

경제성 최적화 기법에 의한 연근해 어선설계에 관한 연구

朴 濟 雄

朝鮮大學校

(1995년 5월 20일 접수)

A Study on the Basic - Design of Inside - Sea Fishing Vessel by Economic Optimization Technique

Je - Woung Park

University of Cho - Sun

(Received May 20, 1995)

Abstract

A fishing boat is a specialized vessel which is intended to perform certain well defined tasks. Its size, deck - layout, carrying capacity and equipment are all related to its function in carrying out its planned operations. Therefore the process of fishing boat design is inherently combined with optimization of the design variables called the economic optimization criteria. Optimization then is a process in which minimum value of weight or cost is established through evaluation of consecutive designs in which one or more design parameters are varied.

This paper is to study the basic - design of Stow - net fishing vessel in the Mok - Po region. The main task is developed the preliminary design model of engineering economic system in order to use optimization techniques from operations research the design problem needs to be expressed in terms of objective function and numerous constrains like : speed, fish hold capacity, fishing range, displacement and weight, ratio of main dimensions, etc.

The objective function represents the criterion which is NPV such as the ratio of revenue/cost. When using computers of limited capacity like P/C, the developed basic - design model of the economic optimization procedure must be simplified to V, Cb, L/B, Dv, Db and less than 15 constraint equations.

The main conclusions of this study have attempted to show that economic considerations are essential in Stow - net fishing vessel basic design and operations, and that techno - economic evaluation is an important tool for the design of Stow - net fishing vessel in 69ton and 79ton.

緒 論

해상오염 등으로 인하여 연근해의 수자원이 점점
이 논문은 1993년도 조선대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

차 고갈되고 있는 시점에서 어장의 원거리화에 따른 어선의 고속화 및 규모의 증가는 필연적이라 하겠다. 특히 국내의 어선에 대한 설계, 건조기술은

대형선박과 달리 낙후되어 있는 실정인 데 반하여 어장의 장거리화로 고속화에 적합한 어로기술 및 선형의 개발이 필요하게 되었다. 이와 같은 고속어선의 당위성에도 불구하고 연근해 어선의 공급처인 국내 중소형 조선소들은 고속어선 설계기술 능력이 거의 없어 어업에 종사하는 어민들은 비경제적인 재래선박이나 노후선박을 가지고서 연근해 어업에 종사함으로써 어려움이 더욱 가중되고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 다소나마 보완하기 위해 여러종류의 어업중에서 전남지역(특히 목포지역)을 중심으로 하여 활발히 조업중인 안강망어업을 선정하여 최적화기법을 이용한 동업종의 어선설계 모델을 제시하고자 한다. 즉 목포지역을 중심으로 한 안강망어업에 대해 일정기간의 조업하에서 최소경비를 갖는 가장 경제적인 안강망어선설계 방법론을 개발하여 실적선과 비교·분석하여 보고 이에 대한 가능성을 입증하고자 한다.

이와 같은 연구를 수행하기 위해 선행되어야 할 몇가지 작업을 요약하면 다음과 같다.

- 목포지역을 중심으로 한 안강망 어선의 어로 지역 환경 분석
- 동 지역의 안강망 어업의 톤급별 대표선박의 경영실태조사
- 동 선박에 대한 기본성능의 주요제원 분석

이러한 기초작업으로부터 얻은 자료를 근거로 하여 안강망 어선의 설계모델을 구성하고 경제성인자를 고려한 경제성 공학(economics engineering)에 근간을 둔 목포지역 안강망어업에 적합한 선형을 조선공학측면에서 찾아보고자 함에 역점을 두었다.

漁船의 經濟性 評價

일반적으로 수산업은 장기적인 미래의 불확실한 상황의 연속이므로 가능한 한 정확하게 미래 상황을 예측해야 함은 물론이거니와 어민의 궁극적인 목표인 이익의 극대화를 가져올 수 있는 경제성 있는 선박이 필요할 것이다. 특히 수산업의 경우에는 투자비용에 대한 외부 의존도가 크기 때문에 투자를 결정하기 전에 충분한 사업의 타당성, 즉 어

업활동에 대한 경제성 평가를 심도있게 수행해야 할 것이다. 이러한 관점에서 기존의 몇가지 경제성 평가기준중에서 어업에 적절히 활용될 수 있는 평가기준을 살펴보면 다음과 같다.

純現在價值額(NPV : Net Present Value)

순현재가치액(NPV)은 일반적으로 화물을 수송하여 얻을 수 있는 수익을 예측할 수 있을 때 사용되는 경제성의 분석기준이다. 따라서 어선의 경우에는 향후 어획량 및 어획가의 예측이 가능하다면 적합한 평가기준이 될 것이다. NPV는 일정기간에 어획량으로 얻은 연간수입과 동기간에 어업활동에 필요한 총경비 및 어선건조비의 현재가 차액을 나타낸다.

$$NPV = \sum [PW(\text{annual fishing quantity} \times \text{fishery unit price}) - PW(\text{annual operating cost}) - PW(\text{ship acquisition cost})]$$

여기서 n : 조업년수

PW : 현재가 ; $1/(1+i)^n$

위의 식에서와 같이 순현재가액은 어선의 사용기간에 어업활동을 하여 얻는 총수입에서 총지출액을 공제한 예상수익을 현재가로 표시한 것이므로, 순현재가액이 큰 어선이 경제성이 있다고 할 수 있다. 만약 어선의 사용기간 동안에 연간 수입 및 운항비가 일정하고 어선을 일시불로 구입하였다고 가정하면

$$NPV = SPW(\text{annual fishing quantity} \times \text{fishery unit price} - \text{annual operating cost}) - \text{ship first cost}$$

여기서 SPW : series present worth factor ;

$$(1+i)^{-n} / i(1+i)^n$$

그러나 이와 같이 단순화된 순현재가액은 비교목적의 경제성 평가에서는 일반적으로 많이 사용되는 기준이나 어떠한 두 어선의 경제성을 비교할 때 절대적인 값만을 나타내게 됨으로 상대적인 비교에는 불합리하다고 사료된다. 따라서 순현재가액을 초기투자액으로 나누어 줌으로서 보다 합리적인 경제성 기준을 얻을 수 있으며, 이기준을 NPV1이라 하고 상대적 비교목적에 많이 사용된

다.

$$NPV_1 = NPV/P$$

여기서 P : 초기투자액

資本回收率(CRF : captial recovery factor)

비교하려는 각 어선의 연간수익을 알 수 있고 그 어선의 사용연수가 동일한 경우에는 각각의 투자액에 대한 연간수익의 비율, 즉 자본회수율을 구하고 이들중에서 최대치를 택함으로써 가장 수익성이 좋은 어선을 설계할 수 있다.

$$CRF = A/P$$

여기서 A(annual return)=annual revenue
- annual operating cost

P : 초기투자액

위의 계산을 수행함에 있어서 연간운항비(annual operating cost)에는 자본비를 제외하는 데, 이는 자본비를 포함시키거나 제외하거나 자본회수율을 비교·검토함에 있어서는 동일한 결과를 얻게 되기 때문에 계산의 단순화를 위해 무시할 수 있다. 일반적으로 자본회수율은 전반적인 경제성을 판단하는 기준으로서 사용되는 외에도 선박의 설비 등에 대한 경제성 검토에 흔히 사용된다.

經濟性 漁船設計의 最適化 技法

어떤 대상의 문제(안강망 어선 설계 등)를 최적화 문제로 변환하여 풀고자 할 때에는 그 문제에 적합한 알고리즘을 구성하여야 할 것이다. 최적화의 일반적인 구성은 독립변수(independent variable), 목적함수(objective function) 및 제약조건(constraint)으로 되며 종속변수(dependent variable)는 최적화 수행과정에서 계산하게 될 것이다.

본 연구에서 활용하고자 하는 최적화 문제를 수식으로 나타내면 다음과 같다. 최적화 문제로서 제약조건식을 우선 어선설계에 타당하게 설정하고 앞에서 언급한 경제성 측정법중에서 순현재가치(NPV) 의미를 나타내는 목적함수를 J라 정한다. 그리고 이 목적함수를 최대화하는 V_0 와 $v_n(n=1\sim N)$ 를 구한다.

구체적으로 설명하면 먼저 V_0 를 일정하다고 할 때 $v_n(n=1\sim N)$ 을 최적계산에서 구하고, 다음에 V_0 를 실용범위에서 변화시켜 동일한 최적계산을 반복한다. $v_n(n=1\sim N)$ 의 최적계산에는 동적계획법(DP : dynamic programming)을 사용한다.

$$J(V_0, v_1, \dots, v_n) = J'(v_1, \dots, v_n) + G(V_0) \quad (1-1)$$

여기서

$$G(V_0) = \sum_{n=1}^N (-f_n \xi da_3 V_0^3 - \beta_3 W - D)(1+i)^{-n} - (C_h + K_m V_0^3) \quad (1-2)$$

$$J'(V_0, v_1, \dots, v_n) = \sum_{n=1}^N (-\beta_1 W x_{n-1}^2 - \beta_2 W x_{n-1} - S_n v_n^2 - u_n v_n + Wv - n x_{n-1})(1+i)^{-n} \quad (1-3)$$

이다. V_0 가 일정한 경우에는 식 (1-1)보다 식 (1-3)을 최적화하는 것이 좋다. 단, 식 (1-3)에서

$$S_n = f_n \xi V_0^3 da_1 + \beta_1 W d^2 V_0^2 \\ u_n = V_0[(A-B)d/L - f_n \xi a_2 d V_0^2 - \beta_2 dW] \\ \omega = -2\beta_1 \omega_d V_0 \quad (1-4)$$

J' 의 최적화 계산은 DP에 의해 실시한다. 즉,

$$P_n(x_{N-n}) = \max_{j=N-n+1}^N (-\beta_1 W x_{j-1}^2 - \beta_2 W x_{j-1} - S_j v_j^2 + v_j v_j + w v_j x_{j-1})(1+i)^{-j} \quad (1-5)$$

로 정의하면, 최적성의 원리에서 (n+1)에 대하여 $P_{n+1}(x_{N-n-1})$ 은,

$$P_{n+1}(x_{N-n-1}) = \max [P_n(x_{N-n-1} + dV_0 v_{N-n}) + (-\beta_1 W x_{N-n-1}^2 - \beta_2 W x_{N-n-1} - S_{N-n} v_{N-n}^2 + u_{N-n} v_{N-n} + w v_{N-n} x_{N-n-1})(1+i)^{-N+n}] \quad (1-6)$$

로 표현하는 것이 가능하다. 식(1-6)의 우변을 $P_0(x_N)=0$ 을 시작으로 v_{N-n} 에 관한 순차적으로 최적계산(v_{N-n} 에 의해 미분하여 0으로 놓고 최적치 v_{N-n}^* 를 구함)을 하면 차례로 $v_N^*, v_{N-1}^*, \dots, v_1^*$ 가 정해진다.

經濟性 漁船設計 模型構成 및 檢證

最適化 模型

앞에서 제시된 최적화 기법을 활용하여 장기적인 어선의 경제성 평가는 보는 견해에 따라 달리할 수 있겠으나, 조업지역의 장거리화 등을 고려하여 볼 때 어선의 최적속력을 어떻게 결정하는가 하는 인자를 최우선으로 고려하여 다단시스템 최적화에 접근하고자 한다. 종래에는 어선의 최적 계획속력이나 기관의 출력, 인건비 등은 외적요인이 일정하다고 보고 결정하는 경우가 많으나 앞으로는 이러한 요인들이 크게 변동하게 될 것이고 이에 대한 분석으로 여기서는 최적속력의 변화에 따른 어선 경제성 최적화 모델을 제시하고자 한다. 즉 어선의 속력을 각각의 년 분기마다 변화시키는 것을 전제로 한 초기설계의 문제를 취급하고자 한다. 설계의 기초로서 N년간에 선박의 총수익 J의 현가를 고려하여 이것을 최대 하도록 선박의 속력을 결정하는 것이다.

J는 다음과 같은 식으로 주어진다

$$J(V_0, v_1, v_2, \dots, v_N) = \sum_{n=1}^N [(A - B - F_n (V_0, v_n)) R_n - E_n(x_n) - D] (1+i)^{-n} - C \quad (2-1)$$

단, V_0 는 초기의 선박속도,

v_1, v_2, \dots, v_N 은 매년마다 속력을 변한다고 가정하고,

그것을 V_1, V_2, \dots, V_N 이라고 할 때,

$$v - 1 = V_1/V_0, v_2 = V_2/V_0, \dots, v_N = V_N/V_0 \quad (2-2)$$

로 표현된다.

여기서 식 (2-1)에서 각각의 항은 다음과 같다.

A : 1회 출어당 어획수입

B : 1회 출어당 출어경비

$F(V, v)$: 1항 출어당 해당의 연료비(매년 선박속력으로 변화)로 다음식으로 주어진다.

$$F_n(V_0, v_n) = f_n \xi V_0^3 v_n^3 \alpha(v_n) (L/V_0 v_n) \quad (2-3)$$

여기서, f_n : n년도의 연료가격(원/kg)

ξ : 상수(단위 출력당의 연료소비량)

$\alpha(v_n)$: 기관의 속력에 대한 연료소비 변화특성

식 (2-3)에서

$$v^3 \alpha(v_n) = a_1 v_n^2 + a_2 v_n + a_3 \quad (2-4)$$

로 근사시킨다.

R_n : 연간 항해수로서,

$$dV_0 v_n / L \quad (2-5)$$

단, d는 연간 조업일수(일/년),

L은 항로의 길이(km/회)

$E_n(x_n)$: n년도의 연간유지비로 n년까지 통상 총운항거리(xn)의 함수로서,

$$E_n(x_n) = (\beta_1 x_n^2 + \beta_2 x_n + \beta_3) W \quad (2-6)$$

단, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 는 상수이며,

W는 선박의 크기(중량 : 톤)이다.

D : 연간 간접고정비로 일정하다고 본다.

$(1+i)^{-n}$: 현가계수로 n년도의 이익을 현가로 환산하기 위한 계수,

i : 금리율이다.

C : 초기투자로 선박의 가격으로 정해지는 것으로 생각하여,

$$C = C_h + C_m$$

단, C_h 는 선체부의 가격,

C_m 은 기관부의 가격으로,

$$C_m = K_m V_0^3$$

으로 한다. K_m 은 상수로, C_m 이 기관의 출력으로 속도의 3승에 비례하는 것으로 생각한다.

식(2-1)의 각 항중에서 F_n 만이 연료가격의 상승에 의해 매회마다 변하는 것이라고 생각하고, 다른 항 A, B, D, E_n 등은 N년간을 통하여 물가상승에 따르는 가치변동이 없는 것으로 가정한다. 이 가정은 일반적인 물가수준이 상승하여 A, B, D, E_n 등이 변화하는 경우에는 연료비가 이것을 흡수하여 값이 오른다고 생각한다.

그러나 식(2-1)에서 J중에는 x_n 이 포함되며, 이것은 다음의 제약조건식을 만족할 필요가 있다.

즉, t를 시간으로 하여,

$$\begin{aligned} \text{속력} &= \frac{\text{운항거리}}{\text{시간}} = \frac{dc}{dt} = \frac{x_n - x_{n-1}}{d} \\ &= V_n = V_0 v_n \end{aligned} \quad (2-9)$$

이 관계에서, x_n 을 만족하는 식으로서,

$$\begin{aligned} x_n &= x_{n-1} + dV_0 v_n \\ x_0 &= 0 \end{aligned} \quad (2-10)$$

가 정해진다.

2.最適化에 의한 漁船의 初期設計모델

어선설계의 최적화(optimization)모델에 있어서 설계변수란 초기설계에서 설계하고자 하는 치수 등을 표시하는 변수로서, 이는 설계하는 사람의 판단에 의해 결정되는 것이다. 설계변수의 결정은 업종에 따라 차이가 있으며 일반적으로 상선(탱커, 살물선)은 초기설계에서 배의 길이, 폭, 깊이를 설계변수로서 직접 택할 수 있으나 연근해 어선에서는 상갑판위의 부피가 총톤수와 관련되어 배의 크기 결정에 중요한 인자가되므로 배의 길이, 폭, 깊이를 상갑판위의 부피와 관련하여 설계변수로 택해야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 어선의 기본치수가 상갑판위의 부피에 의하여 결정되어야 함을 고려하여 어선설계시 선택해야 할 변수를 다음과 같이 설정하였다.

가) 設計變數(design variable)

어선의 설계변수는 앞에서 설명하였듯이 항해속력 및 상갑판위의 부피에, 방형계수, 치수비, 이중저 높이(single bottom type에서는 제외)로 설정하였다. 특히 이중저 높이(double bottom height)는 갑판위에 어구 등 많은 물건을 적재하게 되어 복원력에 큰 영향을 주는 어선의 특성을 감안하여 이중저내의 창구와 갑판상의 부피에 따른 적재량 관계를 보다 심층적으로 분석할 필요가 있을 것으로 사료되므로 설계변수로 택하였다.

나) 從屬變數(dependent variable)

종속변수란 설계변수 값을 기초로 하여 어떠한 수학적인 식(mathematical algorithm)으로부터 계산되는 값을 나타내는 변수를 말하며 이 변수는 설계자의 의사와는 무관하게 구해진다. 따라서 어

선설계에 있어서 종속변수는 수십개 이상이 될 것이다. 주요한 종속변수로는 어업활동에 관련된 제 계수, 어선의 항해속력의 인자인 전저항, 프로펠러 효율, 주기관의 마력 등이 있고, 중량 및 배수량에 관련된 변수로는 경하중량, 연료소비량, 급수중량 등이 존재하게 되는 것 처럼 종속변수는 설계변수를 제외한 모든 값이 된다.

다) 制約條件(constraint)

어획을 대상으로 하는 수산업에 있어서 조업시스템 및 어선설계는 기능상 요구되는 조건 및 제반 사항 등을 고려하여 수행되어야 한다. 본 연구에서는 어선의 설계에 최적화 기법을 적용하여 초기설계 및 그 선박의 수산업의 경제성을 평가하기 위해서 다음과 같은 제약조건을 설정하였다.

- 어업환경에 관련된 조건 2개
- 설계변수 및 종속변수의 설계가능 영역(feasible region)에 관련된 조건 8개
- 소요마력에 관련된 조건 1개
- 상갑판의 volume에 관련된 조건 2개
- 건현 및 복원력에 관련된 조건 2개

라) 漁船의 初期設計 structure 構成

앞에서 언급한 설계변수, 즉 V(항해속력), D_v (상갑판위의 volume), C_b (방형비척계수), 치수비(L/B : 배의 길이/배의 폭), D_b (이중저의 높이)을 안강망 어선의 설계변수로 택하여 목포지역에서 조업중인 동 선박의 크기는 L(배의 길이)가 일반적으로 24m보다 크기 때문에 $L \geq 24$ 인 안강망어선 초기설계 순서도를 Fig. 1과 같이 구성하고자 한다.

한편 얻은 주요치수 L, B, T, D, C_b 를 근거로 하여 복원력(GM) 및 배수량(Δ)를 최소화하는 값을 $GM(L, B, D, T, C_b)$, $\Delta(L, B, T, D, C_b)$ 의 형상함수로 부터 구하여 다음의 조건식 만족여부를 검토한다.

$$\begin{aligned} GM(L, B, D, T, C_b) &\geq \text{어선에 만족하는 GM값} \\ (L, B, D, T, C_b) &\text{추정된 배수량} \geq 1 \\ \Delta / \text{추정된 배수량} &\geq 1.03(3\% \text{의 마진}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{loaded} - \Delta_{light} &\geq V_{ft} \times J_{ft} + W_f + \text{margin} \\ V_{opt}(L, B, D, T, C_b) &\text{요구되는 항해속력} \end{aligned}$$

여기서

- Δ_{loaded} : 만선상태의 배수량
- Δ_{light} : 경하배수량
- V_{fh} : 어창용적
- J_{ft} : 어창내의 고기의 비중량
- V_{opt} : 어획고 단위톤당 최소비용에 대한 항해
속력

1. 유사선박의 테이타 분석
2. $V_{fh}/D, L/B, B/T, B/D, C_b, D_b, D_v$ 의 선정
3. L, B, T, D 의 추정
4. LWT(경하중량)의 추정
5. 만재상태시 중량계산
6. G/A(general arrangement)의 스케치
7. C_w, C_p 의 선택
8. 어창능력, 배수량, 트럼 및 복원력, 어로장비,
8. 주엔진, accommodation 등의 검토
9. 저항 및 마력(추진성능)계산
10. 보조기기 및 보조마력의 검토
11. Lines 및 G/A의 작성

Fig. 1 The Basic Design Diagram of Stow - Net ship

實績船의 檢證

이상과 같은 최적화기법 및 어선 초기설계 모델을 바탕으로 구성된 어선의 경제성 평가에 대한 시스템 methodology을 검증하였다. 검증에 활용된 어선은 목포지역을 중심으로 어업활동을 하고 있는 연근해 안강망 어선으로서 여기서는 공시선형(Ⅰ), 공시선형(Ⅱ)라고 칭하기로 한다.

Table 1 및 Table 2에서는 공시선형(Ⅰ), (Ⅱ)의 테이타를 기초로 하여 얻어진 경제성 안강망어선(Ⅰ), (Ⅱ)의 주요 Output이다.(이하부터는 어선(Ⅰ), 어선(Ⅱ)라 칭함)

즉 “공시선형(Ⅰ), 및 (Ⅱ)”의 어업활동 자료를 입력하여 얻은 결과인 Table 1 및 Table 2에 의하면 목포지역을 중심으로 어업활동을 하고 있는 안강망 어선은 현재 일반적인 운항속도보다 속력이 다소 증가하는 13~14knot로 높이고 배의 길이(L) 및 방형비척계수(C_b)을 기존의 안강망 어선보다 크게 하여 상갑판위의 부피와 어창의 부피를 좀더

Table 1. The Output of Economic Stow - net Fishing Vessel in 69 G/T

항 목	Output
주요치수(L*B*D*C _b)	27.0*6.4*2.6*0.63
중량 톤수(G/T)	69ton
선박의 배수량(Δ)	185ton
선박의 상용출력	1200PS
최적항해 속력	13.5knot
조업 거리	300mile
연간 평균조업일수(횃수)	20회
생산성지수(총수입/총지출)	1.245
선체가격 계수(만원/ton)	750만원/ton
간접 고정비	1,368만원
어창부피	135

Table 2. The Output of Economic Stow - net Fishing Vessel in 79 G/T

항 목	Output
주요치수(L*B*D*C _b)	28.5*6.8*2.6*0.64
중량 톤수(G/T)	79ton
선박의 배수량(Δ)	245ton
선박의 상용출력	1150PS
최적항해 속력	12.5knot
조업 거리	300mile
연간 평균조업일수(횃수)	20회
생산성지수(총수익/총지출)	1.310
선체가격 계수	730만원/ton
간접 고정비	1,690만원/년
어창부피	160

확대하는 방향으로 개선하는 것이 바람직하다고 사료된다. 이러한 결과는 기존 어선의 생산성수치가 1.2 수준에 있는 것으로 분석되고 있으나, 본 연구에서 제시된 어선에서는 이보다 높은 1.2~1.3을 나타내고 있는 것에 의미를 부여해 볼 필요가 있다. 특히 안강망 어선의 크기가 수자원 고갈 보호측면에서 법적으로 규제되고 있지만, 69G/T보다 79G/T에서 생산성이 높은 것으로 나타나고 있다.

한편 Fig. 2에서는 속력의 변화에 따른 연료소비의 특성변화를 분석한 결과로서 이 그림에 의하면 최적운항속력의 비(V_n) 및 연료소비 특성변화 계수(α)를 1.0 기준으로 할 때 V_n 의 감소에 반비례하여 값은 증가하여 $V_n=0.8$ 에서는 어선(Ⅰ) 및 어선(Ⅱ) 공히 1.4 수준에 이르고 있다. 또한 V_n 이 1.0부터 1.2까지 증가하는 동안의 α 값의 변화는

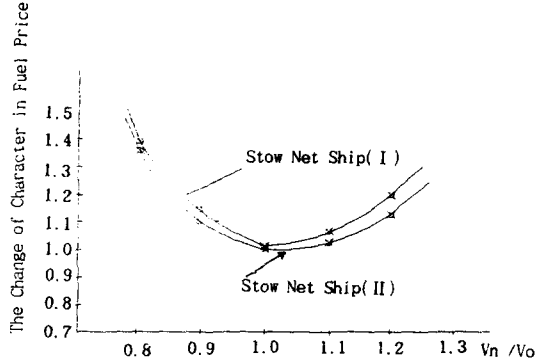


Fig. 2 The Change of Fuel Price in Optimum Voyage Speed

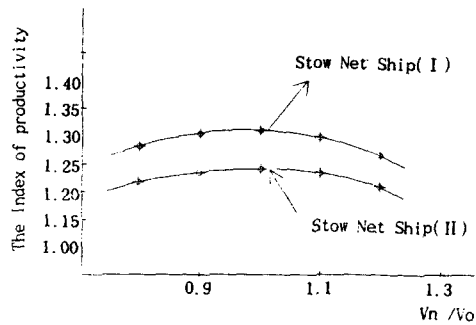


Fig. 3 The Index Productivity in Change in Optimum Voyage Speed

전자의 경우보다 증가세가 둔화되어 $V_n=1.2$ 일 때 $\alpha=1.2$ 이하에 머무르고 있음을 알 수 있었다. 이러한 두 계수의 변화로부터 예측되는 사실은 69톤급 및 79톤급의 안강망어선에서는 항해속력을 전반적으로 w 증가시키는 것이 그 반대의 경우보다 연료소비율을 향상시켜주고 있는 것으로 판단된다.

Fig. 3에서는 V_n 의 변화에 따른 어선(I), (II)의 생산성 지수의 변화에 대해 분석하여 보았다. 여기에 의하면 $V_n=1.0$ 에서 각 어선에 대한 생산성 지수는 어선(I)의 경우에는 1.245, 어선(II)의 경우에는 1.31을 나타내고 있어 어선(II)가 어선(I)보다 동일한 어업환경하에서는 경제성이 있는 선박임을 알 수 있다. 그리고 V_n 이 변화됨에 따라 생산성 지수도 변화하게 되는 데 구체적으로 살펴보면 $V_n=0.9, 1.1$ 에서는 $V_n=1.0$ 와 거의 차이를 보이

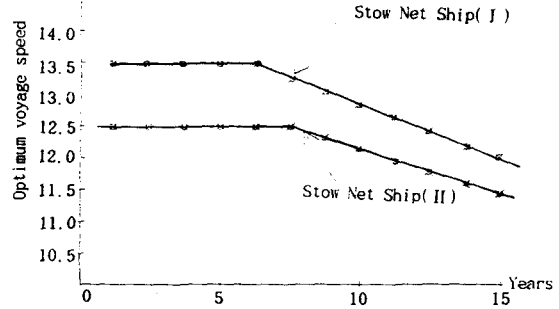


Fig. 4 The Change of Optimum Voyage Speed in Years

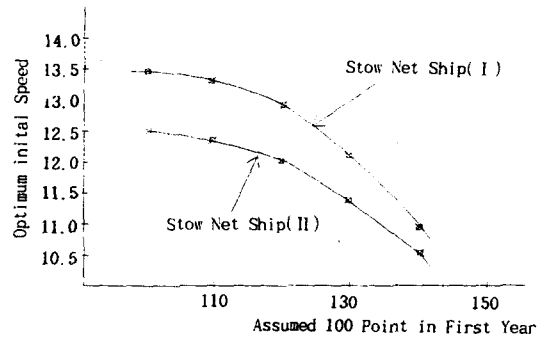


Fig. 5 The Increase Ratio of Fuel Price

고 있지 않으나, $V_n=0.8, 1.2$ 에서는 어선(I)의 경우에는 1.21, 1.205이며, 어선(II)의 경우에는 1.27, 1.26이다. 따라서 어선(I)의 경우에는 항해속력이 13.5knots에서 경제적이며, 어선(II)의 경우에는 12.5knots에서 가장 경제적인 항해속력임을 알 수 있었다.

Fig. 4에서는 어선의 조업년수에 따른 어선(I), (II)의 최적인항속력의 변화에 대해 분석하여 보았다. 즉, 항해속력은 주기판의 효율 및 연료가격 상승에 따른 최적소요마력과 그에 대한 속력의 변화를 의미한다고 할 수 있다. Fig. 3에 의하면 어선(I)은 어업활동 개시년도의 설계선의 최적속력 13.5knots가 6년 이후부터 서서히 떨어지기 시작하여 사용연도가 길어지면서 10년 이후부터는 최적속력이 13knots 이하로 되는 것으로 분석된다. 이러한 경향은 어선(II)의 경우에서도 비슷하게 나타나며 단지 사용년수 10년 이후의 감소율이 전자보다 다소 작을 다름이다.

Fig. 5에서는 연료비 상승률에 따른 어선(I), (II)의 최적인항속력의 변화에 대해 분석한 결과

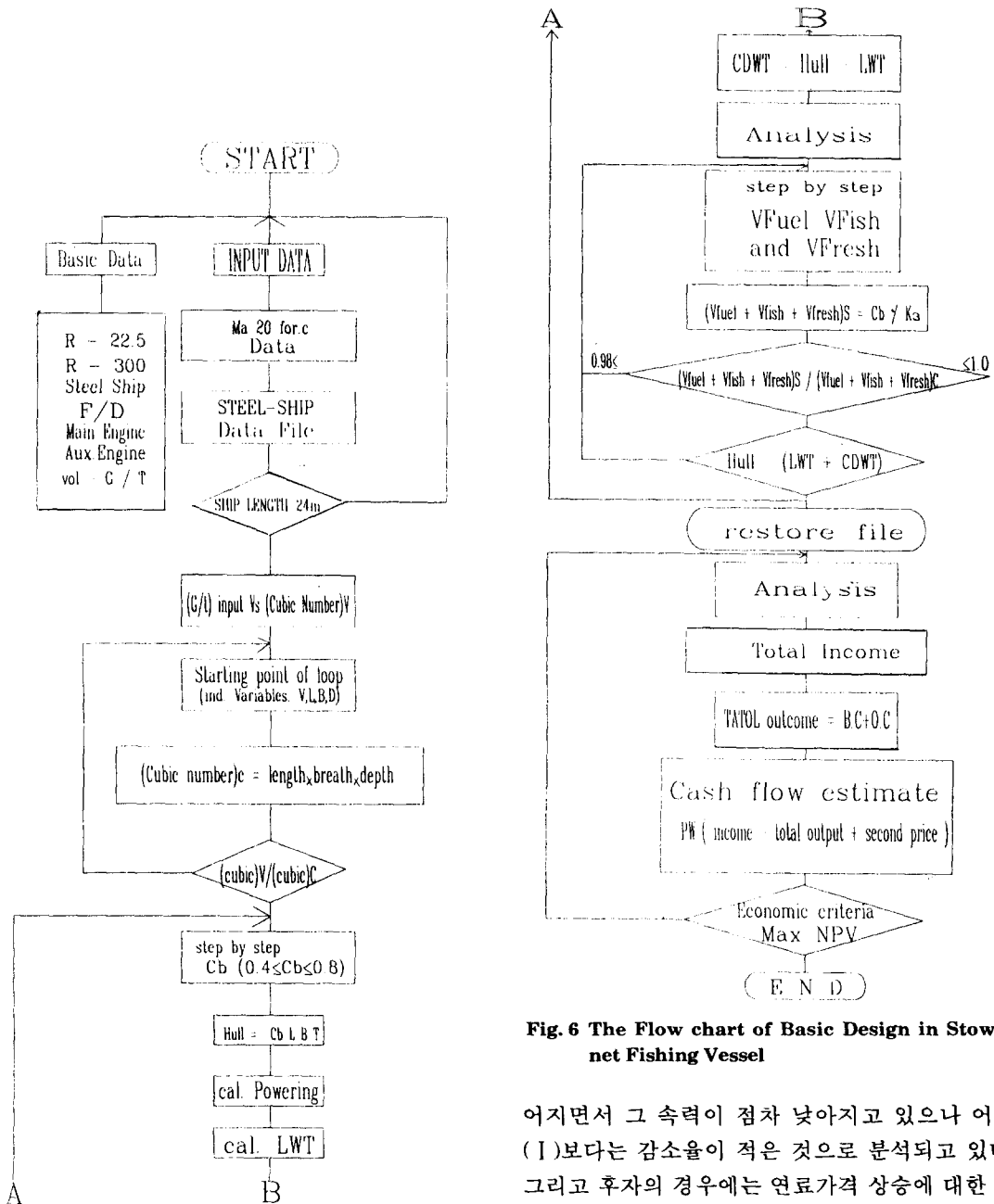


Fig. 6 The Flow chart of Basic Design in Stow-net Fishing Vessel

치를 보여주고 있다. 어선 (I)에서는 연료가격 상승률을 현재 기준으로 하여 30%의 상승이 되었을 때 최적 초기속력이 12knot수준으로 떨어지고 있으며, 어선(II)에서도 어선 (I)과 비슷한 경향을 보이고 있다. 어업 개시년도에 어선(II)의 설계선 최적속력은 12.5knots로 결정되었고 사용연수가 길

어지면서 그 속력이 점차 낮아지고 있으나 어선 (I)보다는 감소율이 적은 것으로 분석되고 있다. 그리고 후자의 경우에는 연료가격 상승에 대한 최적 초기속력은 30%의 상승율을 보였을 때 11knots 수준으로 떨어지고 있는 바, 어선의 속력의 향상을 통한 경제성 어선설계는 연료가격의 추이를 면밀히 관찰하여 수행되어야 할 것이다. 전반적으로 연료가격이 오르게 되면 이에 적합한 항해 속력은 그림에서 얻어진 결과와 같이 적절히 조절하여 운항하는것이 바람직하다고 본다.

끝으로 Fig. 6는 본 연구에서 구성한 안강망 어선의 종합적인 기본설계과정을 보여 주고 있다. 기본 구성은 과거 실적선의 자료로부터 D/B(Data base)를 만들고 이 값을 기초로 하여 기초로 하여 기본설계 과정에서 배수량, 건현, 복원력, 소요마력 등을 계산하여 실적선과 비교한 결과 기본치수의 변화가 유사한 경향을 보이고 있음을 알 수 있다.

要 約

열약한 국내 소형조선소의 어선설계기술 및 경제력이 날로 약화되고 있는 목포지역 안강망 어업에 대해 분석하기 위해 본 연구를 수행함으로써 얻은 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 목포지역을 중심으로 한 안강망어업의 실태파악을 수행함으로써 동업종의 경영분석을 하게 되었으며, 목포지역 어장환경에 적합한 표준어선개발의 기초자료를 얻게 되었다.

둘째, 어업활동의 기간대별 어선의 최적속력 및 적정소요마력을 분석할 수 있는 최적화 모델을 구성하여 이의 활용 가능성을 입증하였다.

셋째, 목포지역을 중심으로 어업활동을 하고 있는 기존의 안강망 어선보다는 본 연구에 의해서 토출된 설계어선의 주요치수가 경제성이 있음을 알 수 있었으며 또한 동업종의 어선규모 및 속력을 확대하는 것이 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 즉 69톤급 안강망 어선의 주요치수는 길이×폭×깊이×비척계수는 $27.0 \times 6.4 \times 2.6 \times 0.63$ 이며, 79톤급 안강망 어선의 주요치수는 길이×폭×깊이×비척계수는 $28.5 \times 6.8 \times 2.6 \times 0.64$ 를 얻게 되었다.

參考文獻

- 1) 朴濟雄(1992) : 標準漁船 開發을 위한 研究, 수산청 연구보고서, 675 - 746.
- 2) 朴濟雄(1993) : 漁業別 漁船競爭力分析 및 最適規模에 관한 研究, 어업기술, 29(1), pp 11 - 20.
- 3) 한국어선협회지(1994) : 1980 1993년도 실적선 통계자료집, 45 - 89.
- 4) John Fyson(1985) : Design of Small Fishing Vessels, Senior Fishery Industries Division, 45 - 150.
- 5) 이영길(1984) : 소형어선 근대화에 관한 연구, 과학기술처 연구보고서, 10 - 53.
- 6) 朴濟雄(1994) : 엔지니어링 시스템 設計工學, 원창출판사, 150 - 240.
- 7) Buxton I. L. (1972) : Engineering Economics and Ship Design, RINA, 78 - 97.
- 8) Hang E. J. and Arora J. S.(1979) : Applied Optimal Design, Wiley Int., 115 - 201.
- 9) White, J. A., & Case, K. E.(1977) : Principles of Engineering Analysis, John Wiley & Sons, 223 - 270.
- 10) 比木惠三(1974) : 프로세스 시스템의 설계, 丸善, 53 - 76.
- 11) 赤木新介(1980) : 선박과에너지절약, 일본 선용기계학회지, 15(2), 122 - 139.
- 12) Miller, R. E.(1979) : Dynamic Optimization and Application, McGrawhill, 110 - 165.
- 13) Rider, E.(1971) : General Computetr Soulation of Dynamic Programming Problems with Integer Restrictions. M. S. Thesis, 121 - 150.
- 14) R.I.N.A,(1981) : Calculator and Computer Aided Design for Small Craft, 27 - 80.
- 15) J.E.Engstrom and L.O.Engvall(1979) : A Method for Selection of an Optimum Fishing vessel for Investment Purposes, 155 - 190.