

論 文

# 어선(안강망) 안정성능 향상을 위한 복원성 평가기법 개발

박 제 응\* · 이 회 준\*\* · 김 주 남\*\*

## Development on Evaluation Technique of Stability for Safety Elevation in Fishing(Stow-Neting) Vessel

*Je-Woong Park\* · Hee-Jun Lee\*\* · Ju-Nam Kim\*\**

Abstract	5. 안강망어선의 복원성능 분석
1. 서론	6. 안강망어선의 선수높이 및 불워크 높이 검토
2. 어선의 복원성기준	7. 결 론
3. 어선안전협약에 의한 복원성기준 검토	참고문헌
4. 복원성능 판정프로그램 개발	

### Abstract

International Maritime Organization(IMO) has been chosen some of agreements for regulating the international stability criteria of fishing vessels and recommended that each government adopts theirs into the domestic law.

As a result, 77/93 Fishing Safety Agreement was ratified. Among the above agreement, contents of stability was not only applied to domestic law, but also strenghten considerably compared with existing stability criteria. And even if the calculation guide of stability with recommendations was regualted, Analysis of stability on domestic fishing vessels never have been used according to such a caculation method. Moreover, the caculation of stability criteria caused by strong wind, rolling effect and deck inflow was not considered in the existing basic design program. Therefore, the development of stability criteria program available for such a caculation has been of vital impotance.

\* 조선대학교  
\*\* 한국어선협회  
이 논문은 1996년도 조선대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

This research has developed a stability criteria program under 77/93 Fishing Safety Agreement. Also through development of stability criteria program, the stability performance of fishing vessel with 69ton stow-nesting was evaluated

## 1. 서론

어선에 대한 안정성 문제는 국가별로 정한 기준을 시행하고 있으나 이를 강화하기 위해 국제해사기구(IMO)에서 안정성을 국제적 기준으로 정하여 각국들이 국내법으로 채택할 것을 권고하고 있다. 이러한 일환으로 1993년도 IMO 회의에서 채택된 "1977년 어선 안전을 위한 토레몰리노스 국제협약에 관한 1993년 토레몰리스 의정서"에 따른 77/93년 어선안전협약은 복원성 및 내항성에 관한 규정을 엄격하게 다루고 있다. 이는 국내법에 비교하여 상당히 강화된 것으로 동 협약의 발효에 대비하여 어선의 복원성능을 평가할 수 있는 프로그램을 개발함과 아울러 국내 어선의 복원성능을 검토 분석하여 대책이 강구되어야 할 상황이다.

특히 타업종에 비해 복원성의 문제로 인하여 해난사고가 타 어업에 비해 빈번하게 발생하고 있는 안강망 어선의 경우, 개량어구가 지속적으로 개발되고 있으며 이와 더불어 안정성을 향상시킬 수 있는 선형개발도 꾸준히 연구되고 있으나 동 협정의 발효시를 대비하여 복원성능 판정을 유용하게 할 수 있는 연구가 절실하다.

이에 본 연구에서는 77/93년 어선안전협약에 의한 복원성능 평가 프로그램 개발하여 업종별 어선 중에서 복원성 문제를 가장 많이 야기시키는 안강망 어선을 선정하여 복원성능을 평가하였다.

## 2. 어선의 복원성 기준

### 2.1 국내법에 의한 복원성 기준

국내법에 의한 어선의 복원성 기준은 "어선설비 등에 관한 규칙"이 적용되고 있으며, 특수어선에 대한 세부 복원성 기준은 어선협회 검사규정에 따른다.

### 1) 어선설비 등에 관한 규칙

어선의 복원성은 횡메타센터의 높이가 모든 사용상태에 있어서 다음 산식에 의하여 산정한 값 이상인 것이어야 한다.

$$0.04B + \alpha B/D - \beta$$

여기서 : B, D는 배의폭, 깊이,  $\alpha, \beta$ 는 계수.

### 2) 특수어선에 대한 복원성기준

어선설비 등에 관한 규칙 이외에도 다음 기준에 적합하여야 한다.

첫째, 동요시험이 필요한 어선

$$\text{평가기준지수}(S) = \frac{\text{면적 } b}{\text{면적 } a} \geq 1$$

$S \geq 1$  : 안정상태

$S \leq 1$  : 불안정상태

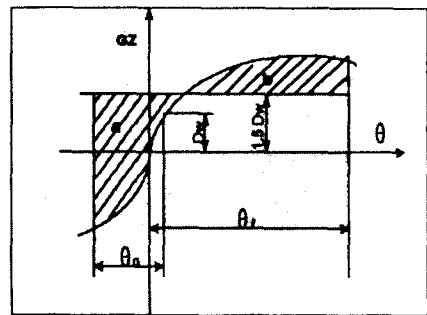


Fig. 1 Strong wind and rolling

여기서 면적은 정복원력곡선에서 계산되어진다.  
여기서

$$DW = 0.76 \times 10^{-4} \text{ AHV}^2/W$$

DW : 풍압에 의한 경사우력정

$$\theta = \sqrt{138rS/N}$$

$\theta_0$  : 횡요각

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

$\theta_f$  : 해수유입각

OG : 수면에서의 중량중심까지의 거리

d : 흘 수

S :  $0.035 \leq S \leq 0.1$

둘째, 풍압면적이 큰 어선

다음과 같은 산식을 만족하는 어선을 칭한다.

$$\frac{A_f}{L_f \times D} \geq 1.6 - \frac{1}{50}(L_f - 20)$$

다만,  $1.6 - \frac{1}{50}(L_f - 20)$

의 값이 0.5 미만인 경우는 0.5로 한다.

$A_f$  : 직립상태에서 건현을 0으로 가정한 어선의 수선 상부의 선체의 종단면적(m<sup>2</sup>)

$L_f$  : 건현갑판상에서 선주재 전면에서 타주까지, 타즈가 없는 어선은 타두재의 중심까지의 거리 (m)

### 2.2 77/93 어선안전협약에 의한 복원성 기준

동 협약에 의한 복원성 기준에 의한 복원성 판정기준은 다음과 같다.

- (a) 복원정곡선(GZ곡선)하에 있어서 경사각 30도까지 면적은 0.055미터-라디안, 경사각 40도 또는 해수 유입각  $\theta_f$  (다만,  $\theta_f$  는 40도 미만인 경우에 한한다. 이하 같다)까지의 면적은 0.090미터-라디안 이상이어야 한다. 또한 경사각 30도와 40도 또는 30도와  $\theta_f$ 와의 복원정곡선(GZ곡선)하의 면적은 0.030미터-라디안 이상이어야 한다.  $\theta_f$ 는 신속하게 풍

우밀로 폐쇄될 수 없는 선체, 선루 또는 갑판실의 개구가 침수를 시작할 때의 경사각을 말한다. 이러한 기준을 적용할 경우에는 점진적인 침수를 일으키지 아니하는 소개구는 개구로서 고려하지 아니한다.

- (b) 복원성 GZ는 30도이상의 경사각에서 200밀리미터 이상이어야 한다.
- (c) 최대복원성 GZmax는 가급적 30도 이상의 경사각에서 발생되어야 하며 그 각이 25도보다 적어서는 아니된다.

## 3. 어선안전협약의 복원성 검토

### 3.1 적용

77/93 어선안전협약의 복원성 및 이에 관련된 내항성 규정은 길이 24미터 이상 어선에 적용된다.

### 3.2 복원정 곡선의 계산

어선안전협약에서 복원정곡선의 계산은 주관청이 적당하다고 인정하는 것으로 규정되어 있다. 이에관한 세부지침으로는 IMO 결의 「어선의 복원성자료 정확 등에 관한 지침」이 있으며 이중 복원정 계산에 관한 주요사항은 다음과 같다.

- ① 어선의 비손상시 복원성에 관한 권고에 만족한지 여부를 확인하기 위한 계산에는 횡경사시 트림의 변화를 고려할 필요는 없다. 그러나 선루의 배치에 따라 일정트림에서의 계산에 상당한 오차가 예상되는 경우 주관청은 횡경사시 트림의 영향에 대한 계산을 요구할 수 있다.
- ② 횡경사각은 0도에서 10도까지 5도를 넘지 않는 간격으로, 10도에서 60도까지는 10도를 넘지 않지 간격으로 고려되어야 한다.

### 3.3 최소 복원성 기준

어선안전협약의 최소복원성규정은 IMO결의의 「어선의 비손상시 복원성에 관한 권고」가 수용된

것으로서 전통선루를 갖는 선박 또는 길이 70미터 이상인 선박의 메타센터높이는 주관청이 인정하는 바에 따라 150밀리미터까지 감할 수 있도록 완화되었다.

IMO결의의 복원성 기준은 국내법으로 수용되지 않고 있으나 한국선급협회에 입급하는 어선의 경우 적용되고 있으며 이 기준은 상선에 대한 복원성 기준으로 국제적으로 적용되고 있는 IMO결의의 초기횡메타센터높이에 대한 요구사항만 상이하 며 기타 요구사항은 동일하다.

### 3.4 어창의 침수

일반적인 어선에 있어서 어창 창구의 침수각은 대부분 20도 이상이 된다. 그러나 특별한 선형에 있어서 어창 창구의 침수각은 20도이하에서 발생하는 경우 어창의 침수계산은 통상 해당 어창용적의 25%, 50%, 75% 및 100% 용적이 침수한 경우를 각각 고려하여 중량중심 및 트림계산을 수행하여 최소복원성기준에 적합한가를 검토하게 된다.

### 3.5 특수한 어법

어로작업중 선박에 외력이 미치는 특수한 어법에 종사하는 선박은 주관청이 적당하다고 인정하는 바에 따라 강화된 복원성 기준이 적용할 것을 요구하고 있으나 이에 대한 세부적인 복원성기준이나 각 어법에 따른 횡경사모멘트 계산방법에 대하여 언급하지 않고 주관청이 위임하고 있다.

어구외력에 의한 복원성 문제는 안강만어선에 있어서 다음과 같은 경우에 발생한다.

- 선측으로 어구를 들어올리는 경우
- 해저의 장애물에 그물이 걸려 한쪽 그물의 와이어가 끊어질 경우
- 해저의 장애물에 걸린 그물을 선박의 주기를 사용하거나 또는 주기를 사용하지 않더라도 그물을 풀려고 하는 경우

#### 1) 어구를 들어올리는 경우

안강만 어선과 같이 어구를 들어올리는 특수어

법을 이용하는 경우 어구 및 어획물 등 중량물을 들어올릴 때 중량은 봄의 끝단부에 작용하게 되며 이에 따라 횡경사모멘트가 발생하게 된다.

소련의 제안에 의하면 이러한 경우의 횡경사모멘트는 배가 정수중에 떠 있고, 배의 길이방향으로 작용하는 힘이 없다고 가정할 때 Fig. 2로부터 인장력의 수직방향힘에 의한 횡경사 모멘트는

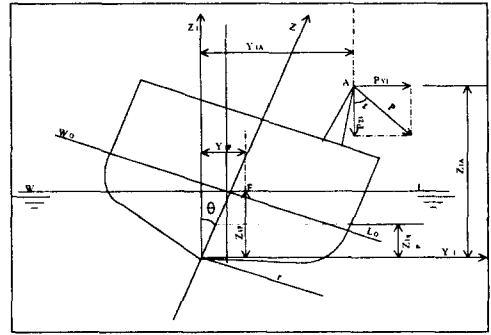


Fig. 2 A case of pulling fishing gear

$M_v = P_{z1} (y_{1a} - y_{1f})$   $P_{z1} = P \cos \epsilon$  이 되고, 인장력의 수평방향 힘에 의한 횡경사모멘트는

$M_H = P_{y1} (Z_{1a} - Z_{1q}) P_{y1} = P \sin \epsilon$  이 된다. 여기서 Y-Z좌표계에 대하여 식을 변환하면

$$Z_1 = Z \cos \theta + Y \sin \theta$$

$$Y_1 = Z \sin \theta - Y \cos \theta$$

$$M_v = P \cos \epsilon [(Z_a - Z_f) \sin \theta + (y_a - y_f) \cos \theta]$$

$$M_H = P \sin \epsilon [(Z_a - Z_q) \cos \theta - y_a \sin \theta], Y_q = 0$$

가 되며 따라서 총 횡경사모멘트는

$$\begin{aligned} M &= M_v + M_H \\ &= P \{ \cos \epsilon [(Z_a - Z_f) \sin \theta + (y_a - y_f) \cos \theta] + \sin \epsilon [Z_a - Z_q) \cos \theta - y_a \sin \theta] \} \end{aligned}$$

가 된다.

이 식에서 보듯이 총 횡경사모멘트는 인장력, 인양방향, 인장력 작용점의 위치 뿐만 아니라 부면심 위치 및 수면하 선체의 횡방향의 저항작용점

에 관련됨을 알 수 있다.

여기서 횡경사시 부면심의 위치이동이 미소하므로

$$y_F \approx 0, \quad z_F \approx 0$$

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

$$M = P\{\cos \epsilon [(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta] + \sin \epsilon [(z_a-d)\cos \theta - y_a\sin \theta]\}$$

가 된다.

여기서 상기식을 미분하여

$$\frac{dM}{d\epsilon} = 0 \quad \text{일 때의 횡경사 모멘트,}$$

즉 최대 횡경사모멘트 발생각도는

$$\frac{dM}{d\epsilon} = P\{-\sin \epsilon [(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta] + \cos \epsilon [(z_a-d)\cos \theta - y_a\sin \theta]\} = 0$$

$$\tan \epsilon = \frac{(z_a-d)\cos \theta - y_a\sin \theta}{(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta}$$

이 되고 따라서 최대횡경사 모멘트는

$$M_{\max} = P\cos \epsilon [(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta] \times [1 + \tan \epsilon \frac{(z_a-d)\cos \theta - y_a\sin \theta}{(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta}]$$

$$= P\cos \epsilon [(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta] \times [1 + \tan^2 \epsilon]$$

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

$$M_{\max} = P[(z_a-d)\sin \theta + y_a\cos \theta] \times [1 + \tan^2 \epsilon]^{1/2}$$

여기서  $\tan \epsilon$  을 대비하여 풀면

$$M_{\max} = P\sqrt{y_a^2 + (z_a-d)^2}$$

이 된다.

외국의 경우 어구를 들어올리는 경우 복원성기

준으로서 상기 횡경사모멘트에 의한 선박의 횡경사가 10도 또는 갑판이 잠기는 각도중 작은값 이하일 것을 제시하고 있으며 이것은 국내에서 적용되고 있는 특수한 어법을 사용하는 어선의 복원성 기준과 유사하다.

## 2) 어구가 해저에 걸린 경우

어망을 예인하는 경우 해저의 돌출물에 어구가 걸려 한쪽의 예망줄이 끊어지는 경우 어선에는 상당한 횡경사모멘트가 작용하게 된다.

더욱이 이러한 경우에 있어서 해저에 걸린 어구를 풀기 위하여 원치로 예망줄을 감고 추진기의 추력을 사용하여 어구를 풀려고하는 경우 횡경사모멘트는 상당히 증가하게 되어 선박이 순간적으로 전복되기 쉽다.

어망을 예인하다가 해저에 그물이 걸려 한쪽의 예망줄이 끊어지는 경우 배는 횡경사모멘트를 받기 시작해서 선회하기 시작하며 결국 반경 R의 주위를 일정속력 V로 회전하게 되며 선체와 예망줄과의 각도는  $\beta$ 로 평형을 이루게 된다.

이때의 평행각  $\beta$ 를 결정하는 것은 유체동력학적 힘 및 모멘트가 직접적으로 이각에 관련되므로 매우 어렵다. 이 값의 관계는 정확히 알려져 있지 않으며 더욱이 프로펠라 후류에서의 유속과 타각에 관련되어 있어 실험적으로 결정되어야 할 것이다.

복원성 계산을 위해 Fig. 3에서 보는바와 같이

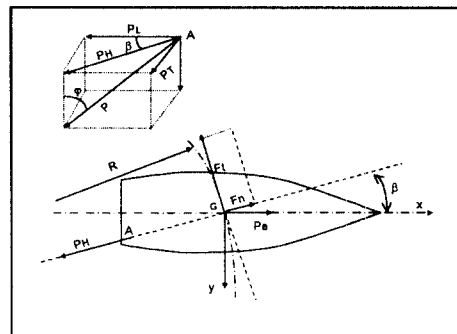


Fig. 3 A case of fishing gear

$$\tan \beta = \frac{y_a}{x_G - x_a}$$

로 결정해도 무난하다. 여기서 평형상태를 고려하면 회전 중심방향에 있어서

$$\sum P = P_e \cos \beta - P_H + F_n + \frac{A}{g} \frac{v^2}{R} = 0$$

회전운동 법선방향에 있어서

$$\sum P = P_e \sin \beta - F_t = 0$$

가 성립된다. 이 평형식중에서  $F_t$  및  $F_n$ 은 배의 수평면을 날개로 하여 회전운동을 할 때 날개에 발생하는 힘으로 취급할 수 있다.

여기서 배의 길이가 코오드길이, 홀수가 Span되므로

$\Omega = Ld$  이고 유체동력학적 힘은

$$\text{저항 } F_t = ct \rho \Omega v^2 / 2$$

$$\text{양력 } F_n = ct \rho \Omega v^2 / 2 \text{ 이 된다.}$$

$$v^2 = P_e \frac{2 \sin \beta}{c_t \rho \Omega} \quad \text{이므로}$$

$$F_n = P_e \frac{c_n}{c_t} 2 \sin \beta$$

가 되며 여기서  $c_n/c_t$ 는 소위 날개의 동력학적값이므로 임계각사이의 유입각에서  $c_n/c_t \ll 1$ 이 되고 또한  $\sin \beta < 1$  이므로

$F_n \ll P_e$  가 된다.

회전축 중심방향의 평형식으로부터

$$P_H = P_e \cos \beta$$

$$= P_e \frac{x_G - x_a}{\sqrt{y_a^2 + (x_G - x_a)^2}}$$

이 되고 와이어에 작용하는 힘은

$$P = P_H / \sin \varphi = P_e \cos \beta / \sin \varphi$$

수직방향의 힘은

$$P_v = P \cos \varphi = P_e \cos \beta \cdot \cos \varphi / \sin \varphi$$

횡방향의 힘은

$$P_T = P_H \sin \beta = P_e \cos \beta \cdot \sin \beta = 0.5 P_e \sin 2\beta$$

길이방향의 힘은

$$P_L = P_H \cos \beta = P_e \cos 2\beta$$

이 된다. 여기에 수직방향 및 횡방향의 힘에 의한 횡경사모멘트는 어구를 들어올리는 경우의 횡경사모멘트 계산식으로부터

$$M = P_e \times$$

$$\left( \cos \beta \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} [(z_a - d) \sin \theta + y_a \cos \theta] + 0.5 \sin 2\beta [(z_a - d) \cos \theta + y_a \sin \theta] \right)$$

가 된다.

여기서  $H_w$ 를 수심,  $L_w$ 를 어구길이라 할 때

$$\frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} = \frac{H_w / L_w}{\sqrt{1 - (H_w / L_w)^2}}$$

로서  $H_w/L_w$ 가 1에 접근하면  $\cos \varphi / \sin \varphi$ 는  $\infty$ 로 커지게 돼 횡경사모멘트는 상당히 커지게 된다. 외국의 경우 해저에 어구가 걸린 경우의 복원성기준으로서

$$L_w/H_w = 1.15$$

$$K = 0.1 \text{ ton/BHP} \quad \text{: 보통추진기}$$

$$0.15 \text{ ton/BHP} \quad \text{: 노즐부추진기}$$

인 경우의 횡경사모멘트를 다음식으로 계산하여 정적평형을 이루는 횡경사각이 허용각도 이내일 것을 제안 하였다.

## 4. 복원성능 판정프로그램 개발

### 4.1 프로그램 개요

어선협약에 의한 복원성능규정은 현재 어선에 적용되고 있는 어선설비 등에 관한 규칙의 요구사항에 대하여 다양한 동적 복원성능을 요구하고 있다.

이러한 복원성능 계산은 기존의 선박계산 프로그램들에 의해 계산되어져 왔으나, 어선안전협약의 복원성규정중 격심한 바람 및 횡요의 영향과 갑판유입수의 영향에 따른 계산이 포함되어 있지

않으며, 또한 어선안전협약의 복원성 규정의 복잡성으로 인해 다양한 적하상태에서의 복원성 판정이 어렵게 되었다. 이에 따라 격심한 바람과 갑판 유입수에 따른 횡경사모멘트 계산을 전산화하고 선장 및 설계자가 보다 다양한 적하상태에서 복원성 판정이 가능하도록 프로그램을 개발하였다.

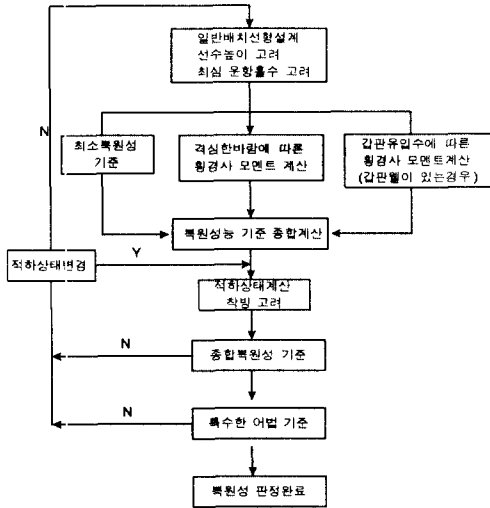


Fig. 4 Flow chart for stability decision

4.2 프로그램 구성 및 기능

1) 프로그램 구성

77/93 어선안전협약의 복원성 관련규정 및 권고 사항에 따라 개발된 복원성 판정프로그램은 다음의 6개 프로그램으로 구성되어 있으며 각 프로그램의 기능은 <표 4>와 같다.

여기서 DXF 화일은 AutoCAD등 DXF 화일 형식을 지원하는 그래픽 전용프로그램으로서 곡선으로 입력된 투영 측면적형상(WINDMO.DXF)과 갑판웰의 각 단면형상(DKWELL.DXF) 및 최소 GOM (GRAGOM.DXF)등을 작성할 수 있도록 하였다.

Table 4. Program file

프로그램명	입력화일	출력화일	DataBase화일
TCROSS	TCROSS.DAT	TCROSS.OUT	STAB77.DBF IFIL1.FIL IFIL5.FIL CSDB20.DBF
WINDMO	WINDMO.DAT	WINDMO.OUT WINDMO.DXF	STAB77.DBF
DKWELL	DKWELL.DAT	DKWELL.OUT DKWELL.DXF	STAB77.DBF WELL77.DBF
DKWIMO	DKWIMO.DAT	DKWIMO.OUT	STAB77.DBF WELL77.DBF
ALLGON	ALLGON.DATA	ALLGON.OUT	STAB77.DBF
GRAGOM	GRAGOM.DAT	GRAGOM.DXF	STAB77.DBF

2) 프로그램 기능

① TCROSS 프로그램

TCROSS는 복원성계산에 필요한 주요계원 및 교차곡선자료, 해수유입각자료를 입력 및 보관하기 위한 프로그램으로 직접 관련 자료를 입력할 수도 있고, CASHIP 시스템(MS-Fortran)과 연결할 수 있도록 하였다.

② WINDMO 프로그램

WINDMO는 풍압측면적 자료를 입력하고 이에 따른 격심한 바람에 의한 횡경사모멘트 계산을 위한 프로그램으로 형상이 간단한 경우 면적 및 면적중심을 입력할 수 있도록 하였다. 또한, 수선하부의 경우 횡경사모멘트 작용레버 계산시 홀수의 1/2 또는 수선하부 선체투영면적의 중심을 고려할 수 있도록 하였다.

③ DKWELL 프로그램

DKWELL은 갑판웰을 구성하는 갑판, 헛치 및 갑판실 불워크 자료를 입력받아 전체 웰의 길이 방향 각 위치에서 웰단면의 형상을 계산 보관하기 위한 프로그램으로 캠버의 길이 방향 불연속, 헛치 및 갑판실의 좌·우현 비대칭, 불워크의 좌우 비대칭 및 길이방향 불연속인 경우에도 입력할 수 있도록 하였다.

④ DKWTMO 프로그램

DKWTMO는 DKWELL에서 형성된 갑판웰의 각 단면형상을 사용하여 선박의 트림, 횡경사 및 홀수 (또는 배수량)에 따른 갑판수에 의한 횡경사 모멘트 계산을 위한 프로그램으로 갑판웰이 불워크 또는 헛치 및 갑판실에 의해 좌우현이 비대칭일 경우를 고려하여 좌우현 어느쪽 횡경사시에도 계산 할 수 있도록 하였다.

⑤ ALLGOM 프로그램

ALLGOM은 TCROSS에서 입력보관된 교차곡선 및 해수유입각 자료와 WINDMO에서 계산된 격심한 바람에 의한 횡경사모멘트, KWIMO에서 계산된 갑판수에 의한 횡경사모멘트에 따라 어선 안전협약의 최소복원성 기준, IMO 결의 A685(17)에 의한 기상기준과 어선안전협약에서 권고된 갑판유입수의영향에 대한 계산방법에 대한 지침의 정적인 방법을 만족시키는 최소 횡메타센터 높이를 계산하는 프로그램으로 갑판웰이 있는 경우와 없는 경우를 고려 할 수 있도록 하였다.

⑥ GRAGOM 프로그램

GRAGOM은 ALLGOM의 계산결과를 사용하여 각 트림별로 각 홀수(또는 배수량)에서 되는 최소 횡메타센터높이를 그래프로 작성하기 위한 프로그램이다.

5. 안강망 어선의 복원성능 분석

69톤급 안강망 어선의 복원성능을 검토한 바에 의하면 Allowable GoM Curve는 그림 5와 같다. 그리고 국내법에 의한 복원성능 판정결과는 <표 2>와 같다.

한편 77/93 어선안전협약에 의한 복원성 판정 결과는 <표 3>과 같다.

이와 같이 77/93어선 안전협약의 복원성규정이 엄격한 주요 이유는 최소복원성기준에 의한 것이다. 또한 이것은 최소복원성 기준중에서도 "최대 복원성  $GZ_{max}$ 가 경사각 25도 이상에서 발생하여야 한다"는 조건이 가장 엄격하고 다음으로 경사각 30도에서 40도(또는  $\theta f$ )까지의 복원정 면적기

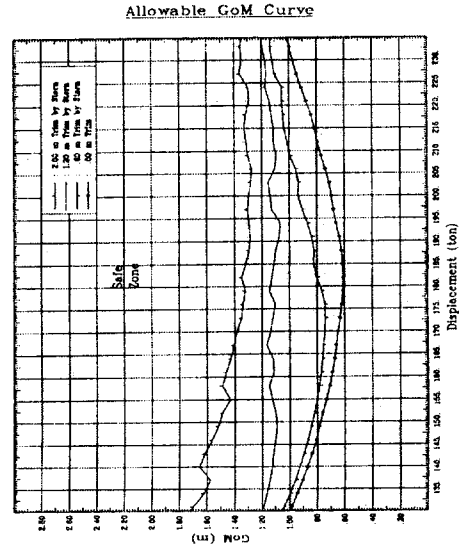


Fig. 5 Allowable GoM Curve

Table 2. Result of stability decision in domestic law (69 ton)

항목 \ 적하상태	만재출수 상태	만재 어장발상태	만재입항상태	20%입항상태
배수량(ton)	199.2	226.5	211.8	170.8
선수홀수(m)	0.804	1.735	1.929	1.043
선미 홀수(m)	2.821	2.373	2.145	2.289
평균 홀수(m)	1.813	2.054	2.036	1.666
트림(m)	-2.017	-0.213	-0.213	-1.246
KMT(m)	3.803	3.567	3.476	3.961
건현(m)	0.871	0.630	0.648	1.018
KGo(m)	2.246	2.310	2.150	2.272
(1)GoM계산치(m)	1.557	1.257	1.326	1.689
(2)GoM계산치(m)	0.540	0.566	0.562	0.540
(1) - (2)	1.017	0.691	0.764	1.149
판 정	양호	양호	양호	양호

Table 3. Result of stability decision by 77/93 fishing vessel safety agreement(69 ton)

항목 \ 적하상태	만재출항상태	만재 어장발 상태	만재입항상태	20%입항상태
배수량(ton)	199.2	226.5	211.8	170.8
트림(m)	-2.017	-0.638	-0.213	-1.246
(1) GoM계산치(m)	1.557	1.257	1.326	1.689
(2) GoM계산치(m)	1.301	1.101	0.871	1.146
(1) - (2)	0.256	0.156	0.455	0.543
판 정	양호	양호	양호	양호



준 0.030미터-라디안 기준과 경사각 30도이상의 각도에서 복원정이 200밀리미터 이상이 되어야 하는 기준이 엄격한데 기인한다.

이러한 경향은 안강망어선 이외에도 길이-폭비가 작은 선형에서는 공통적으로 나타나는 것이다.

77/93 어선안전협약의 복원성기준치는 일반적으로 일정배수량에서 선미트림이 증가할수록 더 큰 횡메타센터 높이를 요구하는 경향이며, 선형에 따라 다르게 나타나지만 69톤급의 경우 20%입항 상태에서 트림이 없는 경우에 복원성기준치(0.644m)보다 0.502m가 큰 1.146m의 횡메타센터높이를 요구하고 있다. 이것은 국내법에 의한 복원성기준이 트림과 관계없이 일정한 횡메타센터높이를 요구하는 것과 상당한 차이를 나타내고 있다. 즉 선미트림에 의해 횡메타센터높이가 커지는데 반하여 25도이상의 횡경사각에서 복원정이 급격히 감소하는데 따른 것이다.

또한 77/93 어선안전협약의 복원성기준치는 선박의 운항출수범위에서 일반적으로 배수량이 증가함에 따른 더 큰 횡메타센터높이를 요구하는 경향이며 이것 역시 배수량 증가에 따른 건현감소로 큰 횡경사각에서의 복원정이 급격히 감소하는데 기인한다.

이러한 69톤급 안강망어선의 계산결과에 따른 복원성기준치의 경향은 77/93어선 안전협약이 적용될 어선에 있어서 복원성능 확보를 위하여는 큰 횡경사각에서의 복원정 확보가 가장 급한 것으로 판단되며 이를 위하여는 선루를 설치하든가 배의 깊이를 증가시키는 방안이 고려되어야 할 것으로 보인다.

## 6. 안강망 어선의 선수높이 및 불워크 높이 검토

69톤급 어선의 최심운항출수에 있어서 선수높이 및 불워크 정부의 높이와 어선안전협약에 의한 기준값은 <표 4>와 같다. 대상어선의 최심운항출수는 만재어장발상태에 해당하며 이때 출수는 상당출수로 고려하였고, 선수높이 계산시 각 적하상태 중의 최소트림을 고려하였다.

Table 4. Bow and bullwark height stow-nesting vessels

항 목	69톤급안강망
최 심 운 항 상 태	만재어장발
상 당 출 수 (m)	2.096
GOM (m)	1.257
Cb	0.603
최 소 트 림 (m)	-0.213
선 수 높 이 (m)	2.410
파고 8m이하 기준 (m)	2.149
파고 8m이상 기준 (m)	2.725
불 워 크 높 이 (m)	0.900
불워크 정부의 수선상높이 (m)	1.404
파고 2.9m 기준 (m)	1.423
파고 1.4m 기준 (m)	1.021

표 4에서 보는 바와 같이 대상어선의 선수높이는 유의파고 8미터 이하에서의 어선안전협약 기준에는 만족하고 있으나 유의파고 8미터이상 기준에는 0.315m~0.433m 부족하다. 또한 불워크 정부의 최심운항출수선상 높이는 69톤급 안강망어선에서는 유의파고 1.4미터 기준에 만족하고 있으며, 불워크높이를 어선안전 협약 규정대로 1미터로 할 경우 유의파고 2.9미터 기준도 만족시킬 수 있다.

## 7. 결 론

1993년 4월 2일 스페인 토레몰리노스에서 채택된 77/93 어선안전협약은 일본, 중국등의 국가가 수락할 의사를 표명함으로써 조만간 발효될 전망이다. 그러나 동 협약의 규정중 복원성 및 이에 관련된 내항성에 관한 사항은 국내법에 비하여 상당히 강화된 규정이나 동 협약에 따른 복원성능 계산 프로그램이 개발되지 않아 국내어선에 대해 실질적인 복원성능 계산 및 검토가 이루어지지 않고 있었다.

본 연구는 중소조선소에서 많이 사용되고 있는 기본설계 전산시스템인 CASHIP (MS-Fortran version)과 연결하여 사용하거나 또는 독립적으로 사용할 수 있도록 복원성 판정프로그램을 개발하였으며 조선소 설계자 및 선장이 다양한 적하상태에

서도 손쉽게 복원성능 만족여부를 판정할 수 있도록 고려하였다.

또한 개발된 프로그램을 사용하여 안강망 어선 3척에 대하여 복원성능을 검토 분석하였다. 그 결과 77/93 어선안전협약에 의한 복원성기준이 국내법에 비해 상당히 강화된 기준임을 확인할 수 있었으며 복원성이 양호한 것으로 인식되어오던 안강망어선에서도 어선안전협약에 의한 복원성기준 및 최심운항홀수선 기준에 만족되지 않는 경우도 있음을 확인하였다.

본 연구에서 개발된 복원성 판정프로그램은 77/93 어선안전협약 발효시 선박 설계단계에서의 복원성능 판정, 본회에 있어서 어선검사시 복원성계산서 승인에 사용될 수 있으며, 선장의 안전운항지침에 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 우선적으로 작업종별, 톤급별 복원성능을 분석하여 77/93 어선안전협약 발효에 대비한 각 업종별 대책방안을 강구하여야 할 것이며 또한 복원성기준 및 계산에 있어서 부분적이거나 각국 정부에 위임한 사항들을 검토하여 어선안전협약의 복원성기준을 완화시켜 국내법으로 수용하는 방안도 검토해 보아야 할 것이다.

### 參考文獻

- [1] 한국어선협회, "77/93년어선안전협약-1977년 어선안전을 위한 토레몰리노스 국제협약에 관한 1993년 토레몰리노스의정서-(영한대역)", 1994.
- [2] 한국어선협회, "어선설비등에 관한규칙", 1991.
- [3] 한국어선협회, "검사규정집", 1989
- [4] IMO Resolution A. 167(ES.IV), "Recommendation on Intact stability for Passenger and Cargo ships under 100 meters in Length", 1968년 11월 28일
- [5] IMO Resolution A. 168(ES.IV), "Recommendation on Intact stability for Passenger and Cargo ships under 100 meters in Length", 1968년 11월 28일
- [6] IMO Resolution A.267(VIII), "Code of Practice concerning the Accuracy of Stability Information for Fishing Vessels", 1971년 10월 12일
- [7] IMO Resolution A. 268(VIII) "Amendments to Recommendation on Intact Stability of Fishing Vessels. Appendix V-Recommended Practice on Portable Fish-hold Divisions (Res.A.168)", 1973년 11월 20일.
- [8] IMO Resolution A. 269(VIII), "Recommendation for Skippers of Fishing Vessels on Ensuring a Vessel's Endurance in condition of Ice Formation", 1973년 11월 20일.
- [9] IMO Resolution A. 562(14), "Recommendation on a Severe Wind and Rolling Criterion (Weather Criterion) for the Intact Stability of Passenger and Cargo ships of 24 meters in Length and Over", 1985년 11월 20일.
- [10] IMO Resolution A. 685(17), "Weather Criterion for Fishing Vessels of 24 meters in Length and Over", 1991년 11월 6일
- [11] IMO Resolution A.749(18), "Code on Intact Stability for All Types of Ships covered by IMO Instrument", 1993년 11월 23일.
- [12] 우봉구, 권영섭, "파랑중에서 해수의 갑판 유입에 관한 연구", 인하대 산업기술연구소지 8호, 1981.
- [13] 이광수 "1997어선안전협약의 1993 의정서 채택을 위한 국제회의 참석 결과보고서" 한국어선협회, 「漁船」, 제55호. 1993.