

論 文

24m미만 소형어선의 저항·복원성을 고려한 선형결정 프로그램 개발

박 제 웅* · 허 진 호**

Development of Hull form Decision Program Considering Resistance and Stability of Small Fishing Vessels Under 24m

Je-Woong Park · Jin-Ho Her***

〈 목 차 〉

Abstract	4. 선형결정 프로그램 구축
1. 서론	5. 프로그램 검증
2. 소형어선 선형결정인자	6. 결론
3. 선형결정을 위한 모델 제시	참고문헌

Abstract

As far as fishing vessels are concerned, there are two aspects to be noted: One is the stability which is the greatest concern for the safety of fishing vessels, as the corresponding number of casualty is overwhelming compared with those of other types of vessels. To make it worse, the feature of casualty is rather catastrophic, accompanying major fatalities.

The other aspect is related to the needs of improvement of resistance performance along with the hull form development. In particular, small fishing vessels, such as under 24m in length, which is dominant size in the type, need further scrutiny to enhance the qualities mentioned above, as relevant standards/criteria on the issues are not shown clearly and, therefore, implemented for the design or assessment.

* 조선대학교 선박해양공학과 교수

** 조선대학교 선박해양공학과 대학원

The present study aims to shed lights on the development of stability and resistance performances of the small fishing vessels, providing softwares developed, with which optimization for both criteria can be achieved in the process of basic design. In order to achieve the goals, existing stability standards and effective horsepower assumption method using statistical regression analysis are applied to examine stability and resistance performances respectively. Verification of the program is made through model ships and results are also discussed with some features of the software, such as simplicity and convenience to use.

1. 서 론

대부분의 우리나라 어선은 아직도 낙후와 영세성을 면치 못하고 있다. 이는 연근해 어자원이 풍부하지 못하여 다른 산업에 비해 소득수준이 낮은 탓도 있지만 어선의 노후와 소규모 어획활동이 주요인이다. 따라서 이들 어선의 안정성능면과 경제적인면과의 타협점을 찾고 나아가서 수익성이 높은 어선을 개발함에 있어 최적의 선형의 개발은 중요한 사항이라 할 수 있다.

그러나 이러한 문제가 대두되고 있음에도 불구하고 소형어선을 담당하고 있는 선박설계사무소 및 소형 조선소의 경험 위주 설계 및 건조, 선형개발에 있어서 지나친 고속화에 따른 복원성능의 간과 등이 행해지고 있다. 이는 24m이하의 어선에서는 개략적인 총톤수 계산만으로 건조가 가능하기 때문이라고 사료되고 이로 인해 수산업계에서는 최근에 빈번하게 전복사고가 발생하고 있고 또한 지나친 복원성능으로 인한 어선의 비효율성은 유가의 상승으로 인한 경제적인 면에서 어민에게 지나친 부담이 되어가고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 24m 미만 소형어선의 기본설계 단계에서 해양수산부에서 고시한 국내 복원성 기준안(98-91호)^{[1][2][3]} 및 77/93 안전협약에 의한 기준안^{[4][5]}과 통계적 회귀분석법^[6]에 의한 저항을 추정할 수 있는 시스템을 개발하여 안정성과 경제성 측면을 고려한 최적설형을 찾아내는 데 있으며, 연안어선을 경제적이고 안정성이 향상된 어선으로 대체하여 어민의 투자효율성 제고 및 소득증대 측면에서 연구의 당위성이 있다고 할 수 있다.

현재까지 국내 24m미만에 대한 소형어선에 대한 별도의 복원성 판정 프로그램은 존재치 않고 단지

77/93에 대한 프로그램이 존재하지만 자료입력의 복잡성, Windows에서 호환성, 그래프의 표현 등에서 다소의 문제점을 내포하고 있다. 따라서 본 연구에서는

첫째로, 선형결정의 인자로써 24m미만 어선의 복원성 판정 기준은 해양수산부고시(98-91)호 및 77/93 안전협약에 의한 정적·동적 복원성 기준과 저항성능 평가에 있어서 Tsuchiya 및 Kobayashi등에 의해 구한 계통적 모형실험을 통한 통계적 회귀 분석법을 제시하였다.^{[6][7][8][9][10][11]}

둘째로, 최적선형설계를 위한 인자의 분석을 위하여 시스템 이론해석의 한 방법인 ISM (Interpretive Structural Modeling)에 의한 선박의 기본치수와 제반요인간의 인과관계를 파악하고 기본설계모델^[12] 및 어구조작에 의한 복원성 분석 모델^[5]을 간략히 소개하였다.

셋째로, 선형결정인자로 제시된 복원성 및 저항성능 기준안을 가지고 최소한의 데이터만으로 수치 및 그래프로 도시화하여 복원성 판정과 저항성능을 추정토록 판단토록 하였으며 누구나 손쉽게 다룰 수 있도록 윈도우즈 상태의 작업환경을 갖도록 Visual C++로 구현하였다.

넷째로, 동급의 G/T 7.93톤급 연근해 소형어선 2척^{[13][14]}으로 최종 최적선형을 찾도록 하여 프로그램을 검증토록 하였다.

2. 소형어선 선형결정 인자

2.1 복원성능 평가

본 논문에서는 해양수산부 고시(제98-91)호와

77/93안전협약에 제시된 정적·동적 복원성 기준을 제시하고 복원성능 평가를 하도록 하였다.

2.1.1 횡메타센터(G_0M)에 의한 복원성 판정 기준(정복원성 기준)^{[1][3][5]}

어선의 복원성은 어떠한 상태에 있어서도 다음 산식의 수치 이상의 횡메타센터를 가져야 한다.

$$G_0M = 0.04B + \alpha B/D - \beta \quad (\text{미터}) \quad (1)$$

이식에서

- B : 선체 최광부에 있어서 늑골 외면의 선폭
- α : 강선 및 FRP선에 있어서는 0.54, 목선에 있어서는 0.28
- D : 강선 구조기준, 목선 구조기준 또는 강화플라스틱(F.R.P)선 특수기준에 의한 배의 깊이 (다만, D 가 $B/2$ 보다 큰 경우에는 $B/2$ 로 한다.)
- F : 전현(미터), D 의 상단으로부터 상당홀수(배수량의 등홀수)선까지의 수직거리
- β : F/D 에 따른 값^[3]

2.1.2 동요시험에 의한 어선의 복원성 판정 기준(동복원성 기준)^{[1][3][4][5]}

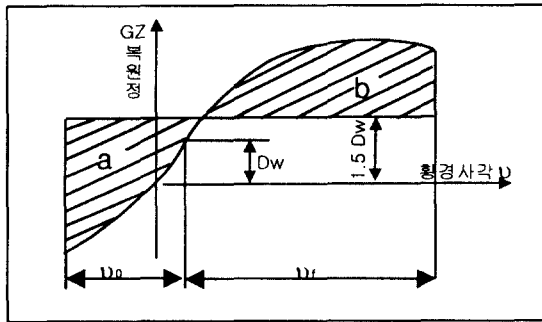


Fig. 1 GZ-curve for stability criteria

- ◎ $\frac{\text{면적 } b}{\text{면적 } a} \geq 1$ 이어야 한다.
- ◎ $DW = 0.76 \times 10^{-4} \frac{AHV^2}{W}$ (DW : 풍압에 의한 경사우력정)

H : A 의 중심으로부터 수선하부 투영면적 중심까지의 수직거리(m)

W : 배수량 (톤)

V : 풍속(평수선:15%, 연해선:19%, 원양선:26%)

◎ $\theta_0 = \sqrt{138 r S/N}$ (θ_0 : 횡요각)

$$r = 0.73 + 0.6 \frac{OG}{d}$$

$OG = KG - d$: 수면에서 중량중심까지의 수직거리

$S = P - q T_s$, 단, $0.035 \leq S \leq 0.1$

- P, q 의 값 평수구역 $P=0.156, q=0.0130$
- 연해구역 $P=0.153, q=0.010$
- 원양구역 $P=0.151, q=0.0072$

- N 의 값 만곡부에 길이 있는 어선 : 0.02
- 만곡부에 길이 없는 어선 : 0.01
- 큰 $SKEG$ 가 있는 어선 : 0.015

$$T_s = 2.007K / \sqrt{GM}$$

- $K =$ 빌지킬 또는 바용골이 없이 둥그런 빌지부를 가진 선박에 대하여 $K=1.0$
- 뾰족한 빌지부를 가진 선박에 대하여 $K=0.7$

Table 1 빌지킬 또는 바용골을 가진 선박에 대한 K 의 값 ($A_K =$ 빌지킬의 면적)

$\frac{A_K \times 100}{L \times B}$	K	$\frac{A_K \times 100}{L \times B}$	K
0	1.00	2.5	0.79
1.0	0.98	3.0	0.74
1.5	0.95	3.5	0.72
2.0	0.88	≥ 4.0	0.70

◎ θ_f : 해수유입각

◎ $GZ_{max} \geq 0.0215 B$ 또는 $0.275M$ 중 작은것

2.2 저항성능 평가

일반적으로 저항성능은 예인수조 혹은 회류수조에서 모형선을 이용한 실험으로부터 추정한다. 하지

만 모형시험을 통한 저항성능 도출은 소형어선을 담당하고 있는 선박설계사무소 및 소형조선소에서 현실적으로 부적합하다. 따라서 본 연구에서는 Tsuchiya^[7], Kobayashi^[11]의 어선의 통계적 회귀분석법을 통한 유효마력추정법을 응용토록 하였다.^[6]

2.2.1 저항성능 평가 분석

어선의 저항을 추정하기 위한 한 방법인 통계적 회귀분석을 이용하려면 수많은 어선의 모형에 관한 저항시험자료와 선형요소 및 Froude수에 관하여 아래와 같은 식을 세우고 이에 필요한 각 독립변수의 계수를 구함으로써 가능케 할 수 있다.

$$c. T_s (\text{전저항}) = F_0 (\text{선형요소}, F_n) \quad (2)$$

그러나, 본 연구에서는 많은 양의 어선모형에 관한 정확한 저항시험자료의 부재로 Tsuchiya^[6] 및 Kobayashi^[10]등에서 구한 회귀방정식의 계수들을 이용하였다.

2.2.2 저항성능 추정

어선의 초기설계시에는 배의 흘수선 길이(L) 및 침수표면적(S)보다는 배수용적(∇)과 설계속도(V)가 먼저 주어지는 것이 일반적이므로 이들이 더욱 중요한 요소가 된다. 따라서 전저항 계수를 아래와 같이 정의하고 γ_T 의 값들은 각 수조에서의 blockage effect를 수정한 open sea에서의 값들로 한다. <Fig. 2>는 통계학적 회귀분석 계수의 계산을 위하여 사용된 12척의 모형선에 대한 주요선형의 범위이다.

$$\gamma_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho \nabla^{\frac{2}{3}} V^2} \quad (3)$$

Froude수도 일반적으로 사용하는 F_n 을 이용하면 L의 변화에 따른 저항의 영향을 파악하기에는 부적합하므로 Froude수를 다음과 같이 정의하였다.

$$F_{n\triangleright} = V / \sqrt{\nabla^{\frac{1}{3}} \cdot g} \quad (4)$$

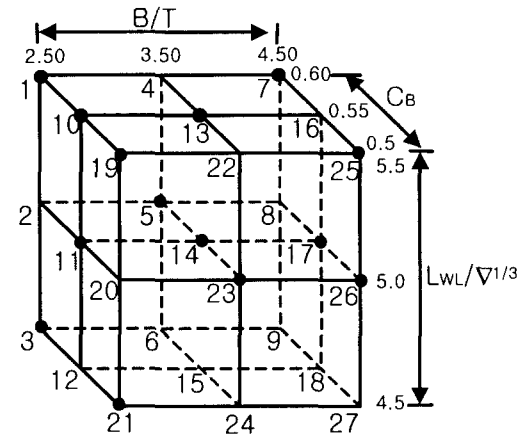


Fig. 2 Range of the type of vessels

저속역에서의 유효마력 추정은 길이 1.8 m로 만든 어선모형선들을 $F_{n\triangleright} = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2$ 의 7개 속도에 있어 각각 5가지 상태에서 저항시험을 수행하여 전저항을 모두 배수량 22.5톤(데이터선으로 사용된 어선들의 평균 배수량)의 어선의 것으로 환산한 것이다. 저속역에서 배수량 및 속도에 따른 적용범위는 <Fig. 3>과 같다.

고속역에서는 모형선의 고속역($F_{n\triangleright} = 1.3 \sim 2.1$)에서의 저항시험자료를 이용하여 배수량 50톤까지의 어선에 대한 유효마력을 추정하는 것이다. 유효마력추정법 및 각 선형 요소의 최적화기법은 저속

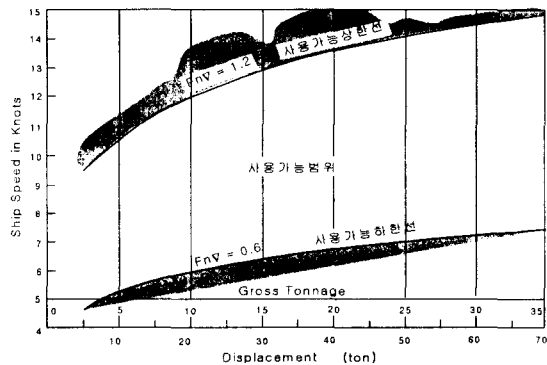


Fig. 3 Feasible range of EHP estimation for the low-speed fishing vessels

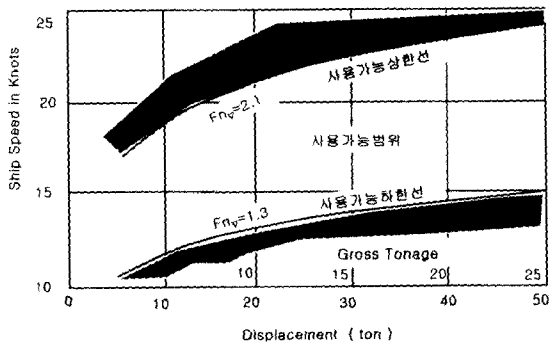


Fig. 4 Feasible range of EHP estimation for the high-speed fishing vessels

역과 같고 다만 회귀계수와 선형요소들만 다를 뿐이다. 배수량 및 속도에 따른 적용범위는 <Fig. 4>와 같다.

3. 선형결정을 위한 모델 제시

3.1 최적선형 분석 모형

연근해 소형 어선의 최적선형 분석은 시스템 이론해석의 한 방법인 ISM (Interpretive Structural Modeling)에 의해 <Fig. 5>와 같이 선박의 기본치수와 제반성능간의 상호연관관계를 구성하였고 <Fig. 6>은 제반성능간의 인과관계를 나타내었다. 제반성능간의 인과관계는 어선의 초기 선형설계시 중요인자로 작용되어 질 것이다.

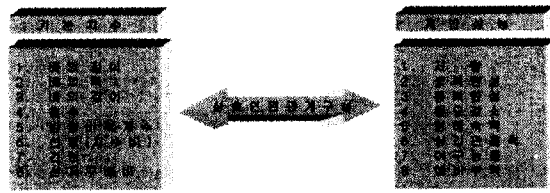


Fig. 5 Principal characteristics of the ship and all capability

제반 요인간의 인과 관계를 분석하여 보면 아래와 같고

1. 저항성 : 어선의 폭, L/B
2. 정복원성 : 어선의 폭
3. 동복원성 : 건현, B/D
4. 횡요감소 : 어로기기, L/D 등
5. 조업안정성 : 어구의 크기, 복원성 등
6. 조업능률성 : 어구어법, 작업방법(현측식, 선미식), 상갑판부피 등
7. 거주성 : 선원실의 위치 및 크기 등

각 제반성능의 관계를 원인과 결과라 할 때 두 관계를 살펴보면 <Table 2>와 같고 이를 2차 행렬로 표시한 후 ISM에 의한 계층적 유향 그래프를 작성하여 소형어선의 제반요인간 구조분석을 수행한 결과는 <Fig. 7>과 같다.

제반성능 기본치수	1. 저항	2. 정복원성	3. 동복원성	4. 횡요감소	5. 조업안정성	6. 조업능률성	7. 어구능률	8. 거주부피
1. 배의 길이	■							
2. 배의 폭	■	■						
3. 배의 깊이			■					
4. 흘수	■			■				
5. 방형계수					■	■		
6. 선형 (최소치)							■	
7. 건현			■					■
8. 선저구배				■				

Fig. 6 Causal relations of the principal characteristics of the ship and all capability

Table 2 Causal relation table between all capability

결과 원인	1.저항성	2.정복원성	3.동복원성	4.횡요감소	5.조업안정성	6.조업능률성	7.거주성
1.저항성	0	1	0	0	0	1	0
2.정복원성	1	0	0	1	1	1	0
3.동복원성	0	0	0	1	1	1	0
4.횡요감소	0	1	1	0	1	1	1
5.조업안정성	0	1	1	1	0	0	0
6.조업능률성	1	1	1	1	0	0	0
7.거주성	0	0	0	1	0	0	0

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} 1, \dots \dots \text{관계가 있을 때} \\ 0, \dots \dots \text{관계가 없을 때} \end{pmatrix}$$

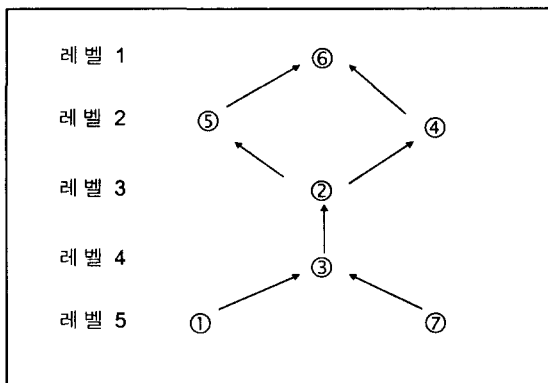


Fig. 7 General hierarchical graph due to ISM of small fishing vessels

3.2 안정성분석 최적모델 구성

안정성을 고려한 인근해 어선의 기본설계변수로서 설계변수, 종속변수, 제약조건으로 나누어 안정성 분석시스템을 구성하도록 하였으며 그 요소들 <Table 3>과 같다.

Table 3 Factor of basic design variables

설계변수	· 어선의 폭, 상갑판용적, 방형계수, 치수비(폭/깊이), 선저구배비
종속변수	· 어업활동에 관련된 제계수, 어선의 복원력에 관련된 인자들
제약조건	· 어업환경에 관련된 조건 2개 · 설계변수 및 종속변수의 설계가능 영역(feasible region)에 관련된 조건 6개 · 상갑판의 volume에 관련된 조건 2개 · 건현 및 복원력에 관련된 조건 4개

그리고 본 연구에서 활용한 안정성 어선설계의 최적화 기법은 최적화기법은 SUMT이며 수식으로 나타내면 다음과 같다.

Maximize STB =F(x)

Subject to $G_i(x) \geq 0$ (i = 1, 2, 3n)

여기서, STB : 목적함수로서 복원성 평가기준치

X : (x₁, x₂, x₃, x₄, x₅)

x₁ : 어선의 폭

x₂ : 어선의 상갑판부피

x₃ : 방형계수

x₄ : 치수비,

x₅ : 선저구배

G_i(x) : 제약조건

3.3 최적선형 개발을 위한 기본설계 모델

시방서와 도면은 선주의 요구사항들이 우선 선행되고, 설계도는 건조할 선박의 용도에 대한 자세한 정보가 주어져야 한다. 또한 그 이외의 특별한 배치(어구, 어로장치)에 대해 고려해야 한다.

설계과정에서 최적화는 하나 또는 그 이상의 설계요소를 다르게 하여 연속적인 설계작업을 시행하고 그 결과를 재평가하여 최소의 비용으로 최대의 성능을 얻고자 하는 것이다. 선박설계에서 배수량과 배의 길이는 선박건조비용에 가장 중요한 영향을 끼치는 것으로 추정되어진다. 따라서 설계자의 의무는 선주의 요구사항들을 만족시키는 적절한 배수량과 길이를 찾는 것이다. <Fig. 8>은 소형어선에

있어서 기본설계의 흐름도를 나타내었다.

3.4 어구에 의한 복원성 분석 모델^[5]

어선은 선박의 분류상 특수선에 속하며 어로작업이 주로 현측에서 이루어지므로 어구 조작에 따른 복원성 분석이 필요로 한다. 어구 및 어획물을 들어 올릴 때 중량은 붐의 끝단부에 작용하게 되며 이에 따라 횡경사모멘트가 발생하게 된다. 이러한 경우 횡경사모멘트는 배가 정수중에서 떠 있고 배의 길이 방향으로 작용하는 힘이 없다고 가정 할 때 <Fig. 9>으로부터 인장력의 수직방향힘에 의한 횡경사모멘트는

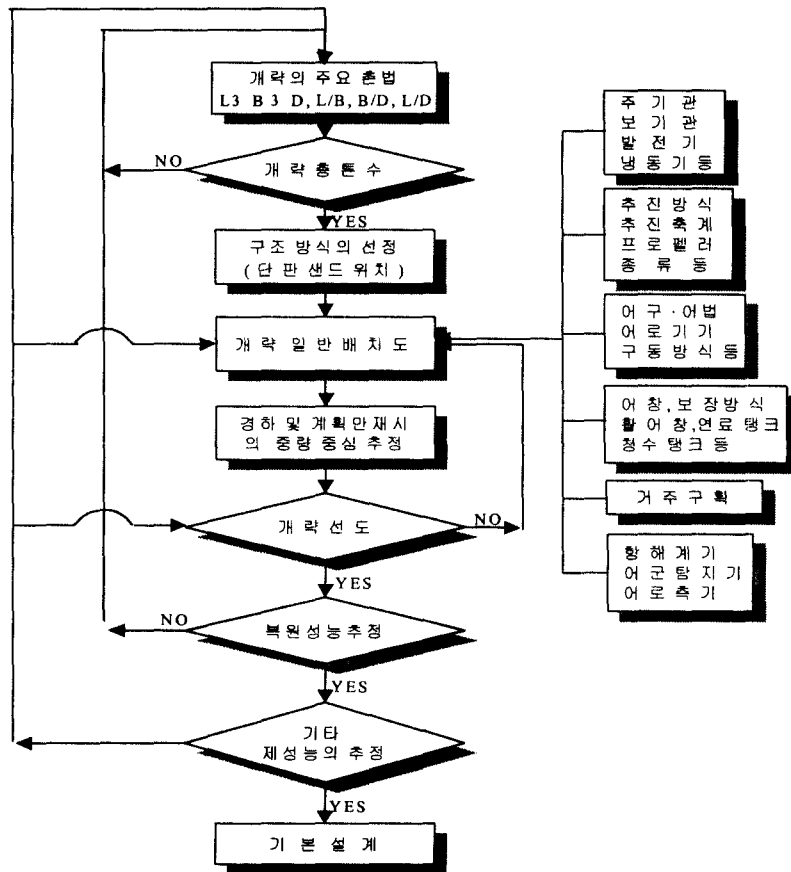


Fig. 8 Flow chart of basic design of a small fishing vessel

$$\begin{aligned} M_V &= P_{Z1}(Y_{1A} - Y_{1F}) \\ P_{Z1} &= P \cdot \cos \varepsilon \end{aligned} \quad (5)$$

이 되고 인장력의 수평방향 힘에 대하여 횡경사모멘트는

$$\begin{aligned} M_H &= P_{Y1}(Z_{1A} - Z_{1q}) \\ P_{Y1} &= P \cdot \sin \varepsilon \end{aligned} \quad (6)$$

이 된다. 여기서 Y-Z좌표계에 대하여 식을 변환하면,

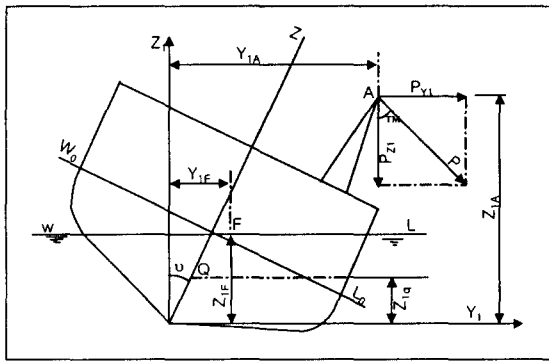


Fig. 9 Moment due to operating of fishing tools

$$\begin{aligned} Y_1 &= Z \cdot \sin \theta + Y \cdot \cos \theta \\ Z_1 &= Z \cdot \cos \theta - Y \cdot \sin \theta \\ M_V &= P \cdot \cos \varepsilon [(Z_A - Z_F) \sin \theta + \\ &\quad (Y_A - Y_F) \cos \theta] \\ M_H &= P \cdot \sin \varepsilon [(Z_A - Z_q) \cos \theta - \\ &\quad Y_A \sin \theta], \quad Y_q = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

가 되며 따라서 총 횡경사모멘트는

$$\begin{aligned} M &= M_V + M_H \\ &= P \{ \cos \varepsilon [(Z_A - Z_F) \sin \theta + (Y_A - Y_F) \\ &\quad \cos \theta] + \sin \varepsilon [(Z_A - Z_q) \cos \theta - Y_A \sin \theta] \} \end{aligned} \quad (8)$$

가 된다. 이 식에서 보듯이 총 횡경사모멘트는 인장

력, 인장방향, 인장력의 작용점의 위치뿐만 아니라 부면심의 위치 및 수면하 선체의 횡방향의 저항작용점에 관련됨을 알 수 있다. 여기서 횡경사시 부면심의 위치이동이 미소하므로

$$Y_F \approx 0 \quad Z_F \approx d \quad (9)$$

로 놓고 수면하 선체의 횡방향저항점(Z_q)은 실험에 의하면 개략적으로 뚱뚱한 배에서는 홀수의 1/2, 어선과 같이 날씬한 배에서는 d 에 가까운 것으로 알려져 있으므로 횡경사모멘트의 식을 간략화하면,

$$\begin{aligned} M &= P \{ \cos \varepsilon [(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta] \\ &\quad + \sin \varepsilon [(Z_A - d) \cos \theta - Y_A \sin \theta] \} \end{aligned} \quad (10)$$

가 된다. 여기서 상기식을 미분하여 $\frac{dM}{d\varepsilon} = 0$ 일 때의 횡경사모멘트, 즉 최대횡경사모멘트 발생각도는

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\varepsilon} &= P \{ -\sin \varepsilon [(Z_A - d) \sin \theta + \\ &\quad Y_A \cos \theta] + \cos \varepsilon [(Z_A - d) \cos \theta - \\ &\quad Y_A \sin \theta] \} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\tan \varepsilon = \frac{(Z_A - d) \cos \theta - Y_A \sin \theta}{(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta}$$

이 되고 따라서 최대횡경사모멘트는

$$\begin{aligned} M_{\max} &= P \cos \varepsilon [(Z_A - d) \sin \theta + \\ &\quad Y_A \cos \theta] \times [1 + \tan \varepsilon \\ &\quad \frac{(Z_A - d) \cos \theta - Y_A \sin \theta}{(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta}] \\ &= P \cos \varepsilon [(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta] \times \\ &\quad [1 + \tan^2 \varepsilon] \end{aligned} \quad (12)$$

$$\cos \varepsilon = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \varepsilon}} \text{ 이므로}$$

$$M_{max} = P [(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta] \times [1 + \tan^2 \epsilon]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

여기서 $\tan \epsilon$ 를 대입하여 풀면

$$M_{max} = P [(Z_A - d) \sin \theta + Y_A \cos \theta]^2 + \{ [(Z_A - d) \cos \theta - Y_A \sin \theta]^2 \}^{\frac{1}{2}} = P \sqrt{Y_A^2 + (Z_A - d)^2} \quad (14)$$

참고로 상기 최대 횡경사모멘트에 의한 선박의 횡경사는 10도 또는 갑판이 잠기는 각도 중 작은 값 이하여야 하며 어구에 의한 복원성 분석은 앞으로 본 논문의 프로그램에 접목하여 활용되어 질 수 있을 것이다.

4. 선형 결정 프로그램 구축

4.1 복원성 판정 프로그램의 구성

24m미만 연근해 소형어선의 복원성을 평가하기 위하여 77/93 어선안전협약 및 한국선박검사기술협회의 기준을 접목한 전체 복원성 판정 프로그램의 구성은 <Fig. 10>과 같다.

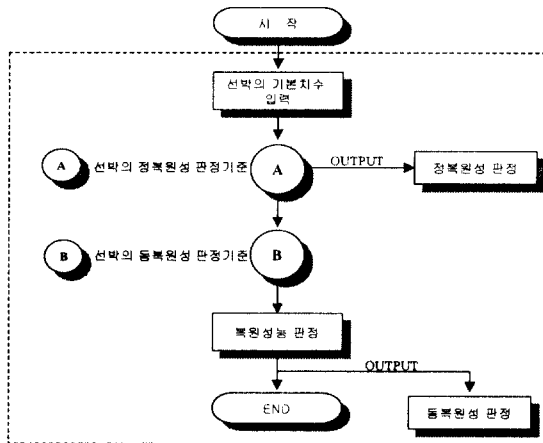


Fig. 10 Total flow chart of the stability criteria program

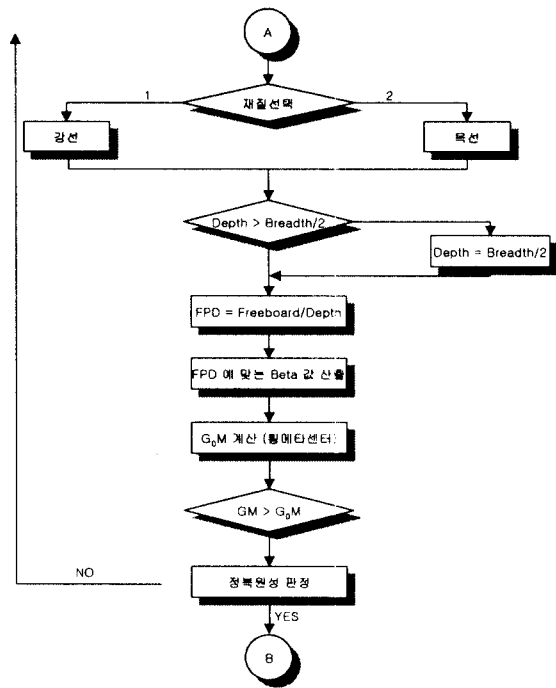


Fig. 11 Flow chart of the statical stability criteria program

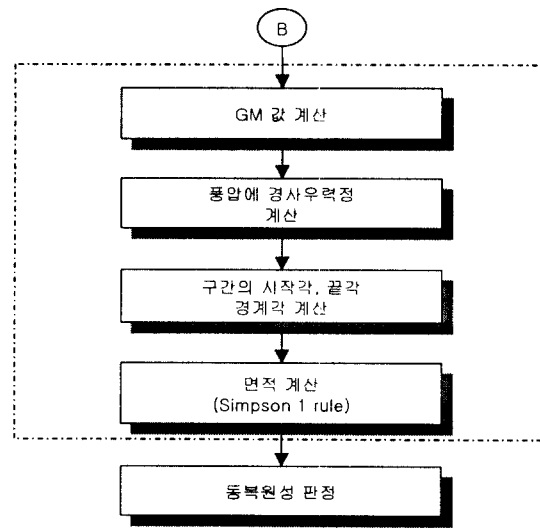


Fig. 12 Flow chart of the dynamic stability criteria program

<Fig. 12>에서의 선박의 동복원성 판정 프로그램에서 가장 핵심적인 요소는 면적계산에 의한 안정·불안정을 판정하는 것인데 이를 해결하기 위하여 Simpson 법칙을 적용하였다.

4.2 저항성능 판정 프로그램의 구성

선박의 저항성능을 추정하기 위한 프로그램의 흐름은 <Fig. 13>과 같다. 하지만 저항성능 추정 프로그램은 앞서 논한 바와 같이 우리나라 소형어선 모형실험에 관한 자료의 부재로 선형상 유사한 일본 소형어선의 자료를 모델로 하였으므로 결과치를 검토해 보고 평가해 보는 것이 타당할 것이다.

그 방법으로써 해양수산부 과제^[16]로 수행하고 있는 G/T 4.99톤, 7.93톤급의 Chine Type 과 39톤급 Round Type 어선의 모형실험 결과값과 프로그램 추정치를 비교토록 하였다. <Table 4>는 회류수조 실험실에서 실험한 모형선의 주요제원이다.

Table 4 Principal characteristics of ship models

분 류	4.99 톤 (Chine Type)		7.93톤(Chine Type)		39톤(Round Type)	
	경하 상태	만재 상태	경하 상태	만재 상태	경하 상태	만재 상태
L.O.A	12.74	12.74	15.40	15.40	25.10	25.10
L.W.L	10.73	10.77	13.03	13.09	23.50	23.40
Breadth	2.90	2.90	3.20	3.20	4.90	4.90
Depth	1.00	1.00	1.20	1.20	2.25	2.25
Draft	0.67	0.75	0.71	0.82	1.52	1.75
LCB	-0.756	-0.796	-0.381	-0.574	-0.395	-0.771
C _M	0.578	0.633	0.70	0.748	0.860	0.879
C _B	0.474	0.527	0.488	0.548	0.577	0.625
△(ton)	9.59	11.96	13.85	17.96	94.69	118.3

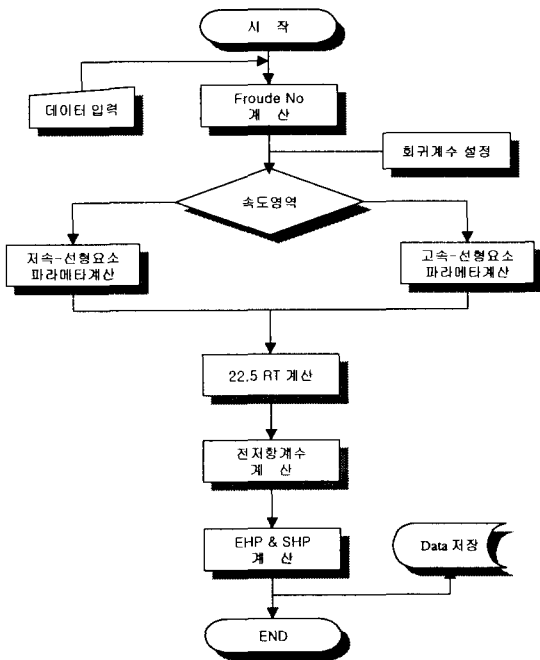


Fig. 13 Flow chart of the resistance criteria program

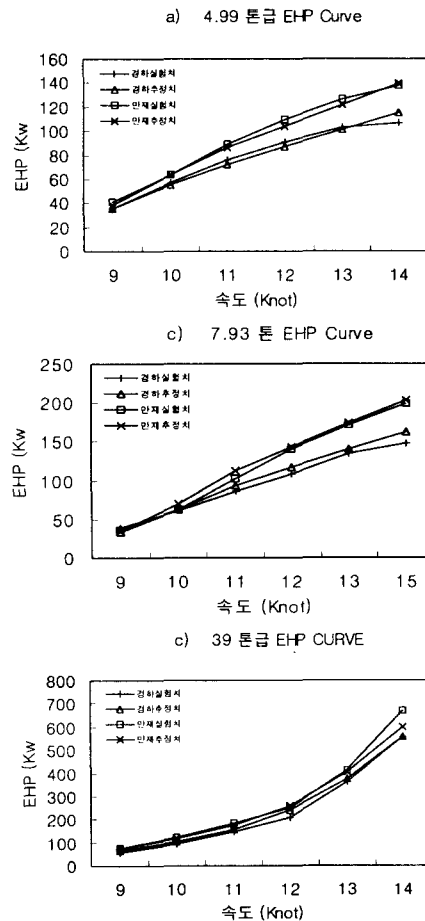


Fig. 14 EHP comparative curve of assumption value and experiment value

<Fig. 14>는 각 톤급별 EHP곡선으로서 모형실험 값과 추정값을 나타내었다. 이로부터 저항추정값과 실험값은 매우 근사하게 일치함을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 구현한 저항성능 평가 프로그램은 우리나라 어선에 있어서 신뢰성이 있다고 판단된다.

5. 프로그램 검증

5.1 비교선형의 정면도 및 주요제원

구축된 프로그램으로 7.93톤급 연근해 소형어선 2척을 기준으로 최적의 선형을 찾아내도록 하였고 <Fig. 15>과 <Table 5>는 각각 두 선형의 정면도와 주요제원이다.

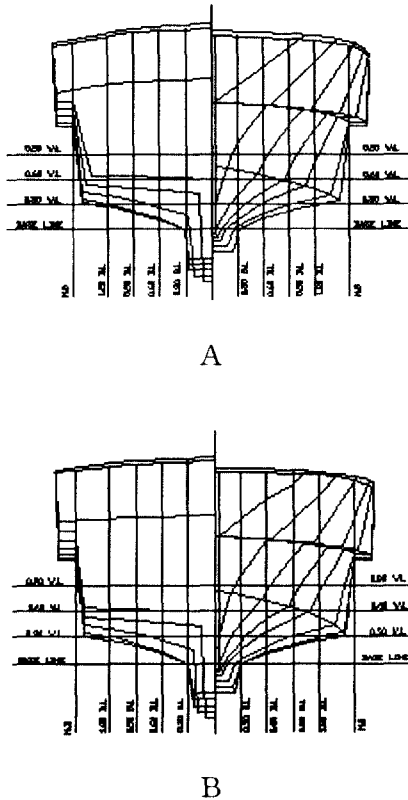


Fig. 15 Body plans of comparative hull form

Table 5 Principal particulars of comparative hull form

제 원 \ 선 형	A	B
LENGTH O. A.	15.25 m	15.90 m
LENGTH B. P.	12.80 m	13.00 m
BREADTH MLD.	3.200 m	3.200 m
DEPTH MLD.	1.220 m	1.200 m
DRAFT(D.L.W.L) MLD.	0.900 m	0.840 m

5.2 프로그램의 실행

프로그램을 실행하기 위한 중요 input data를 도출하기 위해 소형어선 전용 프로그램인 Caship을 이용하여 Hydrostatic계산을 수행한다.

5.2.1 프로그램 실행을 위한 INPUT DATA

본 프로그램을 실행하기 위한 input data의 인자는 <Table 6>에 나타내었고 <Table 7>은 모니터의 input data를 보여준다.

Table 6 Abbreviation & Units in input data

Dispt	: Displacements (ton)
L	: Length on water line (m)
B	: Breadth (m)
D	: Depth (m)
Draft	: Draft Bottom of Keel (m)
Velocity	: Max-Speed (Knot)
KG	: Vertical Center of Weight
L.C.B	: Longitudinal Center of Buoyancy (m)
GM	: Transverse Meter Center (m)
CM	: Midship Section Area Coefficient (m)
CB	: Block Coefficient
C _v	: Prismatic Coefficient
WPA	: Wind-Pressure area above Waterline (m**2)
A _H	: Vertical Length from projection area Center under Waterline to WPA Center(m**2)
TEP	: Presume Efficiency of Engine

Table 7 Input data in program

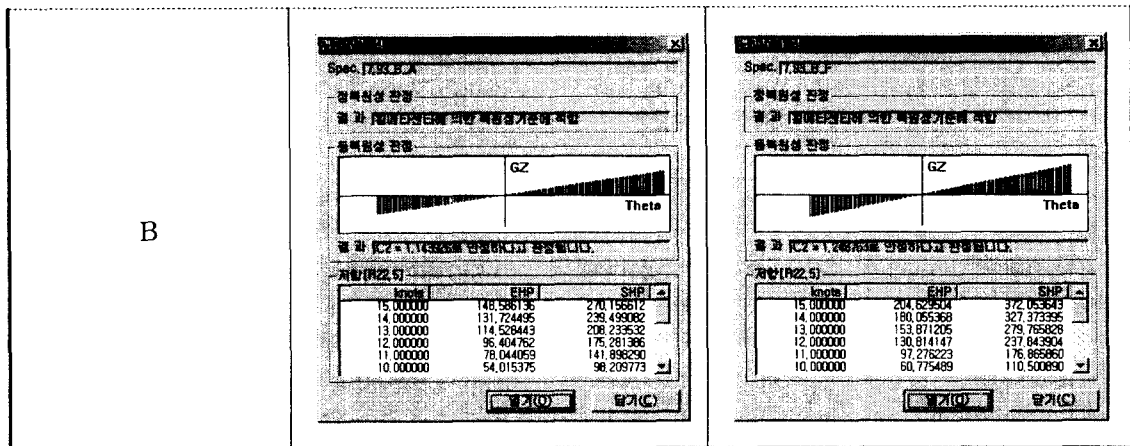
CONDITION		경하상태	만재상태
TYPE			
A			

5.2.2 복원성 판정 및 저항성능 판정

<Table 8>은 계산결과이다.

Table 8 Examples of output

CONDITION		경하상태	만재상태
TYPE			
A			



B

6. 결 론

<Table 9>, <Table 10>의 결과로부터 복원성면에서는 A TYPE, 저항성능면에서는 B TYPE이 우수함을 알 수 있지만 복원성능면에서 A, B가 서로 크게 차이가 나지 않으므로 저항성능면이 우수한 B TYPE의 선형을 채택토록 한다. 만약 복원성능면에서 차이가 많다면 어선의 사용목적에 고찰하고 저항성능면을 재평가해 보아야 할 것이다.

현재까지 24m미만의 어선에 대하여 별도의 복원성 기준 및 배수량 계산이 적용되어지지 않고 단순히 총톤수 계산이 행해짐으로 인해 침수 및 전복사고가 종종 발생되었고 또한 지나친 복원성능으로 인한 비경제적인 선박의 건조가 반복되었다. 본 논문에서는 24m미만 소형어선의 기본설계과정에서 복원성 및 저항성능을 동시에 검토해 볼 수 있는

Table 9 Resistance output in program

TYPE \ 속도	A		B	
	경하상태	만재상태	경하상태	만재상태
15 Knot	161.88	210.23	148.59	204.63
14 Knot	143.26	184.87	131.72	180.06
13 Knot	123.96	157.80	114.53	153.87
12 Knot	104.60	134.57	96.40	130.81
11 Knot	82.89	99.39	78.04	97.27

Table 10 Stability output in program

TYPE \ CONDITION	A	B
경 하 상 태	1.259	1.144
만 재 상 태	1.365	1.249

소형어선 전용 프로그램을 개발하고자 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째로, 저항성능과 복원성능 프로그램을 하나의 모듈로 구성하여 자료 입력상의 편리를 도모할 수 있었고

둘째로, 경제성과 안정성이 적절히 조화된 최적 선박의 선형을 도출해 낼 수 있었고,

셋째로, Visual C++로 구현하여 윈도우즈 호환이 잘 되고 결과치를 그래프와 수치로 동시에 보여줌으로 인해 누구나 손쉽게 이용토록 하였으며,

넷째로, 소형어선 선형개발을 위한 기준선의 채택 및 중·소 조선소 및 조선설계사무소등에서 충분히 활용되어지고,

마지막으로 본 논문에서 제시했던 어구조작에 의한 복원성 분석을 본 프로그램과 접목하여 발전시킨다면 어선에서의 복원성 분석을 모두 수행할 수 있으리라 사료된다.

참고문헌

- [1] 한국기계연구소, 선박의 복원성능 관한 연구, 선박의 복원성능, 1982. 12.
- [2] 수산청, 표준어선형 연구개발(I), 복원성, 1994. 3.
- [3] 해양수산부, 고시 98-91, 선박복원성 기준, 1999. 1.
- [4] 한국어선협회, 77/93 안전협약에 의한 국내 어선의 복원성능 검토, 국제법 수용방안 및 업종별 대책방안, 1996. 11.
- [5] 한국어선협회, 77/93 안전협약에 의한 복원성능 판정 프로그램 연구개발, 복원성 기준, 1994. 12.
- [6] 한국기계연구소, 어선의 유효마력 추정 및 최소저항을 갖는 선형요소들의 최적화에 관한 연구, 1982. 12.
- [7] Tsuchiya, T., "New Statistical Regression Analysis for Fishing Boat Hull Resistance", Jour. of Soc. Nav.
- [8] 小林務, 藤井巖, "小型 FRP 船型の 系統的模型試驗結果에 관하여", 日本造船學會誌 第579號, 1977, pp 390~398
- [9] 小林務, 土屋孟, "小型 FRP 船型の 高速域에서 系統的模型試驗結果에 관하여", 日本造船學會誌 第630號, 1981, pp 598~606
- [10] 土屋孟, "漁船船型の 有效馬力에 관한 統計解析과 그의 實用化에 대하여", 日本水産廳 漁船研究室 研究報告書 第6號, 1973
- [11] Kobayashi, T., Ariji, M. and Suzuki, S., "The Resistance Test Results of Some small Fishing Boats made of FRP", Japan Fishery Agency, Technical Report of Fishing Boat Vol.31 (Serial No.70), March, 1978.
- [12] John Fyson, Design of small fishing vessels, Design procedures, 1993
- [13] 수산청, 표준어선형 연구개발(II), G/T 7.93 TON 남해안 연안연승어선, 1994.
- [14] 수산청, 표준어선형 연구개발(III), G/T 7.93 TON 유자망어선, 1995
- [15] Kuester, J.L and Muze, J.H., "Optimization Techniques with Fortran", McGraw-Hill Book Company, 1973.
- [16] 해양수산부, 연근해(소형)어선 안정성을 위한 신차인(chine)선형 및 자동 A.R.T장치 실용화 기술 개발(2차년도 보고서), 1999. 9.
- [17] Doust, D.J. and Sc, M., "Trawler Forms with Bulbous Bows", BSRA Technical Memorandum No. 118, January, 1960
- [18] Kristinsson, G.E and Doust, D. J., "Stern Trawler Designs", Marine Technology, April. 1968