

速力型 沿岸旅客船 船型에 關한 研究

高 允 燮

A Study on the Ship Type of Speedy Costal Passenger Boat

Koh, Youn-Sup

〈 차 례 〉

Abstract

1. 序 言

2. 速力型 船型選擇

3. 假定된 速力型 船型の 復原性 評價

4. 假定된 速力型 船型的 動力評價

5. 船型 改良後의 採算性 評價

6. 結 言

Abstract

The rise in the price of oil has made the operation of coastal passenger boats unprofitable, therefore, it is very difficult to improve the management of these boats constructed in the present ship form without the fall in oil price.

This paper is designed to develop a new ship form which will make the operation of these boats profitable without the fall in oil price. A new boat must have a new ship shape and its underwater hull must be slim and long, and its upper deck must be wide, so this boat will reduce the power of the main engine and increase the number of passengers aboard by means of decreasing wave making resistance and increasing stability.

1. 序 言

沿岸旅客船 運送業의 採算性은 主로 海上交通便을 이용하는 旅客의 變動 추세와 같은 外적인 요인과 船舶 運航經費와 같은 內적인 요인으로 決定된다고 할 수 있다.

지금 現시점에서의 그 內외적인 요인을 分析하여 본다면 첫째로, 旅客人員 減少추세를 예들수 있다. 그것은 過去 전적으로 海上交通으로만이 往來가 可能하였던 海岸部落이나 陸地와 가까운 島嶼는 高速道路網의 확장 影響으로 오히려 陸上交通網이 편이하게 되었으며, 따라서 沿岸旅客 運送業에 타격이 加해지게 되었다. 둘째로, 현재 就航하고 있는 小型鋼製沿岸旅客船은 過去 就航하였던 木造旅客船에 비해 輕量이고 top heavy 되므로 인한 復原性 減少는 船幅을 다소 넓히는 方法을 擇하게 되었고, 이로 인하여 主機馬力은 다소 增加하게 되었으나 低油價였음으로 採算性에는 別 影響이 미치지 않았다. 셋째로, 최근에 旅客船 就航기회를 예들수 있는데, 점차적인 島嶼住民의 生活向上과

海上交通진흥책 등으로 많은 旅客船이 島嶼間에 就航하게 되었고 島嶼開發은 活氣되게 되었으나 그러나 最近에는 數次에 걸친 油價上昇과 經濟不況으로 인한 旅客減少 등 採算性 惡化로 旅客船의 就航回數가 減少되거나 또는 就航을 기피하는 현상이 발생하게 되었다.

위에서의 몇가지 요인으로 현 실정에서의 旅客船業은 既存 旅客船 船型으로는 採算性을 만족시킬 수 없다는 結論에 도달하게 된다. 따라서 그와 같은 惡條件을 극복하며 採算性을 만족시키는 새로운 船型은 극히 바람직한 상황에 놓여 있다 하겠다.

이 論文에서는 高油價를 극복하면서 採算性을 만족시키는 旅客船 船型을 開發하여 앞으로 建造되는 旅客船에 適用되기를 바라는 데 있다.

2. 速力型 船型選擇^{4), 5)}

새로운 旅客船 船型의 目的하는 바는 大幅的인 採算性 改善에 있고, 그러한 관점에서 既存 旅客船의 船型을 어떤 극한점까지 修正·設計 變更한다 하더라도 바라는 바를 크게 만족시킬 수는 없다. 現在 沿岸에서 運航되고 있는 鋼製旅客船들은 L/B 나 C_b 등 設計要素는 그 航海速力에 알맞게 어떤 標準값에 적합한 값들이거나 어떤 旅客船은 極한값까지 취하고 있기도 하다.

대표적인 沿岸旅客의 主要要目を 열거한다면 <表 1>과 같다.

<表 1> 既存 小型鋼製沿岸旅客船 主要要目表

No.	航 路	航 海 區 域	$L \times B \times D \times d$ (m)	L/B	C_b	V_s (knots)	主機(PS)
1.	忠 武—欲知島	沿 海	21×4.8×1.8×1.41	4.375	0.511	9.5	180
2.	釜 山—麗 水	平水, 限定沿海	32×6×2.8×1.9	5.33	0.52	12.0	600
3.	釜 山—麗 水	"	38×6×3×1.84	6.33	0.48	13.0	600
4.	浦 項—鬱陵島(貨客)	沿 海	42×7.4×3.5×2.6	5.675	0.53	13.0	900
5.	釜 山—濟 州	"	42×7.2×3.5×2.6	5.83	0.53	15.0	1,400
6.	釜 山— "	"	55×10×4.5×3.1	5.5	0.55	13.0	700×2基
7.	木 浦— "	"	42×7.4×3.5×2.6	5.675	0.535	14.3	1,400

上記 表의 旅客船을 비롯한 모든 既存 旅客船들은 高油價로 인한 運航費 上昇에다 經濟不況으로 인한 旅客減少 등으로 採算性은 날로 惡化되고 있으며, 그 打開策으로 旅客運賃 上昇을 되풀이 하고 있는 實情이다.

<表 1>에서의 2番船은 旅客船으로서 무리가 없는 타당성 있게 設計된 배라 하겠으나 3番船은 2番船보다 6m나 더 길고 C_b 를 더욱 적게 한 어떻게 보면 기형적인 旅客船이라고도 말할 수 있는데, 그렇게 設計된 원인은 2番船과 같은 航路에서 速力を 초월하기 위함에서였다. 即, 船主 要求 速力은 13노트였고 배의 크기는 2番船보다 작지 않음이 요구되었다. 그 當時 國內에서 使用可能한 新品 디젤로는 600P.S 뿐이었고, 다시 말해서 主機 爲主로 13노트의 船速을 滿足시키기 위하여.

모험적인 設計가 시도되었다. 即, $L/B=6.33$, $C_b=0.48$ 인 극단적인 값을 취함과 동시에 船速增加나 復原性 增加를 목적으로 극단적인 巡洋艦船尾를 採擇하였다. 完成後 復原性이나 船速과 같은 要求事項은 傾斜試驗이나 公試運轉時 滿足스러운 結果로 되었다.

採算性を 大幅 滿足시키는 要素로는 運航費 切減과 收益增加인 兩面에서 이루어져야 하며, 그와 같은 要素가 設計에 反映된 結果로는 지금의 旅客船 船型과는 判이한 船型이어야 할 것이다. 그와 같은 새로운 船型은 等船速일 때에 馬力이 切減되어야 하고, 그리고 復原性を 滿足시키면서도 甲板面積增大가 可能하여야 한다. 그렇게 되기 위하여서는 可能的 한 최소의 C_b 를 取하면서, L/B 를 최대로 또한 滿載吃水線上 上甲板 面積을 增大시켜 復原性を 滿足시키면서 旅客定員을 늘리는 方法일 것이다. 그와 같은 船型이 小型旅客船에서 可能하다면 보다 큰 旅客船에서는 더욱 可能性이 있다는 結果로 될 것임으로 <表 1>에서 가장 극단적인 船型인 3番船에서 그와 같은 船型을 그림 1과 같이 假定하여 본다.

그림 1의 船型的 復原性이나 速力變化를 검토하기 위하여 다음과 같이 假定한다.

- ㄱ) 滿載吃水는 船體의 길이나 船型變動에 關係없이 一定하다.
- ㄴ) 船體의 길이는 L/B 의 標準값이라 할 수 있는 5.4를 滿足하는 길이로 부터 輻선 높은 값인 7까지 속하는 길이인 32m, 34m, 36m, 38m, 40m, 42m로 定한다.
- ㄷ) 船幅은 滿載吃水線下에서는 變動이 없으나 上甲板에서는 中央部에서 7m로 하고 首尾로 平行部를 연장하여 上甲板 面積을 되도록이면 擴大시킨다.
- ㄹ) C_b , C_p , C_w 등 形狀係數는 길이 變動에 關係없이 一定하다.
- ㅁ) 復原力 計算은 船樓를 포함하지 않은 上甲板線까지만 行한다.
- ㅂ) KG 는 實際 重心과 유사한 2.5m로 하며 船型變化나 길이 變化에 關係없이 一定하다.

3. 假定된 速力型 船型的 復原性 評價^{3), 6)}

復原力 計算은 그림 1의 船型 改良 以前과 以後 그리고 6가지 길이인 合計 12個의 船型에서 行하기로 한다.

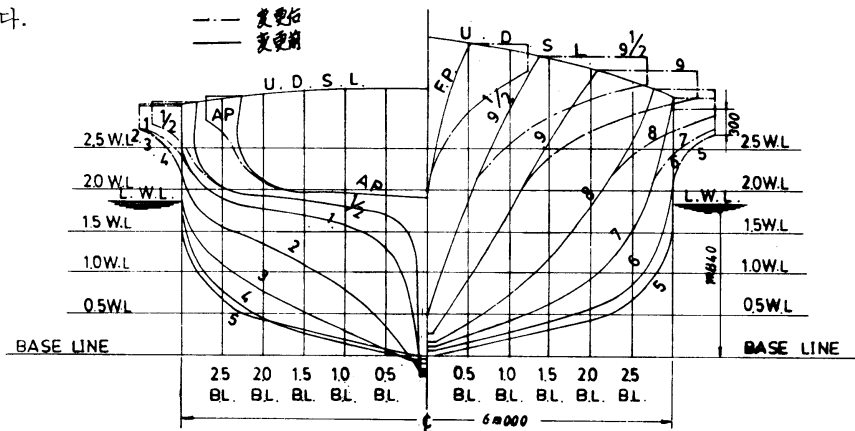


그림 1. 船型 變更前後의 斷面曲線

計算進行은 線圖를 8等分하고 그 等分된 斷面은 길이 變化에 關係없이 一定하다고 보고 Tchebycheff's 8等分法으로 電算處理하기로 한다.

Tchebycheff's 8等分法은 重心 G를 通하는 鉛直軸으로 부터 浮心の 水平方向 位置인 GZ를 求하는 方法이고 따라서 G를 通하는 鉛直線에 관한 傾斜水線下의 容積 moment를 傾斜水線下의 排水容積으로 나눈 結果이고, 式으로 나타내면 다음과 같다.

지금 θ 가 橫傾斜角, VV軸이 G를 通하는 鉛直軸, y가 傾斜水線面의 VV軸에 관한 橫座標, s' 가 Simpson's 內部 係數이라면 任意의 傾斜水線面積 A_w 는

$$A_w = \int y_s dx + \int y_p dx = (\sum y_s + \sum y_p) \frac{L}{8} \dots\dots\dots (a)$$

排水容積 V는 A_w 를 上下로 Simpson's 法則으로 積分하면 되므로

$$V = \int A_w dz = \{ \sum (\sum y_s + \sum y_p) s' \} \cdot \frac{L}{8} \cdot \frac{k}{3} \dots\dots\dots (1)$$

G를 通하는 鉛直軸에 관한 水線面의 moment M_{Aw} 는 右側을 (+)로 한다면

$$M_{Aw} = \frac{1}{2} (\int y_s^2 dx - \int y_p^2 dx) = \frac{1}{2} (\sum y_s^2 - \sum y_p^2) \cdot \frac{L}{8} \dots\dots\dots (b)$$

鉛直軸에 관한 全容積 moment는 $V \times GZ$ 와 같으므로

$$GZ = \frac{1}{V} \int M_{Aw} dz = \frac{\{ \sum (\sum y_s^2 - \sum y_p^2) \cdot s' \} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{8} \cdot \frac{k}{3}}{\{ \sum (\sum y_s + \sum y_p) \cdot s' \} \cdot \frac{L}{8} \cdot \frac{k}{3}}$$

$$\therefore GZ = \frac{\{ \sum (\sum y_s^2 - \sum y_p^2) s' \}}{\{ \sum (\sum y_s + \sum y_p) \cdot s' \}} \cdot \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式(1), (2)를 各 傾斜角에서 各 水線에 關係 電算處理한 것 中 38m 船에 관한 復原力交叉曲線은 그림 2와 같다.

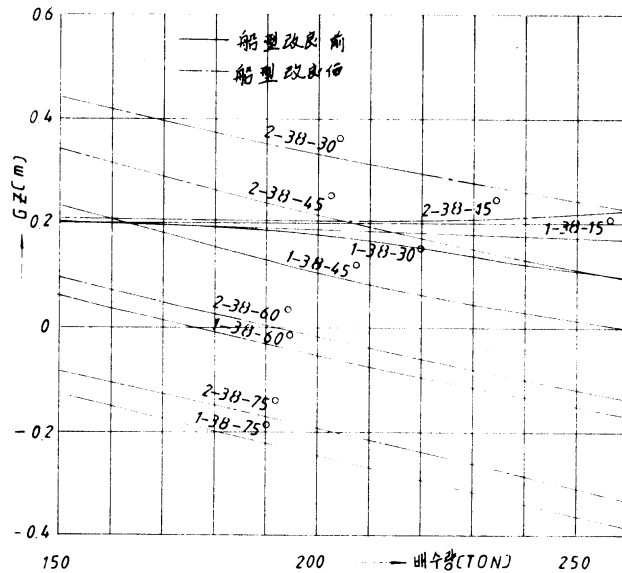


그림 2. 38m 船의 復原力交叉曲線

式(2)에서의 GZ 는 y 만의 函數이므로, 萬若 斷面曲線은 變化없고 斷面間隔만이 增減하는 길이만의 增減일 때에는 GZ 의 數値는 變化하지 않는다. 따라서 한 船型이 6個의 길이의 群으로 區分되었을 때 等吃水이고 斷面曲線에 變化가 없는한 같은 傾斜角에서의 GZ 는 모두 다 같은 값을 알 수 있다. 여기서는 滿載狀態時的 GZ 의 값이 問題가 되는 것이며 한 船型의 6가지 길이에 對한 滿載狀態時的 GZ 는 같은 값을 가지게 된다.

그림 2는 38m 船에 關한 船型改良 以前과 以後의 復原力交叉曲線이지만, 기타 길이에 屬하는 交叉曲線은 모양은 같고 다만 排水量 變化振幅만큼 左右로 伸縮하기만 한다.

38m 船의 滿載排水量은 206.6톤이고 그 排水量에서의 復原力曲線은 그림 3과 같고, 기타 길이에 對한 滿載排水量에서의 復原力曲線도 그림 3으로 表示된다.

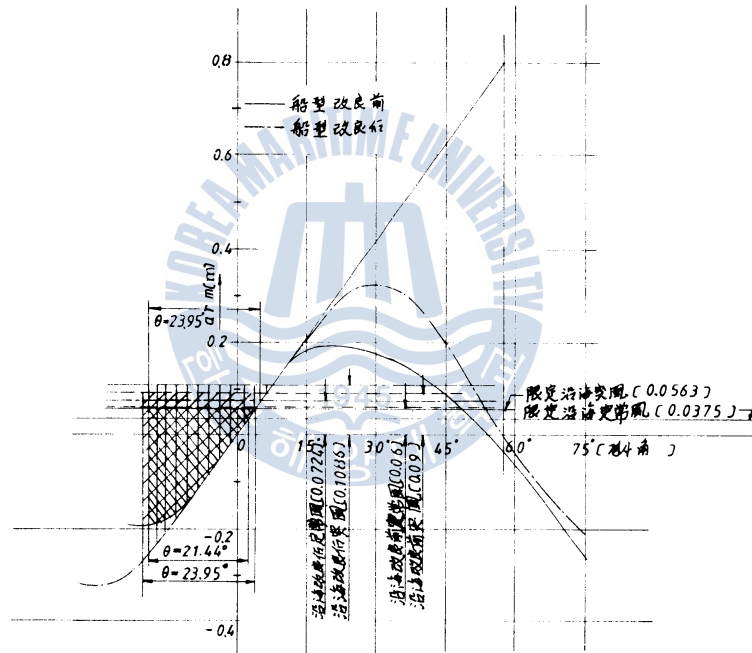


그림 3. 38m 船의 復原力曲線

38m 船의 復原性을 評價하기 위하여 船型改良 以前과 以後의 限定沿海 및 沿海區域에 있어서의 傾斜偶力 arm 및 橫搖角을 復原性規則에 따라 計算한 結果는 다음과 같다.

定常風에서의 傾斜偶力 arm = $\frac{KAH}{W}$ 이고

여기서

K : 係數로서 限定沿海時는 0.0171, 沿海時는 0.0274

A : 水線上部の 投影面積(m^2)으로 船型改良以前이 150.21 m^2 , 船型改良後가 167.39 m^2

H : A 의 面積中心에서 吃水의 半까지의 垂直거리(m)로서 船型改良以前이 3.015m, 改良後가 3.262m

W : 滿載排水量으로 206.6톤

船型改良 以前 限定沿海時의 傾斜偶力

$$\begin{aligned} \text{arm} &= \frac{KAH}{W} \\ &= \frac{0.0171 \times 150.21 \times 3.015}{206.6} \\ &= 0.0375 \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

船型改良 以前 沿海時의 傾斜偶力 arm

$$\begin{aligned} &= \frac{KAH}{W} \\ &= \frac{0.0274 \times 150.21 \times 3.015}{206.6} \\ &= 0.06 \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

船型改良後 沿海時의 傾斜偶力 arm

$$\begin{aligned} &= \frac{KAH}{W} \\ &= \frac{0.0274 \times 167.39 \times 3.262}{206.6} \\ &= 0.0724 \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

突風時의 傾斜偶力 arm 은 $1.5 \frac{KAH}{W}$ 이고 (3), (4), (5) 式의 各各 1.5배인 0.0563, 0.09 및 0.1086에 해당된다.

橫搖角 θ_0 는 同調時의 70%로 求하여지고 있으며

$$\theta_0 = \sqrt{\frac{138 r S}{N}}$$

이다.

여기서

$$r : \left(0.73 + 0.6 \frac{OG}{d}\right) \text{이고, } OG \text{ 는 重心에서 水線面까지의 거리(m)로서}$$

$$2.5 - 1.84 = 0.66 \text{이고, } d \text{ 는 吃水(m)이고 1.84m 이다.}$$

그러면

$$r = 0.73 + 0.6 \frac{0.66}{1.84} = 0.945$$

N : 橫搖減少係數로서 彎曲部龍骨이 있을 경우에는 0.02

S : $(P - qT_s)$ 이고, 復原性規則에 의하면 航海區域에 따라 P, q 의 값은 다음과 같다.

$$\text{限定沿海時 } P=0.155 \quad q=0.013$$

$$\text{沿海時 } P=0.153 \quad q=0.010$$

T_s 는 橫搖周期로서 傾斜試驗當時의 資料에 의하면 6.5秒

그러면

$$S(\text{限定沿海時}) = 0.155 - 0.013 \times 6.5 = 0.0705$$

$$S(\text{沿海時}) = 0.153 - 0.01 \times 6.5 = 0.088$$

故로 限定沿海時的 橫搖角은

$$\theta_0 = \sqrt{\frac{138 \times 0.945 \times 0.0705}{0.02}} = 21.44^\circ \dots\dots\dots(6)$$

沿海時的 橫搖角은

$$\theta_0 = \sqrt{\frac{138 \times 0.945 \times 0.088}{0.02}} = 23.95^\circ \dots\dots\dots(7)$$

式 (3), (4), (5)의 定常風에 있어서의 傾斜偶力 arm 과 이것들을 1.5배한 突風時的 傾斜偶力 arm 그리고 式 (6), (7)의 橫搖角 等이 그림 3에 記載되어 있다.

그림 3에 의할 것 같으면 船型改良前 限定沿海時的 復原性은 左側의 빗금面積을 근근 吸收할 정도로 滿足한다 할 수 있겠으나, 일단 沿海區域으로 되며는 復原性은 매우 不足함을 알 수 있다. 그러나 上甲板 船幅을 늘리는 船型으로 改良되었을 경우에 沿海區域에서의 復原性은 左側 빗금面積이 右側으로 吸收됨을 알 수 있고 復原性은 滿足할만한 정도로 改善되었음을 알 수 있다.

上甲板 船幅을 늘리는 船型改良이 이루어졌을 경우 38m 船 以外의 길이에 對한 復原性은 上部構

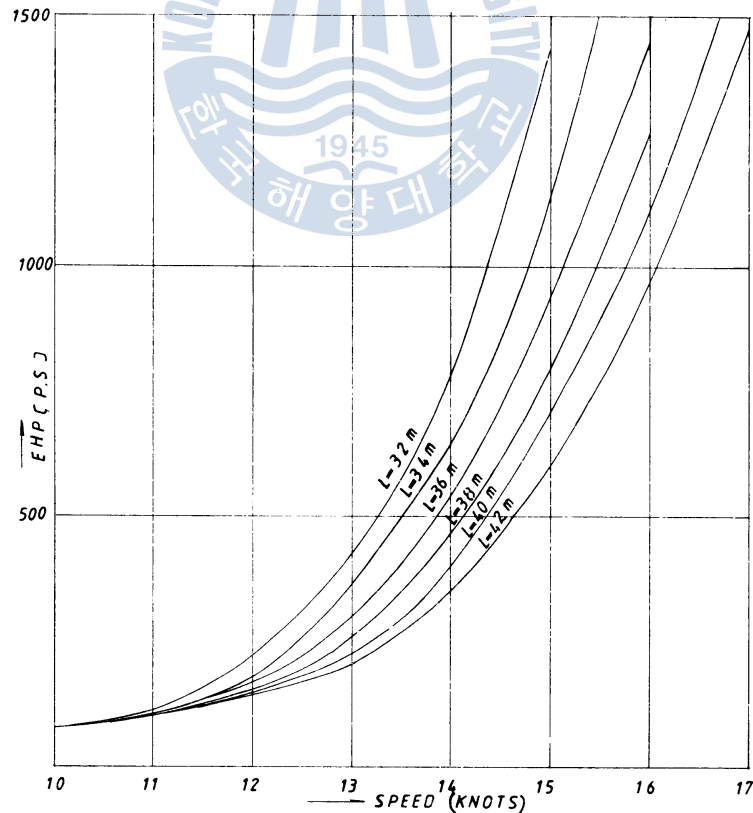


그림 4. 斷面이 一定한 6 가지 길이에 對한 EHP 曲線

造物이 유사하다며는 復原性도 마찬가지로 評價할 수 있고, 따라서 모든 길이에서 船型을 改良하면 沿海區域에서 復原性²⁾은 滿足한 상태에 있다고 볼 수 있다.

4. 假定된 速力型 船型의 動力評價

滿載吃水인 1.84m 以下에서의 船型은 斷面曲線의 變動없이 길이만의 變動뿐이었으므로 動力評價는 復原性 評價時 행한 6가지 길이인 $L=32m, 34m, 36m, 38m, 40m, 42m$ 에서의 抵抗이 對比되면 될 것이고 그 計算이 船速 10노트에서 16~17노트까지 山縣圖表¹⁾에 의해 電算處理되었고 各各의 길이에 對한 EHP 曲線이 그림 4에 表示되어 있다.

3番船 航路에서의 就航船速은 12~13노트였고, 그림 4에서 13노트를 기준으로 各 길이에 對한 抵抗曲線을 對比하여 볼 것 같으면 32m, 34m船은 經濟速力을 초과한 船速임을 알 수 있고, 36m船도 若干 무리인 것 같으나 40m, 42m船은 完全 經濟速力에 屬함을 알 수 있다. 또한 EHP 는 42m船은 32m船에 비해 半으로 減少되고 있다.

現在 就航중인 38m船의 航海速力은 13노트이고 主機는 600P.S 低速디젤이다. 38m船의 最高船速은 13.3노트이며 $Q \cdot P \cdot C = \frac{EHP}{BHP} = \frac{323}{600} = 0.54$ 이다. 길이를 增加시킨다 하여도 $Q \cdot P \cdot C$ 에 큰 差가 없다고 假定한다면 42m船에서의 $BHP = \frac{241}{0.54} = 446P.S$ 일 것이고 38m船의 主機馬力보다 154P.S 정도의 馬力切減이 可能해지거나 아니면 같은 馬力이 據置되었을 경우 13.8노트까지의 船速增加가 可能해진다.

길이를 42m로 增加시켰을 경우에 船速 15노트는 그렇게 무리한 設計이라고는 할 수 없으며, 따라서 길이를 增加시키므로서 最高速力의 大幅的인 增大도 可能해진다.

L/B 의 標準값은 순수 旅客船이고 沿海區域에서는 船速과 復原性인 見地에서 $L=32m$ 에서 5.4, $L=42m$ 에서 5.825로 制限하고 있지만, 船型을 改良하였을 경우에 L/B 를 7까지 擇한다 하여도 復原性은 A 의 增加로 인한 傾斜偶力 arm $\frac{KAH}{W}$ 의 增加로 惡化될듯 하나 復原力 計算時 船樓가 包含되지 않은 點을 考慮한다면 別 變動이 없을 것이고, 따라서 $L/B=7$ 인 速力型 船型을 擇한다 하여도 安全性은 保障된다는 結論이 나온다. 그러므로 L/B 의 값은 다만 港口內에서의 旋回라든가 船價 그리고 船體內의 空間利用度 등을 考慮하여 適切히 制限하면 된다.

5. 船型 改良後의 採算性評價

滿載吃水線上 上甲板에서의 船幅 增加는 復原性을 改善하였지만 3番船에서의 上甲板 面積은 船型을 改良하였을 時 約 22% 增加되었고, 上甲板 全面積을 船樓로 할 경우 定員은 상당數 增加됨이 豫想된다.

船型을 改良하였을 경우의 42m船은 38m船과 같은 船速일 때 25%程度의 馬力 切減과 甲板面積이 35%정도 增加하게 되므로, 油類消費에서 25%의 切減과 旅客運賃에서의 30%정도 收益增加가 豫想되어 現時點에서의 採算性 惡化는 完全히 解消된다고 볼 수 있다.

이러한 方式의 評價가 船型改良 以前の 船幅 6m 에 對한 標準길이인 32m 에서 行하여진다면 採算性 改善은 船速增加나 收益性 增加面에서 豫想以外的 大 數字로 提示됨은 分明하다.

6. 結 言

主題의 檢討對象이 된 旅客船은 總噸 200톤 程度의 小型旅客船이었지만 이보다 大 旅客船에서 같은 方法으로 採算性을 改善한다 함은 可能한 明白한 事實이다. 따라서 순수 旅客船인 경우에 沿岸 航海區域에서는 航路에 따라 大 소의 差異點은 있겠으나 船型改良은 採算性을 增大시키는 面에서 大 히 바람직한 바이다.

本 論文에서는 採算性을 改良함에 있어 根本的인 打開策만 講究하는데 끝쳤지만, 에너지 節約인 見地에서의 細部的인 檢討가 여러가지 方法으로 이루어질 餘地는 있다고 보며, 그 問題에 關해서는 次後 研究를 계속하기로 한다.

參 考 文 獻

1. Yamagata, M.: "Standards of stability adopted in japan", Trans, INA 1959, p. 417~435.
2. Norrby, R. A.: "The stability of coastal vessels", Trans, RINA 1962, p. 517~544.
3. 李鍾成編: "海事法典, 船舶安全法 復原性規則", 世文社, 서울, 1974. 12. 31.
4. 日本中小型造船工業會: "旅客船圖集 第2集, 沿岸巡航客船, 離島航路船", 東京, 1968. 2.
5. 池田 勝: "小型船의 設計と製圖", 海文堂出版株式會社, 東京, 1968. 7.
6. 高允燮: "安全性을 考慮한 鋼製沿岸旅客船에 關하여", 韓國海洋大學論文集 第12輯, 1977, p. 379~383.

