

參 考 文 獻

1. 尹点東：船舶運用的 理論과 實務，第一文化社，釜山， p.33-56.
(1982)
2. 尹点東：巨大型船 操船論，亞成出版社，釜山， p.4-21(1983)
3. 孫景浩：船舶操縱運動의 力學的 構造，KTTC 耐航性 및 操縱性
分科 第3次 Workshop，釜山，(1984)
4. Philip Mandel etc.: Principles of Naval Architecture,
SNAME, New York, p.482-486, 518-529.(1967)
5. 赤崎繁：船體旋回學，海文堂，東京， p.58-70 (1975)
6. Kenneth S.M. Davidson: Turning and Course-Keeping Qualities,
transactions, Vol 54. SNAME, New York (1946)
7. Haruzo Eda: Directional Stability and Control of Ships in
Restricted Channels, transactions, Vol 79, SNAME New
York (1946)
8. J.D.Yoon: Inherent Steering Characteristics coming from
the Configuration of a Vessel, transactions, Vol 8.
J. of the Korean Institute of Navigation, Pusan.(1984)


油價變動에 따른 船舶의 設計要目 決定에 關한 研究 (經濟速力을 中心으로)

權 赫 善

A Study on Ship's Design Specifications in accordance with Oil Prices
(Laying Emphasis on Economical Speed)

Kwon Hyok-seon

〈目 次〉



Abstract
記號說明
I. 序 論
II. 經濟速力의 定義 및 油價
2.1 經濟速力의 定義
2.2 油價와 經濟速力 및 最適機關馬力
III. 模擬모델의 構成
3.1 方法論
3.2 模型의 構成
3.3 模擬모델 分析의 資料
IV. 模擬모델의 解析
4.1 油價變動과 最適機關馬力
4.2 油價變動 및 海運運賃과 最適機關馬力
V. 結 論
參考文獻

Abstract

The vessel, as an important marine component factor, plays a great role in the shipping management.

The determination of vessel's specifications, such as deadweight and BHP for economical speed in accordance with the ship route, oil prices and other operational market situations are the crucial elements in rational shipping management.

This study mainly deals with economical speed of ships in accordance with the variation of the fuel and generator oil prices in the Yang's bulk cargo simulation model.

The given conditions in this model are as follows.

Distance : 5,000 miles
Ship's size : 10,000, 20,000, 30,000 DWT
Cargo Operation rate.
loading : 8000ton/day
unloading : 3000ton/day
Standard freight rate : 30\$/ton
Interest rate : 12%/year
Standard of oil price.
Fuel oil : 200\$/ton
Generator oil : 317\$/ton

The conclusions of the paper are as follows.

(1) When only oil price varies

(A) If the oil price decreases at the rate of 50 percentage, the economical speed of the 10,000 DWT vessel is 12.7 knot and its optimal B.H.P. is 3,815 HP.

(B) If the oil price increases at the rate of 50 percentage, the economical speed of the 10,000 DWT vessel is 10.7 knot and its optimal B.H.P. is 2,188 HP.

(2) When oil price and freight rate varies.

It is confirmed that the variation of the oil price has a great effect on the operation profits, and that the optimal B.H.P. is smaller when oil price increases.

(3) The modern ship, with 18 crews and 3 quarter oil consumption in comparison with the conventional ship, is a bit higher in annual profit rate than the conventional ship in terms of the common ocean route and sea going ship's speed.

However in lower ship's speed such as 7 knots the modern ship is less economical than the conventional ship.

From the result we can easily reason that the modern ship is less beneficial than the conventional ship in the short route and in the ports of low cargo operation rate, between Korea and China.

The economical speed of the modern ship is a little higher than the conventional ship.

記 號 說 明

ACC	: 資本費(\$)	CPORT	: 港 費(\$)
AINS	: 保險料(\$)	CSHIP	: 船舶建造費(\$)
APAI	: P & I 의 保險料(\$)	CSHMR	: 船舶修理費(\$)
BBE	: Bulbous bow 의 影響	CTUG	: 曳船料(\$)
BHP	: 機關馬力(HP)	CWFG	: 埠頭使用料(\$)
BHPV	: 航海에 要하는 機關馬力(HP)	DAB	: 港間의 距離(mile)
BSHIP	: 船價變動率(%)	FR	: 運賃率(\$/ton)
CCREW	: 船員費(\$)	FVOY	: 航次數
CEMR	: 機關修理費(\$)	GDD	: 積貨重量屯對排水量比
CETC	: 代理店費 및 交通通信費等(\$)	JVOY	: 機關常用馬力係數
CFUEL	: 燃料費(\$)	JVOY	: 年間稼動日數
CFELG	: 發電機燃料費(\$)	L	: 船舶의 길이(ft)
CFELV	: 主機燃料費(\$)	PE	: 推進効率(%)
CGUD	: 貨物出入港費(\$)	PFEL	: 主機燃料價格(\$/ton)
CHMR	: 船體修理費(\$)	PFELG	: 發電機燃料價格(\$/ton)
CHULL	: 船體建造費(\$)	RDEP	: 減價償却率
CM	: 機關室建造費(\$)	RFOC	: 時間當, 馬力當燃料消耗量 (ton/HP-hr.)
COFF	: 陸上管理費(\$)	RFR	: 屯當運送原費(\$/ton)
COTHER	: 船舶消耗品費(\$)	RGOPD	: 日當發電機油消耗量 (ton/day)
CPILOT	: 導船料(\$)		

RINS	: 保險料率(%)	WFELF	: 主機用 燃料消耗量 (滿載航海時) (ton/day)
RINT	: 利子率(%)	WFELGO	: 發電機用油類積載量 (ton/day)
RWFG	: 1日 10總屯當 接岸料(\$)	WFELL	: Ballast 航海時 主機用燃料消耗量 (ton/day)
SLY	: 船舶耐用年數	WFELV	: 主機用 燃料消耗量 (ton/day)
SM	: Sea margin(%)	WFELVO	: 主機用 燃料積載量 (ton/day)
TAPR	: 船舶待期 및 入出港에 要하는 日數	WGT	: 總屯數 (ton)
TC ₂	: 表定 C ₂ 值	WLSHIP	: 輕貨排水量 (ton)
TPT	: 航內滯船日數	WP	: 貨物重量 (ton)
TSA	: 航海日數	WSHIP	: 滿載排水量 (ton)
TVOYD	: 全運航 所要日數	YBPC	: 船舶運航利潤率(%)
TVOYO	: 發電機 燃料積載量計算을 위한 運航日數	YBT	: 總利潤(\$)
V	: 速 力 (knot)	YCT	: 年間總費用(\$)
WDWT	: 積貨重量屯 (ton)	YRT	: 年間總收入(\$)

I. 序 論

오늘날 陸上交通과 航空交通의 發達이 繼續된다 하여도 經濟的인 貨物運送이라는 觀點에서 海運을 凌駕하기는 어려울 것이다.

船舶은 海運의 構成要素中 運送手段으로서 重要的 經營要素이다.¹⁾ 따라서 特定航路에 就航시킬 船舶의 크기 및 船型, 速力, 馬力等을 合理的으로 決定하는 것은 海運業 成敗의 重要的 열쇠가 된다.

本 論文에서는 이들중 航路, 荷役速力, 運賃率, 利子率 및 船型等은 모두 一定하다고 假定하고 油價만 變動할 때의 經濟速力을 얻기 위하여 機關馬力(BHP)을 決定하는 問題만을 다룬다.

機關室 建造費는 近似的인 方法으로 馬力과 函數關係로써 表現할 수 있으므로, 馬力이 增加하면 機關室 建造費가 增加하여 船價가 增加하게 되고, 船價의 增加는 年間總運送原費를 增加시켜서 結局 年間利潤을 減少시킨다. 또한 燃料消耗量이 增加하여 船積할 수 있는 最大貨物量을 減少시키고 燃料費를 增加시켜 年間運航利潤을 減少시킨다.

따라서 船舶 建造時 特定 港口間에 就航시킬 船舶의 最適機關馬力을 決定하는 것은 海運經營上 매우 重要하다.

經濟速力의 定義를 年間運航利潤率이 最大가 되는 速力이라고 定義하고 年間運航利潤率最大化法을 利用하여 模擬모델을 構成하였다.

研究의 편의상 船舶의 크기를 3種類, 즉 積貨重量屯數 1萬, 2萬, 3萬屯에 대하여 經濟速力을 導出하고 最適機關馬力을 決定하였다.

本 論文의 構成은 全 5 章으로, 第 2 章은 經濟速力의 定義 및 油價를, 第 3 章은 模擬모델의 構成을, 第 4 章은 模擬모델의 解析을 하며, 第 5 章은 위의 全章을 통하여 結論을 맺는다.



II. 經濟速力の 定義 및 油價

2.1 經濟速力の 定義

經濟速力이란 주어진 與件에서 가장 合理的이고 適合한 速力を 經濟速力이라고 한다. 그 주어진 與件에 따라 經濟速力の 定義는 다음 3가지로 分類할 수 있다.

첫째, 一定距離를 航走하는데 燃料가 가장 적게드는 速力を 經濟速力으로 定義한 것으로 이는 機關의 效率性を 比較하거나 燃料만을 重點적으로 본 經濟速力이며,

둘째, 一定距離를 航走하는데 運送原價가 最小가 되는 速力を 經濟速力으로 定義한 것으로, 이 速력은 다만 航走到는 費用을 最小化하는 概念으로서 海運市況의 變化에 따르는 利潤極大化의 概念이 들어있지 않다.

셋째, 一定航路에 있어 運賃市況의 變動에 따라 最大利潤을 올릴 수 있는 速力を 經濟速力으로 定義한 것으로, 이는 市況에 따른 營業的인 利潤概念을 導入한 經濟速力이다.

둘째의 費用最小의 經濟速力は 運賃率 變化에 따라 셋째의 利潤最大의 經濟速력이 되지 못한다.

본 論文에서는 利潤을 最大로 하는 速力を 經濟速力으로 定義하고 그 速力を 發生시키기 위한 最適機關馬力を 誘導하고자 한다.

2.2 油價와 經濟速力 및 最適機關馬力(BHP)

지난 15年間(1971~1986年) 油價는 끊임없이 變化를 해 왔고 油價가 下落한 것은 지극히 最近의 일이며 적어도 70年代부터 80年代 初半, 즉 1982年까지는 油價가 繼續 上昇하였고(특히 1973年 第一次 石油危機와 1978年 第2次 石油危機 직후) 다만 1975년부터 1978년까지 약간의 下落이 있었다. 따라서 各企業 뿐만 아니라 船舶會社는 油價上昇에만 對備를 하였지 油價의 下落에 대한 對備는 거의 없었다고 보아진다.

그러나 油價下落은 世界經濟는 물론, 1985年 한해동안 300億 달러²⁾ 이상을 輸出하고 50億 달러³⁾ 이상의 原油를 輸入하고 있는 韓國經濟에 대해서도 큰 影響을 미치고 있다. 그 가운데 油價下落이 海運業에 미치는 影響을 船舶運航利潤率과 最適機關馬力 및 經濟速力을 中心으로 分析 檢討해 본다.

海運業은 그 投資에 대하여 最大의 利潤을 얻기 위해서는 같은 싸어비스에 보다 低廉한 運送原費를 提供할 수 있어야 한다. 이 低廉한 運送原費를 만들어내는 한 要件이 다름아닌 經濟速力이다.

그리고 經濟速력에 큰 影響을 주는 것이 油價이므로 이 油價의 變動은 바로 海運競爭力에 影響을 미친다고 볼 수 있다. 經濟速力 그 自體가 最大利潤의 추구에 目的을 두고 있기 때문에 油價變動은 經濟速력과 密接한 函數關係가 있다.

또 馬力은 Ayre의 機關馬力算式을 利用하면,

$$BHP = \frac{(1.0 + SM)(1.0 - BBE) \times WSHIP^{0.64} \times V^3}{HPVF \times PE \times C_2}$$

으로 關係지을 수가 있으므로 機關馬力(BHP)은 速力의 函數이고, 油價는 經濟速力의 函數이므로 결국 油價變動은 주어진 航路, 海運 市況에서 新造할 船舶의 機關馬力의 函數이다. 그리고 最適機關馬力은 船價에 대해서 最大利潤을 올리는 經濟速力일 때의 機關馬力이다.



Ⅲ. 模擬모델의 構成

3.1 方法論

船舶의 運航利潤을 最大로 하는 船舶의 크기 및 速力の 決定問題는 運送原費 最小化法 (Minimizing Operation Cost Method) 과 年間運航利潤率 最大化法 (Annual Profit Rate Maximization Method) 등이 있으며, 運送原費 最小化法은 貨物을 運送함에 있어서 Ton-mile 當運送原費를 最小로 하는 船舶의 設計要目を 求하는 方法으로서 이 방법은 서로 다른 運送手段끼리 運送効率을 比較하는 데에 利用된다.

年間運航利潤率 最大化法은 企業에 投資한 資本의 量에 대한 利潤率, 즉 船價에 대한 運航利潤率을 最大로 하는 船舶의 크기 및 速力を 導出하는 方法이다.

船舶의 屯當 運送原費와 年間運航利潤率은 船舶의 크기, 船價, 利率, 運航距離, 荷役速力, 運賃率, 油價等を 變數로 하는 函數이다. 이들 要素의 값이 變動함에 따라 經濟速力도 變한다.

本 研究에서는 經濟速力の 定義를 船價에 대하여 運航利潤이 最大가 되는 速력이라고 보고 年間運航利潤率最大化法을 利用하여 模擬모델을 構成하였다.

3.2 模型의 構成

1) 船舶의 重量

① 積貨重量屯數 (WDWT)

$$WDWT = GDD \times WSHIP$$

(GDD : 적화중량톤 대 배수량비, WSHIP : 만재배수량)

② 輕貨排水量 (WLSHIP)

$$WLSHIP = WSHIP - WDWT$$

2) 機關馬力

① 常用馬力 (BHPV)

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

(PE : 선박추진효율, SM : Sea Margin

BBE : Bulbous의 영향, $C_2 = \text{Ayre 계수}$)

② 所要機關馬力 (BHP)

$$BHP = BHPV / HPVF, \quad HPVF : \text{기관상용마력계수}$$

3) 運航回數

① 全運航所要日數 (TVOYD)

$$TVOYD = TSA + TPORT$$

(TSA : 항해일수 TPORT : 항내정박일수)

② 年間航次數 (FVOY)

$$FVOY = \frac{JVOY}{TVOYD}$$

(JVOY : 년간가동일수)

4) 油 量

① 滿船航海時 主機燃料消耗量 (WFELF)

$$WFELF = RFOC \times BHPV \times 24 \times TSA \times 1/2 \times 1/100 \text{ (ton)}$$

② 空船航海時 主機燃料消耗量 (WFELL)

$$WFELL = 0.724 \text{ WFELF}$$

③ 往復航海에 所要되는 主機燃料消耗量 (WFELV)

$$WFELV = WFELF + WFELL$$

④ 發電機用油量 (WFELG)

$$WFELG = RGOPD \times TVOYD$$

(RGOPD : 일당발전기유소모량)

5) 貨物量 (WP)

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

6) 船 費

① 船價 (CSHIP) = (CHULL + CM) × BSHIP

② 第 N 年에 있어서의 船價 (CSHIPN)

$$CSHIPN = BSHIP \times CSCHIP \times (1 - RDEP)^{N-1}$$

(RDEP : 감가상각율)

③ 資本費 (ACC)

$$ACC = CSHIP \times RINT / \left[1 - \frac{1}{(1 + RINT)^{SLY}} \right]$$

④ 船體保險料 (AINS)

$$AINS = RINS \times CSHIP$$

船主責任保險料 (APAI) 는 船員의 姿勢 및 質에 의하여 定하여지며 本 研究에서는 隻當 年間 40,000 \$ 로 假定한다.

$$APAI = 40,000 \$$$

⑤ 陸上管理費 (COFF) = 50,000 \$

陸上管理費는 海運會社의 크기, 運營方式等에 따라 다르나 本 研究에서는 年間 50,000 \$ 로 假定한다.

⑥ 年間船員費는 船員數에 따라 다르나 船員數를 在來船은 27 名으로 定하고 船員費를 314,900 \$로, 近代船은 18名, 240,000 \$로 假定한다.

⑦ 船舶修理費 (CSHMR) = CHMR + CEMR

⑧ 船舶消耗品費 (COTHER)

$$COTHER = 84.985 WSHIP^{\frac{2}{3}} + 120 BHP^{\frac{2}{3}}$$

⑨ 年間船費 (Q)

$$Q = BSHIP (ACC + AINS) + APAI + COFF + CCREW + CSHMR + COTHER$$

7) 運航費

① 港費 (CPORT)

$$CPORT = CWFG + CGUD + CPILOT + CTUG + CETC$$

$$\textcircled{2} \text{ 油類費 (CFUEL) = CFELV + CFELG}$$

(가) 主機用 油類費 (CFELV)

$$\text{CFELV} = \text{WFELV} \times \text{PFEL}$$

(나) 發電機用 油類費 (CFELG)

$$\text{CFELG} = \text{WFELG} \times \text{PFELG}$$

$$\textcircled{3} \text{ 航次當 運航費 (B)}$$

$$B = \text{CFUEL} + \text{CPORT}$$

$$8) \text{ 運送原費函數 (RFR) = } \left(\frac{Q}{\text{FVOY}} + B \right) / \text{WP}$$

$$9) \text{ 年間運航利潤率 函數 (YBPC)}$$

$$\text{運賃率} = \text{FR} \quad \text{年間總運航原費} = \text{YCT}$$

$$\text{年間利潤總額} = \text{YBT} \quad \text{年間總運航收入} = \text{YRT} \text{ 라고 하면}$$

$$\text{YCT} = Q + B \times \text{FVOY}$$

$$\text{YRT} = \text{FR} \times \text{WP} \times \text{FVOY}$$

$$\text{YBT} = \text{YRT} - \text{YCT}$$

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

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

10) 最適機關馬力은 YBPC 式에서 經濟速力을 求하여

$$\text{BHP} = (1.0 + \text{SM})(1.0 - \text{BBE}) \times \text{WSHIP}^{0.64} \times V^3 / \text{HPVT} \cdot \text{PE} \cdot \text{C}_2$$

에 代入하면 된다.

3.3 模擬모델 分析의 資料

模擬모델 分析의 資料로서 乾撤貨物船을 對象으로 하고 치수는 여러 船舶의 치수의 平均値로 하며, 機關은 Diesel engine 으로 한다.

常用航海馬力과 機關馬力の 比는 85%, 機關推進効率 75%,⁵⁾ sea margin은 20%⁶⁾로 하며, 船首型은 造波 抵抗이 작은 Bulbous bow 를 한 (Bulbous bow 効率, BBE=5%)⁷⁾ 船舶을 假定하였다. 그 外의 運航上의 條件과 基準資料는 다음과 같이 定하였다.

運航上의 條件

年間稼動日數 : 350 일 FIO條件에 片道滿船, 片道空船運航
 入港待期時間 : 1.5 일, 2.5 일 主機燃料消耗量 : 160gr/IP-hr, 120gr/IP-hr
 發電機燃料消耗量 : 2 ton/day

區 分	種 類	主機油價 (\$ / ton) (Bunker C)	發電機油價 (\$ / ton) (輕 油)
86 年 油 價		200	317
增 加	10 %	220	349
	30 %	260	412
	50 %	300	476
減 少	10 %	180	285
	30 %	140	222
	50 %	100	159

區 分 \ 種 類	在 來 船	近 代 船
主機燃料消耗量	160 gr/IP-hr	120 gr/IP-hr
發 電 機	全 時 間 稼 動	航海中主機排機利用
船 員 數	27 名	18 名
機 關 室 施 設 費	1.0 倍	1.3 倍

船價：1981年度 韓國造船所 建造價 平均值

船齡(N)：1年，耐用年數(SLY)：18年，利子率：12%/年

運航距離：5000 miles，積貨速力：8000 ton/day

揚貨速力：3000 ton/day，運賃率：20 \$/ton, 30 \$/ton

船舶의 크기：1 만톤, 2 만톤, 3 만톤

速力：5 ~ 23 knot，船舶保險料率(RINS)：0.4%



IV. 模擬모델의 解析

4.1 油價變動과 最適機關馬力

71年度 主機油價 20 \$/ton, 發電機油價 52 \$/ton 이던 燃料油가 불과 10年 후인 81年度에는 主機油價 372 \$/ton 發電機 油價 456 \$/ton으로 上昇함에 따라 船舶의 總航海費用에서 燃料油가 차지하는 比率이 1萬屯의 경우 約 2.5%에서 30.5%로 5萬屯의 경우 2.2%에서 27.3%로 10萬屯의 경우 1.7%에서 21.8%로 增加하였다.

[表-1] 따라서 油價의 上昇은 總航海費用에 차지하는 燃料油의 比率을 約 2%에서 20~30%로 增加시켰고, 總航海 費用중에 油價가 차지하는 比率이 높아짐에 따라 海運經營上 經濟速力이 차지하는 比重이 커지게 되었다.

油價의 變化가 經濟速力, 利潤 및 最適機關馬力에 어떤 影響을 미치는지 積貨重量屯數 1萬屯, 2萬屯, 3萬屯의 近代船과 在來船을 中心으로 알아보고 損益分岐點(Break even point)⁸⁾을 通해 經濟性을 評價한다.

Table-1 The rate of fuel oil cost in total operation cost.

구분 \ 噸수	1萬屯	2萬屯	3萬屯	4萬屯	5萬屯	6萬屯	7萬屯	8萬屯	9萬屯	10萬屯
71年 油價(%)	2.49	2.57	2.46	2.32	2.16	1.93	1.83	1.83	1.73	1.65
81年 油價(%)	30.45	31.07	30.06	28.71	27.33	26.02	24.80	23.69	22.67	21.75

運航距離 5,000 mile, 運賃 30 \$, 利率率 12%, 速力 12.4 knot

가. 油價가 10% 增加했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

1986年 3月 30日 韓國動力資源部 告示價格(主機燃料는 200 \$/ton, 發電氣燃料는 317 \$/ton, 이하 86年 油價라 한다)을 基準으로 10% 增加했을 때(主機燃料 220 \$/ton, 發電機燃料 349 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力の 變化는 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表-2]에서 1萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.6 knot 에서 11.5 knot 로 0.1 knot 減少하고 運送原費는 30.055 \$/ton 에서 30.560 \$/ton 으로 約 0.505 \$/ton 增加하며 年間最大利潤率은 -0.042%에서 -0.432%로 約 0.39% 減少한다.

運航距離 5,000 mile에서 0.1 knot의 經濟速力の 減少는 航海時間을 約 4時間 程度 지연시키고 年間 最大利潤率을 0.39% 減少시킨다. 이 때 最適機關馬力은 2,744 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.8 knot에서 11.6 knot로 約 0.2 knot 減少하고 運送原費는 21.398 \$/ton 에서 21.744 \$/ton 으로 增加하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 8.840%로 減少한다.

航海距離 5,000 mile에서 0.2knot의 經濟速力の 減少는 年間 最大利潤率을 約 0.411% 減少시킨다. 最適機關馬力은 年間 最大利潤을 올리는 經濟速力 11.6 knot 일 때의 4,272 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.6 knot에서 11.5 knot로 約 0.1 knot 減少하고 運送原費는 18.723 \$/ton 에서

19.014 \$/ton 으로 增加하며 年間 最大利潤率은 13.583 %에서 13.198 %로 減少한다. 最適機關馬力은 經濟速力 11.5 knot 일 때의 5,337 HP 이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.3 knot 에서 11.1 knot 로 約 0.2 knot 減少하고 運送原費는 33.554 \$/ton 에서 34.469 \$/ton 으로 增加하며 年間 最大利潤率은 -2.992 %에서 -3.730 %로 約 0.738 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 經濟速力 11.1 knot 일 때의 2,452 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 11.5 knot 로 約 0.2 knot 減少하고 運送原費는 23.233 \$/ton 에서 23.807 \$/ton 으로 增加하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 7.196 %로 約 0.713 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,162 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 10% 增加하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 11.5 knot 로 約 0.2 knot 減少하고 運送原費는 20.028 \$/ton 에서 20.480 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 12.349 %로 約 0.646 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 5,337 HP이다.

③ [그림 1, 2]에서 運航距離 5,000 mile, 利率率 12%, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 11.5 knot에서 年間 運航利潤率 0.432 %의 損失이 생기며, 在來船은 經濟速力 11.1 knot 에서 3.73 %의 損失을 가져온다.

近代船 1萬屯의 경우는 經濟速力 11.5 knot로 運航하면 年間 運

fig 1. The annual profit rate curve in modern ships when oil price increased at 10%.

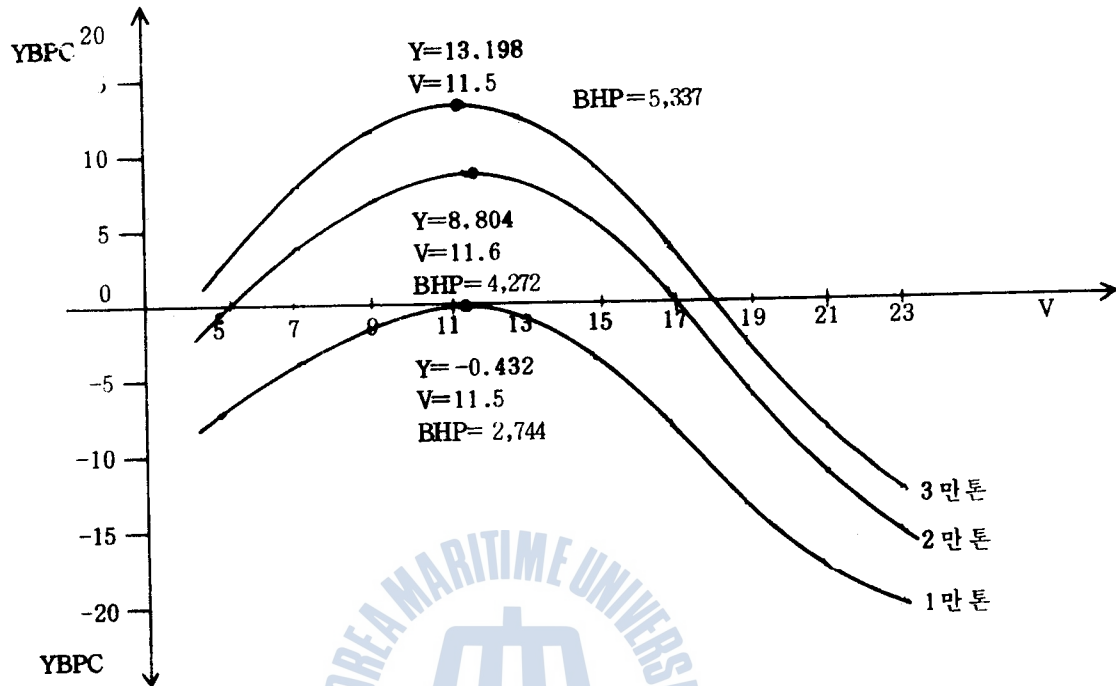
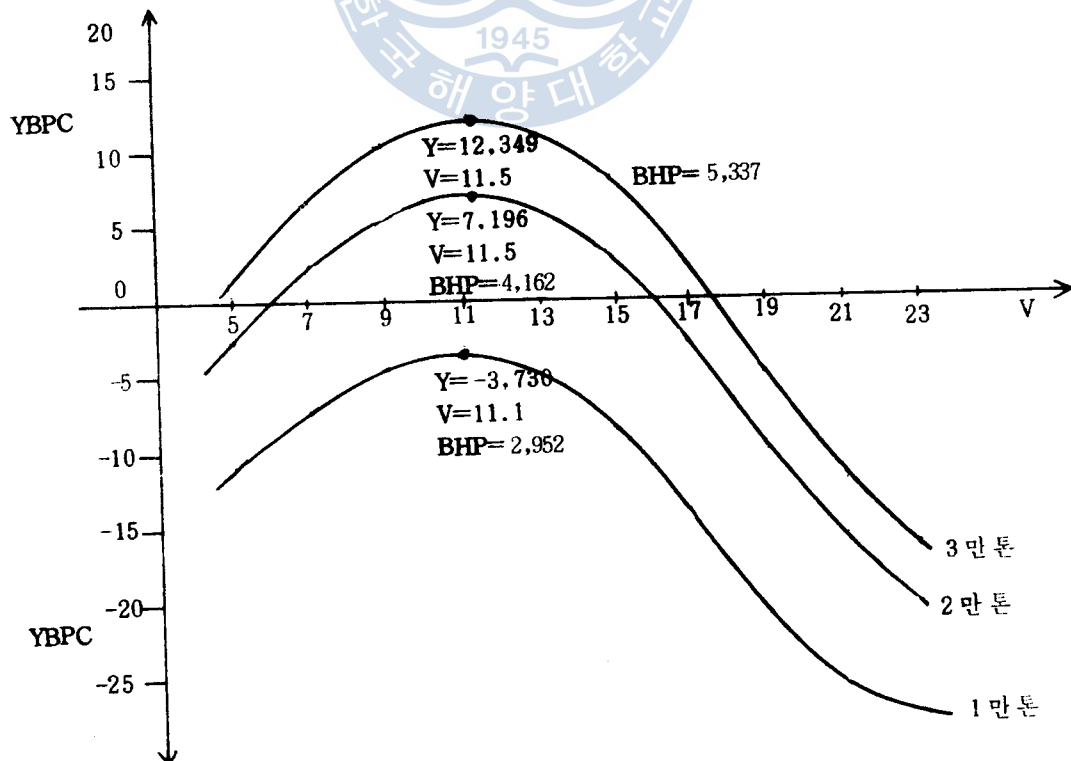


fig 2. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price increased at 10%.



航利潤率 0.432%의 損失을 가져오나 3萬屯의 경우 經濟速力 11.5 knot 로 運航하면 年間 運航利潤率 13.198%의 黑字를 올릴 수 있다.

나. 油價가 10% 減少했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 10% 減少했을 때(主機燃料 180\$/ton, 發電機燃料 285\$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力の 變化는 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表-2]에서 1萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot 에서 11.8 knot 로 0.2 knot 增加하고 運送原費는 30.055\$/ton 에서 29.534\$/ton으로 減少하며 最大利潤率은 -0.042%에서 0.363%로 約 0.405% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 2,398 HP 이다.

2萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.8 knot 에서 11.9 knot 로 約 0.1 knot 增加하고 運送原費는 21.398\$/ton 에서 21.023\$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 9.674%로 約 0.423% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,618 HP이다.

3萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot 에서 11.7 knot 로 約 0.1 knot 增加하고 運送原費는 18.713\$/ton 에서 18.045\$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 13.583%에서 13.976%로 約 0.393% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 5,613 HP이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.3 knot에서 11.6 knot로 約 0.3 knot 增加하고 運送原費는 33.564 \$/ton에서 32.628 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -2.990 %에서 -2.230 %로 約 0.76 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 2,822 HP이다.

2萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot에서 11.8 knot로 約 0.1 knot 增加하고 運送原費는 23.233 \$/ton에서 22.627 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 8.641 %로 約 0.732 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,500 HP이다.

3萬屯은 油價가 10% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot에서 11.8 knot로 約 0.1 knot 增加하고 運送原費는 20.028 \$/ton에서 19.542 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 13.656 %로 約 0.661 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 5,756 HP이다.

③ [그림 3, 4]에서 運航距離 5,000 mile, 利率率 12%, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 11.8 knot에서 年間 運航利潤率 0.363 %의 利潤을 올리나 在來船은 經濟速力 11.6 knot에서 年間 運航利潤率 2.230 %의 損失을 가져온다.

다. 油價가 30% 增加했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 30% 增加했을 때 (主機燃料 260 \$/ton, 發電機燃料 412 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力の 變化는 다음

fig 3. The annual profit rate curve in modern ships when oil price decreased at 10%.

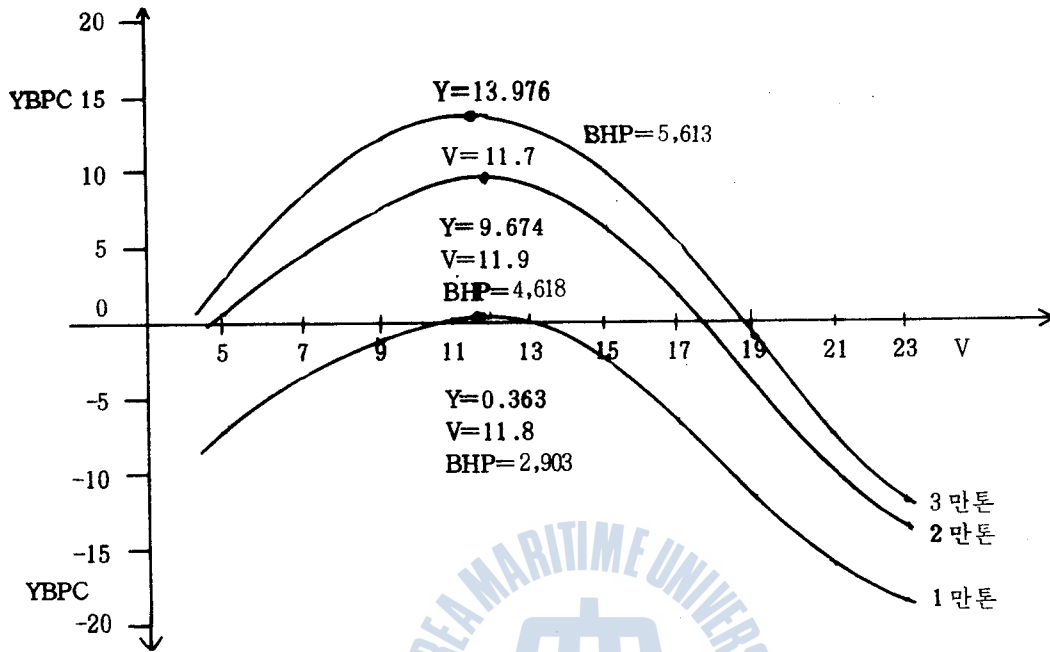
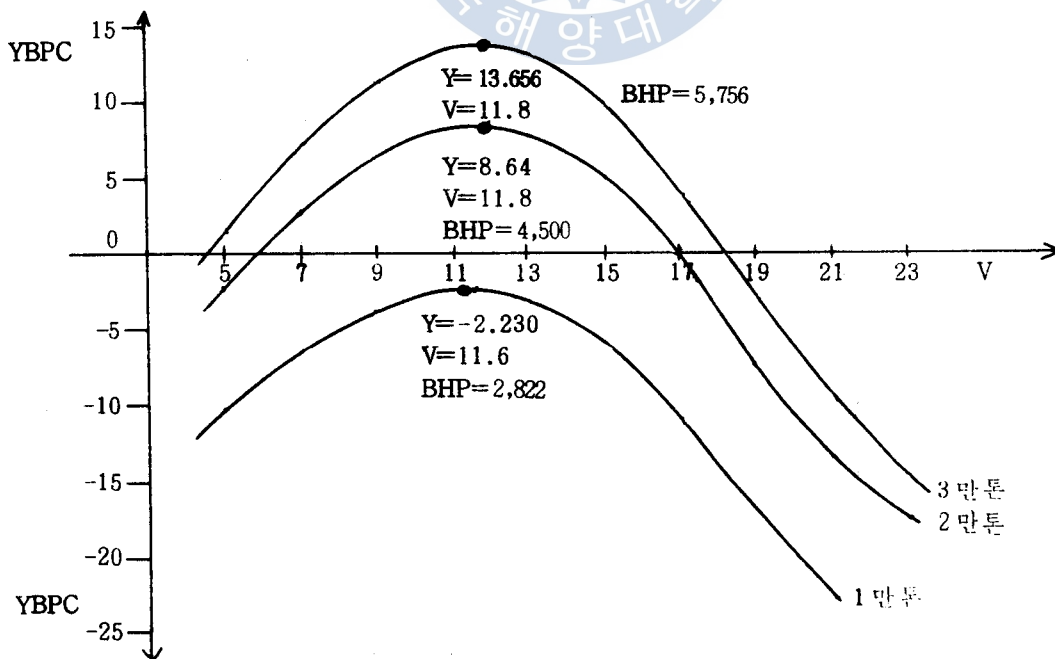


fig 4. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price decreased at 10%.



과 같다.

① 近代船의 경우

[表-2]에서 1萬屯은 油價가 30% 增加하면 經濟速力은 11.6 knot에서 11.1 knot로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 30.055 \$/ton에서 31.534 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 -0.042%에서 -1.164%로 約 1.122% 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 2,452 HP이다.

2萬屯은 油價가 30% 增加하면 經濟速力은 11.8 knot에서 11.4 knot로 約 0.4 knot 減少하고 運送原費는 21.398 \$/ton에서 22.445 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 9.25%에서 8.047%로 約 1.204%로 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,054 HP이다.

3萬屯은 油價가 30% 增加하면 經濟速力은 11.6 knot에서 11.3 knot로 約 0.3 knot 減少하고 運送原費는 18.713 \$/ton에서 19.596 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 13.583%에서 12.448%로 約 1.135% 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 5,072 HP이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯은 油價가 30% 增加하면 經濟速力은 11.3 knot에서 10.7 knot로 約 0.6 knot 減少하고 運送原費는 33.554 \$/ton에서 36.266 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 -2.992%에서 -5.130%로 約 2.138% 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 2,188 HP이다.

2萬屯은 油價가 30% 增加하면 經濟速力은 11.7 knot에서 11.2

knot 로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 23.233 \$/ton 에서 24.936 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 5.826 %로 約 2.083 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 3,845 HP이다.

3萬屯은 油價가 30 % 增加하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 11.2 knot로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 20.028 \$/ton에서 21.375 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 11.099 %로 約 1.896 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,944 HP이다.

③ [그림 5, 6]에서 運航距離 5,000 mile, 利子率 12 %, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 11.1 knot에서 年間 運航利潤率 1.164 %의 損失을 가져오며 在來船은 經濟速力 10.7 knot에서 年間 運航利潤率 5.130 %의 損失을 가져와 近代船이 競爭力이 있음을 보여주고 있다.

라. 油價가 30 % 減少했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 30 % 減少했을 때 (主機燃料 140 \$/ton, 發電機燃料 222 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力은 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表 - 2]에서 1萬屯의 경우 油價가 30 % 減少하면 經濟速力은 11.6 knot에서 12.2 knot로 約 0.6 knot 增加하고 運送原費는 30.055 \$/ton에서 28.447 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -0.042 %에서 1.222 %로 約 1.264 % 增加한다. 이 때 最適機關

knot 로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 23.233 \$/ton 에서 24.936 \$/ton 으로 增加하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 5.826 %로 約 2.083 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 3,845 HP이다.

3萬屯은 油價가 30 % 增加하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 11.2 knot 로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 20.028 \$/ton에서 21.375 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 11.099 %로 約 1.896 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,944 HP이다.

③ [그림 5, 6]에서 運航距離 5,000 mile, 利子率 12 %, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 11.1 knot에서 年間 運航利潤率 1.164 %의 損失을 가져오며 在來船은 經濟速力 10.7 knot에서 年間 運航利潤率 5.130 %의 損失을 가져와 近代船이 競爭力이 있음을 보여주고 있다.

라. 油價가 30 % 減少했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 30 % 減少했을 때 (主機燃料 140 \$/ton, 發電機燃料 222 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力은 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表 - 2]에서 1萬屯의 경우 油價가 30 % 減少하면 經濟速力은 11.6 knot에서 12.2 knot 로 約 0.6 knot 增加하고 運送原費는 30.055 \$/ton에서 28.447 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -0.042 %에서 1.222 %로 約 1.264 % 增加한다. 이 때 最適機關

fig 5. The annual profit rate curve in modern ships when oil price increased at 30%.

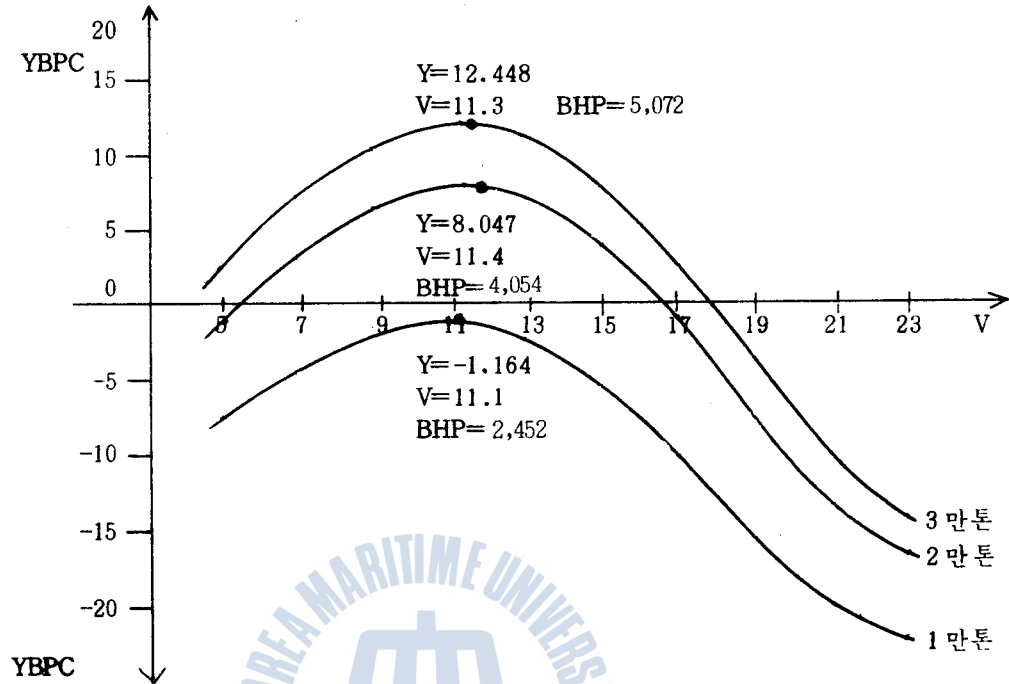
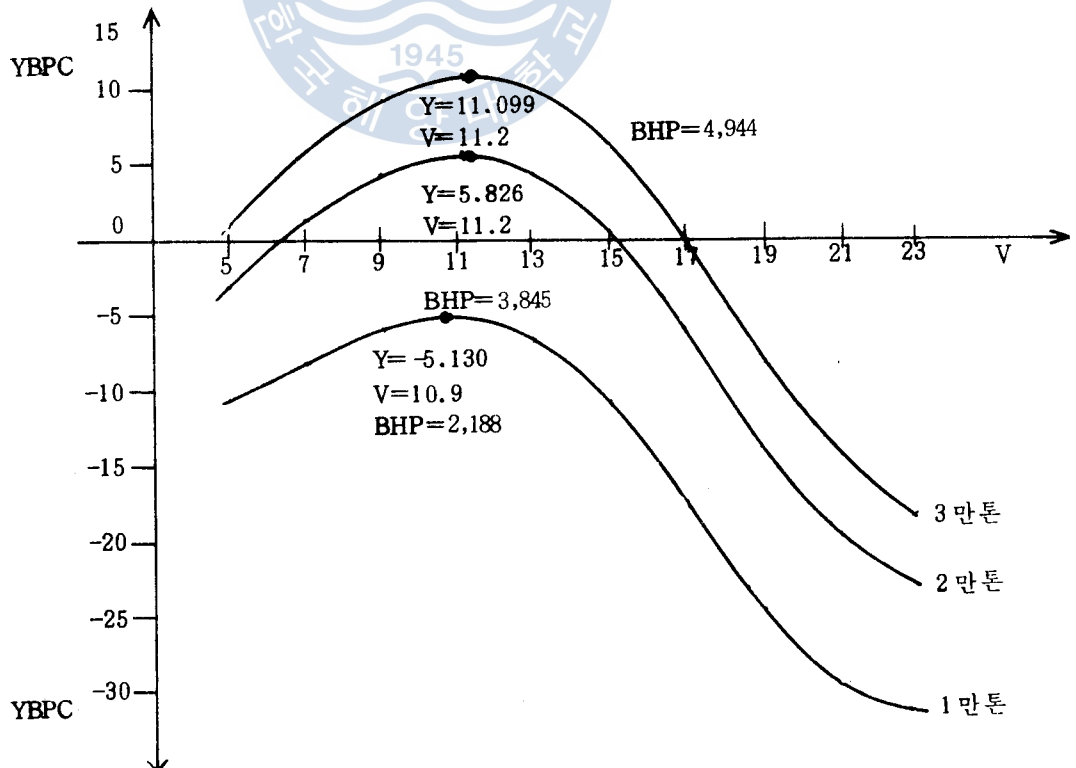


fig 6. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price increased at 30%.



馬力은 3,330 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.8 knot 에서 12.2 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 21.398 \$/ton 에서 20.260 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 10.548%로 約 1.297% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,988 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot 에서 12.0 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 18.713 \$/ton 에서 17.782 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 13.583%에서 14.783%로 約 1.2% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 6,650 HP이다.

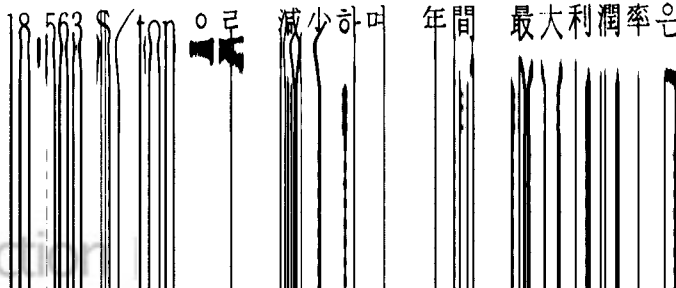
② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.3 knot 에서 12.0 knot 로 約 0.7 knot 增加하고 運送原費는 33.554 \$/ton 에서 30.729 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -2.992%에서 -0.630%로 約 2.362% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 3,152 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 12.2 knot 로 約 0.5 knot 增加하고 運送原費는 23.233 \$/ton 에서 21.412 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 7.909%에서 10.158%로 約 2.249% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,988 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 12.1 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 20.028 \$/ton 에서

18.563 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 12.995%에서 15.014



%로 約 2.019% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 6,202 HP이다.

③ [그림 7, 8]에서 運航距離 5,000 mile, 利率率 12%, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 12.2knot에서 年間 運航利潤率 1.222%의 黑字를, 在來船은 經濟速力 12.0knot에서 年間 運航利潤率 0.630%의 赤字를 가져와 近代船이 競爭力이 있음을 알 수 있다.

마. 油價가 50% 增加했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 50% 增加했을 때(主機燃料 300 \$/ton, 發電機燃料 476 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力은 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表-2]에서 1萬屯은 油價가 50% 增加하면 經濟速力은 11.6knot에서 10.7knot로 約 0.9knot 減少하고 運送原費는 30.055 \$/ton에서 32.477 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 -0.042%에서 -1.847%로 約 1.805% 減少된다. 이 때 最適機關馬力은 2,188 HP이다.

2萬屯은 油價가 50% 增加하면 經濟速力 11.8knot에서 11.1knot로 約 0.7knot 減少하고 運送原費는 21.398 \$/ton에서 23.094 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 7.290%로 約 1.961% 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 3,745 HP이다.

3萬屯은 油價가 50% 增加하면 經濟速力은 11.6knot에서 11.1

馬力은 3,330 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.8 knot 에서 12.2 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 21.398 \$/ton 에서 20.260 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 10.548%로 約 1.297% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,988 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot 에서 12.0 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 18.713 \$/ton 에서 17.782 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 13.583%에서 14.783%로 約 1.2% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 6,650 HP이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.3 knot 에서 12.0 knot 로 約 0.7 knot 增加하고 運送原費는 33.554 \$/ton 에서 30.729 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -2.992%에서 -0.630%로 約 2.362% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 3,152 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 12.2 knot 로 約 0.5 knot 增加하고 運送原費는 23.233 \$/ton 에서 21.412 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 7.909%에서 10.158%로 約 2.249% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 4,988 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 30% 減少하면 經濟速力은 11.7 knot 에서 12.1 knot 로 約 0.4 knot 增加하고 運送原費는 20.028 \$/ton 에서 18.563 \$/ton 으로 減少하며 年間 最大利潤率은 12.995%에서 15.014%

fig 7. The annual profit rate curve in modern ships when oil price decreased at 30 %.

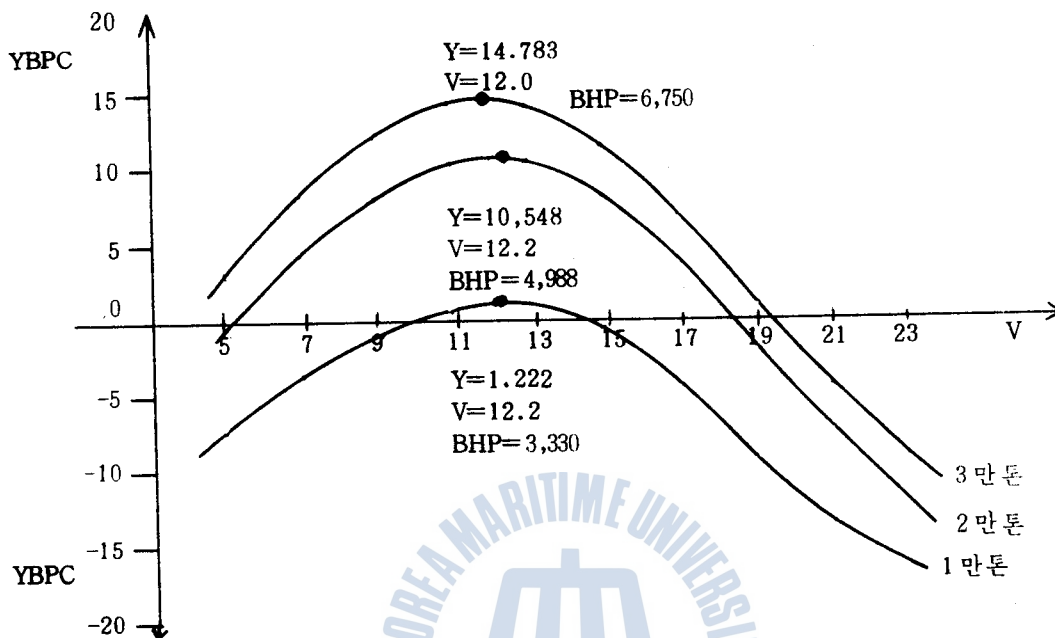
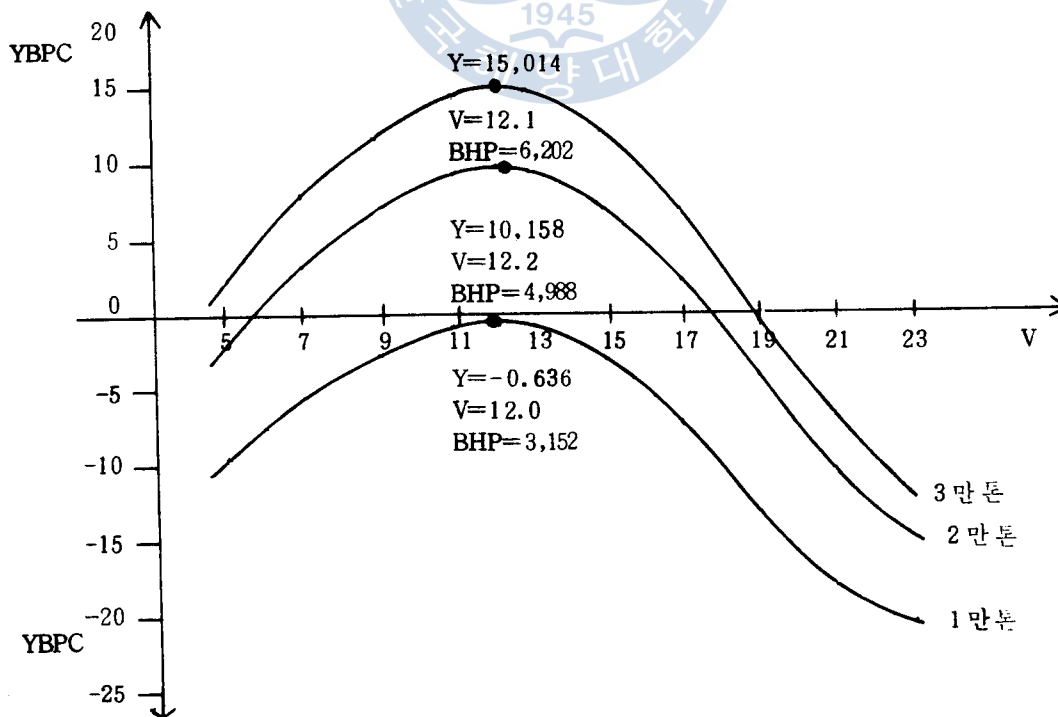


fig 8. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price decreased at 30 %.



knot 로 約 0.5 knot 減少하고 運送原費는 18.713 \$/ton에서 20.156 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 13.583 %에서 11.723 %로 約 1.86 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,819 HP이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯은 油價가 50 % 增加하면 經濟速力은 11.3 knot에서 10.3 knot로 約 1 knot 減少하고 運送原費는 33.554 \$/ton에서 38.064 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 -0.992 %에서 -0.641 %로 約 3.46 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 1,949 HP이다.

2萬屯은 油價가 50 % 增加하면 經濟速力은 11.7 knot에서 10.8 knot로 約 0.9 knot 減少하고 運送原費는 23.233 \$/ton에서 26.014 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 4.516 %로 約 3.393 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 3,455 HP이다.

3萬屯은 油價가 50 % 增加하면 經濟速力은 11.7 knot에서 11.0 knot로 約 0.7 knot 減少하고 運送原費는 20.028 \$/ton에서 22.267 \$/ton으로 增加하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 9.892 %로 約 3.103 % 減少한다. 이 때 最適機關馬力은 4,696 HP이다.

③ [그림 9,10]에서 運航距離 5,000 mile, 利率率 12 %, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 10.7 knot에서 年間 運航利潤率 1.847 %의 赤字를 가져오며 在來船은 經濟速力 10.3 knot에서 年間 運航利潤率 6.461 %의 赤字가 있음을 알 수 있다.

fig 9. The annual profit rate curve in modern ships when oil price increased at 50%.

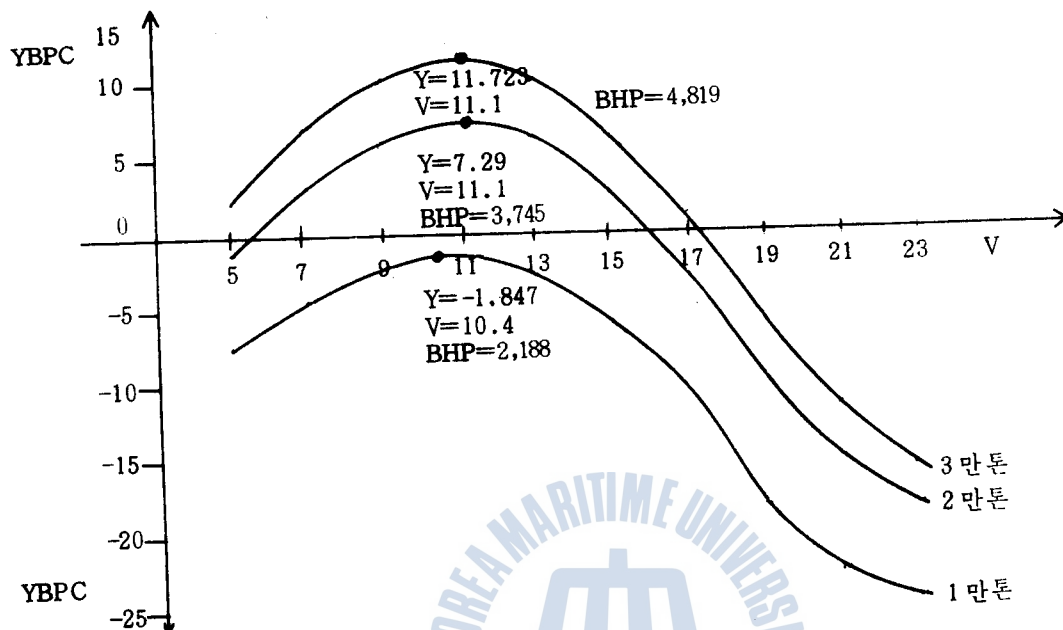
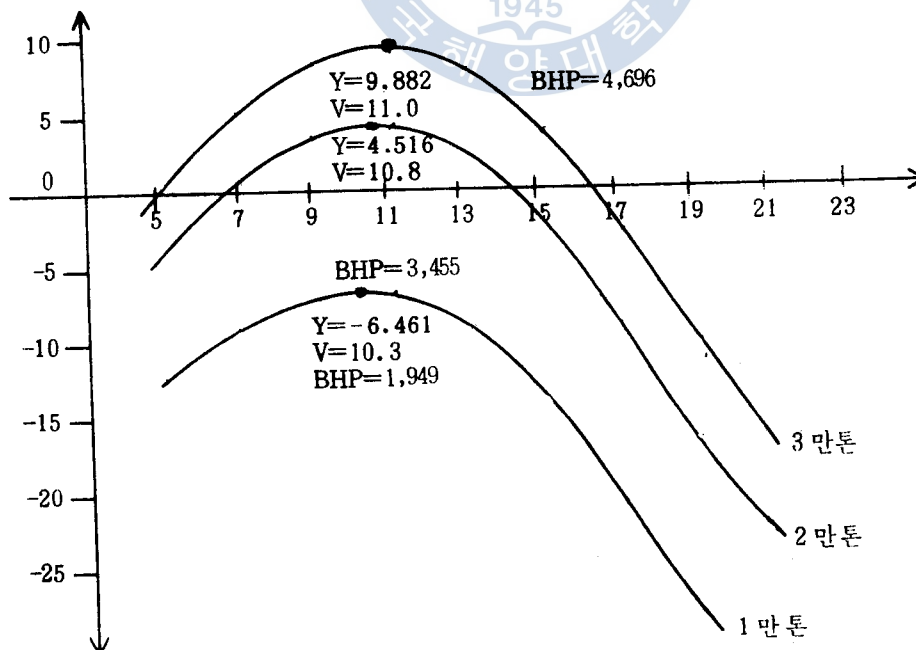


fig 10. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price increased at 50%.



바. 油價가 50% 減少했을 때의 經濟速力 및 最適機關馬力

86年 油價를 基準으로 50% 減少했을 때(主機燃料 100 \$/ton, 發電機燃料 159 \$/ton)의 經濟速力 및 最適機關馬力の 變化는 다음과 같다.

① 近代船의 경우

[表-2]에서 1萬屯은 油價가 50% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot에서 12.7 knot로 約 1.1 knot 增加하고 運送原費는 30.055 \$/ton에서 27.286 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 -0.042%에서 2.157%로 約 2.199% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 3,815 HP이다.

2萬屯은 油價가 50% 減少하면 經濟速力은 11.8 knot에서 12.5 knot로 約 0.7 knot 增加하고 運送原費는 21.398 \$/ton에서 19.448 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 9.251%에서 11.467%로 約 2.216% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 5,384 HP이다.

3萬屯은 油價가 50% 減少하면 經濟速力은 11.6 knot에서 12.2 knot로 約 0.6 knot 增加하고 運送原費는 18.713 \$/ton에서 17.113 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 13.568%에서 15.619%로 約 2.036% 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 6,357 HP이다.

② 在來船의 경우

[表-3]에서 1萬屯의 경우 油價가 50% 減少하면 經濟速力은 11.3 knot에서 12.6 knot로 約 1.3 knot 增加하고 運送原費는 33.554 \$/ton에서 28.746 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은

- 2.992 %에서 1.100 %로 約 4.092 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 3,714 HP이다.

2萬屯의 경우 油價가 50 % 減少하면 經濟速力은 11.7 knot에서 12.6 knot로 約 0.9 knot 增加하고 運送原費는 23.233 \$/ton에서 20.124 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 7.909 %에서 11.760 %로 約 3.851 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 5,522 HP이다.

3萬屯의 경우 油價가 50 % 減少하면 經濟速力은 11.7 knot에서 12.4 knot로 0.7 knot 增加하고 運送原費는 20.028 \$/ton에서 17.532 \$/ton으로 減少하며 年間 最大利潤率은 12.995 %에서 16.430 %로 約 3.435 % 增加한다. 이 때 最適機關馬力은 6,678 HP이다.

③ [그림 11, 12]에서 運航距離 5,000 mile, 利子率 12 %, 運賃 30 \$로 運航할 때 1萬屯의 경우 近代船은 經濟速力 12.7 knot에서 年間 運航利潤率 2.157 %의 黑字를, 在來船은 經濟速力 12.6 knot에서 年間 運航利潤率 1.100 %의 黑字를 낼 수 있음을 알 수 있다.

fig 11. The annual profit rate curve in modern ships when oil price decreased at 50%.

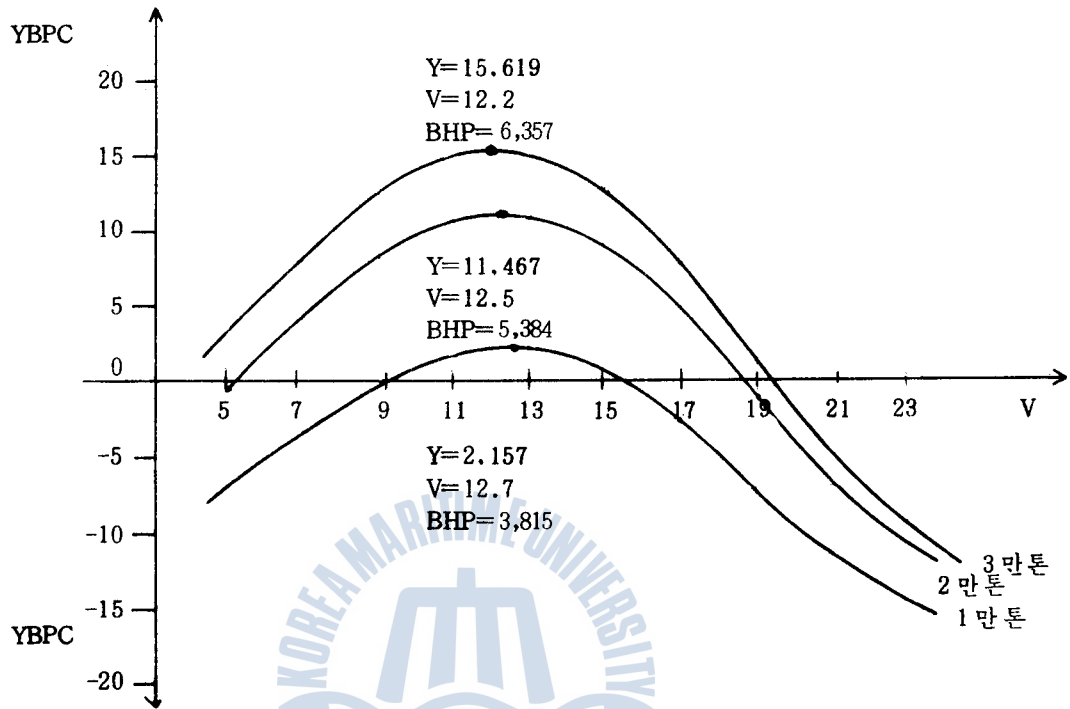


fig 12. The annual profit rate curve in conventional ships when oil price decreased at 50%.

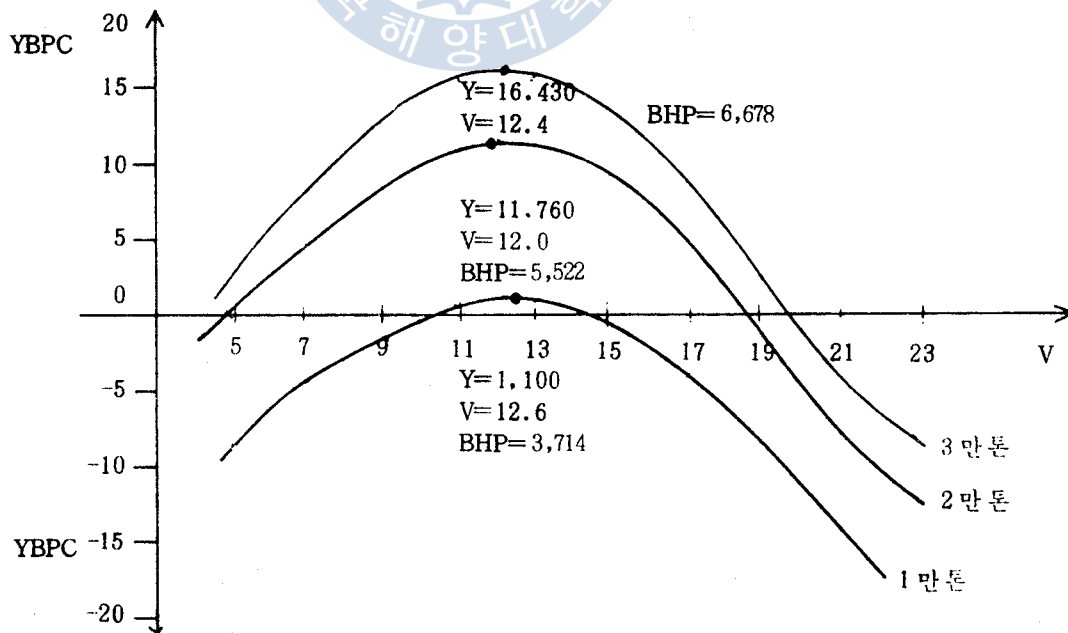


Table-2. The values of BHP and economical speed in modern ships when oil price are changing.

區 分		DWT			
		10,000	20,000	30,000	
86 年 油 價		運送原費 (\$/ton)	30.055	21.398	18.713
		年間最大利潤率 (%)	-0.042	9.251	13.583
		經濟速度 (knot/h)	11.6	11.8	11.6
		B H P (HP)	2.822	4.500	5.474
增 加	10 %	運送原費 (\$/ton)	30.560	21,744	19.014
		年間最大利潤率 (%)	-0.432	8.840	13.198
		經濟速度 (knot/h)	11.5	11.6	11.5
		B H P (HP)	2,744	4,272	5,337
	30 %	運送原費 (\$/ton)	31.534	22,445	19.596
		年間最大利潤率 (%)	-1.164	8.047	12.448
		經濟速度 (knot/h)	11.1	11.4	11.3
		B H P (HP)	2,452	4,054	5,072
	50 %	運送原費 (\$/ton)	32.477	23.094	20.156
		年間最大利潤率 (%)	-1.847	7.290	11.723
		經濟速度 (knot/h)	10.7	11.1	11.1
		B H P (HP)	2,188	3,745	4,819
減 少	10 %	運送原費 (\$/ton)	29.534	21.023	18.405
		年間最大利潤率 (%)	0.363	9.674	13.976
		經濟速度 (knot/h)	11.8	11.9	11.7
		B H P (HP)	2,983	4,618	5,613
	30 %	運送原費 (\$/ton)	28.447	20.260	17.782
		年間最大利潤率 (%)	1.222	10.548	14,783
		經濟速度 (knot/h)	12.2	12.2	12.0
		B H P (HP)	3,330	4,988	6,050
	50 %	運送原費 (\$/ton)	27.286	19.448	17.113
		年間最大利潤率 (%)	2.157	11.467	15.619
		經濟速度 (knot/h)	12.7	12.5	12.2
		B H P (HP)	3,815	5,384	6,357

Table-3. The values of BHP and economical speed in conventional ships when oil price are changing.

區 分		DWT	10,000	20,000	30,000
86 年 油 價		運 送 原 費 (\$/ton)	33.554	23.233	20.028
		年間最大利潤率 (%)	-2.992	7.909	12.995
		經 濟 速 力 (knot/h)	11.3	11.7	11.7
		B H P (HP)	2,595	4,385	5,613
增 加	10 %	運 送 原 費 (\$/ton)	34.469	23.807	20.480
		年間最大利潤率 (%)	-3.730	7.196	12.349
		經 濟 速 力 (knot/h)	11.1	11.5	11.5
		B H P (HP)	2,452	4,162	5,337
	30 %	運 送 原 費 (\$/ton)	36.266	24.936	21.375
		年間最大利潤率 (%)	-5.130	5.826	11.099
		經 濟 速 力 (knot/h)	10.7	11.2	11.2
		B H P (HP)	2,188	3,845	4,944
	50 %	運 送 原 費 (\$/ton)	38.064	26.014	22.267
		年間最大利潤率 (%)	-6.461	4.516	9.892
		經 濟 速 力 (knot/h)	10.3	10.8	11.0
		B H P (HP)	1,949	3,455	4,696
減 少	10 %	運 送 原 費 (\$/ton)	32,618	22,627	19,542
		年間最大利潤率 (%)	-2.230	8.641	12.656
		經 濟 速 力 (knot/h)	11.6	11.8	11.8
		B H P (HP)	2,822	4,500	5,756
	30 %	運 送 原 費 (\$/ton)	30.729	21.412	18.563
		年間最大利潤率 (%)	-0.630	10.158	15.014
		經 濟 速 力 (knot/h)	12.0	12.2	12.1
		B H P (HP)	3,152	4,988	6,202
	50 %	運 送 原 費 (\$/ton)	28.746	20.124	17.532
		年間最大利潤率 (%)	1.100	11.760	16.430
		經 濟 速 力 (knot/h)	12.6	12.6	12.4
		B H P (HP)	3,714	5,522	6,678

4.2 油價變動 및 海運運賃과 最適機關馬力

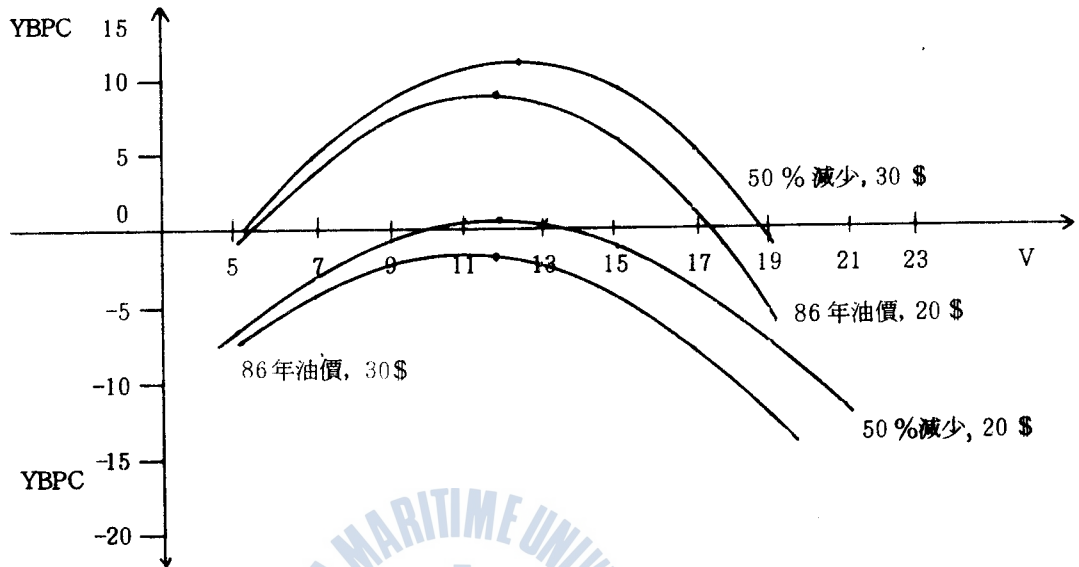
油價가 86年 基準價일 때와 基準價의 50%일 때 海運運賃이 各 各 20 \$/ton 및 30 \$/ton 으로 變動했다고 하면 年間 運航利潤率 曲線은 [그림-13]과 같다.

그림에서 運賃率이 20 \$/ton 이고 油價가 基準價일 때와 基準價의 50%일 때, 航海速力 9.5 knot ~ 13.7 knot 의 範圍內에서 後者는 年間 1% 미만의 黑字이나, 前者는 1% 내지 2% 정도의 黑字運 營임을 알 수 있다.

같은 運賃일지라도 油價의 變動에 따라 年間 運航利潤이 크게 變 化하며 油價가 上昇하면 經濟速力이 늦어지고 最適機關馬力은 작아 진다. 油價가 下落하면 經濟速力은 빨라지고 最適機關馬力은 커진 다는 것을 알 수 있다.

그리고 運賃이 30 \$/ton 인 경우, 86年 油價에서는 航海速力 5.4 ~ 17.4 knot 의 범위에서 黑字運航이 可能하며 經濟速力은 年間 運航 利潤率이 最大(9.251%)인 11.8 knot 이고, 最適機關馬力은 4,500 HP 이다. 50% 減少한 油價에서는 航海速力 5.2 ~ 18.8 knot 에서는 黑 字運航을, 經濟速力 12.5 knot 에서 年間 最大利潤率(11.467%)을 얻 을 수 있고 最適機關馬力은 5,384 HP이다.

fig 13. Fuel oil cost, freight rate and the economical speed. (modern ship, 20,000 DWT.)



V. 結 論

本 論文에서는 模擬모델 分析의 結果 및 解析을 通하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 다른 條件은 모두 같고 油價만 10%, 30%, 50% 變化시킨 경우, 近代船과 在來船의 積貨重量屯數 1萬屯, 2萬屯, 3萬屯의 經濟速力과 最適機關馬力은 다음과 같다.

油價	區分		近 代 船		在 來 船	
	D	WT	經濟速力	馬力(BHP)	經濟速力	馬力(BHP)
10%	增加	1萬	11.5	2,744	11.1	2,452
		2萬	11.6	4,272	11.5	4,162
		3萬	11.5	5,337	11.5	5,337
	減少	1萬	11.8	2,983	11.6	2,822
		2萬	11.9	4,618	11.8	4,500
		3萬	11.7	5,613	11.8	5,756
30%	增加	1萬	11.1	2,452	10.7	2,188
		2萬	11.4	4,054	11.2	3,845
		3萬	11.3	5,072	11.2	4,944
	減少	1萬	12.2	3,330	12.0	3,152
		2萬	12.2	4,988	12.2	4,988
		3萬	12.0	6,050	12.1	6,202
50%	增加	1萬	10.7	2,188	10.3	1,949
		2萬	11.1	3,745	10.8	3,455
		3萬	11.1	4,819	11.0	4,696
	減少	1萬	12.7	3,815	12.6	3,714
		2萬	12.5	5,384	12.6	5,522
		3萬	12.2	6,357	12.4	6,678

2. 船舶의 重量屯數와 運賃이 같을 경우, 油價의 變化는 年間運航利潤에 지대한 영향을 미치게 되고 油價가 上昇하면 最適機關馬力은 작아지고, 油價가 下落하면 커진다.

3. 近代船은 自動化되어 船員數가 18名, 燃料消耗量이 在來船의 約 3/4에 불과한데 一般的인 航路, 航海速力의 範圍에서는 年間運航利潤率이 在來船보다 약간 높다. 그리고 一般的으로 經濟速力이 在來船보다 빠름을 알 수 있다. 그러나 速力이 7 knot 以下의 저속에서는 在來船보다 年間運航利潤率이 낮아짐을 보아 韓國-中共間과 같이 短距離이고 荷役速力이 느린 航路에서는 近代船이 在來船보다 經濟性이 작을 것이다.

4. 本 研究에서 船價를 비롯한 直·間接船費를 1981 年度の 韓國海運市況을 基準으로 한 모델을 修正없이 利用하였기 때문에 結果值가 現實價와 多少差異가 있다. 따라서 이런 資料를 수집하여 보다 더 現實價에 가까운 모델을 만드는 것이 研究課題로 남아있다.

參 考 文 獻

1. 潘柄吉：交通產業論，博英社，서울，p.243，1971.
2. 1985年 海運年報，韓國船主協會，서울，p.62，1986.
3. 趙東成：低油價時代의 企業經營戰略，石油協會報，p.25，1986. 3.
4. A.L. Ayre: Approximating EHP Revision of Data given in Papers of 1927 and 1948, NECIES Trans. Vol.64.
5. Mandel Leopold: optimization Methods Applied to ship Design, SNAME Trans. p.26, 1966.
6. 全孝重：軸系裝置와 推進器，太和出版社，pp. 44 ~ 45，1977.
7. J.P. Comstock: Principle of Naval Architecture (Revised), SNAME, p.361, 1967
8. Imakita Junich: A techno-economic analysis of the port transport system, Saxon House, Teakfield Limited, p.33, 1978.
9. 梁時權：經營上の 要素變化가 船舶의 經濟性에 미치는 影響，〔船員船舶〕 창간호，가을，p.8，1984.
10. 梁時權：商船의 最適速力 및 積貨重量噸과 經濟性에 關한 研究，韓國海洋大學大學院論文集 第五輯，1983.
11. 韓國銀行 調查 統計月報，1986.

12. B.N. METAXAS: The Economics of Tramp shipping, The Athlone press university of London, p.109, 1971
13. H. Benford: The practical Application of Economics to Merchant ship Design, University of Michigan, 1967.
14. K.W. Fisher: Economic Optimization procedures in Preliminary ship Design, RINA Trans April, 1972.

