(昭和 47 年 5 月日本造船学会春季講演会において講演)

肥大船型の操縦性試験例と模型船/実船の 相関について

正員 岡 本 洋* 正員 玉 井 浩 正* 正員 鬼 木 博 文*

Correlation Studies of Manoeuvrability of Full Ships

by Hiroshi Okamoto, Member Hiromasa Tamai, Member Hirofumi Oniki, Member

Summary

The recent investigations of model-ship correlation for manoeuvring are progressing to provide a better qualified understanding of the hydrodynamical problems. However, the irregular flow pattern at full-bodied sterns considerably affects model-ship correlation, and the prediction of the performance of actual ships from model testing remains unsatisfactory. In fact, the recommendation of the 12 th International Towing Tank Conference strongly urges to supply such data to the Manoeuvrability Committee.

Herein described are the correlation studies of the free manoeuvring three geosim tanker models. (A in the Table 1) and the Ship trial results. The largest geosim model was 14.5 meter in length and proved to be scarcely suffering from the scale effect. The smaller ones of 6.0 and 2.0 meter in length were subjected to more discrepancy in terms of the turning rate for slight helm, compared with the actual ship.

In order to reduce the discrepancy, several kinds of fin plates were fitted to the aft bodies of the above-mentioned models. The effectiveness of the fins was investigated by collating the data of zig-zag tests, three force components measuring, and flow observation.

The additional correlation data on two ships B and C were included in view of the need for such information.

1 緒 言

近時タンカー船型の大型化,肥大化が進むにつれて,その操縦性能が問題となり,大型タンカー船型設計上の 重要な研究テーマとして,多くの研究が行なわれてきた。これは,経済船型とする為,長さ/幅比の小さい,肥瘠 係数の大きい,いわゆる,ずんぐり船型を採用しようとする設計上の要求がこの種の船型の操縦性をより方向不 安定なものとすると考えられる為,船価と操縦性をどの様に調和させるかと言うのがそのテーマの所以と考えられる。この問題の取扱いの為には,供与船型の操縦性の推定が可能でなければならないが,この問題について, 模型試験の方法を確立する事,模型と実船の相関を明らかにする事が試みられて居り,ITTC 操縦性コミッテイ ー勧告にも述べられて居り,これらは現状では未だ解明されたとは言えないであろう。肥大船型の操縦性につい

^{*} 川崎重工業(株)基本設計部

日本造船学会論文集 第131号

'ては SR 61, 98 においても研究が行なわれたが、自由航走模型を用いた Z, スパイラル模型実験において、異常 現象と称される、ゆるやかな旋回運動時のある限られた範囲で模型特有の方向安定性が良好となる現象が野本教 授によつて指摘された。 模型実験(Z, スパイラル)より実船の操縦性能を推定するに当つて、この様な、模型 のみにしか存在しない現象がある事は実船の性能推定の精度を大きく阻害するので、異常現象を起さない様な模 型試験法が見出されれば好ましいと言える。

著者等は、上記の様な観点により、主として、自由航走模型を用いて、肥大タンカー船型の操縦性能試験を実施してきたが、本報告において、これらの中より、模型試験、実船試験の比較的精度のよいデーターの揃つている10 万トン、13 万トンタンカー、及び小型鋼船、各1 隻の実験例とそれらの相似模型船について比較検討した結果について述べる。

10 万トンタンカー型(A船型)については,模型船長さ2m,6m,14.5mの3つの模型について実験が行 なわれた。特に長さ14.5mの模型は,従来の模型船より格段に大型の模型であるが,操縦性推定の精度向上の 為には,この種の大型模型による試験が有効であると言う1つの提案としたい。又通常模型で異常現象を除く為 の試みについても触れる。

しかしながら,尚肥大船型の操縦性能の解明には程遠く,模型・実船の実験例と幾つかの提案に止まらざるを 得なかつた。尚A船型の模型試験のうち2m模型船の実験は東京大学元良教授,加藤助教授のご指導で東京大学 試験水槽にて実施された。

2 実船,模型船操縦性試験実例

2.1 供試船要目等

実船並びに模型船の実験成績を紹介する,供試船はA 船型(10 万 DWT タンカー,同型船既建造 3 隻),B 船型(13 万 DWT タンカー,同型船既建造 3 隻),C船(350 DWT 内航船)の3種で,C船を除いて川崎重工 神戸工場建造船である。A,B,C 船型の概略線図を夫々 Fig.1,2,3 に,又要目表を Table 1 に示す。A,B 船型は夫々 $C_b \Rightarrow 0.81$ で L/B は約 6.125,6.19 であり標準的なタンカー船型と言える。舵は通常の平衡舵が使







Fig.2 B 船



Fig.3 C 船

用されているが, A船型の舵には, 下端に端部損失 防止の水平フィンが装備されている。 船 体 形 状は A, B 船型共船首バルブ付で, フレーム形状は通常 型のU型をなして居る。

C船型は、内航の小型鋼船で、L/B=3.88, $C_b=$ 0.729 と言う特異な要目を持つて居り、肥大度とし て、極限に近い船として、操縦性能上興味のある船 型と考えられる。これら3種のA,B,C船型は、実 船において操縦性能上、特に問題なく、満足すべき 状態で運航されているものである。

2.2 実船試験

実船試験は、3船共通常スパイラル試験及び2操 舵試験を実施した。実験内容,状態等を Table 2 に示す。A,B 両船については完工後の海上試運転 時に和歌山沖にて実施した。計測事項は回頭角,舵 角,船速,主機回転数の4項目であり,川崎重工技 術研究所にて実船実験用に製作した船体運動ディジ タル検出装置¹⁾を用いて計測記録を行なつた。同検 出装置は上記4項目の計測量を1秒又は10秒間隔 で同時計測し、プリンターにうち出すことが出来る ようにしたものである。各計測量の検出方法は、回 頭角及び船速については、本船ジャイロコンパス及 び圧力式ログの親発信器より信号を得て、装置内の 肥大船型の操縦性試験例と模型船/実船の相関について

			Ship A		Ship B		Ship C		
	Unit	Actual	14.5m Model	6m Model	2m Model	Actual	6m Model	Actual	2.5m Model
1) Hull	1) Hull								
Lpp	m	245.0	14.5	6.0	2.0	260.0	6.0	29.5	2.5
B	m	40.00	2.36	0. 98	0.33	42.00	0.97	7.60	0.63
d	m	15.060	0.896	0. 369	0.123	15. 500	0. 354	3.350	0.300
\varDelta_F	t	122, 800	25.3	1.761		140, 251	1.658	576.0	0.324
Cb	1	0.81			0.81		0.73		
L/B	1	6.12			6.19		3. 88		
B/d	1	2.66			2.74		2.11		
Scale	1	1/1	1/16.9	1/40.8	1/122.5	1/1	1/43.3	1/1	1/12.0
2) Rudder*									
H	m	9.315	0. 551	0.227	0.076	9.90	0. 228	2.300	0. 192
С	m	5.95	0.352	0.149	0.049	6.55	0.150	1.600	0. 133
A_r	m²	53.25	0.186	0.032	0.003	62.55	0.033	3.16	0.022
A_r/Ld	/	1/65.3			1/6	54.3	1/3	1.3	
H/C	/	1.56			1.	36	1.42		
3) Propeller									
D	m	6.90	0. 410	0.18	ab. 0.06	6.70	0.18	ab. 1.20	0.18
р	1	0.72	0.75	0.61		0.75	0.61		0.61
Z	/	6	3	4	4	6	4		4

Table 1 実 船·模 型 船 要 目

* with Horizontal Fin

Table 2 試 験 状 態

		Ship A				Ship B		Ship C	
		Actual	14.5m Model	6m Model	2m Model	Actual	6m Model	Actual	2.5m Model
Δ	t	121, 182	25.3	1.8083		140, 251	1.658	574	0.324
d_m	m	49′6′′	0.896	0. 3696	0. 123	15. 325	0.354	3.416	0.283
d_a	m	49'6'' 3/4	0.896	0. 3697	0.123	15.20	0.352	3.662	0.304
d_f	m	49'6''	0.896	0.3694	0.123	15.45	0.356	3.170	0.263
trim	L%	0.01	0	0.01	0	0.09	0	1.76	
<i>F.</i> No.		0.18	0.16	0.16	0. 18	0.17	0.16	0.20	
V_0	kt	17.5	/	/	1	17.0	/	6.5	1
	m/s	9.00	1.95	1.23	0.79	8.74	1.23	3.34	ab. 1.00
K	-	1	0. 25 Lpp	0.24 Lpp	/	1	0. 25 Lpp	/	0.24 Lpp

レピータを駆動し、これに取付けたシャフトエンコーダーによりディジタル検出を行ない、又舵角及び主機回転 数については、それぞれ、操舵機に直接取付けたディジタル角度検出器、推進軸に取付けた光電式パルス発生器 により検出するものである。スパイラル試験での回頭角速度は1秒間隔で計測した回頭角より差分を求め得た。

C船については大阪府立大学との共同実験の形で就航中に機会を得て,播磨灘にて実験を実施した。計測項目 は回頭角, 舵角及び船速の3項目である。本船は内航用の小型船であるため,圧力式ログが装備されていず,又 方位計測も磁気コンパスであつたためディジタル検出装置は用いず,回頭角計測には模型船用フリージャイロを っ使用し,又,船速の計測にはスパイラル試験中は流木による方法を用いた。なお,乙試験中の平均船速は初期船

速と,平均の回頭角速度を用いて従来の実績より推定した値を用いた。 舵角は操舵機にポテンショメーターを取 付けて計測した。

2操舵試験の解析には最少自乗法を用いて、一次系近似式による解析を行なつた?)。

2.3 模型 実験

模型実験は原則として川崎重工加古川操縦性実験池にて実施したが、A船の14.5 m Lpp 模型は水面広さと水 深の関係より神戸港で、又、同2m Lpp 模型は東京大学にて実験されたものである。ここに加古川操縦性実験



写真 1 加古川操縦性実験池(設備)



写真 2 加古川操縦性実験池(A船 6m 模型)

池及び実験法の概要を示すと、同実験池は昭和 41 年 に農業用溜池(寺田池,加古川市)を借用して実験の ための諸設備を施したもので、200m×200m の有効 水 面を有し、 自由航走模型船による実 験が可能であ る⁸⁾(写真 1, 2)。実験装置類及び方式はこの種の自由 航走模型による方式4)にならつているが、実験能率向 上のため蓄電池に換えて、ガソリンエンジン発電機を 搭載し、計器用及び推進用電源としている。模型船は 陸上より無線操縦で操船され、回頭角(フリージャイ ロ), 舵角 (ポテンショメータ), 船速 (プロペラ型流 速計),モーター回転数等の必要計測量は船内に搭載 の夫々の計器で計測され、電磁オッシログラフに記録 される。又,陸上の2点から船体重心位置の方位計測 を行ない旋回径を求めている。東京大学にて実施され たA船の 2m Lpp 模型船によるスパイラル試験は船 研三鷹の 80m 角水槽で行なわれた。旋回径の測定は 船を岸に直角、又は平行に発進させて旋回中に船が岸 に直角、又は平行になつた位置を目測により求め、旋 回径を求めている。

2.4 14.5 m Lpp 模型および実験について

筆者等が行なつたA船の 14.5m 大型模型船による 模型実験の概要は次の如くである。

2.4.1 模型船 (Fig.4 参照)

著者の1人は先にタンカー船型の推進抵抗に関する 縮尺影響調査のため,船の長さ 6.2m,8m,12m, 14.5m の4種の相似模型船を使用して船舶技術研究



肥大船型の操縦性試験例と模型船/実船の相関について

所で共同研究を行なつたが、今回使用したのは、この際使用した縮尺 1/16.9 の Lpp=14.5 m 模型である。 船 体は3分割の上、当社神戸工場に移送し、必要な改造工事を行なつた。船型水槽で使用する模型船は乾舷が小さ いため、改造工事にあたつては、風圧影響に留意しつつ、安全を損なわないようにブルワークを取付け、又、 [縦環動半径/Lpp]を実船と同一とし、トリムを調整できるように、木製の横隔壁をとりつけた。 船体はもとも と、約 50 mm 厚の檜材の外板を軽量型鋼で補強したものであつたが、ロープの2点吊りで進水させることによ り、とくに縦強度に着目して補強した。満載吃水まで沈めるためのバラストは、殆んど水バラストで購い、トリ ム調整用にごくわずかのバラストウェイトを積むことにしたが、これにより略長手方向各位置に於ける浮力、重 力の差はごくわずかに押えることができ、満載吃水時の静的縦曲げモーメントは問題にならぬ程度に小さくする ことができた。横復原力については工事の簡易化のため、縦壁は設けず、発泡スチロールブロックによつて、必 要な予備浮力と、自由水影響を妨げ復原力を確保するよう計画した。なお、本模型船は航行の安全と実験の効率 を考え、従来の模型実験の様に無線操縦による方法でなく、実際に操 船者 及び計測者が乗船して実験を行なつ た。

本模型船は総頓数,人員乗船及び試験水面(海面)の点から船舶法上,正規の船舶とみなされ,県庁の積量測 度及び海運局の完成検査を受け,正式に登録された船である。又,船舶職員法に従つて,丙種航海士及び機関士 の有資格者の乗船が義務づけられたため,実験にあたつては,これら有資格者2名と計測員2名の計4名が乗船 した。

2.4.2 実験装置等

本船は推進機関として約 45 P の自動車用エンジンを搭載しているが,主として計測器用電源として,別途 1 kVA のガソリンエンジン発電機2基を搭載した。操船装置としては、リンク機構を用いて手動操舵を可能と すると共に,無線操縦による模型実験に使用する2試験機構を利用して,電動モータによる自動2操舵も可能と した。計測機器は Fig.5 及び Table 3 に示すように模型実験用のフリージャイロ,レートジャイロ,流速計等 を装備した。又,旋回径については陸上より方位計測を行なつて求めた。

2.4.3 実験水面

実験は船舶法に従い、本模型船の航行区域である神戸港内で昭和 45 年 7 月~11 月にわたつて行なわれた。 通常のスパイラル試験は主として、水面A (Fig. 6)で特に航跡比較の必要のあるもの、及び Z 操舵試験の様に



Table 3 A 船 14.5 m 模型船装備品要目表

項	目	要	目
推進	幾関	トヨペット・コロ Engine 約4	コナ用自動車 5 HP
. *		前後進, 回転数語 ントロール	没定…リモートコ
プロ・	ペラ	直径:410 ゆ, ビ	ッチ:330 mm
		3翼1体式右回り(漁船用プロペラ)
操舵機	(1)	リンク機構による	5手動操舵
		一通常航行時お。 乙試験	はびスパイラル・
· · · · //	(2)	プログラム制御	
		ー手動操舵を固知 ラムに従った	宦し,一定プログ 操舵一Ζ試験等
計 測	量		
回頭	〔 角	フリージャイロ	
"	角速度	レートジャイロ	
舵	角	ポテンショメー	タ(舵頭材)
船	速	水車式流速計(#	沿底)
プロペ	ヲ推力	歪 計 式	
11	回転数		
船	位	方位盤(陸岸よ	りの三角測量)
電	源	1kVA 単相 100	Ⅴ 発電機2台
記	録	電磁オッシログ	ラフ
その	他	バラストポンプ	約 3 t/h

外乱を受けては困るものについては、風、うねり等の 外乱状況よりみて、水面Aよりは状態の良い水路Bで 実施した。

なおA船についてはこの他に東京大学安定性試験水 槽に於いて 2m Lpp 模型を用いて強制動揺実験を実 施したがここでは直接の関係がないため触れないでお く。

2.5 実 験 結 果

以上のA,B及びC船の実船,模型船について得られたスパイラル試験結果,及びZ操舵試験結果をFig. 7~15 に示す。各船の実船,模型船の相関について結果をみてみると,

A船:Fig.7 に示されるスパイラル試験結果を見る







Fig.6 実 験 水 面



NII-Electronic Library Service



Fig.8,9のZ操舵試験結果についてみてもスパイラルと同様のことが言える。ただしこの場合スパイラル試





験では殆んど認められなかつた 14.5 m Lpp 模型に於 ける異常現象が5度Z試験あたりでわずかに認められ る。Fig.10,11 は実船,模型船のL/R,1/T',K'を実 験時の概略 Reynolds 数を横軸にプロットしたもので ある。大舵角の運動では,先程述べた 14.5 m Lpp 模 型の主機特性の問題等もあつて比較に問題があるため 小舵角の運動のみでは比較すると 14.5 m Lpp 模型で は 6 m Lpp 以下の模型に比べかなり実船に近い結果 を与えることがわかり,この種操縦性実験に於ける大 模型使用の有効性が十分認められる。

B船:本船でも 6m Lpp 模型実験では, A船の場 合程顕著ではないがスパイラル試験 (Fig.12), Z操舵 試験 (Fig.13) 共に異常現象がみられる。又大舵角運 動で比較的相関が良く,小舵角運動で悪い一般的傾向 を示している。

C船:本船の場合模型実験結果 Fig.14, Fig.15 で は異常現象は全くみられなかつた。この理由について の説明は困難であるが,肋骨形状の微妙な影響による







日本造船学会論文集 第131号



肥大船型の操縦性試験例と模型船/実船の相関について

ものと考えられる。なお、模型実験に際しては even keel 状態についても実験したが、この場合も同様に異常 現象は全くみられなかつた。このためスパイラル試験での左旋回を除いてスパイラル、Z試験共小舵角運動と大 舵角運動とで実船模型船の結果が交差する形となつており、A、B 両船でみられた相関の形とは異なつた様相を呈 している。大舵角で実船の L/R,1/T',K' が模型船に比べ大きくなつているのは 14.5 m Lpp 模型でみたように 主機特性の違いによるものではないかと考えられるが、回転数変化を記録しなかつたため詳しい検討は行なつて いない。

3 異常現象に対する試み一整流翼効果

肥大模型船にみられるゆるい運動部分での異常現象については前章でもみた通りであるが、その発生原因につ いてはすでに野本教授らによつて研究⁶⁻⁹⁾が進められており、船尾形状の肥大化と船尾肋骨形状とがからみ合つ て起こる船尾での非対称剥離が原因であろうと推測されている。又、この現象は最近になつて実船に於いても認 められたことが報告されており、模型船特有という考え方から実船でも起こり得る可能性のある現象と解される に至つている。又、模型船で起こりやすい理由としては、実船に比べて Reynolds 数が小さいために剝離が生じ やすいことによるものである。このように異常現象については一応の理論的考察が試みられているが、実際面で の理論的展開は現在のところ成果を見ていない様に思われる。従つて、異常現象を生じた模型実験結果を理論的 に補正し実船性能を正確に推定することが困難な現状に於いて如何にすれば異常現象の影響を避け得るか、その 手段を探ることは又重要な課題であると言える。このための一方法として、前章でその効果が明らかな大型模型 船を用いることが挙げられるが、今1つの方法としては模型船に異常現象を生じさせない何等かの device を加 えることも考えられる。この方法は既に野本教授らによつて船尾形状の変更⁶⁾という形で研究されているが、著 者等は船尾形状はそのままで船尾に整流翼をとりつけることにより、異常現象を回避する実験を試みた。その一 連の実験について報告する。

3.1 自由航走模型船に於ける整流翼の効果

まず前章で述べたA船の6mLpp 模型船の船体表面に流線観測用糸を とりつけ自由航走中の模型船上より 船体表面付近の流れ場を観測したと ころ,次の事実が認められた。即ち

(i) 船体前半部には剝離らしい 流れはみられない。

(ii) 直進時に於いて 1/4~3/4
station, 2~4 WL 付近で下向き且
つ船体より離れる流れが両舷でみられる。





Fig.16 整流板取付位置図 (A 船 6 m Model)



197

日本造船学会論文集 第131号

(iii) (ii)の流れは旋回の開始により旋回外側舷で消滅し、内側舷で残る。

以上の結果から船尾付近に船体中心線に略平行な方向に軸を有する渦らしい流れが両舷に存在し、旋回と共に 外側舷で消え内側舷で残り、この流れによる剝離が異常現象と何等かの関係を持つものと推測されたのでこの部 分に Fig. 16 及び Table 4 に示すように数種の整流翼を取付けて Z 操舵試験を行ないその効果を確めることを 試みた。整流翼は大きく分類して垂直型,水平型の2種とし,夫々大きさ及び位置を変化させた。水平型は船体 表面に略垂直に 整流板を取付けたもので 渦を直接遮切つて 整流するものであり, 垂直型は 円弧断面の板を船体 表面に略平行にとりつけプロペラの吸込みを利用して船体表面の流れを加速し、整流させるという発想に基づく ものである。 結果は Fig. 17 に $(T_L' imes K_L')$ (=overshoot angle/helm angle) の形で示すように整流翼を取 付けることにより($T_L' imes K_L'$)の値は整流翼無しに比べ一般に大きくなり、実船値と原型(翼無し)を上、下限 とした間に分布している。又 HM ①, ③, ④型水平翼及び VMa 型垂直翼では小舵角試験に於ける異常現象らし い曲線の垂れ下り或いは頭打ちがみられず異常現象が生じていない様な結果が得られた。垂直翼では翼が大きい 程(T_L'×K_L')が大きくなる効果があるが異常現象をなくす点からはその取付位置を後方とする方が良いようで ある。水平翼についてみると HM ③又は HM ①型が良いようでありその中間位置での HM ②では異常現象が 生じており取付位置は微妙な影響を与えるようである。又 HM ③翼の位置については HM ③よりも大きな HL ③翼を取付けたところ、10 度 Z 以上で大きな $(T_L' \times K_L')$ が得られたが 5 度 Z では異常現象とみられる垂れ下 りが生じ翼の大きさについても微妙な変化があることを示している。又垂直型の VMa 翼と水平型の HM ④翼 とが略同じ結果を示していることは面白い。Fig. 18 は MH ③翼と MVa 翼との 1/T', K' を解析し実船等の値 と比較したものである。これでみると整流翼には異常現象を起させないばかりでなく実船模型船間の通常に存在 する尺度影響をも見掛上少くする効果を期待することが出来そうである。

以上の実験結果より整流翼を船尾に取付けることによつて異常現象を少くとも表面上取除くことは可能である ことがわかつたが,更に詳しくその影響を調べるため東京大学に依頼して回流水槽による流線観測及び横力,回 頭モーメントの計測を試みた。

3.2 2m Lpp 模型船による流線観測および横力,回頭モーメントの計測

3.2.1 流線観測

6m Lpp 自由航走模型船で、大雑把に調べた船尾の流れの様子を再確認し、整流翼の効果との関連を調べるため



東京大学回流水槽にて、2m Lpp 模型による流線観測 を行なつた。実験は AP 位置より後方約 1/2 ST 位置 に,流線観測用糸をとりつけた mesh を置き,種々の 整流翼について船体の横流れ角を変化させて,流れの



Table 5 整流翼 (A 船 2 m Model 用)

名 称	取付位置	翼 幅 (mm)
А	ST 1/4-1 WL 10-7	20
B 1	ST 1/4-1 WL 5	10
B 2	"	20
С	ST 1/4-1 1/2 WL 5	20
	•	

様子を観察した。

Fig. 19 及び Table 5 に使用した整流翼及び取付位置を示す。6 m Lpp 模型での HM ③翼は,略A翼に相当 し HM ④翼は,略 B 2 翼に相当する。

流速は約 0.80 m/sec とし、横流れ角は 0 度より 10 度迄変化させた。観測結果では横流れ角 0 度の場合には、 左右舷に弱い渦が見られるが、横流れ角がついてくると、流れに対して face 側の渦は弱くなり、2 度以上の横 流れ角では殆んど消滅してしまう一方、back 側の渦は次第に強くなつていくことが認められた。又整流翼を取 付けても 2 つの渦の大きさ、強さには目で見る限り、殆ど差異が認められず船体後方の渦には、整流翼は何等影 響を及ぼしていないようであり、整流翼が船体側面に発生する渦を整流し、このために剝離が減じて、異常現象が なくなるという当初の予想に矛盾する結果となつている。しかしながら整流翼を取付けることにより少くともそ の部分の流れは翼の方向に整流されることは間違いないと考えられ、船体側表面での流線の変化を観察する必要 が痛感されるが残念ながら今回は実施することが出来なかつた。従つて、整流翼の流れに対する効果については、 渦全体には影響しないが部分的に流れを整流し、剝離を妨げるらしいという漠然とした推論によらざるを得ない。 3.2.2 横力及び回頭モーメントの計測

ここでは 2 m Lpp 模型船に横流れ角 (β) を与えて船体に働く横方向の力及び回頭モーメントを計測し整流翼 を取付けることにより、これらがどのように変化するかを調査した。模型船は前項の流線観測に用いたものと同 じものであり、本実験も東京大学回流水槽にて、実施されたものである。

実験は次の状態で実施された

流 速:0.8 m/sec 目標

横流れ角 (β):0°~10°(右, 左)

横力計測点: 71/2 及び 21/2 ST (変位計にて計測)

計 測 状 態:原型, A, B1, B2 及び, C 型翼

計測点での、力の計測値より船体に働く横力Y及び、回頭モーメントNを求め、次式により無次元化した値CY及び C_N を求めた。結果を着力点 lと共に $Fig. 20 a \sim e$ に示す。

 $C_{Y} = \frac{Y}{\frac{\rho}{2}L^{2}V^{2}}, \quad C_{N} = \frac{N}{\frac{\rho}{2}L^{3}V^{2}}, \quad l = C_{N}/C_{Y}$

Fig. 20 より原型に対する夫々の整流翼付の場合の 相異点を挙げてみると、まずA翼では C_N, C_Y 共原 型に比し、小さくなつており,非線型性が目立ち,又 βが0に近づくにつれて着力点1は著しく前方に移 動しβが約5.5度以下では FP よりも前方に位置す る結果となつている。このβの変化に伴つた着力点 の前方への移動は、他の結果ではみられない特徴で ある。B1翼, B2翼では A 翼とは逆に, 原型に比 ベ C_{y}, C_{N} は増しているが、着力点はやはり、約0.1 Lpp 程度前方に、 β に略無関係に移つている。C 翼 では更に, C_{y}, C_{N} は増す一方, 着力点は前方にうつ り β を左方向に与えた場合には、 β の小さい所で、着 力点が急激に前方(船体より前方)に移つており,整 流翼の取付けの左右非対称性が懸念されると共に、 翼により微妙な現象の変化がらかがわれる。以上の 結果を流体力学的に説明するには資料が十分でない ため, ここではこれには言及せず, 先の 6 m Lpp 模型での整流翼実験結果との関連について考察する こととする。まず第一に整流翼を取付けることによ り、翼のついていない原型よりも、着力点が前方に

移ることは以下に述べる点から注目に価する。



Fig.20 a 揚力及びモーメント (原型) (A船)

199



船の進路安定性を示すパラメータとして、

$$\Delta = C_{Y\beta}(m_x - C_{Y\omega}) \left(\frac{C_{M\omega}}{m_x - C_{Y\omega}} - \frac{C_{M\beta}}{C_{Y\beta}} \right)$$

が導かれており¹⁰, C_{MP}/C_{YP} は、横流れ角による横力の着力点を意味するもので、これが前方に移る程 Δ が小さ くなり、安定性が低下する。本実験では、旋回による滅衰力の項 $C_{Mo}/(m_x - C_{Yo})$ については回流水槽での実験 が不可能であるため検討しておらず、断定し難いが、横流れの影響のみについて考えると、整流翼を取付けるこ とにより進路安定性が低下する方向にあることは、着力点の前方への移動からみて、十分予想されることであ る。しかも 6 m Lpp 模型船で最も効果があつた HM ③ 翼に相当する A 翼についてみると、 β の小さい所程、 即ち運動が弱く異常現象の強い所程着力点の前方への移動量が大きくなつており、先の Lpp 6 m 模型での結果 が肯ける。この事実と HM ④翼に略々相当する B 2 翼で、着力点が前方に移動はしているが、その傾向が顕著 でないこととを、先の Fig. 17 の HM ④翼及び HM ④翼の結果と合せてみると、整流翼による着力点の移動効 果と、安定性の低下とがかなり歴然とした関連を持つているように見受けられる。しかしながら、この整流翼の 効果が果して異常現象の発生を流体力学的におさえたことになる結果なのか、或は異常現象による流体力とは全 く別な所でこれに相当する流体力が発生し、compensate する形になつたのか、その作用の本質については依然 として疑問のままであり、今回の一連の実験研究では明らかにするに至らなかつた。

以上述べてきたように整流翼は肥大模型船による,模型実験結果に生ずる異常現象を回避する手段として,利 用出来そうであるが,異常現象自体の発生機構が明確にされていない現在,整流翼の効果をコントロールする尺 度となるものがなく,更に取付ける位置,翼の形状によつては得られる結果にかなりな相違があり,今後これら の点についての詳細な調査が必要であり,又翼自体の作用について局所的流線の観察,圧力分布の測定等,流体 力学的面からの調査研究が必要であると考える。

4 結 营

10 万 DWT 型 (A船型) 及び 13 万 DWT 型 (B船型) の肥大タンカー船型並びに可成り極端な要目を有す ム 350 DWT型 内航船 (C船型)の3種の供試船型について操縦性模型実験を実施し実船性能との比較を行なつ た。A船では大型模型船として Lpp=14.5 m の実験が含まれている。これらの模型,実船の Z,スパイラル試 験より肥大船の操縦性の scale effect の実例と相関が示されたが、通常の自由航走模型船法による実験では、 Lpp=6.00 m の模型船では肥大船の操縦性を運動の全域に亘つて定量的に推定するには稍々難点がある事が認 められた。特にゆるやかな旋回運動の場合に模型船と実船の相違が大きいのは従来より指摘されている通りであ る。Lpp=14.5 m 模型船による実験結果は略実船の性能に近い性質を示していると見る事ができると考えられ, 模型実験によつて操縦性を定量的に確認する必要のある場合には実際的な手法である事が認められた。巨大船の 運航についての安全性は今後益々シビヤに要求されると考えられるが大型模型船による操縦性実験はその実施に 当つて幾つかの困難を伴い標準的試験法として実施はできないが、今後小模型による精度高い実験法が確立され る迄の1つの解決法として提案される。一方,小模型による肥大船模型実験での異常現象を回避する試みとして 船尾整流翼を用いて模型実験を行ないその効果が期待できることを確認した。船尾部に 1~1/4 station に亘つて 両舷に船体表面に垂直に流線に沿つて取付ける事により船体運動 $(T_L' \times K_L')$ を実船と略等しくする事ができる **整流翼取付位置が見出された。しかしながら、その作用については流体力学的に解明するには至らず、又整流翼** の取付位置、大きさ、形状は結果に微妙な相異を与えるものであり、今後更に船体まわりの流れ、圧力分布等を 調べていく必要がある。

最後に本実験研究に際して終始有益なご助言を戴くと共に回流水槽実験を実施戴いた東京大学元良教授,加藤 助教授,及び 14.5 m Lpp 大型模型実験に際して,模型船の流用について承諾戴いた船舶技術研究所横尾部長, 又模型船の基地としてご助言,ご便宜戴いた神戸商船大学本田助教授,松木助教授及び鳥野助手,及び川崎重工 船装課,船渠課の皆様に深く感謝する次第である。又C船の模型,実船試験は,大阪府立大学田口研究室と共同 研究をして実施したものである。

参考文献

1) 伊藤 隆他:船体性能測定用ディジタル記録装置の試作,日本航海学会誌 第29号(昭和44年3月)

3) Shosuke Inoue and others : Researches on the manoeuvrability of ships in Japan, 60 th Anniver-

日本造船学会論文集 第131号

sary series, Vol.II, The Society of Naval Architects of Japan (1966)

- 3) 川崎重工基本設計部:肥大タンカー船型の操縦性と特殊舵の効用,川崎技報(昭和 42 年 10 月)
- 4) 野本謙作,藤井 斉:大型油槽船の操縦性に関する模型実験,造船協会論文集 第106号(昭和35年1月)
- 5) 川野浩一他:操縦性試験における実船模型船の相関実例,造船協会論文集 第113号(昭和36年6月)
- 6) 藤井 斉,野本謙作:操縦性試験法,第2回操縦性シンポジウムテキスト,日本造船学会 (1970)
- 7) K. Nomoto : Unusual Scale Effect on the Manoeuvrability of Ship with Blunt Bodies, 11th ITTC (1966)
- 8) 第 61 研究部会: 高経済性船舶の運航性能に関する研究, 日本造船研究協会報告 第 67 号 (Mar. 1969)
- 9) 野本謙作,元良誠三:操縦性研究の船舶設計に対する応用,第2回操縦性シンポジウムテキスト,日本造船学会 (1970)
- 10) 井上正祐:船の旋回運動方程式とその微係数,操縦性シンポジウムテキスト,造船協会(昭和 39 年)