(昭和 36 年 11 月造船協会秋季講演会において講演)

進水速力に関する研究

——第 1 報 進水速力の解析方法について——

正員 宮 下 季 郎* 正員 福 井 隆 雄*
 正員 篠 崎 省 吾*

Research on the Launching Speed

(Report No. I)

On a method of analysis of launching speed

By Suelo Miyashita, *Member*Takao Fukui, *Member*and Shogo Shinozaki, *Member*

Summary

In this paper, the authors state on a new practical method of analysis for results of the observation of the launching speed based on the energy method. According to this method, we can obtain every coefficients of resistances without using the launching acceleration, the accurate measurement of which is difficult. The calculated speeds obtained by using these coefficients come to in good agreement with the results of observation.

1 緒 言

制限水域内の進水においては船体停止位置を予測することが非常に重要で且つ危険を伴う問題となる。船体を計画通りの位置に停止させるためには進水運動中の諸抵抗の特性および大いさを的確に把握しできるだけ実情に即した速力曲線を推定することが必要である。この問題についてはすでに数多くの研究が行なわれ、これに直面している各造船所でもそれぞれその的確な推定に対して非常に苦心が払われている。

近年建造船が大型化し、進水水域の拡張がこれに伴わない当造船所においても漸次この問題が重要化してきたので、この数年来種々の予備実験および実船計測を施行し、その結果について解析および検討を試みた。

本報告はその要旨を紹介するもので今後の進水速力の推定に際して参考資料となれば幸いである。

通常進水運動の解析によつて各抵抗係数を算出する場合には速力曲線と共に加速度曲線を必要とするが、この加速度曲線が精度上難点が多く、とかく解析結果を不明確なものにしている。また進水初期にすでに入水状態にある場合には、各抵抗係数を分離解析することが面倒になるため筆者等はこれらの難点を除く手段として energy method を採用した解析方法を考えた。以下第 1 報においてこの解析方法を説明し、併せてこれを数隻の実船実例について検討するものである。

2 進水速力の解析方法

C_T : 進水台動摩擦抵抗係数	——	∇ : 船体排水容積	[M ³]
C_v : 流体見掛質量増加係数	——	ρ : 流体密度	[K. T. · SEC ² /M ⁴]
C_w : 水抵抗係数	——	x : 進水行程	[M]
C_a : 制動鎖抵抗係数	——	V : 進水速力	[M/SEC.]
W : 進水重量	[K. T.]	θ : 進水台勾配	——
B : 船体排水量	[K. T.]	t : 時間	[SEC.]
w : 制動鎖重量	[K. T.]	g : 重力加速度	[M/SEC ² .]

原稿受付 昭和 36 年 6 月 20 日

* 浦 賀 造 船 所

通常進水運動の解析に使用される運動方程式は次のように表現される。

$$\theta(W-B) = -\frac{W+w}{g} \frac{dV}{dt} + C_f(W-B) + C_\omega \rho \nabla^{2/3} V^2 + C_a w \quad (2.1)$$

上式によつて各抵抗係数を解析算出する場合には、進水速力 V に加えてさらに加速度 dV/dt の値を求める必要がある。この加速度は一般的に数値微分法によつて求められるため、その精度は著しく悪くこれによつて導かれる各抵抗係数も極めて信頼度の乏しいものとなる。この欠点を除く手段として、直接加速度を計測する装置が種々考えられているが^{1), 2)} 本報告では加速度を使用せず進水速力曲線のみによつて解析することを考え、その方法として運動方程式の代りにエネルギー方程式を用いることにする。

$$\int \theta(W-B) dx = \frac{W+w}{2g} V^2 + \int C_f(W-B) dx + \int C_\omega \rho \nabla^{2/3} V^2 dx + \int C_a w dx \quad (2.2)$$

(2.1) 式によつて定義される水抵抗係数 C_ω の値は一般に進水行程の進行に伴なつて減少する傾向を示す。この傾向はすでに原田教授³⁾、Keith⁴⁾ および Andrews⁵⁾ の諸氏の論文において提言されていることである。これは進水中の流体運動の浅水影響あるいは見掛質量の増加等が起因しているものと考えられる。しかし実際の進水速力の算定に当つては抵抗係数の値自身が定量的になかなか把握し難いことを考慮して、通常は進水行程に無関係に常数として取扱われている。本報告の解析においてもこの点を考えて各抵抗係数はすべて進水行程に無関係に常数として算出する方法をとる。従つて C_ω の値の変化が大きい場合には、当然速力曲線を復元した場合に実測速力曲線との差が著しくなる。そこでこのような誤差を補正するために流体の運動エネルギーによつて定義される見掛質量増加を導入することにした。エネルギー方程式は次のようになる。

$$\int \theta(W-B) dx = \frac{W+w+C_v B}{2g} V^2 + \int C_f(W-B) dx + \int C_\omega \rho \nabla^{2/3} V^2 dx + \int C_a w dx \quad (2.3)$$

各抵抗係数は進水行程 x に無関係に常数として取扱うので (2.3) 式は次のように表現することができる。

$$F = (1 + \eta + C_v \tau) K + C_f M + C_\omega N + C_a T \quad (2.4)$$

ここに

$$F \equiv \int \theta(W-B) dx$$

$$T \equiv \int w dx$$

$$K \equiv \frac{W}{2g} V^2$$

$$\eta = w/W$$

$$M \equiv \int (W-B) dx$$

$$\tau \equiv B/W$$

$$N \equiv \int \rho \nabla^{2/3} V^2 dx$$

通常実船計測結果より前述の運動方程式を用いて各抵抗係数を求める場合は次のような方法がとられる。先ず入水前の滑走期間中の実測値より下式によつて摩擦抵抗係数 C_f を得る。

$$C_f = \theta - \frac{1}{g} \frac{dV}{dt} \quad (2.5)$$

つぎに上式より求めた C_f を (2.1) 式中代入して C_ω を求める。

$$C_\omega = \frac{W}{\rho V^{2/3} V^2} \left\{ (\theta - C_f)(1 - \tau) - \frac{1}{g} \frac{dV}{dt} \right\} \quad (2.6)$$

上述の方法は入水前の滑走距離が相当長い場合には良いが、通常は入水前の滑走距離を縮める場合が多く、殊に semi-dock type の船台では進水前にすでに入水状態になる (写真1参照)。この様な状態では始動時よりすでに進水台摩擦抵抗と水抵抗が同時に作用し、上述の解析方法をその儘使用することはできなくなる。以下に述べる連立方程式による解析方法はこの点を考慮したものである。

各抵抗係数 C_v 、 C_f 、 C_ω および C_a を (2.4) 式により求めるには、先ず与えられた速力曲線上の適当な4点を選び (2.4) 式を満足するように連立方程式を

写真1 “Aurora” 進水前入水状態

作成し、これを解けば得られることになる。選定する4点は第1図(a)または(b)のようにとる。

第1図 連立方程式の選定点

Point A: start より Point B までの $\frac{1}{2}$ 行程 $x_a = \frac{1}{2}x_o$, Point B: 最大進水速力の位置

Point C: case(a)-point B より point D までの $\frac{1}{2}$ 行程 $x_c = \frac{1}{2}(x_a + x_b)$

case(b) -制動鎖作動開始位置

Point D: 船体停止位置

case(a) は制動鎖作動開始が非常に早い場合 (例えば lift by stern 直後) を考慮したもので 4 元連立方程式は次のようになる。

$$\begin{bmatrix} r_a K_a & M_a & N_a & 0 \\ r_b K_b & M_b & N_b & 0 \\ r_c K_c & M_c & N_c & T_c \\ 0 & M_d & N_d & T_d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C_v \\ C_f \\ C_\omega \\ C_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_a - K_a \\ F_b - K_b \\ F_c - K_c \\ F_d \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

注) suffix a, b, c, および d はそれぞれ Point A, B, C および D における値を意味する。

case (b) は制動鎖作動開始が比較的遅く, case (a) の point C の近傍またはそれ以上遅れた場合を考慮したもので, この場合に (2.7) 式において $T_c = 0$ となり 4 元連立方程式を次のように分離することができる。

$$\begin{bmatrix} r_a K_a & M_a & N_a \\ r_b K_b & M_b & N_b \\ r_c K_c & M_c & N_c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C_v \\ C_f \\ C_\omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_a - K_a \\ F_b - K_b \\ F_c - K_c \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

および

$$C_f M_d + C_\omega N_d + C_a T_d = F_d \quad (2.9)$$

(2.8) 式によつて求めた C_f および C_ω を (2.9) 式に代入して C_a を求めればよい。

平均制動鎖作動開始位置が船体完全浮揚以降になる場合には C_a の算定方法として (2.9) 式の代りに次式によつて求めることもできる。次式は後述せる (3.6) 式より導いたものである。

$$C_a = \frac{K_0}{T_d} (1 + \eta + C_v) \frac{P_0 \bar{x}}{e^{P_0 \bar{x}} - 1} \quad (2.10)$$

ここに

$$K_0 = \frac{W}{2g} V_0^2$$

$$\rho = \frac{1}{1 + \eta + C_v} \frac{2g}{W} C_\omega \rho \nabla^{2/3}$$

$$\bar{x} = x_d - x_0$$

$$\eta = \omega / W$$

注) suffix 0 はそれぞれ平均制動鎖作動開始における値を意味する。

C_a を求める際に (2.9) 式と (2.10) 式のいずれを用いるかは, 制動鎖作動開始以降の進水速力に着目するかあるいは船体停止位置に着目するかによつて決められる。本報告の意図する所は後者であり, 従つて (2.10) 式を用いることとする。

3 進水速力の算定方法

前述の解析方法によつて求めた各抵抗係数を用いて進水速力の算定を行なう場合に算定式は以下のように求められる。先ず (2.3) 式を x で微分すれば次のように運動方程式が与えられる。

$$\theta(W-B) = (1+\eta+C_v\tau) \frac{W}{g} \frac{dV}{dx} V + C_v \frac{d\tau}{dx} \frac{W}{2g} V^2 + C_f(W-B) + C_{\omega}\rho\nabla^{2/3}V^2 + C_d w \quad (3.1)$$

上記微分方程式を解いて進水速力 V を求めると次のようになる。

i) 始動～制動鎖作動開始

$$V = \sqrt{e^{\int_0^x P(x) dx} \int_0^x Q(x) \cdot e^{\int_0^x P(x) dx} \cdot dx} \quad (3.2)$$

ここに

$$P(x) = \frac{1}{1+C_v\tau} \left(\frac{2g}{W} - \rho C_{\omega}\nabla^{2/3} + C_v \frac{d\tau}{dx} \right)$$

$$Q(x) = \frac{1}{1+C_v\tau} \cdot 2g(\theta - C_f)(1-\tau)$$

ii) 制動鎖作動開始～船体停止 (制動鎖作動開始が船体完全浮揚以前の場合)

$$V = \sqrt{e^{-\int_{x_c'}^x P'(x) dx} \left\{ \int_{x_c'}^x Q'(x) \cdot e^{\int_{x_c'}^x P'(x) dx} dx + V_{c'}^2 \right\}} \quad (3.3)$$

ここに

$$P'(x) = \frac{1}{1+\eta+C_v\tau} \left(\frac{2g}{W} - C_{\omega}\rho\nabla^{2/3} + C_v \frac{d\tau}{dx} \right)$$

$$Q'(x) = \frac{1}{1+\eta+C_v\tau} 2g\{(\theta - C_f)(1-\tau) - C_d\eta\}$$

注) suffix c' は制動鎖作動開始時における値を意味する。

iii) 平均制動鎖作動開始～船体停止 (制動鎖作動開始が船体完全浮揚以降の場合)

$$V = \sqrt{e^{-P_0(x-x_0)}(S + V_0^2) - S} \quad (3.4)$$

ここに

$$P_0 = \frac{1}{1+\eta+C_v} \frac{2g}{W} C_{\omega}\rho\nabla^{2/3}$$

$$S = \frac{C_d\omega}{C_{\omega}\rho\nabla^{2/3}}$$

注) 1) suffix 0 は平均制動鎖作動開始時における値を意味する。

2) V_0 の値は制動鎖抵抗を含まない場合の x_0 における値を意味する。

船体停止位置 x_a は (3.4) 式において $V=0$ とおけば次のように与えられる。

$$x_a = x_0 + \frac{1}{P_0} \log e \left(1 + \frac{V_0^2}{S} \right) \quad (3.5)$$

制動鎖所要重量は次式によつて計画される。

$$w = \frac{K_0}{C_d} (1+\eta+C_v) \frac{P_0}{e^{P_0 x} - 1} \quad (3.6)$$

ここに

$$K_0 = \frac{W}{2g} V_0^2 \quad \bar{x} = x_a - x_0$$

(2.10) 式は上式によつて容易に導かれる。

4 諸数値の取扱い方

進水速力の解析および算定については前述のように従来から種々の方法が研究されており、その諸数値の取扱い方も一定ではない。この諸数値の取扱い方によつては各抵抗係数の値も異なってくる。本報告において採用した諸数値の取扱い方については次のような方針に基づくものとする。

i) 進水台勾配 θ

刻々の進水行程における進水台反力 ($W-B$) の中心作用点の勾配をもつて θ とする。今日通常の大型船進水に際しての進水台は円弧状の camber を有しているので、 θ の値は近似的に次のように表現される。

$$\theta = \bar{\theta} + \frac{1}{R}(x + l_R)$$

ここに $\bar{\theta}$: 進水前の fore poppet 前端における進水台勾配
 R : 進水台の曲率半径
 x : 進水行程
 l_R : 進水台反力の中心点と fore poppet 前端との距離

$\bar{\theta}$, R および l_R は通常の進水計算において与えられる。

ii) 排水量 B

通常の進水計算において静的平衡によつて求められる buoyancy curve を用い、進水による水面の上昇および波の影響等は含まない。これらの動的因子に抵抗係数の中に入れて考えるものとする。

iii) 水抵抗 $C_w \rho \nabla^{2/3} V^2$

進水時における水抵抗の表現法には通常 $B^{2/3}$ (B : 排水量) を用いるもの^{3), 4), 5), 6)}と A (水面下最大横截面積) を用いるもの^{7), 8), 9)}とがあるが本報告では前者の表現法をとり、流体密度 ρ を用いて抵抗係数を無次元とする。

iv) 見掛質量増加 $C_v \frac{B}{2g} V^2 \left(= C_v r \frac{W}{2g} V^2 \right)$

進水速度の算定に際して見掛質量増加を導入することについては、すでに原田教授³⁾ Dankwardt¹⁰⁾ および Börner¹¹⁾ の諸氏によつて論じられている。いずれも完全浮揚状態における船の前進抵抗試験結果に基づいて 2%~15% 程度の値が推定されている。

しかしながら進水運動のように、大なる付加物を有して後進し且つ漸進的に入水するような特異な現象に対し、通常の前進抵抗試験結果より推論することには問題があると思われる。本報告において導入した見掛質量増加は上述のものとは本質的に異なるもので、あくまで水抵抗係数を常数として取扱うための補正手段として採用したものであり、従つてその値は進水速度の解析によつて算出されるものである。

v) 排水量増加率 $\frac{dB}{dx} \left(= W \frac{dr}{dx} \right)$

通常の進水計算によつて求められる buoyancy curve を図式微分したものを使用する。

vi) 制動鎖抵抗 C_{aw}

本報告の進水速度の解析および算定に使用した抵抗係数 C_a の値は見掛上のもので、実際の摩擦抵抗係数 $\bar{C}_a$ は曳索傾斜および制動鎖の浮力等の補正をしたものになる。このことについては第 2 報に述べることにする。

速度算定に使用する平均制動鎖作動開始は各制動鎖の作動開始の平均重心位置を意味する。この平均重心位置を用いることについては先に桑野氏の論文¹²⁾において、その有効性が実証されている。

5 解析および算定方法の検討

以上に述べた進水速度の解析および算定方法を当造船所において進水した実船事例の内 typical な次の 3 隻に適用して検討を試みる。

“SUNEK”	D. W. 16,600 L. T. BULK CARRIER
“AURORA”	D. W. 46,000 L. T. OIL TANKER
“PHILIPPINE PRESIDENT QUEZON”	D. W. 11,500 L. T. CARGO SHIP

各船の進水要目を第 1 表に掲げる。

i) 速度計測

速度計測結果は第 2 図~第 4 図に示すようになる。各速度計測装置の概要は次の通りである。

(a) 阪大速度計測装置

装置の詳細はすでに公表¹⁾されているので簡単にその概要を紹介すると、ピアノ線を fore poppet の前端に取付け、その引張りによつてドラムを回転せしめ、この回転を利用して交流電圧を誘起し、その周波数を検出することにより速度の直接計測を行なうものである。

(b) 浦賀速度計測装置 type-A

回転ドラムに設けたスイッチと電接時計を電磁オシロに接続し、距離 (ドラム回転数) と時間を記録する。記録を数値微分して速度曲線が得られる。

第1表 進 水 要 目

ITEM	Name of Ship	SNo 712 Sunek	SNo 750 Aurora	SNo 764 Philippine President Quezon
Type of Ship		Bulk Carrier	Oil Tanker	Cargo Ship
Dead Weight		D. W. 16,600L. T.	D. W. 46,000 L. T.	D. W. 11,500L. T.
Date of Launching		JULY 28, 1958	FEB. 12, 1960	APR. 11, 1960
Total Launching Weight w		5,610K. T.	13,380K. T.	4,480K. T.
Total Drag Weight W		49.3K. T.	220K. T.	160K. T.
Mean Declivity of Ways θ m		0.0523	0.0489	0.0577
Radius of Curvature of Ways R		13,137m	11,892m	5,025m
Mean Pressure on Ways ($B=1.20$ m)		17.73k. t/m ²	29.64k. t/m ²	16.25k. t./m ²
Mean Pressure on Ways per Ball		1.11k. t./ball	2.01k. t./ball	1.10k. t./ball
Mean Inclined Angle of Drag Wire		31°-20'	17°-0'	16°-10'
Ground Condition under Drag Chain		100% Muddy Ground	28% Concrete 72% Muddy Ground	44% Concrete 56% Muddy Ground
Max. Launching Speed V_{max}		7.50m/sec.	5.79m/sec.	5.86m/sec.
Travel from Start to Dip in Water		22m	—	—
Travel from Start to Gained Max. Speed		110m	90m	70m
Travel from Start to Lift by Stern		139.5m	104m	81.7m
Travel from Start to Afloat		194m	196m	131m
Travel from Start to Mean Drags come into Action		278m	246m	182m
Travel from Start to Stop of Ship		424m	335m	245m

写真2 “Aurora”の進水および速力計測状況

(c) 浦賀速力計測装置 type-B

回転ドラムの回転を減速して記録用紙を連動させ、これに電接時計により時間を記録させる。記録用紙の time-mark 間の長さが速力に換算される。

(d) 浦賀速力計測装置 type-C

進水路に平行な繫留岸壁に表示 mark を設け、船上より電接時計および電磁記録装置を用いて時間と距離を記録する。図式微分によつて速力曲線を得る。

以上の各計測装置の概要説明によつて明らかなように、計測装置 (a), (b) および (c) はいずれも fore poppet に取付けたピアノ線の引張りによつてドラムを回転させる形式であるため、進水後期になるとピア

第2図 “Sunek”進水速力計測値

ノ線が長くなり、その弛緩や振動の影響が入り、精度が悪くなる。回転ドラムの減速に対する制動装置は各装置とも特に問題はない。計測装置(d)は距離の計測が目測であることとその計測点が少ないために図式微分によつて速力を求めているので上記の各装置に比べて計測値が多少ばらつく欠点がある。

各装置とも多少難点はあるが、その計測値は第2図～第4図に示すように比較的良好に一致しているゆえ、船体停止近傍を除いては大体信頼できるものと思う。船体停止位置は別に繫留岸壁よりの目測によつて求めたものと比較の上決定している。

第3図 “Aurora” 進水速力計測値

第4図 “Philippine President Quezon” 進水速力計測値

ii) 解析結果の精度

前記解析方法の適用により求めた各抵抗係数の値は第2表に示すようになる。

第2表 各抵抗係数値 (其の1)

ITEM	Name of Ship	SNo. 712 Sunek	SNo. 750 Aurora	SNo. 764 Philippine President Quezon
Coeff. of Virtual Mass Effect C_v		0.384	0.004	0.025
Way's Frictional Resistance C_f		0.0148	0.0205	0.0197
Water Resistance C_w		0.104	0.095	0.101
Drag Resistance C_d		0.421	0.330	0.299

第2表に示した各抵抗係数を(3.2)式および(3.4)式に代入して進水速力曲線の復元を試みると第5図～第7図のように実測曲線と良好な一致を示している。

註) *第2表の数値による

**第3表 point A を省いた場合 (見掛質量増加を導入しない場合)

*** " point B " " (" " ")

第5図 “Sunek” 進水速力計算曲線

第6図 “Aurora” 進水速力計算曲線

第7図 “Philippine President Quezon” 進水速力計算曲線

第2表と第3表を比較すると明らかなように C_D の値が小さい場合は両者共余り相異はないが、 C_D の値が大きくなると第2表に比べると各抵抗係数の値もかなり異なってくる。殊に “Sunek” について第3表の C_d 値を第2表のそれと比較するといずれも小さくなっている。この値は当造船所の実験結果と比較しても小さ過ぎるように思われる*。これは “Sunek” の場合に特に C_D の値が大きく、従つて (2.1) 式によつて定義される C_w の値の減衰が著しく、制動鎖作動区域における C_w の値が過大に見積られた結果と考えられる。また第3表の結果を用いて “Sunek” について進水速力曲線の復元を試みると、第5図の鎖線で示すように実測曲線との差異が著しくなる。

註)* 実験の詳細は第2報において述べるが、簡単に結果のみを示すと次のごとくである。

実験結果 $\bar{C}_d = 0.708$

iii) 見掛質量増加の導入

前述のように本報告では各抵抗係数を常数として取扱うための補正手段として見掛質量増加を導入したが、これを無視した場合に各抵抗係数がどのような値になるか、また復元速力曲線がどのように異なるかを調べてみる。連立方程式の選定点は1点だけ消去できるので point A および point B を除いた場合についてそれぞれ各抵抗係数を求めると第3表に示すようになる。

第2表と第3表を比較すると明らかなよう

“Sunek” $\bar{C}_d=0.687$ ($C_d=0.421$)……第2表による。

“Sunek” $\bar{C}_d=0.359$ ($C_d=0.256$)……第3表 (point A を省いた場合) による。

($\bar{C}_d$ は曳索傾斜角および制動鎖浮力の補正をしたものである)。

第3表 各抵抗係数 (其の2) (見掛質量増加を導入しない場合)

ITEM	Name of Ship	SNo.712 Sunek	SNo. 750 Aurora	SNo.764 Philippine President Quezon
Coff. of Way's Frictional Resistance C_f	Point A を省く	0.0203	0.0205	0.0202
	Point B を省く	0.0152	0.0205	0.0198
" of Water Resistance C_w	Point A を省く	0.093	0.095	0.100
	Point B を省く	0.111	0.095	0.102
" of Drag Resistance C_d	Point A を省く	0.256	0.330	0.290
	Point B を省く	0.212	0.330	0.289

iv) 見掛質量増加の定義

本報告においては前述のように流体の運動エネルギーによつて定義される見掛質量増加を導入したが、他の手段として慣性力によつて定義される見掛質量増加の導入が考えられる。

今それぞれの場合について比較検討を試みる。慣性力によつて定義される見掛質量の増加を導入する場合の運動方程式およびエネルギー方程式は次のように与えられる。

$$\theta(W-B) = (1+\eta+C_v\gamma) \frac{W}{g} \frac{dV}{dx} \cdot V + C_f(W-B) + C_w\theta\nabla^{2/3}V^2 + C_{aw} \quad (5.1)$$

$$\int \theta(W-B)dx = (1+\eta+C_v\gamma) \frac{W}{2g} V^2 - \int C_v \frac{d\gamma}{dx} \frac{W}{2g} \cdot V^2 dx + \int C_f(W-B)dx + \int C_w\theta\nabla^{2/3}V^2 dx + \int C_{aw} \cdot dx \quad (5.2)$$

(5.1) 式および (5.2) 式をそれぞれ (3.1) 式および (2.3) 式と比較すれば両者の相異は明らかとなる。今 (5.2) 式によつて前述と同様の連立方程式を作成し各抵抗係数を求めると第4表に示すようになる。

第4表 各抵抗係数値 (其の3) (慣性力によつて定義される見掛質量増加を導入した場合)

ITEM	Name of Ship	SNo.712 Sunek	SNo.750 Aurora	SNo.764 Philippine President Quezon
Coeff of Virtual Mass Effect C_v		1.163	0.006	0.062
" Way's Frictional Resistance C_f		0.0146	0.0205	0.0197
" Water Resistance C_w		0.178	0.096	0.109
" Drag Resistance C_d		0.610	0.331	0.310

第2表と第4表とを比較すれば C_v の値が小さい場合は両者の相異はあまりないが、 C_v の値が大きくなると C_v および C_w の値の差も著しくなる。これをさらに第3表と比較した場合第4表の C_w の値が特に大きくなっている。

本報告において見掛質量増加を導入したのは C_w の常数化の補正手段のためであり、補正手段により C_w の値が大きく変えることはその意図に反することになる。本報告において運動エネルギーによつて定義される見掛質量増加を導入したのはこのためである。

v) 数値計算例

数値計算の実例を掲げると長くなるので省略し、参考として“Sunek”の速力解析計算および算定計算に使用した諸数値の進水行程における変化状態を図に示した。(第8図～第9図) また解析によつて求めた各エネルギーの変化状態を第10図に掲げる。

6 結 言

以上のように第1報として進水速度解析の一方法を紹介し、併せて3隻の実船実例について検討を試みた結果次のように結論を得た。

第8図 進水速力解析計算の諸数値 ("Sunek")

第9図 進水速力算定計算の諸数値 ("Sunek")

第10図 各エネルギー変化状態 ("Sunek")

i) エネルギー方程式を用いることにより、精度上難点の多い加速度曲線を使用せずに各抵抗係数を解析算出することができる

ii) 連立方程式による解析方法を用いることにより、進水前に入水状態にあるような場合でも各抵抗係数の算出を同様にできる。

iii) 通常解析に使用される運動方程式(2.1)式によつて定義される C_w の減衰が著しい場合でも見掛質量の増加を導入することにより、常数として取扱つてもかなり正確に進水速度曲線を復元することができる。(第5図～第7図参照)。

iv) 進水速度解析に際して見掛質量増加は慣性力よりも流体運動エネルギーによつて定義した方が補正手段として適当である。

進水速度の推定に際して最大の key point となるものは各抵抗係数の値をいか程に見積るかと云うことである。また第2表および第3表によつて明らかなように船によつては補正項としての見掛質量増加を見込む必要がある場合と、その必要のない場合がある。このような抵抗係数の値およびその特性等を把握するには一定の解析方法に基づいてできるだけ多数の実船資料を必要とする。第2報においては当造船所におけるこの数年来施行した実船計測結果に本報告の解析方法を適用して求めた各抵抗係数について考察することにする。

終りに本報告の作成に当つて大阪大学原田、寺沢両教授並びに東京大学吉識、木原両教授に終始御指導と御激励を賜わり、速力計測に際して大阪大学中村助教授、藤井助手の方々に御協力を頂いたことを衷心よりおん礼申し上げます。併せて多大の便宜を計つて頂いた会社の上司並びに同僚の方々にも深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 笹島秀雄外「進水速度および加速度の測定」造船協会論文集 93 号
- 2) 末次一誠「進水における加速度並びに抵抗の測定について」関西造船協会誌 72 号
- 3) 原田秀雄「進水の実験的研究」学位論文 昭和 19 年
- 4) Rossel & Chapman 「Principles of Naval Architecture」1939. vol 1 p-262
- 5) H. B. Andrews 「Some Practical Aspects of Ship Launching」S. N. A. M. E. 1946
- 6) J. M. McNeill 「Launching of the "Queen Mary".」T. I. N. A. 1935
- 7) 福田啓二「進水について」造船協会々報 42 号
- 8) 川村貞治「第二図南丸進水計算および実績」造船協会々報 61 号
- 9) 造船協会編「船舶工学便覧」第5分冊 p-235
- 10) E. Dankwardt, K. Th. Braun und W. Biermann. 「Schiffbautechnisches Hand buch」1957. Band 1. P-316
- 11) W. Börner 「Näherungsmethode zur Analyse der Ablaufvorgänge von ebenen Bahnen」Schiff und Hafen 1959 H-3
- 12) 桑野研一「進水速度制動ならびに船の停止位置について」西部造船協会々報第 16 号