

4.99톤급 표준어선형 어선의 초기 복원성 평가에 관한 연구

김혜우^{*,**} · 김상현^{***†} · 이선우^{**} · 윤형석^{**} · 이효근^{**}

* 대한민국 해군, ** 인하대학교 대학원 조선해양공학과, *** 인하대학교 조선해양공학과 교수

A Study on the Initial Stability Evaluation of 4.99-Tons-Class Standard Fishing Vessels

Hwewoo Kim^{*,**} · Sanghyun Kim^{***†} · Sunwoo Lee^{**} · Hyeongseok Yoon^{**} · Hyogeun Lee^{**}

* Republic of Korea Navy, Korea

** Inha University, Naval Architecture Ocean Engineering, Incheon 22212, Korea

*** Professor, Inha University, Naval Architecture Ocean Engineering, Incheon 22212, Korea

요약 : 주로 소형어선에서 발생하고 있는 연근해에서의 전복사고를 예방하기 위해 소형어선의 복원성 평가는 중요하다. 하지만 국내 「어선법」에서는 24m 미만의 소형어선에 대한 복원성 평가 규정이 미비한 실정이다. 2022년 해양수산부에서 안전복지를 강화하여 고시한 표준어선형에 관한 안전성 기준에 따르면, 표준어선형을 따르는 선박은 길이와 무관하게 안전성 기준에 따른 복원성을 가져야 한다. 이에 본 연구에서는 상기 기준을 활용하여 24m 미만에 해당하는 4.99톤급 어선에 대한 복원성 평가를 수행하고 해당 기준으로 복원성을 평가하는 것이 적합한지 검토하는 것을 목표로 한다. 또한 다양한 상부구조물을 가지는 4.99톤급 소형어선에 대해서도 해당 기준이 유효한지 검토를 수행한다. 이를 위해 어선의 초기횡메타센타높이(GM)를 이용한 초기복원성과 한계경사각에서의 복원정(GZ_a)을 평가하였다. 그리고 현재 표준어선형의 소형어선에서 주로 활용되는 상부구조물의 형태를 활용하여 대상선과 동일한 하부 선형과 제원을 가지는 소형어선 6종을 추가로 선정하여 상부구조물 변화에 따른 복원성 변화도 검토하였다. 4.99톤급의 표준어선형을 대상으로 한 연구 결과, 안전복지를 강화한 표준어선형에 대한 안전성 기준은 4.99톤급 표준어선형의 어선에도 적용 가능하며, 상부구조물에 변화에 따른 복원성 변화는 크지 않은 것으로 확인되었다.

핵심용어 : 소형어선, 상부구조물, 초기횡메타센타높이(GM), 복원정(GZ), 복원성(Stability)

Abstract : Assessing the stability of small fishing vessels is important to prevent capsizing accidents in coastal waters that primarily occur on small fishing vessels. However, the regulations regarding stability assessment for small vessels under 24 m are inadequate according to the domestic Fisheries Act. Based on safety standards issued by the Ministry of Oceans and Fisheries in 2022 to enhance safety and welfare, vessels adhering to the enhanced safety standards for standard ship types are required to establish stability regardless of their length. This study aims to utilize these aforementioned standards to assess the stability of vessels under 24 m, investigating the suitability of applying these criteria to these vessels and examining the impact on various small vessels with different superstructures. Initially, a 4.99-ton fishing vessel designed according to the standard ship type was selected as the subject vessel. Compliance with the standards was evaluated based on the initial stability of the vessel using the transverse metacentric height (GM) and transverse restoring moment arm at the limit angle (GZ_a). Additionally, six types of small vessels with identical hull forms and specifications to the subject vessel were further examined using prevalent superstructure designs in small fishing vessels. The stability of the subject small vessel was also assessed. A study of a 4.99-ton standard fishing vessel confirmed that the safety standards for standard fishing vessels with enhanced safety welfare were applicable to small fishing vessels under 4.99-ton class and that the stability of small fishing vessels with superstructure modifications was not significantly changed.

Key Words : Small Fishing Vessels, Superstructure, Transverse Metacentric Height (GM), Transverse Restoring Moment Arm, Stability

* First Author : sbsn1133@gmail.com, 032-860-8812

† Corresponding Author : kimsh@inha.ac.kr, 032-860-7344

1. 서론

한국해양교통안전공단(이하 KOMSA)에서 제공하는 통계 자료에 따르면 우리나라에서 2022년도에 발생한 전체 해양 사고 3,167척 중 어선사고는 1,904척으로 60%를 차지하며, 20톤 미만의 소형선박에서 발생한 사고는 2,058척으로 전체 사고 선박의 65%를 차지한다(MTSS, 2022). 또한 2007년부터 2016년까지 10년간 해양사고 자료를 취합하여 통계 분석한 결과, 5톤 미만의 소형어선이 4,537척으로 36%, 5톤 이상 20톤 미만 소형어선이 32%, 20톤 미만 소형어선이 68%의 비중을 차지한다(Jung, 2018). 소형어선의 해양사고 발생 원인과 이를 방지하기 위한 방법은 다양하지만, 그중에서도 선박의 복원성은 선박의 안전을 위한 핵심적인 요소로 여겨진다. 하지만 소형어선에 대한 복원성 평가 규정은 설계 대상 선박의 톤급과 선종에 따라 달라 선박의 복원성이 충분한지 평가하는 데는 어려움이 있다. 예를 들어 5톤급 미만의 소형어선에 대해서는 ‘경사시험’이나, 복원성 평가를 면제하고 설계 선박의 ‘도면승인’만을 요구한다.

현재 「어선법」(Government of Korea, 2019)에 따르면 초기 복원성 평가를 위한 산식은 식(1)과 같다. 이때 B는 선폭, D는 깊이, β 는 건현에 따라 제시되는 값이며 선박의 재질에 따라 제시된 α 값을 사용한다.

$$G_oM = 0.04B + \alpha \frac{B}{D} - \beta \quad (1)$$

이러한 기준은 Kwon and Lee(2007)의 연구에서 살펴본 바와 같이 선박의 재질에 따라 초기복원성의 기준이 달라진다는 점과 주로 길이 24m 이상의 어선을 실적선으로 하여 선정되었다는 한계를 가진다.

한편 해양수산부는 「어선법」 제33조에 따라 어선의 개량과 어업경영의 합리화 도모를 위한 표준어선형에 관한 기준을 정했다(Government of Korea, 2022). 해당 기준에 따르면 표준어선형 어선의 ‘안전조업 준비장소’로 여겨지는 선원실, 거주제실, 위생제실은 총 통수 산정에서 제외되며, 기존 24m 이상인 어선을 대상으로 하던 「어선법」 제3조의 2(복원성 승인 및 유지)와는 별도의 안전성 기준을 마련하고 초기복원성 평가를 위한 산식을 다르게 제시 하였는데 해당 기준은 길이 24m 미만의 소형어선의 전장에서 적용될 수 있도록 검토되었다는 점이 가장 큰 차이점이며 세부 산식은 2장에서 다룬다.

소형어선의 복원성 평가에 대한 주요 연구로는 Lee et al. (2009)이 수행한 수조실험을 통한 복원성 연구와, Kim et al. (2023)의 초기설계단계 소형어선의 복원성 추정 방안에 관한 연구 등이 있다. Ham et al.(2011)은 선박의 건현과 선폭 등 주요 제원의 변화에 따른 한국 근해 대형 선망어선의 복원

성 곡선 변화에 관해서 연구하였다. Oh and Lim(2022)은 국제해사기구(IMO)에서 권고하는 소형어선에 대한 복원성 평가 규정과 다양한 나라에서의 복원성 평가 규정을 바탕으로 국내의 24m 미만의 소형어선에 대한 복원성 평가 규정 마련의 필요성을 연구하였다. 연구 결과, 국내 소형어선에 대한 복원성 평가 규정이 일부 미비하다는 점을 지적한다. Kwon and Lee(2007)도 현재 복원성 평가 규정의 한계 등을 고려하여 어선의 재질과 무관하게 선종과 조업해역을 고려한 새로운 복원성 평가 기준을 제시하였다. 현재의 표준어선형 안전성 기준은 Kwon and Lee(2007)의 연구 결과인 3시간 이내 피항 가능한 연안어선에 대한 복원성 기준을 적용하고 있다. 어선법에 따른 복원성 평가 규정을 선박의 재질과, 조업해역 등의 조건을 고려하여 개선한 것으로 판단된다.

본 연구는 선행연구 결과를 기반으로 하면서, 기존의 연구에서는 주목하지 않았던 상부구조물 설계에 따른 복원성의 영향에도 주목한다. 이에 표준어선형 안전성 규정의 복원성 규정을 기준으로 표준어선형을 따르는 4.99톤급 소형어선의 복원성을 평가하였다. 4.99톤급 표준어선형은 주로 표준전장 16m 내외의 어선이다. 표준어선형의 총통수 산정에서 제외되고 있는 선원실, 거주제실 등 복지공간의 다양한 크기에 따른 선박의 복원성 변화를 분석하는 것을 목적으로 한다.

2. 복원성 평가 기준

2.1 안전복지를 강화한 표준어선형에 관한 안전성 기준

상기 기준의 적용 대상은 「어선법」 제33조에 따른 표준어선형 어선이다. 「어선법」 제33조에 따르면 표준어선형은 차세대 안전복지형 표준어선으로 건조한 어선이다. 표준어선형의 어선은 어선에 어구 및 어획물 등의 적재상태에 따른 모든 표준재화 상태에서 2가지 안전성 기준을 만족해야 한다. 이때 표준재화 상태는 만재 출항, 어장 발, 만재 입항, 부분만재 입항 시의 재화 상태로 구분한다. Table 1은 표준재화 상태에 따른 재화의 적재상태를 의미한다.

Table 1. Loading standards according to standard goods status classification

Condition	Payloads
Full load departure	- Consumables such as fuel, fresh water, provision are fully loaded
Fishing ground departure	- 75% of consumables such as fuel, fresh water, provision are used. - Fishes are fully loaded.
Full load arrival	- 90% of consumables such as fuel, fresh water, provision are used. - Fishes are fully loaded.
Partial arrival	- 90% of consumables such as fuel, fresh water, provision are used. - 20%(or 40%, if unusual operation) of fishes are loaded.

어선의 표준재화 상태에서 기준이 되는 만재 배수량은 적재상태에 따른 적재 조건과 표준어선형 어선의 안전기준선을 고려하여 평가된다. 안전기준선이란 작업 및 운항을 고려하여 어선의 최소한의 안전을 담보할 수 있는 최대 흘수선을 의미하며, 어떠한 재화 상태에서도 안전기준선을 초과해서 적재할 수 없다. 이때 소형어선의 복원성을 평가할 때는 안전기준선에서의 배수량을 만재 배수량으로 평가하여 적재 중량의 한계를 설정한다.

안전기준선은 식(2), (3)로 표현된다. D_f 는 배의 길이 중앙에서 기선으로부터 선 측에서 노출된 최상층의 전통갑판 상면까지의 깊이(mm), B는 「어선법」에 따른 배의 너비(m), L_r 는 「어선법」에 따른 배의 길이(m), LOA는 전장(m)을 의미한다.

$$\text{안전기준선} = [D_f - M_f][\text{mm}] \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{안전기준선 표기를 위한 기준값}(M_f) \\ = \left[\frac{B}{L_r} \times \frac{(\sqrt{1+0.4 \times LOA} - 1)}{2} \right] \times 1000(\text{mm}) \end{aligned} \quad (3)$$

복원성 평가는 두 가지 방식으로 이루어진다. 첫 번째 방식은 소각도 경사 시에 초기 횡 복원성 평가 척도로 사용되는 초기횡메타센타높이(이하 GM)를 이용하며, 두 번째 방식은 선박 복원성의 평가 척도로 사용되는 횡복원모멘트암(복원정, 이하 GZ)을 이용한다.

2.2 G_oM 을 고려한 복원성 평가

초기복원성을 평가할 때 활용되는 GM은 경사 각도가 최대 15° 이내 혹은 현단 물수각 중 작은 각도로 경사된 경우에 적용된다. 이때 미소 경사각에 대한 횡메타센타(M)가 매우 작게 이동하기 때문에 GM은 고정되어 있다고 가정한다.

그리고 상기 기준에서 초기복원성의 평가 척도는 자유표면 효과를 고려한 배의 무게중심으로부터 횡메타센타까지의 높이(이하 G_oM)를 의미한다. 해당 기준에서 자유표면 효과를 고려한 배의 무게중심으로부터 경심까지의 높이는 식(4)에 따른 값(이하 ' $G_{M_{required}}$ ') 이상일 것으로 명시되어 있다. B는 「어선법」에 따른 배의 너비(m), D는 어선구조기준에 따른 배의 깊이(m), T는 표준재화 상태에서의 흘수(m)이며 B/D가 2.2 이하인 경우는 2.2, T/D가 0.5 이하인 경우는 0.5를 적용한다.

$$0.117B \left(\frac{B}{D} - 2.20 \right) + [1.773 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 2.646 \frac{T}{D} + 1.016]B \quad (4)$$

2.3 GZ_a 을 고려한 복원성 평가

GZ_a 는 한계 경사각(a)에서의 자유표면 효과를 고려한 중력과 부력의 작용선 간의 거리를 의미하며, 해당 기준에서 GZ_a 는 배의 바람에 의한 경사우력정(M/W) 이상을 요구한다. 이때 바람은 연안 및 근해 어선에 대한 풍압 269.3 (N/m^2)을 적용한다. 경사우력정은 식(5)에 따른 값으로 W는 어선의 배수량(ton), A는 직립상태에서 어선의 흘수선 윗부분의 선체중단면에 대한 투영면적(m^2), H는 어선의 선체중단면에 대한 투영면적에서 직립상태에서의 어선의 흘수선 윗부분의 중심으로부터 흘수선 아랫부분의 중심까지의 수직거리(m)를 의미한다.

$$\frac{M}{W} = \frac{2.74(A \cdot H)}{100W} \quad (5)$$

3. 4.99톤급 소형어선의 복원성 평가

3.1 복원성 평가프로그램(K-SHIP)을 활용한 복원성 평가

KOMSA에서 개발한 복원성 평가프로그램(이하 'K-SHIP')을 활용한 복원성 평가 절차는 Kim et al.(2023)에서 연구한 바와 같이 Fig. 1을 따라 진행된다. 복원성 평가의 세부 절차는 선형의 정보(DBHULL)를 입력한 이후 선박의 배수량 특성(HYDROT)과 연료 및 청수 탱크의 용적(VOLUME)을 입력한다. 이후 경사시험을 통해 해당 선박의 중량 및 무게중심, 초기 트림을 확인하고 이어서 선박의 선종을 고려한 적재물의 종류와 중량(LOADCD) 및 풍압면적(PRWIND)을 입력하면, 최종적인 복원성능평가(STABKG)가 진행된다.

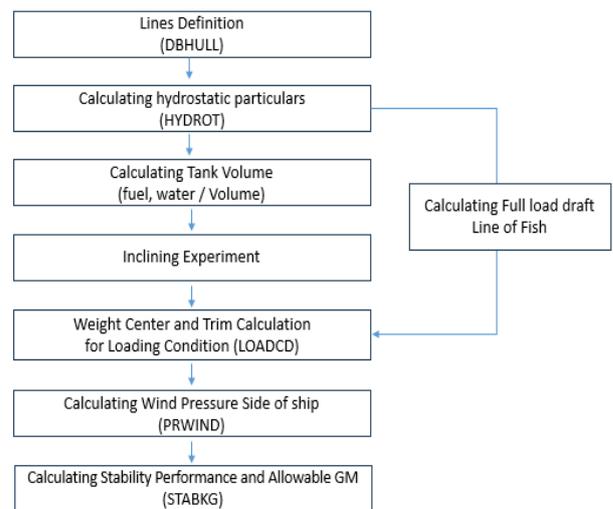


Fig. 1. Stability evaluation procedure using K-SHIP.

4.99톤급 표준어선형 어선의 초기 복원성 평가에 관한 연구

먼저 대상선의 정보 중에서 선형의 정보, 배수량 특성, 연료 및 청수 탱크의 용적, 풍압면적은 선박의 도면 정보를 활용하여 모든 복원성 평가자가 동일하게 입력한다. 적재물의 종류와 중량은 평가자마다 차이가 발생하므로 적재물의 종류와 무게에 대해 확인하였다.

3.2 대상선의 선정

본 연구는 4.99톤급 연안복합 어선을 대상선으로 선정하였다. 해당 어선은 개정된 어선법에 따른 톤수를 가지도록 설계한 선형으로 Fig. 2와 같다. 선체 도면 자료는 조선소의 협조를 받아 설계사로부터 입수하였고 주요 제원은 Table 2와 같다.

Table 2. Principal dimension of ship

Description	Dimension
Lightweight tonnage(ton)	11.82
Length overall, L_oA (m)	15.60
Registered length, L_t (m)	12.2
Length between perpendiculars, L_{BP} (m)	11.17
Breadth, B_{mld} (m)	3.15
Depth, D_{mld} (m)	0.770

3.3 대상선의 적재물 선정

설계소에서 대상선과 유사한 톤급의 어선을 대상으로 활용하는 적재물의 종류와 무게를 Table 3의 적재기준을 적용하여 입력하였다.

연료탱크 용적은 K-SHIP을 통해서 산출했다. 연료의 팽창을 고려하여 연료탱크 용적의 96%를 전체 용적으로 입력하고, 연료(Fuel oil), 청수(Fresh water), 식량(Provision)을 만재 출항, 만재 입항, 어장발, 부분만재입항 적재상태에서, 각각 적재물 전체 중량의 100%, 10%, 25%, 10%를 적용하여 반영하

였다. 갑판 및 기관실 예비품(Store & Spares)은 적재상태를 유지하였으며, 어로 시스템(Fishing system)은 그대로 유지하고, 그물(Fishing net)은 조업 시 그물에 포함되는 물의 무게를 고려하여 그물의 10% 중량을 추가하였다.

세부적인 적재물의 종류와 중량은 설계소에서 유사한 톤급의 설계정보를 활용하여 Table 4와 같이 선정하였다.

Table 3. Standard of loading

Components	Full loading Dep	Full loading Arr	Fishing Ground Dep	Parital Loading Arr
Fuel oil	96% of Tank Volume	96*10%	96*25%	96*10%
Fresh Water	100%	10%	25%	10%
Provision	100%	10%	25%	10%
Store & Spares	100%	100%	100%	100%
Fishing sys	100%	100%	100%	100%
Fishing Net	100%	110%	110%	110%
Fish Hold	0%	100%	100%	20%

Table 4. Details of cargo by loading conditions

- (ton)	Full L.C Dep.	Full L.C Arr.	Fishing Ground L.C Dep.	Parital L.C Arr.
Light ship	11.82			
Crew & Effect	0.3	0.3	0.3	0.3
Store & Spares	0.1	0.1	0.1	0.1
Provision	0.025	0.0025	0.00625	0.0025
Lubrication Oil	0.054	0.054	0.054	0.054
Fishing System	0.4	0.4	0.4	0.4
Fishing Net	1.5	1.65	1.65	1.65
Fresh water	0.045	0.0045	0.01125	0.0045
Fuul Oil	1.928	0.1928	0.482	0.1928
Fish hold	0	3.4496	3.4496	0.68992
Total	16.173	17.973	18.273	15.213

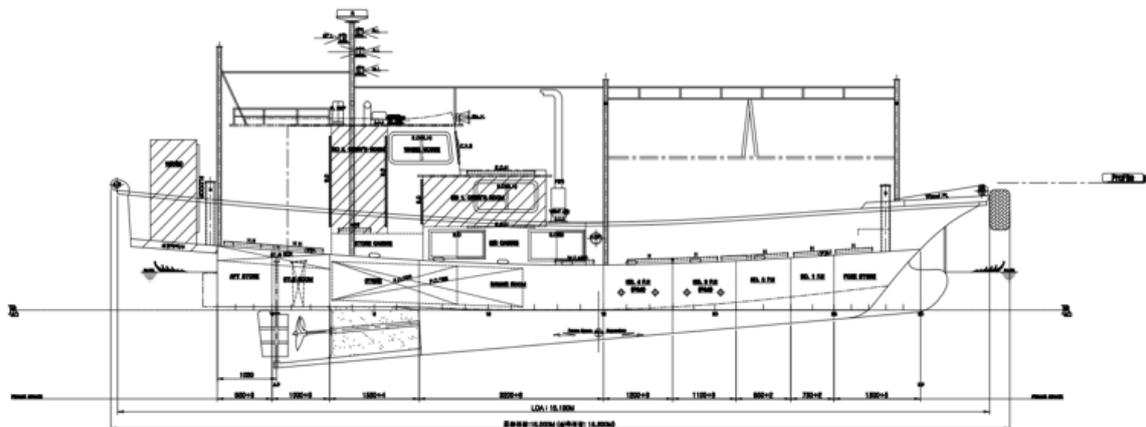


Fig. 2. Profile of 4.99 ton class coastal fishing vessel.

3.4 대상선의 복원성 평가 결과

대상선에 대한 복원성 평가는 2.2절과 2.3절에서 알아본 바와 같이 $GM_{required}$ 을 이용한 초기복원성 평가와, 한계 경사각에서의 GZ_a 와 바람에 의한 경사우력정을 이용한 복원성 평가로 수행하였다.

Table 5는 표준재화 상태에서의 복원성 평가 결과를 요약한 것이다. 이때 표준재화상태에 대한 중량(Weight), 흘수(Draft), 자유표면 효과를 고려한 초기횡메타센타(G_oM), 초기횡메타센타 요구치($G_oM_{required}$) 한계 경사각, 한계 경사각에서의 GZ_a 및 경사우력정을 정리하였다. 그리고 표준어선형 안전성 기준에 따라 대상선은 표준재화 상태에서 G_oM 이 $GM_{required}$ 보다 큰 값을 가지고, 한계 경사각에서의 GZ_a 값이

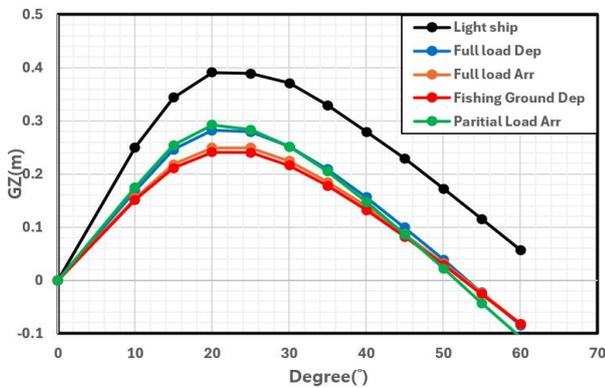


Fig. 3. GZ Curve of fishing vessel.

경사우력정보보다 높은 수치를 가지므로 복원성 기준을 만족하는 것을 확인하였다. 대상선의 재화상태별 복원성 곡선 (GZ curve)은 Fig. 3과 같다.

Table 5. Stability evaluation of fishing vessel

Condition	Light ship	Full L.C Dep	Full L.C Arr	Fishing Ground L.C Dep	Paritial L.C Arr
Weight(ton)	11.82	16.17	17.97	18.27	15.21
Draft(m)	0.871	0.983	1.032	1.044	0.954
G_oM (m)	1.441	0.944	0.874	0.857	0.974
G_oM_{eq} (m)	1.13	0.92	0.8	0.81	0.84
α (deg)	12	8.4	7	6.7	9.2
$GZ_{(a)}$ (m)	0.292	0.142	0.111	0.103	0.162
$\frac{M}{W}$ (m)	0.091	0.063	0.056	0.054	0.068

4. 상부구조물에 따른 복원성 평가

상기 기준에 따르면 어업인들의 안전이 확보된다면 안전 조업 준비장소를 톤수 산정에서 제외하여 보다 큰 상부구조물을 가진 어선의 설계를 승인한다. 이는 기존의 「어선법」에 따라 선종에 따라 톤수와 크기 면에서 엄격하게 적용되던 규정들을 합리적으로 개선하여 어선 개량과 어업경영을 활성화하는 것을 목적으로 한다. 이러한 규정의 취지를 고

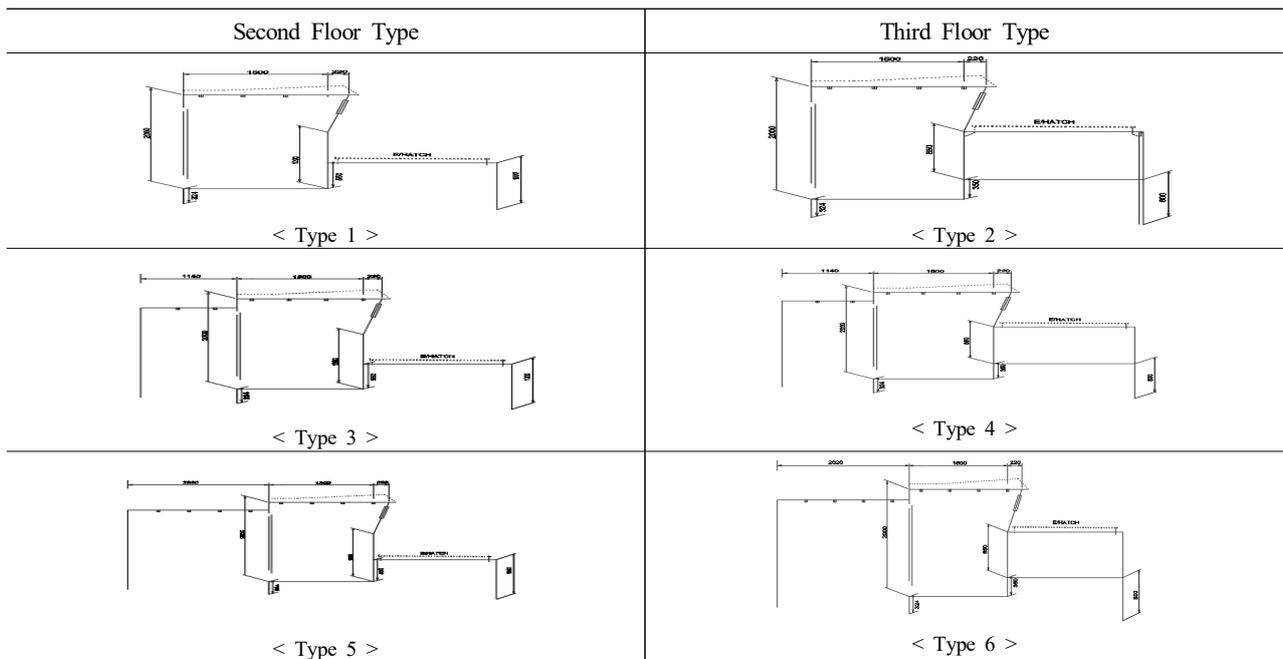


Fig. 4. Upper deck types of 4.99ton fishing vessel.

4.99톤급 표준어선형 어선의 초기 복원성 평가에 관한 연구

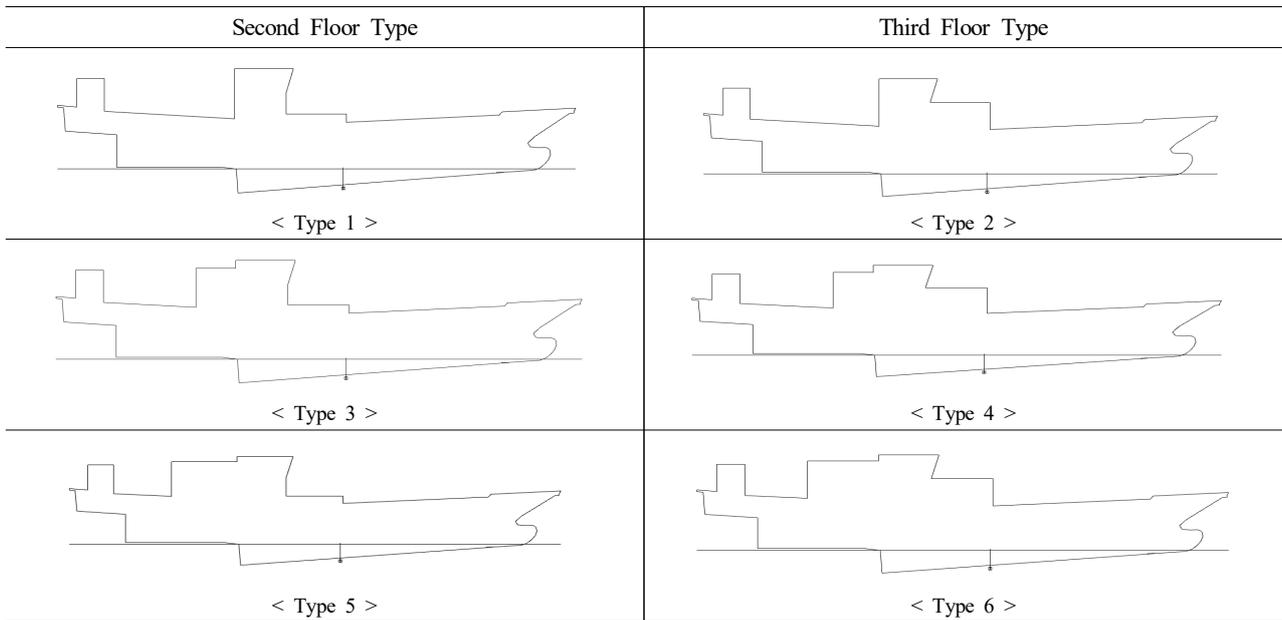


Fig. 5. Wind pressure area of 4.99ton class fishing vessel.

려하여 대상선의 상부구조물을 다양한 방식으로 설계해 보고 해당 상부구조물에 따른 복원성 변화를 연구하였다.

4.1 어선의 상부구조물 설계

4.99톤급 어선의 안전조업 준비장소 형태와 설치 장소에 따른 복원성 변화를 살펴보기 위해서 4.99톤급 표준어선형 어선에 대하여 선호도가 높은 6개 상부구조물을 탑재한 6종의 설계 어선을 추가적으로 대상선으로 선정하였다.

KOMSA를 통해 4.99톤급 어선의 설계 현황과, 실제 소형 어선을 운영하는 선주들의 선호도를 고려하여 상부구조물의 형태를 크게 2단형과 3단형으로 구분했다. 그리고 복지용적(거주제실, 위생제실 등)의 크기를 고려하여 미설치, 소형, 중형 등 총 6종류의 상부구조물 형태를 Fig. 4와 같이 설계하였다. Type 1~6은 상부구조 2단형의 복지용적 미설치, 소형, 중형, 3단형의 복지용적 미설치, 소형, 중형을 의미한다. 해당 상부구조를 기존의 대상선의 하부선형에 적용하였을 때 전체 풍압 면적의 형상은 Fig. 5와 같다.

4.2 상부구조물에 따른 복원성 변화 검토

설계 어선의 복원성은 K-SHIP을 활용하여 평가하였다. 3장의 대상선을 해당 대상선의 선체, 건현을 비롯한 하부 선형의 형상을 그대로 유지하고, 상부구조물을 변경하여 설계하였다. 모든 설계 어선의 안전기준선과 만재 배수량은 같으므로, 6종의 설계 어선들의 복원성을 평가 및 비교하기 위해서 표준제화 상태 중 ‘만재 출항’ 재화 상태를 기준으로 복원성을 비교하였다.

해당 설계 어선에 대한 복원성 곡선은 앞서 Fig. 3과 동일한 결과를 얻었다. 만재출항상태를 기준으로 한 세부적인 복원성능의 평가 결과는 Table 6과 같다. 이때 Type 0은 Fig. 2의 대상선이다.

Table 6. Stability evaluation of fishing vessel type

-	Type 0	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
Superstructure (ton)	0.224	0.140	0.182	0.213	0.163	0.204	0.253
Weight (ton)	16.172	16.088	16.13	16.161	16.111	16.152	16.183
Area(m^2)	22.766	20.098	21.589	22.804	21.236	22.727	23.942
G_0M (m)	0.944	0.95	0.947	0.945	0.948	0.945	0.943
$G_0M_{required}$ (m)	0.92						
$GZ_{(a)}$ (m)	0.142	0.143	0.142	0.142	0.143	0.142	0.141
$\frac{M}{W}$ (m)	0.063	0.053	0.059	0.063	0.057	0.063	0.067

상부구조물 변경에 따른 복원성능을 Fig. 6, Fig. 7과 같이 비교해 보면 상부구조물의 타입에 따라 풍압면적에서 일부 큰 차이를 보이지만, 이때 적용하는 풍압은 연안 및 근해 어선에 대한 적용 기준인 $269.3(N/m^2)$ 으로 같다. 경사우력정에서는 큰 차이를 보이지 않으며, G_0M 에 따른 초기복원성도 일부 차이를 보이나 그 정도가 크지 않으며 모두 $GM_{required}$ 을 만족하는 경향을 확인할 수 있다.

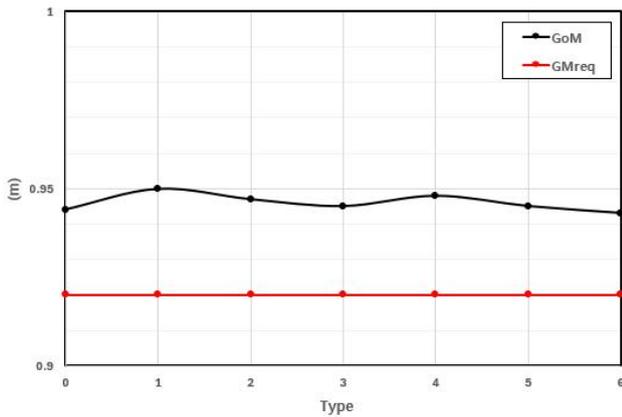


Fig. 6. G₀M and GM_{required} comparison results.

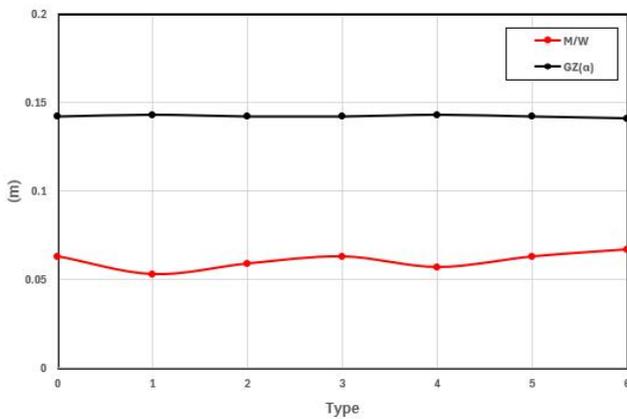


Fig. 7. M/W and GZ(a) comparison results.

5. 결론

본 연구는 표준어선형에 관한 안전성 기준에 의거하여 4.99톤급 표준어선형 소형어선에 대한 복원성을 검토하였다. 경하톤수가 5톤 미만인 소형어선의 경우 국내 「어선법」에 따라 경사시험 및 복원성 평가가 면제되고 어선의 설계 과정에서 도면승인의 절차만 거친다. 하지만 그럼에도 소형어선에 대한 복원성 평가는 중요하다. 현재 표준어선형의 안정성을 평가하기 위해 개발된 기준식은 어선의 길이와는 무관하므로 4.99톤급 소형어선의 복원성을 평가하는 데도 유효한 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 4.99톤급 소형어선 중에서 높은 비율을 차지하는 연안 및 근해 복합 조업 어선을 대상으로 적재물의 조건과 안전조업 준비장소에 따른 복원성을 평가하였다. 특히 안전복지를 강화한 표준어선형에 관한 안전성 기준의 목적을 고려하여 안전조업 준비장소를 다르게 설계하여 적용하였을 때 소형어선의 복원성이 어떻게 변하는지, 동

기준에서 요구하는 성능을 만족하는지 등에 대해서 만재 출항 적재 조건을 기준으로 살펴보았다. 결과는 다음과 같다.

첫째, ‘안전복지를 강화한 표준어선형 안정성 기준’에서 요구하는 복원성 기준은 어선의 길이와 무관하게 선종과 조업해역 등을 고려하여 설계되었으므로 4.99톤급 소형어선에 적용하는 것 또한 유효하다고 판단된다.

둘째, 소형어선에 대한 복원성의 평가는 연안 및 근해에서의 풍압 조건을 그대로 적용하였을 때, 상부구조물의 형상에 크게 영향을 받지 않는다.

셋째, 선박의 상부구조물을 변경해도 동일한 하부선형을 가질 경우 G₀M을 고려한 초기복원성과, GZ_a를 고려한 복원성의 결과가 유사하였다. 즉 상부구조물의 복지용적의 따른 소형어선의 복원성은 상부구조물의 복지용적에 의해 큰 차이가 발생하지는 않는다.

본 연구는 대상선의 상부구조 변화에 따른 복원성에 대해 살펴보았지만 하부선형의 주요제원과 형상을 고정한 상태에서 상부구조물만 달리해 분석하여, 매우 한정적인 범위의 연구라 할 수 있다. 향후에는 소형 어선의 복원성을 더욱 향상시키는 방안에 대한 연구가 필요하다.

후 기

이 논문은 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구입니다(RS-2022-KS221571).

References

- [1] Government of Korea(2019), Fishing vessel stability and load line criteria, Ministry of oceans and fisheries notice, No. 2019-86.
- [2] Government of Korea(2022), Criteria for standard fish line reinforced safety and welfare, Ministry of Oceans and Fisheries Notice, No. 2022-46.
- [3] Ham, S. J. and I. K. Kang, H. S. Kim, H. J. Jo and J. C. Kim(2011), Stability of the offshore large purseiner in Korea, Journal of Korean Society of Fisheries and Ocean Technology, Vol. 47, No. 3, pp. 257-266.
- [4] Jung, C. H.(2018), A study on the improvement of safety by accidents analysis of fishing vessels. Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol 30, No. 1, pp. 176-186, 10.13000/JFMSE.2018.02.30.1.176.
- [5] Kim, H. W, S. H. Kim, S. W. Lee, H. G, Lee and I. T. Kim(2023), Study on the stability estimation method of small fishing vessels at the initial design step, Journal of the Korean

4.99톤급 표준어선형 어선의 초기 복원성 평가에 관한 연구

Society of Marine Environment and Safety, Vol. 29, No. 7,
pp. 863-870.

- [6] Kwon, S. Y. and H. J. Lee(2007), Study on the stability criteria for small fishing vessels and cargo ships, Journal of Korean Society of Ship Inspection & Technology, Vol. 22, No. 5, pp. 19-33.
- [7] Lee, A. R. I. K. Kang and J. H. Jo(2009), A study on the stability of a crab trap fishing boat with water tank experiment, Journal of Korean Society of Fisheries and Ocean Technology, Vol. 45, No. 4, pp. 267-275.
- [8] MTSIS(2022), Maritime transportation safety information System, 2022 marine accident status statistics, Available at: <https://mtis.komsa.or.kr/ana/accTypeStat#top>.
- [9] Oh, K. G. and N. K. Lim(2022), Analysis of domestic fishing vessel stability regulations and research on their criteria amendment for improvement, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 28, No. 2, pp. 290-296.

Received : 2024. 03. 27.

Revised : 2024. 04. 09.

Accepted : 2024. 04. 26.