NGHIÊN CỨU MỐI LIÊN HỆ GIỮA CÁC HỆ SỐ Y_v, Y_r TRONG MÔ TẢ CÁC THÀNH PHẦN LỰC NGANG TÁC DỤNG LÊN THÂN TÀU

STUDY ON THE RELATION BETWEEN Y_v, Y_r COEFFICIENTS IN DESCRIBING THE LATERAL FORCE ACTING ON SHIP HULL

TS. PHẠM VĂN THUẦN
Phòng KHCN, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Nghiên cứu tính năng điều động tàu là một công việc khó khăn và phức tạp. Ngay cả khi được trang bị bể thử tàu thì công việc cũng chưa hẳn thuận lợi vì còn tùy thuộc vào khả năng của bể thử. Hơn thế nữa, để có đầy đủ các số liệu thì cũng tốn rất nhiều công sức và thời gian. Việc tìm kiếm khả năng dự đoán các thành phần lực tác động lên thân tàu từ mối liên hệ với các thành phần lực khác là một giải pháp cho vấn đề này. Trong bài viết này, mối liên hệ giữa các hệ số Y_v, Y_r được giới thiệu.

Abstract:

Study on the ship maneuvering characteristics is a difficult and complicated task. Although the towing tank is equipped, the task has not been convenient because it depends on the towing tank's functions. Moreover, in order to get full maneuvering data, it takes a lot of efforts and time. Looking for a method to predict the coefficients from the relations with other coefficients is one of the solutions for this matter. In this paper, the relation between Y_v and Y_r is introduced.

1. Giới thiệu

Trong phương pháp nghiên cứu tính năng điều động tàu sử dụng mô hình MMG, các thành phần lực tác động được phân ra thành 3 thành phần chính: lực tác động theo chiều dọc, lực tác động theo chiều ngang và mômen làm tàu quay trở. Tác động của các thành phần lực này lên thân tàu, bánh lái, chân vịt sẽ làm mỗi con tàu chuyển động với các đặc tính điều động riêng của nó. Khi nghiên cứu tính năng điều động của một con tàu, người ta sẽ nghiên cứu, xác định các hệ số mô tả các thành phần lực này bằng cách thử mô hình tàu trong bể thử. Để có thể xác định từng hệ số, người ta phải thử nghiệm kéo mô hình nhiều lần theo các chuyển động khác nhau, việc làm này tốn rất nhiều thời gian và công sức.

Trong các thành phần lực, chúng ta có thể nhận thấy, có một số thành phần có tính chất giống nhau. Căn cứ theo các đặc tính giống nhau của các thành phần đó ta có thể dự đoán khả năng thay đổi của thành phần này theo thành phần kia. Điển hình, thành phần lực dạt ngang do chuyển động ngang đơn thuần gây ra và thành phần lực ngang do chuyển động quay đơn thuần gây ra đều có một điểm chung là lực tác động của nước vào ngang thân tàu. Các hệ số mô tả thành phần lực này có thể có những biến đổi tương đương. Do đó, có khả năng dự đoán các hệ số mô tả lực dạt ngang tác động do chuyển động quay từ lực dạt ngang tác động do chuyển động ngang gây ra. Nếu có thể tìm ra mối liên hệ thì việc làm này có thể khắc phục những hạn chế của những bể thử không có tính năng kéo mô hình chuyển động quay cũng như làm giảm thời gian nghiên cứu hệ số mô tả chuyển động quay đơn thuần của tàu.

2. Mô hình toán và các thành phần lực ngang tác động lên thân tàu

Chuyển động của con tàu theo 3 thành phần được xây dựng dựa trên định luật Newton:

$$\begin{cases} (m+m_x)\dot{u} - (m+m_y)vr = X \\ (m+m_y)\dot{v} + (m+m_x)ur = Y \\ (I_{zz}+J_{zz})\dot{r} = N \end{cases} \quad (1)$$

$$X = X_H + X_P + X_R + X_w + \ldots \quad (2)$$
$$Y = Y_H + Y_P + Y_R + Y_w + \ldots$$
$$N = N_H + N_P + N_R + N_w + \ldots$$

Trong đó:

X, X_H, X_P, X_R, X_w: các thành phần lực dọc.
Y, Y_H, Y_P, Y_R, Y_w: các thành phần lực ngang.
N, N_H, N_P, N_R, N_w: các thành phần mô-men.
H: thân tàu.
P: chân vịt.

R: bánh lái.

W và … : gió và các điều kiện ngoại cảnh khác.

Các lực thuỷ động tác dụng lên thân tàu:

$$\begin{cases} X_H = X_{uu}u^2 + X_{vv}v^2 + X_{vvvv}v^4 + X_{rr}r^2 + X_{vr}vr \\ Y_H = Y_v v + Y_{vvv}v^3 + Y_r r + Y_{rrr}r^3 + Y_{vvr}v^2 r + Y_{vrr}vr^2 \\ N_H = N_v v + N_{vvv}v^3 + N_r r + N_{rrr}r^3 + N_{vvr}v^2 r + N_{vrr}vr^2 \end{cases} \quad (3)$$

Một số học viện hàng hải khác, họ sử dụng công thức khác để mô tả tác động của các thành phần lực tác động lên thân tàu:

$$\begin{aligned} X_H &= X_{\dot{u}}.\dot{u} + X(u) + (X_{vr} - Y_{\dot{v}}).vr + X_{vv}.v^2 + X_{rr}.r^2 \\ Y_H &= Y_{\dot{v}}.\dot{v} + Y_{\dot{r}}.\dot{r} + Y_v.v + (Y_r + X_{\dot{u}}.u).r + Y_{vvv}.v + Y_{vvr}.v^2.r + Y_{vrr}.v.r^2 + Y_{rrr}.r^3 \\ N_H &= N_{\dot{v}}.\dot{v} + N_{\dot{r}}.\dot{r} + N_v.v + N_r.r + N_{vvv}.v^3 + N_{vvr}.v^2.r + N_{vrr}.v.r^2 + N_{rrr}.r^3 \end{aligned} \quad (4)$$

Với u, v, r tương ứng là các tốc độ chuyển động dọc, ngang, quay của tàu.

Như vậy, với các hệ số mô tả thành phần lực ngang do chuyển động dạt ngang và quay trở không giống nhau giữa các học viện hàng hải, tuy nhiên, thành phần lực ngang Y do chuyển động dạt ngang và chuyển động quay đơn thuần gây ra không đổi giữa các học viện. Mối liên hệ giữa các hệ số mô tả các lực có cùng tính chất có thể được tìm ra trên cơ sở nghiên cứu các mô hình tàu có sẵn.

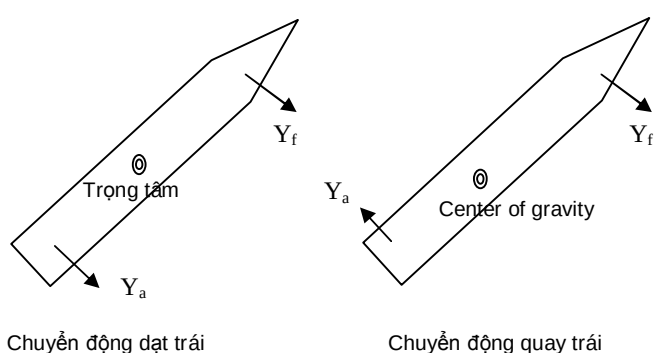
3. Nghiên cứu xác định mối liên hệ giữa các thành phần lực ngang do chuyển động dạt ngang và quay đơn thuần

Sử dụng kết quả của các công trình đã được công bố về hệ số mô tả chuyển động của các con tàu, ta có bảng số liệu phục vụ cho công tác nghiên cứu như sau:

Bảng 1. Số liệu các hệ số mô tả lực ngang trong chuyển động xoay và quay đơn thuần

Hệ số	Asai	Container	A	B	EssoF	EssoB
Y'_v	-0.370	-0.2656	-0.0218	-0.0220	-0.36194	-0.28585
Y'_{vvv}	-1.086	-2.102	-0.0694	-0.0859	-1.26275	-0.690736
Y'_r	0.130	0.06515	0.00643	0.00689	0.08911	0.074668
Y'_{rrr}	-0.119	0.08211	-0.000465	0.00066	0.02556	0.007603

Bảng 1 là trích dẫn thành phần lực ngang do chuyển động thẳng và quay đơn thuần của 4 con tàu ở 5 điều kiện tải trọng khác nhau đã được công bố trên các tạp chí ngành đóng tàu Nhật Bản cũng như mới được nghiên cứu tại bể thử mô hình tàu VLCC Esso Osaka tại trường Đại học Hải Dương Tokyo trong điều kiện đầy tải và ballast. Các hệ số nêu trong bảng 1 là các hệ số không thứ nguyên phục vụ qui đổi giữa mô hình và tàu thực.



Hình 1. Các thành phần lực ngang do chuyển động dạt ngang và quay gây ra.

Trong hình 1 chúng ta thấy khi tàu chuyển động dạt ngang đơn thuần, thành phần lực ngang là tổng hợp của lực cản tác dụng vào phần trước và sau trọng tâm tàu (2 lực này cùng chiều và tùy thuộc vào tốc độ dạt và phần chìm theo chiều dọc con tàu), nó cản trở chuyển động dạt ngang. Trong khi đó, thành phần lực ngang trong chuyển động quay đơn thuần cũng là tổng hợp của lực cản tác dụng vào phần trước và sau trọng tâm tàu (2 lực này trái chiều và tùy thuộc

vào tốc độ quay trở và phần chìm theo chiều dọc con tàu). Hai lực này về bản chất gần giống nhau và cùng phụ thuộc vào phần chìm theo chiều dọc con tàu. Vì vậy, ta có thể nghiên cứu mối liên hệ giữa các hệ số thông qua cách qui đổi về các giá trị lực Y(v) do tổng hợp các hệ số mô tả lực chuyển động ngang gây ra và Y(r) do tổng hợp các hệ số mô tả lực chuyển động quay gây ra.

$$Y(v) = Y_v.v + Y_{vvv}.v^3$$
$$Y(r) = Y_r.r + Y_{rrr}.r^3 \qquad (5)$$

Như chúng ta thấy, các hệ số cho trong bảng 1 đều là các giá trị không thứ nguyên, vì thế chúng ta nghiên cứu mối liên hệ này cũng sử dụng thành phần không thứ nguyên của các lực tổng hợp. Theo đó:

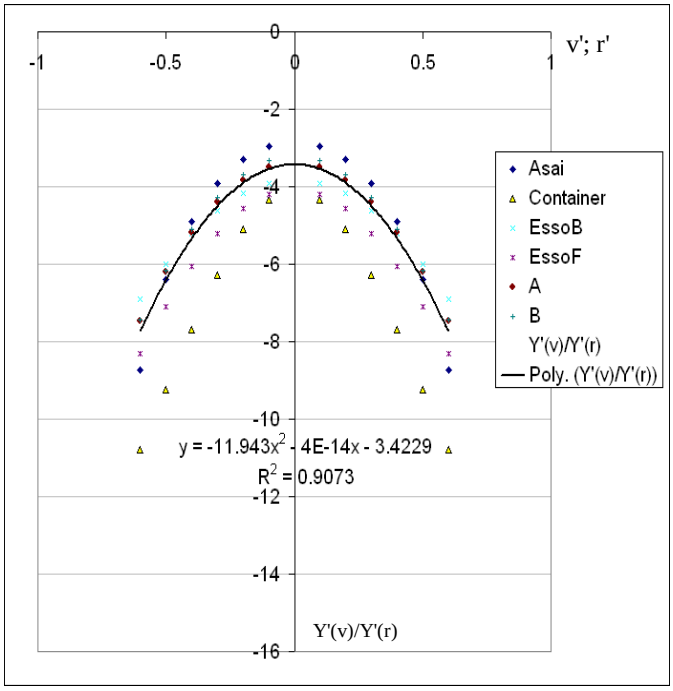
$$Y'_H = \frac{Y_H}{\frac{1}{2}.\rho.L.d.U^2}$$
$$Y'(v) = Y'_v.v' + Y'_{vvv}.v'^3 \qquad (6)$$
$$Y'(r) = Y'_r.r' + Y'_{rrr}.r'^3$$

với v', r' là các thành phần không thứ nguyên của tốc độ dạt ngang và tốc độ quay trở.

$$v' = \frac{v}{U}$$

$$r' = \frac{r.L}{U}$$

Hai thành phần lực trên chúng ta thấy đều tăng khi tốc độ dạt ngang hay tốc độ quay tăng. Vì vậy, khi so sánh, ta cũng đặt chúng trong mối tương quan này. Lấy tỉ lệ Y'(v)/Y'(r) ta có mối liên hệ giữa tỉ số này với tốc độ dạt và quay như hình 2.



Hình 2. Mối liên hệ giữa các thành phần lực do dạt ngang và quay trở đơn thuần.

Theo đồ thị trong hình 2, trục tung biểu thị tỉ số Y'(v)/Y'(r), trục hoành biểu thị giá trị v' và r'. Nhìn vào đồ thị, chúng ta thấy mối liên hệ giữa tỉ lệ của 2 thành phần lực ngang với tốc độ quay, tốc độ dạt có độ hội tụ tương đối tốt. Tỉ lệ Y'(v)/Y'(r) biến đổi theo hàm bậc 2 của v' và r' theo công thức:

$$Y'(v)/Y'(r) = -11.943v'^2 - 4.10^{-14}v' - 3.4229 \qquad (7)$$

Trong 1 con tàu Esso Osaka ở 2 điều kiện đầy tải và không tải, các giá trị tương ứng của tỉ lệ Y'(v)/Y'(r) tương đối gần nhau do sự thay đổi phần chìm của con tàu này không gây đến biến đổi

lớn về hình dáng phần chìm. Những con tàu có kết cấu khác, chạy nhanh hơn như tàu container thì có sự khác biệt lớn hơn so với còn lại.

Trên cơ sở xác định mối liên hệ giữa các thành phần lực Y(v) và Y(r) như trên chúng ta hoàn toàn có thể dự đoán được các hệ số của chuyển động quay đơn thuần Y'_r, Y'_{rrr} từ các hệ số Y'_v, Y'_{vvv} có được qua thí nghiệm kéo mô hình với chuyển động dạt ngang đơn thuần.

4. Kết luận

Với kết quả nghiên cứu trên, chúng ta có thể dự đoán gần đúng các hệ số của chuyển động quay đơn thuần Y'_r, Y'_{rrr} mà không cần phải tiến hành thử kéo mô hình tàu quay trở đơn thuần. Đây là một thuận lợi lớn, đặc biệt đối với những bể thử tàu nhỏ, không có không gian đủ rộng để cho mô hình quay trở và đo đạc các thông số. Việc dự đoán này sẽ bổ sung cả khả năng đánh giá tính năng điều động tàu khi quay trở từ những khả năng hạn chế của bể thử.

Đối với những bể thử mô hình chỉ có khả năng kéo theo chiều dọc thì việc nâng cấp lên đo cả thành phần lực ngang còn khả thi chứ nâng cấp lên khả năng quay trở rất khó thực hiện. Nếu những bể thử này được nâng cấp để đo thành phần lực ngang và ứng dụng kết quả nghiên cứu này để dự đoán các thành phần lực quay trở đơn thuần thì có thể nâng cao hiệu quả sử dụng bể thử trong nghiên cứu tính năng điều động tàu rất nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Shigeru ASAI and Eiichi KOBAYASHI, *A study on Mathematical Models for Manoeuvring Motions In Reference to Longitudinal Force and Stern Flow*.

[2] Norihiro MATSUMOTO, Keji SUEMITSU, *Interferenhce effects betweenthe Hull, Propeller and Rudder of a Hydrodynamic Mathematical Model in Maneuvering Motion.*

[3] Pham Van Thuan, *Doctoral thesis*, 2009.

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Viết Thành

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO CẢM BIẾN PHÁT HIỆN NƯỚC CHO THIẾT BỊ BÁO ĐỘNG NƯỚC TRONG HẦM HÀNG

STUDY ON THE WATER DETECTION SENSOR FOR WATER INGRESS ALARM SYSTEM

TS. VŨ ĐỨC LẬP

Trường Cao đẳng nghề Bách nghệ Hải Phòng

Tóm tắt:

Cảm biến là một trong những khâu quan trọng của hệ thống phát hiện nước trong hầm hàng. Tuy nhiên, giá thành của hệ thống này bị đẩy lên cao vì giá cảm biến của các hãng nước ngoài. Trong khi hệ thống này được SOLAS yêu cầu trang bị bắt buộc trên các tàu chở hàng rời, việc có thể giảm giá thành sản phẩm sẽ tạo lợi thế cạnh tranh rất lớn trong ngành công nghiệp đóng tàu. Bài viết này giới thiệu công tác nghiên cứu chế tạo cảm biến phát hiện nước với mục đích thay thế các trang thiết bị nhập ngoại cho hệ thống này.

Abstract:

Sensor is one of the important factor in water ingress alarm system. However, the prize of this system is increased by the prize of the imported sensors. According to SOLAS, this system must be equipped on bulk carrier, therefore, by lowering the cost of this system, we will have advantage over the ship building industry. In this paper, the study on the designing water detection sensors of this system is introduced.

1. Giới thiệu.

Theo yêu cầu của SOLAS Chương XII- Các biện pháp tăng cường an toàn trên tàu chở hàng rời, Qui định 12 – Thiết bị phát hiện mức nước trong hầm hàng, két ballast và khoang khô (Hold, ballast and dry space water level detectors), từ 1/7/2004 các tàu hàng rời chuyên dụng (Bulk carrier) phải lắp đặt thiết bị phát hiện nước vào các hầm hàng, két ballast và các khoang khô trên tàu.