

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN KIỂU KẾT CẤU KHUNG LỒNG NUÔI THỦY SẢN TRÊN BIỂN BẰNG VẬT LIỆU COMPOSITE

SELECTING THE KIND OF FISH CAGES BY COMPOSITE MATERIAL IN THE COASTAL AQUACULTURE

Huỳnh Văn Vũ

Khoa Kỹ thuật Giao thông, Trường Đại học Nha Trang

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu lựa chọn kiểu kết cấu khung lồng nuôi thủy sản trên biển được làm bằng vật liệu composite cốt sợi thủy tinh FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) từ 3 dạng kết cấu đề xuất. Tiêu chí lựa chọn là khung lồng đảm bảo được độ bền cao nhất thông qua kết quả so sánh chuyển vị ở cùng vị trí trên khung lồng trong 4 điều kiện lực tác dụng và 4 điều kiện biên khác nhau. Như vậy, có tổng cộng 48 trường hợp tính toán độ bền và chuyển vị tương ứng được đánh giá, kết quả là khung lồng nuôi có kiểu kết cấu đề xuất số 2 được lựa chọn. Độ bền của khung lồng nuôi được tính toán mô phỏng bằng phần mềm Abaqus.

Từ khóa: *Vật liệu FRP; Khung lồng nuôi thủy sản; Chuyển vị; Độ bền.*

ABSTRACT

This paper selected the best fish cage which was made from FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) material from three kinds of suggested structures. The fish cage was selected to be the highest strength which was compared displacement of the same position in each fish cages, each case having the same loads and boundary conditions. Totally 48 cases of strengths and displacements were conducted, the result is the structure of fish cage number 2 was selected. The strength of fish cages generated by Abaqus software.

Keywords: *FRP material; Fish cages; Displacement; Strength.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, việc nuôi trồng thủy sản ven biển đang được các hộ gia đình phát triển rất mạnh mẽ, sản phẩm nuôi trồng là các loài có giá trị kinh tế cao như cá mú, cá chim vây vàng, cá bớp, tôm hùm,... [3]. Các hộ gia đình thường sử dụng khung lồng nuôi liên kết bằng

các thanh gỗ có khả năng chịu uốn tốt như sầm nà, sến, sáo hồng,... đặt trên các thùng phuy nhựa, liên kết giữa thùng nhựa và gỗ bằng dây nhựa đường kính 3mm, liên kết giữa các thanh gỗ bằng bu lông và đai ốc vặn chặt, chét gen, sau khi gở sét sẽ tạo thành khối vững chắc cho cả hệ thống khung lồng này [5].

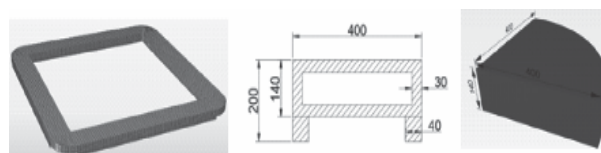


Hình 1. Khung lồng nuôi biển kiểu truyền thống làm bằng gỗ [5].

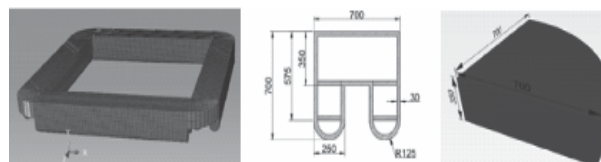
Tuy nhiên, độ bền của gỗ và các liên kết bu lông không đảm bảo theo thời gian, đồng thời giá thành của gỗ ngày mỗi tăng do tình trạng khai thác sử dụng quá mức. Do vậy, việc lựa chọn loại vật liệu khác để làm hệ thống khung lồng nuôi thủy sản đã được đặt ra, chẳng hạn như vật liệu HDPE (High Density Polyethylene) có độ bền cao nhưng chi phí lại quá cao không phù hợp với điều kiện nuôi ven bờ và quy mô nhỏ [4, 6]. Nghiên cứu này đặt ra vấn đề ứng dụng vật liệu composite cốt sợi thủy tinh FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) đang được sử dụng trong công nghệ đóng tàu cỡ nhỏ và trung bình phục vụ chở khách ven biển và trong ngành thủy sản để ứng dụng làm khung lồng nuôi biển, đồng thời lựa chọn kiểu dạng kết cấu khung lồng phù hợp nhất với yêu cầu độ bền cũng như không làm thay đổi đặc tính công nghệ nuôi biển truyền thống hiện nay.

2. GIỚI THIỆU CÁC KIỂU KẾT CẤU KHUNG LỒNG NUÔI BẰNG VẬT LIỆU FRP

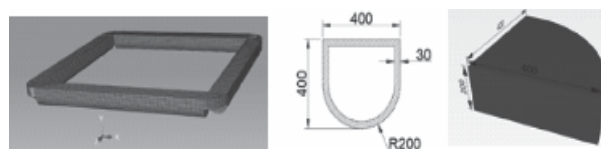
Khung lồng nuôi bằng vật liệu FRP có dạng hình vuông, bao gồm một khung lồng kín bên ngoài bao quanh một ô lồng trống để treo lưới nuôi thủy sản phía bên trong. Ở đây giới thiệu 3 dạng kết cấu khung lồng với các kích thước cơ bản như hình 2, 3 và 4.



Hình 2. Kiểu kết cấu số 1, kích thước lớn nhất của khung lồng là 3,8 x 3,8 m, kích thước ô lồng nuôi bên trong là 3,0 x 3,0 m



Hình 3. Kiểu kết cấu số 2, kích thước lớn nhất của khung lồng là 5,4 x 5,4 m, kích thước ô lồng nuôi bên trong là 4,0 x 4,0 m



Hình 4. Kiểu kết cấu số 3, kích thước lớn nhất của khung lồng là 4,8 x 4,8 m, kích thước ô lồng nuôi bên trong là 4,0 x 4,0 m

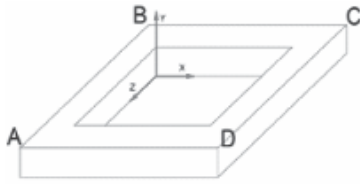
3. CÁC DỮ LIỆU ĐẦU VÀO CỦA BÀI TOÁN MÔ PHỎNG ĐỘ BỀN KHUNG LỒNG NUÔI

Sau khi thực hiện mô hình hóa các phần tử của bài toán tính độ bền khung lồng nuôi thủy sản, tiến hành nhập các dữ liệu đầu vào như liệt kê dưới đây [1, 2]:

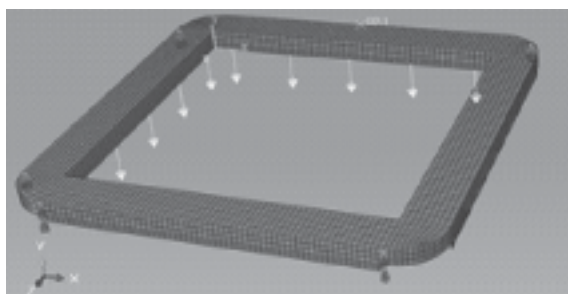
- Điều kiện biên, BCs: được liệt kê như bảng 1 và minh họa khai báo các trường hợp điều kiện biên của kiểu kết cấu số 1 trên phần mềm Abaqus như hình 5.



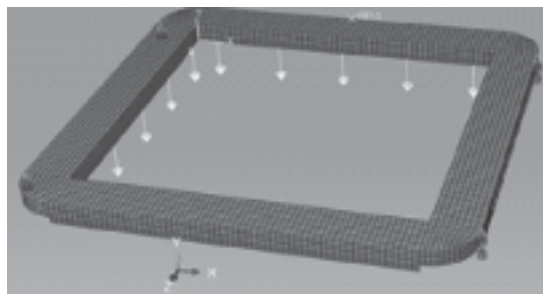
Bảng 1. Điều kiện biên, BCs

Mô hình tính	Trường hợp	Vị trí	BCs
	B1	2 cạnh kề AB, AD, góc C	$U_2 = 0$ $UR_1, UR_2 = 0$
	B2	2 cạnh đối AB, CD	$U_2 = 0$ $UR_1, UR_2 = 0$
	B3	3 cạnh AB, AD, CD	$U_2 = 0$ $UR_1, UR_2 = 0$
	B4	Bốn góc ABCD	$U_2 = 0$ $UR_1, UR_2 = 0$

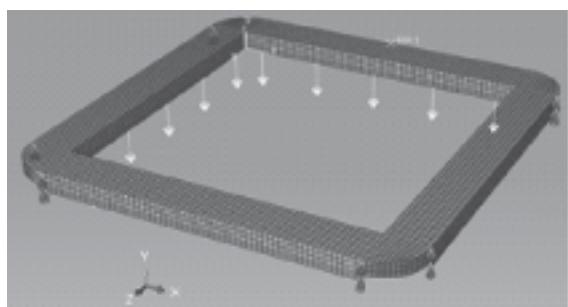
Ghi chú: U là chuyển vị, UR là góc xoay, các giá trị 1, 2, 3 tương ứng với các phương x, y, z



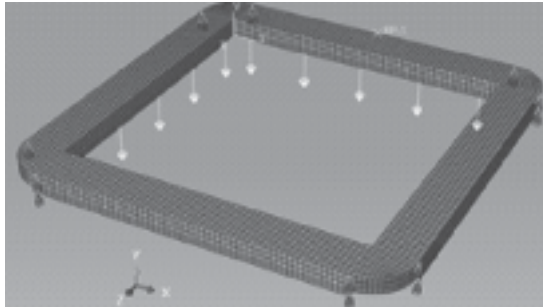
a. Điều kiện biên B1



b. Điều kiện biên B2



c. Điều kiện biên B3

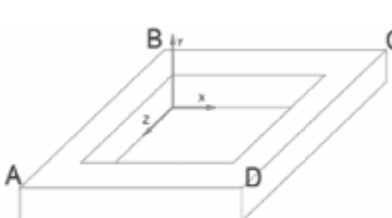


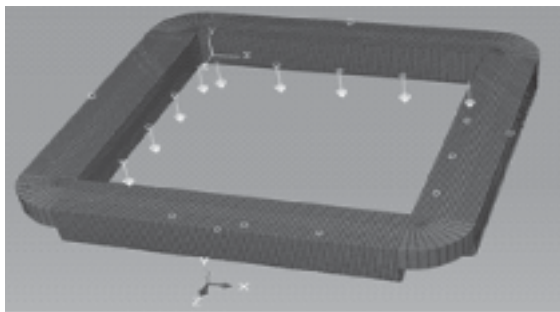
d. Điều kiện biên B4

Hình 5. Khai báo các trường hợp điều kiện biên cho kiểu kết cấu số 1 trong phần mềm Abaqus

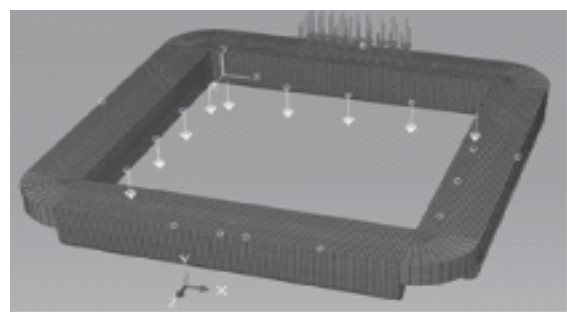
- Lực tác dụng, Loads: được liệt kê như bảng 2. Bao gồm khối lượng của 3 người trưởng thành 225 kg; khối lượng thực phẩm thức ăn cho cá, trang thiết bị cá nhân 50 kg; khối lượng lưới bắn, ngâm nước và vật dẫn lần lượt là 300 kg, 800 kg và 400 kg tương ứng với kết cấu khung lồng kiểu 1, 2 và 3. Hình 6 minh họa việc khai báo các trường hợp giá trị lực tác dụng đối với kiểu kết cấu số 2 trong phần mềm Abaqus.

Bảng 2. Lực tác dụng, Loads

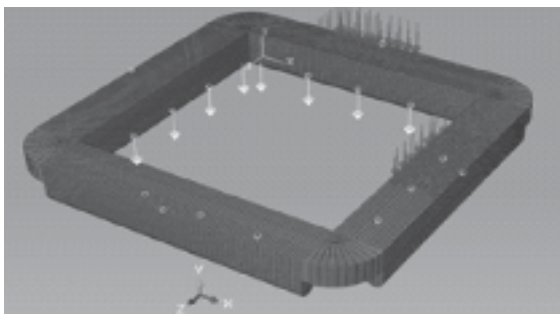
Mô hình tính	Trường hợp	Vị trí	Loại lực
	L1	Phân bố đều cạnh chân	Tải trọng lưới lồng
	L2	Giữa cạnh BC	Tải trọng lưới người và đồ vật
	L3	Giữa cạnh BC, CD	Tải trọng lưới người và đồ vật
	L4	Giữa cạnh AB, BC, CD, DA	Tải trọng lưới người và đồ vật



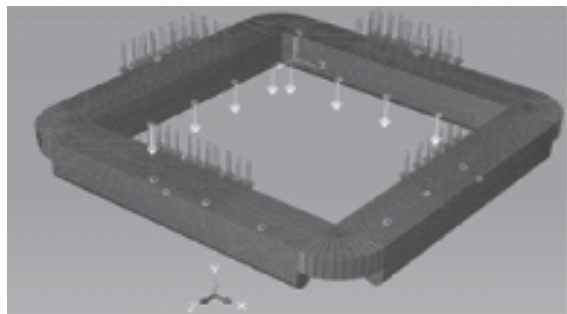
a. Trường hợp tải trọng L1



b. Trường hợp tải trọng L2



c. Trường hợp tải trọng L3



d. Trường hợp tải trọng L4

Hình 6. Khai báo các trường hợp tải trọng đối với kiểu kết cấu số 2 trong phần mềm Abaqus

- Vật liệu composite FRP: các thông số được liệt kê như bảng 3. Bao gồm tấm vải MAT loại 450 g/m² và tấm vải sợi dệt WR loại 800 g/m².

Bảng 3. Thông số vật liệu FRP

	Density Tấn/mm ³	E1 MPa	E2 MPa	Nu12	G12 MPa	G13 MPa	G23 MPa
MAT	2.65E-9	4400	4400	0.34	1640	1640	1640
WR	2.5E-9	22100	3800	0.2	13800	5500	13800



Điểm so sánh kết quả chuyển vị giữa các kiểu kết cấu tương ứng với các trường hợp dữ liệu đầu vào khác nhau là điểm RP-1 trong các mô hình tính toán.

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

Với từng kiểu kết cấu, tương ứng với 4 trường hợp tải trọng và 4 dạng điều kiện biên khác nhau, vậy có tổng cộng 16 trường hợp tính toán mô phỏng. So sánh kết quả chuyển vị tại điểm RP-1 và chuyển vị lớn nhất của tất cả các trường hợp. Chẳng hạn như bảng so sánh 16 trường hợp tính toán cho kiểu kết cấu số 1 ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả so sánh chuyển vị 16 trường hợp tính toán của kết cấu 1

Cases	U_{RP-1} (mm)	U_{max} (mm)	Cases	U_{RP-1} (mm)	U_{max} (mm)
TH1L1B1	7	11	TH5L2B1	10	15
TH2L1B2	10	13	TH6L2B2	13	17
TH3L1B3	8	12	TH7L2B3	12	16
TH4L1B4	4	9	TH8L2B4	6	10
TH9L3B1	10	15	TH13L4B1	10	16
TH10L3B2	13	17	TH14L4B2	15	19
TH11L3B3	12	16	TH15L4B3	12	17
TH12L3B4	6	11	TH16L4B4	13	7

Có thể nhận thấy với điều kiện biên số 2 thì chuyển vị có giá trị lớn nhất, như vậy 4 trường hợp tải trọng ở điều kiện biên số 2 này sẽ đem đi so sánh với các vị trí nguy hiểm khác của kiểu kết cấu khung lồng nuôi số 2 và 3.

Thực hiện tương tự cho các kiểu kết cấu còn lại, nhận thấy điều kiện số 2 đều là nguy hiểm nhất, do vậy với cùng điều kiện biên số 2, các giá trị chuyển vị tương ứng với 4 trường hợp tải trọng được liệt kê như bảng 5.

Bảng 5. Kết quả chuyển vị nguy hiểm nhất cho cả 3 kiểu kết cấu

		L1	L2	L3	L4
Kết cấu số 1	U_{RP-1} (mm)	10	13	13	15
	U_{max} (mm)	13	17	17	19
Kết cấu số 2	U_{RP-1} (mm)	0	3	3	4
	U_{max} (mm)	0	5	5	6
Kết cấu số 3	U_{RP-1} (mm)	8	11	11	12
	U_{max} (mm)	9	14	15	16

Như vậy, ứng với các trường hợp so sánh, thì kết cấu số 2 có giá trị nhỏ nhất, lớn nhất là kết cấu số 1. Đánh giá chuyển vị của 3 kết cấu, kết cấu 2 là kết cấu có độ ổn định tốt nhất trong các trường hợp làm việc. Như vậy, kết cấu được lựa chọn là kiểu số 2.

5. KẾT LUẬN

Như vậy, bài báo đã lựa chọn được kiểu kết cấu số 2 để làm cơ sở cho việc ứng dụng khung lồng nuôi thủy sản trên biển làm bằng vật liệu composite cốt sợi thủy tinh FRP, thông qua việc so sánh và đánh giá chuyển vị tại cùng một vị trí trong tổng số 48 trường hợp tính toán mô phỏng độ bền của khung lồng bằng phần mềm Abaqus. Với tất cả 4 trường hợp tải trọng được liệt kê thì ảnh hưởng lớn nhất đến độ bền của khung lồng chính là tải trọng của lưới treo dùng để nuôi sản phẩm thủy sản, ngoài tải trọng bản thân của lưới, đề tài còn bổ sung thêm tải trọng phụ do phần lưới ngâm nước và chất thải của thức ăn cũng như của đối tượng trong quá trình nuôi. Trong 4 dạng điều kiện biên được lựa chọn thì điều kiện biên số 2 là có ảnh hưởng lớn nhất đến độ bền của khung lồng nuôi. Tuy nhiên, việc xác định điều kiện biên cho phù hợp với thực tiễn thì còn phải thực hiện thêm những nghiên cứu khác mới đánh giá được, cũng như

nghiên cứu này cũng chỉ mới dừng lại ở việc tính toán độ bền cho một khung lồng nuôi, còn trong thực tế thì hệ thống khung lồng được lắp ghép với nhau từ nhiều khung lồng nuôi như vậy. ❖

Ngày nhận bài: **22/3/2023**

Ngày phản biện: **13/4/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Huỳnh Văn Vũ (2019); *Đánh giá độ bền va đập của tấm kết cấu vỏ tàu composite bởi trọng vật rơi tự do*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải, số 32-05/2019.
- [2]. Huỳnh Văn Vũ (2020); *Bài giảng mô phỏng kết cấu tàu bằng phần mềm ABAQUS*. Khoa Kỹ thuật Giao thông, Trường Đại học Nha Trang.
- [3]. Trung Hùng (2003); *Kỹ thuật nuôi cá mú lồng trên biển*, <https://baokhanhhoa.vn/kinh-te/200308/ky-thuat-nuoi-ca-mu-long-tren-bien-1830811>.
- [4]. FAO (2017); *Aquaculture operations in floating HDPE cages*. FAO Fisheries and aquaculture technical paper, 593.
- [5]. FAO (2013); *Construction and installation of hexagonal wooden cages for fish farming*. FAO Fisheries and aquaculture technical paper, 576.
- [6]. AKVAgrou; *Cage farming aquaculture*.