

特別講演

高速艇의 船型設計

金 在 瓊\*

1. 緒 言

近來에 高速艇에 對한 研究는 活潑히 져서 많은 研究가 發表되고 있지만, 綜合的으로 設計에 適用할만한 것은 보기 힘든 것 같다. 이것은 첫째로 高速艇 自體의 推進, 抵抗, 運動 等 船型에 對한 研究가 低速인 어 느 배 보다도 힘든다는데 있고, 둘째는 高速艇은 國防上: 機密이 要求되는 경우가 많아 理論과 實際 設計建造의 關係 資料가 公表되지 못하고 있기 때문이라 할 수 있다.

그러므로 高速艇의 船型에 關하여 綜合的이고 體系

가 整然한 見解를 發表한다는 것은 대단히 힘든 일이고, 다만 近年에 우리 나라에서도 高速艇의 對한 要求가 많아 그間에 筆者도 若干은 關與하는 가운데 생각하였고 經驗한 바가 있어 이를 土臺로 하여 아주 基本的인 事項을 論述하여 責任을 免하고자 한다.

2, Round Bottom 船型

高速艇은 排水型인 round bottom 船型과 滑走型인 hard-chine 船型으로 大別할 수 있고, 抵抗上: 見地로 보아  $\frac{V}{\sqrt{L}}$ 가 3內外 程度까지 排水型船을 有利하게 使

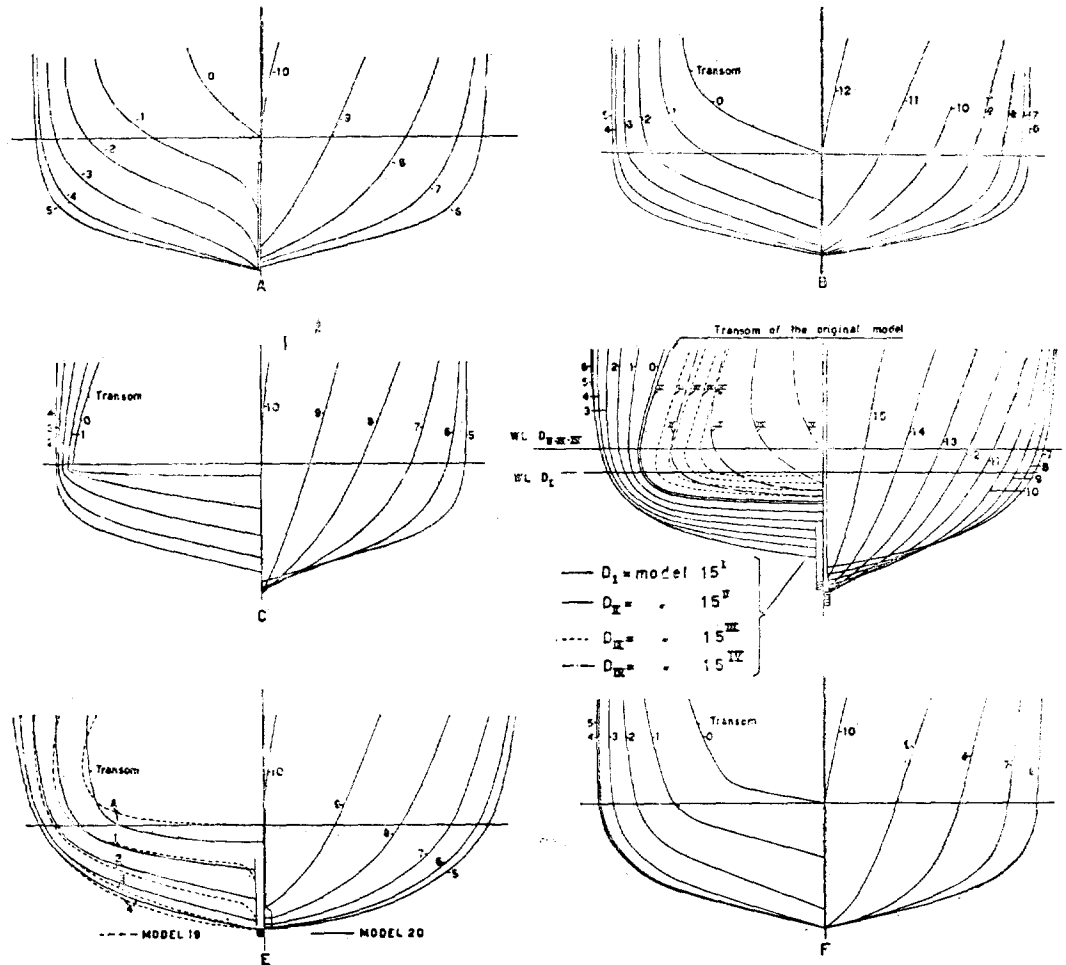


Fig. 1

\* 正會員, 서울大學校 工科大學

용할 수 있다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다. [1][2] 우선 round bottom 船型부터 考案하기로 한다.

第 1 圖는 D.De Groat 가 提示한 round bottom 船型이며 [2],

$$A \text{ 는 } \frac{V}{\sqrt{L}} < 1.4 \text{ 의 single screw}$$

$$B \text{ 는 } \frac{V}{\sqrt{L}} < 1.4 \text{ 의 twin screw}$$

$$C, D \text{ 는 } \frac{V}{\sqrt{L}} > 2.0$$

E 는 A, B 와 C, D 의 中間 速力

F 는 DD

에 對한 것이다. 이들은 原則的으로 航走中 排水容量이 一定한 排水船型으로서 (C, D 등 planing 이 일어나므로 純全한 排水船型이라 할 수 없고 semi-planing hull form 임), 船型의 諸特性은 一般大型 高速船과 同一한 原則으로 取扱할 수 있고, 다만 船體가 倭少하다는 것을 念頭에 두고, 또한 semi-planing 을 하는 範圍까지 速力이 커지는 경우에는 滑走船型의 原理를 若干 導入하여야 한다.

이 같은 船型으로 可能한 限 最高의 速力을 얻고저 할 때 考慮해야 할 主要事項은 다음과 같다.

(1) Displacement-length ratio 를 可能한 限 적게 하는 것이 絶對的인 課題이다. 이것은 Taylor standard series 와 Nordström series [2] 에도 端의으로 나타나 있다. 여기서 可能한 限 displacement-length ratio 를 줄인다는 것은 船幅을 줄이고 길이를 增加시킨다는 뜻이 되는 것으로 初期復原性能의 問題에 歸着된다. 小型艇에서 排水型이 有利한 줄을 알면서도 chine 型이 嗜好된다는 것은 이 問題와 工作性 때문이다.

(2) 高速 範圍에서  $C_p$  가 작아지는 수가 많다. 抵抗上 가장 適合한  $C_p$  值를 우선 定하고 이에 接近하도록 餘他係數를 定해야 할 것인데,  $C_B$  는 主要寸法과 排水量의 關係로서 움직일 수 없는 수가 많으므로  $C_m$  과  $C_p$  값을 調節하게 마련인데 高速이 될 수록 대개는  $C_m$  를 줄이고  $C_p$  를 增加시키는 努力이 必要하게 된다. Transom area 를 增加하면  $C_p$  값은 增加되는 것이지만 많은 副作用이 派生하기 쉽다.

(3) LWL 의 모양은 高速이 될수록 船體後半부에 있어서의 tangent 角이 작아야 하고, half entrance angle 을 可能한 限 작게 하기 위하여 LWL 의 最大幅은 可能한 限 船尾 쪽으로 뒤져야 한다. 보다 낮은 LWL 의 最大幅은 보다 船首 쪽으로 와도 無妨하다. half entrance angle 을 줄이기 위하여 船首部 LWL 의 모양 만을 손질하는 것은 禁物이고 오히려 全體의 均衡上 convex 가 되는 것도 不辭해야 한다. round bottom 이

라 할지라도 高速이 되면 船尾部分은 chine 型이 되고 planing 效果도 나타나 船首가 들리게 되므로 half entrance angle 을 無理하게 줄이려고 할 必要는 없다.

(4) 高速일수록 船尾 buttock line 의 傾斜角은 작아져야 한다. 近來의 planing hull 에서는 concave 로 한 船尾 buttock line 이 試圖되고 있으나 semi-planing hull 에서는 그럴 必要까지는 없다고 생각한다. 이것은 다음에 言及하는 transom area 와의 關係에 있어서 transom area 가 過大해지기 쉽기 때문이다.

(5) 速力長比가 2.5 前後인 round bottom type 에서 第 1 圖 C, D 에서 보는바와 같이 transom 을 가지게 마련인데 그 面積은 過大해지기 쉬우므로 注意를 要한다. 高速艇에 있어서 適切한 transom 을 가진 flat stern 은 물의 흐름이 transom 面으로부터 分離하고 船尾에 trough 를 形成하여 배의 virtual length 를 延長하는 效果로 抵抗 減少에 寄與하는 것인데, 그 面積이 過大하면 이와 같은 效果를 얻기가 困難하고 渦流形成과 船尾波의 助長으로 因한 抵抗 增加를 招來하기 쉽다. semi-planing hull 의 transom area 에 對하여는 筆者의 經驗으로 planing hull 에 對하여 주어지는 第 5 圖의 값보다 낮은 것을 勸奨하고 싶다.

(6) L.C.B. 도 抵抗과의 關聯에 있어서 重要視되고 高速일 수록 船尾 쪽으로 가야 한다는 것이지만 前項까지의 努力으로 어느 정도 附隨的으로 解決되는 問題이고 오히려 semi-planing hull 에서는 船尾 trim 이 害로운 때가 많고 船首 trim 이 有利하다[1]는 點을 생각하도록 해야 할 것으로 믿는다.

### 3, Hard-chine 船型

滑走의 原理는 一般船舶의 航走의 原理와 全然 相異하므로, 一般的인 造船學의 知識을 가지고는 滑走艇의 問題는 解決할 수 없는데, 그렇다고 滑走艇 設計에 直接 도움이 될만한 理論體系는 아직 確立되지 못하고 있는 狀態이다. 例를 들면 Froude 의 假定에 立脚하여 지금껏 一般 造船學에서 絶對視되어 오고 있는 Froude number 나 船體沒入部の 排水量分佈를 나타내는 prismatic coefficient 같은 것도 planing craft 에 對하여는 그다지 뜻이 없고, 그렇다고 이에 替置할만한 統一된 係數도 나타나지 못하고 있다. 그러므로 hard-chine 船 같은 planing craft 의 設計는 아직도 parent ship 을 利用하는 經驗的 方法의 域을 벗어나지 못하고 있다.

美國造船造機學會의 Report [3]에 依하면 planing 船型의 performance 에 영향을 미치는 parameter 를 다음과 같이 들고 있다.

(1) Length-beam ratio,  $L_p/B_{PA}$

- (2) size-weight ratio,  $A_p/\rho^{2/3}$
- (3) L.C.G.
- (4) Deadrise
- (5) Longitudinal curvature of buttock line
- (6) Shape of chine in plan
- (7) Shape of sections

여기서  $L_p$  : projected chine length

$B_{PA}$  : max. beam over chines

$A_p$  : projected planing bottom area

이것은 排水量, 長幅比, 滑走面の 形狀으로 大別 할 수 있다.

(1) 排水量

船體의 重量이 가벼워야 한다는 것은 排水型이건 滑走型이건 간에 高速艇에서 가장 重要한 要素이고, 特히 滑走型에 있어서는 排水型 보다도 그 影響이 銳敏하다[1]. 이것은 여러 面으로 解析할 수 있겠지만 計劃重量의 超過는 排水型에 있어서는 단지 船型要素의 사소한 變動에 끝이는데 對하여 滑走型에서는 根本의 으로 滑走構造에 影響을 미치기 때문이라고 單純하게 說明할 수 있다. Stevens Institute of Technology의

series에 依하면 specific form resistance는  $\left(\frac{L}{10}\right)^3$ 에

따라 急増함을 볼 수 있다[3]. 速力과 排水量과의 關係의 1例를 들면 第2圖과 같다[4]. 여기서 보면 一般船의  $C_B$ 에 相當하는 그 값은 同一條件에 있어서도 一定치 않고 變動이 甚하다.

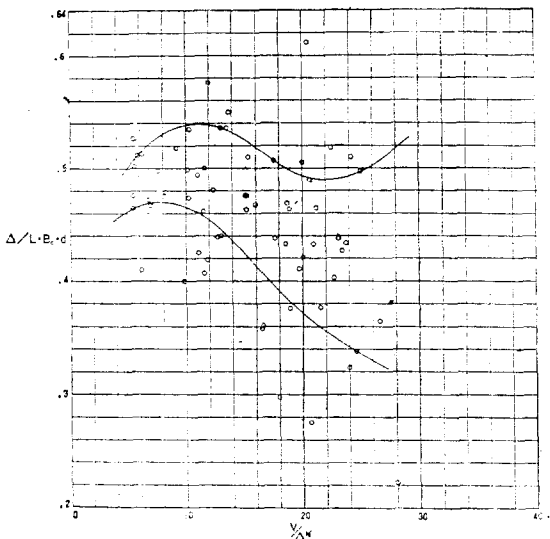


Fig. 2

(2) 長幅比

가장 滑走效果가 좋은 것은 平板이고, 또한 aspect ratio가 一定한 限度까지 큰 것이 有利하다는 것은 잘

알려져 있는 事實이다[5]. 그러므로 速力이 커질수록 滑走面の 幅이 넓어져야 한다는 것은 두말할 必要가 없고, 이에 對한 資料의 1例를 들면 第3圖과 같다[4].

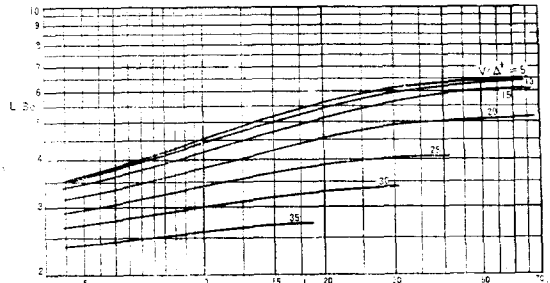


Fig. 3

(3) 滑走面の 形狀

丹羽誠一의 高速艇工學에는 第3·1·1圖로부터 第3·1·11圖까지 滑走艇의 여러가지 形狀을 볼 수 있다. 그러나 그들의 優劣을 가려낼만한 信憑性있는 資料는 없는 것 같다. 단지 滑走 效果라는 面만으로 본다면 前述한바와 같은 平面이 가장 最好 船體이라는 立場에서 보더라도 龍骨線을 中心으로 하여 deadrise가 가장 작든가 그렇지 못하면 concave 面을 이루도록 하는 것이 좋을 것이지만 船體運動과 凌波性을 考慮한다면 問題는 그리 簡単하지 않다.

D. De Groat가 提示한 第4圖[2]를 引用하여 船體 形狀과 速力과의 關係를 보면 速力이 커질수록 吃水는 작아지고, transom의 沒水 높이는 높아지며, transom의 幅은 커지고, chine의 最大幅의 位置는 船尾로 뒤지는 것을 나타내고 있다. 이로 因하여 速力이 커질 수록 deadrise는 작아지고 transom의 面積은 커지며, 後部水線의 tangent는 작아지고, 船尾 buttock line은 水平에 가까와 진다는 結果가 된다. deadrise의 影響을 대단히 重要視하고 또한 船體中央에서 부터 transom

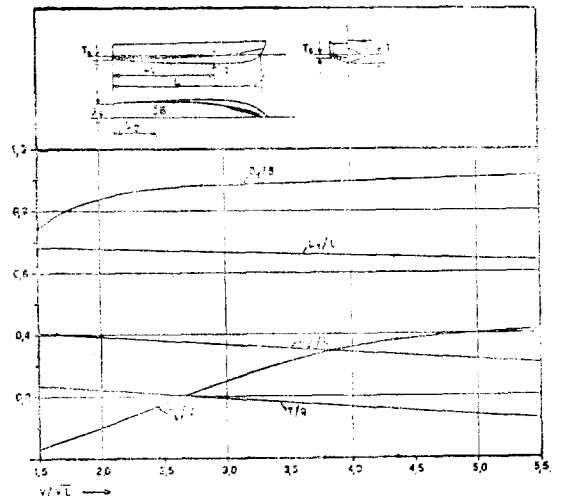


Fig. 4

까지 deadrise가 同一해야 할 것을 強調하여 Lindsay Load는 그의 獨特한 monohedron lines의 優秀성을 強調하고 있으나[5] 丹羽는 模型 試驗의 結果 그 船型이 優秀함을 認定할 수 없다고 하고 있다[4].

(4) Transom area · L.C.G.

Planing angle은 lifting force와 drag에 直接的으로 影響을 미치므로 planing performance에 絶對的인 關聯이 있고, aspect ratio가 커짐에 따라 planing angle이 커진다는 것은 잘 알려져 있다. 또한 planing angle이 커지면 wetted surface area와 마찰抵抗은 減少하나 反面 form resistance가 增大한다는 것도 定해진 理致이다.

Transom area와 艇의 重心位置 浮力中心位置는 確實히 planing angle과 滑走效果에 直接的인 影響을 미치는 것이지만 이에 對하여는 D. De Groat의 第5圖 [2]을 提示해 두는 수 밖에 없다.

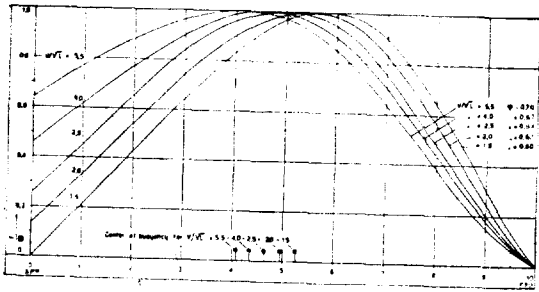


Fig. 5

(5) Srim

滑走艇에서 船尾 trim가 대단히 害롭고 특히 그 被

害는  $\frac{V}{\sqrt{L}}$ 가 大體로 3.5 以下에서 極甚하다는 것은 Stevens의 series chart에 端的으로 잘 나타나 있고[2] 筆者도 排水型의 경우이긴 하지만 船首 trim이 오히려 有利하다는 것을 指摘한 바 있다[1].

4. 船型의 選擇

別表의 各艇은 筆者가 어느 정도 關與를 하였거나 興味를 가지고 있는 것을 例擧한 것이지만 代表的인 高速艇이라는 뜻은 아니다. ② ③ ④는 hard-chine型이고 ⑤ ⑥은 round bottom型이며, ① ② ③은 木製이고 ④ ⑤ ⑥은 鋼製이다. 또한 ① ⑤는 우리 나라에서 建造된

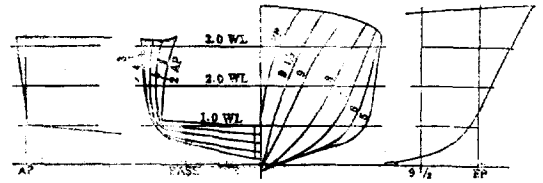


Fig. 6

배이고, 第6圖는 ⑤의 線圖이다.

船型의 選擇은 要求되는 배의 크기 速力 使用目的等 외에도 材質 就航區域 등에 따라야 할 것은 勿論이므로 速斷키 어렵지만, 超高速艇에서는 宜當 deep chine型이어야 하고, 그다지 速力이 必要치 않은 경우에도 小型船에서는 復原性能上  $\frac{L}{B}$ 가 작은 chine型을 採擇치 않을 수 없는 경우가 있고, 또한 工作上의 理由에서도 chine型이 採擇되는 경우도 많다.

	① custom craft	② rescue boat	③ U.S.P.T.	④ coastal security boat	⑤ coastal security boat	⑥ moter gunboat
LOA (m)		12.4	80'	24.6	30.53	42.5
LWL (m)	14.2		25'	23.2	29.0	
B <sub>max</sub> (m)	2.8	3.0	21'	7.4	6.0	7.0
D (m)	1.356	1.5		3.10	3.25	2.2
d (m)			5'	1.30	1.385	
Disp. (M/T)	8		30~50	100~122	100	180
C <sub>B</sub>					0.46	
C <sub>P</sub>					0.648	
C <sub>M</sub>					0.71	
$\frac{d}{\left(\frac{L}{100}\right)^3}$ (L in ft.)					116	
SHP		300×2		2×3100		
Designed V (knots)	20	30		80~35		42

D. De Groat는 排水船型은  $\frac{V}{\sqrt{L}}$ 가 3.25 附近 까지 有利하게 使用할 수 있다고 結論을 내리고 있다[2].

그러므로 moderate speed에서는 排水型과 滑走型의 利害長短을 一巨 생각해 보아야 할 것이다. ④와 ⑤는 30節 前後에 應用될 수 있는 것이라 하겠는데(다만 ⑤는

元來 22~25節로計劃된 것으로서 좀더 主要寸法과  $L$ 를 調節하는 努力이 必要함) 우리 나라의 경우로 본다면 여러가지 면으로 ④의 hard-chine型 보다는 ⑤의 round bottom型이 有利한 것으로 본다. 그 理由는 round bottom型은 滑走型 보다 첫째로 同一한 速力이 주어졌을 때  $L$ 가 훨씬 커지고  $B$ 는 작아지므로  $\frac{V}{\sqrt{L}}$ 가 훨씬 떨어져서 設計條件이 緩和되고, 둘째로 若干의 計劃의 차질 (예들면 排水量의 增加等) 또는 就航後의 船底 fouling 등으로 인한 性能 低下가 덜하며, 셋째로 比較는 할 수 없으나 耐航性이 좋고 低速 運航이 有利하다는 것을 들 수 있다. 다만 小型으로 되면 round bottom型은 復原性 不足을 招來하게 되고, 工作이 힘들어 지며, 船體도 滑走型 보다는 커진다는 短點이 따르기 마련인데, ①의 稅關監視船은 木製로서 chine型 構造이기는 하나 排水型의 主要尺度를 採擇하고 港內에서 操心스럽게 就航을 하므로서 有用하게 쓰여져 온 본 보기이다.

우리 나라에서 現今 要求되고 있는 高速艇의 狀況을 살펴 보면 pleasure craft, police and custom craft, coastal security craft, naval super high speed boats 等中에서 pleasure craft를 除外한 保安 및 國防과 直結되는 用途의 것들이고, 一般적으로 그 船種과 겨누어 볼 때 速力에 對한 要求가 極甚한 것이 普通이다. 이것은 相對적으로 甲板上的 重量物裝備가 적고, 또한 全速 運航의 比率이 적으며 低速運航이 많다는 것을 뜻하는 것으로서, 이런 點으로도 可能한 경우라면 排水型이 有利한 바탕이 된다.

Hard-chine 船型으로서는 前述한 바와 같이 各種 形狀의 것이 試圖된 바 있으나 모두 些少한 一長一短이 있는 것으로 알려져 있을 뿐, 根本的인 優劣의 判斷은 하기 힘들고 나라마다 會社 마다 獨自的인 船型을 開發하고 있는 形便인데, 우리 나라와 같이 이제부터 開發하기 시작하려는 데 있어서는 新奇한 船型에 치우치지 말고 普遍性 있는 船型을 採擇하여 始發하는 것이 바람직하다. 이 點에 關하여 現在의 우리 나라 狀態는 滿足스러운 것 같다.

### 5. 結 言

以上 概述한 바와 같이 hard-chine 船型에 있어서는 設計를 充分히 뒷받침 할만큼 理論이나 體驗이 體系化

되지 못하고 있으므로 試運轉成績의 綜合的인 解析과 이와같은 資料의 蓄積이 切實히 要望되고, 한편 高速艇의 建造者는 可能한 限 여러가지 狀態에서 試運轉하도록 하는 것을 限望하고 싶다.

排水型이건 滑走型이건 重量은 決定的인 要素이고 또한 重量의 添加에 依한 trim 調整은 不可能하므로 重量計算 및 配置에는 細心한 注意를 要한다.

우리 나라 高速艇이 一般적으로 過速을 要求한다는 것은 客觀的 條件에서 不得已 하다는 一面이 있기는 하나 高速艇을 正確하게 把握치 못하고 있는데서도 由來한다는 것을 否認할 수 없고, 이와 關聯하여 round bottom 船型의 semi-planing 船에 對하여 보다 關心을 두도록 해야 할 것이다.

高速艇은 速力이 置重이되고 設計의 目標도 그것에 두다보면 運動, 操縱 等이 等閑이 되기 쉽다. 지금까지 우리 學界에서는 高速艇의 運動에 關한 基礎研究도 相當히 이루어지고 있는 만큼 設計者도 보다 이 方面의 關心을 가지도록 要望하고 싶다.

### 參 考 文 獻

- [1] 金在瑾：高速艇의 船型, 大韓造船學會誌 7-2, 1970.
- [2] D. De Groat: "Resistance and propulsion of Motor-Boats," *International shipbuilding progress* vol. 2-6, 1955.
- [3] E.P. Clement: "How to use the SNAME Small Craft Data Sheets for Design and for Resistance Prediction" *SNAME Technical and Research Bulletin* No. 1-23, 1963.
- [4] 丹羽誠一：高速艇工學, 1971.
- [5] Lindsay Load: "Naval Architecture of Planing Hulls," 1949.
- [6] K.S.M. Davidson and A. Suarez: "Tests of Twenty Related Models of V-bottom Motor Boats," E.M.B. Series 50" *D.T.M.B. Report No. 170*
- [7] E.P. Clement and D.L. Blount: "Resistance Tests of a Systematic Series of Planing Hull Forms," *SNAME*, 1963.
- [8] D. Savitsky: "Hydrodynamic Design of planing Hulls" *Marine Technology*, vol. 1964