

# 商船의 最適速力 및 積貨重量噸과 經濟性에 關한 研究

(一般撤積貨物船에 있어서 海運運營上의 與件變動을 中心으로)

梁 時 權

## A Study on Ships Optimal Speed, Deadweight and Their Economy

(On the Operations of Common Bulk Carriers Under the Various Managerial Circumstances of Shipping Companies)

*Sikwon-Yang*

### 目 次

Abstract	5. 檢討 및 考察
記號說明	6. 船舶運航利潤率指數
1. 序 論	7. 結 論
2. 研究範圍 및 研究方法	附 錄
3. 船舶運航 經濟性 評價函數 導出 및 最適化	參考文獻
4. 經濟性 評價函數의 數值計算	

### Abstract

A lot of studies of ship's economy are on the traditional fields such as reducing propulsion resistance, raising cargo handling rates and lessening building costs, but there are few researches on the merchant ship's economy concerning their deadweights and speeds according to shipping companies managerial circumstances.

Contrary to the contemporary trend that "the bigger, the better, if the cargo handling rate could increased sufficiently to hold down port time to that rate of smaller vessels", this paper demonstrates the existence of certain limits in ship's size and speed according to the conditions of the freight rates, voyage distances, cargo handling rates, prices of fuel oil, interest rates etc.

From the curves of criteria contour for various ship's deadweights and speeds which are depicted from the grid search method, one can get the costs and the yearly profit rates under the conditions of large volume with long term contracts for the transportation of bulk cargoes.

In estimating ship's transportation economy, the author takes the position that the profit rate method is properer than the cost method, and introduces the calculation table of the voyage profit rate index.

The use of the criteria contours will be of help to ship owners in determining the size and speed of the ship which will be built or purchased and serve in a certain trade route.

\* 正會員, 韓國海洋大學

## 記 號 說 明

ACC	: 資本費 (\$)	RINS	: 保險料率 (%)
AINS	: 保險料 (\$)	RINT	: 利率 (%)
APAI	: P & I의 保險料 (\$)	RWFG	: 1日 10總屯當 接岸料 (\$)
BBE	: Bulbous bow의 影響	S L Y	: 船舶耐用年數
BHP	: 機關馬力 (HP)	S M	: Sea margin (%)
BHPV	: 航海에 要하는 機關馬力 (HP)	TAPR	: 船舶待期 및 入出港에 要하는 日數
BSHIP	: 船價變動率 (%)	TC <sub>2</sub>	: 表定 C <sub>2</sub> 值
CCREW	: 船員費 (\$)	TPT	: 港內滯船日數
CEMR	: 機關修理費 (\$)	TSA	: 航海日數
CETC	: 代理店 費 및 交通通信費 等 (\$)	TVOYD	: 全運航 所要日數
CFUEL	: 燃料費 (\$)	TVOYO	: 發電機 燃料積載量計算을 위한 運航日數
CFELG	: 發電機 燃料費 (\$)	V	: 速力 (knot)
CFELV	: 主機 燃料費 (\$)	WDWT	: 積貨重量屯 (ton)
CGUD	: 貨物出入港費 (\$)	WFELF	: 主機用 燃料消耗量 (滿載航海時) (ton/day)
CHMR	: 船體修理費 (\$)	WFELGO	: 發電機用油類積載量 (ton/day)
CHULL	: 船體建造費 (\$)	WFELL	: Ballast 航海時 主機用燃料消耗量 (ton/day)
C M	: 機關室建造費 (\$)	WFELV	: 主機用 燃料消耗量 (ton/day)
COTHER	: 船舶消耗品費 (\$)	WFELVO	: 主機用 燃料積載量 (ton)
CPILOT	: 導船料 (\$)	WGT	: 總屯數 (ton)
CPORT	: 港 費 (\$)	WLSHIP	: 輕貨排水量 (ton)
CSHIP	: 船舶建造費 (\$)	WP	: 貨物重量 (ton)
CSHMR	: 船舶修理費 (\$)	WSHIP	: 滿載排水量 (ton)
CTUG	: 曳船料 (\$)	YBPC	: 船舶運航利潤率 (%)
CWFG	: 埠頭使用料 (\$)	YBT	: 總利益 (\$)
D A B	: 港間의 距離 (mile)	YCT	: 年間總費用 (\$)
FR	: 運賃率 (\$/ton)	YRT	: 年間總收益 (\$)
FVOY	: 航次數		
GDD	: 積貨重量屯 對 排水量比		
HPVF	: 機關常用馬力係數		
JVOY	: 年間稼働日數		
L	: 船舶의 길이 (ft)		
PE	: 推進效率 (%)		
PFEL	: 主機燃料價格 (\$/ton)		
PFELG	: 發電機 燃料價格 (\$/ton)		
RDEP	: 減價償却率		
RFOC	: 時間當, 馬力當, 燃料消耗量 (ton/HP-hr.)		
RFR	: 屯當 運送原費 (\$/ton)		
RGOPD	: 日當 發電機油消耗量 (ton/day)		

## 1. 序 論

商船은 海上에서 利潤을 追求하여 貨物을 運送하는 容器이다. 오늘날의 商船은 옛날의 商船과는 달리 單純히 貨物을 積載 運送하는데 그치지 아니하고, 보다 効率的이고 經濟性이 높게 貨物을 運送하기 위하여 研究 開發되고 있다.

지금까지 商船의 經濟性向上을 위한 大部分의 研究는 船舶의 建造工法을 改善하여 建造費를 節減하거나, 船型이나, 機關을 開發하여 推進効率을 向上시키거나, 또는 船型을 改良하여 貨物의 積揚 및 運送能率을 提高하는 方向의 것이었다.

다만 商船의 經濟性을 위한 크기와 速力에 對한 研究에서는 一般散積貨物船은 水路와 港灣의 與件만 許諾하면 大型船舶일수록 經濟性이 높다고 하였으며 (1) Darcangelo는 經濟的인 貨物運送을 위하여는 船舶을 港內에 長期滯船시켜 損害를 입히지 않을 程度로 荷役速力이 充分히 빠르기만 하면 船舶은 大型化할수록 有利하다고 하였다.(2)

그러나 船舶 (一般散積貨物船)의 經濟的인 適正速力과 크기는 그 荷役速力만이 經濟性을 決定하는 變數가 아니고 運賃率, 航路의 長短, 油價, 金利 등 船舶의 運航収支에 相關하는 모든 要素가 變數로 된다.

海運이란 그 景氣의 浮沈이 가장 甚한 企業中的의 하나이고, 船價, 金利, 油價, 修理費, 船員費 등의 激動的인 變動은 實로 海運에 從事하는 企業人을 當황케 하고 있는 것이 오늘날의 現實이다.

이런 것들의 하나 하나의 要素는 部分的으로 長短期 予測은 되나 새로이 海運企業에 投資를 한다거나 船舶을 就航시킴에 있어서 이들 要素가 어떻게 運航利潤에 作用하는지를 綜合的으로 다룰 수 있는 効果的인 方法이 海運業界에서는 切實히 要求되고 있으나 아직 開發되지 못하고 있다.

本 研究는 船舶 (一般散積貨物船)의 經濟性, 即 運送原費와 利潤率에 큰 影響을 미치는 船價, 金利, 油價, 海運 運賃, 船舶耐用年數, 運航距離 등 8 가지 要素의 變化가 船舶의 經濟性에 미치는 影響을 分析 檢討하고 그 주어진 與件下에서의 가장 經濟性이 높은 船舶의 速力 및 크기를 決定하는 한 方法을 提示하고 數值計算을 통하여 이 方法의 妥當性을 立證하고자 한다.

또한 오늘날 우리 海運界에서는 船舶運航의 採算 評價의 基準으로 Hire base 및 Charter base 식 評價法을 使用하고 있는데, 本 研究는 이들의 評價法에 附加하여 船舶運航利潤率指數로서 船舶의 經濟性을 評價하는 方法을 提案하고자 한다.

## 2. 研究範圍 및 研究方法

### 2.1 研究範圍

專用船이 대거 出現하여 海上運送의 主役이 된 오늘날의 海運은 船舶의 種類가 多樣하여져서 船舶의 構造, 運送形態가 서로 다르므로, 本 研究에서는 一般散積貨物船 (Dry bulker)으로서 單推進器, Diesel機關船이며 積貨重量噸이 15,000噸 以上の 船舶을 對象으로 한다.

〈研究條件 및 假定〉

가. 大單位 製鐵所, 石炭火力發電所 등의 出現으로 大量的 原資材를 同一한 2個港間을 連續的으로 往復하면서 同一種類의 貨物을 長期運送하는 경우가 많이 發生하였다. 이러한 例를 對象으로 하여 研究條件을 限定한다.

나. 船形과 그 係數는 1978年度 NK(日本海事協會) 船名錄에 收錄된 18隻의 既存 一般散積貨物船을 標本船으로 삼아 그 平均値를 取한다.

다. 荷役費는 運賃 및 原費計算에서 除外하였다.

라. 船舶建造費, 修理費, 船員費 및 港費 등은 現存(1980~1981年) 韓國의 造船所, 海運會社 및 釜山港의 資料로써 計算한다.

마. 航路 및 港灣의 水深은 制限이 없는 것으로 한다.

바. 船價金額을 銀行으로부터 융자받아서 그를 船舶의 耐用年限의 全期間동안 年複利로 計算하여 每年 期末에 等價元利金을 償還하는 것으로 한다.

## 2.2 研究方法

船舶의 運航에 따른 利潤은 運送手段인 船舶의 性能에 크게 依存하나, 海運會社의 實際運營에 있어서는 管理者의 經營能力과 船長 및 船員의 資質과 姿勢 등도 影響을 미친다. 本 研究에서는 管理者의 經營能力, 船員의 姿勢 등은 同一한 것으로 假定하고 船舶의 크기와 機關馬力(速力)이 船舶의 運航收支에 미치는 影響만을 中心으로 調査하여 본다.

船舶의 運航利潤을 最大化하는 船舶의 크기 및 速力の 決定 問題는 最適化問題(Optimization studies)에 屬하는 것으로서 運送原費最小化(Minimizing operation cost)나 年間運航利潤最大化(Maximizing annual profit)의 方法에 의하여 研究되고 있다.

### 1) 原費最小化法

運送原費 最小化法은 Ton-mile當 運送原費를 最小化하는 方法과 一定條件(航路)下的 貨物運送에서 Ton當 運送原費를 最小化하는 方法이 있다.

Ton-mile當 運送原費最小化의 方法은 서로 다른 輸送手段間에 輸送效率性을 檢討하는 方法으로 널리 利用되고 있다. 例를 들면 航空機, 船舶 및 列車間의 貨物 輸送效率性을 比較하는 데에 쓰인다.

Ton當 運送原費最小化의 方法은 運送貨物 1單位에 對한 運送의 效率性을 比較하는 方法으로서 同一 運送手段間의 運送原費를 比較하는 方法으로 利用 할 수 있다. 그러나 이 方法은 既存 船舶의 運送原費의 比較에 限하며 새로이 船舶을 建造하려고 할 때 最適船의 크기와 速力을 求하는 方法으로는 不適合하다.

### 2) 利潤率最大化法

船舶의 運航에 따른 利潤을 最大化하기 위한 年間利潤最大化法은 한 船舶의 運航에 있어서 利潤을 最大化하기 위한 運航方法을 決定하는 것으로 船舶 相互間의 크기, 速力 또는 資本의 規模 등을 比較要素로 하여 最適船을 算出하는 方法은 아니다.

그러나 年間 船舶運航利潤率 最大化法은 企業에 投資한 資本의 量에 대한 利潤率 即 船價에 대한 運航利潤의 率을 最大化하는 船舶의 크기 및 速力을 導出하는 方法으로서 船舶의 最適化는 이 方法에 依하는 것이 經濟船을 決定하는 데는 合理的이다.

船舶의 屯當運送原費와 年間運航利潤率은 航路의 長短, 荷役速力에 따라서만 變하는 것이 아니고, 資本의 利率, 船舶의 耐用年數, 油價, 船價 및 運賃率 (海運景氣)와 船齡에 따라서도 變하는 函數이고, 또 이들의 값에 따라서 最適船의 크기, 機關馬力 (速力)과 그 經濟性도 變한다.

本 研究는 船舶의 經濟性을 評價하는 方法으로 運送原費最小化法과 運航利潤率最大化法을 採択하고 上記한 變數들이 最適船의 規模와 船舶의 屯當 運送原費 및 年間運航利潤率에 어떠한 影響을 미치는가를 考察하고 船舶運航上의 諸種與件이 주어졌을 때 任意의 積貨屯數와 機關馬力 (速力)의 船舶이 그 航路에 就航할 경우 運送原費와 運航利潤率이 얼마나 되는가를 評價할 수 있는 曲線群을 圖表로써 提示하기로 한다.

이 評價曲線으로부터 任意의 運航條件과 海運의 商業的與件下에서 最適船의 크기 및 航海速力과 그 經濟性을 찾을 수 있고, 同時에 같은 條件과 與件下에서 任意船舶의 經濟性을 評價하는 데에 有效하게 利用될 수 있을 것이다.

### 3. 船舶運航 經濟性 評價函數 導出 및 最適化

#### 3.1 船舶運航 經濟性 評價函數의 導出

船舶運航의 經濟性을 判斷하기 위하여 運航原費函數와 運航利潤率 函數를 導出하여 運賃(海運景氣), 油價, 利率 및 船價等 海運의 商業的인 與件의 變動과 運航距離, 荷役速力, 船齡 및 船舶耐用年數等 船舶運航條件의 變動에 따라서 船舶의 經濟性을 評價할 수 있도록 函數를 構成한다.

##### 1) 船舶의 重量

積貨重量屯數 (WDWT)

$$WDWT = GDD \times WSHIP \text{ ----- (3, 1, 1)}$$

(附錄 2. 參照)

輕貨排水量 (WLSHIP)

$$WLSHIP = WSHIP - WDWT \text{ ----- (3, 1, 2)}$$

##### 2) 機關馬力 (附錄 3. 參照)

常用 (航海) 馬力 (BHPV)

Sea margin; SM, Bulbous bow의 影響; BBE, 船舶推進效率; PE, 航海速力; V (knot), Ayre係數; C<sub>2</sub>로 하면

$$BHPV = \frac{(1.0 + SM)(1.0 - BBE) \times WSHIP^{0.64} \times V^3}{PE \times C_2} \text{ ---- (3, 1, 3)}$$

所要機關馬力(BHP)

常用馬力과 機關馬力의 比率을 HPVF라 하면

$$BHP = \frac{BHPV}{HPVF} \text{ (3, 1, 4) } \quad BHPV$$

3) 運航日數(TVOYD)

航海日數(TSA)

往復航海를 같이 V knot의 速力으로 航海하였다고 하면

$$TSA = \frac{DAB}{24V} \times 2 \text{ (3, 1, 5)}$$

港內碇泊日數(TPORT)

$$\begin{aligned} TPORT &= \frac{WP}{WLO} + TAPR1 + \frac{WP}{WUL} + TAPR2 \\ &= TPT1 + TPT2 \text{ (3, 1, 6)} \end{aligned}$$

連航日數(TVOYD)

1航次에 所要되는 全日數는 (3, 1, 5)와 (3, 1, 6)에서

$$TVOYD = TSA + TPORT \text{ (3, 1, 7)}$$

年間運航回數(FVOY)

船舶의 年間總稼動日數를 JVOY라고 하면

$$FVOY = \frac{JVOY}{TVOYD} \text{ (3, 1, 8)}$$

4) 油 量

滿船으로 航海할 때의 主機燃料消耗量을 WFELF라하고 機關의 馬力當 時間當 油類消耗量을 RFOC라고 하면

$$WFELF = RFOC \times BHPV \times 24 \times TSA \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000} \text{ (ton)} \text{ (3, 1, 9)}$$

空船航海時의 主機燃料消耗量(WFELL)

$$WFELL = 0.724 WFELF \text{ (3, 1, 10) (附錄 4. 參照)}$$

往復航海에 所要되는 主機燃料消耗量(WFELV)

$$WFELV = WFELF + WFELL \text{ (3, 1, 11)}$$

(附錄 4 參照)

船積하여야 할 主機關用油量(WFELVO)

實航海에 所要되는 油量에 10%의 餘裕油를 船積한다면

$$WFELVO = 1.1 WFELV \text{ (3, 1, 12)}$$

發電機用油量(WFELG)

日當 發電機油 消耗量을 平均 RGOPD라고 하면

$$WFELG = RGOPD \times TVOYD \text{ (3, 1, 13)}$$

船積하여야 할 發電機油量(WFELGO)

發電機油 積載量 計算을 위한 運航日數를 TVOYO라고 하면

$$TVOYO = TSA + \frac{WDWT}{WLO} + \frac{WDWT}{WUL} + TAPR 1 + TAPR 2$$

$$WFELGO = RGOPD \times TVOYD \text{ ----- (3, 1, 14)}$$

5) 貨物量(WP)

清水, 主副食, 船員 및 그 휴대품 등의 重量을 300ton이라고 하면 船積할 수 있는 最大貨物重量은

$$WP = WSHIP - (WLSHIP + WFELVO + WFELGO + 300)$$

----- (3, 1, 15)

6) 船 費

여기서 船費라 함은 船舶의 運航回數와는 相關없이 固定的으로 發生하는 原費이다. 그 中에는 金利와 減價償却을 合한 資本費 保險料 및 陸上管理費를 間接船費라 하고, 船員費, 船舶修理維持費 및 船用消耗品費를 直接船費라고 한다.

가. 船價(船舶建造費, CSHIP, 附錄 5, 參照)

船體建造費(CHULL)

$$CHULL = \frac{0.398}{1000} WSHIP^2 + 209.669WSHIP + 4021039$$

----- (3, 1, 16)

機關室建造費(CM)

$$CM = \frac{0.724}{10000} BHP^2 + 42.758BHP + 5633050 \text{ ----- (3, 1, 17)}$$

船舶建造費(CSHIP)

$$\left. \begin{aligned} CSHIP &= CHULL + CM \\ CSHIP &= (CHULL + CM) \times BSHIP \end{aligned} \right\} \text{ ----- (3, 1, 18)}$$

나. 船齡과 船價(附錄 6, 參照)

減價償却費(RDEP)

$$RDEP = 1 - \frac{1}{10^{SLY}} \text{ ----- (3, 1, 19)}$$

第N년에 있어서의 船價(CSHIPN)

$$\left. \begin{aligned} CSHIPN &= CSHIP \times (1 - RDEP)^{N-1} \\ CSHIPN &= BSHIP \times CSHIP \times (1 - RDEP)^{N-1} \end{aligned} \right\} \text{ ----- (3, 1, 20)}$$

다. 資本費(ACC)

船舶運航原價計算에서 現在 우리나라의 海運業界가 通常 計算하고 있는 船舶減價償却과 利子를 따로 區分하여 原價計算을 하면 新造船의 境遇에는 이 값(資本費, Capital cost라고 함.)이 지나치게 커지고 船齡이 많은 船舶은 적게 計算되는 不合理性이 있다. 이 減價償却額과 利子額을 合한 資本費를 資本回收率(Capital recovery factor)을 利用하여 計算하는 것이 妥當하다. (4) (5)

이 方法에 따라 計算하면 資本費는 船價를 船舶의 耐用年數期間 동안 年複利로 計算하여 每期末에 均等償還하는 額이 된다.

$$ACC = \frac{RINT(1+RINT)^{SLY}}{(1+RINT)^{SLY}-1} \times CSHIP \star$$

$$= CSHIP \cdot RINT / \left[ 1 - \frac{1}{(1+RINT)^{SLY}} \right] \quad (3, 1, 21)$$

라. 船體保險料(AINS) 및 船主責任相互保險料(APAI)

保險料率을 (RINS)라고 하면

$$AINS = RINS \times CSHIP \quad (3, 1, 22)$$

船主責任保險(P&I)은 船舶保險에서 補償되지 아니하는 賠償責任 등 船主의 負擔事故를 保險의 對象으로 하는 船主相互保險이다. 付保對象으로는 다음의 것이 있다.

油濁에 의한 賠償責任, 衝突約款에서 除外된 賠償責任, 船骸除去費用, 船員의 死傷 등에 對한 賠償責任 및 費用, 貨物運送契約에서 免責條項에 該當하지 아니하는 貨物事故에 의한 賠償責任 등이 對象이 된다.

따라서 保險料는 船舶의 總屯數, 船種, 船齡, 船員의 優秀性 및 Owner-ship 등에 따라 賦課된다.

實際 撒積貨物船을 많이 保有하고 있는 海運會社의 資料에 따르면 船主責任保險料는 船員의 姿勢 및 質에 의하여 定하여지는 要因이 가장 큰 것으로 나타나 있다. 이 保險料는 隻當 年間 거의 40,000\$ 程度の 平均値가 된다고 한다.

$$APAI = 40000 \quad (3, 1, 23)$$

마. 陸上管理費(COFF)

陸上管理費는 海運會社의 크기, 運營方式 등에 따라서 값이 다를 것이다. 本 研究에서는 年間 50000\$ 로 假定하여 計算하였다.

$$COFF = 50000 \quad (3, 1, 24)$$

바. 船員費(CCREW, 附錄 7. 參照)

普通의 撒積貨物船에 乘務員의 數는 船舶의 크기에는 相關없이 27명이 그 平均値이다.

年間船員費 即 給與, 手當, 賞與金, 年暇費, 待命費, 退職積立金 및 主副食費의 合은 314,900 \$ 程度이다.

$$CCREW = 314,900 \quad (3, 1, 25)$$

★ F SLY年 經過後의 資本(CSHIP)의 n 利息  $F = CSHIP(1+RINT)^{SLY}$   
 每年末에 ACC를 拂入하여 SLY年이 되면

$$F = ACC(1+RINT)^{SLY-1} + \dots + ACC(1+RINT) + ACC$$

$$= \frac{(1+RINT)^{SLY} - 1}{RINT} \cdot ACC$$

$$\therefore ACC = \frac{RINT}{(1+RINT)^{SLY} - 1} \cdot F = \frac{RINT(1+RINT)^{SLY}}{(1+RINT)^{SLY} - 1} \times CSHIP$$



사. 船體 및 機關修理費, (附錄 8. 參照)

船體修理費 (CHMR)

船齡 4 年 以下 (N는 船齡)

$$CHMR = 7881.4 \times \left( \frac{GDD \cdot WSHIP}{100} \right)^{0.036} \times \frac{1}{(6-N)^{0.529}} \quad \text{----- (3, 1, 26)}$$

船齡 5 年 以上

$$CHMR = 7881.4 \times \left( \frac{GDD \cdot WSHIP}{100} \right)^{0.036} \times (N-4)^{0.529} \quad \text{----- (3, 1, 26')}$$

機關修理費 (CEMR)

船齡 4 年 以下

$$CEMR = 15269 \times \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{0.078} \times \frac{1}{(6-N)^{0.683}} \quad \text{----- (3, 1, 27)}$$

船齡 5 年 以上

$$CEMR = 15269 \times \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{0.078} \times (N-4)^{0.683} \quad \text{----- (3, 1, 27')}$$

船舶修理費 (CSHMR)

$$CSHMR = CHMR + CEMR \quad \text{----- (3, 1, 28)}$$

아. 船舶消耗品費 (COTHER, 附錄 9. 參照)

$$COTHER = 84.985 WSHIP^{\frac{2}{3}} + 120 BHP^{\frac{2}{3}} \quad \text{----- (3, 1, 29)}$$

자. 年間船費 (Q)

$$Q = BSHIP (ACC + AINS) + APAI + COFF + CCREW \\ + CSHMR + COTHER \quad \text{----- (3, 1, 30)}$$

### 7) 運 航 費

船舶運航費는 船舶의 運航 및 貨物의 運送으로 因하여 發生하는 經費로서 航路, 港灣施設, 貨物의 種類 및 量에 따라서 顯著히 달라지는 값이다. 이는 航海經費라고도 한다.

가. 港費 (CPORT, 附錄 10. 參照)

本 研究에서는 釜山港을 基準港으로 하여 1980年 2月의 港灣法施行令의 資料에 의하여 計算하였다.

i) 接岸碇泊料 (CWFG)

1H 10總屯數當 接岸碇泊料率을 RWFG (0.66%)라고 하면

$$CWFG = RWFG \times \frac{WGT}{10} \times \left( \frac{WP}{WLO} + \frac{WP}{WUL} \right) \quad \text{----- (3, 1, 31)}$$

ii) 貨物出入港料 (CGUD)

$$CGUD = 0.25 \times WP \times 2 \quad \text{----- (3, 1, 32)}$$

iii) 導船料(CPILOT)

$$CPILOT = (0.219 \times 10^{-17} WSHIP^3 - 0.514 \times 10^{-7} WSHIP^2 + 0.014 WSHIP + 357.35) \times 4 \quad (3, 1, 33)$$

iv) 曳船料(CTUG)

$$CTUG = 150 WDWT \times \frac{4}{10000} \quad (3, 1, 34)$$

v) 代理店費 및 其他 通信雜費(CETC)

代理店費 및 通信雜費는 普通 1個港에 1500\$ 程度가 平均値가 된다.

$$CETC = 1500 \times 2 \quad (3, 1, 35)$$

vi) 港費(CPORT)

$$CPORT = CWFG + CGUD + CPILOT + CTUG + CETC \quad (3, 1, 36)$$

나) 油類費(CFUEL)

i. 主機用 油類費(CFELV)

$$CFELV = WEFLV \times PFEL$$

ii. 發電機用 油類費(CFELG)

$$CFELG = WFELG \times PFELG$$

$$CFUEL = CFELV + CFELG$$

다) 航次當 運航費(B)

$$B = CFUEL + CPORT \quad (3, 1, 37)$$

8) 運送原費函數(RFR)

$$RFR = \left( \frac{Q}{FVOY} + B \right) / WP \quad (3, 1, 38)$$

9) 運航利潤率函數(YBPC)

運賃率: FR,

年間總運航原費: YCT

年間利潤總額: YBT,

年間總運航收益: YRT 라고 하면

$$YCT = Q + B \times FVOY$$

$$YRT = FR \times WP \times FVOY$$

$$YBT = YRT - YCT$$

$$YBPC = \frac{YBT}{CSHIP} \times 100(\%)$$

$$= \frac{(FR - RFR)}{CSHIP} \times WP \times FVOY \times 100(\%)$$

$$\quad (3, 1, 39)$$

### 3.2 經濟性 評價函數의 最適化

前節에서 船舶運航 經濟性 評價函數 즉 運航原費函數(RFR)와 運航利潤率函數(YBPC)를 導出하였으나 이 函數들은 可變變數 즉 船舶의 排水量( $\Delta$ , WSHIP)과 速力(V)의 函數일 뿐만 아니라, 運航距離(DAB), 荷役速力(WLO), 油價(PFEL), 船舶의 耐用年數(SLY)등 問題에 따라 주어지는 여러가지 다른 媒介變數들의 函數가 됨을 알 수 있다.

따라서 이 經濟性 評價函數는 排水量( $\Delta$ )과 速力(V)의 最適値를 測定하는 데에 있어서 基準이 되는 重要한 函數이다. 다른 媒介變數들의 變動이 船舶의 經濟性에 미치는 影響을 考察하는 데에도 매우 重要한 函數이기도 하다.

本節에서는 各變數들이 經濟性 評價函數에 미치는 影響과 媒介變數들의 값의 變動이 船舶의 排水量 및 速力의 最適値에 미치는 影響을 考察하기 위하여 前節의 式들을 函數形으로 表示하여 檢討해 보기로 한다.

(3, 1, 20)과 (3, 1, 21)에서

$$\left. \begin{aligned} f_1(\text{RINT}, \text{SLY}) &\triangleq \frac{\text{RINT}}{1 - (1 + \text{RINT})^{-\text{SLY}}} \\ f_2(\text{N}, \text{SLY}) &\triangleq (1 - \text{RDEP})^{\text{N}-1} = 10^{-\left(\frac{\text{N}-1}{\text{SLY}}\right)} \end{aligned} \right\} \text{--- (3, 2, 1)}$$

(3, 2, 2), (8, 2, 8) (3, 2, 1) 2, 10) (3, 2, 10) (3, 2, 9)에서

$$\left. \begin{aligned} g_1(\Delta, V) &\triangleq \text{CSHIP} \\ g_2(\Delta, V, \text{N}, \text{SLY}) &\triangleq g_1(\Delta, V) \cdot f_2(\text{N}, \text{SLY}) \cdot \text{BSHIP} = \text{CSHIPN} \\ g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) &\triangleq \text{FVOY} \\ g_4(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}, \text{PFEL}) &\triangleq \text{B} = \text{CF} \cdot \text{JEL} + \text{CPORT} \\ g_5(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) &\triangleq \text{WP} \\ g_6(\Delta, V, \beta_2) & \\ &= \frac{[\text{FR} \cdot g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) - g_4(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}, \text{PFEL})] g_5(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) - \text{C}}{g_1(\Delta, V)} \\ g_7(\beta_2) &= f_1(\text{RINT}, \text{SLY}) + \text{RINS} \end{aligned} \right\} \text{--- (3, 2, 2)}$$

(3, 1, 30)에서

$$\text{C} = \text{APAI} + \text{COFF} + \text{CCREW} \text{--- (3, 2, 3)}$$

$$\beta_1 = (\text{DAB}, \text{WLO}, \text{PFEL})^T \ast$$

$$\beta_2 = (\text{FR}, \beta_1)^T$$

$$\beta_3 = (\text{RINT}, \text{SLY}, \text{RINS})^T$$

$$\alpha_1 = (\text{N}, \text{BSHIP}, \beta_1, \beta_2)^T$$

$$\alpha_2 = (\text{FR}, \alpha_1)^T$$

$$\alpha_3 = (\text{BSHIP}, \beta_2, \beta_3)^T$$

$$\text{--- (3, 2, 4)}$$

\* T는 轉置(Transpose)를 表示한다.

式 (3, 2, 1) ~ (3, 2, 4)와 같이 函數 및 變數를 定義하고, 이를 利用하여 運航原費函數와 運航利潤函數를 表示해 보면 다음과 같다.

運航原費函數:  $J_1$

$$J_1(\Delta, V, \alpha_1)$$

$$= \frac{C + [f_1(\text{RINT}, \text{SLY}) + \text{RINS} \cdot f_2(\text{N}, \text{SLY})] g_2(\Delta, V, \text{N}, \text{SLY}) \cdot \text{BSHIP}}{g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO})} + g_4(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}, \text{PFEL})$$

$$\frac{g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO})}{g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO})} \quad (3, 2, 5)$$

運航利潤率函數:  $J_2$

$$J_2(\Delta, V, \alpha_2)$$

$$= \frac{[\text{FR} - J_1(\Delta, V, \alpha_1)] \cdot g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) \cdot g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO}) \times 100}{g_2(\Delta, V, \text{N}, \text{SLY})}$$

$$\text{-----} [\%] \quad (3, 2, 6)$$

新造船 즉  $N=1$  인 경우에는

$$f_2(1, \text{SLY}) = 1 \quad (3, 2, 7)$$

이 되므로 式 (3, 2, 5), (3, 2, 7) 을 式 (3, 2, 6) 에 代入하여 整理하면 新造船의 運航利潤率函數는 式 (3, 2, 8) 과 같이 된다.

$$J_2(\Delta, V, \alpha_2) = \frac{1}{\text{BSHIP}} \frac{g_4(\Delta, V, \beta_2) - g_3(\beta_2)}{g_3(\Delta, V, \text{DAB}, \text{WLO})} \quad (3, 2, 8)$$

式 (3, 2, 5)로 表示되는 運航原費函數  $J_1(\Delta, V, \alpha_1)$ 의 分母, 分子는 各같이  $\Delta$ 와  $V$ 에 對해서 單調增加函數이다. 媒介變數  $\alpha_1$ 이 주어졌을 때  $J_1(\Delta, V, \alpha_1)$ 을 最小로 하는  $\Delta$ 와  $V$ 를 各各  $\Delta_1$ 과  $V_1$ 이라 하면, 이들의 값은  $\alpha_1$ 의 函數로서 式 (3, 2, 9)의 解로서 주어진다.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial J_1}{\partial \Delta} = 0 \\ \frac{\partial J_1}{\partial V} = 0 \\ \left[ \begin{array}{cc} \frac{\partial^2 J_1}{\partial \Delta^2} & \frac{\partial^2 J_1}{\partial \Delta \partial V} \\ \frac{\partial^2 J_1}{\partial V \partial \Delta} & \frac{\partial^2 J_1}{\partial V^2} \end{array} \right] = \text{Positive definite} \end{array} \right\} \text{-----} (3, 2, 9)$$

式 (3, 2, 9)의 解를 解析의 으로 求하기는 困難하나 數值計算으로 求하는 것은 容易하다. 同時에 本研究은 主어진  $\alpha_1$ 에 있어서 任意의  $\Delta$ 와  $V$ 에 對한 運送原費를 求하는 것도 重要한 目的의 하나이다.

第4章에서  $\Delta_1$ 과  $V_1$ 의 값과  $J_1(\Delta_1, V_1, \alpha_1)$ 의 값이  $\alpha_1$ 의 값에 따라 如何히 變動하는 가를 數值解析의 結果를 利用하여 考察하여 보고 同時에 任意  $\Delta$ 와  $V$ 에 對한  $J_1(\Delta, V, \alpha_1)$ 의 값을 算出하여 該當船舶의 運送原費를 求하여 보기도 한다.

다음에 式 (3, 2, 6)으로부터 알 수 있듯이 運航利潤函數  $J_2$ 는 運賃率  $\text{FR}$ 가 運航原費函數  $J_1$ ,

보다 큰 때에는 양(+), 작을 때에는 음(-)의 값을 갖게 된다. 新造船의 경우  $J_2$ 를 最大로 하는  $\Delta$ 와  $V$ 를 각각  $\Delta_2$ 와  $V_2$ 라 하면, 式(3, 2, 8)에서 보는 바와 같이 BSHIP와 RINS, SLY 및 RINT의 값인  $g_i(\beta_i)$ 는  $\Delta$ 와  $V$ 의 函數가 아니므로  $\Delta_2$ 와  $V_2$ 는 式(3, 2, 10)의 解로서 주어진다.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial J_2}{\partial \Delta} &= 0 \\ \frac{\partial J_2}{\partial V} &= 0 \\ \left[ \begin{array}{cc} \frac{\partial^2 J_2}{\partial \Delta^2} & \frac{\partial^2 J_2}{\partial \Delta \partial V} \\ \frac{\partial^2 J_2}{\partial V \partial \Delta} & \frac{\partial^2 J_2}{\partial V^2} \end{array} \right] &= \text{Negative definite} \end{aligned} \right\} \text{--- (3, 2, 10)}$$

따라서  $\Delta_2$ 와  $V_2$ 는  $\beta_2$  즉 FR, DAB, WLO, PFEL의 函數이나 BSHIP, RINT, SLY 및 RINS 값의 變動과는 無關하다. 즉 BSHIP, RINT, SLY 및 RINS의 값의 變動은 運航利潤率函數  $J_2$ 의 最適值에는 影響을 미치나  $\Delta$ 와  $V$ 의 最適值에는 아무런 影響을 미치지 않는다. 다만, 式(3, 2, 1), (3, 2, 2), (3, 2, 8)로부터 RINT의 값이 커지면  $g_i(\beta_i)$ 의 값이 커져서  $J_2$ 의 最適值은 적어지며, SLY값이 커지면  $J_2$ 의 最適值은 若干 커지고, BSHIP의 값이 커지면  $J_2$ 의 最適值은 적어진다는 것을 알 수 있다.

그러나  $\beta_2$  즉, FR, DAB, WLO, PFEL의 값이  $\Delta_2$ ,  $V_2$  및  $J_2$ 의 最適值에 미치는 影響은 式(3, 2, 10)의 解를 求하여야 考察될 수 있다.

式(3, 2, 10)도 式(3, 2, 9)와 마찬가지로 解析的으로 求하기는 困難하며, 同時에 最適值 外에도 주어진  $\beta_2$ 의 값에서 任意의  $\Delta$ 와  $V$ 의 船舶에 對한 運航利潤率을 計算하는 것이 船舶의 經濟性評價를 위하여 必要하므로, 本 研究에서는 一般散積貨物船의 速力과 크기에 予想되는 範圍內의 모든 點에 對하여 Grid search method로써 運航利潤率을 算出하여 第5章에서 檢討코자 한다.

#### 4. 經濟性 評價函數의 數值計算

運送原費函數와 運航利潤率函數의 計算에 있어서 다음과 같이 運航 및 技術的인 資料에 對하여 定義하고, 函數의 特性을 調査하기 위하여 變動시킬 變數에 對하여서는 基準值를 定하여 둔다. 이 基準이 되는 資料는 固定하여 두고 그 中 한 變數에 該當하는 基準值만을 變化시키면서 函數의 特性을 調査한다.

가. 運航資料의 定義

年間船舶稼動日數 (JVOY)	350日
揚 荷 速 力 (WUL)	3000ton/day

甲港의 入港에 所要되는 時間

待期時間包含 (TAPR 1) 1.5日

乙港의 入港에 所要되는 時間

待期時間包含 (TAPR 2) 2.5日

船舶保檢料率 (RINS) 0.4%

船舶保檢料率은 船齡의 增加에 따라 그 料率이 높아지게 된다. 本 研究에서는 이에 대한 資料를 얻지 못하여 新造船料率으로써 中古船 保檢料率로 假定하고 計算한다.

#### 나. 技術資料의 定義

機關推進効率(Propulsive efficiency)은 船體効率(Hull efficiency), 프로펠러効率(Propeller efficiency) open), 프로펠러効率比(Relative rotative efficiency) 및 傳達効率(Transmission efficiency)의 相乘積으로 表示되는데, 이는 有効馬力과 機關이 發生하는 馬力과의 比로써 表示된다.

機關推進効率(Propulsive efficiency, PE)	75% .12
常用航海馬力과 機關馬力の 比(HPVF)	85%
Sea margin(SM)	20%
Bulbous bow 効率(BBE) 。	5%
主機燃料消耗量(RFOC)	160gr/hr-HP
發電機燃料消耗量(GOPD)	2 ton/day

#### 다. 基準資料

船 價(CSHIP): 1981年度 韓國造船所의 新造船價의 平均値

油 價(PFEL): 1981年 12月 1日 字 韓國外航船 油價

耐用年數 (SLY): 18年

利 子 率 (RINT): 12% /year

積荷速力 (WLO): 8000ton/day

運航距離 (DAB): 5000mile

船 齡 (N): 1年

運 賃 率 (FR): 35\$/ton

以上の 條件下에 諸變數의 여러가지 값에 對한 原費函數와 利潤率函數값을 數值計算하여 各々 圖表로써 表示하기로 한다.

### 4.1 運送原費와 諸變數와의 關係

위에서 定義한 數值를 船舶의 運船資料, 技術資料 및 基準資料의 값으로 하여 運送原費函數(3. 1, 38)와 運船利潤率函數(3. 1, 39)를 計算하되 다만 基準資料中 하나만 現實적으로 變動可能

한 數值의 範圍內에서 變動시키면서 函數의 變化를 觀察하기 위하여 圖表로써 表示키로 한다.

1) 運航距離(DAB)와 運送原費

運送原費는 運航距離에 따라 그 값이 크게 變하게 되며, 運航距離 1000mile일 때 運送原費 最少인 船舶의 積貨重量噸은 51,000 ton, 速力은 10.6 knot이며 運送原費는 9.9\$이다.

이에 反하여 運航距離 7000 mile일 때는 運送原費 最低인 船舶은 積貨重量噸이 192,000ton, 速力 9.8knot이며, 運送原費는 20.2\$이다. 即 運航距離는 積貨重量噸과 函數關係가 있음을 알 수 있다. (Fig. 4.1 (a), (b), (c), (d) 参照)

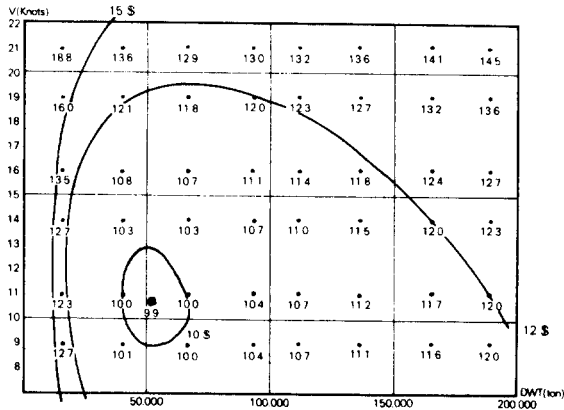


Fig 4 1(a) Cost curve at distance of 1,000 n m

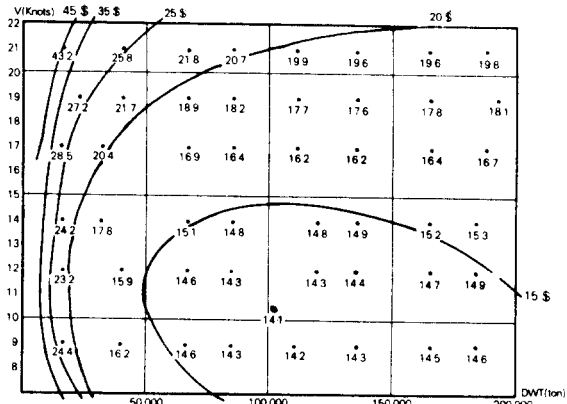


Fig 4 1(b) Cost curve at distance of 3,000 n m

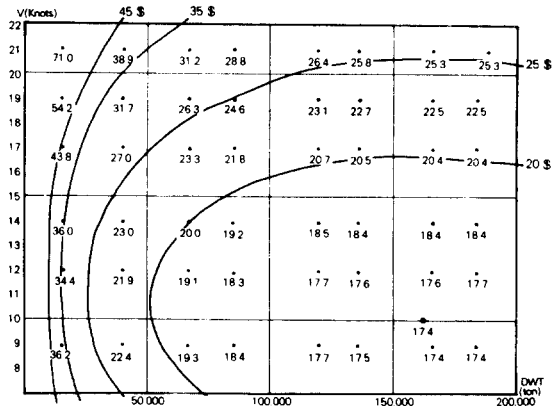


Fig 4 1(c) Cost curve at distance of 5,000 n m.

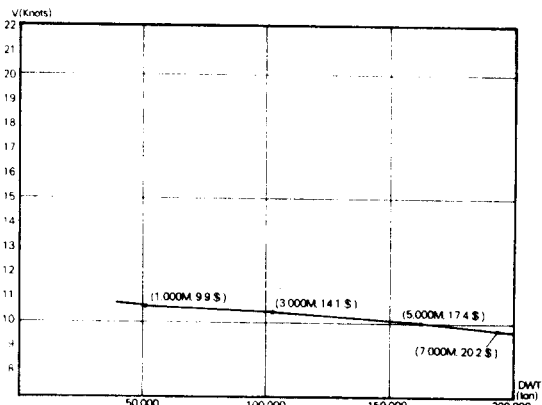


Fig 4 1(d) Least cost ships at various distances

2) 荷役速力(WLO)과 運送原費

本 研究에서는 便宜上 貨物의 揚荷速力을 日當3,000ton으로 假定하고 積荷速力만을 變化시키는 方法을 取하였다.

積貨速力 1,000ton일 때, 最低運送原費船의 積貨重量噸은 62,500ton이고, 그 運送原費는 30\$이며 積荷速力이 10,000ton일 때는 積貨重量噸은 124,000ton, 그 運送原費는 16.8\$이 된다. 荷役速力이 빨라지면 最適船의 速力이 若干 줄어들 든다. 即 積荷速力은 運送原費와 積貨重量噸에 重大한

函數關係가 있다. (Fig. 4.2, (a), (b), (c), (d) 参照)

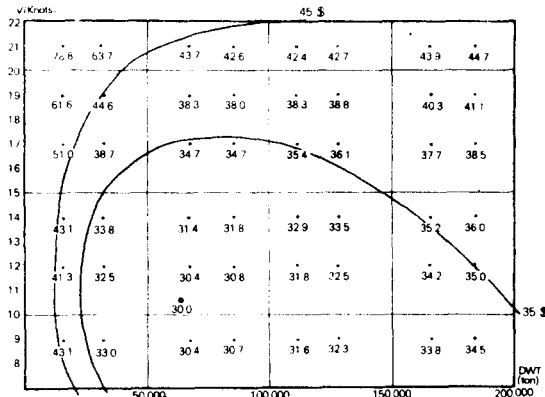


Fig 4 2(a) Cost curve at loading speed of 10000 ton/day

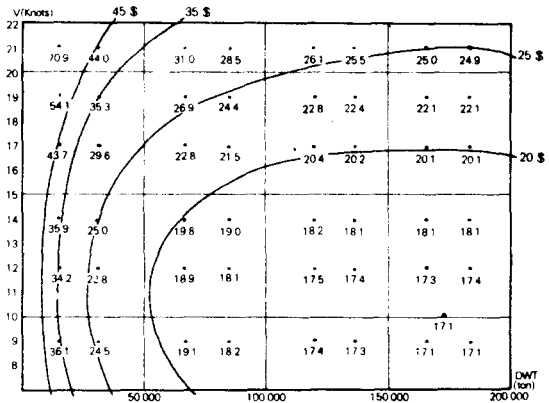


Fig 4 2(b) Cost curve at loading speed of 9000 ton/day

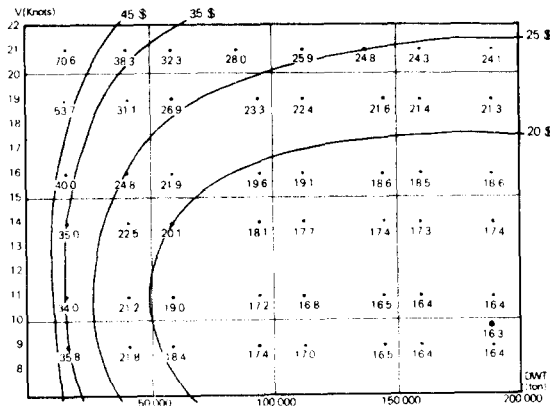


Fig 4 2(c) Cost curve at loading speed of 13000 ton/day

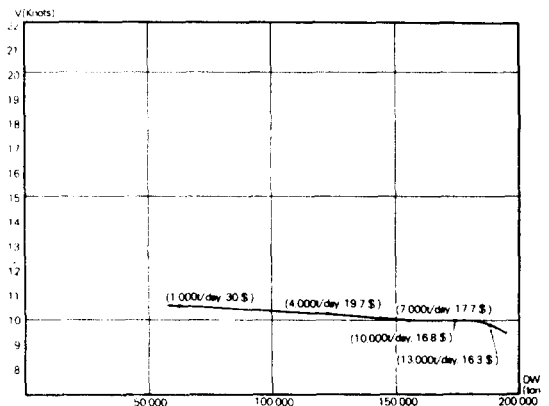


Fig 4 2(d) Least cost ships at various loading speeds

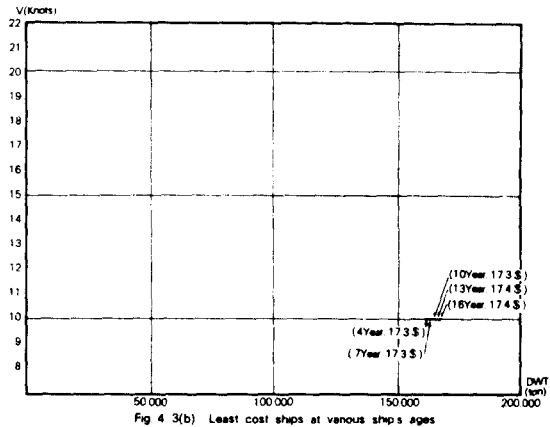
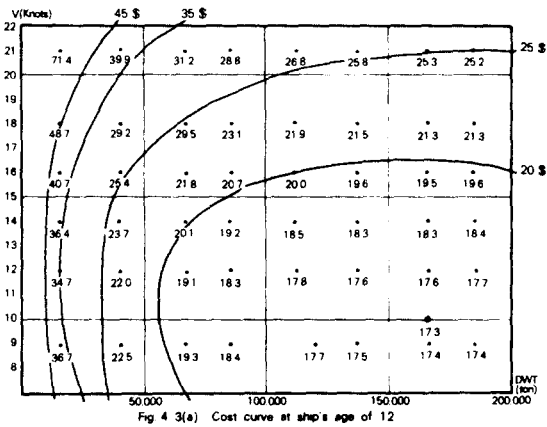
### 3) 船齡(N)과 運送原費

船齡의 增加에 따르는 運送原費의 變化幅은 尙小하며, 最適船의 速力 및 積貨重量도 거의 變化가 없다.

다만, 本 研究에서는 船舶保險料率을 新造船을 基準으로 하여 一定하게 取하였기 때문에 變化가 없으나 中古船의 保險料率은 相當히 높으므로 中古船의 運送原費는 本 研究의 原費增加幅보다 더 커져서 新造船보다 若干씩 높게 나타날 것이다.

萬若 船舶의 耐用年數가 20年 ~ 24年 程度로 增加하였을 때 船齡에 따르는 運送原費는 修理費의 增加로 더욱 커질 것이다. (Fig. 4.3, (a), (b) 参照)



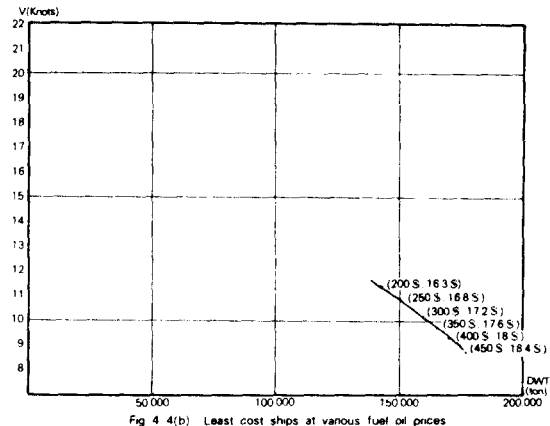
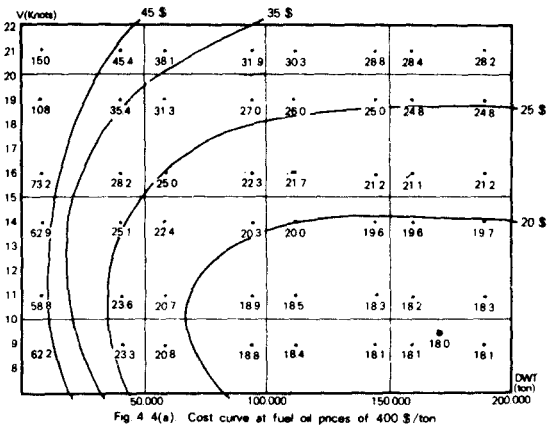


4) 油價 (PFEL) 와 運送原費

油價가 높아지면 運送原費는 增加하므로 最適船의 速力은 낮아지고 積貨重量噸은 커진다.

다만, 最低運送原費船보다 積貨重量噸이 적은 船舶의 경우 油價變化에 따른 運送原費 增加幅은 크나 最低運送原費船 附近의 船舶의 運送原費 增加率은 크지 아니함을 알 수 있다.

(Fig. 4.4 (a), (b) 参照)



5) 船價와 運送原費

船價의 變動은 各積貨重量噸 및 機關馬力에 따라 本 研究의 船價近似值에 같은 比率로 增減하는 것으로 假定하여 船價變動率 (BSHIP) 로써 表示하였다.

船價變動率이 增加하면 運送原費도 增加한다. 그리고 最低運送原費船의 積貨重量噸은 작아지고, 速力은 빨라진다.

即, 船價가 現在보다 비싸지면 現在보다 더 빠르고, 積貨重量噸이 작아져야 運送原費가 싸져서 (增加比가 작아서) 利益이 된다. (Fig. 4.5, (a), (b) 参照)

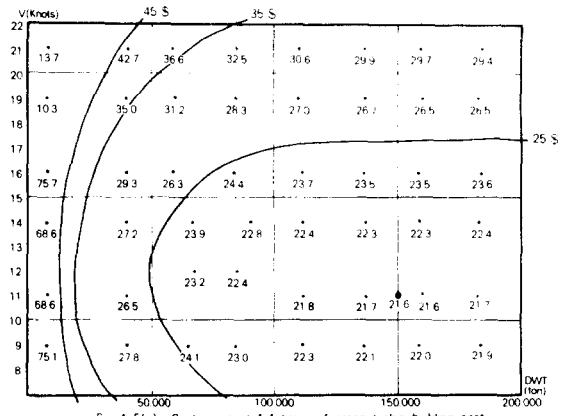


Fig 4 5(a) Cost curve at 1.4 times of present ship building cost

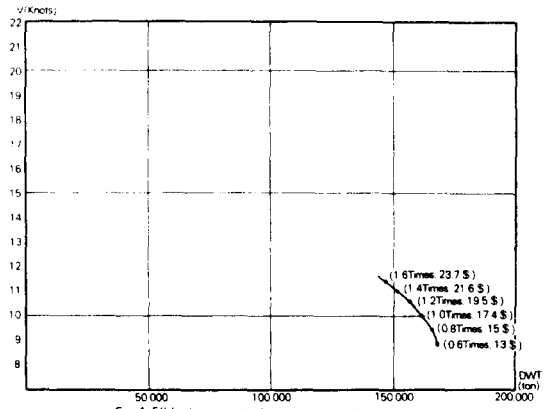


Fig 4 5(b) Least cost ships at various ship building cost

6) 利率率(RINT)과 運送原費

利率率의 增加는 運送原費를 현저히 增加시키는 結果를 초래하며 最低運送原費船의 積貨重量屯은 減少하고 速力은 增加한다.

(Fig. 4.6, (a), (b) 参照)

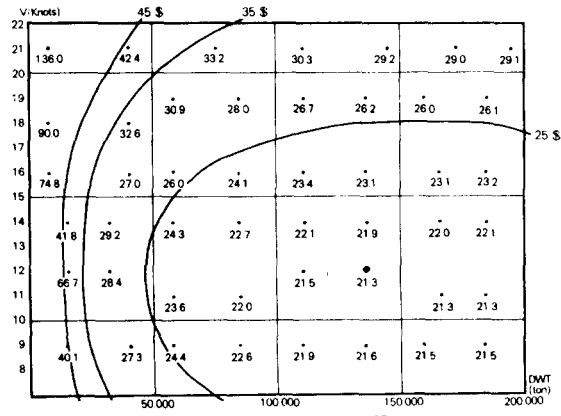


Fig 4 6(a) Cost curve at interest rate 18% per year

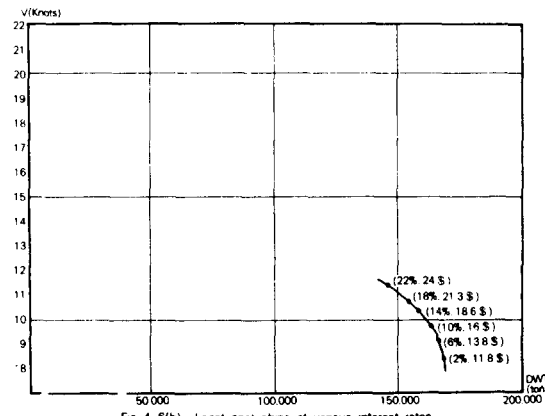


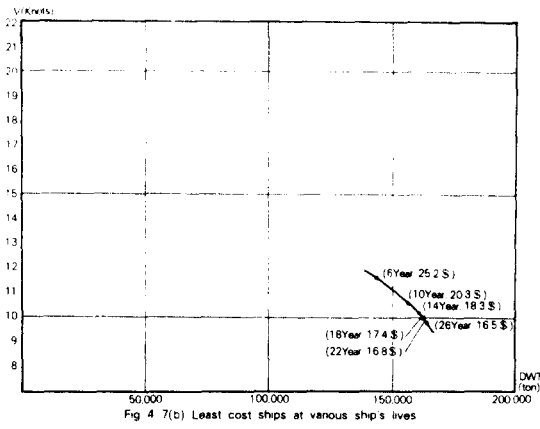
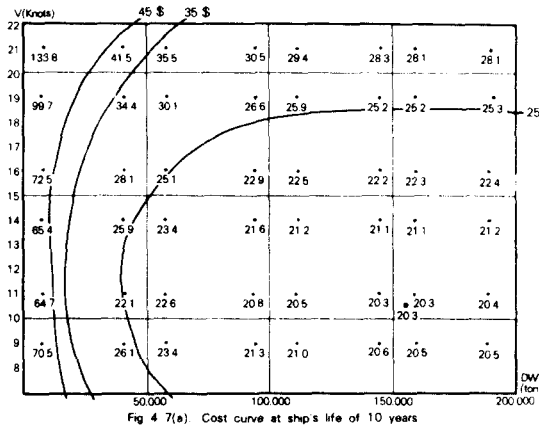
Fig 4 6(b) Least cost ships at various interest rates

7) 船舶耐用年数(SLY)와 運送原費

船舶의 耐用年數가 增加하면 運送原費는 若干 減少되고, 最低運送原費船의 積貨重量屯과 速力의 變化는 크지 아니하다.

그러나 한 船舶의 全壽命동안의 利潤額이 현저히 增大됨은 疑心의 餘地가 없다.

(Fig. 4.7 (a), (b) 参照)



### 4.2 運航利潤率函數와 諸變數와의 關係

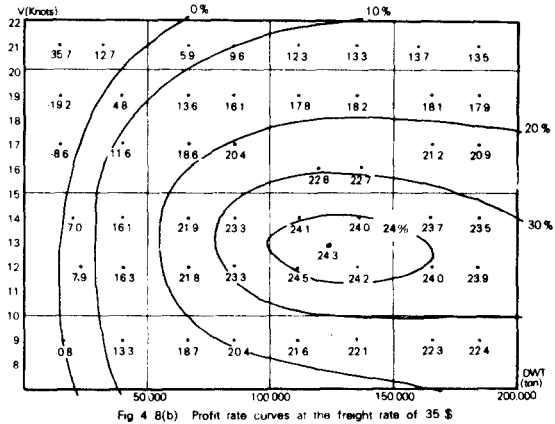
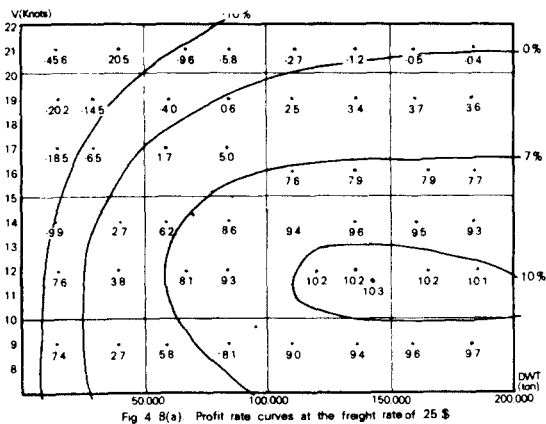
#### 1) 運貨率(FR)과 運航利潤率

海上貨物 運送量의 激增은 船舶의 大型化, 專用船化의 結果를 낳았고, 同時에 一定港間을 繼續的으로 往來하면서 같은 種類의 貨物을 長期契約에 依하여 運送하는 일이 많아졌다.

이 때 運貨率의 增加는 船舶의 利潤率을 크게 向上시키며, 最大利潤率船인 最適船의 貨積重量噸은 줄어 들고, 速力은 빠르게 된다.

即 海運景氣가 좋아져서 運貨率이 上昇하면 작고 빠른 船舶이 有利하여진다.

(Fig. 4.8, (a), (b), (c), (d) 參照)



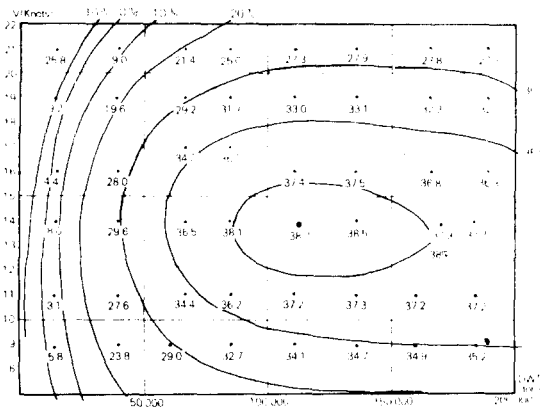


Fig 4 B(c) Profit rate curves at the freight rate of 45 \$

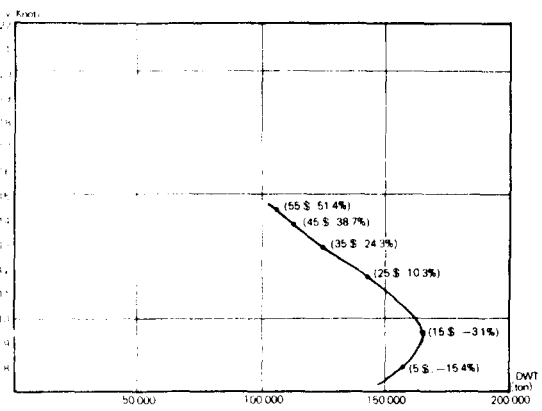


Fig 4 B(d) Maximum profit rate ships at various freight rates

2) 運航距離 (DAB)와 運航利潤率

運貨率을 一定하게 하고 運航距離를 크게 變化시키는 것은 現實의 으로 있기 어려운 現象이다. 그러나 運航距離가 船舶의 最適積貨重量噸과 速力에 미치는 影響을 觀察하는 데는 도움이 될 수 있다.

即 運航距離가 增加하면 最適船의 積貨重量噸은 顯著히 늘어 나며, 速力은 多少 줄어 든다.

即 運航距離가 길면 船舶은 大型化될 수 록, 또 速力은 多少 낮아질 수 록 有利하다.

(Fig. 4.9, (a), (b), (c), (d) 参照)

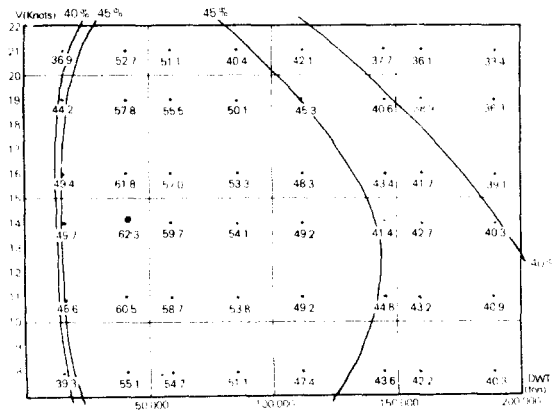


Fig 4 9(a) Profit rate curves at distance of 1,000 n.m

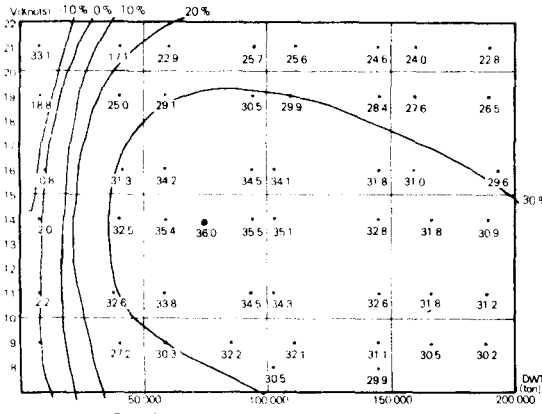


Fig 4 9(b) Profit rate curves at distance of 3,000 n.m

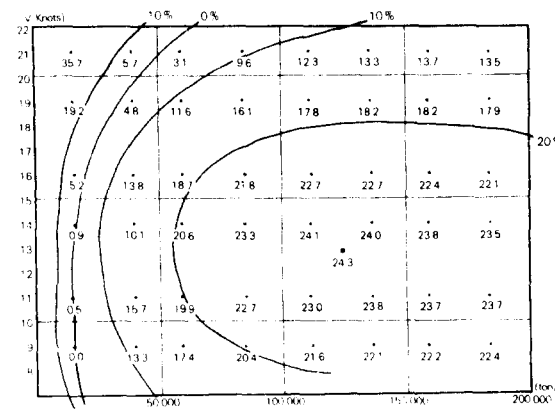


Fig 4 9(c) Profit rate curves at distance of 5,000 n.m

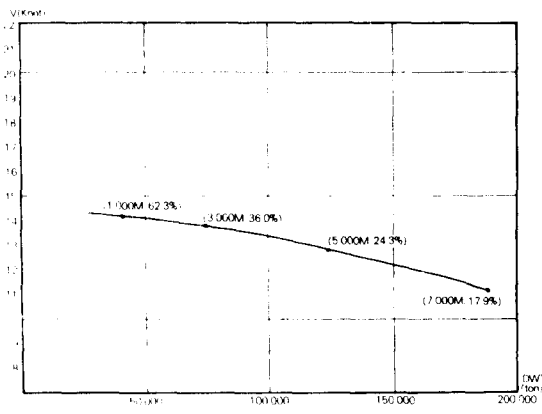


Fig 4 9(d) Maximum profit rate ships at various distances

3) 荷役速力(WLO)과 運航利潤率

荷役速力이 增加하면 船舶의 利潤率도 크게 向上될 뿐만 아니라 最適船의 速力과 積貨重量噸도 커진다. 卽 荷役速力이 빠른 2個港間을 往來하는 船舶은 大型化, 高速化할 수록 一般의 利 有하여진다. (Fig. 4.10, (a), (b), (c), (d) 參照)

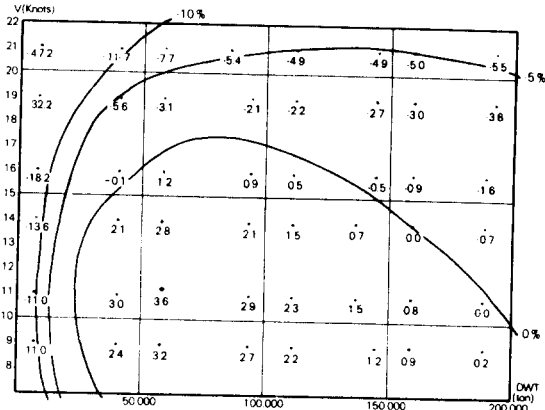


Fig 4 10(a) Profit rate curves at loading speed 1,000 ton/day

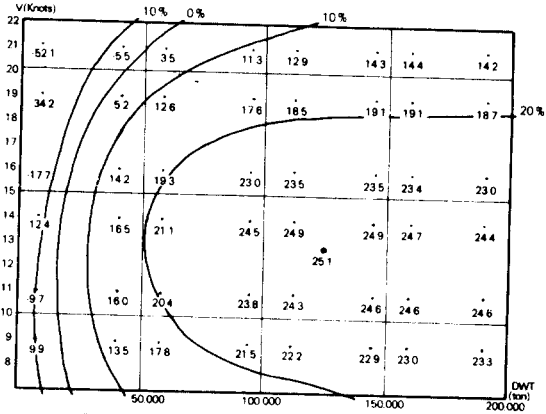


Fig 4 10(b) Profit rate curves at loading speed 9,000 ton/day

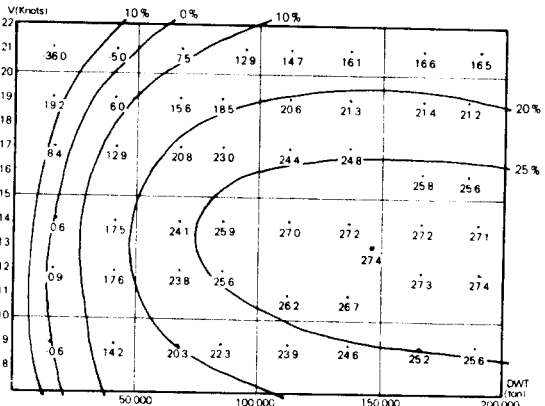


Fig 4 10(c) Profit rate curves at loading speed 13,000 ton/day

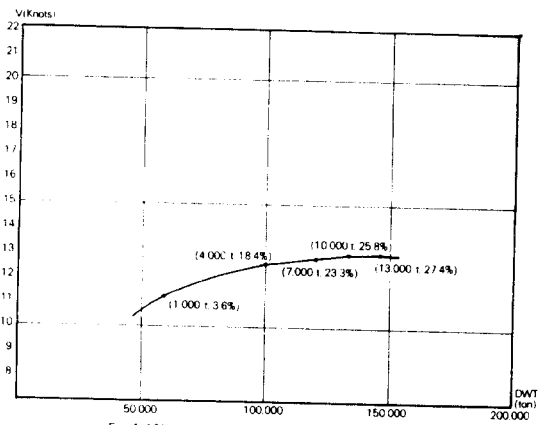


Fig 4 10(d) Maximum profit rate ships at various loading speeds

4) 油價(PFEL)와 運航利潤率

油價의 增加는 利潤率을 多少 減少시키며, 最適船은 低速大型化된다. 卽 油價의 增加는 像想보다는 利潤率에 큰 影響을 미치지 않으며, 油價가 비싸지면 船舶은 低速化, 大型化할수록 有利해진다. (Fig. 4.11, (a), (b), (c), (d) 參照)

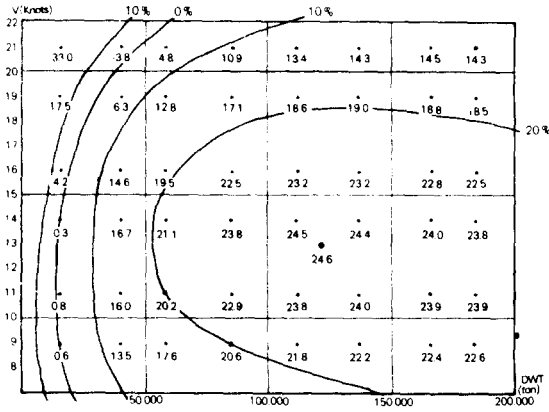


Fig 4 11(a) Profit rate curves at fuel oil prices of 300 \$/ton

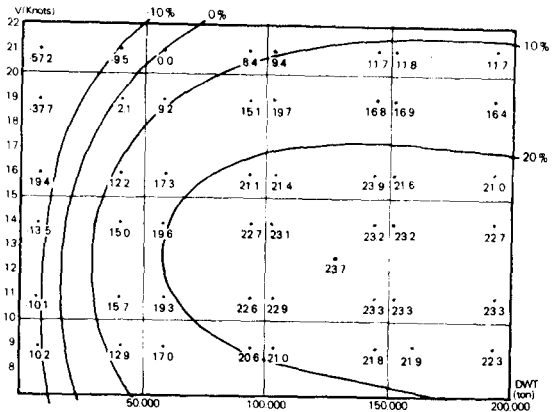


Fig 4 11(b) Profit rate curves at fuel oil prices of 350 \$/ton

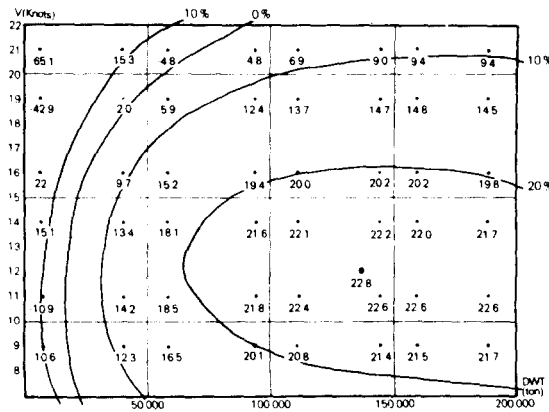


Fig 4 11(c) Profit rate curves at fuel oil prices of 400 \$/ton

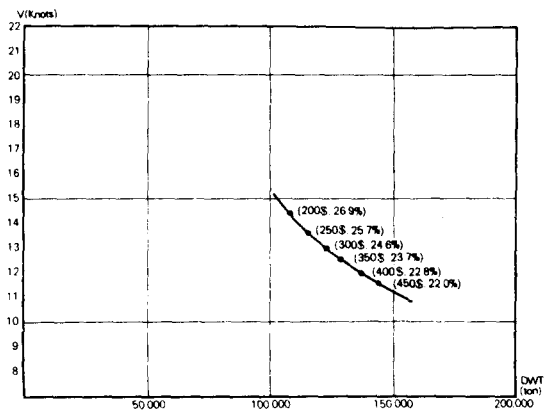


Fig 4 11(d) Maximum profit rate ships at various fuel oil prices

5) 船價(BSHIP), 利率率(RINT) 및 耐用年数(SLY)와 連航利潤率

船價 및 利率率이 增加하고, 船舶耐用年数가 減少하면 連航利潤率은 低下한다. 그러나 이들 變數의 變動은 最適船의 速力 및 積貨重量吨에는 影響을 미치지 아니한다.

다만 船價와 利率率의 變動은 連航利潤率에는 多大한 影響을 미친다.

(Fig. 4.12, (a)), (b), (c), (d) 参照)

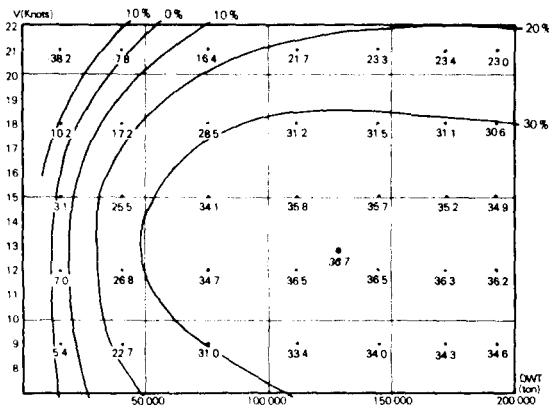


Fig 4 12(a) Profit rate curves at 0.8 times of present ship building cost

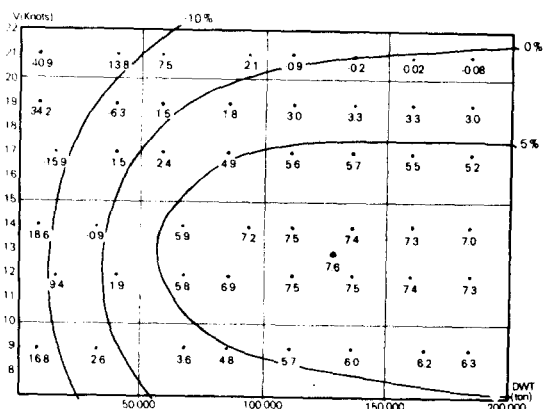
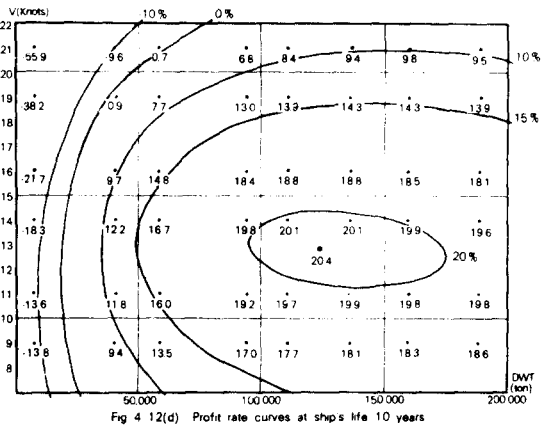
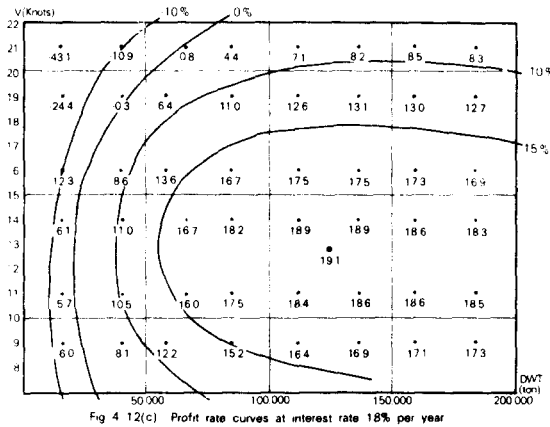


Fig 4 12(b) Profit rate curves at 1.4 times of present ship building cost



### 5. 檢討 및 考察

#### 5.1 基準資料의 變動에 대한 考察

運航利潤率 曲線의 結果, 基準資料의 變動이 最適船舶의 積貨重量噸, 速力 및 利潤率을 變動시키게 되는데, 그 中에서 特記할 만한 部分만을 圖表와 式으로써 詳細하게 說明하기로 한다.

##### 1) 運貨率 (FR)

一般的으로 運貨率의 變化는 最適船舶의 速力 및 積貨重量噸과는 相關없는 것으로 보는 傾向이 있었으나, 檢討結果, 運貨率의 變動은 船舶의 速力 및 積貨重量噸과 重大한 函數關係가 있음을 알 수 있다.

Table 5.1. Maximum profit rate ships when freight rate is taken as a variable

區分 \ FR (\$)	15	25	35	45
YBPC (%)	-3.2	10.3	24.3	38.7
V (kt)	10.0	11.6	12.8	13.8
WDWT (t)	136500	136500	124200	113100

運貨率의 變動과 最適船舶의 速力 및 積貨重量噸과의 關係를 式으로 表示하면 다음과 같다. (Fig. 5.1 參照)

$$WDWT = -27.75 FR^2 + 840.25 FR + 130814 \text{ ————— (5, 1, 1)}$$

$$V = -\frac{0.15}{100} FR^2 + 0.216 FR + 7.1 \text{ ————— (5, 1, 2)}$$

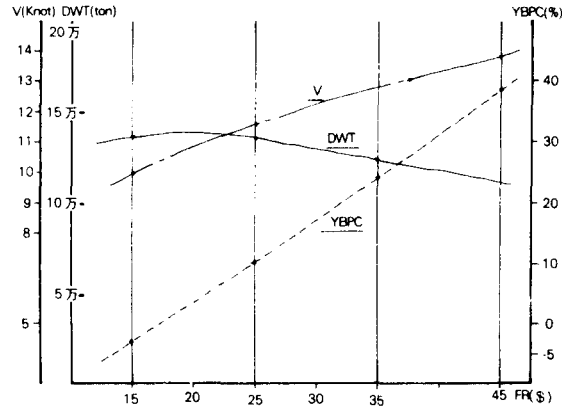


Fig 5.1 Maximum profit rate ships when freight rate is taken as a variable

2) 運航距離(DAB)

運航距離의 增大는 最適船의 速力을 多少 느리게 하나 積貨重量噸을 크게 增大시키는 效果를 낳는다.

Table 5.2. Maximum profit rate ships when distance is taken as a variable.

区分 \ DAB (n.m)	1000	3000	5000	7000
WDWT (t)	58100	74200	124200	192300
V (kt)	13.8	13.8	12.8	12.4
YBPC (%)	62.3	36.0	24.3	17.9

運航距離와 積貨重量噸과의 關係를 式으로 表示하면 다음과 같다. (Fig. 5.2 参照)

$$WDWT = \frac{3.25}{1000} DAB^2 - 3.37 DAB + 57430 \text{ ————— (5, 1, 2)}$$

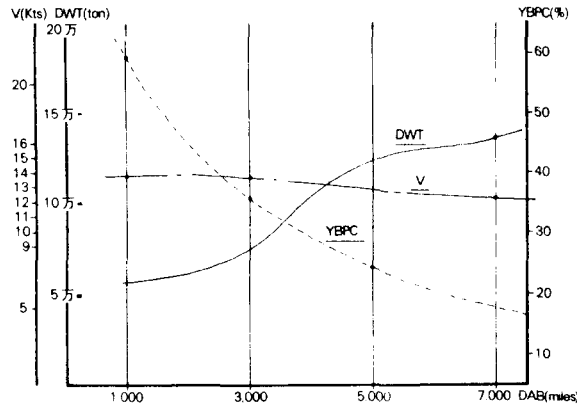


Fig 5.2 Maximum profit rate ships when distance is taken as a variable



3) 荷役速力(WLO)

船舶의 荷役速力은 最適船의 積貨重量噸과 利潤率에 重大한 函數關係가 있다.

Table 5.3 · Maximum profit rate ships when loading speed is taken as a variable.

WLO (t/day)	1000	4000	7000	10000
WDWT (t)	59000	94200	114100	133200
V (kt)	11.2	12.6	12.8	13.0
YBPC (%)	3.6	18.4	23.3	25.8

이를 式으로 表示하면 다음과 같다. (Fig. 5.3 參照)

$$WDWT = -\frac{0.447}{1000} \cdot WLO^2 + 13.00 WLO + 47169.4 \quad (5, 1, 3)$$

$$YBPC = -\frac{0.342}{10^4} \cdot WLO^2 + \frac{0.614}{100} WLO - 0.018 \quad (5, 1, 4)$$

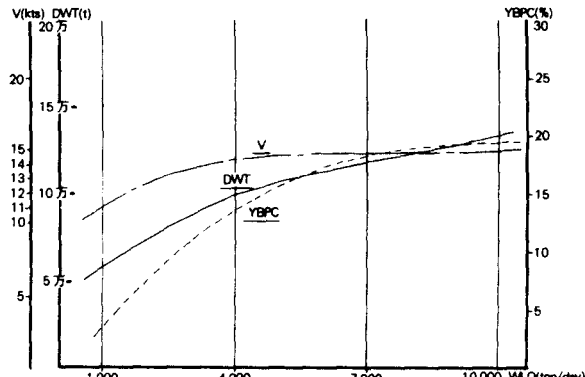


Fig 5.3 Maximum profit rate ships when loading speed is taken as a variable

4) 船價(BSHIP, 船價變動率)

船價의 變動은 運航利潤率에 至大한 影響을 미친다. 船價의 變動率과 運航利潤率의 式은 다음과 같다.

Table 5.4 · Maximum profit rate ships when ship building cost rate is taken as a variable.

BSHIP (倍)	0.8	1.0	1.2	1.4
YBPC (%)	36.7	24.3	15.0	7.6

(Fig. 5.4 參照)

$$YBPC = -48.3 BSHIP + 74.0 \quad (5, 1, 5)$$

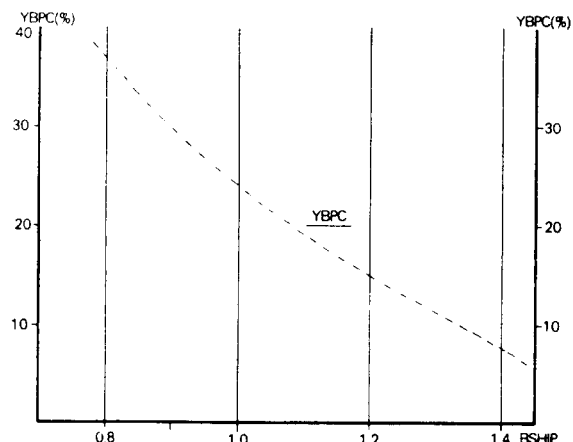


Fig 5.4 Maximum profit rate ships when ship building cost rate is taken as a variable

5) 油價 (PFEL)와 利率率 (RINT)

油價의 增加는 運航利潤率에 多少의 減縮을 일으키고 또한 利率率의 增加는 運航利潤率의 相當한 減少를 招來함을 알 수 있다.

Table 5.5 · Maximum profit rate ships when fuel oil prices are taken as a variable.

PFEL (\$)	250	300	350	400
DWT (t)	115700	122500	128300	136500
V (kt)	13.6	13.0	12.6	12.0
YBPC (%)	25.7	24.6	23.7	22.8

(Fig. 5.5 參照)

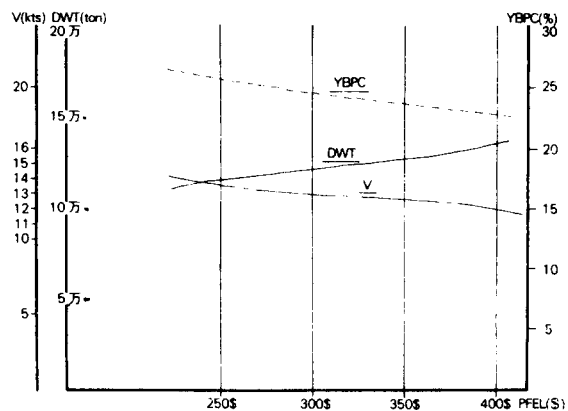


Fig 5.5 Maximum profit rate ships when fuel oil prices are taken as a variable

Table 5·6 · Maximum profit ships when interest rate is taken as a variable

RINT (%)	6	10	14	18
YBPC(%)	28.8	25.9	22.6	19.1

(Fig. 5. 6 參照)

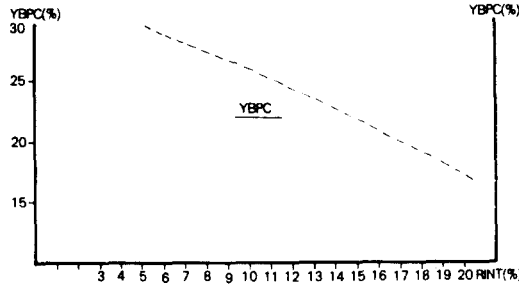


Fig. 5.6 Maximum profit rate ships when interest rate is taken as a variable.

### 5.2 評價曲線 (Criterion contour) 에 대한 考察

第 4 章에서 基準資料의 變動에 대한 評價函數의 等高線을 曲線群으로 表示하였는데 이를 評價曲線 또는 運送原費曲線과 運航利潤率線이라 한다.

이 運航原費曲線과 運航利潤率曲線은 모두 最適船의 速力과 積貨重量噸의 附近에서는 評價曲線의 기울기가 緩慢하므로 最適船의 速力 및 積貨重量噸과 若干의 差異가 있어도 運送原費 및 運航利潤率의 變化는 크지 않다. 그러나 基準資料의 값에 따라서 다르기는 해도 積貨重量噸 3 萬噸 以下에서는 評價曲線의 기울기가 急하여진다. 따라서 積貨重量噸과 基準變數의 若干의 變化는 運送原費와 運航利潤率에 큰 變動을 일으키게 된다,

따라서 搬積貨物의 Handy size를 定하는 경우에는 ① 世界主要港灣의 水深은 吃水 12m程度의 船舶까지 收容할 수 있다는 點과 ② 主要貨物의 1 Lot의 量과, 그리고 ③ 本 研究의 基準資料의 變動에 따른 評價曲線의 變化率 등을 資料로 하는 것이 合理的이다.

### 5.3 運送原費曲線과 運航利潤率曲線의 比較

運送原費曲線은 그 比較基準이 1 個航次만을 獨立하여 貨物 1 ton當 運送原費를 最低로 하는 船舶을 最適船으로 하고, 運航利潤率曲線은 1 個航次가 아닌 一定期間 即 1 個年間に 있어서 投資한 資本에 대한 利潤率을 基準으로 하여 最適船을 抽出한다.

지금 第 4 章의 評價曲線群에서 運航距離, 荷役速力, 利子率 등 모든 基準値를 同一하게 놓았을 때 運航利潤率曲線上的 最適船은 運送原費曲線上的 最適船보다 速力은 1~2 knot 빠르고, 積貨重量噸은 2~3 萬噸 작다는 것을 알 수 있다.

即 商船의 運航에 따르는 經濟性을 考察할 때는 1航次分 만을 獨立하여 計算하는 原費曲線上의 最適船에 의하여 檢討할 것이 아니라, 이보다 若干 빠르고, 작은 船舶인 運航利潤率曲線上의 最適船에 의하여 檢討하는 것이 妥當할 것이다.

## 6. 船舶運航利潤率指數

### 6.1 Hire 및 Charter base와 船舶運航利潤率指數

第2章에서 船舶의 運航에 따른 利潤을 評價하는 方法에 屯當運送原費에 의하는 法과 運航利潤을 資本의 比率로써 나타내는 運航利潤率의 方法이 있는데, 船舶의 最適速力과 크기를 求하는 方法으로는 運航利潤率에 의하는 것이 合當하다고 하였다.

오늘날 우리 海運界에서 船舶運航에 따른 利潤性의 評價法으로 Hirs base와 Charter base의 方法을 쓰고 있는데, 이 方法은 日本 사람들이 만든 方法으로서 船舶의 貨物運送能力을 積貨重量屯으로 보고 이 運送能力 1單位當 30日當을 서로 比較하는 것이다.

Hire base는 船費에 대한 基準이고, Charter base는 運航採算에 대한 基準이므로 한 運航結果의 損益을 알고자 하는 데는 利用되지만, 이 方法의 母數가 積貨重量屯當이라는 점에서 船舶相互間의 運航利潤을 比較하는 데는 適合하다고 할 수 없다. 船舶의 積貨重量屯當 船價가 서로 다르기 때문에 相異한 船舶의 積貨重量屯을 같은 比重으로 다루었는데 矛盾이 생긴다.

따라서 船舶運航에 따르는 利潤은 1個 船舶의 航海別 利潤만을 比較하는데 그치지 않고 船舶相互間의 利潤 및 他企業에 投資한 時의 資本에 對한 利潤도 比較할 수 있는 評價方法이 必要하다.

前述한 船舶 運航利潤率指數(Voyage profit rate index)는 船舶運航의 採算書를 作成하는 過程에서나 運航結果의 評價에 있어서 얻어지는 利潤을 資本 10萬弗에 대한 日當의 數值를 指數化한 것이므로 1個 船舶의 航海別 利潤率은 勿論 多數의 船舶이 여러 航海에 就航할 경우의 評價數值로서도 適合할 것이다.

여기서 船舶運航 利潤率指數(VOYINDEX)는

$$VOYINDEX = \frac{(FR - RFR) \cdot WP}{TVOYD \cdot CSHIP} \times 10000 \quad \text{--- (6, 1)}$$

式(3, 18)을 参照하면, 式(6, 1)은 다음과 같이 表示되므로 결국은 船舶運航利潤率指數의 性格은 船舶運航利潤率函數(YBPC)와 같다.

$$VOYINDEX = \frac{YBPC}{JVOY} \quad \text{--- (6, 2)}$$

### 6.2 船舶運航利潤率指數 計算書式 및 그 計算例

船舶運航利潤率指數의 實務的인 計算에 도움을 주기 위하여 그 計算書式과 1980年度 浦項 ~ 濠州間에 就航한 一般散積貨物船 M/S "ALPHA.. 號에 대해서 實際로 計算하여 보면 다음과 같다.

船舶運航利潤率指數計算書

1980年 8月 9日

船名：M/S ALPHA, VOY. No. 19  
 總噸數：56,809.10ton  
 重量噸數：95,926ton  
 主機馬力：MAN 20,700 HP

建造年月日：1968年 8月  
 耐用年數：8年(取得後)  
 取得年月日：1978年 10月  
 取得價格：5,085,168.00\$

積荷港：DANPIER		①平均速力(knot/day)		②港間距離(miles)		
揚荷港：POHANG		(14.5)348		3580		
③航海日數		④碇泊日數		⑤年間稼動日數		
21		7.5		350		
⑦運貨收入		⑧貨物積載量		⑨運貨率		
		Ore 91,740L/T		6.67\$		
				金額		
				611,905.80\$		
船費	⑩減價償却 및 金利		⑪取得船價		⑫資本費率	
			5,085,168\$		0.2013	
	⑬船體保險 및 P&I				⑭保險料率	
					0.03	
	⑮一般管理費 및 雜費				⑯雜費率	
					0.24	
⑰船員費		⑱船員數		⑲年間平均1人當賃金		
		30		11,640\$		
⑳小計 ⑩+⑬+⑮+⑰				2,740,439.60\$		
㉑當該航次船費總額 (㉑/⑥)				228,369.97\$		
運航費	⑳燃料費	航海時		㉓1日燃料消耗量	㉔燃料單價	航海日數
				F. O. 59.5L/T	@ 211.34\$	
				D. O. 1.12L/T	@ 250.07\$	
					21	
	碇泊時		㉔1日燃料消耗量	㉔燃料單價	碇泊日數	
			F. O. 8.0L/T	@ 211.34\$		
			D. O. 1.12L/T	@ 250.07\$	7.5	
						284,731.96\$
	㉖貨物費	㉗貨物積載量		㉘荷役料率		
		91,740L/T		0.08\$		7,339.20\$
㉘仲介料			㉙仲介料率		NIL	
				NIL		
㉚港費		積荷港		揚荷港		
		35,000\$		21,100\$		
㉛當該航次運航費 ㉚+㉖+㉘+㉛				348,171.16\$		
㉜當該航次運航利潤 [(㉗)-(㉚+㉛)]				35,364.67\$		
㉝運航利潤率指數 $\left\{ \frac{(㉗)-(㉚+㉛)}{(㉓+㉔) \cdot ㉑} \times 100,000 \right\}$				24.40		

Table 6. 1. Calculation table of voyage profit rate index.

### 7. 結 論

오늘날과 같이 大量 生産, 大量 消費 時代에 있어서 海運이 國際的으로 物量輸送에서 차지하는 몫은 大端히 크다. 海上輸送의 合理的인 檢討를 통하여 貨物輸送의 原價를 節減하는 것은 全体産業의 經濟性を 提高하는 效果가 發生한다.

海運界와 造船界에서 지금까지 意識하여 오듯이 經濟的인 船舶이란 船形係數나 機關 및 施設等의 問題 만은 아니다.

船舶의 經濟성과 最適速力 및 크기는 海運運賃率, 運航距離, 荷役速力, 油價, 船舶耐用年數 및 金利 등의 函數가 된다.

이들의 變數의 增加에 따른 最適船의 積貨重量屯, 速力 및 利潤率과 最低運送原費船의 變化는 다음과 같다.

變數	區分	最大運航利潤率船		利 潤 率
		積貨重量屯	速 力	
運 賃 率		減 少	增 加	增 加
運 航 距 離		많이 增加	약간 減少	減 少
荷 役 速 力		많이 增加	약간 增加	增 加
油 價		增 加	減 少	減 少
船 價		不 變	不 變	減 少
耐 用 年 數		不 變	不 變	增 加
金 利		不 變	不 變	減 少

變數	區分	最低運送原費船		運 送 原 費
		積貨重量屯	速 力	
運 航 距 離		많이 增加	減 少	增 加
荷 役 速 力		많이 增加	減 少	減 少
油 價		增 加	減 少	增 加
船 價		減 少	增 加	增 加
船 齡		약간 減少	거의 不變	거의 不變
耐 用 年 數		增 加	減 少	減 少
金 利		減 少	增 加	增 加

本 研究는 韓國의 現實値를 近似化한 式을 利用하여 船舶運航의 經濟性を 考察한 것이므로 一般性은 있으나 運送原費와 利潤率 등은 實際値와 多少의 差異가 있을 수 있다. 다만 正確한 資料를 使用하면 企業人의 海運投資를 위한 判斷의 資料는 될 수 있을 것이다.

그리고 工業港灣이 必要로 하는 原資材의 量과 그 輸入港의 位置를 알면 가장 經濟性이 높은 船隊規模를 決定할 수 있고 同時에 港灣의 基本設計를 위한 港灣規模를 算出해 낼 수도 있을 것이다.

船舶의 經濟性의 研究에서 가장 重要하고 또 그 影響力이 큰 船舶建造費의 算出에 있어서 資料入手가 至難하여 多少 거칠게 다루었다. 이 점은 앞으로 補完할 것을 宿題로 남겨둔다.

## 附 錄 目 錄

1. 標 本 船
2. 積貨重量吨 一排水量比
3. 機 關 馬 力
4. 空船航海時의 燃料消耗量
5. 船舶建造費
6. 船齡斗 船價
7. 船 員 費
8. 船體 및 機關修理費
9. 船舶 消耗品費
10. 港 費

導船料, 接岸碇泊料, 貨物出入港料, 代理店費 및 其他 通信雜費



附 錄

經濟性 評價函數에 利用된 實驗值의 計算

1. 標 本 船

一般積貨物船의 船形 및 船形係數를 使用하기 위한 18隻의 標本船은 다음과 같다.

Table 1. Sample Ships, Dry bulker (Single screw, Diesel engine)

SHIPS NAME	G.T	( $\Delta$ ) DISP.	D.W.T	LOAD DRAFT (H)	L × B × D	DWT / $\Delta$	B/H	L/D	L/B	C <sub>s</sub>	BHP	SP-EED	V/L (ft)	G.T./DISP.	D/H	L/H
A	10287	21490	16016	9.200	131.50 × 22.30 × 12.25	0.745	2.424	10.375	5.897	0.797	8300	16.3	0.785	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	14.6	0.691	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	15.2	0.695	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	14.6	0.631	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	16.0	0.671	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	14.0	0.570	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	15.3	0.611	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	14.8	0.564	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	15.2	0.568	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	14.5	0.525	0.473	1.430	17.995
K	44018	90878	76324	12.873	236.00 × 35.30 × 18.45	0.840	2.742	12.791	6.686	0.847	18000	15.1	0.543	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	15.2	0.553	0.474	1.419	16.490
M	53964	127638	112021	15.869	228.00 × 42.00 × 22.80	0.878	2.647	10.000	5.429	0.840	16880	14.0	0.512	0.420	1.386	14.685
N	63218	131545	110906	15.629	249.00 × 37.60 × 22.40	0.843	2.554	11.116	6.288	0.854	23200	15.3	0.535	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	14.8	0.519	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	14.8	0.520	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	22200	16.5	0.583	0.469	1.412	14.728
R	60934	149390	128370	17.529	247.00 × 40.60 × 24.00	0.856	2.316	10.292	6.084	0.853	21600	15.4	0.541	0.406	1.400	14.408
平均							2.487	11.003	6.308	0.834				0.476	1.420	15.870

2. 積貨重量屯 - 排水重比 (Deadweight - displacement ratio, GDD)

$$GDD = \frac{WDWT}{WSHIP}$$

表 1에서 보는 바와 같이 標本船의 積貨重量屯 - 排水量比는 船舶의 크기에 따라 그 값이 變하고 있으므로 이를 排水量의 函數로서 定式化하면 다음과 같다.

$$GDD = -6.4761 \times 10^{-10} WSHIP^2 + 1.7439 \times 10^{-4} WSHIP + 0.7397$$

Table 2. Deadweight-displacement ratio (GDD, Sample Ships' and computed values)

SHIP'S NAME	A	B	C	D	E	F	G	H
WDWT/WSHIP	0.799	0.745	0.781	0.810	0.767	0.832	0.820	0.838
計 算 值	0.774	0.774	0.780	0.792	0.810	0.811	0.824	0.829

I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
0.830	0.850	0.840	0.844	0.878	0.843	0.863	0.852	0.852	0.856
0.832	0.841	0.845	0.848	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857	0.856

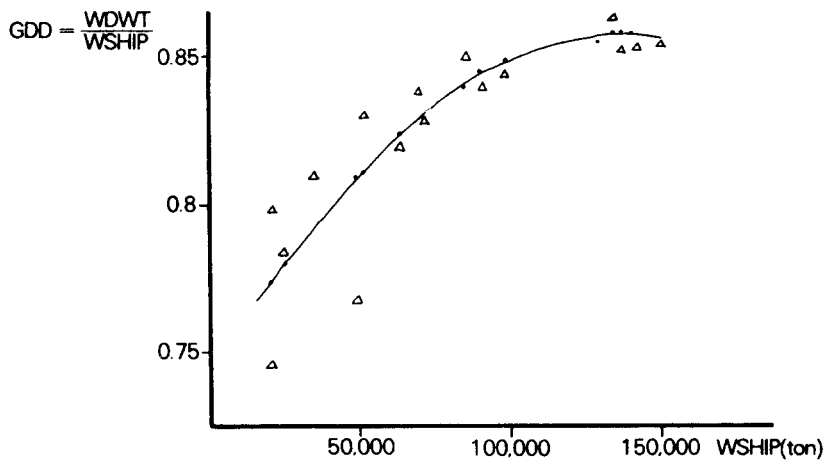


Fig. 1. Deadweight-displacement ratio

### 3. 機關馬力

#### (가) 有效馬力

船舶의 機關馬力을 算出하는 方法은 Model船을 利用하는 法과 直接 實船의 機關馬力 또는 有效馬力을 求하는 法等 여러가지가 있다.

本 研究에서는 Model船을 介在시키지 않고 實船의 機關馬力 또는 有效馬力을 實船의 排水量과 速力을 變數로 하여 算出하는 方法을 擇하였다.

이 中에는 有名한 Admiralty 係數의 方法과 英國에서 使用하고 있는 Ayre's method<sup>17)</sup>가 있다.

Admiralty 係數는 機關馬力을 直接 求하는 方式으로서 理論上으로도 相當한 誤差가 介在하므로 Ayre's method에 의하여 船舶의 有效馬力을 求하기로 하였다.

(Ayre's method에 의한 船舶 有效馬力)

船舶의 有效馬力을 排水量과 速力의 函數로서 算出하되 實船에 있어서 摩擦抵抗과 剩餘抵抗을  $\Delta^{0.64}$ 로서 함께 묶어서 다음과 같이 表示한다.

$$E. H. P = \frac{\Delta^{0.64} V^3}{C_2} \text{----- ①}$$

①에서 函數의 比例常數  $C_2$ 는 船舶의 速長比 ( $V/\sqrt{L}$ ) 및 길이 - 排水量比 ( $L/\Delta^{1/3}$ , 船舶의 肥瘠度를 나타냄)으로써 Appendix I에서 찾는다.

이  $C_2$ 값은 다시 船舶의 方形(肥瘠)係數 ( $C_b$ ), 幅 - 吃水比 ( $B/H$ ), 길이 方向의 浮心位置 ( $L, C, B$ ) 및 船舶의 길이 (船尾形態 등에 대한 水線長)에 대한 修正을 하여 最終  $C_2$ 值가 된다.

a) 길이 - 排水量比 ( $L/\Delta^{1/3}$ )와 速長比 ( $V/\sqrt{L}$ )로써 짓는  $TC_2$ 值

一般的인 船形을 한 散積貨物船이 速力을 多樣하게 取할 때 그에 相應하는 Appendix I의  $TC_2$ 값을 定式化하여 使用하기 위하여 우선 標本船의 길이 - 排水量比를 求하여 보면 다음과 같다.

Table 3. Length-displacement ratio of sample ships.

船 名	A	B	C	D	E	F	G	H
$L/\Delta^{1/3}$	15.99	15.45	16.30	16.47	15.50	16.38	15.74	16.78

I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	平均
17.18	17.31	17.22	16.37	14.85	16.06	15.9	15.76	15.40	15.25	16.11

標本船에서 그 平均길이 - 排水量比는 16.11이다. 船舶의 길이를 排水量의 函數로 近似化하기 위하여 Benford式을 檢討修正하여 表示한다.<sup>18)</sup>

Feet單位로 表示한 船舶의 立方數(Cubic number, CN)는 다음과 같이 表示한다.

$$CN = \frac{LBD}{100} = 0.35 \frac{1}{C_b} \cdot \frac{D}{H} \cdot \Delta$$

위 식은  $C_n$ 와  $D/H$ 값을 Table 1의 標本船의 平均値를 넣으면 다음과 같다.

$$CN \approx 0.35 \times \frac{1}{0.834} \times 1.42\Delta - 0.596\Delta$$

Benford는 船舶의 길이와 立方數와의 關係를 다음과 같이 表示하고 있다.

$$CN = \left( \frac{L}{100} \right)^{3.15}$$

그런데 船舶이 大型化되고, 船形係數도 相當히 바뀐 오늘날의 標本船에 대하여 위 식을 最小自乘法을 利用하여 計算하여 보면 다음과 같이 그 값이 若干 달리 나타난다.

$$CN = 0.596\Delta = 100 \left( \frac{L}{100} \right)^x \quad L : \text{feet}$$

$$\Delta = \frac{100}{0.596} \left( \frac{L}{100} \right)^x$$

標本船의 資料를 利用한 最小自乘法에서

$x = 3.159$ 를 얻었다.

$$L = (100^{2.159} \times 0.596 \times \Delta)^{\frac{1}{4.159}} \quad \text{②}$$

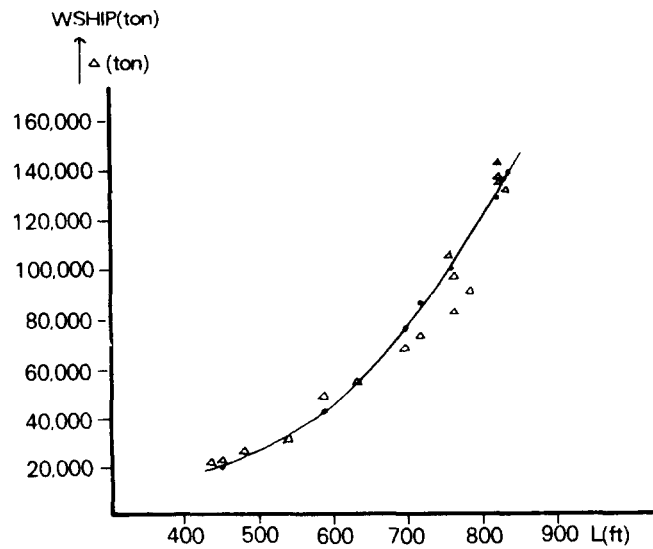


Fig. 2. Computed length

②에서 速長比를 速力과 排水量으로써 表示하면

$$V/\sqrt{L} = V / (100^{2.159} \times 0.596 \Delta)^{1/5.159}$$

一般 撒積貨物船에 있어서  $L/\Delta^{1/3}$ 의 값 16.11에 대한 各速長比에 따르는 Ayre의  $TC_2$  값과 이를 速長化의 函數로 하여 3次式으로 求한  $TC_2$  값은 다음과 같다.

Table 4. Ayre's  $TC_2$  and computed approximat

$V/\sqrt{L}$	0.312	0.351	0.390	0.429	0.469	0.503	0.547	0.586	0.625
Ayre의 $TC_2$ 值	400	424	443	456	465	469	470	466	459
計 算 $TC_2$ 值	397	424	443	457	465	469	467	462	453

$V/\sqrt{L}$	0.664	0.703	0.742	0.781	0.821	0.859	0.898	0.937	0.976
Ayre의 $TC_2$ 值	443	424	405	388	370	354	341	315	289
計 算 $TC_2$ 值	441	426	409	391	372	352	332	312	293

$$TC_2 = 1364.69 (V/\sqrt{L})^3 - 3562.74 (V/\sqrt{L})^2 + 2582.9 V/\sqrt{L} - 103.06 \text{ --- ③}$$

b)  $C_b$ 에 對한 修正

一般 撒積貨物船의 中央斷面係數는 거의 1.0에 가까운 값으로 모든 船舶에 共通이다.

따라서 Ayre氏는 船舶의 肥瘠度(fullness)는  $C_b$ 로서 나타내는 것이 一般的이지만,  $C_b$ 로서 表示하여도 船舶의 抵抗을 計算하는 데는 大差가 없다는 立場을 取하고 있다.

修正方法은 Appendix II에서 各 速長比에 따르는 標準  $C_b$  값을 定하여 두고 그 값과 實船의 값의 差에 對하여 Full이면  $TC_2$ 에 대한 百分率 控除修正值를 Appendix III에서, Fine이면  $TC_2$ 에 대한 百分率 加算值를 Appendix III에서 求한다.

다만, Full일 경우는 이 百分率 控除修正值의 3倍에 實船의  $C_b$ 를 곱한 값을 Appendix I에서 얻은  $TC_2$ 值에서 控除한다.

여기서 一般 撒積貨物船의 平均  $C_b$  (0.834) 및 速長化 (0.59) 로써  $C_b$ 에 對한 修正值를 求하여도  $C_b$ 值에는 큰 影響을 주지 아니한다.

即 Appendix II에서  $V/\sqrt{L} = 0.59$ 에 대한 標準  $C_b$ 는 0.79, 實船  $C_b$ 와의 差는  $(0.837 - 0.79) \times 0.044$ 이고, 差의 標準  $C_b$ 에 대한 百分率은 5.57%이다.

Appendix III에서 5.57%에 대한 修正值는 -3.12이므로  $C_b$ 의  $C_b$ 에 대한 修正值는

$$-3.12 \times 3 \times C_b = -3.12 \times 3 \times 0.834 \approx -16$$

$C_b$ 를 修正한  $C_2$  값은

$$C_2 = TC_2 - 16 \text{ --- ④}$$

c) 幅-吃水比(Breadth-draft ratio, B/H)에 대한 修正

標準 幅-吃水比( $\frac{B}{H}$ )를 2.0으로 定하여 두고 實船에 있어서 그 超過比率 0.1에 대하여  $C_2$ 를 1倍한 값을 百分率로 하여  $TC_2$ 에서 控除한다.

即 標準船의 平均  $\frac{B}{H} = 2.49$ 이므로

$$4.9 \times C_2 = 4.9 \times 0.834 = 4.09(\%)$$

幅-吃水比에 對한 修正値는

$$TC_2 \times \frac{4.09}{100} \text{-----} \text{⑤}$$

d) 船舶浮心の 縱位置(LCB)에 대한 修正\*

船舶浮心の 縱位置(Longitudinal center of buoyancy)는 곧 船舶의 排水量의 縱的 配置狀況을 나타낸다. 一般 撒積貨物船은 低速 Full 船으로서 走入長(Length of entry)을 작게 하여도 造波抵抗이 커지지 않으며, 反面 走去長(Length of run)을 多少 길게하여 造波抵抗을 작게하고, 中央部の 船體平行部를 길게 함으로써 貨物의 積載性을 높이는 것이 普通이다. 따라서 LCB는 若干 船首側으로 치우치게 된다.

本 修正은 Appendix II에서 速長比에 따르는 LCB의 標準値를 찾아서 Appendix III에서  $TC_2$ 의 修正百分率을 求하여 修正한다.

標本 撒積貨物船의 平均 速長比(0.59)에 대한 Appendix II의 標準 LCB는 L의 1.83% 船首方向으로 定義하고 있다.

이 값은 一般 撒積貨物船에서 그대로 받아 드릴 수 있는 값으로 看做되므로 修正을 하지 아니한다.

e) 길이에 대한 修正

Ayre의  $TC_2$ 값은 船尾形狀이 Cruiser stern이고 그 길이는 垂線間長(LBP)의 2.5%되는 것으로 假定하여 얻어진 값이다. 따라서 實船의 Cruiser stern의 길이가 이 標準値와 다를 때는 그 差를  $(LBP + LBP \times \frac{2.5}{100})$ 에 대한 比率를 求하여 그 百分率을  $TC_2$ 에 곱하여 얻어진 값을, 길 때에는  $TC_2$ 에 加하고 짧은 때는  $TC_2$ 에서 減한다.

이 修正도 標準 길이로 看做하여 修正하지 아니한다.

$$C_2 = TC_2 - TC_2 \times \frac{4.09}{100} - 16 \text{-----} \text{⑥}$$

(나) 機關馬力(BHP)

Ayre의 船舶의 有效馬力은 附加物의 効率까지를 包含한 값으로 다음과 같이 表示된다.

$$E. H. P. = \frac{\Delta^{0.84} V^4}{C_2} \text{-----} \text{⑦}$$

船舶의 航海馬力은 主機關의 普通의 負荷狀態에서 船舶의 有效馬力을 求한 값이다.

機關의 發生馬力에 대한 有效馬力의 率인 推進效率(Propulsive efficiency, PE)을 75%, 船底汚損, 風潮流 및 波浪에 對한 影響인 Sea Margin(SM)을 20%로 보면 船舶의 常用航海速力을 위한 機關의 所要馬力(BHPV)은

$$\begin{aligned} \text{BHPV} &= \frac{1+SM}{PE} \cdot \text{EHP} = \frac{1.20}{0.75} \cdot \text{EHP} \\ &= 1.6 \times \frac{\Delta^{0.64} \cdot V^3}{C_2} \quad \text{⑧} \end{aligned}$$

船首形을 球狀船首(Bulbous bow, BBE)로 하였을 때는, 約 5%의 抵抗이 줄어 든다. 이를 航海速力을 爲한 所要馬力에 加算하면

$$\begin{aligned} \text{BHPV} &= \frac{(1+SM)(1-BBE)}{PE} \cdot \text{EHP} \\ &= \frac{1.20 \times 0.95}{0.75} \cdot \text{EHP} \\ &= 1.520 \times \frac{\Delta^{0.64} \cdot V^3}{C_2} \quad \text{⑨} \end{aligned}$$

常用航海速力 V knot를 내기 위한 機關馬力은 機關最大馬力(HPVF)의 85%라고 하면

$$\text{BHP} = \text{BHPV} \times \frac{1}{\text{HPVF}} = \frac{\Delta^{0.64} V^3}{C_2} \times \frac{1.52}{0.85} \quad \text{⑩}$$

#### 4. 空船航海時의 燃料消耗量

船舶의 燃料消耗量은 排水量의  $\frac{2}{3}$  乘, 速力의 3 乘에 比例한다.

이 原理는 船舶의 水面下의 體積이 滿載狀態의 船形을 前提로 한 理論이다. 따라서 同一船舶이 滿載와 空船으로 그 排水量만을 달리할 때는 一定한 變數가 必要하다.

$$F_2 = k \cdot \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^3 \times F_1 \quad \text{⑪}$$

D : 排水量    V : 速力    F : 燃料消耗量    1 : 滿載航海    2 : Ballast航海

Table 5. Fuel oil consumption per day in ballast and full loaded voyage

船名	Full Displacement (K/T)	BHP	Full Load 時			Ballast 時		
			D <sub>1</sub> (K/T)	V <sub>1</sub> (KTS)	F <sub>1</sub> (K/T)	D <sub>2</sub> (K/T)	V <sub>2</sub> (KTS)	F <sub>2</sub> (K/T)
Korea Pacific	57,983. <sup>12</sup>	12,800	57,700	10. <sup>05</sup>	37. <sup>0</sup>	29,050	11. <sup>36</sup>	35. <sup>34</sup>
Korea Rainbow	57,983. <sup>12</sup>	12,800	57,500	13. <sup>08</sup>	41. <sup>5</sup>	26,110	13. <sup>66</sup>	32. <sup>7</sup>
Kimhae	67,507	15,000	68,500	11. <sup>54</sup>	37. <sup>8</sup>	35,400	13. <sup>28</sup>	40. <sup>0</sup>
West Junori	126,953. <sup>04</sup>	21,000	126,850	13. <sup>09</sup>	63. <sup>4</sup>	58,250	14. <sup>42</sup>	58. <sup>24</sup>

$$35.34 = k \left(\frac{29.05}{57.70}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{11.36}{10.05}\right)^3 \times 37.0 \quad k = 1.046$$

$$32.70 = k \left(\frac{26.11}{57.50}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{13.66}{13.08}\right)^3 \times 41.5 \quad k = 1.172$$

$$40.00 = k \left(\frac{35.40}{68.50}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{13.28}{11.58}\right)^3 \times 37.8 \quad k = 1.228$$

$$58.24 = k \left(\frac{58.25}{126.85}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{14.42}{13.09}\right)^3 \times 63.4 \quad k = 1.153$$

k의 平均值    k = 1.15

Table 5에서 보는 바와 같이 Ballast航海時的排水量은 滿載航海時的排水量의 거의 半이다. 따라서 空船航海時 같은 速力으로 航走한다면 油類消耗量은 滿載航海時에 比하여

$$F_2 = 1.15 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 \times WFELV \quad (WFELV = F_1)$$

$$= 0.724 \times WFELV \quad \text{————— ⑫}$$

5. 船舶建造費 (CHULL)

船舶의 經濟性에 關한 研究에서 船舶建造費가 갖는 比重은 實로 莫重하다. 그러나 船價見積을 위한 研究은 그렇게 많지 아니하다. 船舶建造費는 船體, 艀裝 및 甲板器機, 機關 및 電氣, 其他에 對하여 資材費와 人工費로 나누고, 이에 經常費와 利益金을 合하여 見積하는 것이 紹介되어 있다.<sup>19)</sup>

이런 方法은 實際 造船所에서는 取하고 있지 않으며 그 分類方法이 造船所에 따라 다르고 社秘 등의 理由에서 그 資料를 社外에 내어 놓지 않는 어려움이 있다.

本 研究에서는 船舶의 建造費를 船體部와 機關室部로 區分하여 機關室部는 電氣部分과 機關室 施設을 모두 合치고, 그 外의 것은 모두 船體部로 하여 概算하는 方法을 取하는 外에 다른 方法이 없었다. 經常費와 利益金은 各部의 資材費와 人工費를 合친 값에 比例로 나누어 分散하였다.

國內의 2個 造船所에서 1980年과 1981年에 建造한 船舶에 對한 實際 資料는 아래 表와 같으며 이들 값을 資料로 하여 船體費는 船舶의 滿載排水量의 函數로, 機關室費는 機關의 馬力의 函數로 보아 最小自乘法으로 求하였다.

$$CHULL = -\frac{0.39807}{1000} WSHIP^2 + 209.6694WSHIP + 4021037 \quad \text{————— ⑬}$$

但, 이 式은 積貨重量噸數 15000ton以上 250,000ton未滿 船舶에 適用된다.

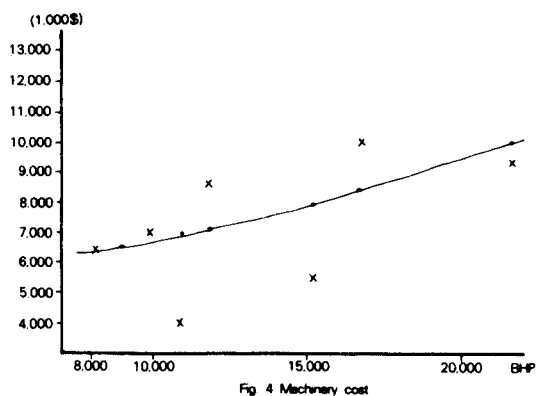
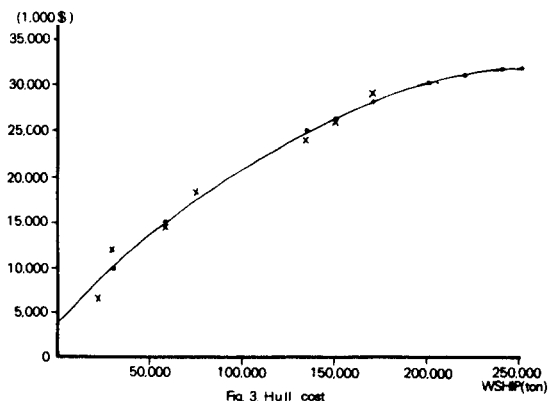
$$CM = \frac{7.2402}{1000} BHP^2 + 42.7581BHP + 5633050 \quad \text{————— ⑭}$$

但, 이 式은 BHP 5000馬力以上 45,000馬力 程度까지 適用될 수 있다.

Table 6. Ship building cost (81年度 甲 및 乙 造船所) 單位\$

區分 船名	DIST T	DWT	BHP	L × B × D	船 價 (\$)			船 體 費 計 算 值	機 關 室 費 計 算 值
					船 體 費	機 關 室 費	合 計		
1	23,941	19,009	8,220	146 × 22.8 × 12.5	6,578,000	6,422,000	13,000,000	8,812,570	6,473,731
2	30,303	25,009	10,900	158 × 26.0 × 14.0	12,000,000	4,000,000	16,000,000	10,009,110	6,959,324
3	33,488	26,572	9,000	167 × 22.9 × 14.5	10,886,257	8,113,743	19,000,000	10,596,030	6,604,331
4	58,445	46,855	11,850	215 × 32.0 × 15.2	14,441,860	8,558,140	23,000,000	14,915,420	7,156,423
5	72,727	60,000	15,200	224 × 32.2 × 18.0	18,344,165	5,535,835	23,880,000	17,168,160	7,955,753
6	135,152	111,500	21,600	264.5 × 40.8 × 22.8	23,638,715	9,361,285	33,000,000	25,087,010	9,934,622
7	149,697	123,000	16,700	264.1 × 40.8 × 22.8	26,219,656	9,744,343	35,964,000	26,487,380	8,366,335
8	167,273	138,000	16,700	266.7 × 43.0 × 23.8	28,919,814	10,080,186	39,000,000	27,954,830	8,366,335





### 6. 船齡과 船價

新造한 船舶은 時間이 經過함에 따라서 그 價値가 떨어지게 된다. 이러한 減價를 帳簿價格에서 빼는 것을 減價償却이라고 한다.

船舶의 減價償却法도 原來는 稅法의 政策的인 理由에서 여러가지 方法이 있으나 船舶의 市場價格이 아닌 原價의인 의미에서 合理的으로 받아 드러질 수 있는 定率法에 따른 減價를 하여 當該年 度의 船價로서 定義코자 한다.

定率法에 있어서 償却率은 耐用年數와 相關되며 또 船舶의 耐用年數는 船主의 船舶管理에 대한 姿勢 및 船員의 勤勉度와 重大한 函數關係가 있다.

本 研究에서는 法人稅法施行令 第49條 別表에서 油槽船은 15年, 藥品槽船은 12年, 其他 船은 18 年으로 定하고 있으므로 이에 따르기로 한다. 船舶의 耐用年限이 지났을 때의 船價인 殘存價額은 新造船價額의 10%로 한다.

償却率을 RDEP라고 하면

$$CSHIP (1 - RDEP)^{18} = \frac{CSHIP}{10}$$

$$RDEP = 0.1201$$

Table 7. Ship's life and depreciation rate

耐用年數	10年	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
償 却 率	20.56%	18.88	17.46	16.23	15.17	14.23	13.40	12.67	12.01	11.41	10.88	10.39	9.94

N年의 減價償却額(ADEPN)

$$ADEPN = CSHP (1 - 0.1201)^{N-1} \cdot 0.1201$$

N年末의 船舶評價額(CSHIPN)은

$$CSHPN = CSHP (1 - 0.1201)^N \quad (15)$$

Table 8. Ship's age and its value(Ship's life assumed to be 18years.)

年 數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
年 末 船 價	88.0	77.1	68.1	60.0	52.8	46.4	40.8	35.9	31.6	27.8	24.5	21.5	19.0	16.7	14.7	12.9	11.4	10.0

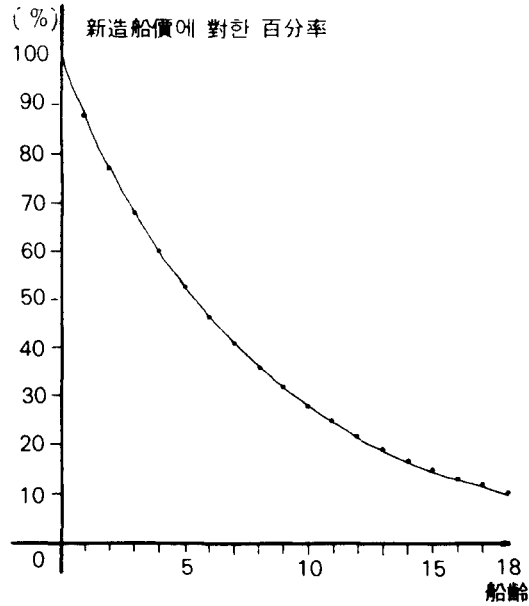


Fig. 5. Ship's age and its value (Ship's life assumed to be 18 years)

7. 船 員 費

1981年度 國內 海運會社가 所有하고 있는 一般 散積貨物船은 船舶의 大小에는 相關하지 아  
나하고 平均 27名이 乘船하며 年間 船員費는 다음과 같다.

Table 9. Crew cost

(隻當27名: 1980年度) 單位: \$

區分 職 責	船員數	給 與	手 當	賞與金	年暇費	待命費	退 職 積立金	主副食費	合 計
船·機長	2	25,028	14,259	6,257	2,528	1,460	3,128	3,285	55,945
1航·機·通	3	23,863	14,924	5,966	2,544	1,392	2,983	4,927	56,599
2航·機	2	9,737	3,349	2,435	849	568	1,217	3,285	21,440
3航·機	2	8,743	1,731	2,186	672	519	1,093	3,285	18,220
職 長	3	17,177	3,914	4,294	1,360	1,002	2,147	4,928	34,822
手 職 A	3	13,217	3,500	3,304	1,017	771	1,652	4,928	28,443
手 職 B	4	16,937	2,359	4,234	1,230	988	2,117	6,570	36,349
員 職 A	4	15,429	2,211	3,857	1,125	900	1,929	6,570	32,021
員 職 B	4	14,880	2,083	3,720	1,085	868	1,850	6,570	31,066
計	27	145,011	48,330	36,253	12,464	8,459	18,126	44,348	314,905

8. 船體 및 機關修理費

船舶의 修理費를 見積하는 것은 資料의 振幅이 너무 크기 때문에 가장 어려운 問題의 하나이다

實際 船舶의 維持費 및 修理費는 航路의 氣象, 船首形態, 船主의 船舶 維持에 對한 姿勢, 船員의 質 및 船齡 等 많은 變數가 作用한다.

同時에 新造船의 修理費의 變化는 너무 甚하여 그 予測이 至極히 困難하다.

本 研究에서는 國內 海運會社의 船齡 5年 以上の 11隻分의 修理費를 資料로 하되, 船舶의 入渠 修理는 每 2年에 한번 있으므로 '79年과 '80年 2個年의 修理費를 平均하여 1個年 修理費로 하였다. 船體 修理費는 船齡과 積貨重量噸의 函數로 하고 機關修理費는 船齡과 機關馬力의 函數로 하여 最小自乘法을 利用하여 定式化하였다.

Table 10. Hull maintenance and repair cost

船 名	가	나	다	라	마	바	사	아	자	차	카
船 齡	5	6	6	9	11	12	13	13	14	18	19
WDWT	31,775	31,972	31,972	25,633	38,913	37,236	52,196	15,532	17,187	48,927	25,358
船體修理費	9,261	13,613	12,849	24,886	23,246	34,834	43,443	37,668	33,416	36,258	26,796
計算修理費	9722.7	14036.1	14036.1	22616.0	27440	29402.5	31681.7	30312.8	32170.1	39936.3	40441.6

$$CHMR (\text{船體修理費}) = 7881 \left( \frac{WDWT}{100} \right)^{0.036} \cdot (N - 4)^{0.529} \frac{\text{---}}{(N \geq 5)} \quad \text{⑩}$$

Table 11. Machinery maintenance and repair cost

船 名	가	나	다	라	마	바	사	아	자	차	카
船 今	5	6	8	9	10	11	12	13	13	14	18
B H P	7,200	8,690	6,710	5,530	7,200	8,110	7,980	8,190	4,170	3,640	7,920
機關修理費	21,608	29,980	18,490	58,069	99,406	54,243	81,279	101,368	87,891	77,971	98,686
計算修理費	17820.8	29041.1	45700	52427.6	60622.6	67986.6	74387	80786.1	76628.9	81476.8	108970.7

$$CEMR (\text{機關修理費}) = 15270 \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{0.0783} \cdot (N - 4)^{0.683} \frac{\text{---}}{(N \geq 5)} \quad \text{⑪}$$

船齡 4年 以下の 船體 및 機關修理費는 5年 以上の 船舶의 修理費式에서 船齡의 項을 逆數化 하면 比較的 合理的인 값을 얻을 수 있다. 이 方法에 따르면 船體修理費는

$$CHMR = 7881 \left( \frac{WDWT}{100} \right)^{0.036} / (6 - N)^{0.529} \quad \text{⑫}$$

Table 12. Hull maintenance and repair rate when 5 year old ship assumed to be 1.0

船 齡	1	2	3	4	5	6	7	8	9
修 理 費 比	0.427	0.480	0.559	0.693	1	1.443	1.788	2.082	2.343

船 齡	10	11	12	13	14	15	16	17	18
修 理 費 比	2.580	2.799	3.004	3.197	3.381	3.555	3.723	3.884	4.039

機關修理費는

$$CEMR = 15270 \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{0.0783} / (6 - N)^{0.993} \text{ ————— } \textcircled{19}$$

Table 13. Machinery maintenance and repair rate when 5 year old ship assumed to be 1.0

船 齡	1	2	3	4	5	6	7	8	9
修 理 費 比	0.333	0.388	0.472	0.623	1	1.605	2.118	2.578	3.002

船 齡	10	11	13	14	15	15	16	17	18
修 理 費 比	3.400	3.777	4.138	4.485	4.819	5.144	5.459	5.765	6.065

### 9. 船舶消耗品費 (COTHER)

船舶 消耗品에는 淸水, 潤滑油, 荷役機器用品, 船舶保守用品 및 船員의 公用消耗品 등을 包含하였다.

消耗品에 關한 研究에는 船內作業量을 船員數에 比例하는 것으로 보아, 概算하는 方法을 發表하고 있으나, 最近 撒積貨物船의 船員數가 거의 一定하므로 消耗品도 船舶의 크기 및 機關의 馬力數의 函數로 보는 것이 妥當하다.

國內 海運會社의 다음 資料에서

Table 14. Cost of fresh water, stores and etc.

船名 (大分)	L × B × D (m)	BHP	a = ( $\frac{CN}{1000}$ ) <sup>4</sup>	b = ( $\frac{BHP}{1000}$ ) <sup>4</sup>	A = a + b	(B) 消耗品費 (S)	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	9,665.0	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	191.22 × 27.05 × 15.04	13,300.0	9,195.0	5,611.0	14,8090	188,819.0	12,750.0	
平均							12,000.0	

$$\begin{aligned} \text{COTHER} &= 12000 \left\{ \left( \frac{\text{CN}}{1,000} \right)^{\frac{2}{3}} + \left( \frac{\text{BHP}}{1,000} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \\ &= 12000 \left\{ \left( \frac{0.596\text{WSHIP}}{1000} \right)^{\frac{2}{3}} + \left( \frac{\text{BHP}}{1000} \right)^{\frac{2}{3}} \right\} \\ &= 84.9856\text{WSHIP}^{\frac{2}{3}} + 120\text{BHP}^{\frac{2}{3}} \text{-----} \textcircled{20} \end{aligned}$$

但,  $\text{CN} = \frac{\text{LBD}}{100}$  (但 L, B, D는 *ft*) CN : Cubic number

### 10. 港 費 (Port charge)

港費라는 것은 船舶이 港灣을 出入, 碇泊하는 過程에서 發生하는 一切의 費用이다.

導船料 및 其他 代理店費, 출입이費用 (Line handling charge), 쓰레기 清掃費 및 各種 手數料가 包含된다. 이러한 費用은 世界各港마다 그 값이 다르므로 우선 釜山港 (1981. 2)을 基準하여 港費를 算出하였다.

#### ① 導 船 料 (Pilotage, C PILOT)

導船料는 總屯數와 吃水 및 導船區間에 依하여 料率이 定하여진다.

導船料의 基本料率은 吃水 3.0m (10*ft*), 總屯數 1000ton에 對하여 37\$이며, 吃水 1*ft* (30cm)增加에 基本料率의 10%, 總屯數 每 1000ton 增加에 역시 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한다.

그 外에 Pilot boat費를 追加로 包含한다.

(導船法 施行令 第2條 別表 2, '80' 2, 1)

本稿에서는 基本料率을 40\$로 하고 割増料의 可能性을 入出港 共히 Full draft로 看做함으로써 이를 吸收하는 것으로 計算한다.

$$\text{CPILOT} = \left\{ 40 + 4 \left( \frac{\text{WGT} - 1000}{1000} + (H - 10) \right) \right\} \times 4 \text{미} \text{-----} \textcircled{21}$$

但, 여기서 H는 feet

위 式을 利用하여 標本船 18隻에 대하여 導船料를 計算하면 다음과 같다.

但, WGT / WSHIP는 Table 1 參照

Table 15. Pilotage

船. 各	A	B	C	D	E	F	G	H	I
WSHIP ( $\Delta$ )	21,490	21,696	25,337	34,220	49,077	50,026	63,016	69,141	72,103
H (m)	9,200	9,376	9,895	10,124	12,123	11,025	12,425	12,086	12,398
導船料 (\$)	630.5	641.3	696.3	775.9	994.0	943.6	1116.0	1144.9	1183.8

船 各	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
WSHIP (△)	84,395	90,878	97,894	127,638	131,545	133,851	135,893	140,220	149,890
H(m)	13,073	12,873	14,093	15,869	15,629	16,742	16,031	16,921	17,529
導船料 (S)	1312.8	1351.7	1469.2	1788.9	1806.1	1882.0	1860.3	1939.9	2045.5

위 導船料를 船舶의 排水量의 函數로 하여 最小自乘法으로 定式化하면 다음과 같다.

$$CPILOT = (0.2195 \times 10^4 WSHIP^3 + 0.5149 \times 10^4 WSHIP^2 + 0.1414 \times 10^4 WSHIP + 357.3) \times 4 \quad \text{--- 22}$$

② 接岸碇泊料 (Wharfage, CWFG)

船舶의 接岸碇泊料는 船舶의 總屯數와 接岸期間에 의하여 算出된다.

港灣法施行令에 의한 接岸基本料率은 總屯數 10ton에 대하여 12時間 接岸하였을 때 0.33\$이므로 1日接岸料는  $0.66\$ / \frac{WGT}{10}$  이다.

따라서 接岸碇泊料(CWFG)는 다음과 같이 算出된다.

$$CWFG = 0.66 \times \frac{WGT}{10} \times \left( \frac{WP}{WLO} + \frac{WP}{WUL} \right) \$ / voyage$$

$$= 0.66 \times \frac{0.476 WSHIP}{10} \times \left( \frac{WP}{WLO} + \frac{WP}{WUL} \right) \quad \text{--- 23}$$

③ 曳船料 (Tugboat charge, GTUG)

船舶의 離接岸에는 曳船을 使用하여야 하며 港灣法 施行令에 의한 基本料率은 아래와 같다.

Table 16. Tug boat charge.

(港灣法施行令, 80. 2)

區 分	前後進曳船料 (\$ / hr)	全方向廻轉曳船料	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	

船舶의 離接岸에 所要되는 曳船의 크기는 DW, 10,000 ton當 10ton의 曳航力 即 全方向廻轉 曳船 1000馬力에 該當하는 曳航力이 必要하다.

船舶의 離岸과 接岸에 所要되는 Tug利用時間은 平均 1時間~1時間 30分 程度이므로 여기서는 1時間으로 計算한다.

料率表에서 曳船 1000HP/hr에 150\$로 보아 曳船料(GTUG)는

$$CTUG = \frac{WDWT}{10000} \times 150 \times 4$$

$$= \frac{GDD \cdot WSHIP}{10000} \times 150 \times 4 \quad \text{--- 24}$$

④ 貨物出入港料 (CGUD)

港灣法施行令에 依하면 輸入貨物은 0.32 \$/ton, 輸出貨物은 0.19 \$/ton의 貨物出入港料를 適用하고 있다.

本稿에서는 이 料率을 輸出入平均 0.25 \$/ton으로 計算한다.

$$CGUD = 0.25 \times WP \times 2 \text{ ----- } (25)$$

⑤ 代理店費 및 其他 通信雜費 (CETC)

船舶이 1個港에 入港하여 出港할 때까지 代理店費, 交通通信費, 출입이費用, 쓰레기清掃費等 雜多한 費用이 든다. 이를 統合하여 1個港口當 1500 \$로 計算할 수 있다.

$$CETC = 1500 \times 2 \text{ ----- } (26)$$

위의 ①~⑤를 合한 값이 港費 (Cport)가 된다.

$$CPORT = CPILOT + CWFG + CTUG + CGUD + CETC \text{ ----- } (27)$$

参 考 文 獻

1. H. Benford, "Ocean Ore - Carrier Economics and Preliminary Design", SNAME, 1958, p. 2.
2. A. D'arcangelo, Ship Design and Consturction, SNAME, 1975, p. 2.
3. S. C. Sturmy, British Shipping and world Competition, The Athlone Press, 1962, p. 239.
4. H. Benford, "Principles of Engineering Economy in Ship Design", SNAME Trans. Vol. 71, 1963, pp. 387 - 424.
5. K. W. Fisher, "Economic Optimization Procedures in Preliminary Ship Design", RINA Trans. April 1972, p. 295.
6. J. P. Comstock, Principle of Naval Architecture (Revised), SNAME, 1967, p. 361.
7. A. L. Ayre, "Approximating EHP Revision of Data given in Papers of 1927 and 1948", NECIES Trans. Vol. 64.
8. 森田 知治譯, H. Benford, "一般貨物船の設計における技術的經濟性の研究", 船の科學, 1963年 9月號 p. 102.
9. H. Benford, "The Practical Application of Economics to Merchant Ship Design", University of Michigan, 1962.
10. H. Benford, "General Cargo Ship Economics and Design", University of Michigan, 1962.
11. 谷 初藏, "操船用 引船の 使用に 關する 問題に ついて", 日本船主協會, 1972.
12. Mandel Leopold, "Optimization Methods Applied to Ship Design", SNAME Trans, 1966. p. 26.
13. H. Benford, "Engineering Economics in Tanker Design", SNAME Trans., 1957.
14. O. Krappinger, "Great Lake Ore Carrier Economics and Preliminary Design", SNAME, May 1966.
15. P. M. Alderton, "Commercial and Economic Factors Optimising Speed to Minimise Costs and Maximise Revenue", Lloyd Press London, Athenes Seminar, May 18 - 19 1981.
16. Mack - Forlist & Hettena, "An Economic Feasibility Study of United States Bulk Carriers", Marine Technology, April, 1966.
17. Murphy, Sabat & Taylor, "Least Cost Ship Characteristics by Computer Technique", Marine Technology, April 1965.
18. Munro - Smith, Note and Examples in Naval Architecture, Edward Arnold Ltd., 1965.
19. Gottfried & Weisman, Introduction to Optimization Theory, University of Cincinnati, 1973.



20. R. O. Goss, Studies in Maritime Economics, Combridge University Press, 1968.
21. 日立造船 造船基本設計部, 載貨重量 61,000トン型 パルク キャリア, 船舶, 1981年 9月號.
22. 大串 雅信, 理論船舶工學(下卷), 海文堂, 1961.
23. 全國造船教育研究會, 商船設計, 海文堂, 1971.
24. 岡庭 博, 海運の經營, 海文堂, 1968.
25. 全 孝 重, 軸系裝置와 推進器, 太和出版社, 1977.
26. 高大經濟研究所, 新經濟學辭典, 大學堂, 1977.
27. 金順甲, 梁時權, “船舶運航収益 Model化의 應用에 關한 研究,” 韓國航海學會誌, 1981年 12月.
28. 孫聖彬, 梁時權, “一般散積貨物船의 經濟性 評價에 關한 研究,” 韓國航海學會誌, 1982年 4月.