

船首バルブ付き高速ライナー船型 ($C_B=0.56$, $L/B=7.0$)

に関する系統的模型試験 第1報

— l_{CB} , フレーム・ライン, L/B , 船尾形状の影響 —

横尾幸一* 市原良夫* 森山茂男** 島田広二***

牛島秀利† 並松正明†† 今堀健三†††

Systematic Series Model Tests on High Speed Cargo
Liners with Bulbous Bow (No. 1)— Effect of l_{CB} , L/B , Frame Line and Stern Forms —

By

Koichi Yokoo, Yoshio Ichihara, Shigeo Moriyama, Koji Shimada,
Masaaki Namimatsu, Hidetoshi Ushijima and Kenzo Imahori

This paper deals with the results of systematic series model tests on high speed cargo liners with bulbous bow. The parent form of the models has such proportions as $L/B=7.0$, $B/d=2.4$, $C_B=0.56$, $C_P=0.577$, $C_M=0.970$, $l_{CB}=+1.68$. In this No. 1 report, the effects of l_{CB} , frame line shape, L/B and stern form were investigated. The principal results of the tests are as follows:

1) Optimum positions of longitudinal center of buoyancy on the high speed cargo ships with bulbous bow are considerably different from those with normal bow. The optimum position of l_{CB} in residuary resistance coefficients r_R is $+0.8\%$ for the full load condition, $+0.9\%$ for the half load condition, and $+0.8\sim+1.2\%$ for the ballast condition.

2) Variation of the wake fraction due to the variation of l_{CB} is very slight and that of thrust deduction coefficient is comparatively large.

3) V shape of the aft body gives a lower resistance, but the parent form was best of the models in the frame line series in the propulsion point of view, because of the least value of the thrust deduction coefficient.

4) Both r_R and wake fraction decrease with the increase of L/B , but thrust deduction and relative rotative efficiency do not show any definite tendency owing to the variation of L/B .

5) The cup-up stern brings up the decrease of thrust deduction coefficient, and, together with it, remarkable decrease of the wake fraction which makes the hull efficiency worse. Concerning this kind of hull forms, some device will be necessary not to decrease the wake fraction so much.

Further works in this field are being carried out and No. 2 report will be published in near future.

* 船舶技術研究所・推進性能部

** 船型験試部 (現) 日本造船技術センター

*** 石川島播磨重工業株式会社

† 浦賀重工株式会社 (現) 住友重機工業株式会社

†† 株式会社呉造船所 (現) 石川島播磨重工業株式会社

††† 株式会社藤永田造船所 (現) 三井造船株式会社

1. 緒 言

世界経済の発展に伴ない海外での経済競走は極めて激しい。これは船舶についても例外でなく、厳しく運航の高能率化、高性能化が求められている。この結果タンカーは巨大化、あるいは肥大化によって能率の向上を図り、貨物船については、タンカー程の主要目上の変化はないが、用途に対する専用船化を辿ると同時に高速化し、とくに定期航路船については、超高速化による運航性能の改善が望まれている。

このため造船界は、旧来の船型とは異なった新しい船型の開発により、造波抵抗の発生を極力最小限度に止め推進性能の向上を図ろうとしている。

現在までも高速ライナー船型についての資料は数多く発表されているが、従来の資料だけでは不十分であり、しかもバルブ付き船型についての系統的模型試験の例は少ないので、昭和40年度から船首バルブを付けた高速ライナーの系統的模型試験を行ない、船首バルブが船の抵抗、および推進性能に及ぼす影響を調べるため、各種の調査研究を行なうこととした。手始めとして昭和40年度には、主要目が $L/B=7.00$, $B/d=2.4$, $C_B=0.56$ で、船首形状は6% A_M のバルバス・バウ、船尾形状はマリナー・スタンのものを原型に選び、6mのパラフィン模型で目白第2水槽において実験をした。

2. 模型船および模型プロペラ

試験に使用した模型船は、M.S. No. 1901~1906, 1908, 1909, 1976 の合計9隻のパラフィン製模型で、この中の1隻 M.S. No. 1901 を原型に選び、次に述べる4種目のシリーズについて試験を行なった。な

お、M.S. No. 1908, 1909 (L/B シリーズ) を除く他の船の主要目はすべて、 $L/B=7.00$, $B/d=2.4$, $C_B=0.56$ で纏められている。

2-1 l_{CB} シリーズ (M.S. No. 1901, 1905, 1906, 1976)

$l_{CB}=+1.68\%$ L_{pp} の原型を挟んで、M.S. No. 1976, 1905, および 1906 とそれぞれ l_{CB} の値を $+0.02$, $+1.05$, および $+2.55\%$ L_{pp} と変化した。 l_{CB} の変化に伴う横断面積曲線の変化は、原型の横断面積曲線の重心の移動量に準じて変化させ、原型のフレーム・ライン形状と同一傾向をもつように作図した。Fig. 1 にこれ等の船型の正面線図および船首尾形状を、Fig. 2 に横断面積曲線および水線面形状を示す。

2-2 フレーム・ライン・シリーズ (M.S. No. 1901, 1903, 1904)

原型を基にして、M.S. No. 1903 は船体前半部フレーム・ライン形状を適度のU型にし、M.S. No. 1904 は船体後半部フレーム・ライン形状を適度のV型にしたもので、いずれも横断面積は原型と同一に保った。Fig. 3 に船体正面線図を示す。

2-3 L/B シリーズ (M.S. No. 1901, 1908, 1909)

$L/B=7.00$ の原型に対し、それぞれ L/B を 6.5, 6.0 と変化して M.S. No. 1908, 1909 を作った。したがって3隻の正面線図はビルジ部の多少の違いを除き全く同一である。

2-4 船尾形状シリーズ (M.S. No. 1901, 1902)

普通のマリナー型船尾をもつ原型に対し、駆逐艦型船尾に類似した、スケグ付きの船尾形状の M.S. No. 1902 を比較調査したもので、Fig. 4 に船体後半部正面線図および船尾形状、Fig. 5 に船体後半部横断面曲線および水線面形状を示す。

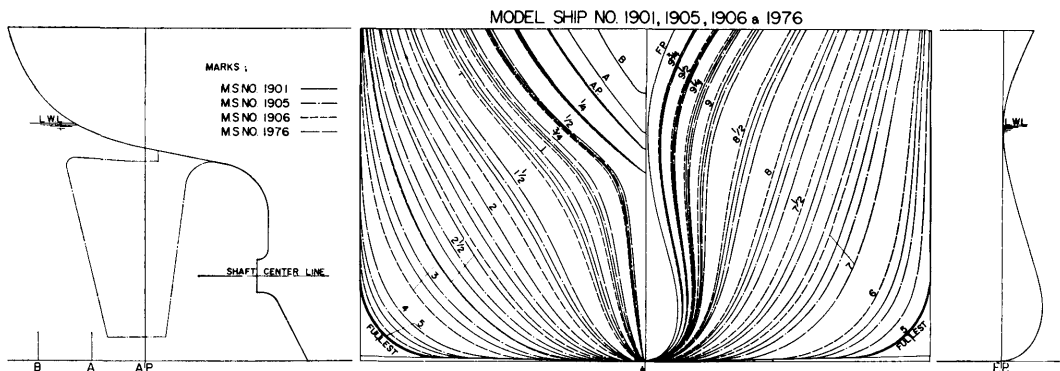


Fig. 1 模型船の正面線図および船首尾輪郭図 (l_{CB} シリーズ)

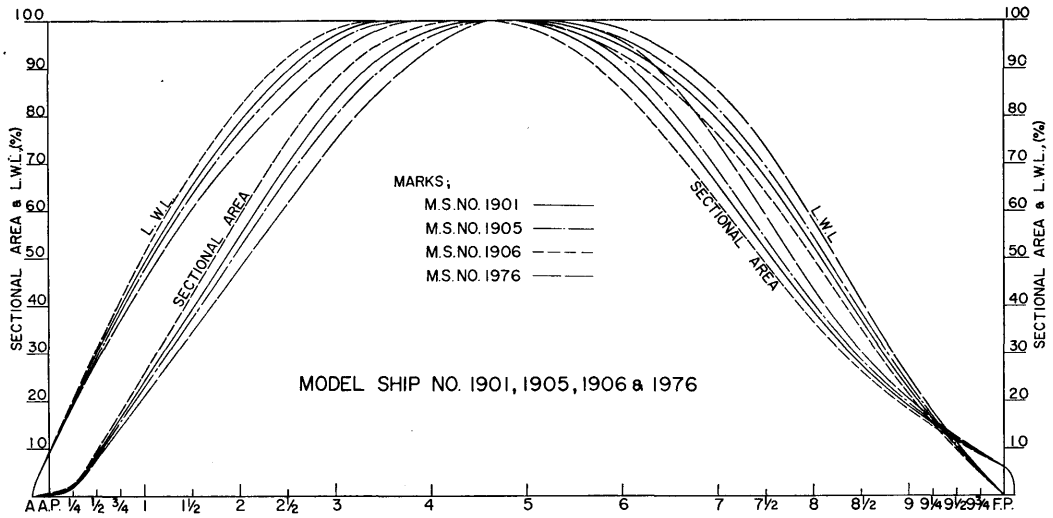


Fig. 2 横断面積曲線図および水線面形状図 (lOB シリーズ)

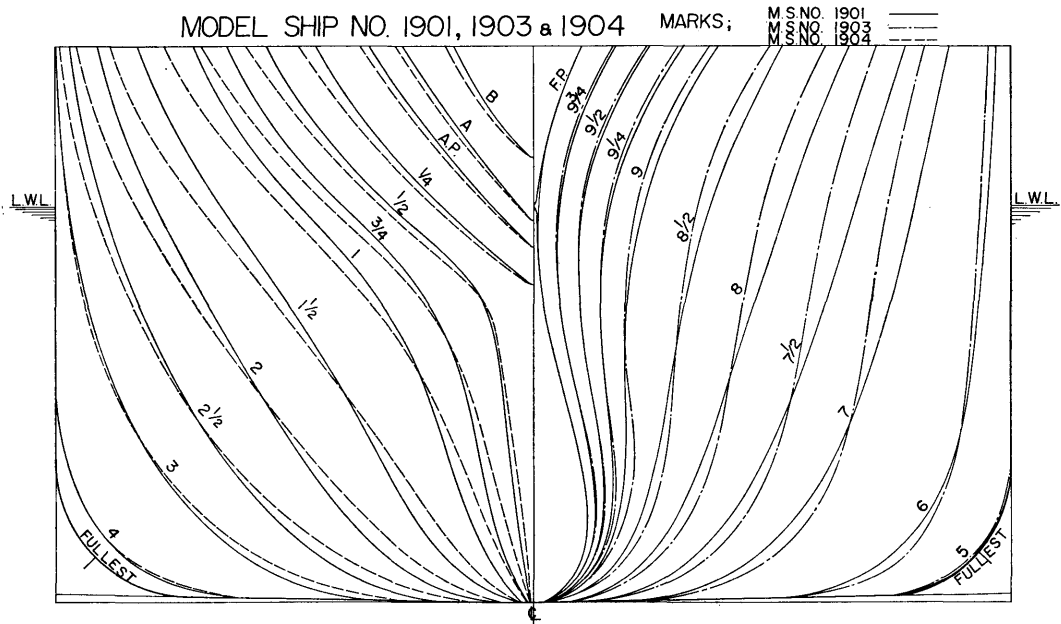


Fig. 3 模型船の船体正面線図 (フレーム・ラインシリーズ)

2-5 模型船主要目および模型プロペラ

以上の4シリーズに使用した各模型船の要目および、試験載貨状態を一括して Table 1 に示す。対応する実船としては、

- 長さ (L_{pp}) ; 150.000 m
- 幅 (B) ; 21.428 m
- 喫水 (d) ; 8.928 m

主機関 ; 16,000 BHP×119 RPM×1 SET を想定した。また、自航試験に使用した模型プロペラは一貫して Table 2 に示す M.P. No. 1358 で、このプロペラの単独性能曲線を Fig. 6 に示す。模型プロペラ直径を対応実船プロペラに換算すると6.000 m となる。

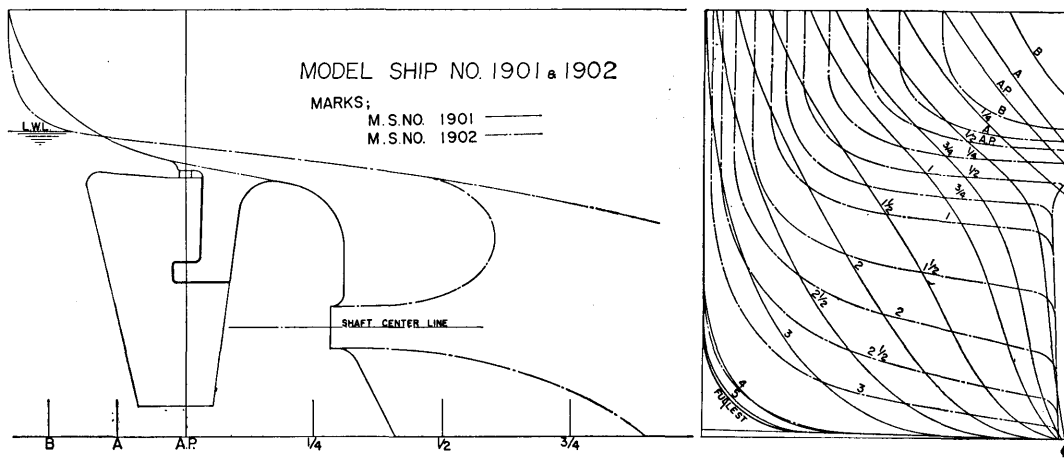


Fig. 4 模型船の後半部正面線図および船尾輪郭図 (船尾形状シリーズ)

Table 1

M. S. NO.	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1908	1909	1976	
LPP (m)	6.000									
L.D.W.L. (m)	6.1055	6.1440					6.1055			
B (m)					0.8571		0.9231	1.0000	0.8571	
VM (m³)	1.0282	1.0284	1.0294	1.0286	1.0297	1.0285	1.1929	1.3989	1.0304	
SM WITH ALL APPENDAGES (m³)	6.658	7.023	6.681	6.681	6.669	6.673	7.148	7.743	6.675	
d (m)	0.3571						0.3846	0.416	0.3571	
TRIM (% OF LPP)	0									
CB	0.560	0.560	0.561	0.560	0.561	0.560	0.560	0.560	0.561	
Cp	0.5771	0.5772	0.5778	0.5773	0.5779	0.5773	0.5772	0.5767	0.5775	
Cm	0.9702									
ICB (% OF LPP)	1.68	1.70	1.62	1.67	1.05	2.55	1.68	1.68	0.02	
L/B	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	6.50	6.00	7.00	
B/d	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	
$\nabla/L^3 \times 10^{-3}$	4.76	4.76	4.76	4.76	4.77	4.76	5.52	6.48	4.77	
AREA (% OF AM)	6.00									
BULB LENGTH (% OF LPP)	1.00									
IMMERSION (% OF DF)	77.60									
VM (m³)	0.7610	0.7610	0.7618	0.7612	0.7620	0.7611	0.8828	1.0352	0.7625	
SM WITH ALL APPENDAGES (m³)	5.621	5.986	5.629	5.634	5.650	5.653	6.040	6.543	5.640	
d (m)	0.2779	0.2845	0.2765	0.2785	0.2789	0.2778	0.2993	0.3240	0.2783	
TRIM (% OF LPP)	0									
VM (m³)	0.4935	0.4936	0.4941	0.4937	0.4943	0.4937	0.5726	0.6715	0.4945	
SM WITH ALL APPENDAGES (m³)	4.546	4.803	4.545	4.560	4.570	4.582	4.875	5.271	4.573	
d (m)	0.1917	0.2020	0.1897	0.1935	0.1930	0.1926	0.2065	0.2231	0.1934	
TRIM (% OF LPP)	1.0									

Table 2

DIAMETER (mm)	240.0
BOSS RATIO (mm)	0.200
PITCH	256.0
PITCH RATIO (CONST)	1.067
EXPANDED AREA RATIO	0.650
MAX. BLADE WIDTH RATIO	0.302
BLADE THICKNESS RATIO	0.050
ANGLE OF RAKE	10° ~ 0'
DIRECTION OF TURNING	RIGHT HAND
NUMBER OF BLADE	5

3. 試験状態

試験の載貨状態は、(1) 満載状態 (イーブン・キール)、(2) 満載状態の74% 排水量 (イーブン・キール)、(3) 満載状態の48% 排水量 (1% Lpp 船尾トリム) の3状態で、各載貨状態に対しそれぞれフルード数 $Fn=0.19\sim0.31$, $Fn=0.20\sim0.32$ および $Fn=0.21\sim0.33$ の試験速度範囲で抵抗および自航試験を行なった。摩擦抵抗の算定には、シェンヘル摩擦抵抗算式を使用し、模型船および実船の粗度修正量

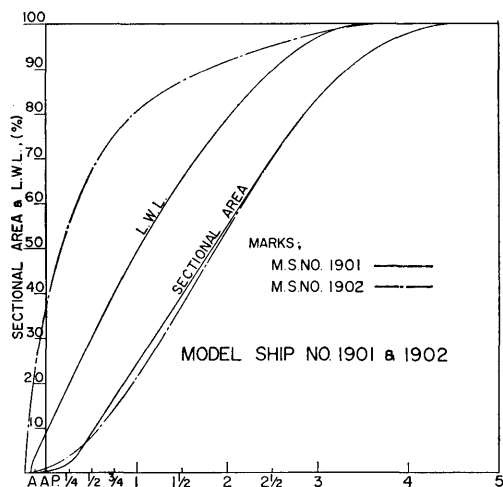


Fig. 5 船体後半部横断面積曲線および水線面形状図 (船尾形状シリーズ)

$4C_F=0$ とした。また乱流促進装置としては、当研究所慣用の高さ 1mm の梯形スタッドを 10mm 間隔で全模型船の S.S. No. $9\frac{1}{2}$ の位置と、バルブの最突出部の円弧の中心より 60° 後方の位置に鉢巻状に植えた。

4. 試験の結果

4-1 原型の低速抵抗および馬力曲線等

原型 M.S. No. 1901 の満載状態については低速抵抗試験を行なったので、レイノズル数 Rn を横軸として全抵抗係数 C_T を Fig. 7 に示す。これによれば満載状態の形状影響係数 k は約 0.15 を示している。ま

MODEL PROPELLER NO. 1358

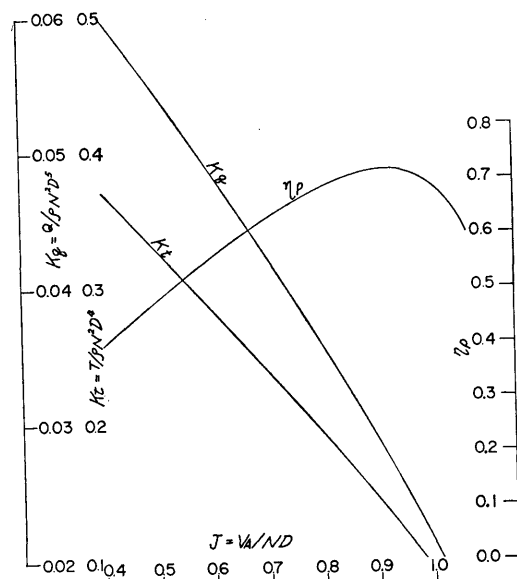


Fig. 6 プロペラ単独性能曲線

た念のため、グランビル、笹島の式で推定してみたが、それぞれ 0.120, 0.123 と実測値よりやや低めに出了。津田の式は遙かに小さい値約 0.07 を与えた。ヒューズの min. C_T 法によると $Fn \approx 0.18 \sim 0.22$ で C_T は平坦となるので一定値は出しにくく、約 0.24~0.28 となる。なお、参考のために Fig. 7 中には他の載貨状態の C_T 曲線も示してある。

模型船の抵抗試験の結果を有効馬力に換算して Fig.

RESISTANCE TEST

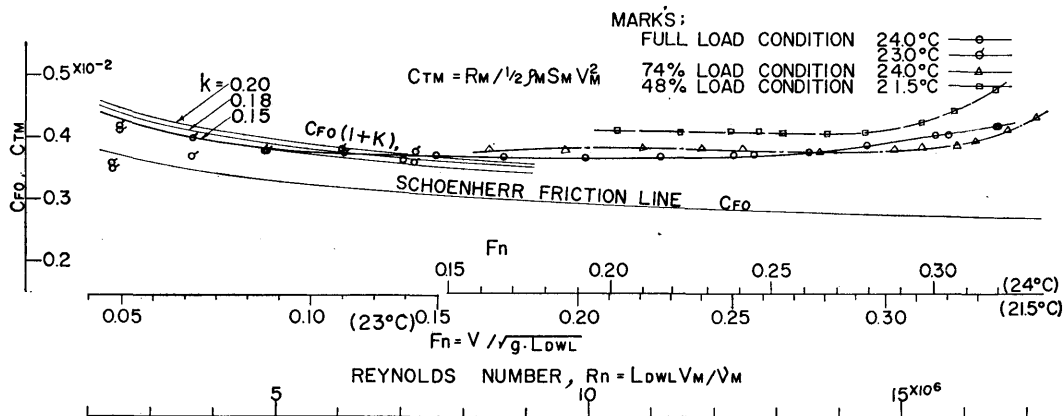


Fig. 7 原型 M.S. No. 1901 の全抵抗係数

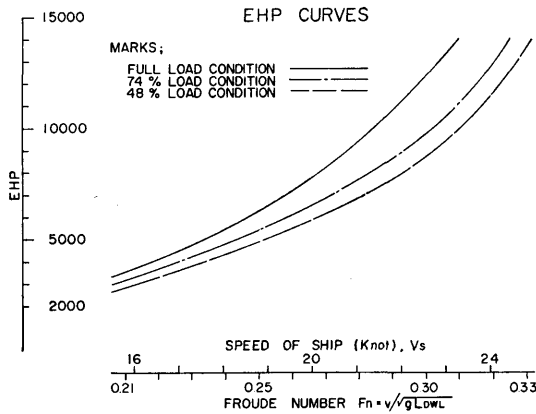


Fig. 8 原型 M.S. No. 1901 有効馬力曲線

8 に、また自航試験で測定したトルクおよび回転数を
 実船の回転数および伝達馬力に直して Fig. 9 に示す。
 初期計画馬力 16,000 BHP を伝達効率 η_T を 1.05 と
 して伝達馬力に直すと 15,238 DHP となり、満載状
 態で 22.16 ノットを得る。この伝達馬力曲線により、
 本シリーズ中の他の模型船の伝達馬力も大体知ること
 ができる。ただしこの伝達馬力曲線には、模型船と実
 船との伴流係数比が修正されていない。

4-2 l_{OB} シリーズ

試験の結果を 剰余抵抗係数 r_R 、自航要素およびブ
 ロペラ 単独効率 η_0 、推進係数 η の形にして Fig. 10
 に示す。また、Fig. 11, 12 には l_{OB} を横軸として r_R
 と自航要素のクロスカーブを掲げる。Fig. 10 の r_R

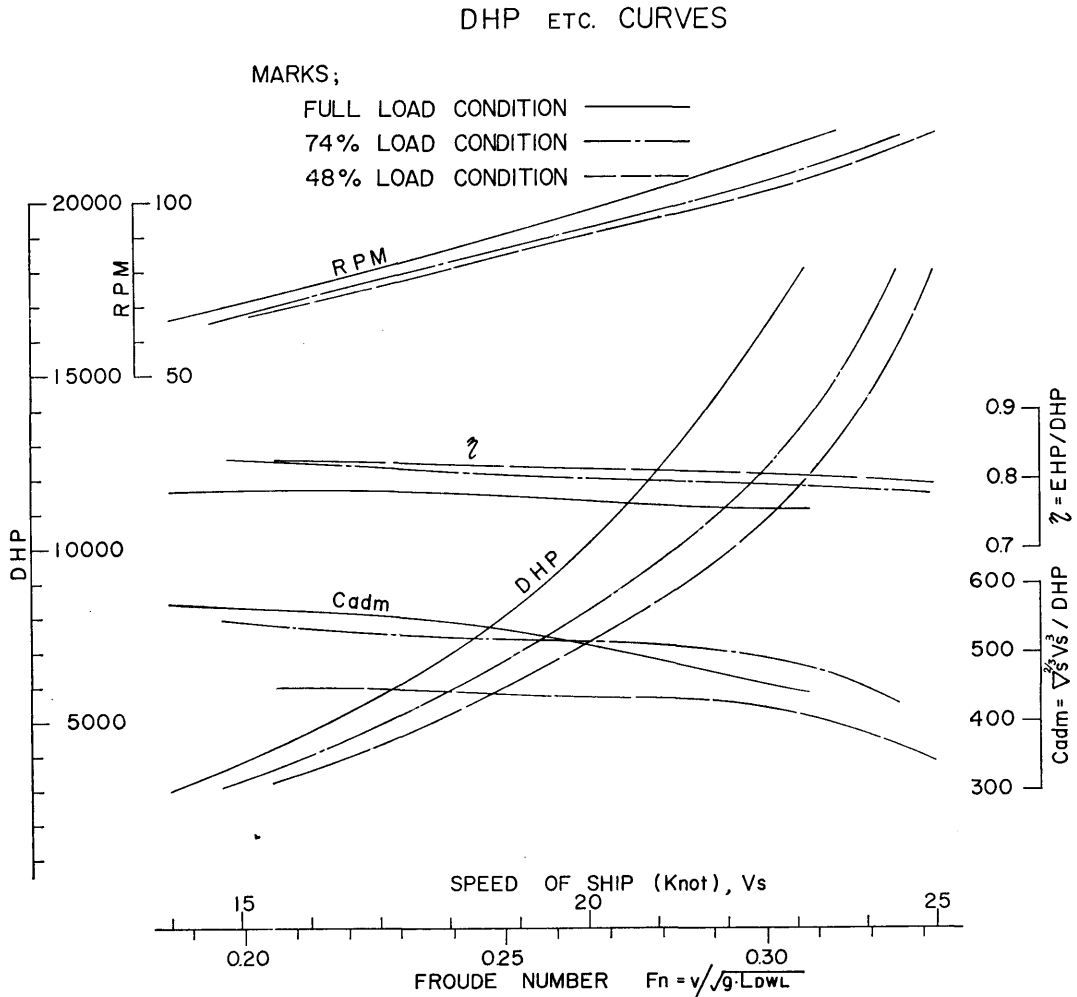


Fig. 9 原型 M.S. No. 1901 の伝達馬力曲線等

MARKS;

- M. S. NO. 1901 ——— $l_{CB} + 1.68$
- M. S. NO. 1905 ——— $l_{CB} + 1.05$
- M. S. NO. 1906 ——— $l_{CB} + 2.55$
- M. S. NO. 1976 ——— $l_{CB} + 0.02$

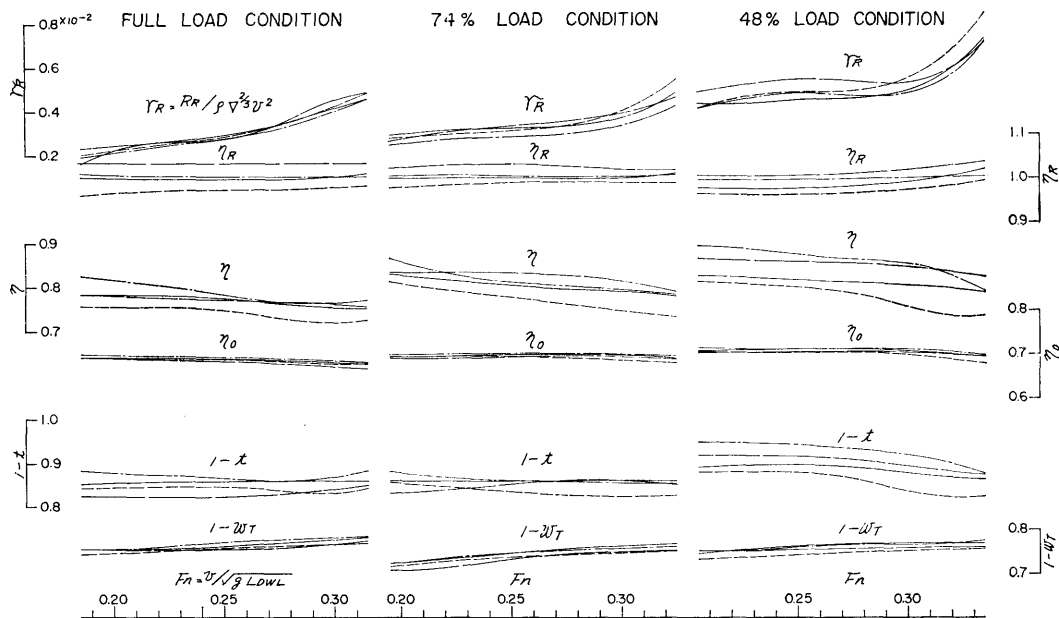


Fig. 10 r_R および自航要素等 (l_{CB} シリーズ)

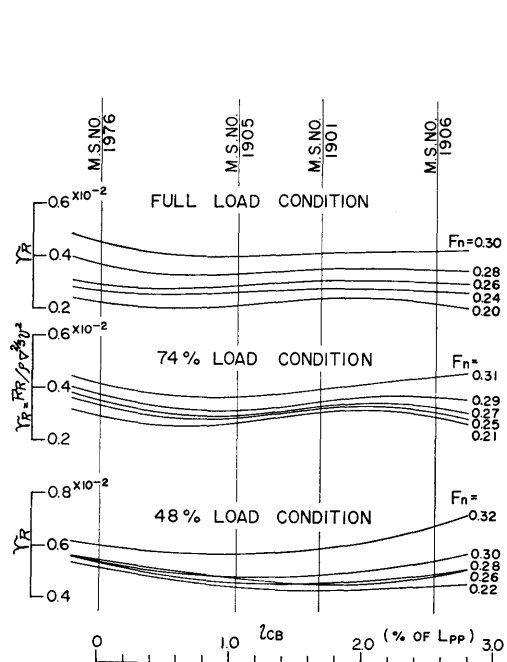


Fig. 11 l_{CB} の r_R におよぼす影響

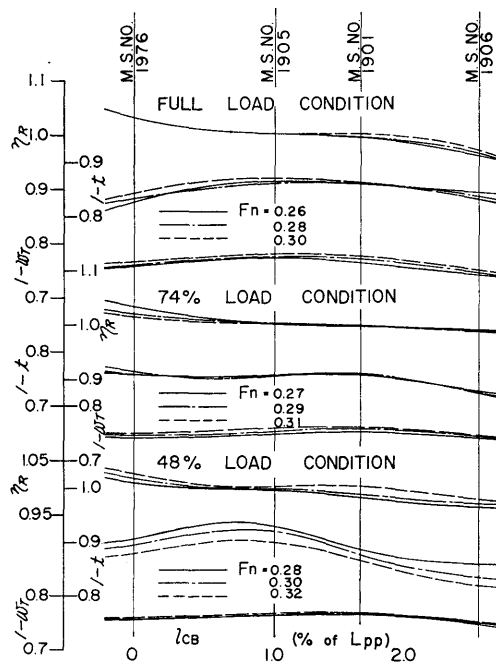


Fig. 12 l_{CB} の自航要素におよぼす影響

について見ると、満載状態に関しては $l_{CB}=+1.05$ の M.S. No. 1905 が全試験速度範囲内で一番低い値をとり、次に r_R が小さいのは $Fn=0.29$ 以下で $l_{CB}=+2.55$ の M.S. No. 1906 で、 $l_{CB}=1.68$ の原型 M.S. No. 1901 は次に低い。 $Fn=0.29$ 以上では M.S. No. 1901 は M.S. No. 1906 より低く、M.S. No. 1905 に近づく。 $l_{CB}=+0.02$ の M.S. No. 1976 は $Fn=0.24 \sim 0.26$ の間では M.S. No. 1901, 1905 の r_R の間で波形を描いているが、 $Fn=0.28$ 以上では最高値を示している。この載貨状態での常用速度 $Fn=0.28$ における r_R の最低値と最高値の差を求めると約 9% である。 r_R の l_{CB} に対する一般的の傾向としては、(1) 高速になるにしたがい l_{CB} が船体中央部よりのものほどカーブの傾斜が緩やかである。(2) l_{CB} の最適位置は速度の変化にともない変化する。

74% 載貨状態については、M.S. No. 1905 が全試験速度範囲で最低の r_R を示し、次に $Fn=0.27$ から上では M.S. No. 1901 が低く、M.S. No. 1906, 1976 とでは $Fn=0.29$ で一度交差して、より高速で M.S. No. 1976 がその次に低く、M.S. No. 1906 は高速で一番高い値となっている。 $Fn=0.27$ 以下での速度範囲では、M.S. No. 1905 を除く 3 隻が種々に交差している。満載状態で述べた一般的傾向はこの載貨状態では、より顕著に現われている。前と同様 $Fn=0.29$ における r_R の最低値と最高値の差は約 16% となる。48% 載貨状態については、 $Fn=0.29$ 以下では M.S. No. 1901 が一番低く、次に M.S. No. 1905, 1906, 1976 と順に高くなって行く。 $Fn=0.29$ より高速の範囲では M.S. No. 1906 が最も高い r_R を、M.S. No. 1905 が最低の r_R を示しており、M.S. No. 1976, 1901 は $Fn=0.32$ で交差はしているが、漸次、最低値を示した M.S. No. 1905 に接近する傾向にある。 $Fn=0.30$ における r_R の最低値と最高値の差は約 12% となる。一般的傾向は前と同様であるが、この載貨状態で最も顕著である。Fig. 11 の r_R のクロスカーブから l_{CB} の最適値を求めると、満載状態では +0.8%, 74% 載貨状態では約 +0.9% 近辺に見出され、48% 載貨状態では高速域で $l_{CB}=+0.8 \sim +1.2\%$ 前後にあり、低速になるにしたがい船尾方向に移行して行く傾向がある。

Fig. 10, および Fig. 12 の自航要素についてみれば、全載貨状態を通じ、 l_{CB} の違いによる伴流係数 w_T の差はわずかで、同一フルード数における $1-w_T$ の最小値と最大値の差はどの載貨状態においても、0.28

~ 0.30 のフルード数で、たかだか 2% 程度である。これに反し $1-t$ は比較的大きく差がつき、満載状態、74% 載貨、48% 載貨状態の上記速度で、それぞれ約 3%, 約 5%, 約 9% の違いとなっている。また、普通は l_{CB} が後方へずれるにしたがつて t や w_T は大となるのに、この系統的試験ではそのようにはっきりした傾向がみられなかった。全般的に w_T はフルード数の増加にしたがいほぼ直線的に漸減し、 t は逆に満載、および 74% 載貨状態の M.S. No. 1976 を除きわずかながら増加する傾向にある。各載貨状態とも w_T の変動が少なかったため、 η_0 の変化も少なく直線的に右さがりである。また各載貨状態についての η_0 値の大小の順位は、その載貨状態についての w_T の順位のほぼ逆の傾向となっている。プロペラ効率比 η_R については、満載、74% 載貨状態の両状態において試験速度域で M.S. No. 1976 が一番高く、M.S. No. 1906 が最低値を示し、M.S. No. 1901, 1905 は M.S. No. 1976, 1906 の中間にあるが、幾分 M.S. No. 1905 の方が 1901 より高い値を示している。48% 載貨状態においても、 η_R 値の高さの順位は他の 2 状態と同様である。全般的に見ると全載貨状態を通じて平坦な値を示しているが、48% 載貨状態の M.S. No. 1901, 1906, 1976 は $Fn=0.29$ 当りから、やや右あがりの傾向を示している。推進係数 η は、満載状態においては、M.S. No. 1906 を除き $Fn=0.27$ 以上では同一値であるが、 $Fn=0.27$ 以下では M.S. No. 1905 が高値を示している。M.S. No. 1906 は試験速度範囲で最低値を示しており、常用速度と考えられる $Fn=0.28$ では他の 3 隻の 95% 程度である。74% 載貨状態においても、満載状態と同様 M.S. No. 1906 が低値を示し、 $Fn=0.22$ 以上の速度範囲では M.S. No. 1976 が最高値を示し、M.S. No. 1905, 1901 とでは幾分 M.S. No. 1905 が高い値を示しているが、まず同傾向とみなされる。 $Fn=0.29$ について M.S. No. 1976 と 1906 とを比較すると、後者の η は前者のその 93% である。48% 載貨状態については M.S. No. 1905 が $Fn=0.31$ までは最高値を示し、 $Fn=0.31$ より上の速度域では M.S. No. 1976 が高値を示している。M.S. No. 1901, 1906 はこの順位で他の模型船の η と交差することなく試験速度域を通じ低値を示した。抵抗、自航試験とも成績の良くなかった、M.S. No. 1906 を除く 3 隻について船体効率 η_H および η を調べてみると、 η_H は満載、74% 載貨状態では、3 隻ともほとんど同一と見てよく、48% 載貨状態については M.S.

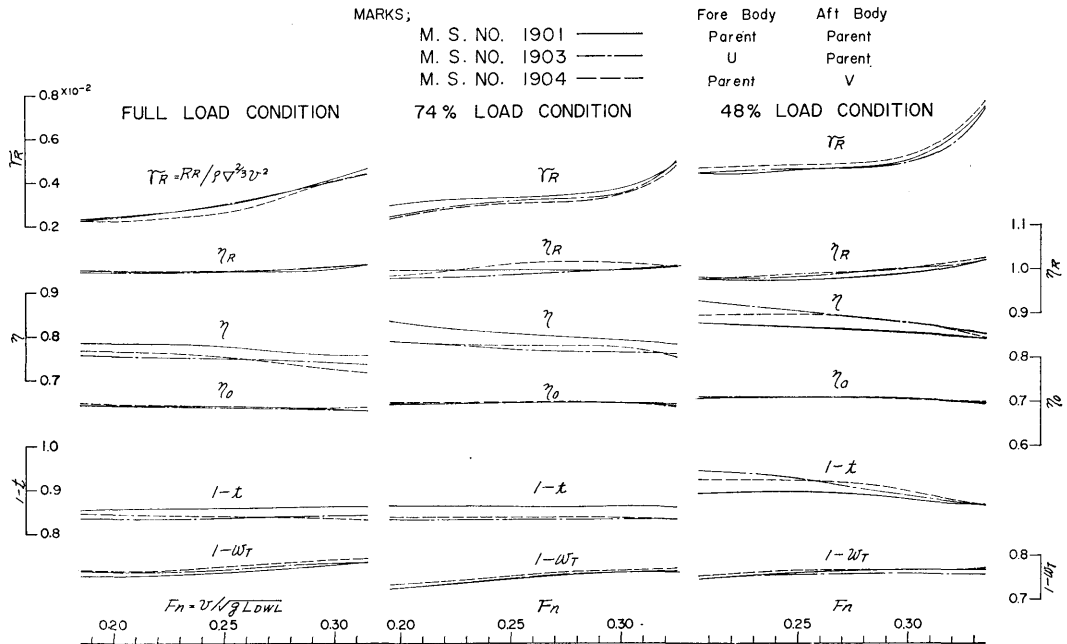


Fig. 13 r_R および自航要素等 (フレーム・ライン・シリーズ)

No. 1976, 1905 の間に最適値が見受けられる。 η については、満載状態ではほぼ同一であるが、M.S. No. 1905 がやや良く、74% 載貨状態では l_{CB} が中央寄りの方が良く、48% 載貨状態では η_H と同様 M.S. No. 1976 と 1905 の中間に最高点がある。以上総合してみると、バルバス・バウ船型における l_{CB} の最適値は、ノルマル・バウ船型で l_{CB} の最適値とされていた位置より相当船体中央部よりにある。

4-3 フレーム・ライン・シリーズ

試験の結果得られた r_R および自航要素を前と同様、各載貨状態ごとに分けて Fig. 13 に示す。これによれば、船首形状を U 型にした M.S. No. 1903 の r_R は M.S. No. 1901 とほとんど変わらないが、 $F_n=0.29$ から高速では若干カーブが下り、 $F_n=0.30\sim 0.31$ では 3 隻の中での最低値を示した船尾形状 V 型の M.S. No. 1904 の r_R 値と一致している。 $F_n=0.28$ における r_R の最低値と最高値の差は約 5% で、最も差の大きかった $F_n=0.25$ でも約 11% である。84% 載貨状態においては、M.S. No. 1901 の r_R が試験速度域で最高、M.S. No. 1904 の r_R が最低で、M.S. No. 1903 は M.S. No. 1904 より少し高く、中位の順番であったが、試験速度域の最高速度 $F_n=0.32$ では M.S. No. 1901 の値と重なった。 $F_n=0.29$ における最低値

と最高値の差は約 4% であり、 $F_n=0.24$ 以上の速度域では大体この程度の比率である。48% 載貨状態では M.S. No. 1904 が試験速度範囲を通じ最高値を示し、 $F_n=0.26$ 以下では M.S. No. 1901, 1903 はほぼ同一値と見てよく、これより上の速度域になると順次 M.S. No. 1903 が低くなる。 r_R の最低値と最高値の差は、 $F_n=0.30$ で約 6% であり、他のフルード数についてもあまり大差はない。

自航要素も Fig. 13 に示してあるが、満載状態については $F_n=0.28$ での $1-w_T$ および $1-t$ の差は最高でそれぞれ約 1.5% および 2.6% となっている。 w_T は試験速度範囲内で M.S. No. 1904, 1903, 1901 の順に増加している。 t は M.S. No. 1901 が試験速度域で最小値を示し、M.S. No. 1903 と 1904 とでは $F_n=0.27$ を境として低速では M.S. No. 1903 が最小で、高速では M.S. No. 1904 が最小となるが、最高速度では 3 隻とも 1 点に集まる。前と同様 $F_n=0.30$ における $1-w_T$, $1-t$ の最低と最高の差を出すと、約 1.2% および約 2% である。ただし高速から低速になるにしたがい $1-t$ の差は開き、 $F_n=0.22$ では約 5% となる。 η については全載貨状態間で 3 隻は全く同値を示している。その値は 74% 載貨状態で約 0.70 見当で、満載でそれよりわずかに低く、48% 載貨状態で

わずかに高く、かつ直線的な緩やかな右下りの傾向をもっている。 η_R についても満載状態では3隻とも同値を示しているが、74% 載貨状態においては、M.S. No. 1903 の η_R は $Fn \approx 0.28$ 以上の速度では M.S. No. 1901 の η_R と重なり、0.28 以下の速度では一番値が低くなっている。M.S. No. 1904 は $Fn \approx 0.23$ 以下では M.S. No. 1901 より低い値となるが、それ以上の速度では最高の η_R 値を持つ。また最高速度になると、3隻の η_R 値は一点に集まっている。48% 載貨状態においては試験速度域で大体 M.S. No. 1901, 1903, 1904 の順に η_R 値は高くなっているが、試験速度の最低速度および最高速度では、3隻の値は重なるか互に接近する傾向にある。各載貨状態における η_R 値は約 1.00 見当で、74% 載貨状態の M.S. No. 1904 を除き、フルード数に対し緩やかな右上りのカーブである。満載状態においては w_T, η_0, η_R の模型船間の差がわずかだったので、結局 η は t の大小のみに関係することとなり、M.S. No. 1901 が一番秀れ、次に $Fn \approx 0.26$ で交差して低速側では M.S. No. 1903 が良く、高速側ではその逆となる。満載状態の $Fn = 0.28$ における最低値と最高値の差は約 3.5% である。74% 載貨状態でも M.S. No. 1901 の η が最高値を示し、次に試験速度の最高速度を除き M.S. No. 1904 が高く、M.S. No. 1903 が最高速度で一番悪かった。

$Fn = 0.29$ における最低値と最高値の差は、約 4% である。48% 載貨状態では、今までと逆に M.S. No. 1901 が最低で、M.S. No. 1903 と 1904 とでは $Fn \approx 0.27$ より低速で、M.S. No. 1903 が秀れ、高速側では両者は一致した。 $Fn = 0.30$ における最低値と最高値の差は、約 2.6% である。本シリーズにおける η の値は、満載状態のみに限らず他の 2 状態についても t の大小により決定された。また η の大小の順位傾向は $1-t$ の傾向と全く類似した。以上総合して、M.S. No. 1903, 1904 は M.S. No. 1901 より悪い結果となった。

4-4 L/B シリーズ

試験の結果を r_R および自航要素の形で各載貨状態ごとに分けて Fig. 14 に示す。また、 L/B を横軸とした r_R 、および自航要素のクロス・カーブをそれぞれ Fig. 15, 16 に示す。Fig. 14 の r_R を満載状態について見ると、 $L/B = 7.0$ の M.S. No. 1901 が試験速度範囲で最も低く、 $L/B = 6.0$ の M.S. No. 1909 が一番高く、 $L/B = 6.5$ の M.S. No. 1908 は前記 2 隻間の r_R 値の中で波形を描いている。また M.S. No. 1908 は $Fn \approx 0.19$ で M.S. No. 1901 と、 $Fn \approx 0.23, 0.31$ で M.S. No. 1909 と重なり合う。 $Fn = 0.28$ における最低値と最高値の差は約 11% である。74% 載貨状態においては、前と同様 M.S. No. 1909 が試験

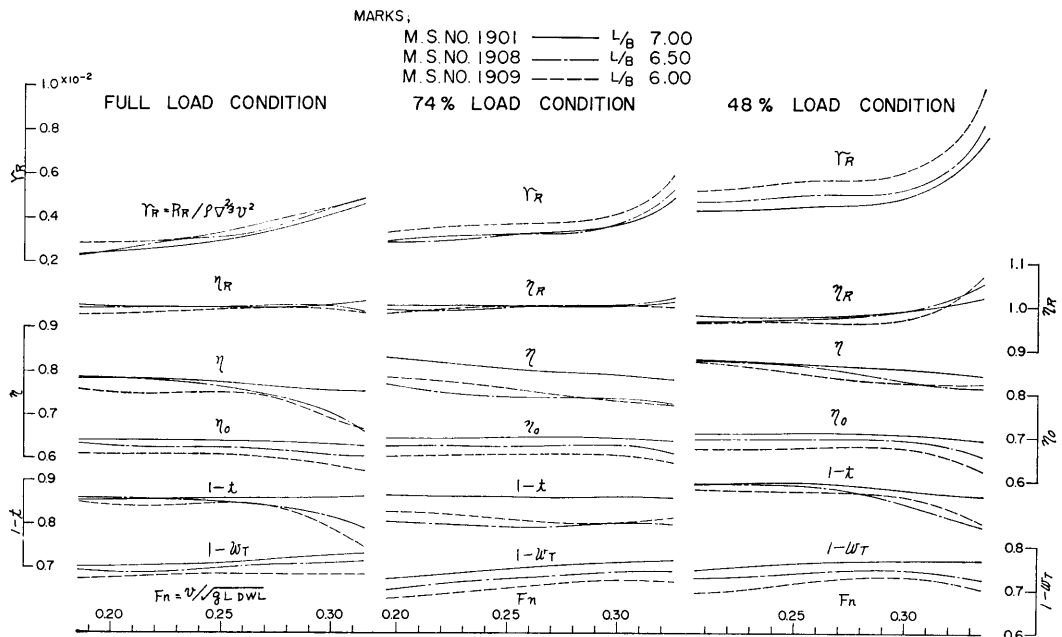


Fig. 14 r_R および自航要素等 (L/B シリーズ)

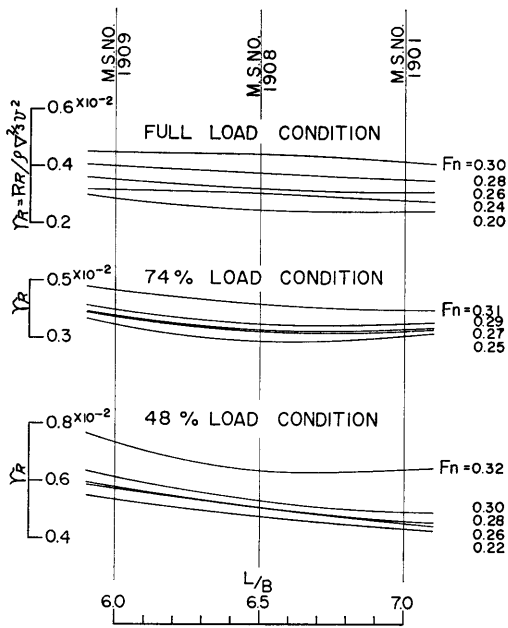


Fig. 15 L/B の r_R におよぼす影響

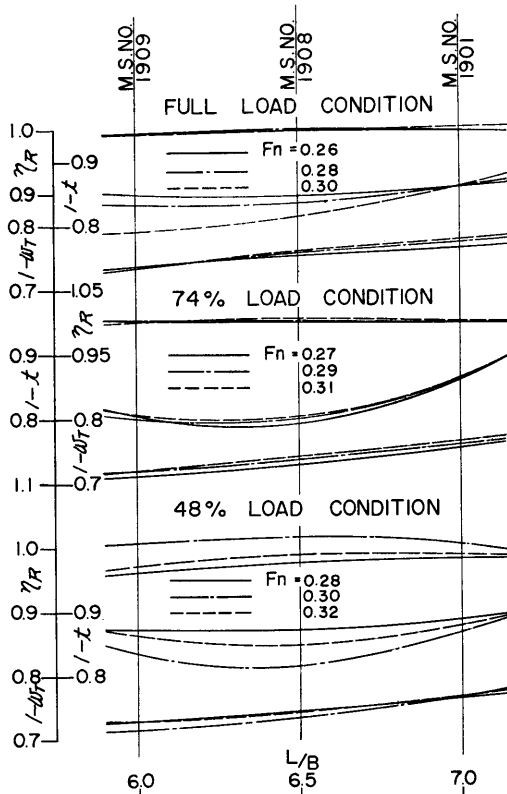


Fig. 16 L/B の自航要素におよぼす影響

速度域で一番高く、M.S. No. 1908 は 1901 と非常に接近しており、かつ $Fn \approx 0.29$ 以下の速度では M.S. No. 1901 より若干低い値を示したが、 $Fn \approx 0.29$ より高速では M.S. No. 1901 が最低値を示している。 $Fn = 0.29$ における最低値と最高値の差は約 12% である。48% 載貨状態については各 3 隻の r_R の形状が、互に類似の傾向を示し、また L/B の小さい方から大きい方に変化するにつれ、 r_R の値も高値から低値へと変化している。 $Fn = 0.30$ における最低値と最高値の差は約 20% である。実験に先立ち、このシリーズの r_R は L/B の大きさの順に、変化するだろうと予想したが、満載、74% 載貨状態で M.S. No. 1908 が予想に反し複雑な起伏を示し、この結果は自航要素の一部にも影響を与えた。この原因は船首バルブによるものか、M.S. No. 1908 の実験に何等かの誤差、あるいは模型船の歪が生じたのではないかと考えられるが、いずれかは明確でない。Fig. 15 に示す L/B を横軸とする r_R のクロス・カーブを見ると、各載貨状態とも一応緩い右下りの傾向を示しているが、満載状態では前記の傾向を見せながらも、M.S. No. 1908 付近で上反りとなるフルード数がある。74% 載貨状態の $Fn \approx 0.28$ 以下では $L/B = 6.5 \sim 7.0$ の中間付近で最適の L/B があるが、上述の理由でこれだけから真偽は測り難い。48% 載貨状態では明らかに右下りのカーブとなっている。

Fig. 14, および Fig. 16 にそれぞれ各載貨状態ごとの自航要素と、 L/B ベースの自航要素を示す。これによれば、全載貨状態を通じ w_T は L/B の小さいものほど大きくなり、また高速になるほど減少していく、一般的傾向を示している。また各載貨状態における模型船間のカーブの形状もよく似ている。 $1-w_T$ についての最低値と最高値の差は、各載貨状態とも約 5% である。 t は全載貨状態を通じて、大体 M.S. No. 1901 が最少である。M.S. No. 1908, 1909 については各載貨状態で異なっており、満載状態での M.S. No. 1908 は $Fn \approx 0.22$ 以下の速度では M.S. No. 1901 よりわずかに少ないが、それ以上の速度では大幅に増大して行く。M.S. No. 1909 は $Fn \approx 0.25 \sim 0.28$ では M.S. No. 1908 と重なり合うが、それ以外の速度では最も悪い。74% 載貨状態では M.S. No. 1908, 1909 は M.S. No. 1901 に比べ相当悪く、M.S. No. 1908 は $Fn \approx 0.29 \sim 0.30$ では M.S. No. 1909 と重なり合うが、その他の速度では一番悪い値を示した。48% 載貨状態においては、ほぼ満載状態と同じ傾向を示して

いるが、 $F_n \approx 0.28$ より高速では M.S. No. 1909 が M.S. No. 1908 よりも小さい値を示している。1- t の最低値と最高値との差は、満載、74%、48% 載貨状態のそれぞれ $F_n = 0.28, 0.29, 0.30$ に対し約 3, 7, および 3% である。また、 w_T が規則的に変化したにもかかわらず、 t は対応的な変化をしていない。各載貨状態を通じて η_0 は w_T の大小と逆の順に並んでいる。 η_R については、満載、74% 載貨状態の低速部を除き、M.S. No. 1901 の η_R と大略同値を示し、低速部においてもその差はわずかである。48% 載貨状態についてもその差は特に大きくないが、 $F_n \approx 0.30$ 以上では M.S. No. 1908 が 1901 よりよくなり、M.S. No. 1909 は一番悪い。 $F_n \approx 0.27 \sim 0.30$ では M.S. No. 1909 の η_R 値は中だるみの形で、M.S. No. 1901 との差も開いてくるが、最高速度では逆に一番よくなっている。 η_R の値は各載貨状態で 1.00 前後である。 η については各載貨状態を通じ M.S. No. 1901 が秀れており、満載状態では $F_n \approx 0.22$ より低速では M.S. No. 1901 と 1908 は重なり合うが、それより高速になるにしたがい段々と差は大きくなっている。M.S. No. 1909 はこの載貨状態で最悪であったが、 $F_n \approx 0.24$ から高速では M.S. No. 1908 に接近する傾向を示し

ている。74% 載貨状態では試験速度範囲で M.S. No. 1901 が他の 2 隻に較べ、はなはだしく高値を示し、次に $F_n \approx 0.28$ 以下の速度では M.S. No. 1909 が秀れているが、より高速になるとわずかながら、M.S. No. 1908 がよくなる。48% 載貨状態においては、満載状態の η の傾向とよく似ているが、ただ $F_n \approx 0.31$ から高速にかけ M.S. No. 1909 が 1908 より幾分よくなっている。Fig. 16 のクロス・カーブから L/B の最適点を見つけることはできないが、一般的に L/B が大きくなり、速度が高くなるほど w_T は小となる。 t についても L/B が大となるほど減少する傾向にある。74%、48% 載貨状態で $L/B = 6.0 \sim 6.5$ の間で t についての最悪点があるような結果となっているが、前述のようにその理由は明確でない。 η_R は L/B による変化はあまりない。

4-5 船尾形状シリーズ

試験の結果を載貨状態ごとに分けて Fig. 17 に示す。まず満載状態における r_R は普通型のマリナ船尾を有する M.S. No. 1901 と駆逐艦形状に船尾を切り上げた M.S. No. 1902 とは試験速度域内でほぼ同一値を示している。74% 載貨状態ではその差は少ないが M.S. No. 1902 が試験速度域内で低値を示し、 $F_n =$

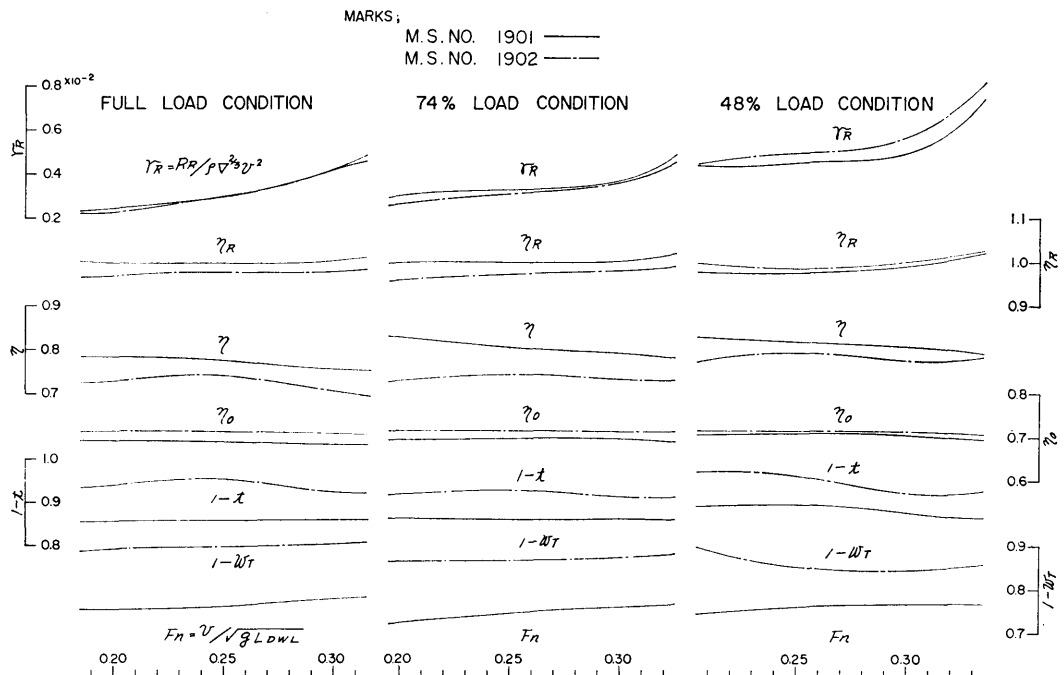


Fig. 17 r_R および自航要素 (船尾形状シリーズ)

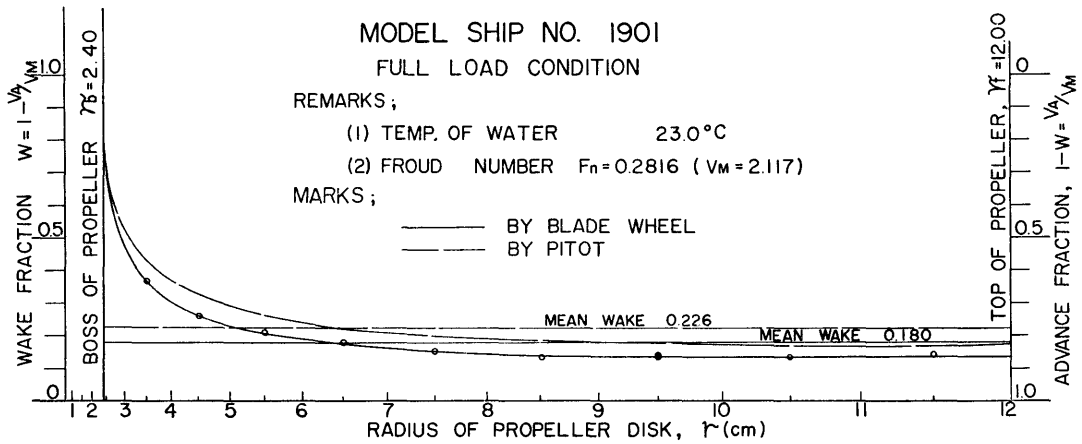


Fig. 18 伴流の半径方向の変化

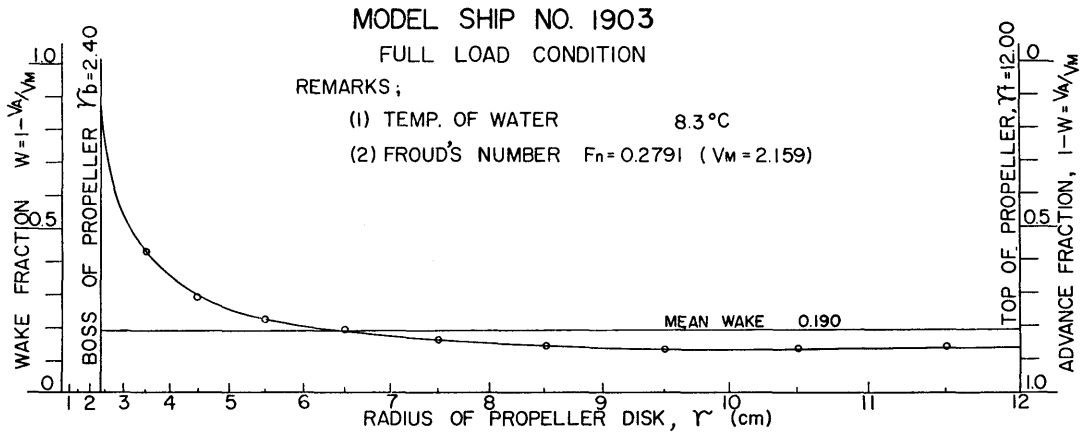


Fig. 19 伴流の半径方向の変化

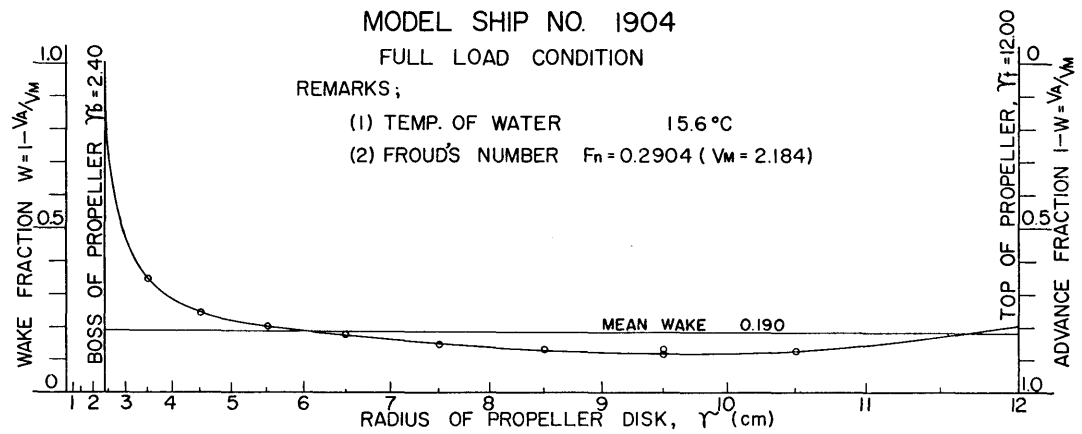


Fig. 20 伴流の半径方向の変化

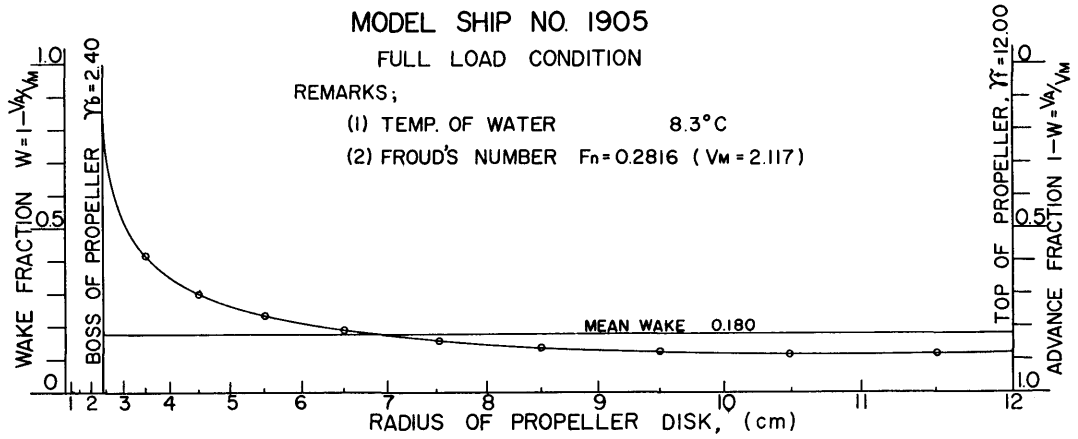


Fig. 21 伴流の半径方向の変化

0.29 における r_R の差は約 4% である。48% 載貨状態では、試験速度域内で M.S. No. 1902 が高い値を示し、 $Fn=0.30$ における r_R の差は約 13% である。以上からして船尾形状の変化の r_R に及ぼす影響は 48% 載貨状態を除き、非常に少なかった。船尾部を切り上げた M.S. No. 1902 の w_T , t は M.S. No. 1901 より少ないことは当然であるが、満載状態の $Fn = 0.28$ における $1-w_T$, および $1-t$ の M.S. No. 1901 の値に対するそれぞれの比は、約 0.86, 0.92, 74% 載貨状態の $Fn=0.29$ に対してはそれぞれ、約 0.87, 0.94, 48% 載貨状態の $Fn=0.30$ に対しては、同じく約 0.91 および 0.96 である。これ等の数値からもわかるように、M.S. No. 1902 の各載貨状態別の前記のフルード数に対する η_H は、M.S. No. 1901 のそれぞれに対し、満載、74%、48% 載貨状態の順に、約 93%、94%、95% であり、総ての載貨状態で劣っている。 η_R は 48% 載貨状態を除き、M.S. No. 1902 が幾分悪いが、傾向も M.S. No. 1901 と似ており、大差はない。また同船の η については、 η_H での損失が大きく響き、 η_0 の利得もわずかな上、48% 載貨状態を除き η_R も若干悪かったため、結局全載貨、全試験速度範囲内で M.S. No. 1901 より劣った。満載、74%、48% 載貨状態のそれぞれ $Fn=0.28$, 0.29, 0.30 における M.S. No. 1902 の η の M.S. No. 1901 のそれに対する比は、約 95, 93%, 96% となっている。M.S. No. 1902 の自航要素が全載貨状態で M.S. No. 1901 に較べあまりよくなかった原因は、M.S. No. 1901 が非常に秀れた船型であったことはもちろんであるが、それとは別に、主として船尾切上げ形状に問題があると推察される。この種の船型変化としてはあ

MODEL SHIP NO. 1901
FULL LOAD CONDITION

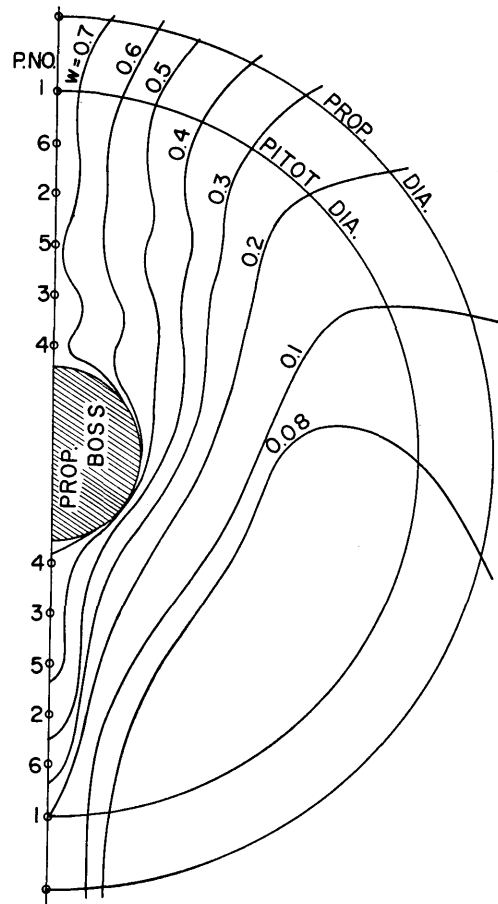


Fig. 22 伴流分布図 ($Fn=0.28$)

	M.S. No. 1901	M.S. No. 1903	M.S. No. 1904	M.S. No. 1905
解析伴流係数 (推力によるもの)	0.227	0.222	0.215	0.223
翼車型流速計による平均伴流係数	0.180	0.190	0.190	0.180
6点型回転式ピトー管による平均 伴流係数	0.226	—	—	—

る程度の抵抗増加を生じて、 t を減少させる方向に進むのが得策かもしれない。

4-6 伴流試験

M.S. No. 1901, 1903, 1904, 1905 の4隻の模型船の満載状態については、 $Fn \approx 0.28$ で翼車型流速計による伴流試験を行なったので、その測定結果を Fig. 18, 19, 20, 21 に示す。なお M.S. No. 1901 については6点型回転式ピトー管による伴流計測を行なったので、Fig. 22 に伴流分布図を示す。この伴流分布図から各半径ごとの平均伴流を求めたものを Fig. 18 の中に被線で併記してある。これ等の平均伴流係数値は上の表に示したようになる。

5. 結 び

本研究では $C_B=0.56$, $L/B=7.0$ のバルバス・バウ付きの高速ライナーの抵抗および推進性能について調べて来たが、原型として非常に秀れた船型 M.S. No. 1901 を選んだため、 l_{CB} シリーズ以外ではこれに勝る船型は認められなかった。しかし、バルブ付高速船においては最適浮心位置が普通型船首船型と非常に異なるなど、基本設計上非常に有益な資料を得た。なお次回は下記シリーズについて報告する予定である。

1. 船体前半部プリズマチック・カーブ・シリーズ
2. バルブ・シリーズ
3. 柱形係数および中央横截面係数・シリーズ