

Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Toàn quốc
Cơ học Vật rắn biến dạng lần thứ 7
Đồ Sơn, 27-28/8/2004

Bọc tàu vỏ gỗ bằng vật liệu composite

Nguyễn Văn Đạt

Trường Đại học Thủy sản

Abstract. *Using composite material to cover wooden boats is one of the most efficient methods to protect the hull of wooden boats from the destruction of marine microorganism. This paper introduces the way to define the shear and separate strength of the three typical groups of wooden boat - which were covered by composite material - in Viet Nam, from that promote a suitable technology process to cover wooden boat by composite material.*

1. Mở đầu

Theo số liệu thống kê [1] được báo cáo ở hội nghị tổng kết của Bộ Thủy sản, tính đến cuối năm 1998, tổng số tàu thuyền đánh cá ở nước ta là trên 70.000 chiếc, trong đó hơn 90% là tàu vỏ gỗ, lượng gỗ hàng năm cần thiết để duy tu bảo dưỡng cho đội tàu cá khoảng 100.000m³. Hàng năm những con tàu này đều phải kéo lên đà để tu bổ định kỳ (cao hà, xam trét, quét dầu chai chống thấm, sơn kỵ hà...), chi phí cho mỗi lần lên đà đến hàng chục triệu đồng.

Nguyên nhân chủ yếu làm giảm tuổi thọ của tàu vỏ gỗ (tàu bị phá nước và giảm sức bền) là do tác dụng phá hủy của các loại vi sinh vật biển (hàu, hà...) và môi trường ẩm mặn (làm mục gỗ) gây ra. Nếu khắc phục tác hại này - bằng cách sử dụng vật liệu thích hợp ngăn cách sự tiếp xúc trực tiếp giữa gỗ và môi trường nước biển - sẽ kéo dài tuổi thọ của tàu.

Với những ưu điểm nổi bật (nhẹ, bền, chống thấm và chịu nước mặn tốt), composite là loại vật liệu dùng làm lớp bọc ngoài cho các tàu vỏ gỗ phù hợp nhất.

Trên cơ sở thực hành các thí nghiệm cơ học và giải quyết các vấn đề:

- *Xác định chiều dày lớp composite bọc vỏ tàu trên cơ sở sức bền cắt.*
- *Kiểm tra độ bền lớp bọc theo điều kiện uốn và trượt.*

Trong bài báo này trình bày phương pháp:

- *Xác định tổ hợp vật liệu composite phù hợp (quy cách và kích thước) với từng nhóm tàu cụ thể nhằm đảm bảo lớp composite bọc tàu không bị hư hỏng do nứt, gãy dưới tác động của lực cắt và mômen uốn dọc tàu.*

- Xác định bước dính thích hợp khi sử dụng phương pháp gia cường bằng dính đồng để tăng độ liên kết giữa lớp composite bọc ngoài và vỏ gỗ.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu.

2.1. Vật liệu

- Vật liệu composite được tổ hợp từ:
 - . Vật liệu cốt : sợi thủy tinh các loại (Matting, Woven Roving, Cloth)
 - . Vật liệu nền : Nhựa polyester không no loại Dynopol 2116.
 - . Vật liệu bao phủ : Gelcoat G3253T.
- Vật liệu gỗ : gỗ sao xanh.
- Vật liệu tăng cường : đinh đồng $\phi 3 \times 30$

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lý thuyết

- Tính sức bền chung của tàu cá theo 3 nhóm kích thước : 15, 20 và 25m.
- Xác định quy cách tấm composite bọc ngoài phù hợp với 3 loại tàu trên (đảm bảo đủ bền, không bong tách khi làm việc trên biển).

2.2.2. Thực nghiệm

Gia công và kiểm nghiệm các mẫu composite, gỗ và gỗ bọc composite.

3. Kết quả

3.1. Tính sức bền chung tàu vỏ gỗ

Để đơn giản, phân loại tàu thuyền vỏ gỗ theo quy định của Cục bảo vệ nguồn lợi thủy sản (phân loại tàu theo kích thước) như sau:

- Loại có chiều dài trung bình 15m.
- Loại có chiều dài trung bình 20m.
- Loại có chiều dài trung bình 25m.

Các bước tiến hành:

- Xây dựng biểu đồ lực cắt và mômen uốn tổng hợp của 3 nhóm tàu [2].
- Xác định vị trí mặt cắt ngang nguy hiểm (là vị trí mà lực cắt và mômen uốn đạt giá trị cực đại).
- Tính giá trị của ứng suất cắt cực đại τ_{\max} , ứng suất uốn cực đại σ_{\max} và mômen uốn đơn vị cực đại M_x [2].

Kết quả tính toán được tổng hợp trong bảng 1.

Bảng 1: Tổng hợp giá trị cực đại của lực cắt, mômen uốn và ứng suất

T T	Đại lượng	Đơn vị	Nhóm tàu 15m		Nhóm tàu 20m		Nhóm tàu 25m	
			Giá trị	Vị trí	Giá trị	Vị trí	Giá trị	Vị trí
01	Mômen uốn lớn nhất	T.m	78,57	Đáy sóng	161,70	Đáy sóng	237,74	Đáy sóng
02	Lực cắt lớn nhất	T	35,36	Đáy sóng	63,573	Đáy sóng	84,22	Đáy sóng
03	Ứng suất uốn cực đại	T.m ⁻²	464,76	Mạn	459,66	Mạn	335,45	Mạn
04	Ứng suất cắt cực đại	T.m ⁻²	354,03	Mạn	488,39	Mạn	419,88	Mạn
05	Mômen uốn đơn vị cực đại M_x	KN	22,517		32,86		36,228	

3.2. Xác định quy cách tấm composite bọc vỏ gỗ phù hợp với từng nhóm tàu

3.2.1. Xác định các hằng số đàn hồi và cơ tính của vật liệu composite và gỗ

Các số liệu có được nhờ thực hiện các test cơ học như sau:

- Kiểm nghiệm sức bền kéo và uốn của tổ hợp vật liệu composite theo tiêu chuẩn ISO R527 - 1996 và ISO 178 - 1975 [3].
- Kiểm nghiệm sức bền cắt tổ hợp vật liệu composite theo tiêu chuẩn ASTM - 2344 [3].
- Kiểm nghiệm sức bền kéo và uốn của vật liệu gỗ theo tiêu chuẩn TCVN 364 - 1970 và TCVN 365 - 1970 [4]

Quá trình kiểm nghiệm được tiến hành trên máy kéo vạn năng HTE-H50-S. Kết quả cho trên bảng 2.

Bảng 2: Bảng tổng hợp cơ tính vật liệu composite và gỗ

Vật liệu composite	Thành phần cơ tính							
	S_{12} (MPa)	G_{12} (MPa)	σ_k (MPa)	E_1, E_2 (MPa)	E_{45} (MPa)	γ_{12}	σ_u (MPa)	E_u (MPa)
Cốt mát	157.9	1707	91.13	4097	4097	0.2	165.3	6782
Cốt WR80	122.5	1131	118.7	5406	3007	0.125	165.6	8244
Cốt WR300	83.6	778	133.6	6069	2414	0.13	135.4	9650
Cốt WR600	98.6	781	125.4	6106	2492	0.12	104.8	9650
FRP01	140.5	-	120.8	5263	-	0.17	166.1	6340
FRP02	136	-	90.42	4105	-	0.16	152.7	6652
FRP03	134	-	103.0	4493	-	0.165	148	5747
Gỗ sào xanh	83.55	595	69.9	7209/1144	2073	0.024	95.13	6704

trong đó:

- FRP01: Tấm composite có nền là nhựa 2116 và cốt sợi sắp xếp theo quy cách: [M300/WR600/M450/WR80]
- FRP02: Tấm composite có nền là nhựa 2116 và cốt sợi sắp xếp theo quy cách: [M300/WR600/M300/WR80]
- FRP03: Tấm composite có nền là nhựa 2116 và cốt sợi sắp xếp theo quy cách: [M300/WR300/M300/WR80]
- M300: Sợi thủy tinh dạng matting có trọng lượng 300g/m².
- M450: Sợi thủy tinh dạng matting có trọng lượng 450g/m².
- WR600: Sợi thủy tinh dạng Woven Roving có trọng lượng 600g/m².
- WR300: Sợi thủy tinh dạng Woven Roving có trọng lượng 300g/m².
- WR80: Sợi thủy tinh dạng Woven Roving có trọng lượng 80g/m².

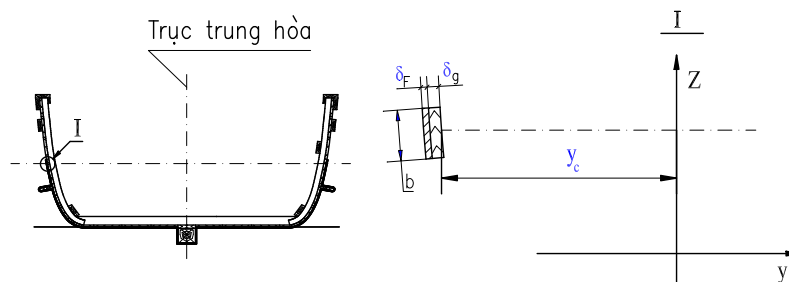
3.2.2. Xác định chiều dày lớp composite bọc vỏ tàu trên cơ sở sức bền cắt

a. Tính toán.

Xét mặt cắt nguy hiểm khi tàu gỗ bọc composite hoạt động ở chế độ tải thiết kế. Theo [2] ta có:

$$N = S_c * J * \delta_f / S \quad (1)$$

Hay
$$S_c = (N * S) / (J * \delta_f) \quad (2)$$



Hình 1: Mặt cắt ngang tàu gỗ bọc composite

trong đó:

- S_c : ứng suất cắt sinh ra trong tấm composite ở vị trí đang xét.
- J : mômen quán tính của phân tố diện tích composite đang xét.
- S : mômen tĩnh của tiết diện phân tố đang xét.
- δ_f : chiều dày lớp composite bọc.

Nếu gọi b là chiều rộng phân tử composite đang xét, y_c là khoảng cách từ tâm phân tử diện tích đến trục trung hoà, bỏ qua các thành phần vô cùng bé bậc cao, ta có:

$$S = b * \delta_f * y_c \quad \text{và} \quad J = b * \delta_f * y_c^2.$$

Thay các giá trị của S và J vào (2) ta :

$$S_c = N / (y_c * \delta_f) ; \text{ hay } \delta_f = N / (S_c * y_c) \quad (3)$$

b. Kết quả.

Chọn quy cách tấm composite bọc cho các nhóm tàu lần lượt như sau: FRP01 cho nhóm 25m, FRP02 cho nhóm 20m, FRP03 cho nhóm 15m. Kết quả tính toán cho trong bảng 3.

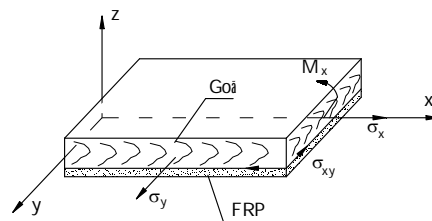
Bảng 3: Xác định chiều dày tối thiểu lớp bọc theo sức bền cắt.

Đại lượng tính toán	Đơn vị	Tàu 25m	Tàu 20m	Tàu 15m
Lực cắt cực đại N	N	842200	635730	353600
y_c	mm	3600	2700	1900
Quy cách tấm composite bọc ngoài	-	FRP01	FRP02	FRP03
Ứng suất cắt cho phép của lớp composite bọc tàu $[S_c]$	N/mm ² (MPa)	140,5	136	134
Chiều dày tối thiểu δ_f lớp bọc	mm	1,66	1,73	1,38
Chiều dày lớp bọc thực tế δ_t	mm	3	2,8	2,6
Hệ số an toàn n	-	1,8	1,61	1,88

3.2.3. Kiểm tra độ bền lớp bọc theo điều kiện bền uốn và trượt

a. Xác định ứng suất phát sinh trong bề mặt tiếp xúc giữa gỗ và composite.

Xét một đoạn vỏ tàu (gỗ bọc composite) chịu tác động của mômen uốn đơn vị M_x như hình 2.



Hình 2: Mô hình dầm gỗ bọc composite chịu uốn.

Theo [5], dưới tác dụng thuần túy của mômen uốn M_x , ứng suất phát sinh ở lớp thứ k nào đó trong tấm composite được xác định theo biểu thức:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx}^k &= z(Q_{11}^k D_{11}^* + Q_{12}^k D_{12}^* + Q_{16}^k D_{16}^*) M_x \\ \sigma_{yy}^k &= z(Q_{12}^k D_{12}^* + Q_{22}^k D_{12}^* + Q_{16}^k D_{16}^*) M_x \\ \sigma_{xy}^k &= z(Q_{16}^k D_{11}^* + Q_{26}^k D_{12}^* + Q_{66}^k D_{16}^*) M_x \end{aligned} \quad (4)$$

Các số hạng của ma trận Q và D ứng với lớp thứ k bất kỳ (gỗ cũng được xem là một lớp trong tấm composite gỗ bọc composite) được xác định thông qua các đặc trưng vật liệu của bản thân lớp thứ k, và được xác định theo [5].

Trong tính toán chọn góc θ lần lượt theo 3 giá trị: 0° (tương ứng với khi tàu chạy song song sóng), 45° (tương ứng với khi tàu chạy chéo sóng) và 90° (tương ứng với khi tàu chạy vuông góc với sóng). Kết quả cho trên bảng 4.

Bảng 4: Ứng suất ở mặt tiếp xúc gỗ - composite.

Loại tàu	θ	σ_{xx}^{FRP} (MPa)	σ_{yy}^{FRP} (MPa)	σ_{xy}^{FRP} (MPa)	Vị trí	Mômen đơn vị (KN)
Tàu 25m	0°	2,986	0,3696	0,0	Lớp giữa gỗ và composite	36,23
	45°	10,68	-1,442	-1,961		
	90°	12,79	2,331	0,0		
Tàu 20m	0°	4,278	0,5189	0,0		32,86
	45°	13,48	-1,952	-2,411		
	90°	15,89	2,877	0,0		
Tàu 15m	0°	3,994	0,4563	0,0	Lớp giữa gỗ và composite	22,52
	45°	13,56	-1,953	-2,385		
	90°	15,92	2,841	0,0		

b. Chế tạo và kiểm nghiệm các mẫu gỗ bọc composite.

- Chế tạo mẫu:

Mẫu được chế tạo từ gỗ sao, bọc composite theo các quy cách FRP01, FRP02, FRP03 không gia cường và có gia cường với bước đinh lần lượt là 30, 40, 50 và 60mm

- Kết quả kiểm nghiệm mẫu:

Kết quả kiểm nghiệm uốn và tách gỗ bọc composite được cho trong các bảng 5, 6.

Bảng 5: Bảng tổng hợp kết quả kiểm nghiệm uốn gỗ bọc FRP.

Nhóm mẫu	Các thông số			
	Kích thước b x h (mm)	K/c Span L (mm)	Lực Max (N)	Sức bền uốn (MPa)
Gỗ sào + FRP 01 + đỉnh đồng bước 50	225x30	400	28.220	83.6
Gỗ sào + FRP02 + đỉnh đồng bước 50	225x28	400	27.650	94.1
Gỗ sào + FRP03 + đỉnh đồng bước 50	220x30	400	26.951	81.7
Gỗ sào + FRP01 + không gia cường	225x30	400	27.303	92.9
Gỗ sào + FRP02 + không gia cường	225x28	400	28.254	96.1
Gỗ sào + FRP03 + không gia cường	220x30	400	29.030	88.0

Bảng 6: Sức bền tách của lớp composite bọc ngoài gỗ.

Loại mẫu	Các thông số		
	Kích thước phần tiếp xúc axb (mm)	Lực Max (N)	Sức bền tách (MPa)
Gỗ sào + FRP01 + không gia cường	50x50	2875	1,15
Gỗ sào + FRP01 + Đỉnh đồng bước 30	30x30	4644	5,16
Gỗ sào + FRP01 + Đỉnh đồng bước 40	40x40	6096	3,81
Gỗ sào + FRP01 + Đỉnh đồng bước 50	50x50	7808	3,12
Gỗ sào + FRP01 + Đỉnh đồng bước 60	60x60	6516	1.81
Gỗ sào + FRP01 + Đỉnh đồng bước 70	70x70	7791	1,59

4. Kết luận

Dựa vào các bảng tổng hợp 2, 3, 4, 5 và 6 có thể thấy:

1. Quy cách tẩm composite bọc tàu như đã lựa chọn đảm bảo chịu được ứng suất cắt và ứng suất uốn khi tàu hoạt động toàn tải.
2. Khi không có gia cường cơ học cục bộ bằng đỉnh đồng, ứng suất tách cục đại sinh ra trong mặt phân cách giữa gỗ và composite có giá trị vượt quá giới hạn bền tách (1,96MPa; 2,41MPa và 2,38MPa so với 1,15MPa).

3. Khi sử dụng phương pháp gia cường cơ học cục bộ bằng đinh với bước đinh $a \leq 50\text{mm}$ sẽ đảm bảo chất lượng bám dính giữa lớp composite với lớp gỗ (cho cả 3 nhóm).
4. Về mặt kinh tế, hiện nay chi phí bọc tàu bằng composite theo quy trình đã đề xuất khoảng $150-180.000\text{đ}/\text{m}^2$ (tùy theo nhóm kích thước tàu). Giá thành này hoàn toàn có thể chấp nhận được đối với ngư dân các tỉnh miền Trung và nam bộ.
5. Nên tiếp tục nghiên cứu độ bền của đinh và gỗ vỏ tàu sau từng quãng thời gian (khoảng từng năm) hoạt động của tàu trong môi trường biển.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Báo cáo tổng kết năm 1998 - Bộ Thủy Sản.
- [2]. Ngô Kiều Nhi, Trần Công Nghị. *Cơ học kết cấu tàu thủy*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải 1998.
- [3]. ISO . *Tiêu chuẩn xác định cơ tính của vật liệu chất dẻo*.
- [4]. Bộ Xây Dựng (1997). *Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, Tập X*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [5]. Trần Ích Thịnh . *Vật liệu Compozit*. Nhà xuất bản Giáo dục 1994.