商船의 最適速力 및 積貨重量噸의 決定에 關한 硏究

(海運運營上의 與件變動에 따른 經濟性을 中心으로)

梁 時 權

A Study on Optimal Speed and Deadweight of Merchant Ships

(On the Operation Economics of the merchant Ships under the Various Circumstances)

Yang Sikwon

〈目 次〉

Abstract

記號說明

1. 序 論

2. 硏究範圍 및 硏究方法

2.1 硏究範圍

2.2 硏究方法

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

3.2 經濟性評價函數의 最適化

4. 經濟性評價函數의 數値計算

4.1 運送原費와 諸變數와의 關係

4.2 運航利潤率函數와 諸變數와의 關係

5. 檢討 및 考察

5.1 基準資料의 變動에 대한 考察

5.2 評價曲線에 대한 考察

5.3 運送原費曲線과 運航利潤率曲線의 比較

6. 船舶運航利潤率指數

6.1 Hire 및 Charter base와 運航利潤率指數

6.2 運航利潤率指數 計算書式 및 그 計算例

7. 結 論

附 錄

參考文獻

ABSTRACT

Most studies of ship's economy are confined to the traditional fields such as reducing propulsion resistance, raising cargo handling rate, and lessening the building cost, but not many studies on the economy of the merchant ships concerning the ship's deadweights and speeds according to the maritime circumstances of the shipping companies have been done.

Contrary to the contemporary trend that "the bigger is the better, if the cargo handling rate could be increased sufficiently to hold down port time to no more than that required by 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, interst 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 cost and the yearly profit rate under the conditions of large volume and long term contracts for the transportation of bulk cargoes.

In estimating ship's transportation economy, the auther takes the position that the profit rate method is properer rather 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 the ship owners in determining the size and speed of the ship which will be built or purchased and serve in a certain trade route.

Collection

記 號 說 明

ACC : 資本費 ($)
AINS : 保險料 ($)
APAI : P & I의 保險料 ($)
BBE : Bulbous bow의 影響
BHP : 機關出力 (HP)
BHPV : 航海에 要하는 機關出力 (HP)
BSHIP : 船價變動率 (%)
CCREW : 船員費 ($)
CEMR : 機關修理費 ($)
CETC : [illegible] ($)
[illegible] : [illegible] ($)
CFELG : 發電機 燃料費 ($)
[illegible] : 主機 燃料費 ($)
[illegible] : 貨物[illegible]費 ($)
[illegible] : [illegible] ($)
CHULL : 船體建造費 ($)
CM : 機關建造費 ($)
[illegible] : 船舶의 [illegible]費 ($)
CPILOT : 導船料 ($)
CPORT : 港 費 ($)
CSHIP : 船舶建造費 ($)
CSHMR : 船舶修理費 ($)
CTUG : 曳船料 ($)
CWFG : 埠頭使用料 ($)
DAB : 港間의 距離 (mile)
FR : 運賃率 ($/ton)
FVOY : 航次數
GDD : 積貨重量屯 對 排水量比
HPVF : 機關常用馬力係數
JVOY : 年間稼動日數
L : 船舶의 길이 (ft)
PE : 推進效率 (%)
PFEL : 主機燃料價格 ($/ton)
PFELG : 發電機 燃料價格 ($/ton)
RDEP : 減價償却率
RFOC : 時間當, 馬力當, 燃料消耗量 (ton/HP-hr.)
RFR : 屯當 運送原價 ($/ton)
RGOPD : 日當 發電機油消耗量 (ton/day)

RINS : 保險料率 (%)
RINT : 利子率 (%)
RWFG : 1日 1G總屯當 接岸料 ($)
S L Y : 船舶耐用年數
S M : Sea margin (%)
TAPR : 船舶停泊 및 入出港에 要하는 日數
TC : [illegible] C値
TPT : 港內滯船日數
TSA : 航海日數
TVOYD : 全運航 所要日數
[illegible] : [illegible] 運航日數
V : 速力 (knot)
WDWT : 積貨重量屯 (ton)
WFELF : 主機用 燃料消耗量(滿載航海時) (ton/day)
[illegible] : [illegible]
[illegible] : [illegible]
[illegible] : 主機用 燃料[illegible] ([illegible])
[illegible] : 主機用 燃料消耗量 ([illegible])
WGT : 總屯數 (ton)
WLSHIP : 輕貨排水量 (ton)
WP : 貨物重量 (ton)
WSHIP : 滿載排水量 (ton)
YBPC : 船舶運航利潤率 (%)
YBT : 總利益 ($)
YCT : 年間總費用 ($)
YRT : 年間總收入 ($)

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 效率的이고 經濟性이 높게 貨物을 運送하기위하여 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 推進效率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 一般撒積貨物船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 (一般撒積貨物船)의 經濟的인 適正速力과 크기는 그 荷役速力만이 經濟性을 決定하는 變数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 變数로 된다.

海運이란 그 景氣의 浮沈이 가장 甚한 企業中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 당황케 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 새로히 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하는 지를 綜合的으로 다룰 수 있는 效果的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 (一般撒積貨物船)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, 船舶耐用年数, 運航距離 등 8가지 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 数値計算을 통하여 이 方法의 妥當性을 立證하고저 한다.

또한 오늘날 우리 海運界에서는 船舶運航의 採算 評價의 甚準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 船舶運航利潤率指数로서 船舶의 經濟性을 評價하는 方法을 提案하고져 한다.

2. 研究範囲 및 研究方法

2.1 研究範囲

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

dCollection

〈硏究條件 및 仮定〉

가. 大單位 製鐵所, 石炭火力發電所등의 出現으로 大量의 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 硏究條件을 限定한다.

나. 船形과 그 係数는 1978年度 NK(日本海事協會) 船名錄에 收錄된 18隻의 既存 一般撒積貨物船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 港費等은 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. 船價全額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 硏究方法

船舶의 運航에 따른 利潤은 運送手段인 船舶의 性能에 크게 依存한다. 海運會社는 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 고려를 하여야 한다. 本 硏究에서는 管理者의 經營能力, 船員의 姿勢등은 同一한 것으로 仮定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의 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 硏究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의 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 輸送効率性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 輸送効率性을 比較하는데 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 効率性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 새로히 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 따르는 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 規模等을 比較要素로 하여 最適船을 算出하는 方法은 아니다.

dCollection

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하는데는 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 利子率, 船舶의 耐用年数, 油價, 船價 및 運賃率 (海運景氣)와 船齡에 따라서도 變하는 函数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 變数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 미치는 가를 考察하고 船舶運航上의 諸種與件이 주어졌을 때 任意의 積貨屯数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 되는 가를 評價할 수 있는 曲線群을 図表로서 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 有効하게 利用될 수 있을 것이다.

3. 船舶運航經濟性 評價函数 導出 및 最適化

3.1 船舶運航 經濟性評價函数의 導出

船舶運航의 經濟性을 判斷하기 위하여 運航原費函数와 運航利潤率 函数를 導出하여 運賃(海運景氣), 油價, 利子率 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 船舶耐用年数等 船舶運航條件의 變動에 따라서 船舶의 經濟性을 評價할 수 있도록 函数를 構成한다.

1) 船舶의 重量

積貨重量屯数 (WDWT)

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

(附録 2. 参照)

軽貨排水量 (WLSHIP)

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

2) 機關馬力 (附録 3. 参照)

常用 (航海) 馬力 (BHPV)

Sea margin; SM, Bulbous bow의 影響; BBE, 船舶推進効率; PE, 航海速力; V (knot), Ayre係数; C_2로 하면

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

dCollection

所要機關馬力(BHP)

常用馬力과 機關馬力의 比率을 HPVF라 하면

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

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

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

港內碇泊日數(TPORT)

$$TPORT = \frac{WP}{WLO} + TAPR1 + \frac{WP}{WUL} + TAPR\,2$$

$$= TPT1 + TPT\,2 \qquad (3,\ 1,\ 6)$$

運航日數(TVOYD)

1航次에 所要되는 全日數는 (3, 1, 5)와 (3, 1, 6)에서

$$TVOYD = TSA + TPORT \qquad (3,\ 1,\ 7)$$

年間運航回數(FVOY)

船舶의 年間總稼動日數를 JVOY라고 하면

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

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

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

$$\qquad (3,\ 1,\ 9)$$

空船航海時의 主機燃料消耗量(WFELL)

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

往復航海에 所要되는 主機燃料消耗量(WFELV)

$$WFELV = WFELF + WFELL \qquad (3,\ 1,\ 11)$$

(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

$$WFELVO = 1.1WFELV \qquad (3,\ 1,\ 12)$$

發電機用油量(WFELG)

日當 發電機油 消耗量을 平均 RGOPD라고 하면

$$WFELG = RGOPD \times TVOYD \qquad (3,\ 1,\ 13)$$

dCollection

船積하여야 할 發電機油量(WFELGO)

發電機油 積載量 計算을 위한 運航日数를 TVOYO라고 하면

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

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

5) 貨 物 量(WP)

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

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

$$\text{————} \quad (3,\ 1,\ 15)$$

6) 船 費

여기서 船費라 함은 船舶의 運航回数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)

船体建造費(CHULL)

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

$$\text{————} \quad (3,\ 1,\ 16)$$

機關室建造費(CM)

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

船舶建造費(CSHIP)

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

나. 船齡과 船價 (附錄 6. 參照)

減價償却費(RDEP)

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

第N年에 있어서의 船價(CSHIPN)

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

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 区分하여 原價計算을 하면 新造船의 境遇에는 이 값(資本費, Capital cost라고 함[3])이 지나치게 커지고 船齡이 많은 船舶은 작게 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]

dCollection

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

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

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

라. 船体保険料(AINS) 및 船主責任相互保険料(APAI)

保険料率을(RINS)라고 하면

$$AINS = RINS \times CSHIP \text{------} (3,\ 1,\ 22)$$

船主責任保険(P&I)은 船舶保険에서 補償되지 아니하는 賠償責任등 船主의 負担事故를 保険의 對象으로 하는 船主相互保険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 保険料는 船舶의 總屯数, 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 船主責任保険料는 船員의 姿勢 및 質에 의하여 定하여지는 要因이 가장 큰 것으로 나타나 있다. 이 保険料는 隻當 年間 거의 40,000$ 程度의 平均値가 된다고 한다.

$$APAI = 40000 \text{------} (3,\ 1,\ 23)$$

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.

$$COFF = 50000 \text{------} (3,\ 1,\ 24)$$

바. 船員費(CCREW, 附録 7. 参照)

普通의 撒積貨物船에 乗組員의 数는 船舶의 크기에는 相關없이 27名이 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.

$$CCREW = 314.900 \text{------} (3,\ 1,\ 25)$$

★ F: SLY년 經過後의 資本 CSHIP의 元利金 $F = CSHIP(1+RINT)^{SLY}$
每年末에 ACC를 拂入하여 SLY年이 되면

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

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

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

dCollection

사. 船体 및 機關修理費,(附録 8. 参照)

船体修理費(CHMR)

船齢 4年以下(Nは 船齢)

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

船齢 5年 以上

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

機關修理費(CEMR)

船齢 4年 以下

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

船齢 5年 以上

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

船舶修理費(CSHMR)

$$CSHMR = CHMR + CEMR \quad (3,\ 1,\ 28)$$

아. 船舶消耗品費(COTHER, 附録 9. 参照)

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

자. 年間船費(Q)

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

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, 附録10. 参照)

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)

1日 10總屯数當 接岸碇泊料率을 RWFG(0.66$)라고 하면

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

ii) 貨物出入港料(CGUD)

$$CGUD = 0.25 \times WP \times 2 \quad (3,\ 1,\ 32)$$

dCollection

iii) 導 船 料(CPILOT)

$$CPILOT=(0.219\times10^{-12}WSHIP^{3}-0.514\times10^{-7}WSHIP^{2}+0.014\,WSHIP+357.35) \quad (3,\ 1,\ 33)$$

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.

$$CETC=1500\times2 \quad (3,\ 1,\ 35)$$

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. 発電機用 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) 運送原費函数(RFR)

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

9) 運航利潤率函数(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

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

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

$$YBT=YRT-YCT$$

$$YBPC=\frac{YBT}{CSHIP}\times100(\%)$$

$$=\frac{(FR-RFR)}{CSHIP}\times WP\times FVOY\times100(\%) \quad (3,\ 1,\ 39)$$

dCollection

3.2 經濟性 評價函数의 最適化

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

따라서 이 經濟性 評價函数는 排水量(△)과 速力(V)의 最適値를 測定하는 데에 있어서 基準이 되는 重要한 函数이다. 다른 媒介變数들의 變動이 船舶의 經濟性에 미치는 영향을 考察하는 데에도 매우 重要한 函数이기도 하다.

本節에서는 各變数들이 經濟性評價函数에 미치는 影響과 媒介變数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 函数形으로 表示하여 檢討해 보기로 한다.

(3, 1, 20)과 (3, 1, 21)에서

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

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

$$\left.\begin{aligned} &g_1(\Delta, V) \triangleq \mathrm{CSHIP} \\ &g_2(\Delta, V, N, SLY) \triangleq g_1(\Delta, \mathrm{V}) \cdot f_2(\mathrm{N}, \mathrm{SLY}) \cdot \mathrm{BSHIP}=\mathrm{CSHIPN} \\ &g_3(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}) \triangleq \mathrm{FVOY} \\ &g_4(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}, \mathrm{PFEL}) \triangleq \mathrm{B}=\mathrm{CFUEL}+\mathrm{CPORT} \\ &g_5(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}) \triangleq \mathrm{WP} \\ &g_6(\Delta, \mathrm{V}, \beta_2) \\ &\quad = \frac{[\mathrm{FR} \cdot g_5(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}) - g_4(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}, \mathrm{PFEL})]\, g_3(\Delta, \mathrm{V}, \mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}) - C}{g_1(\Delta, \mathrm{V})} \\ &g_7(\beta_3) = f_1(\mathrm{RINT}, \mathrm{SLY}) + \mathrm{RINS} \end{aligned}\right\} \quad \text{(3, 2, 2)}$$

(3, 1, 30)에서

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

$$\left.\begin{aligned} &\beta_1 = (\mathrm{DAB}, \mathrm{WLO}, \mathrm{PFEL})^T \text{※} \\ &\beta_2 = (\mathrm{FR}, \beta_1)^T \\ &\beta_3 = (\mathrm{RINT}, \mathrm{SLY}, \mathrm{RINS})^T \\ &\alpha_1 = (\mathrm{N}, \mathrm{BSHIP}, \beta_1, \beta_3)^T \\ &\alpha_2 = (\mathrm{FR}, \alpha_1)^T \\ &\alpha_3 = (\mathrm{BSHIP}, \beta_2, \beta_3)^T \end{aligned}\right\} \quad \text{(3, 2, 4)}$$

※ T 는 轉置(Transpose)를 表示한다.

dCollection

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

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

$$\frac{C+\{f_1(RINT, SLY)+RINS\cdot f_2(N, SLY)\}g_2(\Delta, V, N, SLY)\cdot BSHIP}{g_3(\Delta, V, DAB, WLO)} + g_4(\Delta, V, DAB, WLO, PFEL)$$
$$g_5(\Delta, V, DAB, WLO)$$

——————— (3, 2, 5)

運航利潤率函數 : J_2

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

$$= \frac{\{FR-J_1(\Delta, V, \alpha_1)\}\cdot g_3(\Delta, V, DAB, WLO)\cdot g_5(\Delta, V, DAB, WLO)\times 100}{g_2(\Delta, V, N, SLY)}$$

———————〔%〕 (3, 2, 6)

新造船 즉 N = 1 인 경우에는

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

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.

$$J_2(\Delta, V, \alpha_3) = \frac{1}{BSHIP}\, g_6(\Delta, V, \beta_3) - g_7(\beta_3) \quad \text{——————} \quad (3, 2, 8)$$

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 다같이 Δ와 V에 對해서 單調增加函數이다. 媒介變數 α_1이 주어졌을 때 $J_1(\Delta, V, \alpha_1)$을 最小로 하는 Δ와 V를 各各 Δ_1과 V_1이라 하면, 이들의 값은 α_1의 函數로서 式(3, 2, 9)의 解로서 주어진다.

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\partial J_1}{\partial \Delta} = 0 \\ \dfrac{\partial J_1}{\partial V} = 0 \\ \begin{Vmatrix} \dfrac{\partial^2 J_1}{\partial \Delta^2} & \dfrac{\partial^2 J_1}{\partial \Delta \partial V} \\ \dfrac{\partial^2 J_1}{\partial V \partial \Delta} & \dfrac{\partial^2 J_1}{\partial V^2} \end{Vmatrix} = \text{Positive definite} \end{array}\right\} \quad \text{——————} \quad (3, 2, 9)$$

式(3, 2, 9)의 解를 解析的으로 求하기는 困難하나 數値計算으로 求하는 것은 容易하다. 同時에 本硏究는 주어진 α_1에 있어서 任意의 Δ와 V에 對한 運送原費를 求하는 것도 重要한 目的의 하나이다.

第4章에서 Δ_1과 V_1의 값과 $J_1(\Delta_1, V_1, \alpha_1)$의 값이 α_1의 값에 따라 如何히 變動하는 가를 數値解析의 結果를 利用하여 考察하여 보고 同時에 任意 Δ와 V에 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 보기로 한다.

다음에 式(3, 2, 6)으로부터 알 수 있듯이 運航利潤函數 J_2는 運賃率 FR가 運航原費函數 J_1

보다 클 때에는 양(+), 적을 때에는 음(−)의 값을 갖게 된다. 新造船의 경우 J_2를 最大로 하는 Δ와 V를 各各 Δ_2와 V_2라 하면, 式(3, 2, 8)에서 보는 바와 같이 BSHIP와 RINS, SLY 및 RINT의 函数인 $g_7(\beta_3)$는 Δ와 V의 函数가 아니므로 Δ_2와 V_2는 式(3, 2, 10)의 解로서 주어진다.

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial g_6}{\partial \Delta} = 0 \\ &\frac{\partial g_6}{\partial V} = 0 \\ &\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 g_6}{\partial \Delta^2} & \frac{\partial^2 g_6}{\partial \Delta \partial V} \\ \frac{\partial^2 g_6}{\partial V \partial \Delta} & \frac{\partial^2 g_6}{\partial V^2} \end{bmatrix} = \text{Negative definite} \end{aligned}\right\} \quad \text{(3, 2, 10)}$$

따라서 Δ_2와 V_2는 β_2 즉 FR, DAB, WLO, PFEL의 函数이나 BSHIP, RINT, SLY 및 RINS 값의 變動과는 無關하다. 즉 BSHIP, RINT, SLY 및 RINS의 값의 變動은 運航利潤率函数 J_2의 最適値에는 影響을 미치나 Δ와 V의 最適値에는 아무런 影響을 미치지 않는다. 다만, 式(3, 2, 1), (3, 2, 2), (3, 2, 8)로부터 RINT의 값이 커지면 $g_7(\beta_3)$의 값이 커져서 J_2의 最適値는 적어지며, SLY값이 커지면 J_2의 最適値는 若干 커지고, BSHIP의 값이 커지면 J_2의 最適値는 적어진다는 것을 알 수 있다.

그러나 β_2 즉, FR, DAB, WLO, PFEL의 값이 Δ_2, V_2 및 J_2의 最適値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 最適値外에도 주어진 β_2의 값에서 任意의 Δ와 V의 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 一般撒積貨物船의 速力과 크기에 予想되는 範囲内의 모든 点에 對하여 Grid search method로써 運航利潤率을 算出하여 第5章에서 檢討코자 한다.

4. 經濟性評價函数의 数値計算

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

가. 運航資料의 定義

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

dCollection

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

船舶保險料率(RINS) 0.4%

船舶保險料率은 船齡의 增加에 따라 그 料率이 높아지게 된다. 本 硏究에서는 이에 대한 資料를 얻지 못하여 新造船料率로서 中古船 保險料率로 仮定하고 計算한다.

나. 技術資料의 定義

機關推進効率(Propulive efficiency)은 船体効率(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의 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

나. 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

耐用年数 (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의 條件下에 諸變数의 여러가지 값에 對한 原費函数와 利潤率函数값을 数値計算하여 各々 図表로서 表示하기로 한다.

4.1 運送原費와 諸變数와의 關係

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

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

한 數値의 範囲內에서 變動시키면서 函数의 變化를 觀察하기 위하여 図表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 積貨重量屯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 積貨重量屯이 192,000ton, 速力 9.8knot이며, 運送原費는 20.2$이다. 即 運航距離는 積貨重量屯과 函数關係가 있음을 알 수 있다. (Fig. 4.1 (a), (b), (c), (d) 參照)

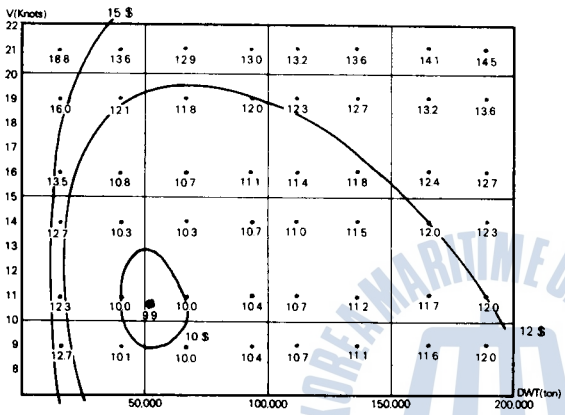

Fig. 4. 1(a) Cost curve at distance of 1,000 n. m.

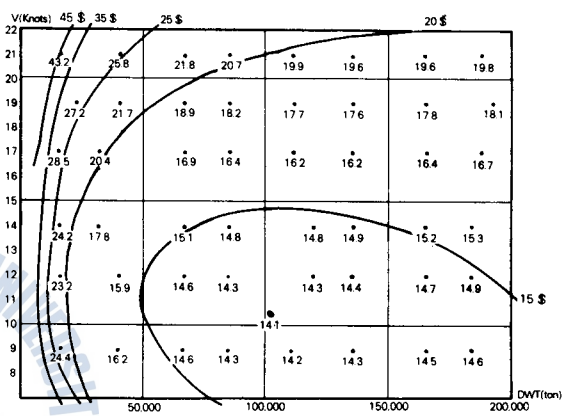

Fig. 4. 1(b) Cost curve at distance of 3,000 n. m

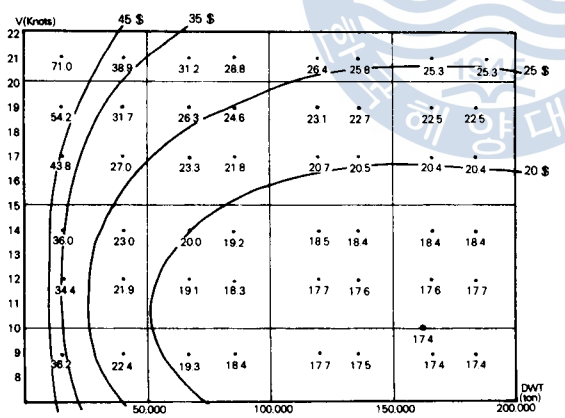

Fig. 4. 1(c). Cost curve at distance of 5,000 n. m

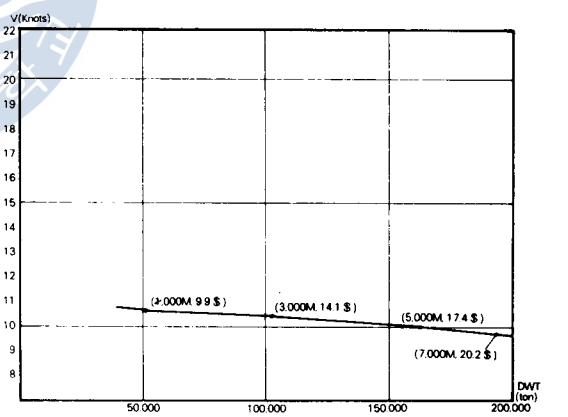

Fig. 4. 1(d) Least cost ships at various distances

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 仮定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 積貨重量屯은 62,500ton이고, 그 運送原費는 30$이며 積荷速力이 10,000ton일 때는 積貨重量屯은 124,000ton, 그 運送原費는 16.8$이 된다. 荷役速力이 빨라지면 最適船의 速力이 若干 줄어든다. 即 積荷速力은 運送原費와 積貨重量屯에 重大한

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

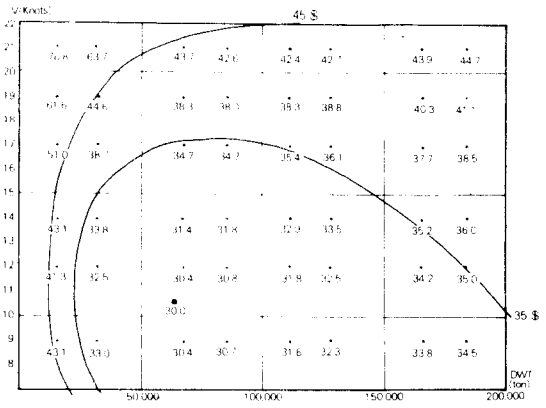

Fig. 4.2(a) Cost curve at loading speed of 1,000 ton/day

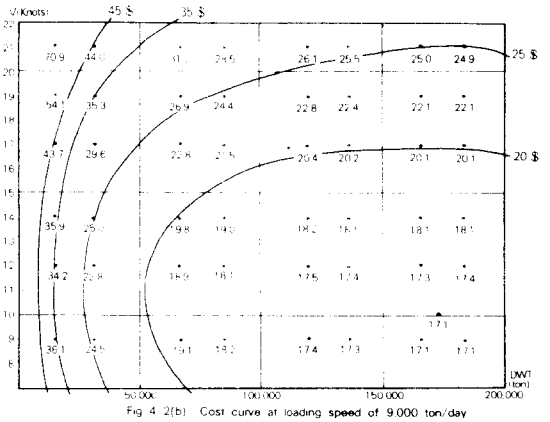

Fig. 4.2(b) Cost curve at loading speed of 9,000 ton/day

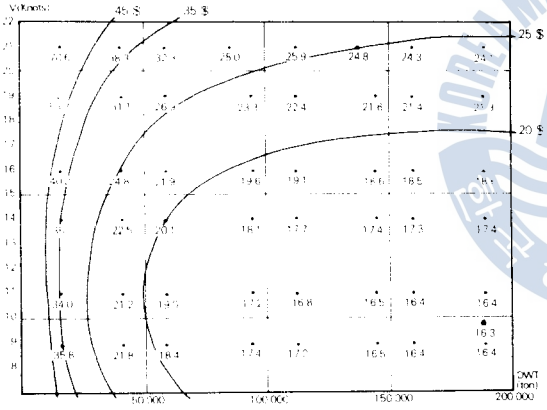

Fig. 4.2(c) Cost curve at loading speed of 13,000 ton/day

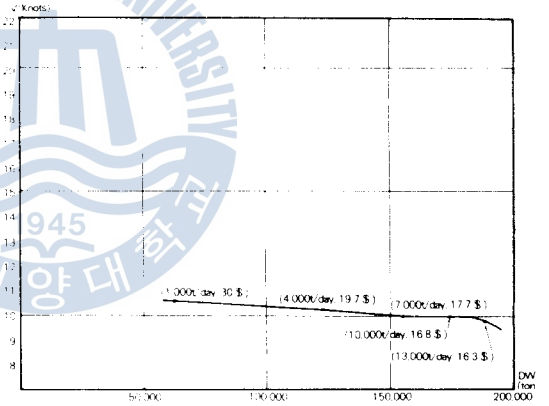

Fig. 4.2(d) Least cost ships at various loading speeds

3) 船齡(N)과 運送原價

船齡의 增加에 따르는 運送原價의 變化幅은 적으며, 最適船의 速力 및 積貨重量屯도 거의 變化가 없다.

다만, 本 硏究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 運送原價는 本 硏究의 原價增加幅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 運送原價는 修理費의 增加로 더욱 커질 것이다. (Fig. 4.3, (a), (b) 參照)

dCollection

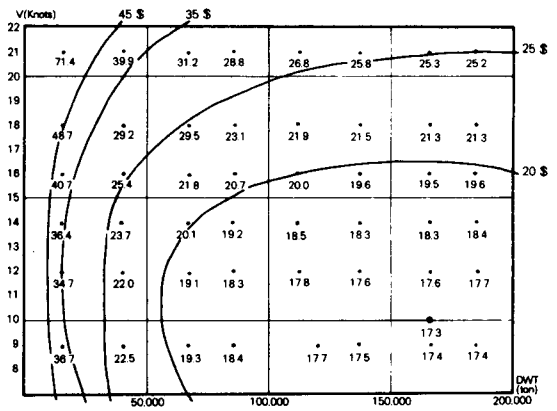

Fig. 4. 3(a). Cost curve at ship's age of 12

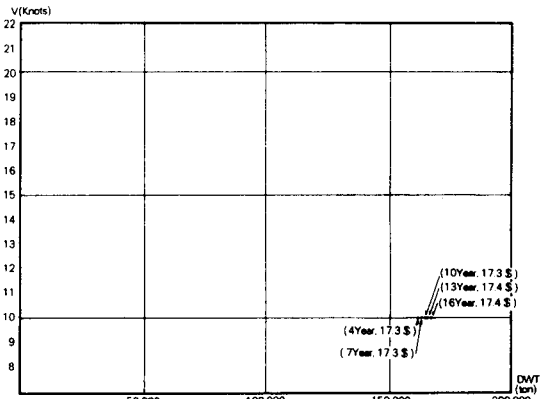

Fig. 4. 3(b). Least cost ships at various ship's ages

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 積貨重量屯은 커진다.

다만, 最低運送原費船보다 積貨重量屯이 퍽 작은 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 크지아니함을 알 수 있다. (Fig. 4.4 (a), (b) 參照)

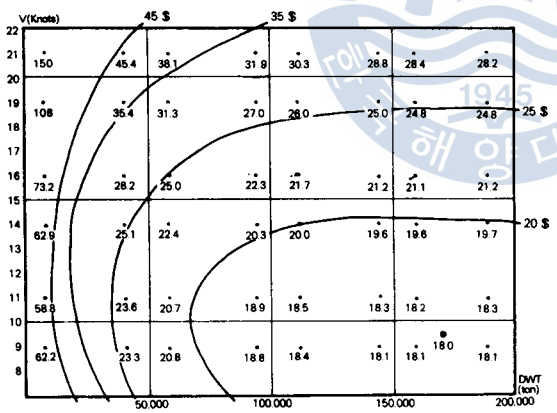

Fig. 4. 4(a). Cost curve at fuel oil prices of 400 $/ton

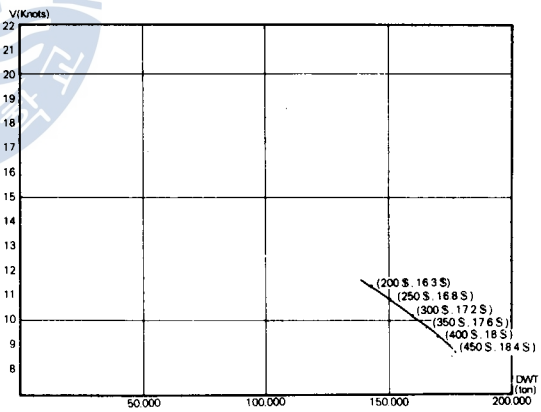

Fig. 4. 4(b). Least cost ships at various fuel oil prices

5) 船價와 運送原費

船價의 變動은 各積貨重量屯 및 機關馬力에 따라 本 研究의 船價近似値에 같은 比率로 增減하는 것으로 仮定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 積貨重量屯은 작아지고, 速力은 빨라진다.

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

dCollection

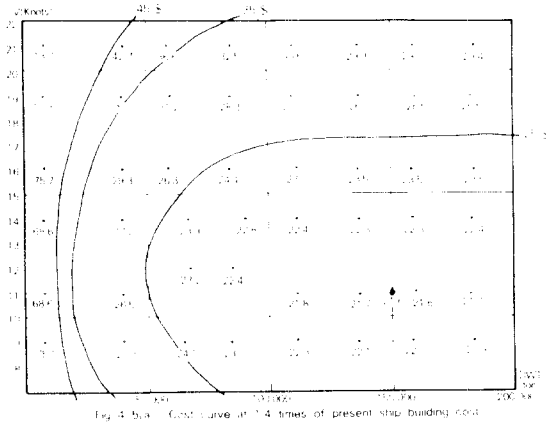

Fig. 4.5(a) Cost curve at 1.4 times of present ship building cost

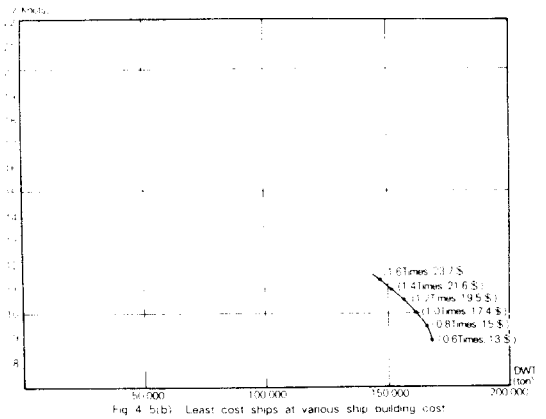

Fig. 4.5(b) Least cost ships at various ship building cost

6) 利子率(RINT)과 運送原價

利子率의 增加는 運送原價를 현저히 增加시키는 結果를 초래하며 最低運送原價船의 積貨重量比은 減少하고 速力은 增加한다.

(Fig. 4.6, (a), (b) 參照)

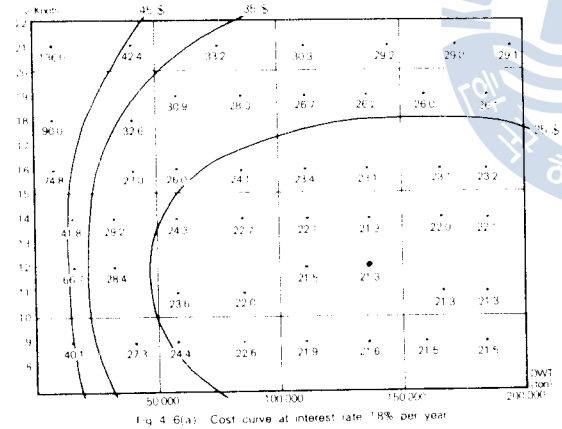

Fig. 4.6(a) Cost curve at interest rate 18% per year

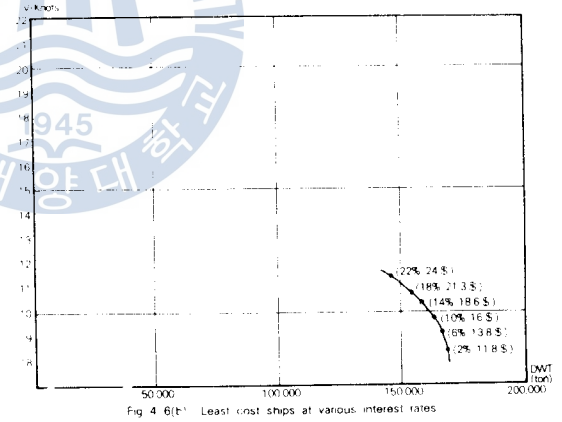

Fig. 4.6(b) Least cost ships at various interest rates

7) 船舶耐用年数(SLY)와 運送原價

船舶의 耐用年数가 增加하면 運送原價는 若干 減少되고, 最低運送原價船의 積貨重量比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) 參照)

dCollection

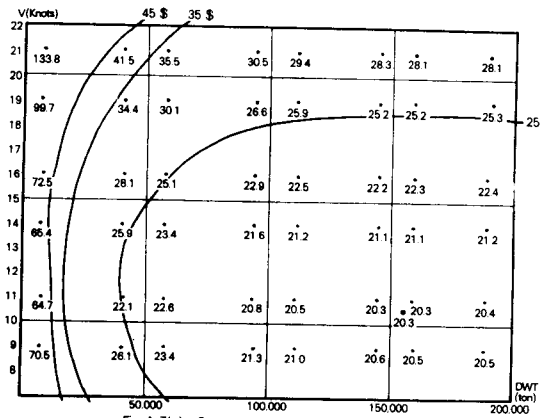

Fig. 4. 7(a). Cost curve at ship's life of 10 years

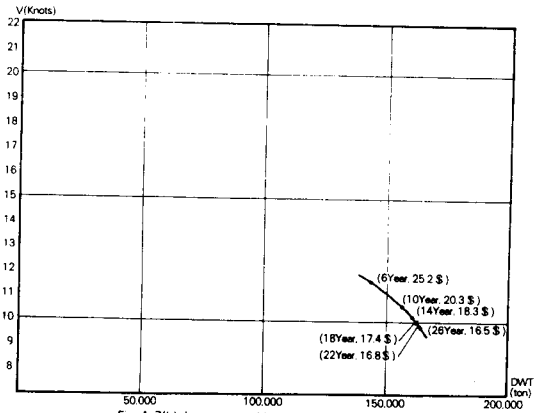

Fig. 4. 7(b). Least cost ships at vanous ship's lives

4.2 運航利潤率函数와 諸變数와의 關係

1) 運賃率(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 運賃率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 貨積重量屯은 줄어들고, 速力은 빠르게 된다.

即 海運景氣가 좋아져서 運賃率이 上昇하면 작고 빠른 船舶이 有利하여 진다.
(Fig, 4.8, (a), (b), (c), (d) 參照)

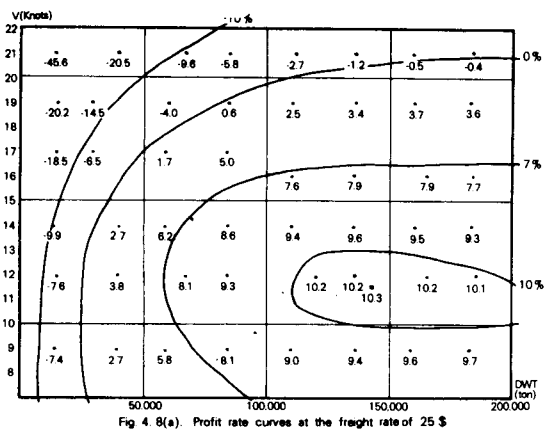

Fig. 4. 8(a). Profit rate curves at the freight rate of 25 $

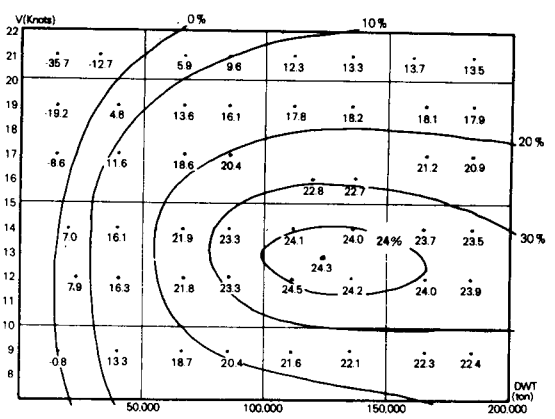

Fig. 4. 8(b). Profit rate curves at the freight rate of 35 $

dCollection

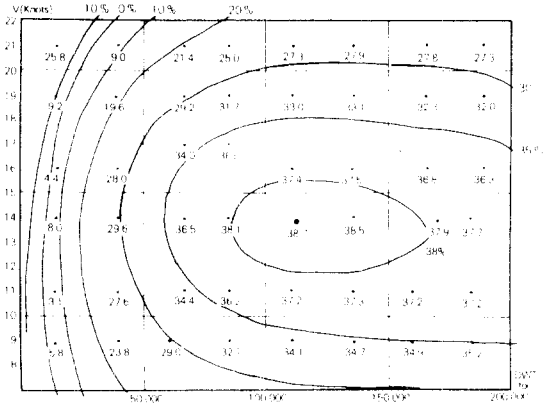

Fig. 4.8(c) Profit rate curves at the freight rate of 45 $

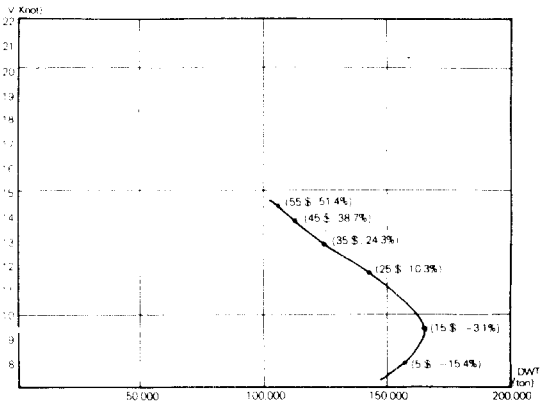

Fig. 4.8(d) Maximum profit rate ships at various freight rates

2) 運航距離(DAB)와 運航利潤率

運賃率을 一定하게 하고 運航距離를 크게 變化시키는 것은 現實的으로 있기 어려운 現象이다. 그러나 運航距離가 船舶의 最適積貨重量屯과 速力에 미치는 影響을 觀察하는데는 도움이 될 수 있다.

即 運航距離가 增加하면 最適船의 積貨重量屯은 顯著히 늘어나며, 速力은 多少 줄어든다.

即 運航距離가 길면 船舶은 大型化될 수록, 또 速力은 多少 늦어 질수록 有利하다.

(Fig. 4.9, (a), (b), (c), (d) 參照)

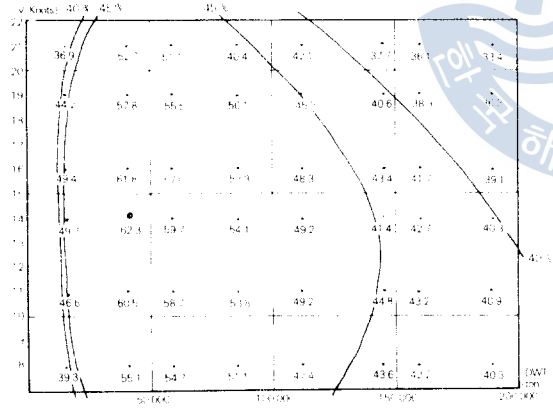

Fig. 4.9(a) Profit rate curves at distance of 1,000 n.m

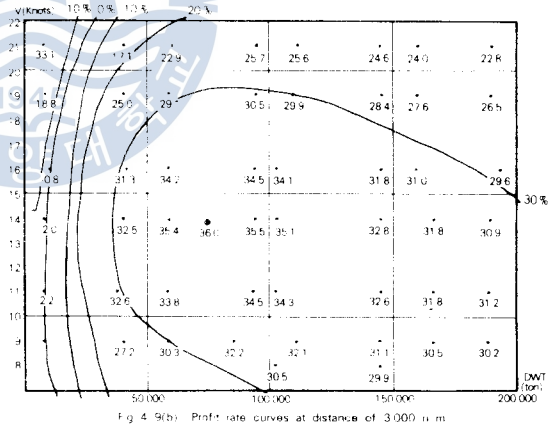

Fig. 4.9(b) Profit rate curves at distance of 3,000 n.m

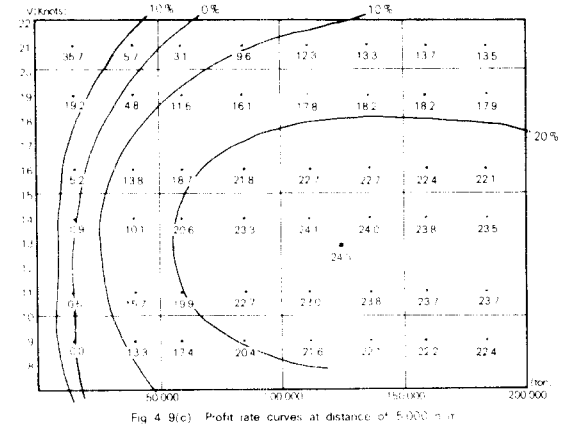

Fig. 4.9(c) Profit rate curves at distance of 5,000 n.m

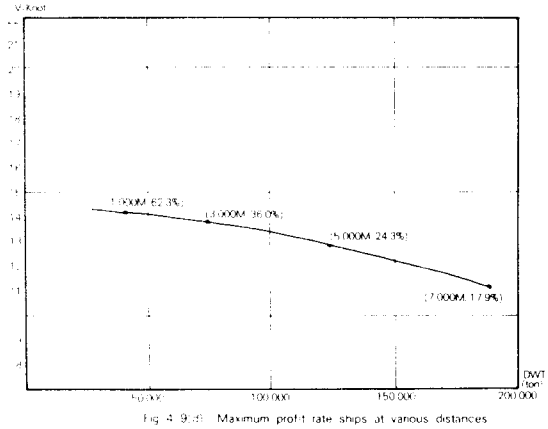

Fig. 4.9(d) Maximum profit rate ships at various distances

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 積貨重量屯도 커진다. 即 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 一般的으로 有利하여 진다. (Fig, 4.10, (a), (b), (c), (d) 參照)

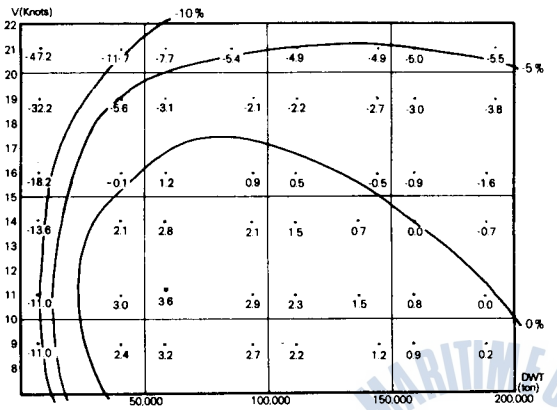

Fig. 4. 10(a). Profit rate curves at loading speed 1.000 ton/day

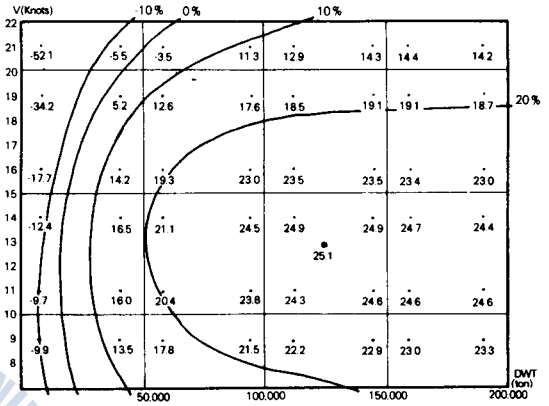

Fig. 4. 10(b) Profit rate curves at loading speed 9.000 ton/day

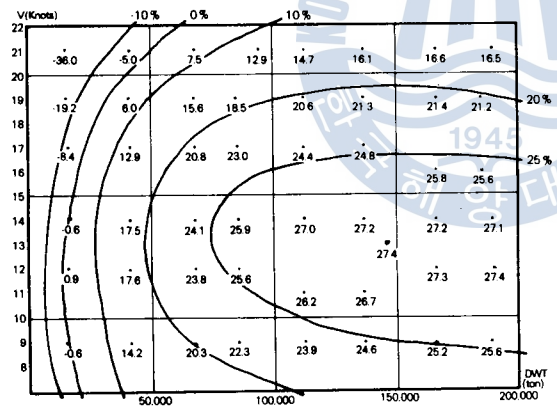

Fig. 4. 10(c). Profit rate curves at loading speed 13.000 ton/day

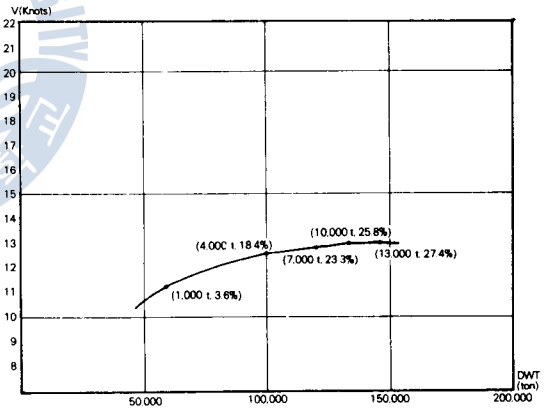

Fig. 4. 10(d). Maximum profit rate ships at various loading speeds

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.

即 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할 수록 有利해 진다. (Fig, 4.11, (a), (b), (c), (d) 參照)

dCollection

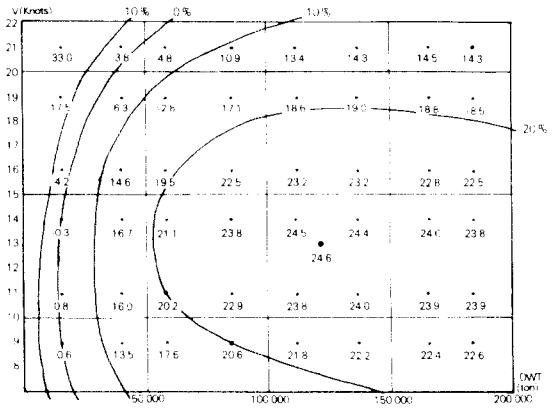

Fig 4 11(a) Profit rate curves at fuel oil prices of 300 $/ton

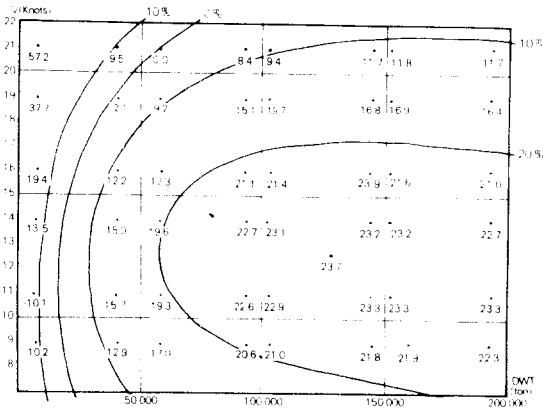

Fig 4 11(b) Profit rate curves at fuel oil prices of 350 $/ton

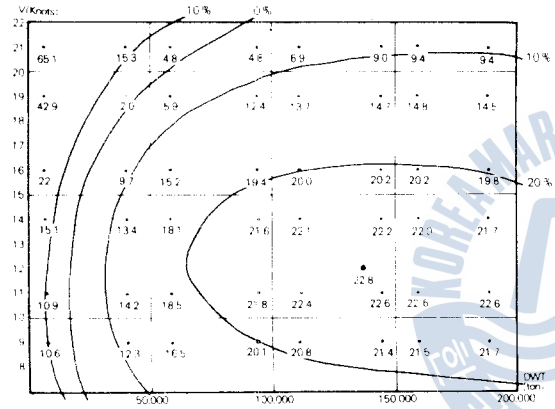

Fig 4 11(c) Profit rate curves at fuel oil prices of 400 $/ton

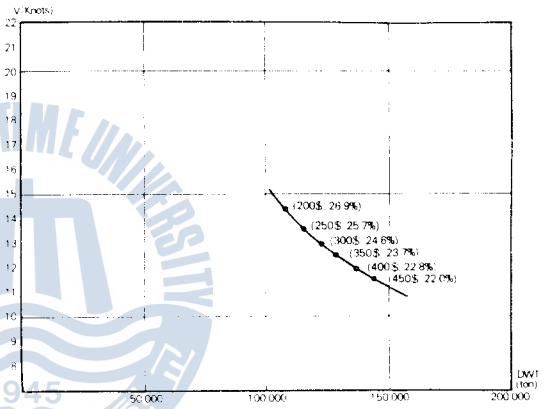

Fig 4 11(d) Maximum profit rate ships at various fuel oil prices

5) 船價(BSHIP), 利子率(RINT) 및 耐用年數(SLY)와 運航利潤率

船價 및 利子率이 增加하고, 船舶耐用年数가 減少하면 運航利潤率은 低下한다. 그러나 이들 變数의 變動은 最適船의 速力 및 積貨重量屯에는 影響을 미치지 아니한다.

다만 船價와 利子率의 變動은 運航利潤率에는 多大한 影響을 미친다.

(Fig, 4.12, (a)), (b), (c), (d) 參照)

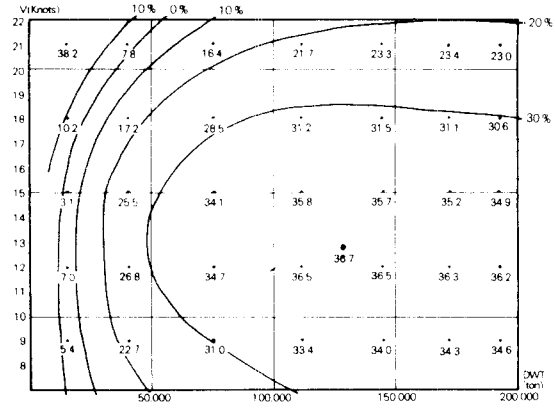

Fig 4 12(a) Profit rate curves at 0.8 times of present ship building cost

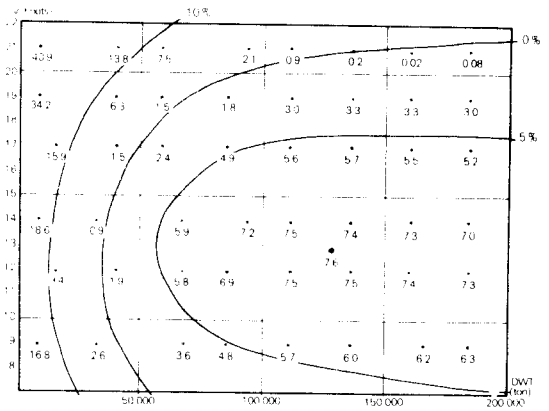

Fig 4 12(b) Profit rate curves at 1.4 times of present ship building cost

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

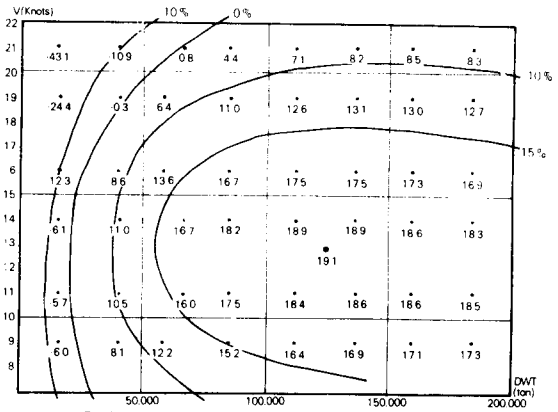

Fig 4 12(c) Profit rate curves at interest rate 18% per year

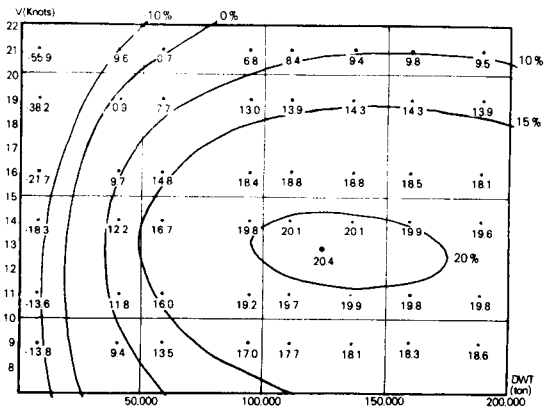

Fig. 4. 12(d). Profit rate curves at ship's life 10 years

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 積貨重量屯, 速力 및 利潤率을 變動시키게 되는데, 그 中에서 特記할 만한 部分만을 図表와 式으로써 詳細하게 説明하기로 한다.

1) 運 賃 率(FR)

一般的으로 運賃率의 變化는 最適船舶의 速力 및 積貨重量屯과는 相關없는 것으로 보는 傾向이 있었으나, 檢討結果, 運賃率의 變動은 船舶의 速力 및 積貨重量屯과 重大한 函数關係가 있음을 알 수 있다.

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

区分 \ 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

運賃率의 變動과 最適船舶의 速力 및 積貨重量屯과의 關係를 式으로 表示하면 다음과 같다. (Fig, 5.1, 參照)

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

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

dCollection

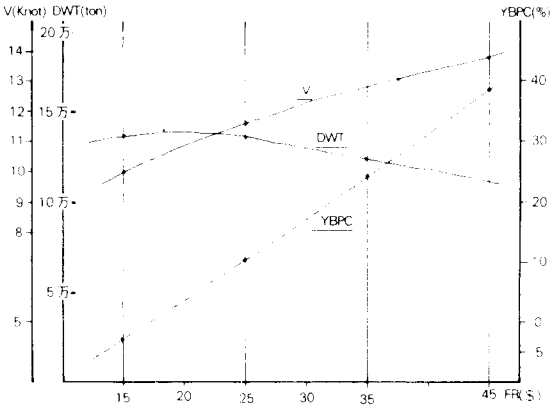

Fig 5.1 Maximum profit rate ships when freight rate is taken as a variable

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 積貨重量屯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 積貨重量屯과의 關係를 式으로 表示하면 다음과 같다. (Fig. 5.2 參照)

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

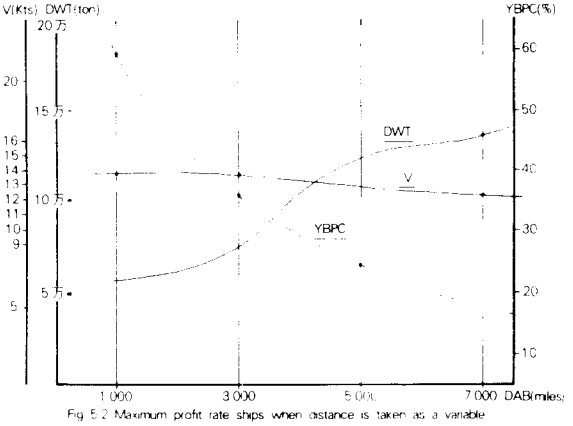

Fig 5.2 Maximum profit rate ships when distance is taken as a variable

dCollection

3) 荷役速力(WLO)

船舶의 荷役速力은 最適船의 積貨重量屯과 利潤率에 重大한 函数關係가 있다.

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

区分 \ 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)

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

$$YBPC = -\frac{0.342}{10^6} \cdot WLO^2 + \frac{0.614}{100}\,WLO - 0.018 \quad (5,\ 1,\ 4)$$

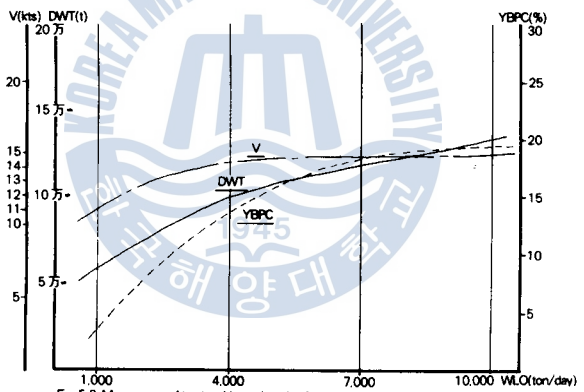

Fig. 5.3 Maximum profit rate ships when loading speed is taken as a variable

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)

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

dCollection

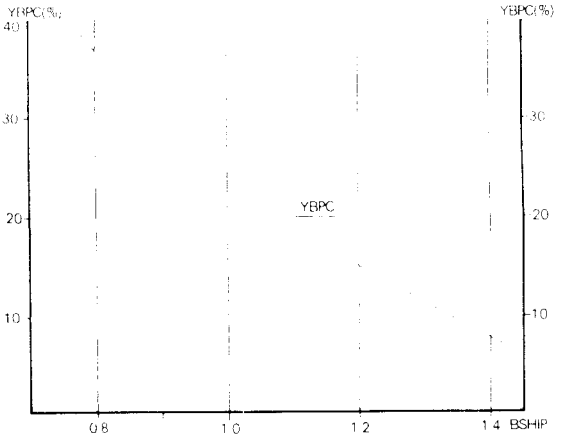

Fig. 5.4 Maximum profit rate ships when ship building cost rate is taken as a variable

5) 油價(PFEL)와 利子率(RINT)

油價의 增加는 運航利潤率에 多少의 減縮을 일으키고 또한 利子率의 增加는 運航利潤率의 相當한 減少를 招來한다는 것을 알 수 있다.

Table5.5 · 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(kts)	13.6	13.0	12.6	12.0
YBPC(%)	25.7	24.6	23.7	22.8

(Fig. 5.5 參照)

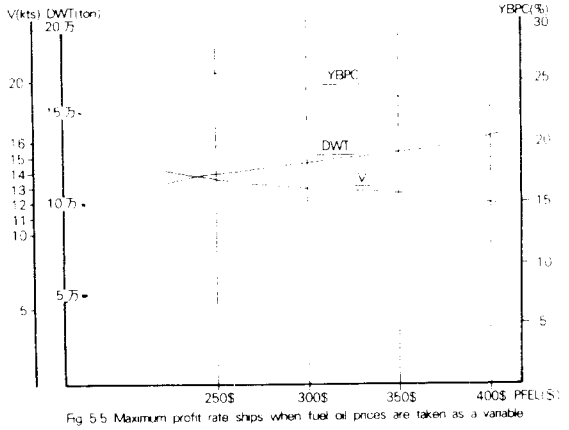

Fig. 5.5 Maximum profit rate ships when fuel oil prices are taken as a variable

dCollection

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)

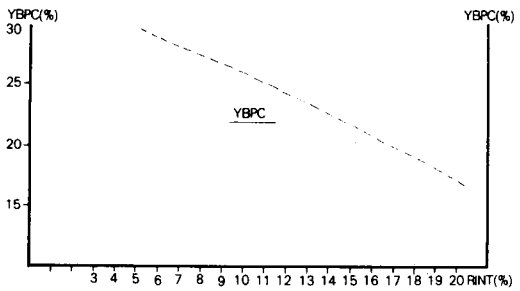

Fig. 5.6 Maximum profit rate ships when interest rate is taken as a variable.

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 評價函数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 積貨重量屯의 附近에서는 評價曲線의 기울기가 緩慢하므로 最適船의 速力 및 積貨重量屯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 積貨重量屯 3萬屯 以下에서는 評價曲線의 기울기가 急하여 진다. 따라서 積貨重量屯과 基準變数의 若干의 變化는 運送原費와 運航利 潤率에 큰 變動을 이르키게 된다 ,

따라서 撒積貨物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 点과 ② 主要貨物의 1Lot의 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 1ton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에 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의 最適船은 運送原費曲線上의 最適船보다 速力은 1～2knot 빠르고, 積貨重量屯은 2～3萬屯 작다는 것을 알 수 있다.

dCollection

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 原價曲線上의 最適船에 의하여 檢討할 것이 아니라, 이보다 若干 빠르고, 적은 船舶의 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 屯當運送原價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.

우리나라 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으로써 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이 積數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 나누었다는 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할 때의 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 數値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 評價數値로서도 適合할 것이다.

여기서 船舶運航 利潤率指數(VOYINDEX)는

$$VOYINDEX = \frac{(FR - RFR)\cdot WP}{TVOYD \cdot CSHIP} \cdot 100\,000 \quad \cdots\cdots (6,\ 1)$$

式(3, 18)을 參照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.

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

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～豪州間에 就航한 一般撒積貨物船 M/S "ALPHA" 號에 대해서 實際 計算하여보면 다음과 같다.

dCollection

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 | 建造年月日：1968年 8月
總 噸 數：56,809.10ton | 耐 用 年 數：8年(取得後)
重量噸數：95,926ton | 取得年月日：1978年 10月
主 機 馬 力：MAN 20,700 HP | 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	⑥ 年間運航回數
21		7.5			350	12
⑦運賃収入	⑧ 貨物積載量				⑨ 運 賃 率	金 額
	Ore 91,740L/T				6.67$	611,905.80$
船 費	⑩ 減價償却	⑪ 取得船價			⑫ 資 本 費 率	1,023,644.30$
	및 金 利	5,085,168$			0.2013	
	⑬ 船体保険				⑭ 保 険 料 率	152,555.00$
	및 P&I				0.03	
	⑮ 一般管理費				⑯ 雜 費 率	1,220,440.30$
	및 雜 費				0.24	
	⑰ 船 員 費	⑱ 船 員 數			⑲年間平均1人當賃金	303,800.00$
		30			11,640$	
	⑳ 小計 ⑩+⑬+⑮+⑰					2,740,439.60$
	㉑ 當該航次船費總額 (⑳/⑥)					228,369.97$
運 航 費	㉒ 燃料費	航海時	㉓ 1日燃料消耗量	㉕燃料單價	航海日數	284,731.96$
			F.O. 59.5L/T	@ 211.34$		
			D.O. 1.12L/T	@ 250.07$	21	
		碇泊時	㉔ 1日燃料消耗量	㉕燃料單價	碇泊日數	
			F.O. 8.0L/T	@ 211.34$		
			D.O. 1.12L/T	@ 250.07$	7.5	
	㉖ 貨物費	⑦ 貨物積載量		㉗ 荷役料率		7,339.20$
		91,740L/T		0.08$		
	㉘ 仲介料			㉙ 仲介料率		NIL
				NIL		
	㉚ 港 費			積荷港	揚荷港	
				35,000$	21,100$	56,100.00$
	㉛ 當該航次運航費 ㉒+㉖+㉘+㉚					348,171.16$
㉜ 當該航次運航利潤 〔⑦−(㉑+㉛)〕						35,364.67$
㉝ 運航利潤率指數 $\left[\frac{⑦-(㉑+㉛)}{(③+④)\cdot⑪}\times 100,000\right]$						24.40

Table. 6.1. Calculation table of voyage profit rate index.

dCollection

7. 結　　論

오늘날과 같은 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 役割은 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을 提高하는 効果가 發生한다.

海運界와 造船界에서 다같이 意識하여 온 것은 經濟的인 船舶이며 船形係数나 機關 및 施設等의 問題만은 아니다.

船舶의 經濟性과 最適速力 및 크기는 海運運賃率, 運航距離, 荷役速力, 油價, 船舶耐用年数 및 金利등의 函数가 된다.

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

區分 / 變数	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
耐用年数	不變	不變	增加
金利	不變	不變	減少

區分 / 變数	最低運送原價船		運送原價
	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
耐用年数	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을 考察한 것이므로 一般性은 있으나 運送原價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.

dCollection

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 点은 앞으로 補完할것을 宿題로 남겨둔다.

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

附 錄 目 錄

1. 標 本 船
2. 積貨重量屯 - 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과 船價
7. 船 員 費
8. 船体 및 機關修理費
9. 船舶 消耗品費
10. 港 費
導船料, 接岸艇消料, 貨物出入港料, 代理店費 및 其他通信雜費

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

附 錄

經濟性評價函數에 利用된 實驗値의 計算

1. 標 本 船

一般撤積貨物船의 船形 및 船形係数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	(△) DISP.	D.W.T	LOAD DRAFT (H)	L×B×D	DWT /△	B/H	L/D	L/B	C_b	BHP	SP-EED	$V/\sqrt{L}$ (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	2,534	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	23200	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

dCollection

2. 積貨重量屯－排水重比 Deadiveight－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 변화하고 있으므로 이를 排水量의 函數로서 定式化하면 다음과 같다.

$$GDD = -6.4761 \times 10^{-12}\,WSHIP^2 + 1.7439 \times 10^{-6}\,WSHIP + 0.7397$$

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 値	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

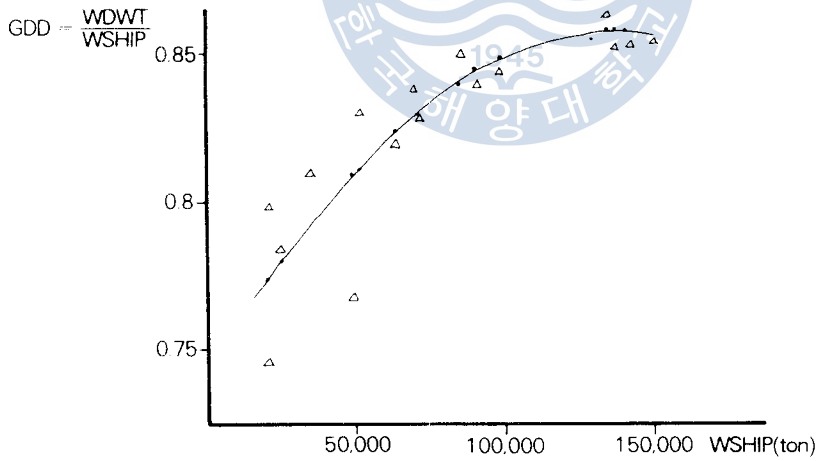

Fig. 1. Deadweight-displacement ratio

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

Collection

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 硏究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 중에는 有名한 Admiralty 係數의 方法과 英國에서 使用하고 있는 Ayre's method [7]가 있다.

Admirelty 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 剩余抵抗을 $\Delta^{0.64}$로서 함께 묶어서 다음과 같이 表示한다.

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

①에서 函數의 比例常數 C_2는 船舶의 速長比 $(V/\sqrt{L})$ 및 길이 - 排水量比 $(L/\Delta^{\frac{1}{3}})$, 船舶의 肥瘠度를 나타냄)로써 Appendix Ⅰ에서 찾는다.

이 C_2값은 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値가 된다.

a) 길이 - 排水量比$(L/\triangle^{\frac{1}{3}})$와 速長比$(V/\sqrt{L})$로써 찾는 TC_2値

一般的인 船形을 한 撒積貨物船이 速力을 多樣하게 取할 때 그에 相應하는 Appendix Ⅰ의 TC_2값을 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
$L/\triangle^{\frac{1}{3}}$	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.[8]

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

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

dCollection

위 式은 C_b와 D/H값을 Table 1의 標本船의 平均値를 넣으면 다음과 같다.

$$CN \fallingdotseq 0.35 \cdot \frac{1}{0.834} \times 1.42\Delta = 0.596\Delta$$

Benford는 船舶의 길이와 立方数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, 船形係数도 相當히 바뀐 오늘날의 標本船에 대하여 위 式을 最小自乘法을 利用하여 計算하여 보면 다음과 같이 그 값이 若干 달리 나타난다.

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

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

標本船의 資料를 利用한 最少自乘法에서

$x = 3.159$ 를 얻었다.

$$L = \left(100^{2.159} \times 0.596 \times \Delta\right)^{\frac{1}{3.159}} \qquad \text{②}$$

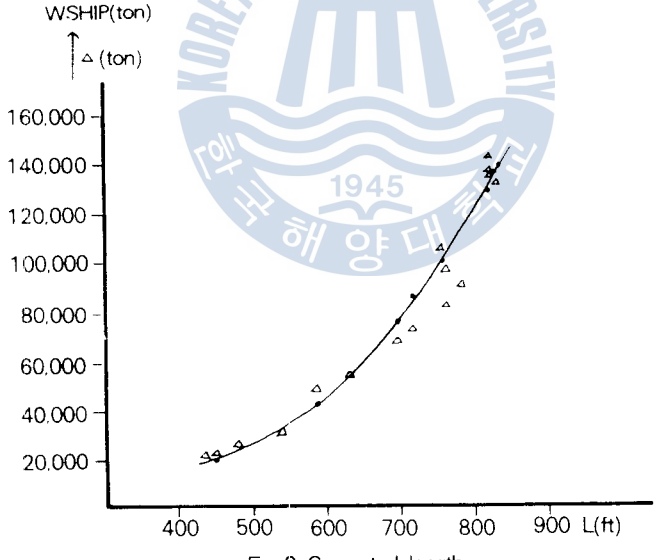

Fig. 2. Computed length

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

②에서 速長比를 速力과 排水量으로써 表示하면

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

一般 撒積貨物船에 있어서 $L/\Delta^{\frac{1}{3}}$의 값 16.11에 대한 各速長比에 따르는 Ayre의 TC_2값과 이를 速長化의 函数로 하여 3次式으로 求한 TC_2값은 다음과 같다.

Table 4. Ayre's TC2 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値	400	424	443	456	465	469	470	466	459
計 算 TC_2値	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値	443	424	405	388	370	354	341	315	289
計 算 TC_2値	441	426	409	391	372	352	332	312	293

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

b) C_b에 對한 修正

一般 撒積貨物船의 中央斷面係数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_p로서 나타내는 것이 一般的이지만, C_b로서 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_2에 대한 百分率 控除修正値를 Appendix Ⅲ에서, Fine이면 TC_2에 대한 百分率 加算値를 Appendix Ⅲ에서 求한다.

다만, Full일 경우는 이 百分率 控除修正値의 3倍에 實船의 C_b를 곱한 값을 Appendix Ⅰ에서 얻은 TC_2値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_b에 對한 修正値를 求하여도 C_2値에는 큰 影響을 주지 아니한다.

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

Appendix Ⅲ에서 5.57%에 대한 修正値는 −3.12이므로 C_2의 C_b에 대한 修正値는

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

C_b를 修正한 C_2값은

$$C_2 = TC_2 - 16 \quad \text{———————————————} \quad ④$$

dCollection

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_2를 1倍한 값을 百分率로 하여 TC에서 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

$$TC_2 = \frac{4.09}{100} \qquad ⑤$$

d) 船舶浮心의 縱位置(LCB)에 대한 修正

船舶浮心의 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 造渦抵抗을 작게하고, 中央部의 船体平行部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_2의 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 받아들일 수 있는 값으로 看做되므로 修正을 하지 아니한다.

e) 길이에 대한 修正

Ayre의 TC_2값은 船尾形狀이 Cruiser stern이고 그 길이는 垂線間長(LBP)의 2.5%되는 것으로 仮定하여 얻어진 값이다. 따라서 實船의 Crusiser stern의 길이가 이 標準値와 다를 때는 그 差를 $(LBP - LBP \times \frac{2.5}{100})$에 대한 比率을 求하여 그 百分率을 TC_2에 곱하여 얻어진 값을, 길 때에는 TC_2에 加하고 짧을 때는 TC_2에서 減한다.

이 修正도 標準 길이로 看做하여 修正하지 아니한다.

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

(나) 機 關 馬 力(BHP)

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

$$E.\ H.\ P. = \frac{\Delta^{0.64} V^3}{C_2} \qquad ⑦$$

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

機關의 發生馬力에 대한 有効馬力의 率인 推進効率(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

dCollection

$$BHPV = \frac{1+SM}{PE} \cdot EHP = \frac{1.20}{0.75} \cdot EHP$$

$$= 1.6 \times \frac{\Delta^{0.64} \cdot V^3}{C_2} \quad \text{⑧}$$

船首形을 球狀船首(Bulbous bow, BBE)로 하였을때는, 約 5 %의 抵抗이 줄어든다.

이를 航海速力을 爲한 所要馬力에 加算하면

$$BHPV = \frac{(1+SM)(1-BBE)}{PE} \cdot EHP$$

$$= \frac{1.20 \times 0.95}{0.75} \cdot EHP$$

$$= 1.520 \times \frac{\Delta^{0.64} \cdot V^3}{C_2} \quad \text{⑨}$$

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

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

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 体積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 變数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)	B H P	Full Load 時			Ballast 時		
			D_1 (K/T)	V_1(KTS)	F_1(K/T)	D_2 (K/T)	V_2(KTS)	F_2 (K/T)
Korea Pacific	57,983.^{12}	12,800	57,700	10.^{05}	37.^{0}	29,050	11.^{36}	35.^{34}
Korea Rainbow	57,983.^{12}	12,800	57,500	13.^{08}	41.^{5}	26,110	13.^{66}	32.^{7}
Kimhae	67,507	15,000	68,500	11.^{54}	37.^{8}	35,400	13.^{28}	40.^{0}
West Junori	126,953.^{04}	21,000	126,850	13.^{09}	63.^{4}	58,250	14.^{42}	58.^{24}

$$35.34 = k\left(\frac{29.05}{57.70}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{11.36}{10.05}\right)^3 \times 37.0 \qquad k = 1,046$$

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

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

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

k의 平均値　　$k = 1.15$

dCollection

Table 5에서 보는 바와 같이 Ballast航海時의 排水量은 滿載航海時의 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

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

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

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는 그렇게 많지 아니하다. 船舶建造費는 船体, 艤裝 및 甲板器機, 機關 및 電氣, 其他에 대하여 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.[9]

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 내어놓지 않는 어려움이 있다.

本 研究에서는 船舶의 建造費를 船体部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 船体部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치 값에 比例로 나누어 分撒하였다.

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

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

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

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

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	D WT	BHP	L × B × D	船價 $			船体費	機關室費
					船体費	機關室費	合計	計算値	計算値
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	25,000	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

dCollection

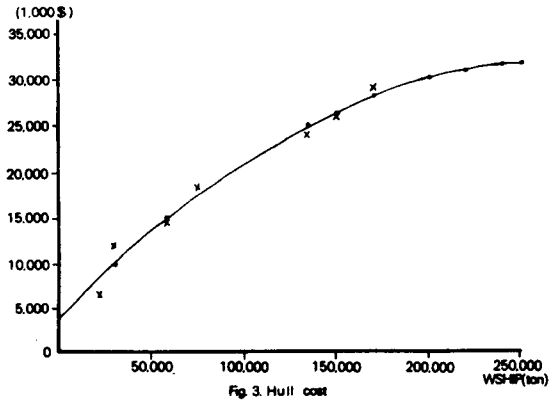

Fig. 3. Hull cost

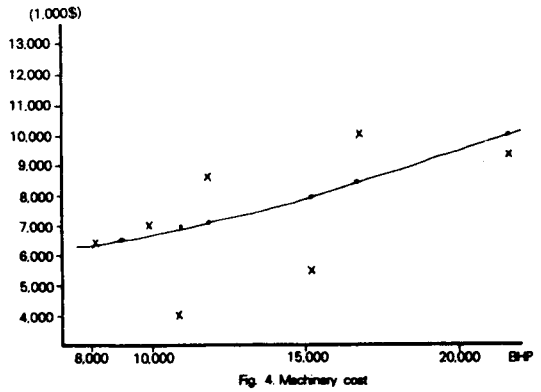

Fig. 4. Machinery cost

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 原價的인 의미에서 合理的으로 받아드려질 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 耐用年数와 相關되며 또 船舶의 耐用年数는 船主의 船舶管理에 대한 姿勢 및 船員의 勤勉度와 重大한 函数關係가 있다.

本 研究에서는 法人稅法 施行令 第49條 別表에서 油槽船은15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

耐用年数	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)

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

N年末의 船舶評價額(CSHIPN)은

$$CSHIPN=CSHIP(1-0.1201)^{N} \quad \text{——————} \quad (15)$$

dCollection

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

[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	46.4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

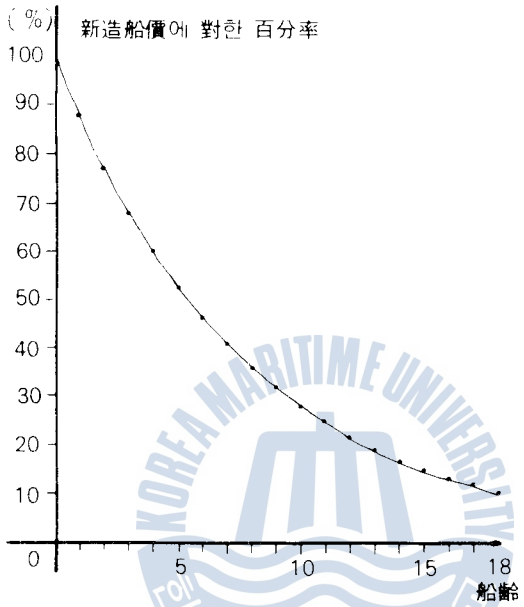

Fig. 5. Ship's age and its value (Ship's life assumed to be 18 years)

7. 船 員 費

1981年度 國內 海運會社가 所有하고 있는 一般 撒積貨物船은 船舶의 大小에는 相關하지 아니하고 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 : $

区分 / 職責	船員数	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

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교
dCollection

8. 船体 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 變数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 全혀 困難하다.

本 研究에서는 國內 海運會社의 船齡 5年 以上의 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. 船体 修理費는 船齡과 積貨重量屯의 函数로 하고 機關修理費는 船齡과 機關馬力의 函数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
船体修理費	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

$$CHMR(\text{船体修理費}) = 7881\left(\frac{WDWT}{100}\right)^{0.036} \cdot (N-4)^{0.529} \quad (N \geq 5) \qquad ⑯$$

Table 11. Machinery maintenance and repair cost

船名	가	나	다	라	마	바	사	아	자	차	카
船令	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

$$CEMR(\text{機關修理費}) = 15270\left(\frac{BHP}{1000}\right)^{0.0783} \cdot (N-4)^{0.683} \quad (N \geq 5) \qquad ⑰$$

船齡 4年 以下의 船体 및 機關修理費는 5年 以上의 船舶의 修理費式에서 船齡의 項을 逆数化하면 比較的 合理的인 값을 얻을 수 있다. 이 方法에 따르면 船体修理費는

$$CHMR = 7881\left(\frac{WDWT}{100}\right)^{0.036} / (6-N)^{0.529} \qquad ⑱$$

dCollection

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	3,881	4,039

機關修理費는

$$CEMR = 15270 \times \left(\frac{BHP}{1000}\right)^{0.5783} \Big/ (6 \cdot N)^{0.683} \quad \cdots\cdots (19)$$

Table 13. Machinery maintenace 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	12	13	14	15	16	17	18
修理費比	3.400	3.777	4.138	4.485	4.819	5.141	5.459	5.765	6.065

9. 船舶消耗品費 (COTHER)

船舶消耗品費는 淸水, 潤滑油, 荷役機器用品, 船舶保守用品 및 船員의 公用消耗品等을 包含하였다.

消耗品에 關한 硏究에서 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는 거의 一定하므로 消耗品은 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 / 項目	L × B × D (m)	BHP	a (C.N × $ / 1000)	b (BHP × $ / 1000)	A (a + b)	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	9,665.0	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	5,614.0	14,8090	188,819.0	12,750.0
						平均	12,000.0

dCollection

$$COTHER = 12000\left\{ \left(\frac{CN}{1,000}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{BHP}{1,000}\right)^{\frac{2}{3}} \right\}$$

$$= 12000\left\{ \left(\frac{0.596WSHIP}{1000}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{BHP}{1000}\right)^{\frac{2}{3}} \right\}$$

$$= 84.9856WSHIP^{\frac{2}{3}} + 120\,BHP^{\frac{2}{3}} \quad \text{⑳}$$

但, $CN = \frac{LBD}{100}$ (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, 줄삽이費用 (Line handling charge), 쓰레기 淸掃費 및 各種手料数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 (Polotage, CPILOT)

導船料는 總屯数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 (10ft), 總屯数 1000ton에 對하여 37$이며, 吃水 1$ft$ (30cm)增加에 基本料率의 10%, 總屯数 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 割增料率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 割增料의 可能性을 入出港 共히 Full draft로 看做함으로써 이를 吸收하는 것으로 計算한다.

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

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 (Δ)	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

dCollection

船名	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
WSHIP (Δ)	84,305	90,878	97,894	127,638	131,545	133,854	135,893	140,229	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 ($)	1312.8	1351.7	1469.2	1788.9	1806.1	1882.9	1860.3	1939.9	2045.5

의 導船料는 船舶의 排水量을 變數로 하여 最小自乘法으로 定式化하면 다음과 같다.

$$CPILOT = 0.2195 \times 10^{-12} WSHIP^3 - 0.5149 \times 10^{-7} WSHIP^2 + 0.1414 \times 10^{-3} WSHIP + 357.3 \quad \cdots\cdots (22)$$

2) 接岸硫泊料 Wharfage, CWFG

船舶의 接岸硫泊料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 接岸硫泊料 CWFG는 다음과 같이 算出된다.

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

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

3) 曳船料 Tugboat charge, CTUG

船舶의 灣接岸에는 曳船을 使用하여야 하며 港灣法 施行令에 定한 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)	全方向廻転曳船料	備考
1,000.0	113	142	但, F.O. 基金 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 灣接岸에 所要되는 曳船의 馬力는 DW. 10,000 ton當 10ton의 曳航力 即 全方向回転 曳船 1000馬力에 該當하는 曳航力이 必要하다.

船舶의 灣岸 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 CTUG는

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

$$= \frac{GDD \cdot WSHIP}{10000} \times 150 \times 4 \quad \cdots\cdots (24)$$

dCollection

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.

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

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, 交通信通費, 줄잡이費用, 쓰레기淸掃費 等 雜多한 費用이 든다. 이를 統合하여 1個港口當 1500$로 計算할 수 있다.

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

위의 ①~⑤를 合한 값이 港費(Cport)가된다.

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

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

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 Charactristics 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.

dCollection

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 バルク キャリャ、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, "船舶運航收益 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, "一般撒積貨物船의 經濟性評價에 關한 研究," 韓國航海學會誌, 1982年 4月.

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection