tính theo giá trị mô đun đàn hồi của viên còn lại [1].

Đảm bảo tính đại trà của mẫu thử, các mẫu được chế tạo từ các cục đá san hô được lấy ngẫu nhiên trong đồng vật liệu là sản phẩm của quá trình nạo vét mở luồng tại vùng biển xa bờ thuộc chủ quyền nước ta.

### 3. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Lấy ngẫu nhiên 6 cục đá san hô chế tạo thành 6 viên mẫu bằng cách khoan lấy lõi hình trụ đường kính  $D = 54\text{mm}$ , cắt phẳng hai đầu thành đoạn dài  $H = 108\text{mm}$ .



Hình 1. Gia công, chế tạo mẫu thí nghiệm

Tổ mẫu thí nghiệm trạng thái khô có 3 viên, trạng thái bão hòa có 3 viên. Quy trình tạo mẫu ở trạng thái bão hòa trong môi trường nước biển gồm:

- Đặt từng mẫu vào ống ngâm, đổ nước biển vào ống cho ngập 1/3 chiều cao mẫu, ngâm trong 24h; tiếp theo, đổ nước vào ống ngâm cho ngập đến 2/3 chiều cao các mẫu, ngâm trong 24h; cuối cùng, đổ nước vào ống cho các mẫu ngập sau khoảng 5 cm, để yên tiếp trong 24h [2].

- Vớt mẫu ra, dùng khăn sạch và ẩm lau khô bề mặt các mẫu, đặt chúng vào đúng hộp đựng đã được đánh số. Cân xác định khối lượng của hộp kể cả nắp đậy và mẫu ở trong đó, chính xác đến 0,1 gram [2].

- Đặt lại các mẫu thử vào ống ngâm, để mẫu ngập sâu trong nước khoảng 5 cm. Cứ sau 24h lại vớt mẫu ra, dùng khăn sạch và ẩm lau khô bề mặt các viên đá, rồi đặt chúng vào hộp đựng đã dùng trước đó để cân xác định khối lượng mẫu thử lần sau [2].

- Thực hiện như vậy cho đến khi kết quả của hai lần cân liên tiếp chênh lệch nhau không quá 0,2% khối lượng của cả mẫu thì mẫu thử được coi là đã bão hòa nước [2].

### 4. Thí nghiệm nén đơn trục xác định mô đun đàn hồi mẫu đá san hô

Nén mẫu được thực hiện trên hệ thống thí nghiệm nén 3 trục (Triaxial test system) của hãng



Hình 2. Ngâm mẫu trong nước biển

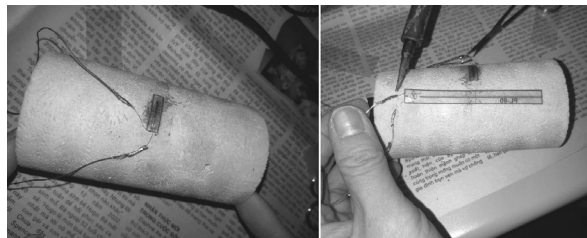
Controls (Italia), sử dụng thiết bị tải thẳng đứng, không sử dụng thiết bị tạo áp lực hông.

Trình tự thí nghiệm được tiến hành theo 3 bước:

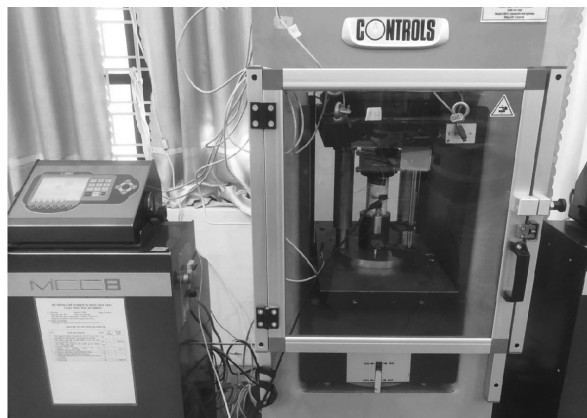
- **Bước 1:** Gắn biến trở đo biến dạng lên mẫu. Trên mẫu, đánh nhãn bề mặt tại vị trí gắn biến trở đo biến dạng dọc trục và biến dạng ngang. Kiểm tra hoạt động của biến trở bằng ôm kế.

- **Bước 2:** Lắp đặt thí nghiệm. Lắp mẫu vào buồng nén, cài đặt phần mềm điều khiển và kết nối buồng gia tải với máy tính, thiết lập các thông số thí nghiệm, lựa chọn tốc độ gia tải trong phạm vi 0,5 MPa/s đến 1,0 MPa/s.

- **Bước 3:** Tiến hành thí nghiệm. Tạo áp lực ban đầu cho đến khi đầu gia tải tiếp xúc mẫu, tăng tải đến khi mẫu phá hủy.

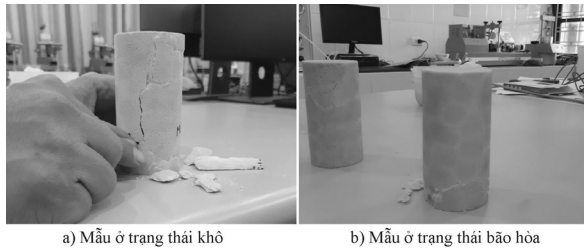


Hình 3. Gắn biến trở lên mẫu

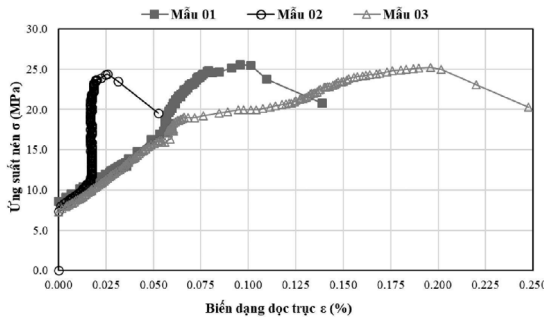


Hình 4. Quá trình nén mẫu

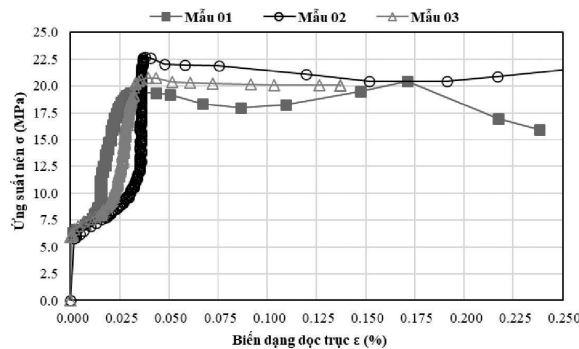
Kết quả thí nghiệm đạt được như sau:



Hình 5. Phá hoại của mẫu



Hình 6. Tương quan biến dạng và ứng suất của mẫu ở trạng thái khô



Hình 7. Tương quan biến dạng và ứng suất của mẫu ở trạng thái bão hòa

Mô đun biến dạng của đá san hô được xác định trong giai đoạn biến dạng tuyến tính ổn định. Kết quả xác định mô đun đàn hồi và cường độ phá hoại trên mẫu được lập thành bảng sau:

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm nén đơn trục mẫu đá san hô trạng thái khô

Tên mẫu	Độ bền nén 1 trục (MPa)	Mô đun đàn hồi (MPa)
01	25.53	13432
02	24.44	18488
03	25.20	17278
Giá trị trung bình	25.04	16399

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm nén đơn trục mẫu đá san hô trạng thái bão hòa

Tên mẫu	Độ bền nén 1 trục (MPa)	Mô đun đàn hồi (MPa)
01	20.42	17373
02	22.69	13477
03	20.76	17266
Giá trị trung bình	21.29	16039

**Nhận xét:**

- Mẫu ở trạng thái khô: Phá hoại hình thành nhiều vết nứt dọc, nứt ngang và bong tróc thành mảng ở một số vị trí. Giá trị ứng suất phá hoại của 03 mẫu không lệch nhau nhiều (trung bình 25.04 MPa). Thời điểm phá hoại 03 mẫu phân tán. Sau phá hoại mẫu không có xu thế tái bền;

- Mẫu ở trạng thái bão hòa: Phá hoại hình thành ít các vết nứt hơn các mẫu khô (các vết nứt có độ mở rộng nhỏ), xuất hiện mùn đùn ra từ các vết nứt. Giá trị ứng suất phá hoại của 03 mẫu thay đổi trong khoảng từ 20.42MPa đến 22.69MPa (trung bình 21.29 MPa). Thời điểm phá hoại của 03 mẫu gần nhau. Sau phá hoại mẫu có xu thế tái bền;

- Hệ số biến mềm của đá san hô:  $K_{bm} = 21.29/25.04 = 0.85$ ;

- Mô đun đàn hồi trung bình của đá san hô ở trạng thái khô:  $E_{đh} = 16399\text{MPa}$ ;

- Mô đun đàn hồi trung bình của đá san hô ở trạng thái bão hòa:  $E_{đh} = 16039\text{MPa}$ .

**5. Kết luận**

Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của đá san hô nói chung, chỉ tiêu mô đun đàn hồi nói riêng, là rất cần thiết nhằm bổ sung cơ sở dữ liệu về đặc tính của san hô ở các vùng biển khác nhau, ở các địa điểm khác nhau trong cùng một khu vực. Tuy số lượng mẫu thử còn hạn chế, nhưng đã góp phần có.

Mặc dù số lượng thí nghiệm chưa nhiều, nhưng đã đủ tổ mẫu theo tiêu chuẩn hiện hành, kết quả cho thấy mẫu đá san hô có mô đun đàn hồi tiệm cận với một số loại đá có thể dùng làm cốt liệu bê tông cấp độ bền đến B20. Vì vậy, đánh giá bước đầu có tính khả quan trong việc nghiên cứu chế tạo bê tông từ cốt liệu san hô cho một số loại kết cấu đặc thù. Đề xuất có thể sử dụng đá san hô có mô đun đàn hồi đạt giá trị tương đương làm cốt liệu để nghiên cứu sản xuất một số loại bê tông có cấp độ bền đến B20. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- 1.TCVN 10324-2014, Đá xây dựng - Phương pháp xác định độ bền nén một trục trong phòng thí nghiệm.
- 2.TCVN 10321:2014 Đá xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm, độ hút nước trong phòng thí nghiệm.
- 3.Vũ Ngọc Anh, Trương Minh Trí, Đào Kim Thành, (2016), Bê tông từ cát biển và nước biển, Tạp chí Xây dựng, số tháng 3/2016.
- 4.Bing Liu, Jingkai Zhou, Xiaoyan Wen, Jianhua Guo, Xuanyu Zhang, Zhiheng Deng, Huailiang Wan, (2019), "Experimental Investigation on the Impact Resistance of Carbon Fibers Reinforced Coral Concrete", Materials , 12, (23), 4000.
- 5.Bullen, F. (1990), "Coralline concrete in the Pacific", Proceedings of the Third International Colloquium on Concrete in Developing Countries, 1-12.