

〈論 文〉



HARD CHINE型 滑走 高速船의 抵抗 特性에 關한 考察

(A Study on the Resistance Property of Hard
Chine Type High Speed Planing Craft)

蔚山工大併設工業專門大學 造船科
副教授 李 昌 億*

〈Abstract〉

The resistance property of a high speed passenger craft (: "DOL-PIN HO" designed by the author in 1972) is investigated as follows;—

- The Resistance property of the craft is determined by savitsky's method and blount-Fox's method. The theoretical results are also compared with the full scale data.

The comparison reveals that the result when using blount/fox's method are in much closer agreement with the full scale data than savitsky's.

- The effects of ship speed on the positions of the center of pressure and of the longitudinal center of gravity (L.C.G.) are investigated.

The investigation shows that the position of L.C.G. of the craft is almost constant although the ship speed is changed.

- The effect of transom flap on the Resistance property of the craft is studied using savitsky/brown's method. From the study it is found that the resistance of the craft is decreased and hence speed gain (about 3% of the service speed) can be obtained, when using transom flap for the craft.

〈要 約〉

本 研究者가 1972年 設計하여 運航中인 Hard Chine 型 쾌속 관광 여객선(돌핀 호)의 抵抗 特性을 調査했다.

1. 滑走型 船의 抵抗 特性을 Savitsky 法과 Blount/Fox 方法으로 算定하고, 그 結果를 實續値와 比較해 보았다.

그 理論的 結果는 Blount/Fox 法이 savitsky 法보다 더 잘 一致함을 알았다.

2. 完全 滑走時의 船速이 壓力 中心點 및 Longitudinal Center of Gravity(L.C.G.)의 位置에 미치는 영향을 調査했다.

* 造船技術士(造船設計)

本船型의 경우 L.C.G.의 位置는 船速의 變化에 對한 影響을 거의 받지 않음을 알 수 있었다.

3. Savitsky/Brown 法에 依하여 Transom Flap이 抵抗에 미치는 影響을 조사하였다.

本船型에 Transom Flap을 붙였을 경우 抵抗이 감소됨으로 航海速度에 있어서 3% 程度가 增加됨을 알았다.

I. 序 論

最近 國內에서의 特殊船의 開發이 활발히 進行되고 있다.

過去에는 Speed performance에 重點을 두어 輕構造化와 輕量化의 傾向으로 特殊業務分野에 限 止되던 것이 民間 航路에 高速輸送의 手段으로 高速船이 極大化되는 現實이다.

따라서, 이의 設計, 運航에 따르는 旅客 및 貨物의 수용이 큰 問題로 되어, 高速船에서의 實績船에 對한 Resistance Performance 分野의 開發 및 資料가 미흡한 現實에서는 高速船의 計劃 및 設計는 쉬운 일이 아니며, 正確한 Speed Estimation이 매우 힘들었다.

本 研究에서는, 高速船 船型의 특징인 Prismatic Planing Craft에서 高速일 때, 推進力에 對한 船底 傾斜角과 揚力에 對한 Trim Angle 및 浸水 表面積 그리고 이에 對한 滑走時의 Lift로 因한 重量의 中心의 移動에 依해 抵抗이 變化하므로 滑走時 Chine의 最大幅 B_{px} 에 있어서 D. Savitsky의 修正 經驗式으로 實際의 Volumetric Froude Number에 對한 抵抗 實績값을 滑走方程式으로 表示했고, B_{px} 와 Dead Rise가 船의

길이에 따라 자기 變하는 一般 滑走船에 適用시키는 것은 매우 곤란하므로 Speed Coefficient (C_D)의 變化로 因한 Planing Surface에서의 壓力 中心에 對한 Longitudinal C.G.의 實績值를 調査했으며, D. Savitsky와 p.w. Brown의 理論式으로 Transom Flap이 抵抗에 미치는 影響을 調査했다.

〈使用語號〉

B_{pA} : 차인 (Chine)의 平均폭 (平均幅), *bt*.

B_{px} : 차인 (Chine)의 最大幅, *bt*.

L_p : Transom에서부터의 Chine의 길이, *bt*.

β : 滑走面의 船底 傾斜角 (deg).

L.C.G.: Transom에서부터 重量의 重心까지 거리, *bt*.

e : 물의 밀도, $1.9905 \text{ lb-sec}^2/\text{bt}^4 (59^\circ\text{C 海水})$

ν : 물의 동점성 계수, $1.2817 \times 10^{-5} \text{ bt}^2/\text{sec} (59^\circ\text{F 海水})$

λ : 平均 침수장-폭비 (平均 浸水長-幅比)

$$(L_K + L_c)/2b = 2m/b.$$

L_K : 浸水된 keel의 길이, *bt*.

L_c : 浸水된 Chine의 길이, *bt*.

L_m : 浸水된 keel과 chine의 平均길이, *bt*.

b : 滑走面의 幅, *bt*.

C_F : Schoenherr의 마찰저항 계수.

$C_{L\beta}$: 船底 傾斜角 0° 에서의 揚力係數, $\Delta/\frac{1}{2}e \cdot v^2 b^2$

V : 배의 前進速度, *fps*.

$C_{L\beta}$: 船底 傾斜角이 β° 인 滑走面의 揚力係數

C_p : 壓力重心, $LCG/\lambda B_{px}$.

C_D : 속도계수 (速度係數), $v/(g \cdot b)^{1/2}$.

g : 重力加速度, $32.15 \text{ bt}/\text{sec}^2$.

ΔC_A : 상판 수정 (허용)계수.

d : 滑走艇의 靜止水面에서부터 길이, *bt*.

R_{BH} : Bare Hull Resistance, *lb's*.

R_e : Reynold's Number, $V \cdot L_m/\nu$, $v \cdot \lambda \cdot b/\nu$

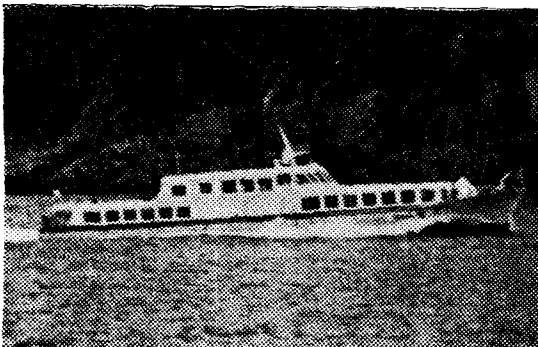


FIG. 1. High Speed Sight-Seeing Passenger Craft (DOL PIN HO) (Design by: P. eng, Lee Chang Ouk)

τ : Trim 角(deg)
 V_m : 滑走 表面의 平均速度, fps.
 W : 排水 噸數, lb's.
 F_{ny} : Froude Number, $v/(g \cdot \nabla^{1/3})^{1/2}$
 ∇ : 靜止狀態의 體積, 42240/e.g, cu-bt.

II. 船型의 決定

V-型 直線 船型으로 表示된 것은, 船底 形狀이 V-型이고, 船體 外殼面이 直線 要素로써 構成되어 있으며, U-型 排水型船에 比하여 肋骨機나 外板機를 加工 組立하는 데에 있어서 局部的으로 또는 全面的으로 伸張하지 않고도 쉽게 必要한 船殼 形狀을 얻을 수 있는 利點이 있는 반면, 排水型 高速艇에 比해 過去에는 推進性能이 不利한 점도 있었다.

그러나 V-型 船型의 推進性能에 對한 研究로써는 E.M.B. Series 50에 對한 Davidson 및 A. Suarez 氏에 依해 進行되었고 速度長比 3.0~3.5 以下の 船速에서는 U-型 船型에 比해 V-型 船型이 不利하다는 것이었다.

本 論文에서는 FIG. 1의 旅客船을 V-型 船型에 適用시켜 排水型船과 比較할 때, 滑走 型船으로써 充分한 推進性能에 依해 揚力을 유지했을 때, 즉 完全 滑走일 경우, Block Coefficient는 매우 적어지나 Speed Coefficient는 매우 커지는 장점이 있기 때문에 適用 結果, 船速에 있어서 高速에 有利하였었다.

그러므로 FIG. 2에 나타낸 船型, Hard Chine Planing Hull type으로써 一般 어뢰정과 同一한 船型으로써 旅客船에 適用시킨 것이다.

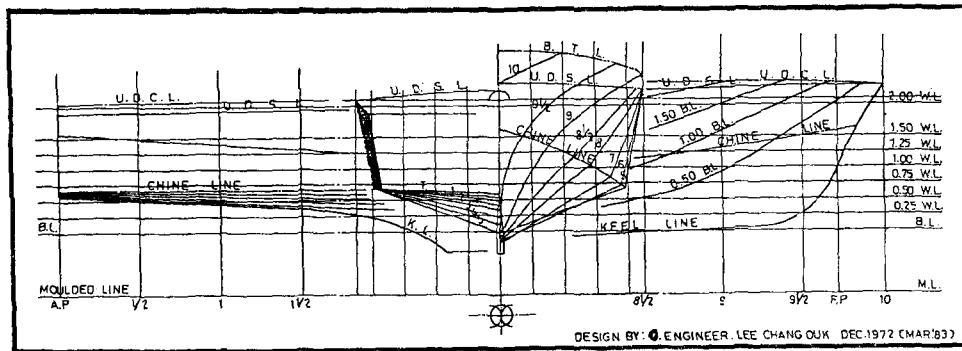


FIG. 2. Typical High Speed Planing Hull

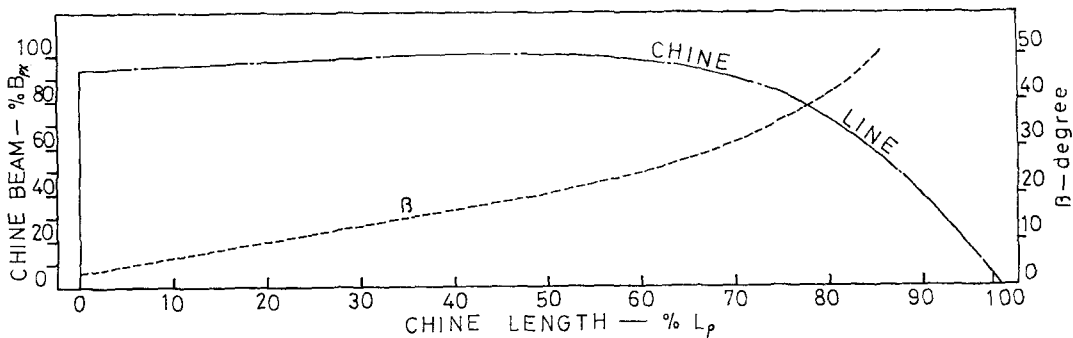


FIG. 3. Hull Porportion (Design Ship)

III. V Bottom hull form의 特性

(1) Hull Form Characteristics와 범위

a. Sharp Chines-stern and Sides

b. Increasing Deadrise-Bow

c. Fine Entrance w.L.

d. Transom Stern

을 適用시켰으며 이의 Prism Atic Hull Form의 特性으로는,

Length	4~60 ^{M0}
L/B	3~7
Δ	5~600 ^{TON}
Speed	15~60 ^{KNOTS}

에 有利하다는 것이다.

한편, 設計船도 이 범위에 포함된 V-Bottom Hull Form 을 選擇했었다.

(2) Hull Form Characteristics

(design ship)

L_p/B_{px}	B_{px}/B_{pA}	B_{pT}/B_{px}
6.303	1.026	0.949
β (deg)	L.C.G./ L_p	$L_p/\Delta^{1/3}$
20°	0.458	8.19

이 表의 값은 FIG. 3에서 $L_p/\Delta^{1/3}$ 의 값은 一定할 때 L.C.G./ L_p 의 Function 으로 나타낼 수 있으며,

$$4.0 \leq L_p/\Delta^{1/3} \leq 10.0$$

의 범위의 값에 해당시켰다.

IV. Statistical Method 에 依한 抵抗 計算

Prismatic Planing Surface 의 Hydrodynamic 에 주어지는 抵抗 特性으로는, weight, Deadrise angle, Trim angle, Speed, 그리고 L.C.F. 와 e, ν

및 Chine 의 最大幅으로써 D. Savitsky 의 經驗式 을 Modified한 Method로써 抵抗式을 유도하였다.

먼저, 滑走時의 Wetted Length-beam Ratio

$$\lambda = \lambda_1 + 0.30 \quad (1 \leq \lambda_1 \leq 4) \dots (1)$$

이때,

$$\lambda_1 = d/b \sin \tau$$

로써 表示된다.

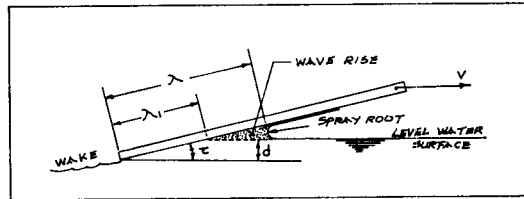


FIG. 4. Wave Rise on A Flat Planing Surface

이의 關係는 Fig. 4에 나타낸 것과 같다.

이때 Trim Angle 은 2~24 deg 이고

$$\lambda \leq 4.0$$

이며, Speed Coefficient 는

$$0.60 \leq C_v \leq 13.00$$

의 범위를 擇했다.

Fig. 5에 나타낸 Spray Root Line 의 Convex 는 아주 작은 曲線으로써 實績 滑走船에서는 거의 무시되는 경향이 많다.

滑走時의 Deadrise Surface 의 平均 Wetted Length 는 Spray Root Line 과 交叉되는 Transom 으로부터의 Keel Line 과 Chine Line 의 平均값과 같이 定意될 수 있다.

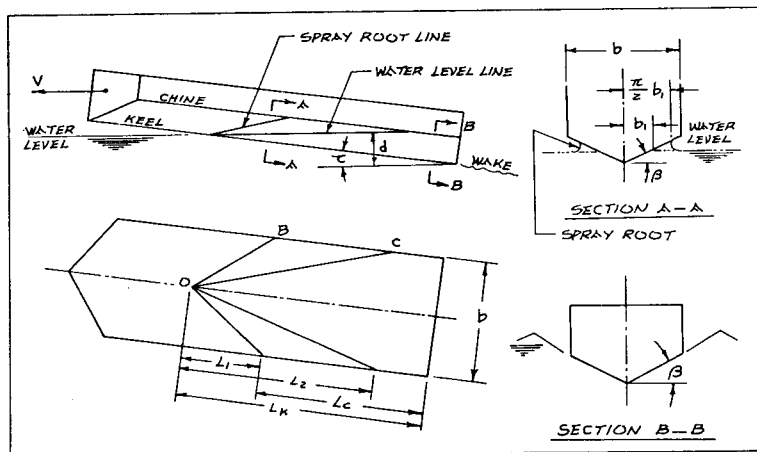


FIG. 5. Waterline Intersection For Constant Deadrise Surface

靜止狀態에서의 Water Level과 Chine과 交叉로 因한 Water Level Length L_2 는 Chine Length와 Wetted Keel Length와의 差로써 Trim과 Dead Rise Angle과의 關係로써 나타내여 지며

즉,

$$L_2 = \frac{b \cdot \tan \beta}{2 \cdot \tan \tau} \dots \dots \dots (2)$$

이때의 Keel Length L_k 는,

$$L_k - L_c = \frac{b}{\pi} \cdot \frac{\tan \beta}{\tan \tau} \dots \dots \dots (3)$$

이 된다.

Keel Length는 V-Planing Surface와 交叉되는 Water Level에 依해 定意되는 Wetted Keel Length가 된다.

$$L_k = \frac{d}{\sin \tau} \dots \dots \dots (4)$$

한편, 壓力面에 對한 平均 Wetted Length-Beam Ratio λ 는

$$\lambda = \frac{\left[\frac{d}{\sin \tau} - \frac{b}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\tan \beta}{\tan \tau} \right]}{b} = \frac{L_k + L_c}{2b} \dots \dots \dots (5)$$

로써, Dead Rise Surface Angle이 20° 에서 (4)식은 $C_v=1.0$ 에서 $\tau \leq 4$ 이고 Dead Rise Angle이 20° 가 되는 경우 $L_k - L_c$ 의 實績船에서의 값은 Spray Root의 모양이 部分的으로 붕괴되는 경향을 보여주었으며, 즉 $L_k - L_c$ 의 값이 보다 커야 했다.

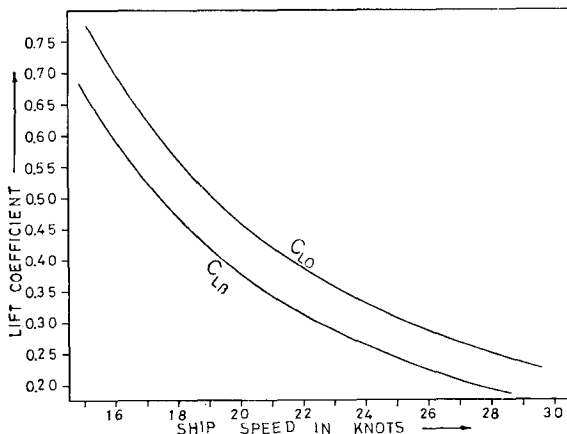


FIG. 6. Lift Coefficient of A Deadrise Planing Surface

實際 $L_k - L_c$ 의 값은 대개 1.66b의 값과 거의 같았다.

즉, Dead Rise Angle이 20° 이고 $C_v=1.0$ 및 $\tau=3^\circ$ 로써 유지되었을 때, Hard Chine型船에서는 적은 Trim Angle로써 高速을 낼 수 있는 旅客船 船型에서도 有利할 값을 유지할 수가 있었다.

주어진 Data로부터 Speed Coefficient C_v 는

$$C_v = \frac{V}{(g \cdot B_{px})^{1/2}} \dots \dots \dots (6)$$

이 되며, 靜水壓에 對한 Bouyant Component와 滑走時의 滑走面에 流體흐름에 對한 Lift와 低速에서의 Bouyant Component는 대단히 重要한 것이다.

Lift Coefficient에 對한 Bouyant Component $C_{L\beta}$ 는

$$C_{L\beta} = \frac{W}{1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot B_{px}^2} \dots \dots \dots (7)$$

가 되며, Mean Wetted Length-Beam Ratio λ 와의 關係에서

$$C_{L\beta} = \frac{L \cdot C \cdot G}{B_{px} \cdot \lambda} = 0.75 - \left[\frac{1}{5.21(C_v)^2 / \lambda^2 + 2.39} \right] \dots \dots \dots (8)$$

式 (8)에서 λ 를 求하였다.

이때의 Speed Coefficient C_v 의 限界는,

$$0.60 \leq C_v \leq 13.00$$

$$\lambda \leq 4.0$$

의 條件을 만족할 때이며, 本 設計 實績船에서는 $\lambda \geq 4$ 의 범위에 속했었다.

(8)式에서 $C_{L0} / \tau^{1.1} = f(\lambda, C_v)$ 와의 함수관계가 되기 때문에 Dead Rise Surface에 對한 Lift Coefficient에서 C_{L0} 를 풀어보면

$$C_{L\beta} = C_{L0} - 0.0065 \cdot \beta \cdot C_{L0}^{0.6} \dots \dots \dots (9)$$

또한, C_{L0} 에 對한 τ 와의 關係에서

$$2^\circ \leq \tau \leq 15^\circ$$

같은, 條件이 成立된다면, 다음 式으로부터 τ 를 求할 수 있다.

D. Savitsky는 滑走面에 받는 壓力 中心과 Lift와의 關式에서 Lift Coefficient C_{L0} 를 求하는 式을

$$C_{L0} = \tau^{1.1} (0.0120 \cdot \lambda^{1/2} + 0.0055 \cdot \lambda^{5/2} / C_v^2) \dots \dots \dots (10)$$

로써 表現했으며 이의 結果를 Fig. 6에 나타냈다.

壓力面에 對한 平均 Water Velocity V_m 은 다음과 같다.

$$V_m = V \cdot \left[1 - \frac{0.012 \cdot \lambda^{1/2} \cdot \tau^{1.1} - 0.0065 \cdot \beta}{\gamma \cdot \cos \tau} \frac{(0.012 \cdot \lambda^{1/2} \cdot 1.1)^{0.6}}{\gamma \cdot \cos \tau} \right]^{0.5} \dots (11)$$

로써 求할 수 있다.

Bare Hull의 Resistance를 求하기 위해서 R_e 를 計算하면

$$R_e = \frac{V_m \cdot \lambda \cdot \beta_{px}}{\nu} \dots (12)$$

Schoenherr Friction Formulation을 利用하여 C_F 를 다음 式으로 表示할 수 있다.

$$\frac{0.0242}{\sqrt{C_F}} = \log_{10} (R_e \cdot C_F) \dots (13)$$

R_{BH} 의 計算은

$$R_{BH} = W \cdot \tan \tau + \frac{\rho \cdot V_m^2 \cdot \lambda \cdot B_{px}^2 (C_F + \Delta C_A)}{2(\cos \beta) \cdot (\cos \tau)}$$

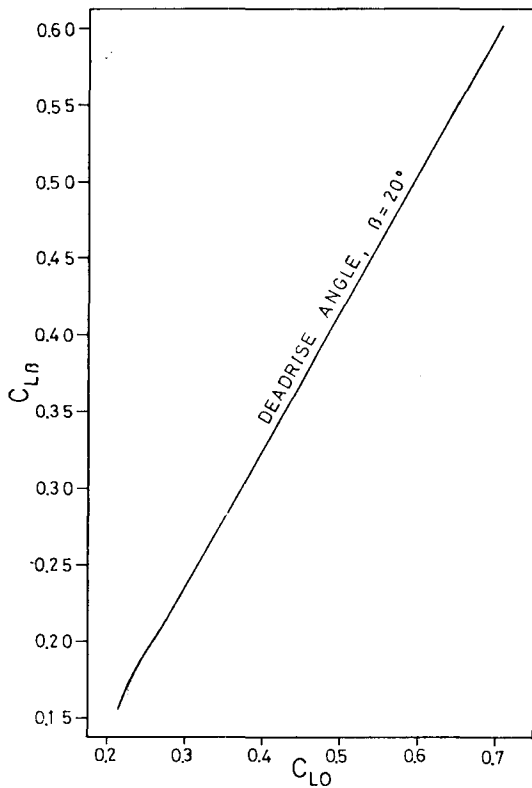


FIG. 7. Lift Coefficient of Planing Surface

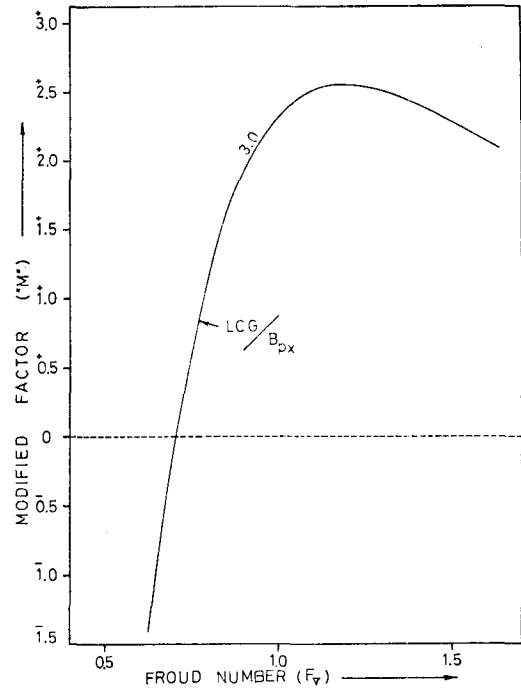


FIG. 8. Volume Froude Number와 LCG/ B_{px} 에 대한 Modifying Factor와의 관계

$$\dots (14)$$

(14)식으로써 Bare Hull의 Resistance를 求할 수 있다.

여기서, 滑走船의 幅 B_{px} 와 Dead Rise가 一定할 경우, D. Savitsky 式에서 Bare Hull에 對한 Resistance에서 Schoenherr Friction Coefficient C_F 와는 Correlation Allowance ΔC_A 의 값이 거의 무시할 程度의 값을 알 수 있다.

즉, 이의 상관 허용 수정 계수 ΔC_A 의 값은 平均 Wetted Length-Beam Ratio λ 와 最大 Chine의 幅 B_{px} 와 Dead Rise 및 Trim Angle, 그리고 Longitudinal C.G와의 關係로써 適用시킬 수 있게 된다.

그런데, 經驗式인 D. Savitsky Method의 抵抗式에서 實績船에 對한 抵抗特性面에서 R/Δ 와 Speed와의 關係에서 浸水面에 영향을 주는 L.C.G.와 Max. Chine Beam B_{px} 와의 關係는

$$\frac{L.C.G}{B_{px}} = 3.0$$

이 되므로 Lift Coefficient에 對한 R/Δ 과 Speed와의 關係에서 Total Resistance를 實績船에 適

用시키려면, Volumetric Froude Number 와 Speed 變化에 따른 L.C.G의 位置 및 Trim Angle 이 크게 變化되므로 이에 對한 修正이 進行되어야 한다.

Donald L. Blount 와 David L. Fox 는 D. Savitsky (14)式의 抵抗式을 Volume Tric Froue Number 로써 Modify 하여 Modified Savitsky Method 의 “Multipling Factor”를 “M” 로써 Suffix 하여

$$M = 0.98 + 2 \left(\frac{L.C.G}{B_{px}} \right)^{1.45} \cdot \exp^{-2(F_v - 0.85)} - 3 \cdot \left(\frac{L.C.G}{B_{px}} \right) \cdot \exp^{-3(F_v - 0.85)} \dots \dots \dots (15)$$

로써 Total Resistance 를 修正하였다.

$$F_v = \frac{V}{(g \cdot \nabla^{1/3})^{1/2}} \quad (\because g = 32.15 \text{ ft/sec}^2) \dots \dots \dots (16)$$

이때의 범위는

$$F_v \geq 1.0$$

$$\frac{L.C.G}{L_p} \leq 0.460$$

그러면, Total Resistance 는

$$R^*_{BH} = M \cdot R_{BH} \dots \dots \dots (17)$$

로써 修正된 Resistance 는 實績船 (Full Scale Craft)에 適用하여도 만족할 값을 얻을 수 있었다 (Fig. 9, 10).

Modifying 할 抵抗은 Hard Chine 型 Craft 에 서 흔히 예견되는 Hump Speed 영향을 最少로 하는 船型의 效果를 얻을 수 있음을 암시해 주

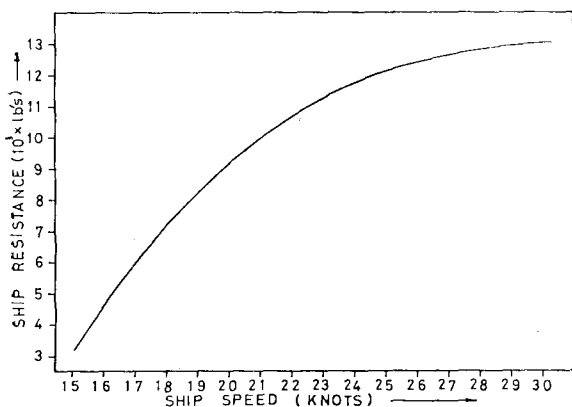


FIG. 9. Relation of The Ship Speed And Resistance

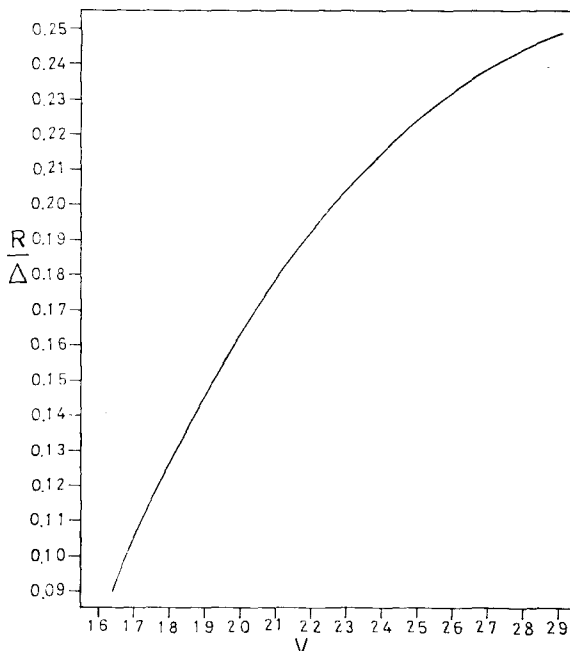


FIG. 10. Relation of The Ship Speed And R/Delta

고 있다.

F_v에 對한 Speed-Resistance 에 對해 修正된 Total Resistance 를 Fig. 11에 D. Savitsky 의 經驗式 結果값과 比較 檢討하여 나타냈다.

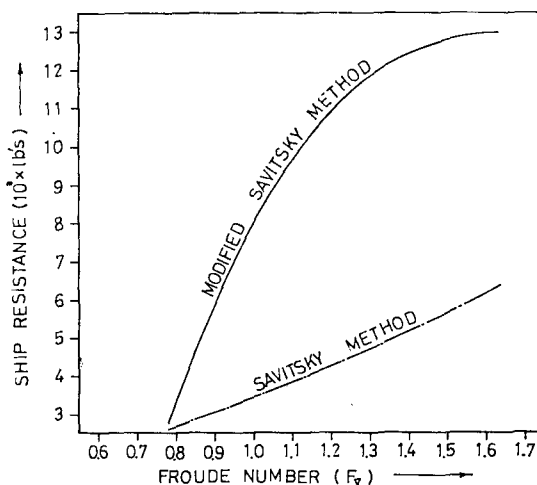


FIG. 11. Relative of F^v and Ship Resistance

V. Transom Flap의 영향에 대하여

D. Savitsky의 修正式에 適用된 L.C.G./ B_{px} 에서 L.C.G.는 Still Water 狀態에서 주어진 Δ 에서의 抵抗計算이 되었지만, 實績船에서는 D. Savitsky와 P.W. Brown의 Transom Flap으로 인한 滑走性能에 있어서의 Flap Lift 修正式을 適用하여 完全 滑走時의 初期 Δ 에서 Flap Lift로 인한 감소 Δ_F 로 인해 Effective Displacement Δ_e 로 變함에 따라 $F_n \nabla$ 에 對할 L.C.G.의 位置가 變함으로 壓力 中心點도 따라서 變하게 되는 (L.C.G.) $_e$ 의 位置로 修正해 줄 必要가 있다.

L.W.L.	79.64 bt
B_{px}	12.792 bt
B_{PT}	12.136 bt
β	20° deg
C_B	0.383
T	3.28 bt (Max. Draft)
Δ	60032 lb's
L.C.G.	34 bt (At Transom)
e	Mass Density 1.99 Slugs/cu·bt
σ	Flap Span-Beam Ratio 1.0
δ	Flap Deflection, deg=3.0°
L_F	1.968 bt
L.C.G.	35.968 bt

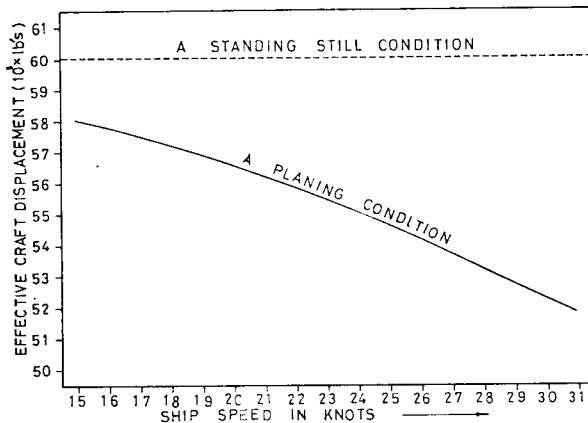


FIG. 12. Flap Lift로 인한 활주시의 Effective Craft Displacement

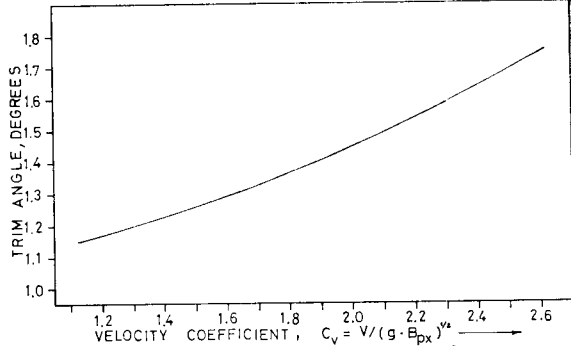


FIG. 13. Variation of Trim Angle for Prismatic Planing Hull

(Relative to Flap Trailing Edge)
라고 設計船의 Data가 주어지면 Flap Lift는

$$\nabla_F = 0.046 \cdot L_F \cdot \sigma \cdot \delta \cdot \beta_{px} \left[\frac{\rho}{2} \cdot V^2 \right] \dots\dots\dots (18)$$

가 되며, Effective Craft Displacement는

$$\Delta_e = \Delta - \Delta_F \dots\dots\dots (19)$$

한편 Effective Longitudinal Center of Gravity

$$(L.C.G.)_e = [\Delta \cdot (L.C.G.) - 0.6 \cdot B_{px} \cdot \Delta_F] / \Delta_e \dots\dots\dots (20)$$

(20)式으로부터 (L.C.G.) $_e$ 의 位置가 Δ_e 에 따라 變하게 되며, 이로 인해 Flap Lift가 增加하므로 滑走時의 Displacement Condition은 減少하게 되므로 Speed 增加에 따른 Planing Condition이 有利해진다.

VI. 結果 및 考察

D. Savitsky의 經驗式과 修正式의 Total Resistance는 20 Knots 以下에서는 거의 一致하지만 20 Knots 以上에서는 船速 增加에 따라 Hump Speed 범위에 들어가므로 抵抗이 급격히 增加됨을 알 수 있었다. (Fig. 11)

이것은 滑走時의 Planing Surface에 對한 壓力 中心點이 Trim Angle의 變化에 따라 크게 영향을 받는다는 事實과 $C_e=1.0$ 이고 Dead Rise Angle 20° (設計 實績船)이고, $\tau \leq 4^\circ$ 인 경우 즉

完全滑走가 이루어지지 않았을 때, Spray Root Line 이 붕괴되어 抵抗이 增加하는 事實도 알 수 있었다.

즉, 이의 完全滑走를 위한 Trim Angle 을 一定히 有持하기 위해서 L.C.G 와 Chine 最大幅과의 比를 3.0 으로 有持했으며 L_k-L_c 의 값, Spray Root Line 이 Daniel Savitsky 가 定立한 값보다 Donald L. Blount 와 David L. Fox 의 Multiplying Factor 를 適用했을 때 實績 設計船에서 $1.66 \cdot B_{PT}$ 에 더 접근하는 경향을 보여주었다

한편, R/Δ_e Ratio 와 Trim Angle τ 는 Speed, Load (혹은 Displacement Volume ∇) 와 L.C.G. 에 對한 LCG/L_P 의 關係值로써 나타내어지며 이때 $F_n \nabla$ 와 $L_p/\nabla^{1/3}$ 의 값이 一定하다면 L.C.G. 의 位置를 쉽게 確認할 수 있게 된다.

Resistance 는 Schoenherr Friction Coefficient 를 使用하여 實績 設計船에 適用시켰으며, 이때의 Reynolds Number 에 使用한 有效 길이는 Wetted Keel 과 Wetted Chine Length 의 平均 값을 利用했다.

또한, Correlation Allowance ΔC_A 의 값은 平均 0.0~0.0004 程度로써 適用되나 本 實績 設計船에서의 Weight 는 60032 lb's, Speed 는 20 Knots 以上이므로 이때 상관허용 수정계수 ΔC_A 의 값은 거의 무시되므로 0 으로 選擇하였다.

Ⅶ. 結 論

(1) 滑走型船에서의 Dead Rise Angle 20° 에서 $C_D=1.0$ 보다 작고, $\tau \leq 4^\circ$ 일 때 Spray Root Line 이 部分的으로 붕괴되어 抵抗面에서 增加를 초래하나, 實績船에서는 同一 Condition 에서 $C_D > 1.5$ 에서 L_k-L_c 의 값과 Spray Root Line 이 거의 一致하여 船速에 따라 所要되는 항력이 抵抗面에 있어서 船速에 有利함을 알 수 있었다.

(2) 一般的인 Hard Chine 型의 Planing Hull Form 의 抵抗 特性으로는 Speed, Load (혹은 Displacement Volume, ∇), 그리고 Longitudinal C.G 와의 關係이므로 E. Nadine Hubble 氏는 一定한 $F_n \nabla$ 와 $L_p/\nabla^{1/3}$ 에 있어서 $L_p/\nabla^{1/3}$ 이 4~10 의 범위의 Craft 에서는 L.C.G 는 Transom 으로부터 대개 30~50% 범위에 들어야 함을 E.

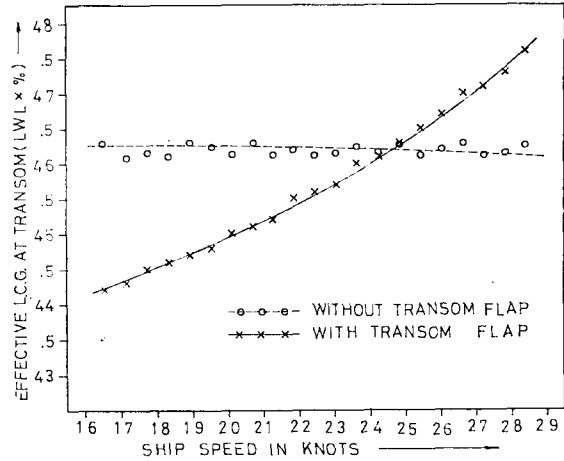


FIG. 14. Optimum L.C.G. Location For A Planing Condition

M.B. Series 船의 實驗을 통해 定意했으며, 實績 船에서도 Fig. 14 에서와 같이 完全滑走 狀態에서 L.C.G 의 位置는 平均 46.2% 의 범위에 있었음을 確認했다.

(3) D. Savitsky 의 抵抗값 R_{BH} 結果를 Donald L. Blount 와 David L. Fox 의 Multiplying Factor 를 適用하여 抵抗 $*R_{BH}$ 를 算定했을 때 Fig. 11 에서와 같이 $F_n \nabla$ 에 對한 Total Resistance $*R_{BH}$ 는 實績船의 E.H.P 有效馬力과 거의 一致하였음을 確認했다.

(4) 實績 設計船의 船尾에 Full Span 의 Transom Flap (Flap Chord = $B_{PT} \times 16\%$) 를 施工하여 D. Savitsky 와 P.W. Brown 의 理論式으로 Effective Displacement 를 計算해 본 結果 Fig. 12 에서와 같이 $V/\sqrt{L}=2.3$ 에서 滑走時의 抵抗減少로 航海 速力에 있어서는 約 3% 의 增加를 보았다.

(5) 船速에 있어서 經濟의 效率을 보다 더 높이기 위해 構造方式에 있어서 特設 肋骨에 國內 처음으로 重量 輕減 Hole 을 施工하였다.

(6) 旅客의 安全感을 주기 위해 船尾를 直線型 Transom 으으로써 船尾部의 Dead Rise 를 均一하게 3° 씩 (Fig. 3) 增加시켰다.

끝으로, Prismatic Hull Form 의 設計에 있어서 가장 問題되는 點은 壓力面에 對한 抵抗의 增加를 最少限으로 억제하기 위하여는 完全滑走

가 이뤄지지 않을 때를 고려하여, 陵線 形狀을 船體 周圍의 流體 흐름의 形狀과 부합시키는 일이 Hard Chine 型 船型의 問題點임을 밝혀 두고자 한다.

〈후 기〉

本 研究가 1972年 12月 設計한 관광 쾌속 여객선 “돌핀 호”를 建造한 大東造船 株式會社 設計部 正 技師 部長에게 本研究가 進行되도록 도와준 데 대하여 깊이 감사를 드리며, 앞으로 高速船 設計에 있어서 實績比較 資料로써 提供될 수 있을 것으로 믿으며, 과정에 잘못이 있으면 아낌없는 忠告 있기를 바랍니다.

本 計算은 蔚山工科大学 電子計算所에 설치되어 있는 Prime-750 Computer 를 使用하였다.

REFERENCE

1. P. Eng., 李昌億, “高速船(돌핀호) 基本 設計 資料 Note” 1972.
2. E. Nadine Hubble., “Resistance of Hard Chine, Stepless Planing Craft With Systematic Variation

- of Hull Form, Longitudinal Center of Gravity and Loading” D.T.N.S.R.D.C. 4307., 1974.
3. Clement, E.P. and Blount, D., “Resistance Tests of a Systematic Series of Planing Hull Form” Trans. S.N.A.M.E. Vol. 71.,
4. D. Savitsky., “Hydrodynamic Design of Planing Hulls” M.T. Vol. 1. Trans. S.N.A.M.E.
5. Hadler, J.B., “The Prediction of Power Performance on Planing Craft” Trans. S.N.A.M.E. Vol. 74. 1966.
6. Seung-il Yang., “The Effects of Transom Flap on Planing Boat Performance” Ship Hydro Dynamics Laborator, 1975.
7. Blount, D.L. and Fox, D.L., “Small-Craft Power Prediction” M.T. Vol. 13. No. 1. 1976.
8. Eugens, P. Clement, and Donald L. Blount” “Resistance Tests of a Systematic Series of Planing Hull Forms” Trans. S.N.A.M.E. 1963.
9. Daniel Savitsky, and P. ward Brown., “Procedures for Hydrodynamic Evaluation of Planing Hulls in Smooth and Rough Water” Marine Technology. Vol. 13. No. 4. 1976.