

論 文

# 소형어선 복원성 판정 기준에 관한 연구<sup>+</sup>

박제웅\* · 김주남\*\* · 허진호\*\*\*

## A Study for Stability Criteria of Small Fishing Vessel

*Je-Woong Park\* · Ju-Nam Kim\*\* · Jin-Ho Her\*\*\**

Abstract	4. 복원성 판정기준 설정
1. 서론	5. 결론
2. 복원성 기준	참고문헌
3. 복원성 분석	

### Abstract

The majority of fishing vessels(under 20 tonnages) in Korea have a high casualty accident of the flood and capsizing occurred by lack of stability. Actually, it is so difficult to make out the data of inclining and stability tests of small fishing vessels after building, because most of them were built on experiences of manufacturer. According to above reasons, the aim of this study is an attempt to propose a stability criteria of small fishing vessels as follows:

Firstly, it is examined that the stability is driven from a transverse metacenter height of actual ships, which is able to obtain a basic drawing and stability data.

Secondly, it is examined the heeling at high-speed turning, and the period of rolling according to B/D(breadth/depth).

Finally, it is suggested the stability criteria by using a dynamic state which is applied in passenger boat and fishing vessels over 24 meters.

+ 이 논문은 1998년도 조선대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\* 조선대학교 선박해양공학과

\*\* 한국선박안전기술원

\*\*\* 조선대학교 선박해양공학과 대학원

## 1. 서 론

선박의 분류에서 어선은 작업선에 가까우며 따라서 어선의 안정성에 대하여는 어로작업 조건에 따라 업종별로 매우 다양하다. 이러한 다양한 어선 총세력은 98년 말 현재 약 81,000척이며, 이중에서 20톤 미만은 75,447척으로 90% 이상을 차지하고 있다. 자료에 의하면 95년~98년도 어선사고 현황 중 총 1,488척에서 20톤 미만이 289척으로 19.4%에 해당되며 복원성 상실에 기인했다고 생각되는 침수 및 전복의 경우 총 254척 중 20톤 미만이 98척으로 약 39%에 해당한다. 또한 복원성능의 원인으로 위험한 상태에 빠졌던 소형어선은 통계에서 나타나지 않지만 상당수 있을 것으로 예상된다. 특히 어선은 작업상태에 따라 복원성 기준을 달리 해야하나 현재 국내법에 의한 복원성 기준은噸수 기준에 따른 것이며, 또한 건조시 및 항해시 복원성에 대한 검토를 할 수 있는 자료가 부족한 것이 문제점으로 분석된다.

“1999년 해양수산부장관고시 복원성기준”에 의하면 길이 40m 미만과 길이 40m 이상의 어선에 대해 복원성 기준을 제시하고 있으며, 특히 길이 24m이상 선박에 대하여는 제조검사 및 복원성 검사 등 제반도면에 대하여 관계기관(한국선박안전기술원, 한국선급등)에 사전도면 승인의 절차를 받아야 한다. 이러한 어선의 복원성 기준에도 불구하고 24m미만의 어선의 경우에는 관계기관의 사전도면 승인 없이 건조가 가능하여 조선소의 경험에 의한 또는 최소한의 기본도면으로서 건조하는 경우가 대부분이므로 건조후의 경사시험 및 복원성 자료를 작성한다는 것은 실제로 어려운 현실이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 현실을 직시하여 1990년 이후 표준어선형으로 고시되어 실제로 건조된 24m 미만의 어선 10척에 대한 자료를 활용하여 이를 기초로 국내 소형어선 복원성검토 및 판정기준에 대한 기초자료로 활용하고자 하며, 연구 결과는 소형어선 건조시 설계기준의 자료로 제시하고자 한다.

## 2. 복원성 기준

### 2.1 국내 복원성 기준

Table 1은 1999년 1월 해양수산부장관고시에 의한 복원성 기준에 따라 40m 미만의 어선에 대한 복원성 기준을 표로 제시한 것으로 40m미만의 어선에 대한 복원성 기준은 국내법으로 명시되어 있다. 그러나 소형어선(24m미만)의 경우 다양한 어로작업 형태 및 업종에 따른 안정성에 대한 검토를 할 필요가 있으며, 특히 소형어선의 경우 다양한 어로형태로 인하여 복원성 안전사고의 분석에 따르면 40m 미만의 어선 복원성 기준을 그대로 적용하기에는 문제점을 다소 내포하고 있는 것으로 나타나고 있어 이 부분에 대한 연구를 통해 기초자료를 제공하고자 한다.

### 2.2 검토적용 복원성 기준

이 절에서 언급하는 복원성기준은 “1999년 1월 해양수산부장관고시 복원성 기준”을 제시한 것이며 이와 더불어 선박안전기술원의 어선 복원성 평가에 대한 연구자료를 참조하였다.

#### 2.2-1 횡메타센터 높이 기준<sup>(1, 2, 3, 4)</sup>

$$GM \geq GM_0 + 0.1B(B/D - 2.2) \text{ 또는 } 0.06B \text{ 중 큰 값}$$

$B/D$  : 설계선박의 폭/깊이의 비 (단,  $B/D$ 가 2.0 이하인 경우는 2.0 이상, 2.8이상인 경우 2.8) 단, 선박의 길이 50%이상의 길이를 가지는 용기갑판어선은  $D$ 의 값 대신 다음의 식에 의한  $H$ 값을 적용한다.

$$H = D + (h \times \ell) / L$$

$h$  : 용기갑판의 높이 (m),

$\ell$  : 용기 갑판의 길이 (m)

Table 1. Application of the stability rules in Korea

길이 또는 G/T	G/T 5		24 M	G/T 40 M	500
선종					
여객선	소형여객선 (별도의 복원성기준)	(선박복원성 기준 3장) • 모든 여객선 • 기준 - 평수구역 : 한계경사각에서 복원성이 경사우력정 이상일 것 - 연해구역 : 동복원력 기준 $GZ_{max} \geq 0.0215B$ 또는 0.275m 중 큰 값			
화물선 (국제항해)	(선박복원성 기준 4장) • 원양, 근해, 연해구역 항해 선박 • 기준 - 연해구역 : $GM \geq 0.15 m$ GZ CURVE 면적 - 근해구역 : 연해구역이외 $GZ(30도) \geq 0.2 m$ 횡경사각( $GZ_{max}$ ) $\geq 25$ 도				
연근해화물선 (비국제항해)	(제외선박 500톤미만) - 예인, 해난, 구조, 준설 또는 측량에만 사용되는 선박 - 부선		(선박복원성 기준 4장) • 국제항해와 동일하며 경사우력 및 횡요각이 상이함		
특수형선박	(선박복원성 기준 6장) • 쌍동선 또는 다동선, 유사선형 구조선박 • 기준 : GZ CURVE 면적 및 경사우력정 산정				
어선	40m미만의 기준에 따라 범용으로 사용		(선박복원성 기준 5장) • 24M 이상 전어선 • 적용기준 - GM기준 - 어구외력 - 어창침수 - 격심한 바람 - 동복원력 기준 (화물선 기준적용)		

2.2-2 정적 횡경사의 제한

망어업에 종사하는 것에 있어서는 어구등의 조작에 의해 생기는 횡경사는 12도를 넘지 않아야 하며 그 경사에 의해 상갑판의 현단이 물에 잠기지 않아야 한다.<sup>(5)</sup>

$$GM \geq M_F / (\Delta_F \times \tan 12^\circ) \quad (m)$$

$$GM \geq M_F \times B / (2 \Delta_F \times FB_F)$$

$M_F$  : 어구등의 조작에 의해 발생하는 횡경사모멘트

$\Delta_F$  : 조업시의 선박의 배수량(t)

$FB_F$  : 조업시의 선박의 최저전현(m)

2.2-3 고속선회시의 횡경사

최근에 선박의 속력증대로 급선회시에 외측으로 대경사가 발생하는 FRP어선을 볼 수가 있다. 이러한 경향이 예상되는 어선은 상기의 기준 이외에 사용상태시의 GM을 다음 식에 의한 값 이상으로 할 필요가 있다.<sup>(3, 6, 7)</sup>

$$GM \geq K / (\Delta \tan \theta_T) \times$$

$$\{ \Delta / 9.8 \times U^2 / R \times n - F_1(f-n) \}$$

단, k : 선형등에 의한 수정계수 특별히 유사선박의 자료가 없으면 1.0

$\theta_T$  : 정상선회시의 허용된 선박의 정상외측 경사도(도)

- △ :선박의 배수량 (t)
- U :정상선회시 선박의 속도 (m/s)
- R :정상선회시의 추경선회 반경(m)
- n :선박의 중심과 횡수압중심과의 수직거리(m)  $\approx KG - d/2$
- d :선박의 형홀수 (m)
- f :선박의 중심과 타압중심과의 수직거리(m)
- F<sub>l</sub> :타에 가해진 수압의 좌우방향의 분력 (t)  $\approx 1/2 \times 1.025/9.8 \times Ar \times U^2 \times C_L$
- Ar :타면적 (m<sup>2</sup>)
- C<sub>L</sub> :타의 양력계수, 특별한 자료가 없으면 1.5로 한다.

### 3. 복원성 분석

본 연구에서 검증자료로 활용한 어선은 현재 국내에 건조되어 조업중이며 설계도면 및 제반자료를 확보한 소형어선 10척을 대상어선으로 하였다.<sup>(3, 8)</sup>

#### 3.1 복원성 분석

적용대상어선 10척에 대하여 경하, 만재출항, 어장발 상태를 검토 기준으로 하였으며 경하상태에 대하여는 설계도면에 의거 중량 중심을 추정 하였으며 해당업종에 따른 어구 조작모멘트를 감

Table 2. Result of the stability investigated according to classification

1.71톤급 동해안 연안 유자망어선

적하상태	경하상태	만재출항상태	어장발상태	비 고
배 수 량 W (t)	3.909	4.668	4.807	중량중심 및 트림계산  Df-d
상당홀수 d (m)	0.719	0.779	0.789	
선수부홀수 d <sub>F</sub> (m)	0.632	0.651	0.736	
선미부홀수 d <sub>A</sub> (m)	0.774	0.862	0.824	
평균홀수 d <sub>M</sub> (m)	0.703	0.757	0.780	
① 건현 FB <sub>F</sub> (m)	0.287	0.227	0.217	
트림 T (m)	0.143	0.211	0.088	
KG (m)	0.588	0.604	0.585	
GG <sub>0</sub> (m)	0	0	0.089	
② G <sub>0</sub> M (m)	0.400	0.325	0.247	
적용기준		을 · 병종 망어업		
FB <sub>F</sub> / D	0.410	0.324	0.310	< 표 3 >  어구조작모멘트
GM <sub>0</sub> (m)	0.076	0.076	0.076	
Ⓣ GM <sub>0</sub> +0.1B(B/D-2.2)	0.174	0.174	0.174	
Ⓧ 0.06B (m)	0.114	0.114	0.114	
M <sub>F</sub> (t-m)	0	0.200	0.200	
Ⓨ M <sub>F</sub> /(W · tan12°) (m)	0	0.202	0.196	
Ⓩ M <sub>F</sub> B/(2W · FB <sub>F</sub> ) (m)	0	0.179	0.182	
③ 건현기준 (m)	0.110	0.110	0.110	
④ 복원성기준 (m)	0.174	0.202	0.196	
건현판정 (m)	0.177	0.117	0.107	
복원성판정 (m)	0.226	0.123	0.051	② - ④
B= 1.90      D= 0.70 m      B/D = 2.174 (2.0이상, 2.8이하) 건현용 깊이 Df(m) = BOX KEEL 높이 + D + 갑판두께 = 0.300 + 0.700 + 0.006 = 1.006 m				

안하였다. Table 2는 10척의 복원성 검토 결과중의 한척에 대한 복원성 결과의 예시를 보여주고 있다.

3.2 동요주기에 의한 분석

소형어선의 경우 설계도면 없이 건조되는 경우가 대부분이므로 초기 건조시 및 건조후 주요촌법 및 동요 주기(횡요주기)에 의거 B, D와의 관계에 의거 GM을 간략하게 측정하여 안정성을 판정할 수 있다.<sup>9), 10)</sup> 즉, 초기 복원력 GM은 동요시험에 의거 횡요주기(T)로부터 다음의 관계식을 이용해서 추정할 수 있다.

$$K/B = \frac{T \times \sqrt{GM}}{2.01 \times B} \approx 0.504$$

$$\therefore GM \approx (B/T)^2$$

적용대상어선의 경하상태에서의 계측된 횡요주기(T)에 의해 GM을 산정하며 계측자료가 없는 어선은 일본의 실선실태조사 결과에서 주어진 K/B의 평균치 값을 이용하여 GM 값을 구한 결과는 Table 3과 같다.

3.3 고속 선회시의 횡경사 분석

각 어선별 고속선회시 횡경사각과 허용한계 경사각에서의 GM의 값을 구하면 Table 4와 같다. 고속선회시 GM과 한계경사각 ( $\theta_T$ )와의 관계를 검토한 결과 1.71톤급 유자망 어선에서 횡경사각 ( $10.1^\circ$ )이 한계경사각 ( $9.6^\circ$ )을 초과하고 있으며 이 경우는 방수구를 통하여 해수가 침입되며 고속선회시 복원성이 부족하다고 나타났다.

Table 3. Decision of the period of oscillation for various fishing vessels

구분	동요주기 (T)	B	경하상태 GM	동요주기 기준	검토결과	백분율 (실선/기준)
① 1.71톤급 유자망	3.04	1.90	0.400	3.3	○	92%
② 1.99톤급 유자망	2.46	2.20	0.824	3.5	○	70%
③ 2.9톤급 유자망	2.88	2.40	0.715	3.6	○	80%
④ 2.99톤급 채낚기	3.66	2.40	0.442	3.7	○	99%
⑤ 4.99톤급 연안연승	2.80	2.80	1.020	3.8	○	74%
⑥ 4.9톤급 유자망	2.99	2.86	0.940	3.9	○	77%
⑦ 7.93톤급 유자망	3.31	3.20	0.960	4.2	○	79%
⑧ 7.93톤급 (연승)	3.37	3.20	0.924	4.2	○	80%
⑨ 16톤급 근해유자망	3.30	4.00	0.540	4.9	○	67%
⑩ 19톤급 근해채낚기	4.00	4.00	8.680	5.5	○	73%

## 3.4 분석결과

검토대상어선 10척에 대한 검토결과는 3.2절에서와 같이 각 상태별 GM값은 기준치 보다 양호한 것으로 나타났다. 그러나 2.2-1의  $GM_0$ 를 적용함에 있어  $FB_F/D$ 의 값이 0.30보다 큰 값이 나타났는데, 이는 국내어선이 일본어선보다 건현(Freeboard)과 깊이(D)가 크다고 사료된다. 이러한 현상은 어선의 어구어법의 차이에 의한 적재물의 변화 또는 일본어선의 고속화에 따른  $C_b$ 값의 차에 있다고 판단되며 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 검토대상어선 모두의 횡메타센타(GM)의 값은 양호한 것으로 나타났으며, 또한 동요주기에 의한 검토결과(Table 3참조)에서는 국내어선의 동요주기가 일본 기준치의 약 79%정도로서 동요주기가 짧고 이는 국내어선의 GM의 값이 크게 나타났고,

둘째, 고속선회시 횡경사와 GM값의 관계검토(Table 4참조)에서는 한계경사각에서의 GM값을 모두 만족하고 있으나 1.71톤급 유자망은 선회시 횡경사각이 한계경사각을 초과하고 있어 상갑판상에 해수침입이 나타날 것으로 판단되었으며,

끝으로, 10척 모두 GM값은 만족하나 1.71톤급 유자망 어선 1척이 선회시 횡경사각이 한계경사각을 초과하며 즉, 횡경사시 GM값이 부족하게 나타났다.

## 4. 복원성 판정기준 설정

## 4.1 Bulwark형 어선의 정의

복원성 검토결과 분석에 나타났듯이 검토대상어선들은 GM의 값을 만족하고 있으나 고속선회시의 복원성능은 충분히 재검토되어야 할 것이다. 결과적으로 정적인 상태에서의 GM값 비교보다는 동적인 상태, 선회 및 항해시 횡파 및 추파에 의한 선수동요 등을 감안한 GZ값에 의한 판정기준이 현실성 있다고 판단된다.

Bulwark형 어선이란 『갑판상에 물을 배출해야 할만큼 대량의 해수가 들어오지 않는 어선』으로 정의할 수 있다. 소형어선의 대부분이 복원력의 상당부분을 Bulwark. (Bulwark 장출을 포함)에 의지하고 있으며, 갑판상으로 해수침입은 수면과 Bulwark상단의 거리, 동요, 파고 등에 관계가 있다. 여기서 동요를 고려하지 않은 경우가 해수유입 방지상으로 최저치를 부여하는 것으로 생각할 수 있으므로 배의 길이와 같은 파장의 종파 중에서의 정적상태를 상정, Bulwark을 초과하여 해수유입시 파 조도를 다음 식으로 검토했다.

$$F + H - B/20 = \lambda/n = L/n \quad ,$$

$$\text{파장}(\lambda) = L$$

Table 4. Calculation of the heeling and GM at a high speed turing

구 분	고속선회시		한계 경사각		검토결과
	GM	횡경사각	각도( $\theta_T$ )	소요 GM	
① 1.71톤 유자망	0.247	10.1	9.6	0.260	X
② 1.99톤 유자망	0.596	6.49	13.4	0.281	○
③ 2.9톤 유자망	0.433	10.7	12.7	0.362	○
④ 2.99톤 채낚기	0.299	10.6	9.3	0.342	○
⑤ 4.99톤 연안연승	0.737	6.16	14.6	0.305	○
⑥ 4.9톤 유자망	0.632	7.64	13.7	0.348	○
⑦ 7.93톤 유자망	0.671	7.64	18.7	0.266	○
⑧ 7.93톤 연 승	0.612	6.78	15.8	0.257	○
⑨ 16톤급 유자망	0.760	4.03	18.0	0.165	○
⑩ 19톤급 채낚기	0.655	4.89	10.6	0.299	○

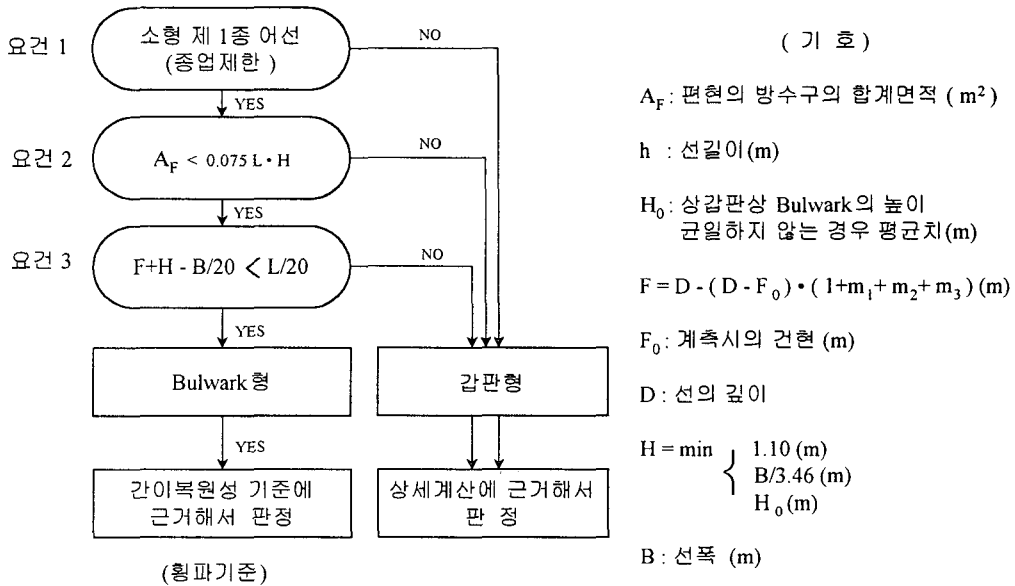


Fig. 1 Definition of the type bulwark

- F : 정수중의 건현
- H : Bulwark의 높이 (제한치에 대하여는 Fig. 1 참조)
- B : 선박의 폭

4.2 복원성 판정기준

4.2-1 소형어선의 간이 복원성 기준 (횡파기준)

횡파기준은 선박의 횡파, 횡바람 중 동조횡요시의 현상에 착안한 기준으로 최근 국제해사기구(IMO)에 있어서도 길이 24m이상의 여객선 및 화물선, 길이 45m 이상의 어선을 대상으로 선박 복원성 기준과 같은 사고방식에 의거 소위 weather criterion을 종합하였다. 그런데 소형어선에 대하여도 횡파, 횡파중의 동조횡요에 근거한 전복의 가능성이 있으므로 20톤 미만의 소형어선에 대하여도 이 개념을 도입하는 것으로 하였다. 구체적인 수치 및 수식에 관한 설명은 Fig. 2에 표시했다.

4.2-2 종파기준

소형어선은 비교적 고속으로 운항되어 실패조

사의 결과  $F_N$ 수로서 0.4 이상이 된다. 이러한 고속에서 추파중을 항주하는 경우 파와 마주치는 주기가 길고 파랑중의 복원력이 감소상태가 길게 연속되어 위험한 상태가 될 가능성이 있다. 그래서 추파중의 복원력 현상에 착안한 복원성 기준을 검토하는 것으로 했다. 이 계산수법을 이용해서 상세실태 조사된 자료에 의거하여 상세계산을 실시해서 추파중의 복원력 감소량( $\Delta GM$ )을 구하고 다음의 관계식을 도입했다.

$$\Delta GM = \begin{cases} 0 & b/B \geq 0.08 \\ 0.093B - 1.16b & b/B < 0.08 \end{cases}$$

다음에 종파기준의 지표로서는 경사우력으로서의 다음의 3가지를 검토했다.

- 갑판상에 들어오는 해수에 의한 경사모멘트
- 조타에 의한 초기경사모멘트
- 정상선회시의 경사모멘트

이러한 검토결과 정상선회시의 경사 모멘트가 최대로 크게되는 값을 지표로 하여 종파기준의 경

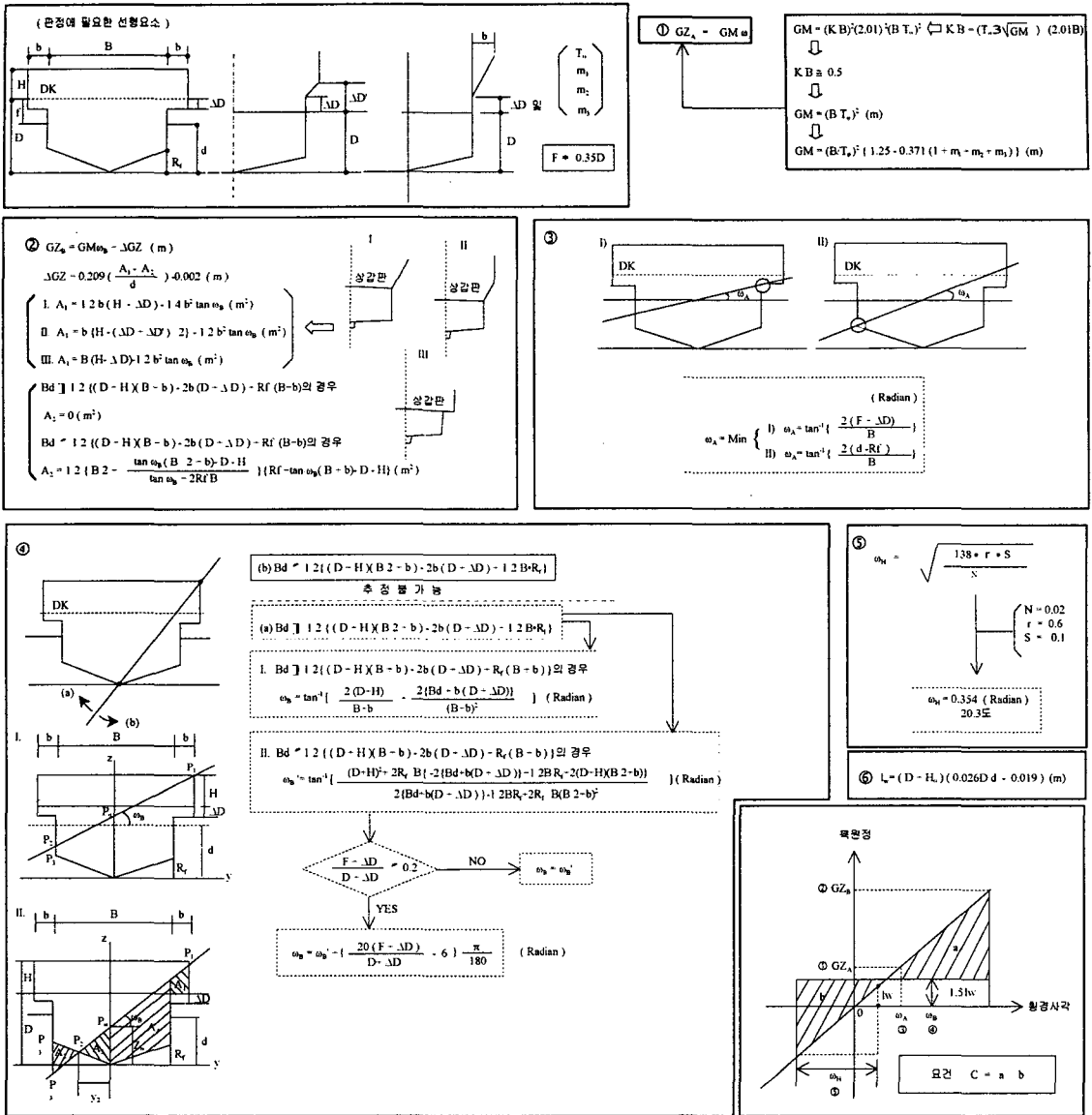


Fig. 2 Outline of the standard of the stability

사우력을 0.08 ( D-d/2 )로 했다. 종파기준의 개념은 파장이 배의 길이와 같아 파고가 L/10(파조도는 0.1)의 파와 병진상태를 상정해서 그 상태에 있어서 복원력 감소분을 감안한 복원력 상태에서 지표로 된 정상선회 중의 경사우력이 작용하여도 Bulwark 상단 (여기서는 선체중앙부로 생각했다.)을 초과해 해수가 들어오지 않는 요건으로 생

각할 수 있다. 구체적 수식으로 표현하면 종파중의 선체중앙부의 Bulwark상단이 해수에 침입각도를  $\zeta_{Bl}$ 로 하면 2차 모델 계산에 의해

$$\zeta_{Bl} = \tan^{-1} \left[ \frac{F + H - L/20}{B/2 + b} \right]$$



로서  $\zeta_{BI}$ 에 있어서 종파중의 복원력에서 종파중의 감소량  $\Delta GM$ 을 이용해서

$GZ_I = (GM - \Delta GM) \cdot \zeta_{BI}$  로 추정할 수 있다.

그래서 정상선회중의 경사우력을 지표로 한 종파 기준은

$$GZ_I > 0.08 (D - d/2) \text{로 된다.}$$

### 4.3 대상어선 적용검토

대상어선 10척에 대한 제반 실선계측치는 도면에서 구하였으며 GM값 역시 만재어장발 상태를 기준으로 하였다. 검토에 필요한 계측값은 Table 5와 같다.

계측된 자료에 의해 검토한 결과는 Table 6, 7과 같다.

### 4.4 결과 분석

4.3 검토결과에서 나타난 것과 같이 횡파기준에 대하여는 10척 중 3톤 미만의 경우는 모두 불

합격으로 나타났다. 종파기준에 대하여는 모두 만족하고 있으나 3톤 미만 2척은 기준치와 유사하다.

횡파기준에서 3톤 미만의 경우는  $\phi_B$ 의 값이 작기 때문이며 반대로  $\phi_B$ 을 크게 하기 위해 Bulwark높이를 증가시켜야 하나 조업조건상 적합하지 못하므로 실질적으로 3톤 미만은 적용에 문제가 있을 것으로 판단되며 조업지역이 육상에서 2~3시간 이내이므로 제 3장에서 검토한 정적인 상태의 GM, 동요주기, 고속선회시 횡경사 등으로 검토하는 것이 타당하다고 판단되며 특히 고속선회시의 횡경사는 신중히 검토되어야 할 것이다. 3톤 이상의 대상어선 6척은 본 연구에서 제시한 횡파 및 종파기준에 모두 적합한 것으로 평가되었다.

## 5. 결론

본 연구는 국내법에서 제시한 어선 복원성기준을 기초로 하여 24m이하의 소형어선에 대한 복원성기준의 평가에 대한 기초자료를 분석하였다. 즉

1. 소형연안어선의 복원성 판정을 위해 대상어선 10척을 선정하여 정적인 상태에서 GM, 동요주

Table 5. The measured data of comparative fishing vessel (m)

구분	L	B	D	d	b	f	Rr	H	GM
1.7톤 유자	7.80	1.90	0.70	0.539	0.15	0.161	0.20	0.40	0.247
1.9톤 유자	8.70	2.20	0.70	0.439	0.15	0.261	0.15	0.40	0.596
2.9톤 유자	8.70	2.40	0.84	0.570	0.17	0.270	0.18	0.40	0.433
2.9톤 채낚기	8.80	2.40	0.86	0.664	0.17	0.196	0.22	0.46	0.299
4.9톤 연승	10.90	2.80	1.00	0.636	0.22	0.364	0.30	0.50	0.737
4.9톤 유자	10.80	2.86	1.02	0.671	0.20	0.349	0.20	0.45	0.632
7.9톤 유자	13.00	3.20	1.20	0.659	0.23	0.541	0.30	0.70	0.671
7.9톤 연승	12.80	3.20	1.22	0.767	0.23	0.433	0.30	0.70	0.612
16톤 유자	16.00	4.00	1.65	1.000	0.25	0.650	0.30	0.60	0.760
19톤 채낚기	18.50	4.00	1.75	1.370	0.30	0.380	0.35	0.65	0.655

$$\Delta D = \Delta D' (\Delta D = 0, \Delta D' = 0)$$

Table 6. The result of examination (standard of beam sea) (m)

구 분	$\varphi_A$ DEG (Rad)	$\varphi_B$ DEG (Rad)	GZ <sub>A</sub>	GZ <sub>B</sub>	$\Delta$ GZ	$\frac{l_w}{(1.5 l_w)}$	a	b	c=a/b	판정
1.7톤 유자	9.6 (0.1675)	21.8 (0.3805)	0.041	0.095	0.0195	0.016 (0.024)	0.567	1.074	0.528	X
1.9톤 유자	13.4 (0.2339)	28.7 (0.5016)	0.139	0.299	0.0236	0.025 (0.038)	3.269	3.387	0.965	X
2.9톤 유자	12.7 (0.2216)	26.9 (0.4696)	0.096	0.203	0.0203	0.024 (0.036)	1.852	1.853	1.000	X
2.9톤 채낚기	9.2 (0.1606)	26.6 (0.4640)	0.048	0.139	0.0203	0.019 (0.029)	1.163	1.283	0.907	X
4.9톤 연승	13.5 (0.2356)	29.0 (0.5064)	0.174	0.373	0.0297	0.033 (0.050)	4.065	2.961	1.373	○
4.9톤 유자	13.7 (0.2396)	26.9 (0.4695)	0.151	0.297	0.0229	0.030 (0.045)	2.882	2.568	1.122	○
7.9톤 유자	12.6 (0.2199)	35.1 (0.6124)	0.148	0.411	0.0432	0.054 (0.081)	4.654	2.914	1.597	○
7.9톤 연승	15.8 (0.2757)	33.2 (0.5796)	0.169	0.355	0.0372	0.043 (0.065)	3.932	2.744	1.433	○
16톤 유자	18.0 (0.3141)	29.7 (0.5182)	0.239	0.357	0.0136	0.054 (0.081)	3.471	3.394	1.023	○
19톤 채낚기	10.6 (0.1780)	33.0 (0.5764)	0.121	0.378	0.0233	0.034 (0.051)	4.662	2.708	1.722	○

Table 7. The result of examination (standard of following sea)

구 분	$\varphi_B$ DEG (Rad)	GZ <sub>i</sub>	GZ <sub>i</sub> 기준	판정
1.7톤 유자	8.8 (0.1536)	0.038	0.034	○
1.9톤 유자	10.2 (0.1780)	0.101	0.038	○
2.9톤 유자	9.7 (0.1693)	0.069	0.044	○
2.9톤 채낚기	9.0 (0.1571)	0.043	0.042	○
4.9톤 연승	11.1 (0.1937)	0.142	0.055	○
4.9톤 유자	9.0 (0.1571)	0.094	0.055	○
7.9톤 유자	17.9 (0.3124)	0.200	0.070	○
7.9톤 연승	15.1 (0.2635)	0.153	0.067	○
16톤 유자	11.3 (0.1972)	0.134	0.092	○
19톤 채낚기	15.9 (0.2775)	0.175	0.085	○

기, 고속선회시 횡경사 등에 대하여 검토하였으며, 소형어선의 고속화로 조업구역이 확대되면서 횡파 및 추파에 의한 선수동요 발생에 의한 전복사고가 발생되고 있기 때문에 동적인 상태의 복원성 기준으로서 여객선 및 길이 24m 이상어선에서 적용하는 개념을 도입하였다.

2. 소형어선의 대표적인 선형인 Hard Chine Type으로 장출갑판을 갖는 것을 Bulwark 선형이라 칭하고 이를 기준으로 하여 도면 없이 실계측 가능한 최소인자만으로 간이화시킨 수식에 의거 복원성 판정기준을 제시하였다. 다만 3톤 미만의 어선에서 본 기준에 모두 불합격되었으나 조업구역 및 조업환경을 감안할 때 정적인 상태에서의 GM 즉 B, D와 동요주기 T와의 관계를 검토하고 3톤 이상 20톤 미만은 본 연구에서 제시된 기준으로 소형어선의 복원성 판정을 할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

[1] 김훈철외, “소형어선 근대화에 관한 연구

(I)(II)”, 한국기계연구소, 연구보고서, 1983. 3, 1984. 3

[2] 日本小型船舶工業會, “FRP製船舶の船型, 構造ならびに諸基準の調査研究(I)(II)”, 1977. 3, 1978.3

[3] “Design Of Small Fishing Vessels”, John Fyson, Fishing New Books LTD, 1985

[4] “표준어선형 연구개발(I)(II)(III)”, 한국어선협회, 1994, 1994, 1995

[5] John Fyson, “Design Of Small Fishing Vessels”, Fishing New Books LTD, 1985

[6] 과학기술처, “小型 FRP漁船의 建造指針書”, 1983. 3. 31

[7] (사)일본어선협회, “FRP漁船講座”, 1978.3

[8] 土屋 孟 外, “小型漁船の横復原性能と乾舷について”, 1974. 5

[9] “池田 勝, “高速艇の設計と製圖”, 1978. 7. 10

[10] “小型漁船 安全規則及び關係法令”, 成山堂書店, 昭和 41年 1月

[11] “한국어선협회지 각호, 한국어선협회, 1995~1999