

TÍNH ỔN ĐỊNH TAI NẠN CATAMARAN

Ts. Nguyễn Văn Đạt
Trường Đại học Nha Trang

Catamaran (tàu hai thân) sử dụng phổ biến trên thế giới, nó hiệu quả về tính năng, kinh tế và thẩm mỹ. Tính năng hàng hải ưu việt của tàu hai thân, đặc biệt tính ổn định và tốc độ vượt trội so với tàu một thân cùng kích cỡ. Những năm gần đây ở Việt Nam, đã xuất hiện và có xu hướng tăng dần nhu cầu sử dụng tàu hai thân trong giao thông thủy. Việt Nam hiện nay chưa có tài liệu chính thức ban hành Hướng dẫn thiết kế tàu hai thân. Chưa có nhiều bài báo công bố về việc thiết kế chế tạo loại tàu này. Đa số các tàu hiện có ở Việt Nam đều có xuất xứ từ nước ngoài hoặc thi công theo thiết kế của nước ngoài.

Một trong các bước thiết kế tàu hai thân đã được dựa trên cách tính tham khảo từ tài liệu nước ngoài, nhóm thiết kế của Viện nghiên cứu chế tạo Tàu thủy - Trường Đại học Nha Trang đã tiến hành nghiên cứu: Phương pháp tính ổn định tai nạn của catamaran mà phân minh họa có được từ kết quả thiết kế catamaran tại Viện.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bài toán *ổn định tai nạn* đã được giới thiệu trong nhiều tài liệu, như các *Giáo trình về lý thuyết tàu, Quy phạm phân cấp và đóng tàu...*, tuy nhiên chỉ liên quan đến đối tượng là tàu một thân, với catamaran việc kiểm tra ổn định tai nạn chưa được hướng dẫn cụ thể.

Điểm khác biệt cơ bản của về tính ổn định tai nạn của catamaran và tàu một thân, là khi sự cố xảy ra với một bên thân, catamaran sẽ có hiện tượng vừa nghiêng dọc, vừa nghiêng ngang. Hiện tượng này không có ở tàu một thân, nó chỉ nghiêng dọc khi bị có khoang bị thủng. Như vậy, khi tính ổn định tai nạn của catamaran, cần xác định sự tác động qua lại giữa nghiêng ngang với nghiêng dọc, và ảnh hưởng của chúng đến tính ổn định của tàu.

2. CƠ SỞ TÍNH.

2.1 Đặc điểm

Đặc trưng của tính ổn định sau tai nạn của catamaran so với tàu một thân

- Sự hiện hữu của cầu nối ngang
- Sự phân chia của hai thân và cầu nối thành những phân kín nước độc lập.
- Đặc trưng kích thước cơ bản của từng thân riêng rẽ.
- Trong trường hợp bị ngập do thủng, catamaran thường bị ngập không đối xứng so với tàu một thân, nghĩa là sẽ xảy ra hiện tượng nghiêng ngang và nghiêng dọc đồng thời sau tai nạn.
- Do chiều dài catamaran thường nhỏ hơn tàu một thân có cùng lượng chiếm nước, và do máy đẩy hầu như có cùng kích thước đối với cả hai loại, tỷ số chiều dài khoang máy trên chiều dài thân của catamaran

thường có giá trị lớn hơn, nhưng thể tích của phần ngập thường chỉ xấp xỉ một nửa của tàu một thân.

- Tính ổn định ngang sẽ tăng nhanh chóng khi cầu nổi ngập trong nước, điều này làm cho tàu nhiều thân hầu như không thể bị lật úp.

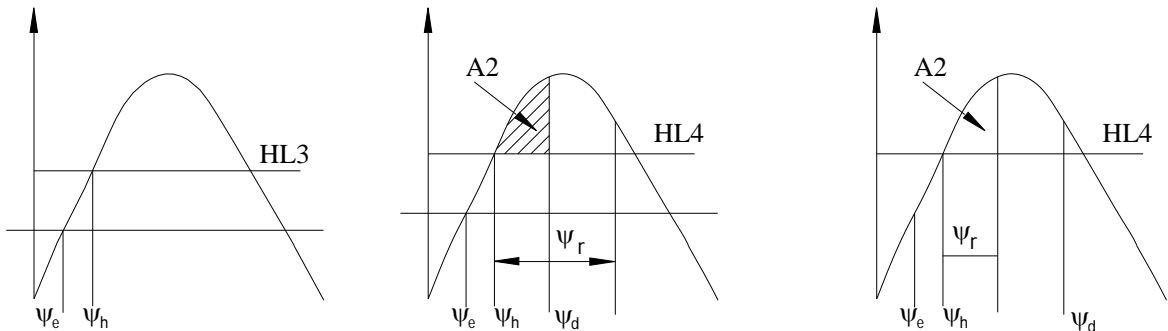
2.2 Tiêu chuẩn đánh giá ổn định tai nạn của catamaran.

Tiêu chuẩn đánh giá Ổn định tai nạn của catamaran

a. Mạn khô sau tai nạn lớn hơn hoặc bằng 300mm [1] (1)

b. Góc nghiêng ngang sau tai nạn không quá 10^0 [1] (2)

c. Diện tích ổn định A_2 (hình 1) không bé hơn $0,028m^*rad$ [1], [2]. (3)



Hình 1: Tiêu chuẩn ổn định tai nạn catamaran

HL3: Tay đòn mômen nghiêng do gió.

HL4: Tay đòn mômen nghiêng do gió kết hợp với hành khách dồn một bên mạn (hoặc do quay vòng, chọn giá trị nào lớn hơn)

ψ_e : Góc nghiêng ngang do nước ngập;

ψ_h : Góc nghiêng ngang do gió;

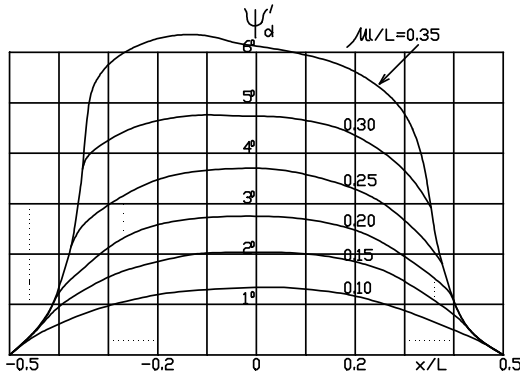
ψ_d : Góc nghiêng ngang khi boong chạm nước;

ψ_r : Biên độ lắc ngang.

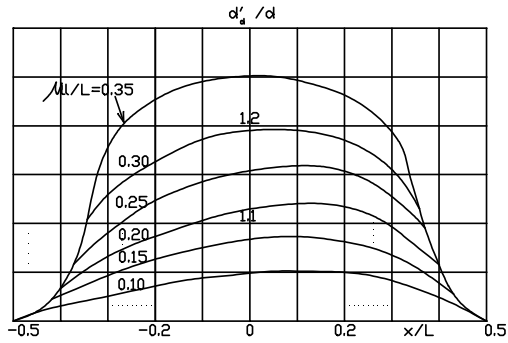
A_2 : Diện tích kiểm tra ổn tính.

2.3 Kiểm tra tính ổn định tai nạn catamaran.

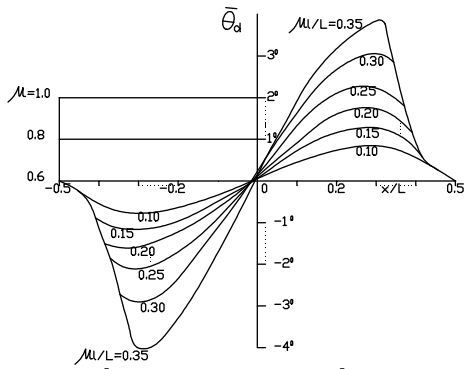
Việc kiểm tra tính ổn định tai nạn được thực hiện theo kết quả nghiên cứu của Fishkis [3], cho trên các hình từ 2 đến 8 dùng để xác định gần đúng các thông số của đường nước tai nạn (chiều chìm giữa tàu, góc nghiêng ngang và nghiêng dọc) khi mép boong trên chưa nhúng nước. Giá trị tham chiếu của các thông số này trên đồ thị là hàm của chiều dài ngập tương đối l/L nhân với hệ số thẩm μ , và tọa độ không thứ nguyên của điểm giữa của khoang ngập x/L



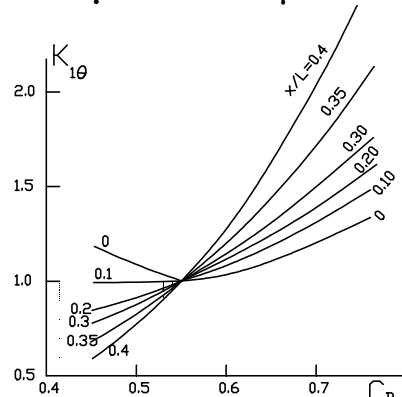
Hình 2. Đồ thị xác định hệ số góc nghiêng ngang tại nạn theo x/L và μ/L



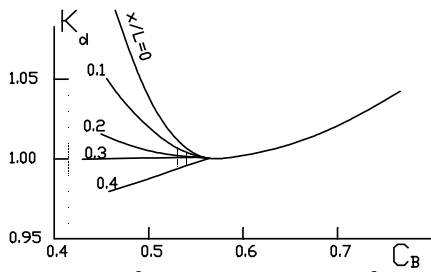
Hình 3. Đồ thị xác định hệ số chiều chìm tại nạn theo x/L và μ/L



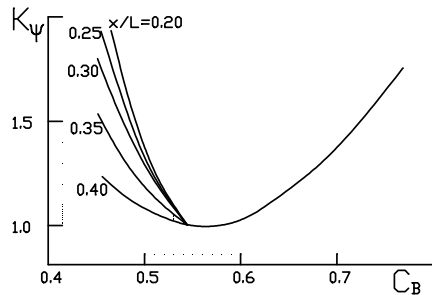
Hình 4. Đồ thị xác định hệ số góc nghiêng dọc tại nạn



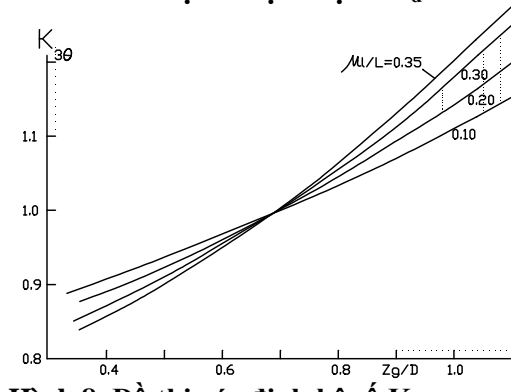
Hình 5. Đồ thị xác định hệ số K_{10}



Hình 6. Đồ thị xác định hệ số K_d



Hình 7. Đồ thị xác định hệ số K_Ψ



Hình 8. Đồ thị xác định hệ số K_{30}

Các giá trị cuối cùng của mớn nước và góc nghiêng sau tai nạn được biểu thị như tích của các giá trị liên quan với các hệ số có tính đến ảnh hưởng của C_B , B_1/D , và CG/d như trên biểu thức (4), (5) và (6). Các hệ số khác được cho trên các hình 5,6,7,8.

$$\theta_d = K_{10}K_{20}K_{30}\bar{\theta}_d; K_{20} = 0,25\left(\frac{B_1}{d}\right)^2 - 1,6\frac{B_1}{d} + 3,3 \quad (4)$$

$$d_d = dK_d \frac{d'_d}{d}; \quad (5)$$

$$\psi_d = K_\psi \psi'_d \quad (6)$$

Trong đó:

- B_1 : chiều rộng một thân tàu, m.
- d : chiều chìm nguyên vẹn, m.
- d_d : chiều chìm sau tai nạn, m.
- θ_d : góc nghiêng dọc sau tai nạn, độ.
- $\bar{\theta}_d$: góc nghiêng dọc sau tai nạn tra trên đồ thị hình 4; độ.
- ψ_d : góc nghiêng ngang sau tai nạn; độ.
- ψ'_d : góc nghiêng ngang sau tai nạn tra trên hình 2; độ.
- $\frac{d'_d}{d}$: tỉ số mớn nước sau và trước tai nạn, xác định từ hình 3.
- μ : hệ số ngập, tính theo [2].
- X : vị trí trọng tâm của khoang ngập theo phương dọc tàu, m.
- l : chiều dài khoang ngập, m.
- L : chiều dài tàu ở trạng thái tính toán, m.
- C_B : hệ số béo một thân

Đường cong ổn định trên hình 1 xác định từ việc tính ổn định nguyên vẹn catamaran [4]

So sánh kết quả từ (4), (5), (6) với các tiêu chuẩn (1), (2), (3) để kết luận về tính ổn định của tàu.

3. MINH HOẠ

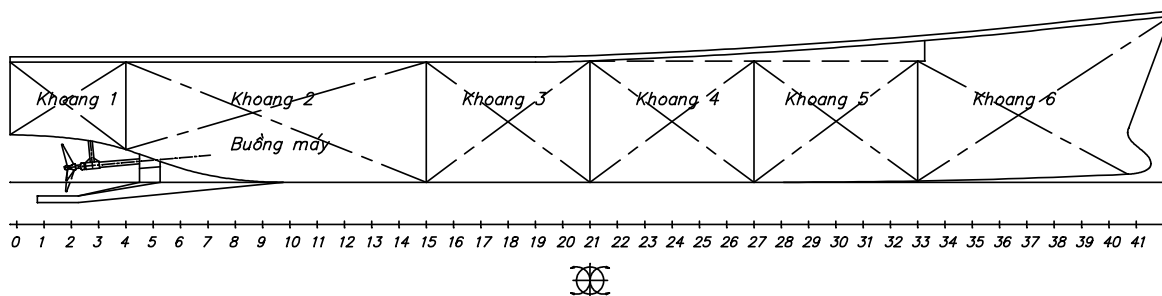
3.1 Chọn tàu mẫu:

Thực hiện kiểm tra ổn định tai nạn của Catamaran (CAT-01) trong trường hợp 01 khoang máy bị ngập. CAT-01 có các thông số đặc trưng sau [4]:

- Chiều dài lớn nhất	L_{max}	=	17,00 m
- Chiều dài thiết kế	L_{tk}	=	16,40 m
- Chiều rộng lớn nhất	B_{max}	=	7,00 m
- Chiều rộng thiết kế	B_{tk}	=	6,80 m
- Chiều rộng thiết kế một thân:	B_{1w}	=	1,60m
- Chiều cao mạn	H	=	1.85 m
- Chiều chìm trung bình	d	=	0.85 m
- Hệ số béo	C_B	=	0.552

- Lượng chiếm nước $\Delta = 24,63$ Tấn
 - Hành khách: $n = 100$ người

Sơ đồ phân khoang như hình 9



Hình 9. Sơ đồ phân khoang CAT-01

Từ biểu đồ Bonjean [4], có thể xác định các đặc trưng của khoang buồng máy như sau:

$$V_{bm} = 13,979\text{m}^3; X_{gbm} = -4.53\text{m}; Z_{gbm} = 1,24\text{m}$$

3.2 Kiểm tra ổn định tai nạn trường hợp thủng 01 khoang buồng máy

a. Xác định góc nghiêng và mớn nước sau tai nạn:

Bảng 1: Tính góc nghiêng và mớn nước sau tai nạn.

TT	Đại lượng	Ký hiệu	ĐV	Giá trị
1	Lượng chiếm nước nguyên vẹn	ΔW	Tấn	24.63
2	Thể tích chiếm nước nguyên vẹn	V	m^3	24.03
3	Chiều dài tàu	L	m	17.00
4	Chiều dài khoang ngập	ℓ	m	4.34
5	Hệ số ngập	μ	-	0.85
6	Hoành độ trọng tâm khoang ngập	x	m	-4.53
7	Tỷ số $\mu\ell/L$	$\mu\ell/L$	-	0.22
8	Tỷ số x/L	x/L	-	-0.27
9	Tra đồ thị Hình 2	Ψ'_d	độ	2.65
10	Tra đồ thị Hình 3	d'_d/d	-	1.09
11	Tra đồ thị Hình 4	$\bar{\theta}_d$	độ	-1.70
12	Chiều dài đường nước	L_w	m	16.41
13	Chiều rộng một thân nguyên vẹn	B_1	m	1.60
14	Chiều chìm trung bình nguyên vẹn	d	m	0.85
15	Hệ số béo 1 thân nguyên vẹn	C_B	-	0.54
16	Tra đồ thị Hình 5	$K_{1\theta}$	-	0.98
17	Tra đồ thị Hình 6	K_d	-	1.00

18	Tra đồ thị Hình 7	K_{Ψ}	-	1.03
19	Chiều cao trọng tâm	Z_g	m	1.71
20	Chiều cao mạn	D	m	1.85
21	Tỷ số	Z_g/D	-	0.92
22	Tra đồ thị Hình 8	K_{30}	-	1.107
23	Tỉ số d_d/d	d_d/d	-	1.09
24	Hệ số K_{20}	K_{20}	-	1.17
25	Góc nghiêng ngang sau khi thủng	Ψ_d	độ	2.73
26	Góc nghiêng dọc sau khi thủng	θ_d	độ	-2.16
27	Chiều chìm sau khi bị thủng	d_d	m	0.921
28	Chiều cao mạn khô sau khi thủng	M_k	m	0.929

b. Xác định diện tích và trọng tâm hứng gió

Theo [5], trọng tâm Z và diện tích hứng gió A của tàu phải xét trong trường hợp nhẹ tải nhất. Ứng với trường hợp này, diện tích và trọng tâm mặt hứng gió cho trên bảng 2 [4].

Bảng 2: Tính các thành phần chịu gió trong trường hợp nhẹ tải nhất.

Thành phần	A (m ²)	Z' (m)	d_d (m)	Z (m)
Thân tàu	21.548	1.352		
Khoang khách	30.562	3.132		
Cabin	2.967	4.560		
Tổng	55.077	2.513	0.684	2.170

c. Kiểm tra diện tích ổn định sau tai nạn

Bảng 3: Kiểm tra ổn tính sau tai nạn

TT	Đại lượng	Ký hiệu	ĐV	Giá trị
1	Diện tích hứng gió	A	m ²	55.077
2	Tay đòn hứng gió	Z	m	2.170
3	Áp suất gió	p_d	Pa	222.5
4	Lượng chiếm nước sau khi thủng	Δ	Tấn	36.81
5	Tay đòn mômen nghiêng do gió	HL_3	m	0.074
6	Trọng lượng khách và thuyền viên	P_k	Tấn	7.500
7	Trọng tâm khách tập trung 1 bên mạn	y_k	m	0.400
8	Mômen do khách tập trung 1 bên mạn	M_k	Tm	3.000
9	Chiều cao tâm nghiêng ban đầu	h_o	m	9.479
10	Mômen nghiêng ngang tàu 1 độ	M_1	Tm	6.089
11	Góc nghiêng tĩnh do khách tập trung	θ_k	độ	0.490

12	Tay đòn do khách tập trung 1 bên mạn	HL'_3	m	0.024
13	Tay đòn do gió và khách tập trung	HL_4	m	0.098
14	Diện tích ổn định (từ hình 9)	A_2	m.rad	0.040

Với: $HL_3 = \frac{P_d AZ}{9800W}$, m; $M_k = P_k \cdot y_k$, Tm

$M_1 = W \cdot h_0 / 57.3$, Tm; $\theta_k = M_k / M_1$, độ; $HL_4 = HL_3 + HL'_3$

Đánh giá: So sánh kết quả trong các bảng 1 và 3 với các tiêu chuẩn (1), (2), (3) cho thấy CAT-01 đảm bảo ổn định trong trường hợp bị thủng khoang máy ở một thân tàu.

4. KẾT LUẬN

- Kết quả tính ổn định tai nạn trong mọi trường hợp tải và ứng với các trạng thái thủng khoang khác nhau với CAT-01 [4] và kiểm tra với một số mẫu catamaran hiện đang hoạt động có thiết kế từ nước ngoài [6] cho thấy phương pháp kiểm tra ổn định đã được tổng hợp trên đây có thể sử dụng để góp phần hoàn thiện thiết kế kỹ thuật catamaran.
- Phương pháp này có thể sử dụng để bổ sung Quy phạm tính ổn định catamaran áp dụng tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo:

[1] IMO HSC International Code of Safety for High –Speed Craft. IMO(1996) – IMO 370p.

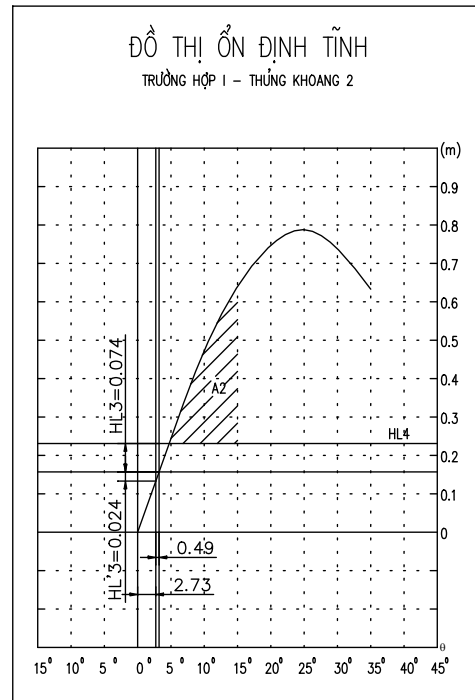
[2] Qui phạm phân cấp và đóng tàu thủy cao tốc, TCVN 6451: 2004.

[3]Fishkis, Research of Stability and Floatability of Twin-Hull Ships. Trans. NTOSP, YM(1976) Vol.174, p76-84.

[4] Hồ sơ thiết kế kỹ thuật tàu hai thân chở khách vỏ composite CAT-01; Viện Nghiên cứu chế tạo tàu thủy, trường ĐH Nha Trang, Nha Trang, 2009.

[5] Multi-Hull Ship, Victor Dubrovsky và Anatoly Lyakhovisky, Backbone Publishing Company, NJ 07410, USA, 2001.

[6] Hồ sơ thiết kế kỹ thuật tàu: 24m COASTAL FERRY; Mark Williamson Design PTY LTD. , Australia, 2003.



Hình 9: Đồ thị ổn định tai nạn

Ghi chú: Bài đã đăng trên Tạp chí Đăng kiểm Việt Nam, số tháng 8/2009, trang 22-25.