

一般散積貨物船의 經濟性 評價에 關한 研究
(速力 및 積貨屯數를 中心으로)

孫 聖 彬

A Study on the optimal Size and Speed
of Common Bulk Carrier

Son Sungbin

目 次	
I . 序 論	8 . P&I
II . 研究範圍	9 . 船舶의 修理費
III . 定 義	10 . 船舶의 消耗品費
1 . 輕荷重量	11 . 船 員 費
2 . 機關의 馬力	12 . 港 費
3 . 油類重量	13 . 陸上 一般管理費
4 . 貨物重量	14 . 荷役速力 및 荷役費
5 . 船 價	IV . Bulk Carrier의 經濟性 評價
6 . 船舶 資金回收率	V . 經濟性 Curve의 活用法
7 . 船舶保險料率	VI . 結 論
	VII . 圖表 (1~9)
	VIII . 參考文獻

Abstract

There may be a lot of studies on the economic design of ship for the most favorable combination of some design basis on the owner's request.

However, there are few on the economical ship's size and speed for the ship owner's stand point.

This paper describes on the optimal ship's size and speed to the given marine commercial environments for the owner's requirement to the shipyard for his new ship to be built.

As the result of the paper, the criterion curve of bulk carrier will also be used to assess existing ships for their profitability, and may be useful in the time of procuring ships.

記 號 說 明

A : 期末拂入額 (\$ / year)	F : 船舶의 將來船價 (\$)
CFUEL : 船舶의 燃料費 (\$ / voyage)	GDD : 船舶의 滿載排水量과 積貨重量噸과의 比
CFUELV : 航海中の 燃料費 (\$ / voyage)	i : 利率 (% / year)
CFUELP : 碇泊中の 燃料費 (\$ / voyage)	JVOY : 船舶의 年間運航回數
CSHIP : 船舶의 取得價額 (\$)	JVOYV : 船舶의 年間稼働日數
CHULL : 船舶의 船體價額 (\$)	n : 船舶의 耐用年數
CM : 船舶의 機關室 價額 (\$)	p : 船舶의 現在船價 (\$)
CPI : 船主相互責任保險料 (\$ / year)	RCRF : 船舶의 等額資本回收率 (%)
CSHMR : 船舶의 修理費 (\$ / year)	RIS : 船舶의 保險料率 (%)
CEMR : 船舶의 船體修理費 (\$ / year)	TNIVD : 航次當 運航日數 (day / voyage)
CEMR : 船舶의 機關修理費 (\$ / year)	TVOYD : 航海日數 (day / voyage)
COTHER : 船舶의 消耗品費 (\$ / year)	TPORT : 碇泊日數 : day / voyage)
CCREW : 船員費 (\$ / year)	TPD : 荷役日數 (day / voyage)
CPORT : 船舶의 港費 (\$ / voyage)	TPAD : 入出港에 所要되는 日數 (day / voyage)
CPILLOT : 導船料 (\$ / voyage)	WFUEL : 船舶의 燃料油重量 (Metric ton)
CALOP : 船舶의 接岸碇泊料 (\$ / voyage)	WFUELD : 航海中 燃料油 消耗量 (M.T / voyage)
CGOODP : 貨物入出港料 (\$ / voyage)	WFUELP : 碇泊中の 燃料油 消耗量 (M.T / voyage)
CTUG : 曳船料 (\$ / voyage)	WCARGO : 貨物の 1日荷役量 (L / T day)
COFF : 陸上一般管理費 (\$ / year)	WP : 船舶의 貨物重量 (Long ton)
CETC : 其他費 (\$ / voyage)	WLSHIP : 船舶의 輕荷重量 (ton)
DAB : A.B 두 港間의 距離 (miles)	

I . 序 言

商船은 貨物運送이란 公的 用役을 提供하여 利潤을 獲得하는 容器이다.

따라서 商船을 公的 (社會的) 機能面에서 보면 주어진 物理的 (船舶, 貨物) 與件下에서 가장 效率的으로 最大量의 貨物을 輸送하는 것이 그 目的일 것이다.

그런데 지금까지 造船業界와 學界의 主된 關心과 研究方向은 어떻게 하면 보다 建造費가 低廉하고 推進效率이 좋으면서, 安全하고 運送能率이 좋은 船舶을 建造하느냐의 問題를 다루어 왔고 最近 이 分野에 括目할 發展을 이룬 것도 事實이다.

그런데 위의 研究의 結果는 모든 航路, 여러 商業的 與件에 共通으로 適用되는 一般的인 研

究方向이다.

本稿에서는 特定 航路의 商業的 運營 條件下에서는 어떠한 規模의 船舶을 建造할 것인가? 換言하면 船舶의 크기 및 速力을 얼마로 하는 것이 가장 經濟的인가를 研究하므로써 經濟性이 높은 船舶을 生覺해 보고자 한다.

II. 研究 範圍

近來 海運은 專用船의 發達로 船舶의 種類가 多樣해졌다. 따라서 經濟性 研究도 全 船舶이 一般의일 수 없고 어떤 一定한 種類의 船舶에 限定해야 한다.

本稿에서는 于先 資料의 取得에 多少 容易한 Common bulk carrier 即 主貨物을 Grain, Coal, Alumina, Gypsum 등으로 하고 副貨物을 다른 Dry bulk로 하는 船舶을 對象으로 하였다.

그리고 主機關은 Diesel, 單推進機船을 對象으로 하였고, 貨物輸送 條件은 一定 航路(港間距離 2,500 miles), 一定 種類의 貨物을 長期 運送契約에 依하여 船舶의 全 生命에 運送하는 것으로 前提하였다.

따라서 往航은 滿船航海 復航은 空船航海가 된다.

III. 定 義

前項에서 指摘한 바와 같이 一定 航路, 一定 種類의 貨物을 長期 運送할 境遇 屯當 貨物運送費用이 가장 적은 即 最適의 船舶의 크기 및 速力을 가진 船舶을 建造해야 할 것이다. 따라서 이와 같은 經濟性 判定을 하기 爲해서 이에 關聯된 다음 要素들을 定義한다.

1. 輕荷重量

船舶의 輕荷吃水에 對한 排水量의 概算式은 J. F. Watson Design and construction of steel merchant ship, SNAME, 1955에서 船體의 鋼材重量, 船體의 艙裝, 甲板機器 및 機關室重量에 對한 概算式을 紹介하고 있기는 하나 이도 近似式임에는 틀림없다.

따라서 本稿에서는 表1의 既成 Bulk carrier 18隻의 平均 DWT, DISP(Δ) 및 그 係數(G_{DD})을 利用하여 輕荷吃水에 對한 排水量으로 近似計算한다.

$$G_{DD} = \frac{DWT}{\Delta} = 0.828$$

$$DWT = G_{DD} \cdot \Delta = 0.828 \Delta (\text{ton})$$

$$WLSHIP = \Delta - 0.828 \Delta = 0.172 \Delta (\text{ton})$$

2. 機關의 馬力

1) 內燃機關의 制動馬力 (BHP)

船舶의 馬力(抵抗)은 一般的으로 模型船을 水槽試驗하여 同型의 船舶의 對應速力($V \sqrt{T}$)에 對하여 馬力을 算出하게 된다.

本稿에서는 模型船을 基礎로 하여 船舶의 機關馬力을 求하는 方法을 取하지 아니하고 船型係數의 一定範圍內의 船舶을 對象으로 하여 排水量과 速力에 따르는 機關馬力을 算出하는 方法을 取하려고 한다.

이러한 境遇 卽 同一船型, 對應速力의 方法에 依하지 아니하고 機關馬力을 求하는 方法으로
는 Ayre의 方法과 Admiralty 係數法 等이 있는데 本稿에서는 Admiralty 係數法을 利用하려고 한다.

2) Admiralty 係數法 (Ac)

實際에 있어서 船舶의 機關(航海)馬力은 運動하는 船舶의 全抵抗에 따르는 有效馬力
(EHP)을 求하여 이 값에 推進效率, 轉達效率 및 Sea margin을 計算하여 制動馬力을 求하
는 것이 原則이다.

그리고 船舶의 抵抗은 摩擦抵抗과 剩餘抵抗으로 區分하여 剩餘抵抗은 速力의 1.825 乘에 比
例한다는 點으로 볼 때 Admiralty 係數法은 近似計算에는 틀림없으나 지금까지 널리 利用하여
은 方法이므로 이 方法을 利用하기로 한다.

$$Ac = \frac{\Delta \frac{1}{2} V^3}{BHP}$$

3) Admiralty coefficient (Ac) 值의 決定

日本 商船設計의 資料에 따르면 Admiralty coefficient는 大型船일수록 커지고, 方形肥
係數 (Cb)가 적을수록 커지며 大型船에서는 그 값이 420 程度이라고 한다.

그러나 近來 專用船 時代의 크기에 對한 概念이 크게 바뀌어 오늘날의 專用船은 商船 設計에
서 일컬은 大型船보다 훨씬 큰 大型船이 되었다. 卽 試運轉 速力에 對한 Ac는 586, 航海速
力에 對한 Ac의 平均은 389.1이다.

따라서 Admiralty coefficient의 實船值는 이들의 平均으로 求하여 보면 (表1 參照)

$$Ac = \frac{389.1 + 586}{2} = 487.6$$

3. 油類重量 (WFUEL) 및 燃料費 (CFUEL)

燃料消耗量은 航海時와 碇泊時의 燃料消耗量의 合이다.

1) 航海中の 燃料消耗量 및 燃料費

Diesel engine의 燃料消耗量은 0.150~0.170 kg/hr-BHP程度이고 發電機의 油類消
耗量을 包含하면 約 0.180 kg/hr-BHP로 計算할 수 있다.

여기에 10% sea margin을 生覺하면 0.2 kg/hr-BHP이다. 따라서 日當 燃料消耗
量은 0.2 kg × BHP × 24 hr (kg/day), A.B 두 港의 航海日數를 TVOYD라 하면 航海中の
燃料消耗量 (WFUELV)은

$$WFUELV = 0.2 \text{ BHP} \times 24 \times \frac{1}{1000} \times \text{TVOYD} \text{ (ton)}$$

$$\text{TVOYD} = \frac{DAB}{V \times 24} \times 2 = \frac{2500 \times 2}{24 V}$$

80年度 油價는 (表2)에서 ton當 150 \$이므로 航海中の 燃料費를 CFUELV라 하면

$$CFUELV = WFUELV \times 150 \text{ ($)}$$

Bunkering 받아야 할 重量을 10% 程度 餘裕를 두면 Bunkering量은 1.1 × WFUELV이다.

2) 碇泊中の 燃料消耗量 및 燃料費

碇泊中の 燃料消耗量은 總屯數 10,000 屯 以上の Bulk carrier의 境遇 主로 發電 및 冷
暖房用的 油類가 거의 大部分이므로 日當 8ton 程度로 計算기로 한다.

船舶의 碇泊日數는 荷役日數와 入出港에 所要되는 日數의 合이다.

$$\begin{aligned} \text{入出港日數} &= \frac{1}{4} \text{ day} \times 2 \text{ 回} \times 2 \text{ 港} = 1 (\text{ day}) \\ \text{荷役日數} &= \frac{\text{貨物重量}}{\text{1日作業量}} \times 2 = \frac{W_p}{W_{\text{CARGO}}} \times 2 \end{aligned}$$

碇泊日數를 TPORT 라 하면

$$T_{\text{PORT}} = (1 + \frac{W_p}{W_{\text{CARGO}}} \times 2) \text{ 이고}$$

碇泊中の 燃料消費量 (WFUELP) 및 燃料費 (CFUELP) 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} W_{\text{FUELP}} &= T_{\text{PORT}} \times 8 = (1 + \frac{W_p}{W_{\text{CARGO}}} \times 2) 8 (\text{ ton}) \\ C_{\text{FUELP}} &= W_{\text{FUELP}} \times 150 = (1 + \frac{W_p}{W_{\text{CARGO}}} \times 2) 8 \times 150 \$ \end{aligned}$$

따라서 航次當 所要되는 燃料消耗量을 WFUEL이라 하고 그 燃料費를 CFUEL이라 하면

$$\begin{aligned} W_{\text{FUEL}} &= W_{\text{FUELV}} + W_{\text{FUELP}} (\text{ ton}) \\ C_{\text{FUEL}} &= 150 (W_{\text{FUELV}} + W_{\text{FUELP}}) (\$) \end{aligned}$$

4. 貨物重量 (Pay load : Wp)

貨物重量은 船舶의 滿載排水量에서 輕荷吃水에 對한 排水量과 航海 碇泊時에 所要되는 油類의 重量 및 其他 重量 300 ton (清水 150 ton, 主副食 20 ton, 船員 및 그 所持品 10 ton 그 外의 重量 120 ton) 을 뺀 것으로 貨物重量으로 한다.

$$W_p = \Delta - \{W_{\text{LSHIP}} + 1.1 (W_{\text{FUELV}} + W_{\text{FUELP}}) + 300\}$$

5. 船 價 (CSHIP)

建造船價는 造船所에 따라 다르고, 船舶의 여러要素의 조그만한 變動에 따라 크게 變動하므로 正確히 推定할 수 없다.

本稿에서는 81年度 國內의 數個造船所의 船價 見積資料 (表 3) 를 入手하여 이를 基礎로 하였고 最小 自乘法으로 近接值를 取하였다.

1) 船體費 (CHULL)

船體費는 鋼材, 木材, 鑄裝, 運航施設 (繫船設備 航海設備 通信設備), 貨物設備 (Hatch 閉鎖裝置, Winch 및 Derrick 裝置, 通風換氣裝置 諸管 Pump 裝置), 居住區設備 (冷房房 設置 採光 및 照明設備), 安全設備 (救命 및 消防設備), 人工費 等에 對하여 平均價額을 取하여 이를 排水量에 對한 變數로 하여 計算하였다.

2) 機關室費 (CM)

機關室費는 主機 및 補機 (發電機), 電氣設備費 等으로 特히 補機에 있어서는 自動化 設置與否에 따라 그 價額이 相違하므로 (表 3) 의 81年度 新造船 8隻中 2隻을 準自動化 船으로 平均價를 取하여 이를 BHP에 對한 變數로 計算하였다.

3) 其他費

其他費는 雜費와 間接費 (裝圖設計, 試驗運轉, 諸試驗, 清掃, 入渠, 保證修理, 進水, 利子, 稅金, 行事, 接待費, 純利益等) 로서 이를 船體費와 機關室費의 比率에 따라 船體 및 機關室費에 加算하되 81年度 新造船의 實際 見積價에 接近하도록 最善의 配慮를 하였다.

船價 (CSHIP) 는 다음과 같다 .

$$CSHIP = CHULL + CM$$

6 . 資金回收率 (RCRF)

船舶의 減價償却 및 船價에 對한 年複利利子를 計算하기 爲하여 그 耐用年限을 18年으로 하 고(法人稅法施行令 第49條 別表) 期末 等價復利 資本回收率을 適用하면

i : 利子率 n : 耐用年數 P : 現 價 F : 將來價額 (元利金)

A : 期末支拂額이라고 하면

$$F = P(1+i)^n$$

每 期末에 A 를 入金하여 n 期가 되면

$$F = A(1+i)^{n-1} + \dots + A(1+i) + A = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \cdot A$$

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \cdot F = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot P$$

即 船價의 投資에 對한 等額資本 回收率 (Capital Recovery Factor : CRF) 을 適用하였다.

7 . 船舶 保險料率 (RIS)

船舶保險은 船齡, 事故率 및 保險條件에 따라서 달라진다 .

大概 年間 保險料率의 業界 實績은 新造 大型船에서 船價 (付保險價額) 의 船齡 16年의 船舶 은 2.0% 程度이다 .

本稿에서는 新造船을 基礎로 하므로 保險料率을 0.4%로 한다 .

$$\text{船舶保險料} = CSCHIP \times \frac{4}{1000}$$

8 . 船主責任相互保險料 (P&I)

P&I料는 船主責任相互保險料로서 船舶保險에서 補償되지 아니하는 油濁에 依한 賠償 責任 衝突約款에서 除外된 賠償責任, 船該除去費用 船員의 死傷 等에 對한 賠償責任 乃至 費用, 貨物 運送契約의 免責條項에 該當되지 아니한 賠償責任 等 船主負擔事故에 對하여 付保한 保險이다 .

따라서 船舶의 總屯數, 船齡, 船型, 船員의 優秀性 및 Ownership에 따라서 賦課된다 .

그러나 實際統計는 G.T. 10,000 以上の 船舶에서는 船員의 質에 相關하는 事故가 40%를 넘 는 것으로 나타나 있다 . 따라서 本保險料는 거의 定額으로 年間 約 40,000 \$ 程度로 하였다 .

(表 8)

9 . 船舶修理費 (CSHMR)

船體 및 機關의 修理費를 推算하는 것은 가장 어려운 일이다 .

船舶의 修理費는 다음의 要素가 作用한다 .

- 1) 航路의 氣象 및 海象
- 2) 船首形態
- 3) 建造時의 船舶 및 機器의 信賴度
- 4) 船主 및 船員의 船舶管理에 關한 姿勢
- 5) 船 齡

船舶修理, 保守費에 關하여 Michigan 大學의 Harry Benford 教授의 1969 年度 資料에는 船齡 7~10 年된 船舶의 船體 (CHMR) 및 機關修理費 (CEMR) 를 다음과 같이 計算하였다.

$$CHMR = 10,000.0 \left(\frac{CN}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$CN = \frac{L \cdot B \cdot D}{100} \quad L \cdot B \cdot D \text{는 ft 단위}$$

CN는 Cubic number 임

$$CEMR = 4,500.0 \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}}$$

그러나 1979~1980 的 우리나라의 實船值 (表 4) 를 基準으로한 概算式은 다음과 같다.

$$CHMR = 4,000.0 \left(\frac{CN}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$CEMR = 2,000.0 \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}}$$

따라서 船舶修理費는

$$C_{SHMR} = CHMR + CEMR$$

10. 消耗品費

船舶의 消耗品은 清水, 潤滑油, Paint, 荷役機器用品, 清掃用品 其他 船舶保守用, 船員消耗品 等이다.

이는 船齡에서는 相關없고 在來船에서는 船內的 作業量을 船員數의 函數로 보아 概算式을 船員數로서 表示하였다. 그러나 最近 專用 Bulk carrier 的 船員數는 거의 固定이다. 따라서 消耗品도 船舶의 크기 機關의 馬力數의 函數로 보는 것이 妥當하며 1979~1980 年度 消耗品費를 基準하여 計算하면 表 5 와 같다.

따라서 消耗品費는

$$C_{OTHER} = \left\{ \left(\frac{CN}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \times 12,000.0$$

으로 計算함이 妥當할 것 같다.

11. 船員費

船員費는 給與, 手當, 債與金, 年暇費, 退職積立金 待命費, 主副食費 等的 合이다.

船員數는 船種에 따라 差異가 있으나 一般的으로 大型船舶일수록 그 數가 많아진다는 原則으로 計算되어 왔다. 그러나 Bulk carrier 와 같은 專用船은 그 技能이 定해져 있기 때문에 船員數는 거의 固定되어 있다.

우리나라 Bulk carrier 的 隻當 平均人員數는 27 名 程度이고 1980 年度 年平均 隻當 船員費 (CCREW) 및 年平均 1 人當 船員費 (CCREWP) 는 다음과 같다. (表 6 參照)

$$CCREW = 305,801.0 (\$ / \text{year})$$

$$CCREWP = 11,360.0 (\$ / \text{year} - \text{man})$$

12. 港費

港費는 導船料 接岸碇泊料, 貨物出入港費, 曳船料 및 其他費用으로 나누어 生覺할 수 있다. 이러한 費用도 世界의 各 港마다 그 값이 다르므로 于先 釜山港 (1981.2) 을 基準하여 港費

를 算出하였다. (表7參照)

1) 導船料

導船料는 總屯數와 吃水 및 導船區間에 依하여 料率이 定해진다. 導船料의 基本料率은 吃水 3.0 m (10 ft), G.T 1,000.0 ton에 對하여 37 \$이며 吃水 1 ft 增加에 基本料率의 10%, G.T 每 1,000.0 ton 增加에 亦是 基本料率의 10%를 加算하며 그리고 公休日에는 30% 夜間에는 50%의 割増料率을 適用하며 그 以外에 Pilot boat費가 包含된다. (導船料 施行令 第3條: 80.2.1. 別表2)

따라서 基本料率을 40 \$로 하여 導船料 (CPILOT)를 定式化하면 다음과 같다.

$$CPILOT = [40 + 4 \{ \frac{G.T - 1,000.0}{1,000.0} + (H - 10) \}] \times 4 (\$ / voyage)$$

(實船에 對한 導船料 : 表 7)

2) 接岸碇泊料

船舶의 接岸碇泊料는 船舶의 總屯數와 接岸期間에 依하여 算出된다.

港灣法施行令에 依한 接岸 基本料率은 總屯數 10 ton에 對하여 12時間 接岸하였을 때 0.33 \$이므로 1日 接岸料는 0.66 \$ / 10 G.T이다.

따라서 接岸碇泊料 (CALOP)는 다음과 같이 計算된다.

$$CALOP = 0.66 \times \frac{G.T}{10} \times \frac{WP}{WCARGO} \times 2 (\$ / voyage)$$

(實船에 對한 接岸碇泊料 : 表 7)

3) 貨物入出港料

港灣法 施行令에 依하면 輸入貨物은 1 ton에 0.32 \$, 輸出貨物에 對하여는 0.19 \$의 基本料率을 適用하고 있다.

여기에서는 貨物入出港 基本料率을 平均하여 ton當 0.25 \$로 計算한다.

貨物入出港料를 CGOODP라 하면

$$CGOODP = 0.25 \times WP \times 2 (\$ / voyage)$$

(實船值에 對한 入出港費 : 表 7)

4) 曳船料

船舶의 離接岸에는 曳船을 使用해야 하며 港灣法 施行令에 依한 基本料率은 表9와 같다.

船舶의 離接岸에 所要되는 曳船의 크기는 尹点東, 吳正喆 (巨大船의 操船理論과 實務), 谷初藏 (操船用 引船의 使用에 關する問題에 對하여, 日本船主協會, 1972)의 資料에 依하면 DW 10,000.0 ton當 10 ton의 曳航力을 가진 曳船이 必要하다.

이는 1,000.0 HP (全方向回轉) 曳船에 該當한다. 그리고 船舶의 接岸에 所要되는 時間은 一般的으로 1.0 ~ 1.5 hr로 여기서는 1.0 hr로 計算한다.

Tug boat 1,000.0 HP / hr에 對하여 150 \$ (表 7)로 看做하였을 때 曳船料 (CTUG)는

$$CTUG = \frac{DW}{1,000.0} \times 150 \times 4 (\$ / voyage)$$

5) 其他費

其他費 (CETC)로서 Husbandage, 交通, 通信費 등이 本項에 屬하며 이는 1個 港當 1,500.0 \$로 看做한다.

$$CETC = 1,500.0 \times 2 = 3,000.0 (\$ / voyage) \text{ 表 7 參照}$$

따라서 表 7 에 對한 港費 (CPORT) 를 最小 自乘法로 計算하면

$$C_{PORT} = C_{PILOT} + C_{ALOP} + C_{GOODP} + C_{TUG} + C_{ETC}$$

$$= \frac{0.47}{100,000.0} \Delta^2 + 0.434 \Delta + 2,992.0 (\$ / voyage)$$

13 . 陸上一般管理費

店費, 陸上給料, 交通 및 通信費, 事務用品費, 公課金, 雜費 등으로 一般管理費라 한다.

一般管理費는 船舶會社의 船舶 保有量 및 船舶이 定期 또는 不定期船으로 就業 하는가에 따라 달라진다.

여기서는 年間管理費를 5 萬 \$ / 隻으로 하였다.

即 管理費 COFF 는

$$COFF = 50,000.0 (\$)$$

14 . 荷役速力 및 荷役費

Bulk 運送은 F.I.O .로 運送하는 것이 普通이므로 荷役費는 計算하지 아니한다.

荷役速力은 貨物의 種類, 港灣事情 등으로 差異가 있으며 實際荷役量은 다음과 같다.

埠頭 \ 貨物	石 炭 (ton / day)	穀 類
專 用	7,500.0 - 10,000.0	10,000.0 - 12,000.0
一 般	2,000.0	3,000.0

여기서는 專用埠頭로 看做하고 1 日 荷役量을 10,000.0 ton 으로 한다.

IV . Bulk carrier의 經濟性 評價

一定 航路에 一定種類의 貨物을 長期 運送할 境遇 그의 經濟的인 運送을 爲한 船舶의 規模 即 排水屯數 (DWT) 와 速力을 決定하는 方法으로는 運航費用 最低法과 利潤最大法이 있을 수 있다.

本稿에서는 Bulk , 長期契約 運送에 있어서 船舶의 最適規模를 算出하기 爲하여 運航 費用 model 을 作成하고 그 最低費用을 爲한 船舶規模를 算出해 보고자 한다.

$$COST = \frac{1}{WP} \left\{ \frac{1}{J_{VOY}} [C_{SHIP} (R_{CRF} + R_{IS}) + C_{PI} + COFF + C_{CREW} + C_{SHMR} + C_{OTHER}] + C_{FUEL} + C_{PORT} \right\} \dots \dots \dots (A)$$

(A) 式의 各 要素들에 對하여 前記 3 項에서 定義한 바를 要約하면

1 . 船 價

船價는 船體價額 (CHULL) 과 機關室價額 (CM) 의 合이다.

船價는 最近 韓國의 造船所에서 建造된 船價 (表 3) 를 基準으로 하여 滿載排水量 (10,000 G.T 以上) 에 對한 船體價額을 最小 自乘法로 求하면

$$CHULL = \frac{-0.39807}{1,000.0} \Delta^2 + 209.6694 \Delta + 4,021.037.0$$

BHP 에 대한 機關室價額을 最小 自乘法으로 求하면

$$C_M = \frac{7,2402}{1,000.0} \text{ BHP}^2 + 42.7582 \text{ BHP} + 5,633.050 .0$$

로 表示된다 .

따라서 船價는

$$\begin{aligned} C_{SHIP} = C_{HULL} + C_M &= \frac{-0.39807}{1,000.0} \Delta^2 + 209.6694 \Delta + \frac{7,2402}{1,000.0} \text{ BHP} \\ &+ 42.7582 \text{ BHP} + 9,654,087 \dots\dots\dots ① \end{aligned}$$

2 . 船舶 資本回收率 (RCRF)

船舶 資本回收率은 그 耐用年限 (n) 을 18年으로 보고 期末 等價複利 償却率을 適用하여 利子率 (i) 을 年 12 %로 하면

$$RCRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 0.1379 \dots\dots\dots ②$$

3 . 船舶 保險料率 (RIS)

船舶保險料率은 數個 船舶會社의 資料에 따르면 新造 大型船에서는 0.4 % , 船齡 16年에서 는 2.0 % 程度이므로 여기서는 船價의 0.4 %로 看做한다 .

$$RIS = \frac{4}{1,000.0} (\% / \text{year}) \dots\dots\dots ③$$

4 . 船主 責任 相互保險料率 (RPI)

船主 責任 相互 保險料는 거의 定額으로 年間 約 40,000.0 \$ 程度이다 . (表 8 : 80年度 實船의 P&I)

$$RPI = 40,000.0 (\$ / \text{year}) \dots\dots\dots ④$$

5 . 陸上一般管理費 (COFF)

陸上 一般管理費는 雙當 年間 50,000.0 \$로 假定한다 .

$$COFF = 50,000.0 (\$ / \text{year}) \dots\dots\dots ⑤$$

6 . 船員費 (CCREW)

船員費는 우리나라 Bulk carrier 의 雙當 平均人員은 27名으로 雙當 年間平均 船員費는 實 船值 (表 6) 를 基準하였다 .

註 : 船 M-0 船은 乘組員數가 23名 程度이다 .

$$CCREW = 305,801.0 (\$ / \text{year}) \dots\dots\dots ⑥$$

1人當 年間 平均船員費는 11,326.0 \$이다 .

7 . 船舶修理費 (CSHMR)

船舶修理費는 船體修理費 (CHMR) 와 機關修理費 (CEMR) 의 合이다 .

Benford formula[1]에 依한 79-80年度 實船值 (表 4) 를 基準으로 한 概算式은 다음과 같다 .

$$CHMR = 4,000 \left(\frac{CN}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} = 4,000 \left(\frac{0.596 \Delta}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} = 28.3280 \Delta^{\frac{2}{3}}$$

$$CN = \frac{L \cdot B \cdot D}{100} \quad \text{但 : } L \cdot B \cdot D \text{ 는 } ft$$

$$CN = \frac{0.35 \Delta}{Cb \cdot d} = 0.596 \cdot \Delta$$

$$CEMR = 2,000 \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} = 20 BHP^{\frac{2}{3}}$$

따라서 船舶의 年間修理費는

$$CSHMR = CHMR + CEMR = 28.3280 \Delta^{\frac{2}{3}} + 20 BHP^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots ⑦$$

8. 消耗品費 (COTHER)

年間消耗品費는 船舶의 크기와 機關의 馬力數의 函數로 보는 것이 妥當하며 (表5)를 基準하여 Benford formula[1]를 利用하였다.

$$\begin{aligned} COTHER &= \left\{ \left(\frac{CN}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \times 1,200.0 \\ &= \left\{ \left(\frac{0.596 \Delta}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{BHP}{1,000.0} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \times 12,000.0 \\ &= 84.9856 \Delta^{\frac{2}{3}} + 120 BHP^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots ⑧ \end{aligned}$$

9. 燃料費 (CFUEL)

1) 航次當 燃料費를 算出하기 爲하여 航海時의 燃料消耗量을 WFUELV,

A,B 두 港間의 航海日數를 TVOYD라 하면

$$TVOYD = \frac{DAB}{24 \cdot V} \times 2$$

$$WFUELV = 0.2 \text{ kg} \times BHP \times 24 \text{ hr} \times \frac{1}{1,000.0} \times TVOYD \text{ (M.T / VOYAGE)}$$

燃料 屯當 價格을 80年度 實船值 (表2)를 基準하여 150 \$ / M.T, AB 두 港間의 距離를 2,500.0 mile로 보면 航海時의 燃料費 (CFUELV)는

$$\begin{aligned} CFUELV &= WFUELV \times 150 \\ &= 0.2 \times BHP \times 24 \times \frac{1}{1,000.0} \times \frac{2,500}{24 \cdot V} \times 2 \times 150 \\ &= 150 \frac{BHP}{V} \end{aligned}$$

2) 碇泊時의 燃料消耗量을 WFUELP라 하고 碇泊日數 (TPORT)는 荷役日數 (TPD)와 入出港에 所要되는 日數 (TPAD)의 合이다.

日當 荷役量을 WCARGO라 할 때

$$TPD = \frac{Wp}{WCARGO} \times 2$$

한 港口에서 入出港에 所要되는 日數를 1/2 day × 2로 보면

$$TPAD = \frac{1}{2} \times 2 \times 2 = 1 \text{ day이다.}$$

따라서 碇泊日數는

$$TPORT = TPD + TPAD = \frac{Wp}{WCARGO} \times 2 + 1 \text{ (day / voyage)}$$

碇泊時의 燃料消耗量은 Bulk carrier의 境遇 發電 및 冷暖房用 油類가 大宗으로 日當 消耗量은 거의 一定하며 平均 8 ton으로 看做키로 한다.

碇泊中의 燃料消耗量 (WFUELP) 및 燃料費 (CFUELP)는 다음과 같다.

$$WFUEL = TPORT \times 8 = \left(\frac{WP}{WCARGO} \times 2 + 1 \right) \times 8 \text{ (ton)}$$

$$CFUEL = WFUEL \times 150 = \left(\frac{WP}{WCARGO} \times 2 + 1 \right) 8 \times 150$$

따라서 航次當 燃料費 (CFUEL) 는 다음과 같다 .

$$CFUEL = CFUEL_V + CFUEL_P = 150 \left\{ \frac{BHP}{V} + \left(\frac{WP}{WCARGO} \times 2 + 1 \right) 8 \right\}$$

專用埠頭인 境遇에는 1日 荷役量 (WCARGO) 은 10,000.0 ton 一般埠頭인 境遇에는 3,000.0 ton 程度이므로 여기서는 專用埠頭로 看做하면

$$CFUEL = 150 \left\{ \frac{BHP}{V} + \left(\frac{WP}{10,000.0} \times 2 + 1 \right) 8 \right\}$$

$$= 150 \frac{BHP}{V} + 0.24 WP + 1,200.0 \dots\dots\dots \textcircled{9}$$

10. 港費 (CPORT)

港費는 導船料 (CPILOT), 接岸碇泊料 (CALOP), 貨物入出港費 (CGOODP), 曳船料 (CTUG), 其他費 (CETC) 의 合이다 .

即, $CPORT = CPILOT + CALOP + CGOODP + CTUG + CECT$ 이다 .

港費를 Ⅲ項 12欄에서 排水量에 對한 最小自乘法으로 求해 보면

$$CPORT = \frac{0.47}{100,000.0} \Delta^2 + 0.434 \cdot \Delta + 2,992.0 \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

11. 年間運航回數 (JVOY) 및 1航次를 1 / JVOY , 年間 稼動日數를 JVOYY (350日) , 航次當 運航日數를 TNIVD이라 할 때 運航回數는

$$\begin{aligned} JVOY &= \frac{TVOYY}{TNIVD} = \frac{350}{TVOYD + TPORT} = \frac{350}{TVOYD + TPD + TPAD} \\ &= \frac{DAB}{24 \cdot V} \times 2 + \frac{WP}{DCARGO} \times 2 + 1 = \frac{2,500.0}{24 \cdot V} \times 2 + \frac{350}{10,000.0} \times 2 + 1 \\ &= \frac{208.3}{V} + \frac{WP}{5,000.0} + 1 \end{aligned}$$

따라서 1航次는

$$\frac{1}{JVOY} = \frac{\frac{208.3}{V} + \frac{WP}{5,000.0} + 1}{350} \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

12. 貨物重量 (Pay load : WP)

$$WP = \Delta - \{ WLSHIP + 1.1 \left(WFUEL_V + \frac{WP \times 2 \times 8}{WCARGO} + 8 \right) + 300 \}$$

$$= \Delta - 0.172 \cdot \Delta - 1.1 \frac{BHP}{V} - 1.1 \frac{16 WP}{10,000.0} - 308.8$$

$$= (1 - 0.172) \Delta - 1.1 \frac{BHP}{V} - 0.00176 WP - 308.8$$

$$(1 + 0.00176) WP = 0.828 \cdot \Delta - 1.1 \frac{BHP}{V} - 308.8$$

$$WP = \frac{1}{1.00176} \left(0.828 \cdot \Delta - 1.1 \frac{BHP}{V} - 308.8 \right)$$

$$= 0.82655 \cdot \Delta - 1.0980 \frac{BHP}{V} - 308.3 \dots\dots\dots \textcircled{12}$$

⑫式의 BHP는

$$BHP = \frac{\Delta^{\frac{3}{4}} V^9}{AC} = \frac{\Delta^{\frac{3}{4}} V^9}{487.6} \dots\dots\dots 13$$

但 AC = 487.6 : 表 1 參照

A, B 兩 港間의 距離를 2,500.0 Mile, 1日 荷役量을 10,000.0 ton, Free in and out(F. I. O) 運送條件으로 하고 本項의 各式을 (A) 式에 代入하면

$$COST = \frac{1}{12} [11 \{ 1 - (2+3) + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 \} + 9 + 10] \text{이다.}$$

이 式에서 ①~⑧은 年間 船費이고 ⑨ 및 ⑩은 年間航海費이며 ⑪ × { }는 航次當 船費에 該當한다.

따라서 $\frac{1}{12} \times [\dots]$ 는 WP 1 ton에 對한 運送費用이며 이들을 定式化하면 다음과 같다.

$$COST = \frac{1}{WP} \left\{ \frac{1}{350} \left\{ \frac{208.3}{V} + \frac{WP}{5,000.0} + 1 \right\} \left\{ \frac{1,0273}{1,000.0} BHP^2 + 6.0474 BHP + 140 BHP^{\frac{3}{4}} - \frac{0.05649}{1,000.0} \Delta^2 + 29.7521 \Delta + 113.3136 \Delta^{\frac{3}{4}} + 1.369,915 \right\} + 0.6330 \Delta + 0.0000045 \Delta^2 + 150 \frac{BHP}{V} + 4,192.0 \right\} \dots\dots 14$$

即 위 13 및 14의 貨物屯當 運送費用 方程式은 船舶의 排水量과 速力에 對하여 偏微分하여 그 交點을 求하면 가장 運送費用이 적게드는 排水量과 速力을 얻을 수 있다.

그러나 위 式은 理論的으로 解釋하기는 困難하므로 電算機로써 數值解釋을 하여 等運送費曲線 最低速力曲線 및 最適排水量曲線을 作圖해 보면 (fig 1과 같이 된다.

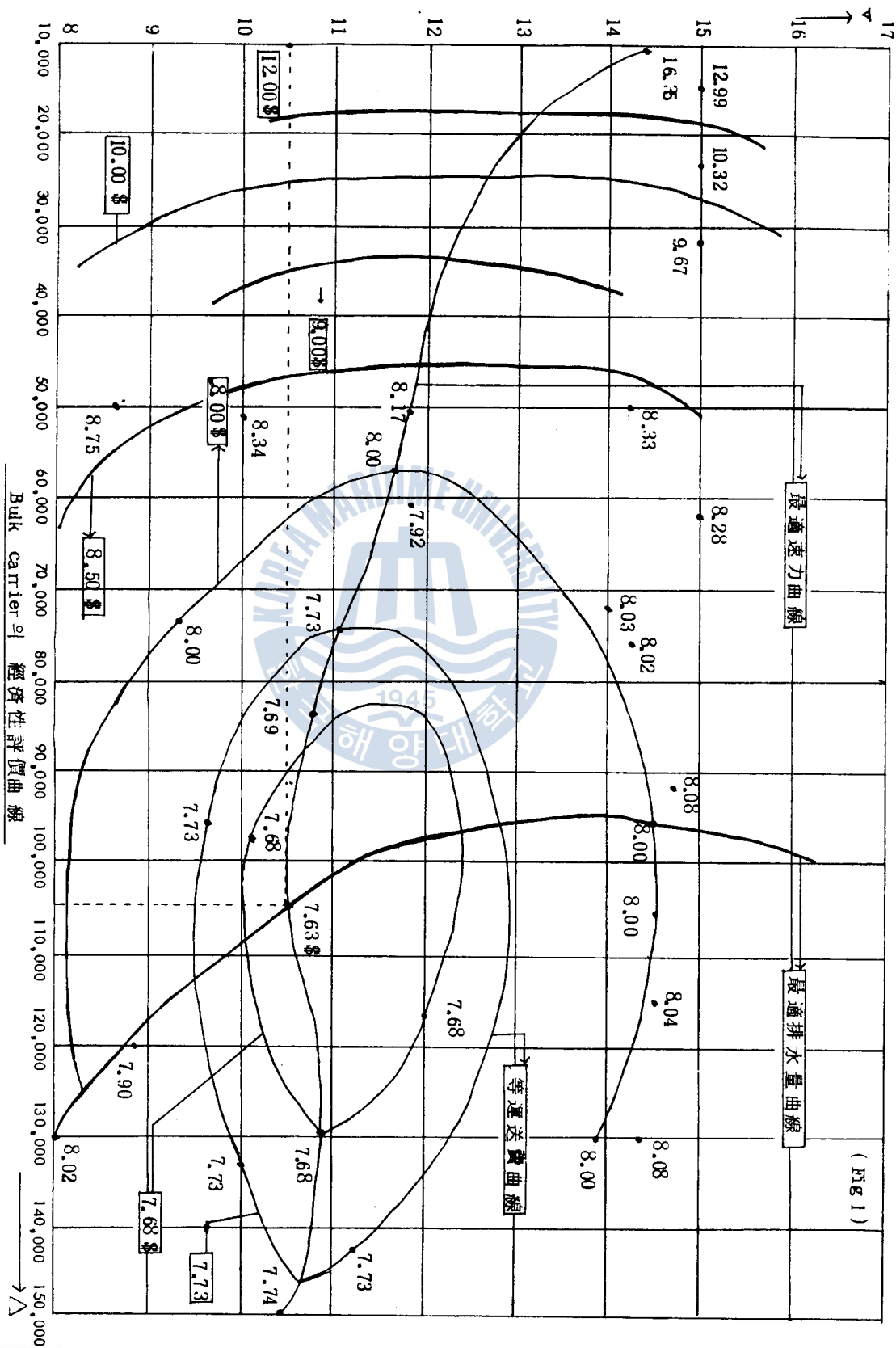
- 1) 貨物 1 ton에 對한 等運送費曲線 (Equivalent cost curve)
- 2) 各 排水量에 對한 最適速力曲線
- 3) 各 船速에 對한 最適排水量曲線

위 等運送費 曲線은 新造船의 經濟性을 評價하는 曲線 (Economic criterion curve)가 되며 2)의 曲線과 3)의 曲線의 交點이 最適運送費로서 最適의 船舶의 크기와 速力을 알게 된다.

V. Bulk Carrier의 經濟性 評價曲線 活用法

주어진 條件下에서 連航할 때는 最適規模 即 V = 10.5 Knot, Δ = 105,000 ton의 船舶을 建造함이 가장 利潤이 높다.

中古船을 購入할 境遇 이 評價曲線을 適用하여 購入코자 하는 船舶의 V 및 Δ으로 그 經濟性을 判斷하는데 利用 될 수 있다.



(Fig 1)

VI. 結 語

商船의 經濟性은 造船學的인 意味에서의 經濟船에 그치지 아니하고 海運會社가 特定的 商業的 與件下에 그 船舶을 從事시켰을 때 가장 運送原費가 작게드는 船舶을 經濟船이라고 하여야 마땅 할 것이다.

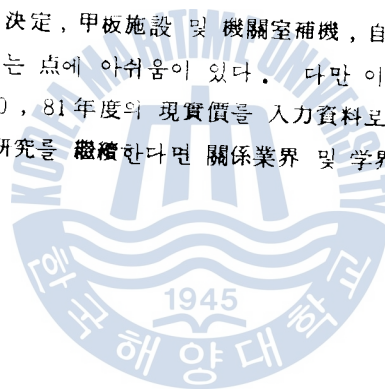
船舶을 運營하여 利潤을 올리는 것은 海運會社의 運營能力이란 不確實 因數의 作用이 크다고 하겠으나 同一한 運營能力下에서 最適의 條件을 生覺하는 것이 本稿의 課題이었다.

주어진 與件下에서 一定한 評價曲線을 얻어 이로서 新造船의 建造規模를 數理的으로 찾을 수 있고 概括的이나마 같은 條件下에 運航되고 있는 既存 船舶의 經濟性 評價를 할 수 있는 根據를 抽出하였다.

本 論文은 지금까지 定說視되어 온 "散積貨物船은 港灣의 水深 및 航路上 運河에 있어서 水深 및 幅의 條件만 充足하면 大型船일 수록 屯當 運送原費가 싸다"라는 一般的인 觀念에 對하여 새로운 結論을 내린 것으로 生覺이 든다.

그러나 船價의 推算, 貨物量의 決定, 甲板施設 및 機關室補機, 自動化 및 遠隔操縱의 程度等의 問題를 概括的으로 取扱하였다는 點에 아쉬움이 있다. 다만 이러한 弱點을 補完하기 爲하여 船價 및 船舶運營費는 79, 80, 81年度의 現實價를 入力資料로서 取扱하는데 힘을 썼다.

앞으로 더욱 精密하고 多樣한 研究를 繼續한다면 關係業界 및 學界에 若干의 도움이 될 수 있을 것으로 判斷된다.



BULK CARRIER (Single Diesel Engine)

SHIPS NAME	G.T	(Δ) DISP	D.W.T	LODE CAPTY(I)	L X B X D	DWT Δ	B/H	L/D	L/B	Cb	B-HP	SPEED Δ	VT Δ	Ac	G.T/ Disp	D/H	L/H
A	10287	21690	16016	9,200	131.50×22.30×12.25	0.745	2,424	10,375	5,897	0.797	8300	(17.8(T) 16.3(S))	0.468	(548) 403.3	0.478	1,353	14,460
B	10182	21696	17337	9,396	136.00×21.60×12.20	0.799	2,304	11,148	6,296	0.788	8000	(17.7) 14.6	0.461	(516) 302.6	0.469	1,301	14,779
C	12367	25337	19796	9,895	146.00×22.80×13.40	0.781	2,304	10,896	6,404	0.769	10900	(18.9) 15.2	0.475	(534) 277.9	0.488	1,354	14,868
D	16319	34220	27702	10,224	163.00×24.60×14.20	0.810	2,406	11,479	6,620	0.835	11550	(17.7) 14.6	0.420	(506) 284.0	0.476	1,389	16,134
E	26196	49277	37800	12,123	173.20×27.60×18.50	0.767	2,277	9,362	6,275	0.850	12660	(16.4) 16.0	0.376	(468) 434.8	0.531	1,526	14,595
F	25709	50026	41643	11,025	184.00×29.50×16.70	0.872	2,676	11,018	6,237	0.836	9600	(16.2) 14.0	0.361	(601) 388.1	0.513	1,515	17,000
G	30745	63016	51672	12,425	191.00×32.20×17.80	0.820	2,592	10,730	5,932	0.825	16000	(17.7) 15.3	0.388	(548) 354.5	0.487	1,440	15,532
H	33442	69141	57911	12,086	210.00×32.00×17.30	0.838	2,648	12,139	6,563	0.851	15000	(16.8) 14.8	0.352	(532) 364.1	0.483	1,431	17,548
I	35020	72103	59859	12,398	218.00×32.20×17.70	0.830	2,517	12,316	6,770	0.828	13800	(17.0) 15.2	0.349	(616) 440.1	0.485	1,428	17,794
J	39938	84395	71695	13,079	232.23×32.20×18.70	0.850	2,462	12,419	7,212	0.863	15000	(17.1) 14.5	0.340	(641) 391.0	0.473	1,430	17,995
K	44018	90878	76324	12,873	236.00×35.30×18.45	0.840	2,742	12,791	6,886	0.847	18000	(16.9) 15.1	0.334	(542) 386.6	0.484	1,433	18,540
L	46434	97894	82617	14,093	230.00×36.00×20.00	0.844	2,554	11,500	6,380	0.839	17500	(17.8) 15.2	0.356	(684) 426.3	0.474	1,419	16,490
M	53694	127638	112021	15,869	228.00×42.00×22.80	0.878	2,647	10,000	5,429	0.840	16880	(16.0) 14.0	0.322	(626) 412.1	0.420	1,386	14,685
N	63218	131545	110906	15,629	249.00×37.60×22.40	0.843	2,534	11,116	6,288	0.854	23200	(18.1) 15.3	0.335	(641) 394.2	0.480	1,433	16,245
O	62250	133851	115535	16,742	248.00×38.00×23.70	0.863	2,270	10,464	6,526	0.848	20000	(17.3) 14.8	0.332	(677) 424.1	0.465	1,416	14,037
P	68010	135893	115721	16,031	247.00×40.60×24.00	0.852	2,533	10,292	6,084	0.845	21600	(17.5) 14.8	0.336	(597) 399.2	0.500	1,497	15,775
Q	65798	140220	119514	16,921	244.00×40.20×23.90	0.852	2,376	10,209	6,070	0.845	23200	(17.5) 16.5	0.338	(623) 522.6	0.469	1,412	14,728
R	60934	149890	128370	17,529	247.00×40.60×24.00	0.856	2,316	10,292	6,084	0.853	21600	(17.5) 15.4	0.347	(655) 396.7	0.406	1,400	14,408
平均						0.828	2,487	11,003	6,308	0.834				389.1	0.476	1,420	15,870

表 2

80年度 實船의 燃料費

附石 區分	MDO	180 CST	Amount	ton當價格 (\$/M.T)	備 考
A	597.7 MT	6,567.3 MT	1,127,439 \$	157.35	
B	595.5	6,768.0	1,142,349	155.14	
C	525.3	6,716.6	991,290	136.88	
D	443.2	6,451.4	1,043,962	151.42	
E	900.7	7,054.9	1,187,204	149.23	
計	3,062.4 (Q)	33,558.2 (P)	5,492,244 (Q)	150 \$	$\frac{Q}{P} = 149.97 \approx 150 \$$

表 3

船 船 建 造 費

(81年度甲 乙 船舶所資料)

區分 船名	DISP(T)	D.W.T	BHP	L × B × D	船 價 (\$)			機關室費 BHP	船體費 △
					機關室費	甲板費	合 計		
1	23,941	19,009	8,220	146 × 22.8 × 12.5	6,422,000	6,578,000	13,000,000	781,265	274,759
2	30,303	25,000	10,900	158 × 26 × 14	4,000,000	2,000,000	6,000,000	901,527	325,079
3	34,438	26,672	9,000	167 × 21.9 × 14.5	6,113,743	1,386,257	7,500,000	366,972	396,000
4	40,445	46,355	11,650	213 × 22 × 15.2	6,558,140	14,441,560	23,000,000	722,466	247,102
5	70,727	60,000	15,200	224 × 32.2 × 18	6,535,835	8,344,652	14,880,000	364,200	252,233
6	136,153	111,500	21,600	244.5 × 40.5 × 22.8	9,361,285	22,638,715	32,000,000	603,604	172,890
7	149,697	129,000	16,700	264.7 × 41.5 × 22.8	9,744,343	26,219,656	35,964,000	433,393	174,905
8	167,117	138,000	17,200	266.7 × 43 × 23.5	10,150,166	28,678,599	38,828,765	582,494	175,152

表 4

79 ~ 80 年度 實船修理費와 計算修理費와의 比較表

區分 船名	船齡	△	L × B × D	CN	BHP	實船修理費(₩)		計算修理費(₩)		備 考
						船 體	機 關	船 體	機 關	
A	4	30764	169.69×23.35×14.2	19575	11200	33715	14450	38336	13210	Docking
B	4	30764	169.69×23.35×14.2	19575	11200	43770	18759	38336	13210	Docking
C	6	24342	172.04×25.4 × 15.5	23901	11200	21607	9260	47493	13810	
D	8	40230	147.39×22.80×12.5	14823	8400	13207	5650	36584	12527	
E	12	48009	194.22×27.05×15.04	27882	13300	54242	23247	60457	18455	Docking

表 5

年間 船舶消耗品費

(79 ~ 80 年度)

區分船名	L × B × D (m)	BHP	$(\frac{CN}{1,000.0})^{\frac{2}{3}}$	$(\frac{BHP}{1,000.0})^{\frac{2}{3}}$	(A) 合 計	(B) 消耗品費(₩)	係 數 (B/A)
A	169.69×23.35×14.20	11,200.0	7,264.0	5,000.0	12,2640	116,623.0	9,509.0
B	169.09×23.35×14.20	11,200.0	7,264.0	5,000.0	12,2640	109,116.0	8,901.0
C	172.04×25.40×15.50	10,600.0	8,297.0	1,368.0	9,6650	120,489.0	12,466.0
D	147.39×22.80×12.50	8,400.0	6,034.0	4,132.0	10,1160	123,167.0	12,114.0
E	194.22×27.05×15.04	13,300.0	9,195.0	5,614.0	14,8090	188,819.0	12,750.0

船 員 費

單位：\$

(隻 當 27 名：1980 年度)

	船員數	給 與	手 當	償 與 金	年 限 費	待 命 費	退 職 積 立 金	主 副 食 費	合 計
	2	25,028	14,259	6,257	2,528	219	3,128	3,285	54,704
	3	23,863	14,924	5,966	2,544	209	2,983	4,927	55,416
	2	9,737	3,349	2,435	849	85	1,217	3,285	20,957
	2	8,743	1,731	2,186	672	77	1,093	3,285	17,787
	3	17,177	3,914	4,294	1,360	150	2,147	4,928	33,970
A	3	13,217	3,500	3,304	1,017	116	1,652	4,928	27,288
B	4	16,937	2,359	4,234	1,230	148	2,117	6,570	35,509
A	4	15,429	2,211	3,857	1,125	135	1,929	6,570	31,256
B	4	14,880	2,083	3,720	1,085	130	1,850	6,570	30,328
	27	145,011	48,330	36,253	12,464	1,269	18,126	44,348	305,801

11,326 \$ / year - man

表 6

船 員 費

職 質 區 分	船員數	給 與	手 當	價 與 金	年 服 費	待 命 費	退 職 積 立 金	主 副 食 費	單 位 : \$	
									(隻 當 27 名 : 1980 年 度)	合 計
船 . 機 長	2	25,028	14,259	6,257	2,528	219	3,128	3,285	54,704	
1 航 . 機 . 通	3	23,863	14,924	5,966	2,544	209	2,983	4,927	55,416	
2 航 . 機	2	9,737	3,349	2,435	849	85	1,217	3,285	20,957	
3 航 . 機	2	8,743	1,731	2,186	672	77	1,093	3,285	17,787	
職 長	3	17,177	3,914	4,294	1,360	150	2,147	4,928	33,970	
手 直 A	3	13,217	3,500	3,304	1,017	116	1,652	4,928	27,288	
手 直 B	4	16,937	2,359	4,234	1,230	148	2,117	6,570	35,509	
員 直 A	4	15,429	2,211	3,857	1,125	135	1,929	6,570	31,256	
員 直 B	4	14,880	2,083	3,720	1,085	130	1,850	6,570	30,328	
計	27	145,011	48,330	36,253	12,464	1,269	18,126	44,348	305,801	

11,326 \$ / year - man

港 費

(1980 年度 實船) 單位 : \$

區分 船名	G.T	△	DWT	Load Draft (H)	導 船 料	接岸 旋 泊 料	貨物 入 出 港 料	曳 船 料	其 他	合 計
A	10,287	21,490	16,016	9,200	174.9	2,176.0	8,059.0	1,067.0	3,000	14,477.0
B	10,182	21,696	17,337	9,376	179.3	2,217.0	8,136.0	1,085.0	3,000	14,617.0
C	12,367	25,337	19,796	9,895	215.3	3,023.0	9,501.0	1,267.0	3,000	17,006.0
D	16,319	34,220	27,702	10,224	288.2	5,515.0	12,833.0	1,711.0	3,000	23,347.0
E	26,196	49,077	37,800	12,123	433.3	11,437.0	18,479.0	2,464.0	3,000	35,813.0
F	25,709	50,026	41,643	11,025	421.4	11,387.0	18,760.0	2,501.0	3,000	36,469.0
G	30,745	63,016	51,672	12,425	542.7	18,703.0	23,631.0	3,151.0	3,000	49,028.0
H	33,442	69,141	57,911	12,086	584.0	22,516.0	25,928.0	3,458.0	3,000	55,486.0
I	35,020	72,103	59,859	12,398	611.5	24,486.0	27,039.0	3,606.0	3,000	58,743.0
J	39,938	84,395	71,695	13,079	716.0	33,547.0	31,648.0	4,202.0	3,000	73,131.0
K	44,018	90,878	76,324	12,873	762.1	38,899.0	34,079.0	4,544.0	3,000	81,284.0
L	46,434	97,894	82,617	14,093	835.1	45,137.0	36,710.0	4,895.0	3,000	90,577.0
M	53,694	127,638	112,021	15,869	1,090.0	76,733.0	47,864.0	6,382.0	3,000	135,069.0
N	63,218	131,545	110,906	15,629	1,115.9	81,502.0	49,329.0	6,578.0	3,000	145,525.0
O	62,250	133,851	115,535	16,742	1,151.3	84,385.0	50,194.0	6,693.0	3,000	145,423.0
P	68,010	135,893	115,721	16,031	1,155.5	86,979.0	50,959.0	6,795.0	3,000	148,889.0
Q	65,798	140,220	119,514	16,921	1,202.7	92,606.0	52,583.0	7,012.0	3,000	156,404.0
R	60,934	149,890	128,370	17,529	1,286.0	105,800.0	56,209.0	7,495.0	3,000	173,790.0

表 8

保 險 料

(P&I) (80年度 實船值)

保險料 船名	A	B	C	D	E
P & I	\$ 30,623	30,623	35,411	40,511	40,383

表 9

曳 船 基 本 料

(港灣法施行令, 80.2)

馬 力 區 分	前後進曳船費(\$/hr)	全方向廻轉曳船費	備 考
1,000.0	113	142	但, F.O 값은 別途計算한다.
1,500.0	154	193	
2,000.0	191	239	
2,500.0	217	271	
3,000.0	245	306	
3,500.0	272	340	

VIII. 參 考 文 獻

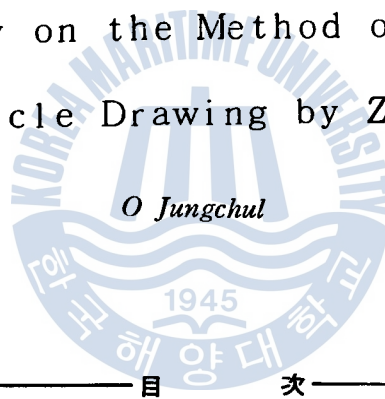
1. Benford, H. : The Practical Application of Economics to Merchant ship Design, 1969, University of Michigan.
2. Benford, H. : Ocean Ore Carrier Economics and Preliminary Design, 1960, SNAME.
3. Gilfillan, A.W : The Economics Design of Bulk Cargo Carrier, 1968, RINA.
4. Mandal P. and Leopold R. : Optimization Methods Applied to Ship Design, 1966, SNAME.
5. Fisher K.W. : Economic Optimization Procedures in Preliminary Ship Design, 1972, RINA.
6. Erichsen S. : Optimum Capacity of Ship and Port Terminals, 1973, University of Michigan.
7. Munro-Smith : Notes and Examples in Naval Architecture, 1965, Edward Arnold Ltd.
8. 三木 楯彦 : 商船의 經濟性에 關한 研究, 1966, 日本航海學會
9. 全國造船教育研究會 : 商船設計, 1971, 海文堂
10. 谷初藏 : 操船用 引船의 使用에 關한 問題點에 關한 研究, 1972, 日本船主協會
11. 全孝重 : 軸系裝置와 推進器, 1972, 太和出版社
12. 梁時權 : 金順甲 : 船舶運航收支 Model 化와 應用에 關한 研究
13. 船舶 9月号

Z 試驗에 의한 旋回圈의 作圖法에 關한 研究

吳 正 喆

A Study on the Method of Turning
Circle Drawing by Z-test

O Jungchul



目 次

I. 序 論

II. 理 論

1. 運動 方程式에 對한 考察
2. 操縱性指數를 利用한 旋回圈 作圖法
3. Z試驗에서 얻은 計算 旋回圈을 實際의 旋回圈으로 修正하는 方法

III. 實船 試驗

1. 浮標 方位盤法에 의한 旋回圈 測定法 및 旋回圈圖
2. 旋回角과 旋回中の 速力에 의한 旋回圈 測定法 및 旋回圈圖

3. Z試驗에 의한 旋回圈測定法 및 旋回圈圖

4. 各 旋回圈의 比較

IV. 試驗 結果에 對한 考察

1. 各 旋回圈의 크기에 對한 考察
2. 試驗 條件에 의한 影響

V. 實旋回圈에 一致시키기 爲한 Z試驗 旋回圈의 修正에 對한 數值 計算

1. hard over(35°) turn
2. 15° turn

VI. 結 論

參考 文獻 및 附錄