

肥大船型における船体中央平行部長さの影響

大橋 誠三・平井 実・須藤 正信*・横尾 幸一

Effect of Parallel Part Length on Propulsive Performance of Full Hull Form

by

Seizō OHASHI, Minoru HIRAI, Masanobu SUDO and Koichi YOKOO

Abstract

In order to clarify the effect of the parallel body length on the resistance and self-propulsion factors of full hull forms, a methodical model test was carried out at SRC. This investigation was performed in cooperation with Nippon Kokan K.K., Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd., Hitachi Shipbuilding & Engineering Co., Ltd., Kawasaki Heavy Industries Ltd., Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd., Sumitomo Heavy Industries, Ltd. and Sasebo Heavy Industries Co., Ltd..

From the results of this systematic series test it was found that the longer parallel body gave a higher r_R in the higher speed range and a lower r_R in the lower speed range, and that the longer parallel body shows larger t and smaller w_T .

1. ま え が き

船体の中央平行部が長く、かつ大きな方形係数を有する肥大船の建造にあたり、屢々設計や製造工数を短縮する目的で、既成船または既設計船に対して適当な長さの中央平行部を挿入あるいは除去して、所要の載貨トン数の船を作る方法を採用することがある。この方法は、船の建造コストを下げるためには、きわめて大きな効果があるが、もともと船の中央平行部分の長さは抵抗・推進性能上最適となるように決められている。したがって、既成船あるいは、既設計船の設計が推進性能上の見地から見てよくできているのであれば、中央平行部の挿入あるいは除去は推進性能上悪い影響を与えることになる。しかし、その影響は瘠せた高速船に対して大きく、肥大した低速船では小さいものと考えられる。

本研究は、このような場合の抵抗および自航要素の変化の様子を知るとともに、馬力推定のための資料を得ることを目的とした。

なお、本研究は、日本鋼管(株)、日立造船(株)、三井造船(株)、石川島播磨重工(株)、川崎重工(株)、住友重機(株)、佐世保重工(株)7社の共同(PRC)依頼で昭和44年度に実施されたものである。

2. 模型船および模型プロペラ

試験に使用した模型船は3隻で構成され、原船型に対応する模型船 M.S. No. 2740 は垂線間長さ 6.0 m の木製である。この原船型に対し、その中央平行部と同じ横断面をもつ長さ 0.5 m (模型寸法) のブロックを挿入することにより M.S. No. 2741 を、また同じ長さだけ撤去することによって M.S. No. 2739 を作成した。したがって、本研究の模型船は異なった長さもっているが、Run と Entrance の両端部は同一となっている。

各模型船の船体主要目等を Table 1 に、正面線図および船首尾形状を Fig. 1 に、横断面積曲線を Fig. 2 に示した。

また、試験に用いた模型プロペラ M.P. No. 1734 の主要目等を Table 2 に示した。この模型プロペラを上記3隻の模型船に装着して自航試験を行った。

* 日本鋼管株式会社

Table 1 Particulars and Test Conditions of Model Ships
 $[\alpha = L_{pps}/L_{ppM} = 35 \text{ (Constant)}]$

			M.S. No. 2739		M.S. No. 2740		M.S. No. 2741	
			MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
L_{pp}	(m)		5.5000	192.500	6.0000	210.000	6.5000	227.500
L.W.L.	(m)		5.6200	196.700	6.1200	214.200	6.6200	231.700
B	(m)		1.0000	35.000	1.0000	35.000	1.0000	35.000
d	(m)		0.4065	14.228	0.4065	14.228	0.4065	14.228
L/B			5.50		6.00		6.50	
B/d			2.46		2.46		2.46	
C_B			0.8221		0.8364		0.8486	
C_P			0.8268		0.8413		0.8535	
C_M			0.9942		0.9942		0.9942	
l_{OB}	(%)		-2.7796		-2.5757		-2.3986	
Bulb	(%)		11.94% of A_M		11.94% of A_M		11.94% of A_M	
LENGTH of PARALLEL PART			39% L_{pp}		44% L_{pp}		48% L_{pp}	
FULL LOAD	DRAFT (m)	A.P.	0.4065	14.228	0.4065	14.228	0.4065	14.228
		M.S.	0.4065	14.228	0.4065	14.228	0.4065	14.228
		F.P.	0.4065	14.228	0.4065	14.228	0.4065	14.228
	TRIM (m)		0	0	0	0	0	0
	W.S.A. (m ²)	With all app.	8.6658	10,616	9.5406	11,687	10.4154	12,759
		Without	8.5866	10,519	9.4614	11,590	10.3362	12,662
	DISPLACEMENT (m ³)		1.83796	78,802	2.04004	87,467	2.24212	96,131
55% V_F LOAD	DRAFT (m)	A.P.	0.2642	9.247	0.2642	9.247	0.2642	9.247
		M.S.	0.2351	8.229	0.2342	8.197	0.2333	8.166
		F.P.	0.2060	7.210	0.2042	7.147	0.2024	7.084
	TRIM (m)		0.0582	2.037	0.0600	2.100	0.0618	2.163
	W.S.A. (m ²)	With all app.	6.6715	8,173	7.3649	9,022	8.0555	9,868
		Without	6.5923	8,076	7.2857	8,925	7.9763	9,771
	DISPLACEMENT (m ³)		1.01055	43,327	1.12202	48,106	1.23248	52,842
44% V_F	DRAFT (m)	A.P.	0.2364	8.274	0.2364	8.274	0.2364	8.274
		M.S.	0.1924	6.734	0.1914	6.699	0.1904	6.664
		F.P.	0.1484	5.194	0.1464	5.124	0.1443	5.051
	TRIM (m)		0.0880	3.080	0.0900	3.150	0.0921	3.224

Table 1 (Continued)

			M.S. No. 2739		M.S. No. 2740		M.S. No. 2741	
			MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
44% ∇_F	W.S.A. (m^2)	With all app.	6.1750	7,564	6.8248	8,360	7.4711	9,152
		Without	6.0958	7,467	6.7456	8,263	7.3919	9,055
	DISPLACEMENT (m^3)		0.80801	34,643	0.89762	38,485	0.98593	42,272

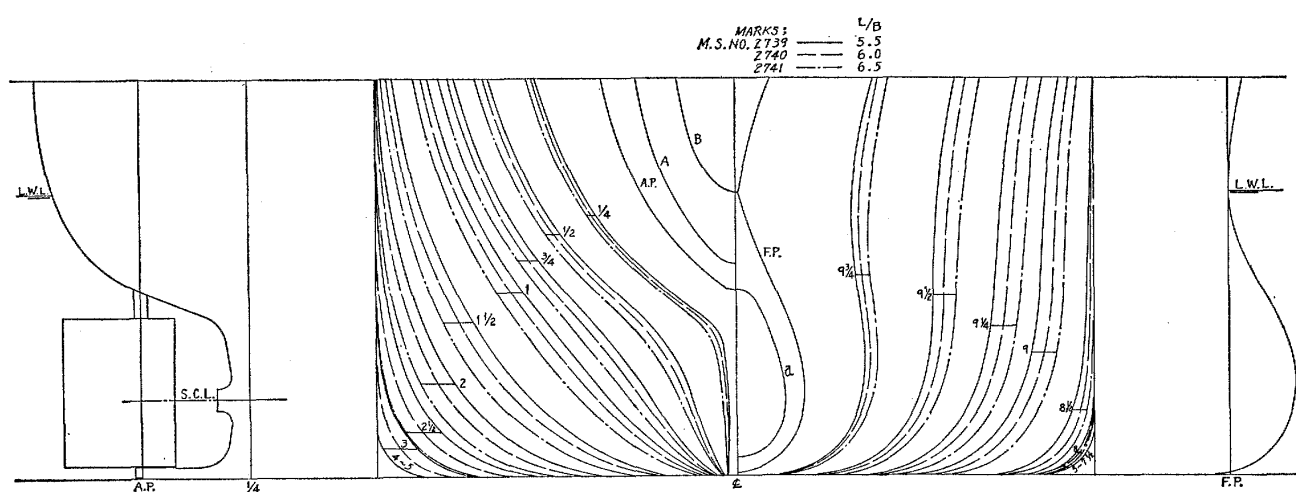


Fig. 1 Body Plans and Fore and Aft Profiles

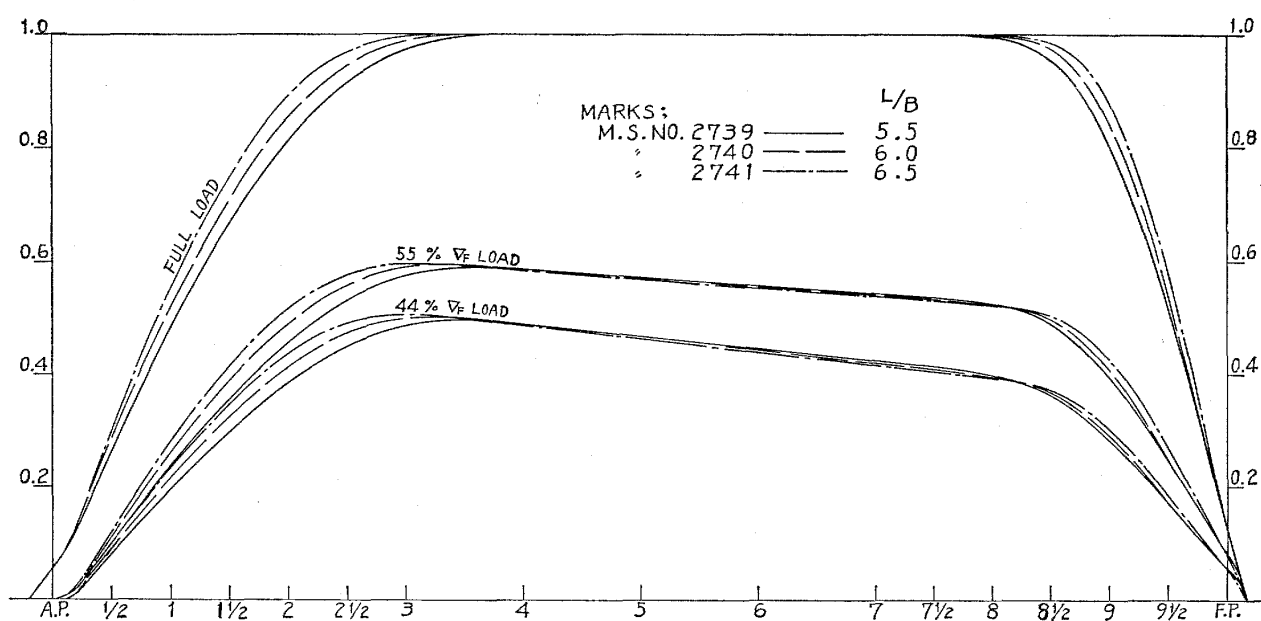


Fig. 2 Sectional area Curves

Table 2 Model Propeller

MODEL PROPELLER NO.	1734
DIAMETER (m)	0.1550
PITCH RATIO (CONST.)	0.974
BOSS RATIO	0.180
EXPANDED AREA RATIO	0.650
NUMBER OF BLADES	5
ANGLE OF RAKE	10°-0'
BLADE SECTION	AU TYPE

3. 試験状態等

試験の載貨状態は満載状態（イーブン・キール）、55% 排水量状態（約 1% L_{pp} 船尾トリム）、44% 排水量状態（約 1.5% L_{pp} 船尾トリム）の3状態とし、軽い喫水状態のトリムは、船尾の喫水を原型と同一に、かつ、トリムも原型のものにできる限り近くなるようにした。3隻の模型船の試験状態を Table 1 中に示す。試験結果の解析方法は、2次元解析法によることとし、自航試験時の摩擦修正量の算定には、シェーンヘル摩擦抵抗係数を用い、実船の長さを 210m と仮定し、粗度修正量 ΔC_F を各排水量状態とも -0.0003 とした。

4. 試験結果

抵抗試験の結果を剰余抵抗係数の形で、各排水量状態毎に3船型を比較して Fig. 3 に示す。

自航試験の結果を、M.P. No. 1734 の単独性能曲線を用いて解析した自航要素を Fig. 4 に示した。

Fig. 3 によると、剰余抵抗係数 r_R は、満載状態・55% 排水量状態および 44% 排水量状態とも低速域（満載状態で $F_n \leq 0.17$ 、軽い喫水状態で $F_n \leq 0.18$ ）では、中央平行部分の短い船型（ L_{pp} , L/B , C_B が小）が最も高く、中央平行部分の長い船型（ L_{pp} , L/B , C_B が大）が最も低い値を示している。また、それ以上の高速域になると、逆に中央平行部分の長い船型が最も高く、短い船型が最も低い値を示している。これは主として、低速域では中央平行部の挿入・除去によって生ずる C_B の相違の影響よりも L/B の相違による影響が大きく現われ、 L/B の大きなもの程 r_R は低く、高速域では逆に L/B の相違による影響よりも C_B

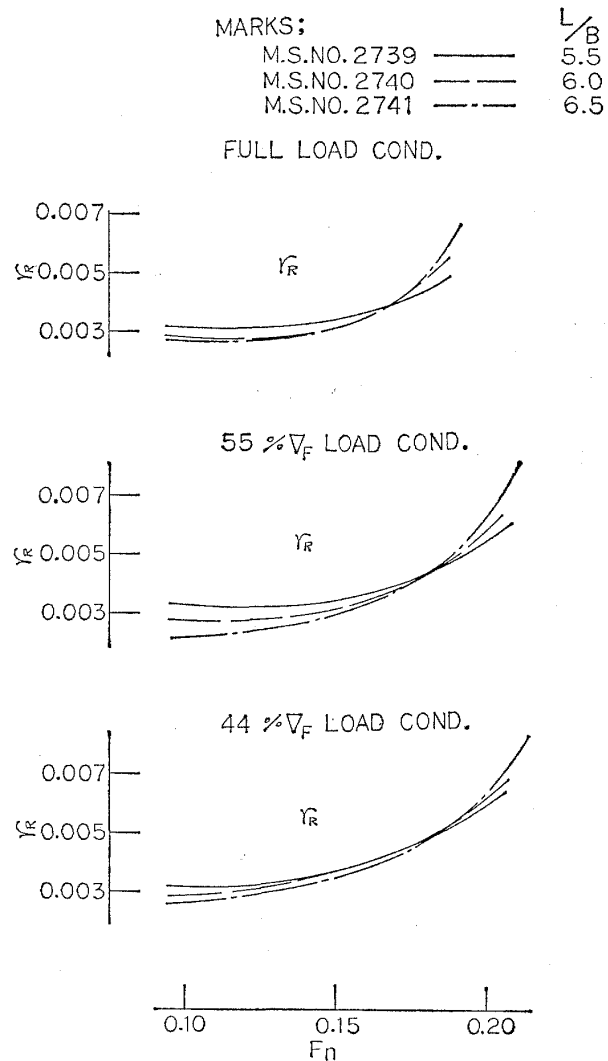


Fig. 3 Residuary Resistance Coefficient

（または C_p ）の相違による影響（特に C_{BF} または C_{pF} ）が強いことを示し、 L/B の大きな（または C_B の大きい）もの程 r_R は高く得られ、かつ急激な立ち上りを示すものと思われる。また、 L/B が 6.0 の船型と 6.5 の船型は、満載状態では全速度を通して、 r_R の差はきわめて小さい。

Fig. 4 によって、自航要素のうち、スラスト減少係数 t を比較すると、満載状態では中央平行部の長さの短い（ L/B , C_B 小）程、小さな値となる傾向を示した。55% 排水量状態および 44% 排水量状態も同様な傾向を示している。フルード数が 0.14 付近を境に、低速域において満載状態と逆の傾向を示しているものがあるが、その差は小さい。

伴流係数 w_T について見ると、満載状態では、中央平行部の短い、 L/B の値が 5.5 の船型が他の船型よ

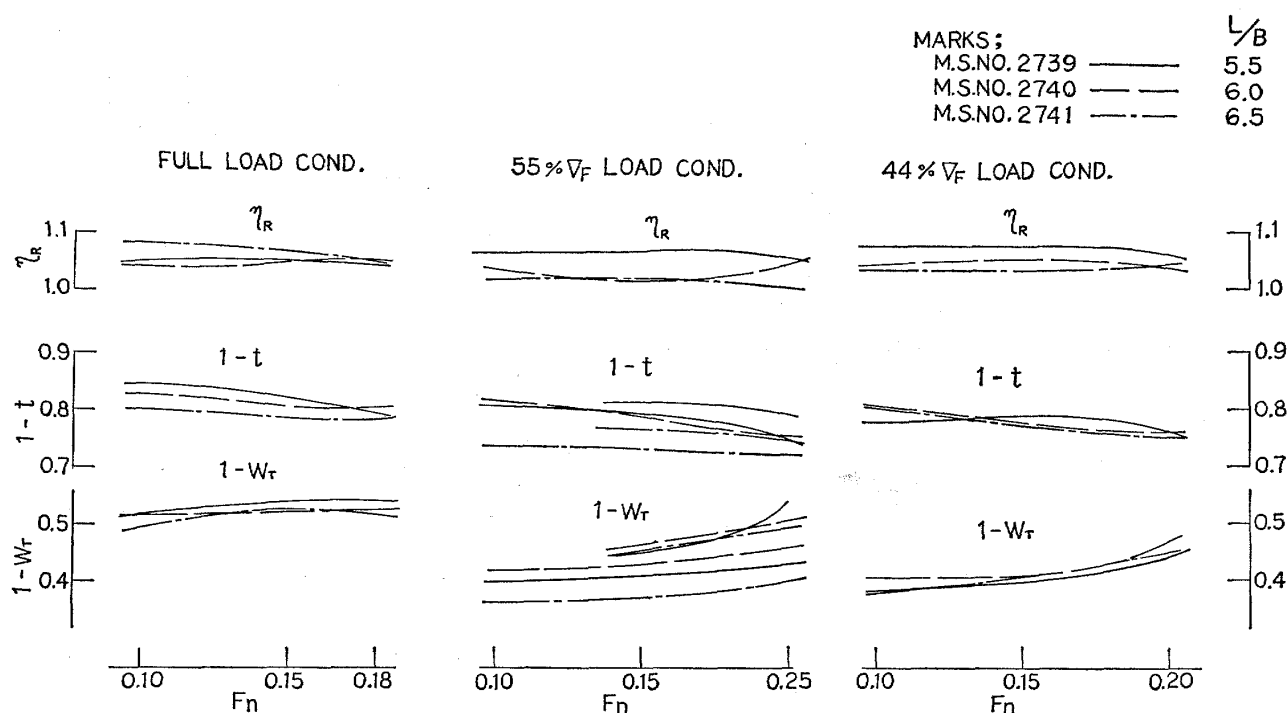


Fig. 4 Self-Propulsion Factors

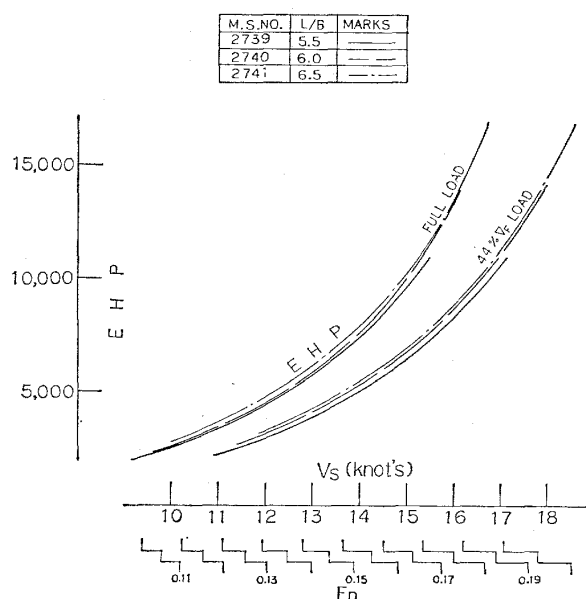


Fig. 5 EHP Curves

り若干高い程度で、その差は小さい。

55% 排水量状態では、Fig.5 に、各船型とも $1-w_T$ 、および $1-t$ の平均線が2本ずつ示されているように、自航試験時において3船型とも、不安定現象が見られた。永松の「不安定現象判定図表」を用い、本船型群の主要目等を検討すると、危険領域に位置しており、

(8)

船尾の肥大度およびラン・アングルの大きさに原因があるように思われる。

最近、SR 153 部会「船尾流場における不安定現象に関する調査研究」によると、模型試験において不安定現象が生じた場合、模型船の伴流係数の大きい値を採用して、従来用いられている実船-模型船間の伴流係数の尺度影響の修正量によって予測した実船の馬力と試運転結果の一致度が良いと報告されている。

この見方にとって、3船型の伴流係数を比較すると、他の2状態に比べその差は大きくなっているが、その大小関係は L/B の値が小さくなる程伴流係数は大きくなっている。

44% 排水量状態では、各船型間の差は余りなく、またその値の大小には一定の傾向が見られない。

プロペラ効率比 η_R は、満載状態では大差なく、系統的な傾向は見られないが、55% 排水量状態および44% 排水量状態では、中央平行部分の短い (L/B , C_B が小さい) 程、高い値を示している。

5. 想定実船の速力-馬力等の比較

Table 1 に示すように、原船型 (M.S. No. 2740) に対応する実船の垂線間長さを 210 m (縮率 $L_{pps}/L_{ppM} = 35$) と想定し、この原船型の中央平行部に、長さ

M.S.NO.	CONDITION	$\frac{1-W_S}{1-W_M}$	$\frac{L}{B}$	MARKS
2739	FULL LOAD	1.11	5.5	—
	44% ∇_F LOAD	1.25		—
2740	FULL LOAD	1.12	6.0	—
	44% ∇_F LOAD	1.24		—
2741	FULL LOAD	1.12	6.5	—
	44% ∇_F LOAD	1.24		—

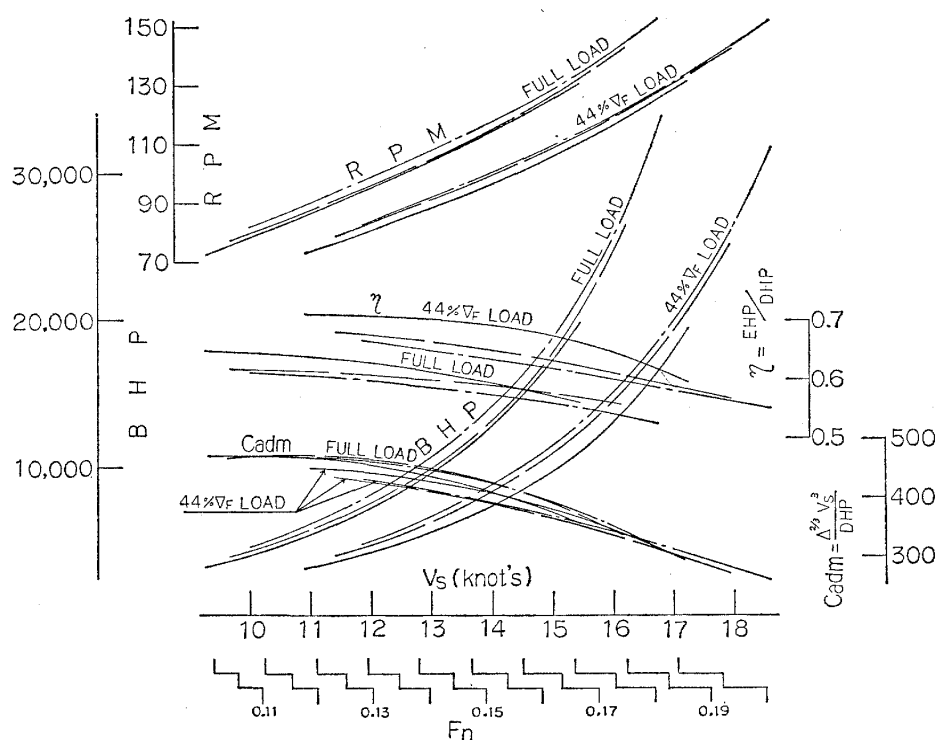


Fig. 6 BHP etc. Curves

17.5 m のブロックを挿入 (M.S. No. 2741), または除去 (M.S. No. 2739) した 3 船型の有効馬力曲線および制動馬力曲線を満載状態および 44% 排水量状態について算定し, Fig. 5 および Fig. 6 に示した。

制動馬力曲線を計算するにあたっては, 実船装備のプロペラは, 試験に用いたストック・プロペラの要目と形状を全く同一のものとした。すなわち, 3 船型に装備されるプロペラの直径形状は原船型の装備プロペラと同一ということになる。

このときの馬力計算に当って, 実船に対する粗度修正量 AC_F は -0.0001 を用いた。

これによると, 原船型 (M.S. No. 2740) に搭載予定の主機の常用出力を 13,000 P.S. とすれば, 原船型 (M.S. No. 2740) の速力に対し, 中央平行部を長くした船型 (M.S. No. 2741) は, 満載状態で約 0.2 kt 減少し, 同じく短くした船型 (M.S. No. 2739) は約 0.1 kt 増加している。

6. あとがき

本試験研究は, まえがきにも述べているように, 10 数年前大手造船所 7 社の共同研究として実施されたもので, その当時この種の肥大船型は益々巨大化が進められていた時代で, 本研究の対象船型の長さも 360 m としていた。

前節の想定実船の長さは, 最近のこの種の船舶の建造実績から比較的隻数の多い船の長さを選んだ。

実船の垂線間長さ 360 m の場合と, 約 200 m の場合とでは, 実船におけるプロペラの荷重度が相違するものと考えられる。幸にも, 本研究の試験当時, M.S. No. 2739 の満載状態について, 実船に対する粗度修正係数 AC_F の値を -0.0003 とした場合の他に, $+0.0003$ とした場合の自航試験を行っており, この結果によると, 試験を行った範囲のプロペラ荷重度の相違による自航要素への影響は殆どないと言える。