

小型沿岸客船의 Trim 變化가 抵抗에 미치는 影響

黃宗屹* 裴光俊**

A Study on the Effect of Trim on the Resistance in a Small Coastwise Passenger Boat

J. H. Hwang, K. J. Bai

ABSTRACT

The authors considered the effects of trim in the small coastal passenger boat upon resistance in this paper. Any change of trim no matter how small, necessarily produces some effect upon resistance.

The relations between the resistance coefficients and trim were investigated through the towing test of the Model MCI-P₁-65, Korean Standardized Ship, GT 70 tons passenger boat in the gravitational tank.

The Lines of the Model are given in Fig. 1.

Principal dimensions and other characteristics vary with the trim in general. Those values varied with the trim for MCI-P₁-65 are tabulated in table 1.

The resistance was measured at five conditions such as even keel, 0.0273L, (original designed trim) 0.0473 L, 0.0663 L, 0.0873 L trim by the stern, fixing the displacement corresponding to the designed load water line.

Model was made of wood in length of 3.5 feet coated with varnish, and without appendages. As the artificial turbulent stimulator, the sand strip method was used. The results of model towing tests, correcting to water temperature of 70°F, were expanded to full scale using the Schoenherr's friction formula and surface roughness allowance coefficient of 0.0004.

The authors point out, the following results.

1) Optimum trim which gives the minimum resistance exists for every speed at constant displacement and each comes to the same value. For MCI-P₁-65 optimum trim is 0.0673 L trim by the stern (Fig. 4 - The cross curves of the resistance coefficients).

2) At constant displacement, when LCB (longitudinal position of center of buoyancy) varies with the

原稿受理日字 1967年7月10日

* 正會員 서울大學校 工科大學

** 正會員 大韓海運公社

trim, there exists optimum value of LCB which gives minimum resistance for every speed and each comes to the same value. For MCI-P₁-65 optimum position of LCB is 8 % L aft from midship section (Fig. 6).

1. 緒 論

Trim 이 抵抗에 미치는 影響에 對한 實驗的考察로서는 1871 年의 Froude 의 Full scale Greyhound 實驗이 最初였으며, 그後 많은 實驗이 行하여졌다. 一般으로 Trim 의 變化는 抵抗에 큰 影響을 미치지 않는다고 알려져 있으나 [1]*, 一部 船舶에 있어서는 無視하지 못할 경우도 있다. 最近의 實驗에는 Kobayashi 의 European wooden trawler 에 對한 것이 있으며, 그는 그의 實驗을 通해서 Optimum trim (一般的으로 이 값을 Designed trim 으로 決定한다.)이 그가 實驗한 船種에 對해서는 0.04 L 이라는 것을 밝혔다[3].

Trawler, Tug, 沿岸客船 等의 小型船에 있어서는 Initial trim 의 問題가 抵抗을 減少해서 曳引時의 安定性 等 여러가지 觀點으로부터 重要하다. 著者들은 Froude 數가 높은 排水量型의 FY 65 韓國標準型船인 小型沿岸客船에 對해서 同船의 Designed trim 의 檢討를 兼하여 小型客船에 있어서는 trim 이 抵抗에 미치는 影響을 調査하는 抵抗實驗을 施行하였다.

2. 供試船型 및 實驗計劃

FY 65 商工部 標準型船 設計中에서 總噸數 70 噸인 鋼造旅客船 MCI-P₁-65 를 이번 實驗의 供試船型으로 選定하였다.

供試船型의 線圖와 橫斷面積曲線[3]은 Fig. 1에 收錄하였다.

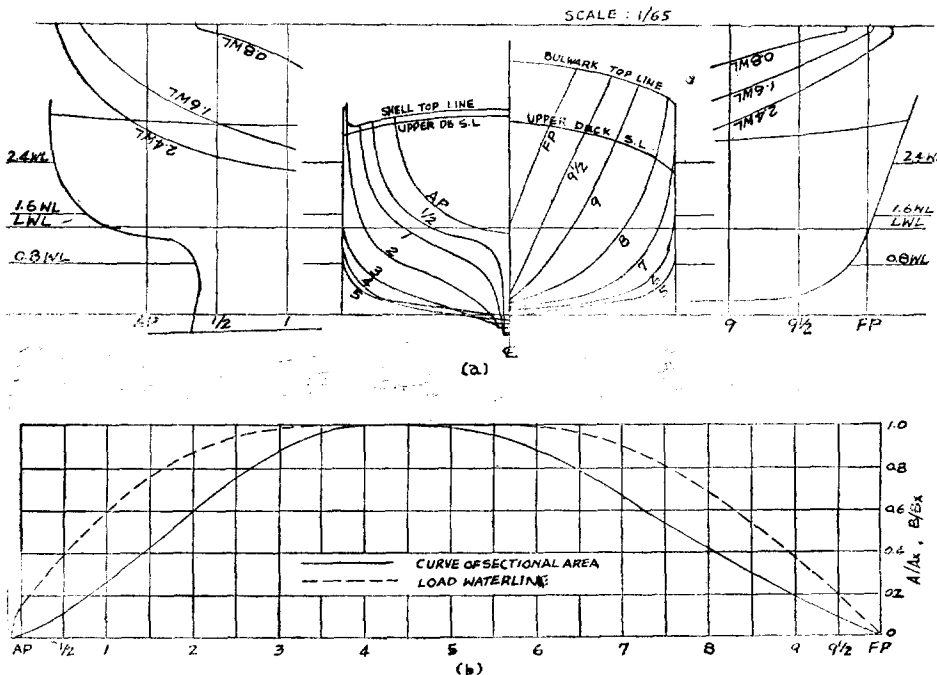


Fig. 1. MCI-P₁-65 : Body Plan, Bow and Stern Profile, Sectional Area Curve and Load Waterline.

* []안의 數字는 本論文 末尾에 紹介한 引用 文獻의 番號임

一般의 Trim 이 發生하면 船型의 尺寸 및 여러 係數가 달라진다. 各 Trim 狀態에 따라 變化된 새로운 船體의 主要尺寸 및 係數는 Table 1에 表示된 것과 같다.

Table 1. Principal Dimensions and Other Characteristics in Various Trim Conditions (MCI-P₁-65)

	Trim				
	Even Keel	2.73 % L	4.73 % L	6.73 % L	8.73 % L
L (m)	21.25	22.45	22.65	22.95	22.90
B (m)	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
Taft (m)	1.37	1.65	1.85	2.04	2.23
T (m)	1.37	1.35	1.33	1.30	1.27
Tfwd (m)	1.37	1.05	0.81	0.56	0.31
Ax (m ²)	6.09	6.05	5.92	5.80	5.65
V (m ³)	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5
S (m ³)	111.7	119.24	121.02	122.86	122.43
$L/\bar{V}^{1/3}$	4.921	5.200	5.245	5.315	5.304
L/B	4.09	4.32	4.36	4.41	4.40
B/T	3.79	3.85	3.91	4.00	4.09
$1/2 \alpha$	20°3'	22°15'	23°2'	23°53'	24°47'

L : Water Line Length

A : Midship Section Area

B : Breadth

V : Volume of Displacement

T : Draft

S : Wetted Surface Area

α : Water Line Angle of Entrance

一般의 Trim 旅客船에서는 Light condition 과 Full load condition 에 있어서의 排水量의 差異가 별로 크지 않다. 供試船型이 旅客船이므로 實驗은 Designed load water line 에 對한 排水量으로 固定하여 Even keel designed trim, 즉 2.73 % L Trim; 4.73 % L Trim; 6.73 % L Trim; 8.73 % L Trim 의 5 種 Trim 狀態에 對해서 抵抗試驗을 하여 抵抗係數의 Cross curve 를 만들어 Optimum trim 을 決定하고, 또 浮心의 縱方向位置(LCB)와 의 關係도 檢討한 計劃을 세웠다.

本試驗은 서울大學校 試驗水槽에서 이루어졌으며. 同水槽는 尺寸가 120'×10'×5'(길이×폭×깊이)로서 重力式檢力裝置를 裝備하고 있다. 同水槽에 適合한 模型의 크기는 길이 4'~6' 이고 무게가 25 lb~45 lb 이다. 서울大 水槽의 크기가 작으므로 이와같이 model 의 크기가 制限되며, 따라서 抵抗試驗에 있어서는 반드시 亂流促進을 시킬 必要가 있으며, 從來에 Sand strip 과 Pin stimulation method 가 사용되어 왔다.

本試驗에 사용된 模型의 길이 是 3.5'(1.067 m), $(L_{pp})_s/(L_{pp})_m=20.62$ 이며 이것은 本試驗의 供試船型을 包含한 FY 65 標準型船水槽試驗報告[4]와 同一한 條件으로 試驗하기 위해서 文獻[4]와 同一한 길이를 取하였다. 橫型의 길이 3.5ft 이므로 亂流促進을 시킬 必要가 있었으며, Artificial turbulent stimulator 로서는 Sand strip 를 使用하였다.

文獻 [5], [6]을 참조하여 sand strip 는 船首에서 4" 떨어진 곳에 1"幅의 strip 에 0.2~1.61 mm ϕ 의 보래를 붙여 Stem 에 나란히 船底近處까지 계속하여 양쪽에 붙였다.

Model 은 槳木製이며 表面은 varnish 로 매끈하게 칠했으며 Appendage 는 부치지 않았다.

3. 實驗結果 및 考察

模型 曳引試驗 結果의 解析에 있어서 摩擦抵抗係數 算定은 水温 70°F 를 基準으로 하여 Schoenherr 의 算式

에 依했으며 表面粗度 修正係數 0.0004 가 使用되었다. Hughes 의 式을 使用하는 것이 좋겠지만 文獻[4] 의 繼續試驗이기 때문에 文獻 [4]와 同一한 Schoenherr 의 式을 使用하였다. 또 靜水中에서 各 Trim 狀態에 對해서 浸水表面積이 變化하므로 摩擦抵抗計算에 있어서 各 Trim 狀態에 對應하는 浸水表面積을 計算하여서 使用하였다.

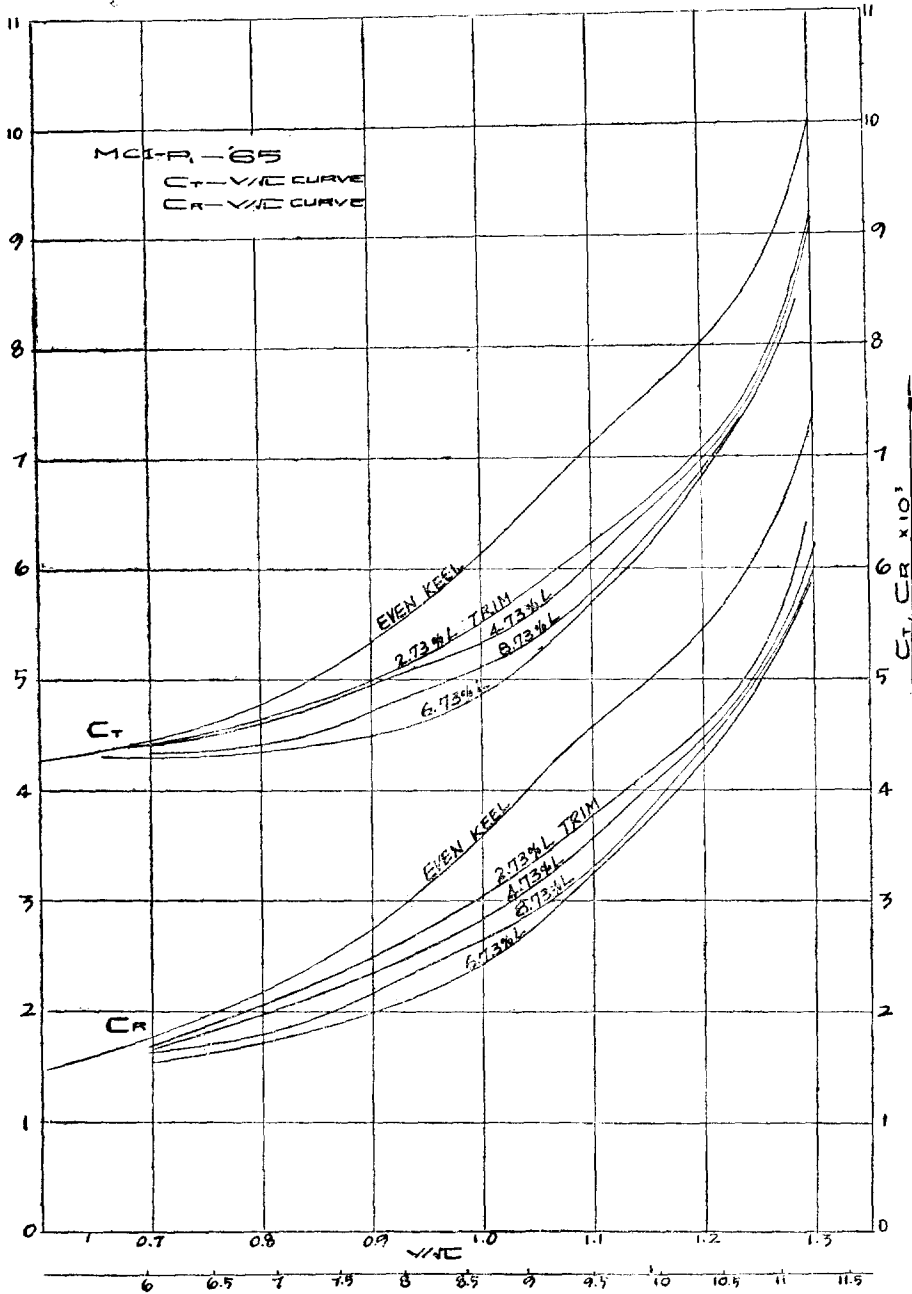


Fig. 2. C_T, C_R vs V/\sqrt{L}

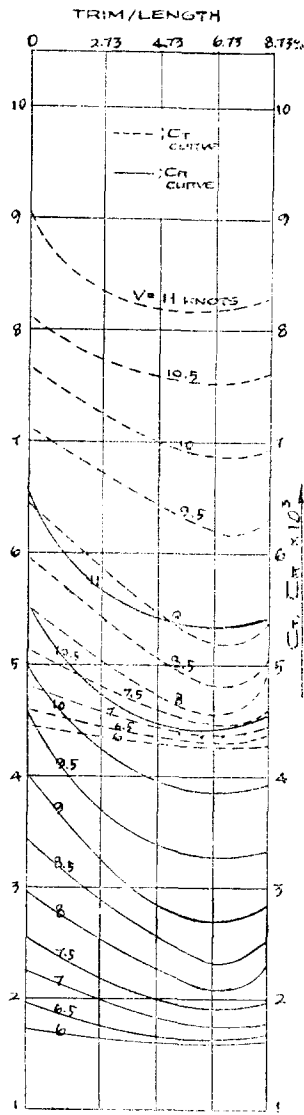


Fig. 4. Cross Curves of Resistance Coefficients (Trim)

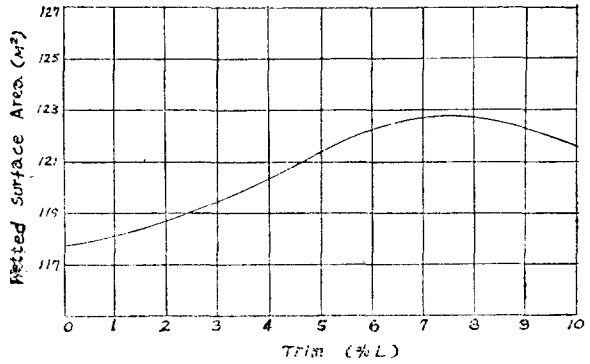


Fig. 3. Wetted Surface Area in Trimmed Condition

抵抗試驗의 結果는 Fig. 2에 圖示하였다. 이 圖表에 依하면 $V/\sqrt{L}=0.8\sim 1.2$ 사이의 全抵抗係數 C_r 및 剩餘抵抗係數 C_R 은 Trim의 變化에 比較的 顯著한 影響을 주는 것을 알 수 있다. 그러나 V/\sqrt{L} 이 0.7以下에서는 Trim의 影響은 無視해도 無妨한 程度이다. 그리고 Even keel에 對해서는 船尾 Trim에 比해서 顯著하게 높은 抵抗係數를 가지는 것을 알 수 있다.

Fig. 3에서 任意의 여러 速力에 對한 抵抗係數의 變化를 調査하여 Fig. 4의 抵抗係數 交叉曲線을 만들었다.

Fig. 4의 抵抗係數 交叉曲線으로 부터 任意의 船速에 對한 最小抵抗의 Optimum Trim이 存在하는 것을 알 수 있다. 各速力에 있어서의 最小抵抗은 거의 모두 6.73% L 船尾 Trim에서 일어나고 있는 것이 特徵이다. 供試船型의 Optimum Trim은 6.73% L 船尾 Trim이며, 이것은 最初の Designed trim(2.73% L)과 큰 差異가 있는 것을 指摘할 수 있다.

다음에 Trim時의 浮力의 前後位置의 變化에 따른 抵抗의 變化를 調査하기 위하여 各 Trim 狀態에 對應하는 靜水中에서의 LCB의 變化를 Bonjean's curve로 부터 求하였다(Fig. 5).

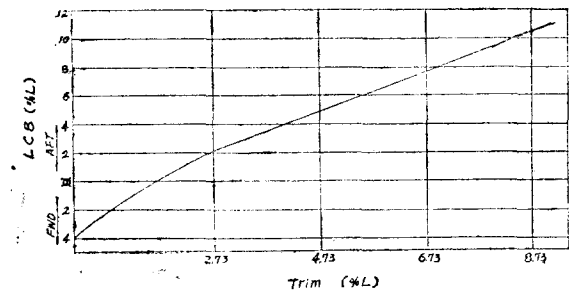


Fig. 5. LCB-Trim Curve

一定한 排水量에서 Trim 도 變하고 LCB 도 變할 때 LCB의 變化에 對한 抵抗의 變化는 Fig. 5와 Fig. 2로부터 얻을 수 있다. Fig. 5를 써서 Fig. 2로부터 $V/\sqrt{L} = \text{一定}$ 에 對한 C_R -LCB 曲線 即 抵抗係數交叉曲線을 그리면 (Fig. 6), 剩餘抵抗이 最小가 되는 LCB의 값이 求해진다.

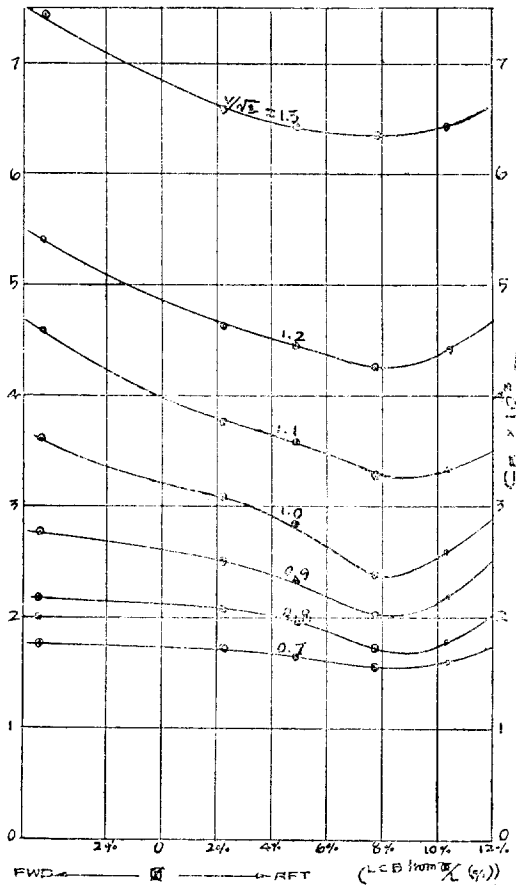


Fig. 6. Cross Curves of Resistance Coefficients (LCB)

Fig. 6으로부터 抵抗이 最小가 되는 Optimum한 LCB의 位置는 後方 8% L에 있는 것을 알 수 있으며 이 浮心位置는 Optimum trim에 對應하는 Trimmed waterline에 對한 값이다.

4. 結 論

1) 沿岸客船 MCI-P1-65의 Trim을 變化시킨 系統的 抵抗試驗에 依하면 各 速力에 對應하는 最小抵抗의 trim 狀態가 있으며 그것들은 거의 同一 trim 狀態이다. 供試船型에 對해서는 Optimum trim은 6.73% L 船尾 trim이다.

2) MCI-P1-65의 最初 設計의 Designed Trim 2.73%는 Optimum trim보다 훨씬 작다.

3) 排水量이 一定할 때 Trim도 變하고 그에 따라서 LCB도 變할 때 最小抵抗의 LCB의 位置가 存在한다. 供試船型에 對해서는 Optimum한 LCB의 位置는 中央橫斷面後方 8% L의 거리에 있다.

끝으로 抵抗試驗에 있어서 貴重한 助言을 하여 주신 金在瑾教授에게 甚深한 感謝를 드린다.

參 考 文 獻

- [1] D.W. Taylor; "The Speed and Power of Ships", 1933.
- [2] T. Kobayashi; "Resistance Test of European Wooden Trawler (No. 3)", 漁船研究技報, 第18卷, 第3號, 1964.
- [3] FY 65 標準型船設計委員會: "FY 65 商工部 標準型船 設計報告" 大韓造船學會誌, 第3卷, 第1號, 1966
- [4] 金在瑾, 黃宗屹, 任尙鍊, 金極天: "韓國標準型船의 水槽試驗", 研究報告, 第2卷, 第1號, 1966, 서울 大學校 工科學
- [5] 金正植: "A Study on the Method of Turbulence Stimulation in the Ship Model Test," 大韓造船學會誌, 第3卷, 第1號, 1966.
- [6] G. Hughes J. F. Allen; "Turbulence Stimulation on Ship Models", TSNAME, Vol. 59, 1951