

船体に働く風圧力中心に関する実験的研究

Experimental Studies on the Center of Wind Forces Acting on the Ships

田宮 真*・前田 久明*・江口 純弘*・鈴木 文博*

Shin TAMIYA, Hisaaki MAEDA, Sumihiro EGUCHI and Fumihiro SUZUKI

1. ま え が き

一般に船舶の航行に対して風のおよぼす影響は波のおよぼす影響ほどは大きくないが、最近数多く建造されている自動車運搬船やコンテナ船のような上部構造物の大きいものでは安全航行におよぼす風の影響は無視できない。今回当研究室の風洞水槽の特徴を生かしてモデル化された船を用い船型と風との関係を明らかにするため一

連の実験を行なった結果を述べる。

2. 模 型 船

使用した模型船の上部構造物はその形を幾種類かに変えるために積木式の箱とし、船体は普通のコンテナ船にみられるような形とした。ただし吃水線以下の形は自立させる必要から特殊形状にしてある。模型船の形状を Fig. 1 に、諸元を Table 1 に示す。

3. 実 験 方 法

風圧力計測装置の概略図を Fig. 2 に示す。模型船を Fig. 1 のような所定の形、排水量等にセットし、Midship の鉛直軸と風圧力計測装置のシャフトの軸中心を合わせて固定したのち、送風機から平均風速 10 m/sec の風を送る。Fig. 2 の4本柱式検力部の変位量を差動トランス3台で検出し Midship 回りのモーメントと水平

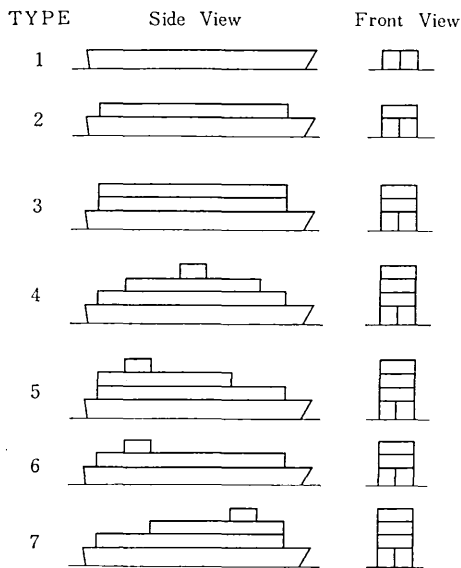


Fig. 1

Table 1 Dimensions of Model

Length between P.P.	Lpp (M)	1.14
Breadth	B (M)	0.1732
Depth	D (M)	0.245
Free board	F (M)	0.045
Displacement	W (kg)	25.207
Trim	even keel	
Projected Area above Water-Line		
TYPE	Front View A(M ²)	Side View B(M ²)
1	0.00917	0.05479
2	0.01488	0.09441
3	0.02917	0.13403
4	0.02906	0.12837
5	0.02906	0.12837
6	0.02197	0.10007
7	0.02906	0.12837

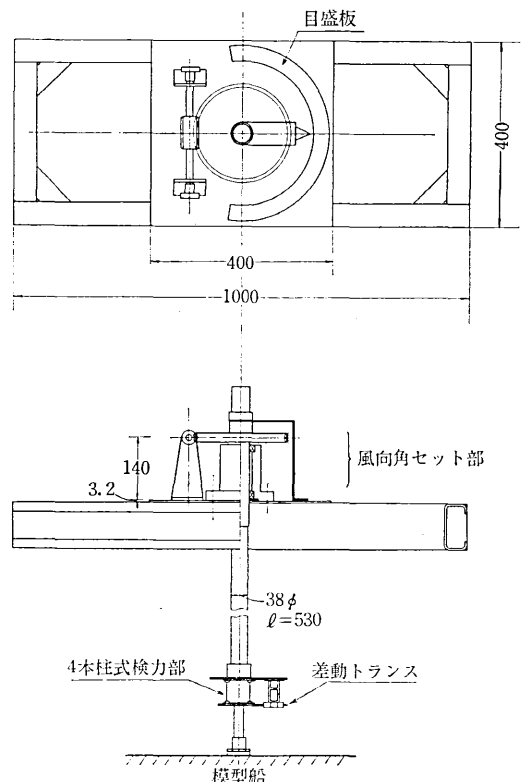


Fig. 2 風圧力計測装置

* 東京大学生産技術研究所 第2部

方向の2分力とを計った。このとき船の長さで平均風速から計算したレイノルズ数は約 0.8×10^5 に相当する。風向角は向風のとき、 0° 、以下反時計回りに $5^\circ \sim 15^\circ$ おきに追風 180° までとし実際には一定の風向に対し Fig. 2 の風向角セット部で船体の方を転回させて計測した。風速分布は水面に対して垂直方向が Fig. 3 に示すように、水平方向が Fig. 4 に示すようになっている。

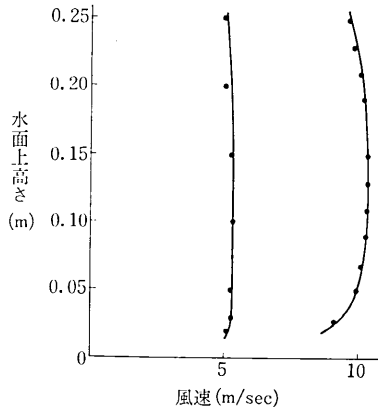


Fig. 3 垂直方向風速分布

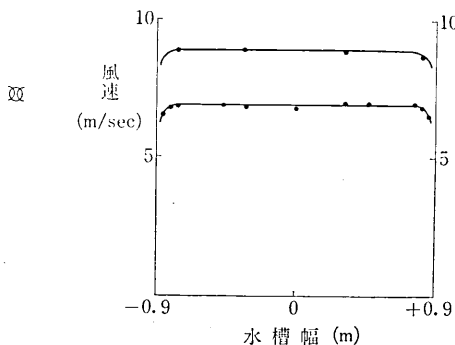


Fig. 4 水平方向風速分布

4. 実験結果

Type 4, 5, 7 についてそれぞれ行なった測定結果を Fig. 5-1~Fig. 5-3 に示す。ただし記号の定義は次のとおりである。(Fig. 6 参照)。 F_x , F_y , M_t は X , Y 方向の風圧力, Midship を中心とする鉛直軸回りのモーメントである。また無次元量を $C_Y = 2F_y / \rho V^2 B$, $C_M = 2M_t / \rho V^2 BL$, $a/L = C_M / C_Y$ とし、ここで ρ は空気密度, V は風速, B は船幅, L は垂線間長さ, a は Midship から風圧中心までの距離を表わし単位は MKS 系とする。 φ は風向角で単位を degree とする。さらに a/L の $\varphi = 0^\circ$, 180° のときの値はグラフによって, a_1 , a_2 を定数として, $C_M = a_1 \varphi$, $C_Y = a_2 \varphi$ であるとみなし各々の Type についてその係数の比をとって推定したものである。また Fig. 5-3 には平板に対する値²⁾を記してみた。

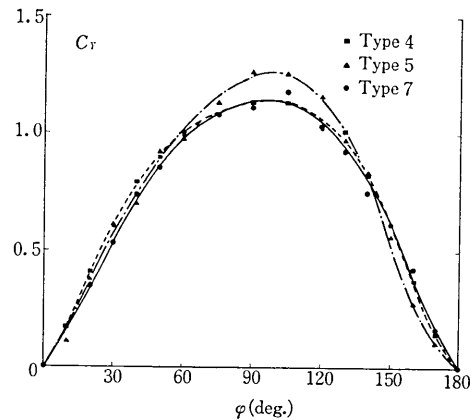


Fig. 5-1

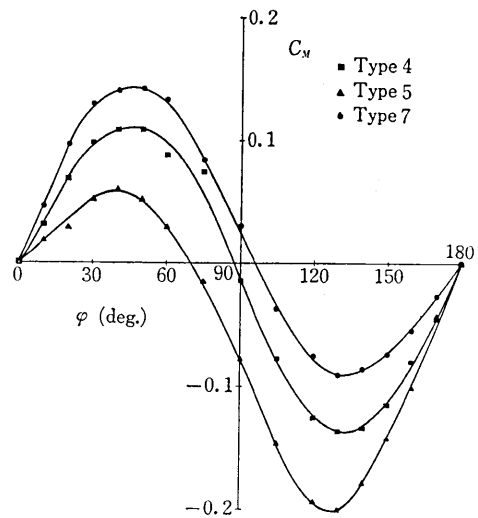


Fig. 5-2

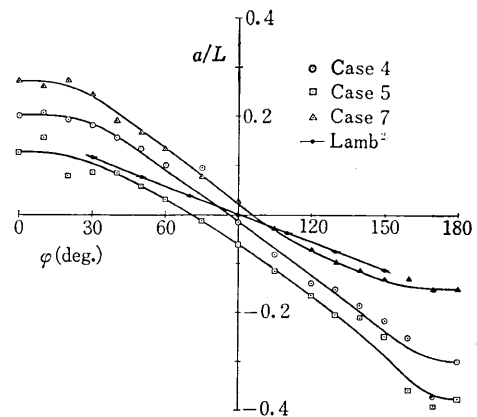


Fig. 5-3

研究速報

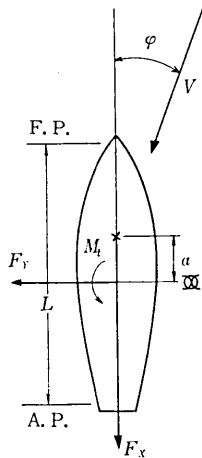


Fig. 6

5. 考 察

(1) 風向角 90° 付近の a/L に対する実験式

Fig. 5-3 からわかる通り $\varphi = 90^\circ \pm 50^\circ$ の範囲はほぼ平行な直線である。Midship と水面上部分の側面投影面の図心との水平方向の距離を L_{Σ} とし図心の位置が Midship の位置より前方のとき正、逆のとき負とする。このとき直線部分の a/L を $(a/L)_{90^\circ}$ と書き、つぎのような式が成り立つとする。

$$(a/L)_{90^\circ} = C_1 \cdot L_{\Sigma}/L + C_2 \quad (1)$$

ここで係数 C_1, C_2 を今回行った 7 ケースの結果に対して最小二乗法で求めると

$$C_1 = 1.20096 \quad C_2 = 0.00514$$

となる。これを今回の 7 ケースと他の例¹⁾にあてはめ、計算値 $(a/L)_{cal}$ をグラフから読んだ値 $(a/L)_{exp}$ と比較して Table 2 に示す。Table 2 をみてわかるように同

Table 2

Type	$(a/L)_{Exp}$	$(a/L)_{cal}$
1	0.0	-0.0051
2	-0.01	-0.0129
3	-0.02	-0.0160
4	-0.015	-0.0157
5	-0.065	-0.0598
6	-0.025	-0.0302
7	+0.025	+0.0298
car carrier	+0.020	+0.0051
container ship	-0.040	-0.1137

じょうな上部構造物をもつ船型に対してこの実験式はおおむねあてはまるようであるが、Container Ship では差が大きい。

(2) a/L の微小風向角での傾向

一方微小な風向角での風圧力中心のようすをみるため

に 7 ケースについて向風での a/L を $(a/L)_{0^\circ}$ 、追風での a/L を $(a/L)_{180^\circ}$ とし L_{Σ}/L に対して表わすと Fig. 7 (実線) のようにそれぞれ一直線上にならび、その直線の

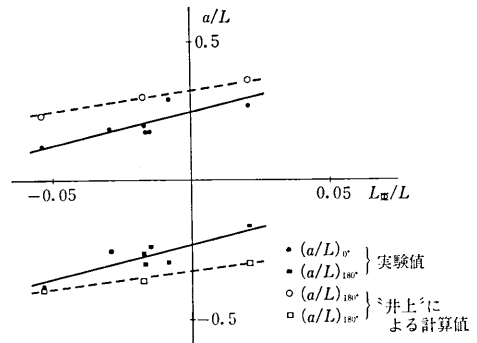


Fig. 7

横軸に対する傾斜は等しい。ただし (1) 式と同じ形にかくと係数 C_1 の値は約 2.5 となっている。

形状が著しく異っているから乱暴だが、船体の水中部分が斜めの流れを受けたときの C_Y, C_M を井上の理論²⁾から推量して $(a/L)_{0^\circ, 180^\circ}$ を求めて図示すると Fig. 7 (破線) のようになる。ただし井上の式は C_Y, C_M にトリム変化を考慮しているが、ここではトリム変化を側面積図心位置の前後移動におきかえて計算した。Fig. 7 のようすから水中部分と水上部分との形状の違いから定量的には差があるが、定性的には同じような傾向を示していることがわかる。

6. あ と が き

本報告では a/L について専ら述べた。 C_Y, C_M 、その他の無次元量等の値については船研等の data³⁾ とほぼ一致した傾向である。今回の実験で得られた結果は次のようである。

1) 風圧中心点の前後位置 a/L については風向角 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ 付近の値がいずれもほぼ L_{Σ}/L の 1 次函数になること。

2) $(a/L)_{90^\circ}$ については同型の他の船にもここで得られた値が適用できそうなこと。

3) 水中部分に対する計算式を水面上部分に対して応用してみると定性的に一致すること。

本研究に資料を提供された三井造船に謝意を表します。

(1971 年 2 月 27 日受理)

参 考 文 献

- 1) 辻豊治, 高石敬史, 菅信, 佐藤辰二「船体に働く風圧力に関する模型試験」船舶技術研究所報告第 7 巻第 5 号
- 2) Lamb, M. A. Hydrodynamics six ed. p. 103
- 3) 井上正祐 Memoirs of the Faculty of Eng. Kyushu Univ. Vol. XVI, No. 2