

“肥大船型の球艀に関する造は抵抗理論的研究” (續報) (前半部極の面極曲線の形状による造は抵抗の変化)

防衛大学校 別所正利

昭和37年5月5日

内容

1. 序
2. 計算及び結果
3. 考察

附表は図各2葉及び計算仕様書

1. 序

前報と全く同様の計算によつて、今回は $C_D = .80, .82$ の球艀船型について、肩の張つたものと齊せたものの計4隻について造は抵抗の漸近値及び球艀の効果の略近値を求めて、又々、母船型の値と比較して見た。

2. 計算及び結果

船型はSR41のものから選び、計算は附録仕様書によつた。その結果は表1, 2表に示す。記号等はすべて前報と同じである。

此の内球艀の効果に関する点では前報と略々同様の傾向を有し、最も効果的な球艀をつけた場合の抵抗減少量は常に10%を出ない。此の点幾分計算上の誤りとなり事はないが、現在の段階では止むを得ない。

又、他が経験的に妥当な範囲内にある事で満足する。今回の目的は肩の張つたものと齊せたものとの抵抗の比較であるので、表1, 2図に前報の母船型の抵抗値と共に置き、参考の意にSR41船の計算の抵抗値をもその中に示した。

オ1図は $C_b = 0.80$ の場合である。量的には甚だしい差宴が見られるが全般的に大小の順序は理論実験と略々一致しており、高速ではかなり位相がずれては来るが定性的には着の変化の具合をもよく示している。

一方オ2図 ($C_b = 0.82$ の場合) では計算値は傾向的に $C_b = 0.80$ の場合と同じで全般的に抵抗曲線が位相に幾分ずれただけの様に見えるが、実験値との比較は大小の順序に於て位相で一致しない。

然し船の張つたものが速度につれて急激に抵抗を増す点などでは定性的にかなり忠実な対応が見られる。

3. 考察

以上の結果をまとめて見ると、少くとも理論上造波抵抗は、船の張つたものでは位相で作り、 $Fr = 0.19 \sim 0.20$ から急激に増えて最終には最も高くなる。反対に瘡痛の船は $Fr = 0.22$ 程を以て最も抵抗が低い。

実験値はある程度此の結論を支持する様に見える。

一方造波抵抗は位相では略々水線形状で決まり、高速に存する従って水面下の形状が利いて来る事が式の上から判明し、又実用上からも吃水の小さい時は高速である事が考えられるので此の結論から考えれば水線は船を張らせた方がよく、水面下では瘡痛にしようがよいと考えられる。此の様な考え方は自然的に大きくファリングをした環船船型が得られる様に見える。

前報から考えて来た環船の効果の算定は船底附近の僅かな変形と云う考えに基づいているので以上の考察から生ずる様な環船の効果の判定するには不向きであるけれども、計算の過半程が上記結論から推して一つの有望な方向である様に思われる。

以上

表 1

$$H(x) = \sum_{n=0}^L A_n x^n$$

$$h(x) = \sum_{n=0}^L a_n x^n$$

for $\alpha_1 < x < \alpha_2 < 0$

$$H(x) = \sum_{n=0}^L B_n x^n$$

$$h(x) = \sum_{n=0}^L b_n x^n$$

for $0 < \alpha_3 < x < \alpha_4$

$\alpha_1 = -1.00$

$\alpha_2 = -0.20$

$\alpha_4 = 1.00$

$\alpha_3 = 0.40$

for $C_0 = .80$ SERIES

$\alpha_3 = 0.50$

for $C_0 = .82$ SERIES

MODEL	M.1378	M.1379	M.1408	M.1409
A ₀	前報 表 1 CB-80-B0 12.71		前報 表 1 CB-82-B0 12.71	
A ₁				
A ₂				
A ₃				
A ₄				
A ₅	(C ₀ = .80)		(C ₀ = .82)	
A ₆				
B ₀	.99709	-6.28878	-.79627	-57.02530
B ₁	.09726	77.27836	11.43844	516.75581
B ₂	-2.93350	-330.81219	-30.84346	-1886.68732
B ₃	16.82308	727.83071	48.92830	3609.31608
B ₄	-36.75365	-862.82735	-51.06512	-3809.63284
B ₅	33.74203	520.41410	32.42871	2101.18974
B ₆	-11.97331	-125.59484	-10.08559	-473.91416
a ₀	前報 表 1 CB-80-B0 12.71		前報 表 1 CB-82-B0 12.71	
a ₁				
a ₂				
a ₃				
a ₄				
a ₅				
a ₆				
b ₀	2.39876	-.77290	34.72832	-15.21811
b ₁	-21.82776	5.76528	-301.57893	122.62819
b ₂	79.63827	-13.55373	1076.19683	-396.50133
b ₃	-149.41067	3.91780	-2020.63283	654.45232
b ₄	152.42092	27.32587	2105.74278	-577.37402
b ₅	-79.65397	-36.13723	-1154.44931	255.73320
b ₆	16.44544	13.46521	260.00395	-43.77045

表 2

MODEL		M. 1378					M. 1379				
g	Fr	C _w × 10 ³	-P	-Max ΔC _w × 10 ³	Opt. ΔV × 10 ⁶	Opt. f	C _w × 10 ³	-P	-Max ΔC _w × 10 ³	Opt. ΔV × 10 ⁶	Opt. f
10	2236	59.9	5.86	0.237	40.5	4.71	113.1	8.96	.556	61.9	6.26
11	2132	59.9	5.51	.173	31.4	3.98	69.3	7.06	.285	40.3	4.70
12	2041	78.1	8.08	.315	38.9	4.59	79.3	8.56	.353	41.2	4.77
13	1961	49.1	6.57	.178	27.1	3.61	47.1	6.27	.162	25.9	3.50
14	1890	46.1	5.79	.121	20.8	3.03	23.8	4.55	.075	16.4	2.58
15	1826	61.7	8.20	.215	26.1	3.52	33.6	6.11	.119	19.4	2.89
16	1768	42.4	7.13	.145	20.3	2.98	25.0	4.77	.065	13.6	2.28
17	1715	34.9	5.84	.088	15.1	2.44	15.1	3.53	.032	9.1	1.75
18	1667	46.7	7.56	.135	17.8	2.73	22.4	5.18	.064	12.2	2.12
19	1622	34.9	6.72	.098	14.6	2.39	18.3	4.35	.041	9.4	1.79
20	1581	27.8	5.40	.059	10.9	1.97	13.3	3.26	.022	6.6	1.41
21	1543	36.8	6.66	.084	12.6	2.17	19.6	4.75	.043	9.0	1.73
22	1508	28.6	5.83	.061	10.4	1.91	16.1	4.09	.030	7.3	1.50

MODEL		M. 1408					M. 1409				
g	Fr	C _w × 10 ³	-P	-Max ΔC _w × 10 ³	Opt. ΔV × 10 ⁶	Opt. f	C _w × 10 ³	-P	-Max ΔC _w × 10 ³	Opt. ΔV × 10 ⁶	Opt. f
10	2236	78.9	5.92	.243	40.9	4.95	294.1	14.5	1.452	100.1	8.62
11	2132	87.5	6.02	.207	34.3	4.22	183.7	11.4	.746	65.2	6.47
12	2041	110.8	9.29	.416	44.7	5.03	159.0	12.63	.768	60.8	6.18
13	1961	66.4	7.33	.222	30.2	3.88	88.5	9.43	.367	38.9	4.59
14	1890	60.2	6.28	.142	22.6	3.20	51.7	6.97	.175	25.1	3.43
15	1826	81.2	9.18	.269	29.3	3.80	62.5	8.52	.231	27.1	3.61
16	1768	56.4	8.01	.183	22.8	3.22	42.2	6.77	.131	19.3	2.88
17	1715	47.2	6.54	.110	16.9	2.63	23.4	4.86	.061	12.5	2.16
18	1667	62.9	8.66	.177	20.4	2.99	32.8	6.30	.094	14.8	2.42
19	1622	47.6	7.82	.133	17.0	2.65	25.5	5.17	.058	11.2	2.01
20	1581	38.4	6.29	.080	12.7	2.18	15.1	3.63	.027	7.3	1.51
21	1543	50.4	7.81	.116	14.8	2.41	22.3	5.03	.048	9.5	1.80
22	1508	39.2	6.94	.086	12.4	2.14	19.1	4.30	.033	7.6	1.58

A4X100

造波抵抗漸近値の計算仕様書(改A)*

1. 目的 此の仕様書は中央平行部のある船型の
作図における造波抵抗の漸近値を計算するもので
あって 10月11日付仕様書 A を改良補正したもので
ある。

2. 一般 計算は船型の表示と抵抗係数の計算の
二つからなる。

3. 船型の級数表示 半巾曲線を $H(x, z)$ と記すとき、

$$H(x, z) = H(x) + (1 + \frac{z}{\sigma}) h(x), \quad (3.1)$$

の $h(x)$ をおけるものとする。

但し $H(x)$ は σ の σ マ 曲線とし、 $H(x) + h(x)$ が
計画吃水における水線とする。

$H(x)$, $h(x)$ は附表に与える。

所算の丸印の値を使い、更に中央平行部端の切線が
過にたす軌に、後半部及び前半部を別個に 6 次式に
て近似する。

求められた 6 次式によつて、表に与えられた点
の数値を計算し、近似度を確かめる。

最後により式から 6 階迄の微係数 $\alpha_1 \sim \alpha_4$
の各点を計算する。

4. 造波抵抗係数

3 項の計算値を使って 4 次式の計算をする。

$$C_w' = \frac{R_w}{\frac{1}{2} \rho V^2 B^2} = \frac{2}{\pi g^2} (1 - e^{-t})^2 \left[A_3(t) \sum_{n=1}^4 G_n^2 + \right. \\ \left. + \sqrt{\frac{2\pi}{g}} \sum_{\substack{n, m=1 \\ n > m}}^4 (-1)^{n+m} \frac{G_n G_m}{\sqrt{\alpha_n - \alpha_m}} \cos \left\{ (\alpha_n - \alpha_m) g + \epsilon_n - \epsilon_m + \frac{\pi}{4} \right\} \right], \quad (4.1)$$

但し

$$t = g\tau$$

$$A_3(t) = \frac{P_3(0.0) - 2P_3(0.1) + P_3(0.2)}{(1 - e^{-t})^2} = \frac{1.8994 + 1.4605t}{1 + 2.8898t - 0.0715t^2}$$

$$G_n = \sqrt{C_n^2 + D_n^2}, \quad E_n = \tan^{-1} \frac{D_n}{C_n} \quad (4.2)$$

$$C_n = \left[H' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(6)}}{g^4} + B(t) \left(h' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(6)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_n}, \quad n=1 \sim 4$$

$$D_n = \frac{1}{g} \left[H' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(6)}}{g^4} + B(t) \left(h' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(6)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4}$$

$$D_1 = -(\text{上式}) - g B(t) h(-1), \quad \alpha_1 = -1,$$

$$B(t) = \left\{ 1 - \frac{2}{t} + e^{-t} \left(1 + \frac{2}{t} \right) \right\} / (1 - e^{-t}),$$

5. 計算

附表の船型4隻について、3段は2m、4段の計算をする。
4段の計算範囲は

$g = 10(1)22$ の計13点において、 G_n, E_n, C_n を
求める。

以下

$$D_2 + D_3 = \frac{1}{g} \left[H' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(6)}}{g^4} + B(t) \left(h' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(6)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_2, \alpha_3}$$

$$D_1 + D_4 = -(\text{上式}) - g [H(x) + B(t)h(x)]_{x=\alpha_1, \alpha_4}$$

造波抵抗影響函数の近似計算仕様書

1. 目的 此の仕様書は造波抵抗漸近値・計算仕様書(改A, 11月21日付)の結果を利用して船首船底附近の影響函数を近似的に計算し, 球状船首の効果을推定する爲のものである。

2. 計算式

前記仕様書の記号を用いて, 影響函数 Γ は

$$\Gamma(q, \delta s) = \frac{2q}{\pi} \left[G_4 \cos E_4 L^{-1}(q\delta s, \delta\tau) + (e^{-q\delta s} - e^{-q(\delta s + \tau)}) \sqrt{\frac{\pi}{2g}} \sum_{n=1}^3 \frac{(-1)^n G_n}{\sqrt{\alpha_4 - \alpha_{2n}}} \cos\{(\alpha_4 - \alpha_{2n})q - E_n + \frac{\pi}{4}\} \right] \quad (2.1)$$

$$\begin{aligned} \text{但し } L^{-1}(q\delta s, \delta\tau) &= P_1(q\delta s) - P_1(0, q\delta s + \tau), \\ P_1(0, t) &= \frac{1}{2} e^{-\frac{t}{2}} K_0\left(\frac{t}{2}\right) \end{aligned} \quad (2.2)$$

船首で吃水 δ の点にある球による抵抗変化 ΔC_w は

$$\Delta C_w = 2\Gamma(q, \delta s)(\Delta V) + \frac{Q(q\delta s)}{b^2}(\Delta V)^2 \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} Q(t) &= \frac{q}{8\pi} g^4 P_5(0, t) \\ P_5(0, t) &= \frac{1}{4} e^{-\frac{t}{2}} \left\{ K_0\left(\frac{t}{2}\right) + \left(1 + \frac{t}{2}\right) K_1\left(\frac{t}{2}\right) \right\} \end{aligned} \quad (2.4)$$

従って 最大の ΔC_w とその時の球の排水量 は次の如くである。

$$\text{Max}(\Delta C_w) = - \frac{b^2 \Gamma'(q, \delta s)}{Q(q\delta s)} \quad (2.5)$$

$$\text{Opt.}(\Delta V) = - \frac{b^2 \Gamma'(q, \delta s)}{Q(q\delta s)} \quad (2.6)$$

本計算を通じて $\delta = 0.8\tau$, (τ は附表に与えてある) とする。又 $b = (BL)$ で 矢張り 附表に与えてある。

尚此の球の横切面積の船の中央極切面積に対する
比のパーセンテージで球船首の大きさを表わす事
にするとこれを f とし

$$f = \frac{100\pi}{2b\pi} \left(\frac{3}{4\pi} \Delta V \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.7)$$

$$\text{or } \Delta V = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{2b\pi f}{100\pi} \right)^{\frac{3}{2}}$$

3. 計算の範囲

附表の各船型について、(2.1)式で

$g = 10$ (2) 22 の計7点について、 $P(g, 0.89\pi)$ を計算し、且つ (2.5) から (2.6) で $\text{Max}(\Delta C_w)$ 、 $\text{Opt}(\Delta V)$ を計算し、 $\text{Opt}(\Delta V)$ は (2.7) で f 値に換算する。

~~又 CB80-B0, CB82-B0 については~~

~~$$f = 2, 4, 4.5, 6$$~~

~~の4つの場合について (2.3) によって ΔC_w を計算する。~~

以上。

“肥大船型の球艀に関する造波抵抗理論的研究”
(続報)
(前半部艀の面積曲線の形状による造波抵抗の変化)

防衛大学校 別所正幸

昭和37年5月5日

内容

1. 序
2. 計算及び結果
3. 考察

附表及び図各2葉及び計算仕様書

1. 序

前報と全く同様の計算によって今回は $C_b = .80, .82$ の球艀船型について 肩の張ったものと齊せたものの計4隻について造波抵抗の漸近値及び球艀の効果の略近値を求めて、又々、前船型の値と比較して見た。

2. 計算及び結果

船型は SR41 のものから選び、計算は附録に様式によった。その結果は表1, 2表に示す。記号等はすべて前報と同じである。

此の内球艀の効果に関する点では前報と略々同様の傾向を有し、最も効果的な球艀をつけた場合の抵抗減少量も常に 10% を出ない。此の点 幾分計算上の誤差となり事はなかり、現在の段階では止むを得ない。

又、値が経験的に妥当な範囲内にある事で満足した。今回の目的は肩の張ったものと齊せたものとの抵抗の比較であるので表1, 2図に前報の前船型の抵抗値と共に置き、参考の為に SR41 報告書所載の抵抗値をも、その下に示した。

オ1図は $C_b = 0.80$ の場合である。量的には甚だしい差が見られるが、全般的に大小の順序は理論実験と略一致しており、高速ではかなり位相がずれては来るが定性的には着の变化の具合をもよく示している。

一方オ2図 ($C_b = 0.82$ の場合) では計算値は傾向的に $C_b = 0.80$ の場合と同じで、全般的に抵抗曲線が位相に幾分ずれただけの様に見えるが、実験値との比較は大小の順序に於て位相で一致しない。

然し船の張つたものが速度につれて急激に抵抗を増す点などでは定性的にかなり忠実な反応が見られる。

3. 考察

以上の結果をまとめて見ると、少くとも理論上造波抵抗は、船の張つたものでは位相でずれ、 $Fr = 0.19 \sim 0.20$ から急激に増えて最後には最も高くなる。反対に楕円の船は $Fr = 0.22$ 程な位で最も抵抗が低い。

実験値もある程な此の結論を支持する様に見える。

一方造波抵抗は位相では略、水線形状で決まり、高速に依り水面下の形状が利いて来る事が式の上から判明し、又実用上からも吃水の小さい時は高速である事が考えられるので此の結論から考えれば水線は船を張らせるがよい、水面下では楕円にするがよいと考えられる。此の様な考え方は自然的に大きくフィッティングをした環船船型が得られる様に見える。

前報から考えて来た環船の效果の算定は船底附近の僅かな変形と云う考えに基いているので、如上の考察から生ずる様な環船の效果を判定するには不向きであるけれども、計算の過程は上記結論から推して一つの有望な方向である様に思われる。

以上。

表 1

$$H(x) = \sum_{n=0}^L A_n x^n$$

$$h(x) = \sum_{n=1}^L a_n x^n$$

for $\alpha_1 < x < \alpha_2 < 0$

$$H(x) = \sum_{n=0}^L B_n x^n$$

$$h(x) = \sum_{n=1}^L b_n x^n$$

for $0 < \alpha_3 < x < \alpha_4$

$$\alpha_1 = -1.00$$

$$\alpha_2 = -0.20$$

$$\alpha_4 = 1.00$$

$$\alpha_3 = 0.40$$

for $C_b = .80$ SERIES

$$\alpha_3 = 0.50$$

for $C_b = .82$ SERIES

MODEL	M.1378	M.1379	M.1408	M.1409
A ₀	前報 表 1 CB-80-B0 10.71 C (C _b = .80)		前報 表 1 CB-82-B0 10.71 C (C _b = .82)	
A ₁				
A ₂				
A ₃				
A ₄				
A ₅				
A ₆				
B ₀	.99709	-6.28898	-.79627	-57.02530
B ₁	.09726	77.27836	11.43844	516.75581
B ₂	-2.93350	-330.81219	-30.84346	-1886.68732
B ₃	16.82308	727.83071	48.92830	3609.31608
B ₄	-36.75365	-862.82735	-51.06512	-3809.63284
B ₅	33.74203	520.44410	32.42371	2101.18974
B ₆	-11.97231	-125.59484	-10.08559	-473.91416
a ₀	前報 表 1 CB-80-B0 10.71 C		前報 表 1 CB-82-B0 10.71 C	
a ₁				
a ₂				
a ₃				
a ₄				
a ₅				
a ₆				
b ₀	2.39876	-.77290	34.72832	-15.21811
b ₁	-21.82796	5.76528	-301.57893	122.62819
b ₂	77.63827	-13.55373	1076.19683	-396.50133
b ₃	-149.41067	3.91780	-2020.63283	654.45232
b ₄	152.4092	27.32587	2105.74278	-577.37402
b ₅	-79.65397	-36.13723	-1154.84931	255.73320
b ₆	16.44544	13.46521	264.00395	-43.71045

A4X100

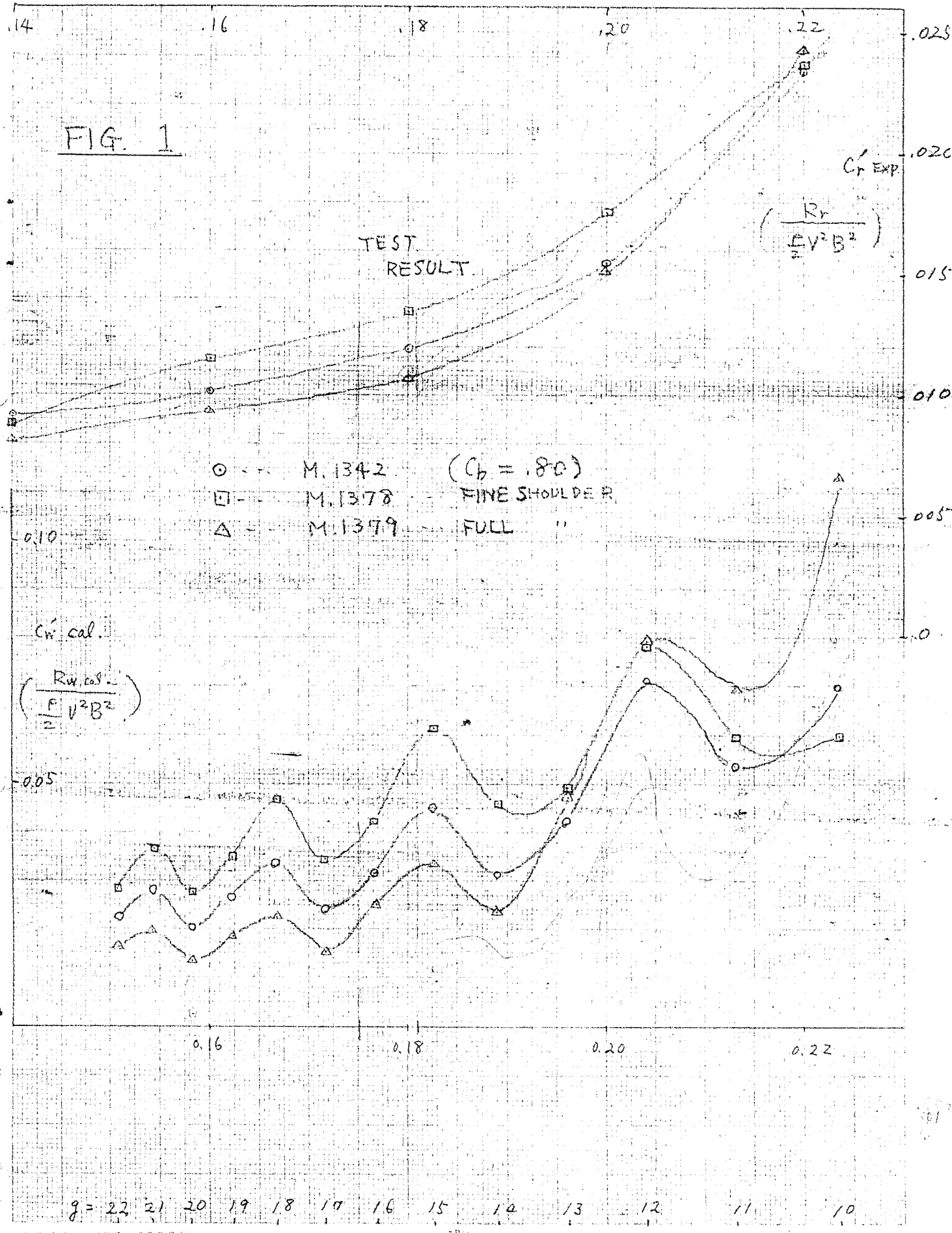
表 2

MODEL		M. 1378					M. 1379				
θ	Fr.	$C_w \times 10^3$	$-P$	$-\text{Max} \Delta C_w \times 10^3$	$\text{Opt. } \Delta V \times 10^6$	Opt. f	$C_w \times 10^3$	$-P$	$-\text{Max} \Delta C_w \times 10^3$	$\text{Opt. } \Delta V \times 10^6$	Opt. f
10	.2236	59.9	5.86	0.237	40.5	4.71	113.1	8.96	.556	61.9	6.26
11	.2132	59.9	5.51	.173	31.4	3.98	69.3	7.06	.285	40.3	4.70
12	.2041	78.1	8.08	.315	38.9	4.59	79.3	8.56	.353	41.2	4.77
13	.1961	49.1	6.57	.178	27.1	3.61	47.1	6.27	.162	25.9	3.50
14	.1890	46.1	5.79	.121	20.8	3.03	23.8	4.55	.075	16.4	2.58
15	.1826	61.7	8.20	.215	26.1	3.52	33.6	6.11	.119	19.4	2.89
16	.1768	42.4	7.13	.145	20.3	2.98	25.0	4.77	.065	13.6	2.28
17	.1715	34.9	5.84	.088	15.1	2.44	15.1	3.53	.032	9.1	1.75
18	.1667	46.7	7.56	.135	17.8	2.73	22.4	5.18	.064	12.2	2.12
19	.1622	34.9	6.72	.098	14.6	2.39	18.3	4.35	.041	9.4	1.79
20	.1581	27.8	5.40	.059	10.9	1.97	13.3	3.26	.022	6.6	1.41
21	.1543	36.8	6.66	.084	12.6	2.17	19.6	4.75	.043	9.0	1.73
22	.1508	28.6	5.83	.061	10.4	1.91	16.1	4.09	.030	7.3	1.50

MODEL		M. 1408					M. 1409				
θ	Fr.	$C_w \times 10^3$	$-P$	$-\text{Max} \Delta C_w \times 10^3$	$\text{Opt. } \Delta V \times 10^6$	Opt. f	$C_w \times 10^3$	$-P$	$-\text{Max} \Delta C_w \times 10^3$	$\text{Opt. } \Delta V \times 10^6$	Opt. f
10	.2236	78.9	5.92	.243	40.9	4.75	294.1	14.5	1.452	100.1	8.62
11	.2132	87.5	6.02	.207	34.3	4.22	183.7	11.4	.746	65.2	6.47
12	.2041	110.8	9.29	.416	44.7	5.03	159.0	12.63	.768	60.8	6.18
13	.1961	66.4	7.33	.222	30.2	3.88	88.5	9.43	.367	38.9	4.59
14	.1890	60.2	6.28	.142	22.6	3.20	51.7	6.97	.175	25.1	3.43
15	.1826	81.2	9.18	.269	29.3	3.80	62.5	8.52	.231	27.1	3.61
16	.1768	56.4	8.01	.183	22.8	3.22	42.2	6.77	.131	19.3	2.88
17	.1715	47.2	6.54	.110	16.9	2.63	23.4	4.86	.061	12.5	2.16
18	.1667	62.9	8.66	.177	20.4	2.99	32.8	6.30	.094	14.8	2.42
19	.1622	47.6	7.82	.133	17.0	2.65	25.5	5.17	.058	11.2	2.01
20	.1581	38.4	6.29	.080	12.7	2.18	15.1	3.63	.027	7.3	1.51
21	.1543	50.4	7.81	.116	14.8	2.41	22.3	5.03	.048	9.5	1.80
22	.1508	39.2	6.94	.086	12.4	2.14	19.1	4.30	.033	7.6	1.56

A4X100

FIG. 1



J10 A4 150-2507

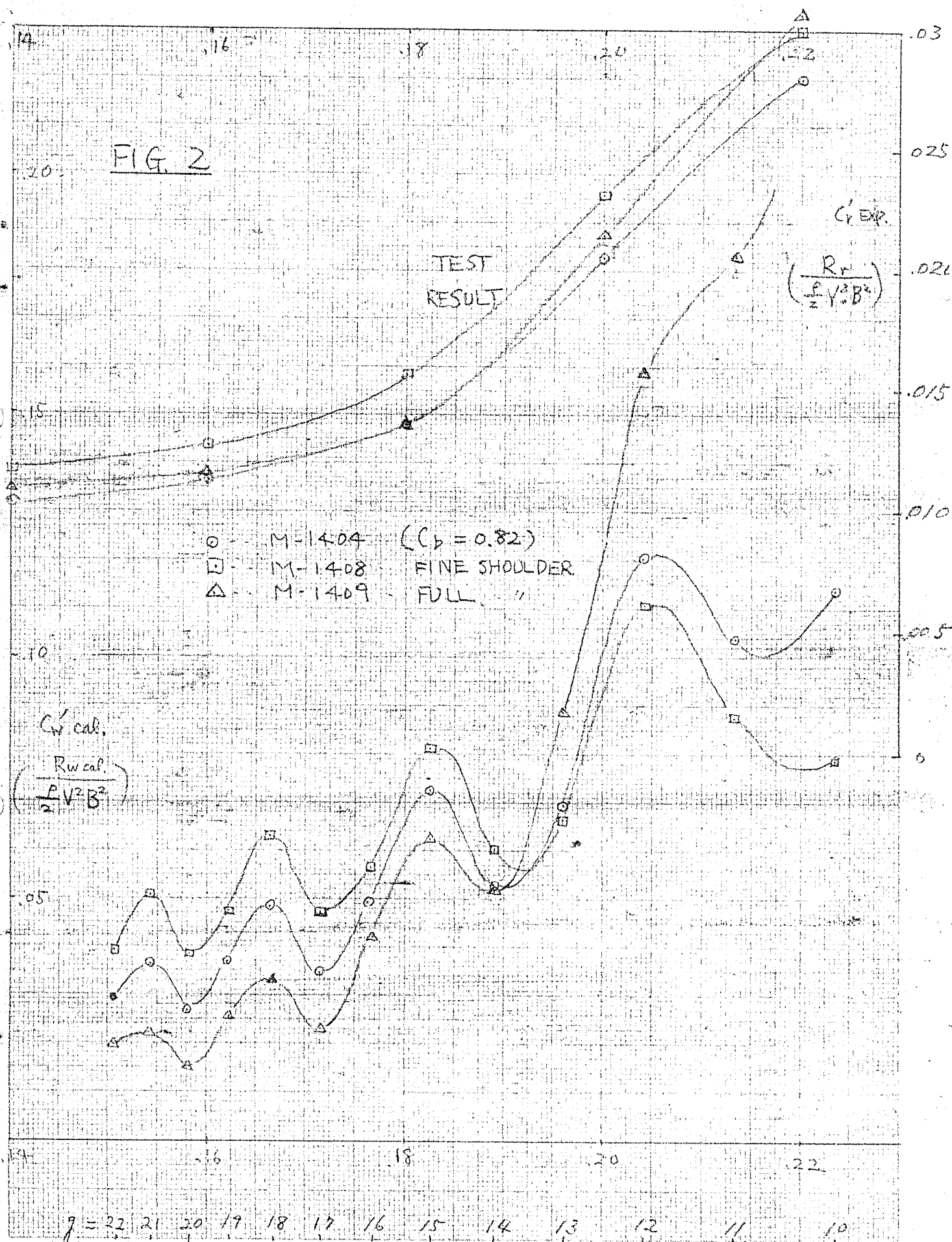
M.1379 M.1342



100-150

100

FIG. 2

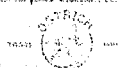


J15 44 160x250%

○ 1404 □ 1408 FINE

△ 1409

5/11/1



造波抵抗漸近値の計算仕様書 (改A)*

1. 目的 此の仕様書は中央平行部のある船型の
 作図における造波抵抗の漸近値を計算する為のも
 であって 10月11日付仕様書 A を改良補正したもので
 ある。
2. 一般 計算は船型の表示と抵抗係数の計算の
 二つからなる。
3. 船型の級数表示 半中曲線を $H(x, z)$ と記すとき

$$H(x, z) = H(x) + \left(1 + \frac{2z}{\tau}\right) h(x) \quad (3.1)$$

の如く表わされるものとする。

但し $H(x)$ は フリスマ 曲線とし、 $H(x) + h(x)$ が
 計画吃水における水線とする。

$H(x)$, $h(x)$ は附表に与える。

新造の丸印の値を使い更に中央平行部端のセグメントが
 零になる様に、後半部及び前半部を別個に 6 次式に
 近似する。

求められた 6 次式によつて、表に与えられた点
 の数値を計算し、近似度を確かめる。

最終に此の式から 6 階迄の微係数を $\alpha_1 \sim \alpha_4$
 の各点で計算する。

4. 造波抵抗係数

3項の計算値を用いて 2 次式の計算をする。

$$C_w' = \frac{R_w}{\frac{\rho}{2} V^2 B^2} = \frac{2}{\pi g^2} (1 - e^{-t})^2 \cdot \left[A_3(t) \sum_{n=1}^4 G_n^2 + \right. \\ \left. + \sqrt{\frac{2\pi}{g}} \sum_{\substack{n,m=1 \\ n>m}}^4 (-1)^{n+m} \frac{G_n G_m}{\sqrt{\alpha_n - \alpha_m}} \cos\left\{(\alpha_n - \alpha_m)g + \varepsilon_n - \varepsilon_m + \frac{\pi}{4}\right\} \right] \quad (4.1)$$

但し

$$t = g\tau$$

$$A_3(t) = \frac{P_3(0.0) - 2P_3(0.2) + P_3(0.2t)}{(1 - e^{-t})^2} = \frac{1.8994 + 1.4605t}{1 + 2.8878t - 0.0715t^2}$$

$$G_n = \sqrt{C_n^2 + D_n^2}, \quad E_n = \tan^{-1} \frac{D_n}{C_n},$$

$$C_n = \left[H' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(5)}}{g^4} + B(t) \left(h' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(5)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_n}, \quad n=1 \sim 4 \quad (4.2)$$

$$D_n = \frac{1}{g} \left[H'' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(6)}}{g^4} + B(t) \left(h'' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(6)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4}$$

$$D_1 = -(\text{上式}) - g B(t) h(-1), \quad \alpha_1 = -1,$$

$$B(t) = \left\{ 1 - \frac{2}{e} + e^{-t} \left(1 + \frac{2}{e} \right) \right\} / (1 - e^{-t}),$$

5. 計算

附表の船型4隻について、3段及び4段の計算を行った。
4段の計算範囲は

$g = 10(1)22$ の計13点において、 G_n, E_n, C_n を求めた。

以下

$$D_2 + D_3 = \frac{1}{g} \left[H'' - \frac{H^{(4)}}{g^2} + \frac{H^{(6)}}{g^4} + B(t) \left(h'' - \frac{h^{(4)}}{g^2} + \frac{h^{(6)}}{g^4} \right) \right]_{x=\alpha_2, \alpha_3}$$

$$D_1 + D_4 = -(\text{上式})_{x=\alpha_1, \alpha_4} - g [H(x) + B(t)h(x)]_{x=\alpha_1, \alpha_4}$$

造波抵抗影響函数の近似計算仕様書

1. 目的 此の仕様書は造波抵抗漸近値・計算仕様書(改A, 11月21日付)の結果を利用して船首船底附近の影響函数を近似的に計算し、球状船首の効果을推定する為のものである。

2. 計算式

前記仕様書の記号を用いて、影響函数 Γ は

$$\Gamma(g, gS) = \frac{2g}{\pi} \left[G_4 \cos \epsilon_4 L^{-1}(gS, gT) + (e^{-gS} - e^{-g(S+T)}) \sqrt{\frac{\pi}{2g}} \sum_{n=1}^3 \frac{(-1)^n G_n}{\sqrt{\alpha_4 - \alpha_n}} \cos \{(\alpha_4 - \alpha_n)g - \epsilon_n + \frac{\pi}{4}\} \right] \quad (2.1)$$

$$L^{-1}(gS, gT) = R_1(0, gS) - R_1(0, gS+T), \quad (2.2)$$

$$R_1(0, t) = \frac{1}{2} e^{-\frac{t}{2}} K_0\left(\frac{t}{2}\right),$$

船首で吃水する点にある球による抵抗変化 ΔC_w は

$$\Delta C_w = 2 \Gamma(g, gS) (\Delta V) + \frac{Q(gS)}{b^2} (\Delta V)^2 \quad (2.3)$$

$$Q(t) = \frac{g}{8\pi} g^4 R_5(0, t)$$

$$R_5(0, t) = \frac{1}{4} e^{-\frac{t}{2}} \left\{ K_0\left(\frac{t}{2}\right) + \left(1 + \frac{t}{2}\right) K_1\left(\frac{t}{2}\right) \right\} \quad (2.4)$$

従って最大の ΔC_w とその時の球の排水量 ΔV は次の如くである。

$$\text{Max}(\Delta C_w) = - \frac{b^2 \Gamma(g, gS)}{Q(gS)} \quad (2.5)$$

$$\text{Opt.}(\Delta V) = - \frac{b^2 \Gamma(g, gS)}{Q(gS)} \quad (2.6)$$

本計算を通じて $S = 0.8\pi$, (π は附巻に与えてある) とする。又 $b = (BL)$ で矢張り附巻に与えてある。

尚此の球の横切面積の船の中央極切面積に対する
比のパーセンテージで球船首の大きさを表わす事
にすると f とし

$$f = \frac{100\pi}{26\pi} \left(\frac{3}{4\pi} \Delta V \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.7)$$

$$\text{or } \Delta V = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{26\pi f}{100\pi} \right)^{\frac{3}{2}}$$

3. 計算の範囲

附表の各船型について、(2.1)式で

$g = 10, 22$ の計7点について、 $P(g, 0.88\pi)$ を計算し、又 (2.5) 及び (2.6) で $\text{Max}(\Delta C_w)$, $\text{Opt}(\Delta V)$ を計算し、 $\text{Opt}(\Delta V)$ は (2.7) で f 値に換算する。

~~又 CB80-B0, CB82-B0 については~~

~~$$f = 2, 4, 4.5, 6$$~~

~~の4つの場合について (2.3) に基づいて ΔC_w を計算する。~~

以上。

附表 1. $H(x)$

CB80					CB82				
St	x	M-1378	M-1379	α_n	α_n	M-1408	M-1409	z_c	
A.P	0	0		α_1	α_1	0		-1.000	0
1/4	-.950	.0834				.0952		-.950	
1/2	-.900	.2361				.2712		-.900	
3/4	-.850	.3721				.4251		-.850	
1	-.800	.4949				.5565		-.800	
1 1/2	-.700	.7014				.7611		-.700	
2	-.600	.8540				.8964		-.600	
2 1/2	-.500	.9494				.9683		-.500	
3	-.400	.9910				.9953		-.400	
4	-.200	1.0000		α_2	α_2	1.0000		-.200	
	0	"				"		0	
7	.400	.9989	1.0000	α_3		"		.400	
7 1/2	.500	.9855	1.0000		α_3	.9922	1.0000	.500	
8	.600	.9351	.9825			.9597	.9930	.600	
8 1/2	.700	.8369	.8752			.8819	.9200	.700	
9	.800	.6747	.6547			.7304	.7265	.800	
9 1/4	.850	.5631	.5066			.6189	.5779	.850	
9 1/2	.900	.4202	.3445			.4660	.4020	.900	
9 5/8	.925	.3345	.2604			.3736	.3080	.925	
9 3/4	.950	.2364	.1754			.2660	.2100	.950	
9 7/8	.975	.1260	.0882			.1435	.1075	.975	
F.P.	1.000	0	0	α_4	α_4	0	0	1.000	

注1). $H(x)$ を $x=\alpha_1 \sim \alpha_2$, $\alpha_3 \sim \alpha_4$ の 2 部分に分けて 近似表示。
 τ 。

注2). $\tau = 2 \frac{I}{L} = 1/9$
 $b = \frac{B}{L} = 0.1362$ } $\tau \sim \tau_2$

附表 2. $h(x)$

CB80

St.	x	M-1378	M-1379	α_n
A.P.	0	0.1925		α_1
$\frac{1}{4}$	-1.000	.2458		
$\frac{1}{2}$	-1.950	.2399		
$\frac{3}{4}$	-1.900	.2314		
1	-1.850	.2153		
$1\frac{1}{2}$	-1.800	.1647		
2	-1.700	.1002		
$2\frac{1}{2}$	-1.600	.0435		
3	-1.500	.0090		
4	-1.400	0		α_2
$\frac{5}{2}$	0	0		
7	0.400	.0011	0	α_3
$7\frac{1}{2}$	0.500	.0121	0	
8	0.600	.0262	.0128	
$8\frac{1}{2}$	.700	.0393	.0362	
9	.800	.0483	.0579	
$9\frac{1}{4}$	.850	.0490	.0512	
$9\frac{1}{2}$	.900	.0485	.0392	
$9\frac{5}{8}$	.925	.0453	.0306	
$9\frac{3}{2}$	.950	.0399	.0214	
$9\frac{7}{8}$	.975	.0284	.0148	
F.P.	1.000	.0108	.0103	α_4

CB82

α_n	M-1408	M-1409	x
α_1	0.2091		0
	.2665		-1.000
	.2535		-1.950
	.2342		-1.900
	.2110		-1.850
	.1474		-1.800
	.0808		-1.700
	.0317		-1.600
	.0047		-1.500
α_2	0		-1.400
	0		0
	0		.400
α_3	.0039	0	.500
	.0148	.0046	.600
	.0322	.0242	.700
	.0479	.0510	.800
	.0509	.0503	.850
	.0492	.0402	.900
	.0427	.0322	.925
	.0343	.0225	.950
	.0217	.0149	.975
α_4	.0108	.0098	1.000

表 1

9

$$\frac{f''(1-a)}{f''(1-b)} = \frac{1}{.369^2} \quad \frac{1}{f''(1-b)^2} = \frac{4}{8^2}$$

$$b = 0.5$$

z	X_0	$\ddot{X}_0$	X_1	$\ddot{X}_1$	X_2	$\ddot{X}_2$	z	T_1	T_1'	T_2	T_2'
0	0	0	1.0000	0	1.0000	0	1.0 (L.W.L)	0	-1	0	-1.0
.2	1.024	.208	.9928	-3.36	.99208	-5.76	0.8	.2	-1	.16	-.6
.4	9.216	.128	.8208	-3.84	.68256	-2.88	0.6	.4	-1	.24	-.2
.6	20.736	-.432	.5248	-1.44	.31744	2.88	0.4	.6	-1	.24	.2
.7	21.609	-.637	.3483	.84	.16308	5.04	0.3	.65	0	.21	.4
.8	16.384	-.512	.1808	3.84	.05792	5.76	0.2	.6	1	.16	.6
.85	15.745	-.2348	—	—	—	—	0.1	.4	3	.09	.8
.9	6.561	.243	.0523	7.56	.16856	4.32	0 (BOTTOM)	0	5	0	1.0
.95	2.036	.9702	—	—	—	—		$\int_0^1 T_1(z) dz$		$\int_0^1 T_2(z) dz$	
1.0	0	2.000	0	12.00	0	0		= 0.38		= $\frac{1}{8}$	

註) $z = \frac{x-b}{1-b}$ for $x > b$, $z = \frac{-a-x}{1-a}$ for $x < -a$, $a = b = 0.5$

	1311	1312	1313
$t = \frac{2d}{L}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{t}{2(1-b)^2}$	.04	.03	.03
F_n	.212	.184	.184
α	1.5	-0.1	-0.2

$$H(x, z) = \alpha (XT' - \frac{1}{8} X''T)$$

$A_0(x) \times 100$

No.	z	1311	1312	1313
$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	0	0	0
2	8	.2	-.47	-.383
$1\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	.4	-.29	-.458
1	9	.6	.98	-.164
$\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{4}$	.7	1.45	.010
$\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	.8	1.16	.438
$\frac{3}{8}$	$9\frac{3}{8}$	.85	.54	—
$\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	.9	-.55	.862
$\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{8}$	.95	-2.21	—
A.P.	P.P.	1.0	-4.56	1.368

$$X_0 = 3^4(1-3)^2$$

$$\ddot{X}_0 = 3^2(12-403+303^2)$$

$$X_1 = 1 - 43^3 + 33^4, \quad \int X_1 dz = \frac{3}{5}$$

$$\ddot{X}_1 = 123(33-2), \quad \int X_2 dz =$$

$$X_2 = 1 - 103^3 + 153^4 - 63^5$$

$$\ddot{X}_2 = 603(1-3)(23-1), \quad 1 - \frac{10}{2} + \frac{15}{4} = 1.3 - 2.5$$

$$T_2 = 8(1-z)$$

T_1' は 3 本の折線から成る。

A4 X 100

DIRECT COPY SYSTEMS

1.51
36
7.55

附表 1. H(2)

St.	x	FI M-1378	FU M-1379	α_n	α_n	FI M-1408	FU M-1409	TC
A.P	0	0	0	α_1	α_1	0	0	-1.000
1/4	-.950	.2834				.0952		-.950
1/2	-.900	.2361				.2712		-.900
3/4	-.850	.3721				.4251		-.850
1	-.800	.4949	同			.5565		-.800
1 1/2	-.700	.7014	FE			.7611		-.700
2	-.600	.8540				.8964		-.600
2 1/2	-.500	.9494				.9683		-.500
3	-.400	.9910				.9953		-.400
4	-.200	1.0000		α_2	α_2	1.0000		-.200
5	0	"				"		0
7	.400	.9989	1.0000	α_3		"		.400
7 1/2	.500	.9855	1.0000		α_3	.9922	1.0000	.500
8	.600	.9357	.9825			.9597	.9930	.600
8 1/2	.700	.8369	.8752			.8819	.9200	.700
9	.800	.6747	.6547			.7304	.7265	.800
9 1/4	.850	.5631	.5066			.6189	.5779	.850
9 1/2	.900	.4202	.3445			.4660	.4020	.900
9 5/8	.925	.3345	.2604			.3736	.3080	.925
9 3/4	.950	.2364	.1754			.2660	.2100	.950
9 7/8	.975	.1260	.0882			.1435	.1075	.975
F.P	1.000	0	0	α_4	α_4	0	0	1.000

注1). H(x) を $x=\alpha_1 \sim \alpha_2$, $\alpha_3 \sim \alpha_4$ の 2 部分に分けて 2 部表 T, T₂。

注2). $\tau = 2 \frac{I}{L} = 1/9$
 $b = \frac{B}{L} = 0.1362$ } $x = 73$

5066
0512
1/9
0.1111

* 2 13

