

## 국내어선 타면적비 설계현황 분석연구

김민룡\* · 우동한\*\* · 임남균\*\*\*\*

\* 목포해양대학교 항해학부 대학원생, \*\* 목포해양대학교 LINC+ 사업단 초빙교수, \*\*\* 목포해양대학교 항해학부 교수

## Analysis of the Design of Rudder Area Ratio for Domestic Fishing Vessel

Min-Ryong KIM\* · Donghan Woo\*\* · Nam-Kyun IM\*\*\*\*

\* Graduate Student, Division of Navigation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\* Visiting Professor, LINC+ Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\*\* Professor, Division of Navigation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**요 약** : 우리나라에 등록 된 선박은 2019년 기준 전체 97,623척이다. 그 중 어선이 차지하는 비율은 약 67%로 65,835척이 등록되어 있다. 어선의 비율만큼이나 해양사고의 빈도수도 높다. 2020년 기준 전체 사고 3,535건 중 2,331건이 어선에서 발생했다. 즉 국내어선의 안전성 향상을 위한 여러 제도적 마련이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 어선의 안전향상을 위한 다양한 부분 중에서 어선과 관련된 국내외 조종성능에 대한 국내의 평가 규정을 살펴보았다. 또한 상선에 비하여 설계 기준이 명확히 정립되지 않은 어선의 타면적 설계 현황을 살펴보기 위하여 국내 조업 중인 153척의 어선 타면적 비율을 조사하였다. 그 결과 대다수의 어선이 국제적 기준에 미달하여 타면적을 설계하고 있음을 통계적으로 확인하였다. 향후 이러한 분석 결과는 국내 어선의 조종성능 향상을 위한 타면적 설계 기준마련을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

**핵심용어** : 어선, 타면적 비율, 조종성능, 해양사고, 충돌

**Abstract** : A total of 97,623 ships were registered in Korea in 2019. Among these, 65,835 vessels, accounting for approximately 67% of the total number of ships, were registered as fishing vessels. As with the proportion of fishing vessels, the frequency of marine accidents is also high. In 2020, 2,331 of 3,535 accidents occurred on fishing vessels. Hence, various institutional arrangements are required for improving the safety of domestic fishing vessels. In this study, we examined domestic and international regulations on domestic and foreign control performance related to fishing boats for improving the safety of fishing boats. Additionally, the ratio of the rudder area of 153 fishing boats operating in Korea was investigated to examine the current status of the rudder area design of fishing boats whose design standards have not been clearly established compared to fishing boats. Resultantly, we statistically confirmed that most fishing boats were designing rudder areas because they did not meet international standards. In the future, these analysis results can be used as basic data to prepare rudder area design standards for improving the maneuvering performance of domestic fishing boats.

**Key Words** : Fishing boat, Rudder area ratio, Maneuvering, Marine accident, Collision

## 1. 서 론

해양안전심판원(Korea Maritime Safety Tribunal, 2020)에서 발간한 2020년 해양사고 통계연보에 의하면 작년 한해 우리나라 연안에서 발생한 전체 해양 사고는 전체 3,535건이고 그 중 과반이 넘는 2,331건의 사고가 어선에서 발생했다. 어선의 사고는 2016년(1,794건)부터 매년 꾸준히 증가 추세를

보이며 2020년(2,331건)은 2016년 대비 약 30%가량 사고가 증가했다. 반면에 여객선의 사고는 외항선·내항선 포함하여 2016년(65건)부터 매년 꾸준히 감소 추세를 보이며 2020년(47건)은 2016년 대비 약 36% 사고가 감소했다.

이는 2014년 세월호 참사 이후 여객선 안전에 관한 관심이 집중되고 정부에서 운항관리자를 해운조합에서 분리시키고 일부 선령규제를 강화하는 등 안전조치를 강화 하려는 노력이 있었다(Heo et al., 2017).

어선 사고에 관한 연구는 그동안 주목 받는 주제로 많은

\* First Author : mdragon@korea.kr

† Corresponding Author : namkyun.im@mmu.ac.kr

연구가 있었다. 어선의 업종별 해양사고의 원인과 대책(Kim et al., 2020)에 대한 연구에 의하면 2010년부터 2019년까지 어선의 해양사고 발생 비율은 충돌사고가 전체 대비 71.7% (440척)이라고 밝혔다. 또한 해양사고의 발생환경과 원인에 인적요인이 많이 기인하여 어선원들의 선박운항에 임하는 태도 교정만으로 사고발생률을 감소시킬 수 있다는 결론을 도출했다.

충돌사고 감축을 위한 어선의 대응 방안에 관한 연구(Jung, 2014)에서는 전체 해양사고에서 충돌사고가 37%로 가장 높게 나타났으며, 이러한 충돌사고에서 어선이 58%로 가장 많이 발생된 점을 지적하며 현재의 해기교육은 상선의 항해사를 위주로 편중되어 있어 어선원에 대한 맞춤형 교육의 필요성을 제기했다.

또한 e-Navigation 서비스를 위한 충돌사고 평가지표 개발(Kim et al., 2021)에서도 어선 및 연안을 항해하는 소형선박의 경우 대부분의 충돌사고는 일반해역에서 상호시계일 경우 주로 발생하는 것으로 나타난 것을 바탕으로 인적요인으로 인한 충돌사고에 대해 지적했다.

본 연구에서는 어선사고에 가장 큰 비율을 차지하고 있는 충돌사고의 요인 중 인적요인의 경우 어선원들의 교육을 통해 사고율을 낮추는 방법에 대한 선행연구가 있었기 때문에 충돌사고를 감소시킬 수 있는 다른 요인에 대해서 고찰했다. 이를 위해 어선의 조종성능에 주목하여 국내법상 어선의 규정은 충분한 조종성을 보장 할 수 있게 제정되어 있는지 살펴보고 현존하는 어선의 조종성을 판단하고자 했다.

선박의 조종성능을 추정하는 방법으로 Kijima and Nakiri (1999; 2002)가 제안한 경험식이 널리 이용되고 있지만 어선의 조종성능 특성에 관한 연구(Lee et al., 2018)에 의하면 이 경험식의 경우 실선 시운전 시험 결과들의 회귀 분석을 통해서 개발되는데 이 때 사용된 기본 자료는 대부분 상선으로부터 얻어졌고 어선의 것은 포함되지 않았다고 한다.

또한 해당 연구에서 Kijima and Nakiri(1999; 2002)의 경험식을 바탕으로 어선의 조정성능을 추정할 결과 선미형상을 고려한 최신의 경험식보다는 기존의 선미형상을 고려하지 않은 경험식의 결과가 어선의 조종성능 추정에 더 유효하다고 판단했다.

그렇기 때문에 조종성을 판단하기 위해 일반적으로 사용하는 경험식을 사용하지 않고 직관적인 방법으로 수선하면서 대비 타면적의 비율을 적용하여(Liu and Hekkenberg, 2017) 국내어선의 선박자료를 바탕으로 현존하는 어선의 제원분포와 타면적을 분석하였다. 본 연구의 결과를 토대로 국내 어선의 조종성 향상을 위한 제도마련의 필요성을 제기하고 동시에 어선 타면적 설계에 기준을 세우고자 한다.

## 2. 조종성능 검사규칙

### 2.1 선박의 조종성능 규정검토

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 2002년에 선박 조종성능의 규정을 제정하였다. 길이 100m 이상의 모든 선박과 위험화물을 수송하는 케미컬탱커 및 LNG 선박은 길이에 관계없이 이 규정을 적용받고 있다. Table 1을 보면 세부적으로 크게 3가지로 구분하여 선회성능, 보침성능, 정지성능으로 평가한다(Lee, 2005).

선회성능 기준은 사용타각 10°에 의한 초기선회능력과 최대타각 35° 또는 45°에 의한 정상선회성능으로 구분하여 해당하는 기준을 각각 따로 하고 있고 보침성능에서는 타각 10°에 의한 Zigzag 10°/10°과 타각 20°에 의한 Zigzag 20°/20°의 시험 결과를 가지고 이에 해당하는 세부기준을 통해 성능을 평가한다.

마지막 정지성능의 경우 만재상태의 항해전속전진에서 긴급후진전속을 발령하여 전진타력이 0이 되면서 선체가 완전히 정선할 때까지의 최단 정지거리가 선체길이의 15배가 넘지 않아야 한다고 규정하고 있다.

Table 1. IMO Ship maneuverability standard

Ability		IMO Regulation
Turning ability test	Initial turning ability	Turn 10°/10° distance to move < 2.5L
	Normal turning ability	Advance < 4.5L Tactical diameter < 5L
Course keeping quality and course changing maneuverability	Zigzag 10°/10° test	(1) First overshooting angle ·10° : L/V < 10seconds(s) ·20° : L/V ≥ 30s ·(5 + ½(L/V))° : 10s < L/V < 30s (2) Second overshooting angle ·First overshooting angle + 15s *[L(m)/V(m/s)=L/V(seconds)]
	Zigzag 20°/20° test	First overshooting angle < 25°
Stopping ability	Shortest stopping distance	Track reach should not exceed 15L

일본의 경우 어선법(1950년; 법률 제778호) 제22조 제3항의 규정에 따른 어선검사규칙 제6조(성능) 상 일본어선의 조종성능에 관한 평가규칙을 설명하고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries of Japan, 1950).

총 7가지 항목으로 속력시험, 전·후진시험, 조타시험, 선회력시험, 항주시험, 복원성시험, 선수요동 시험을 실시한다.

또한 각각의 검사항목은 어선의 업종별·길이별로 구분해서 평가기준을 각각 다르게 평가하고 있는데 이는 어선의 업종에 따라 각기 다른 선체 구조를 반영한 것이다.

특히 선회력시험의 경우 IMO기준과 일본 선회력시험 기준을 비교한 Table 2를 보면 선회경의 크기가 IMO에서 선체 길이(전장, LOA, 이하 ‘L’이라 약칭)의 5배 이내로 제한한 반면 일본 어선검사규칙은 업종과 길이에 따라 다르지만 대부분 국제기준 보다 더욱 엄격하게 관리하고 있는 것을 알 수 있다.

반면에 우리나라의 경우 법령상 어선의 조종성에 관한 규칙은 존재하지 않고 한국해양안전교통공단의 어선검사지침상 선체길이(L)가 24 m 이상의 어선만 속력시험, 조타시험, 후진력시험, 투양묘시험, 기관시험을 실시한다.

24 m 미만의 어선은 속력시험은 필요한 경우가 아니면 실시하지 않을 수 있으며 조타시험 및 후진시험 등은 성능평가가 아닌 작동상태 확인 수준의 검사를 실시하고 있다.

Table 2. Japanese turning ability test standard

Classification		Turning time (seconds)		Turning circle (L)
Types of fishing boat	The Length of the fishing boat (m)	Course-15° The time required	Course-360° The time required	
webbing fishing boat	less than 22	8	80	3.0
	more than 22 less than 43	10	90	3.5
	more than 43	15	140	4.5
gill netter fishing boat	less than 25	12	100	3.3
	more than 25 less than 50	15	135	4.5
	more than 50	16	150	5.0
Trawlers	less than 18	7	70	3.0
	more than 18 less than 30	8	80	3.5
	more than 30 less than 50	8	120	4.0
	more than 50	10	140	4.5
others	less than 20	13	100	3.5
	more than 20 less than 30	15	115	4.0
	more than 30 less than 50	20	140	5.0
	more than 50	25	170	6.0

NOTE, In the case of fishing boats corresponding to multiple types of fishing boats, the number on the right side of the type of fishing boat recognized as related to the main fishing activity shall be followed.

## 2.2 선박의 타면적비

타력 향상이 근해운송선박의 선회 성능에 미치는 영향에 관한 실험적 연구(Jun et al., 2012)에서 좌초 충돌 들의 해난 사고를 방지하기 위해서는 선박이 우수한 조종성을 갖는 것이 요구되며 특히 조종성능 중에서 선회성능은 충돌 회피 등에 필수적인 성능이라고 말하며 모형선의 선회성능 실험 결과를 통해 타력 증가가 근해운송 선박의 선회 성능 향상에 효과적인 것을 확인한 바 있다.

선박에 장착된 타(타; Rudder)는 선박의 선회성능에 가장 큰 역할을 하며 일반적으로 타면적(A; Rudder Area)이 커지면 타에 작용하는 항력과 양력도 커진다. 그렇기 때문에 필요한 기동력을 생성하려면 타의 전체 면적이 수선하면적인 선체길이(L) 와 흘수(T)의 곱으로 계산된 면적과 비교해서 충분해야 하며 타가 커질수록 타력은 커진다.

선박의 기동성 및 선회성에 대한 모형시험(Shiba, 1960)에서 고속상선 모형의 경우 방형계수(Cb; Block Coefficients)를 0.60 그리고 일반화물선 과 유조선의 경우 각각 0.70, 0.80로 설정하고 30°의 타각을 줄 때 타면적비에 따른 선회경의 크기를 비교한 실험을 진행했다. 그 결과는 Fig. 1을 통해 알 수 있으며 타면적비(Rudder area ratio; A/(L×T)) 가 증가하는 동안 IMO 조종성능 규정에서 정상선회운동의 기준이 되는 선회경의 크기가 줄어든 것을 확인 할 수 있다. 그 밖에 선회중거(Advance) 및 선회횡거(Transfer) 역시 타면적 비율이 커질수록 그 길이가 작아진 결과를 확인 할 수 있는데 이는 타면적 비율이 선회성능에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

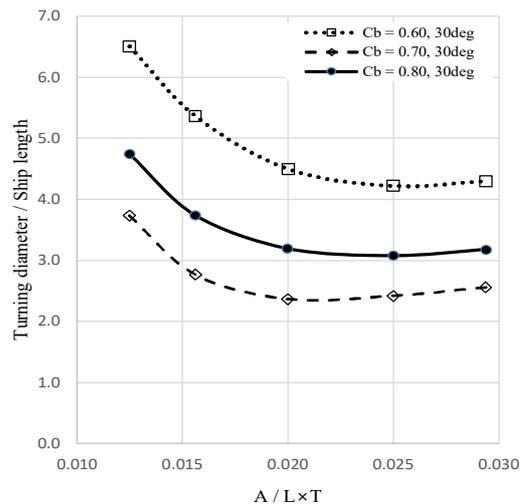


Fig. 1. Influence of rudder area on turning diameter (Shiba, 1960).

Table 3. Reference value for the Rudder area ratio according to the type

Ship's Type	A/L×T [%]
Container ships	1.2 - 1.7
Passenger liners	1.2 - 1.7
General cargo ships	1.5
Single-propeller merchant ships	1.6 - 1.8
Twin-propeller merchant ships	1.6 - 2.2
Small cargo ship	1.7 - 2.3
Large cargo ship	2.0 - 2.8
Oil tankers and bulk carriers	2.0
Lake steamers	2.0
Cross-channel ferries (RoRo ships)	2.0 - 3.0
Coastal vessels	2.0 - 3.3
Warships	2.4 - 2.8
Pilot vessels	2.5 - 4.0
Tugs	3.0 - 4.0
<b>Trawlers</b>	<b>3.0 - 4.0</b>
Inland cargo vessels (non-rapid stream segment)	2.0 - 3.0
Inland cargo vessels (rapid stream segment)	4.5 - 5.0

Source: Liu and Hekkenberg (2017)

Molland and Turnock(2007)에 의하면 타면적을 결정하는 것은 여러 변수들로 인해 일반적으로 규정할 수 없으며 선박의 초기설계단계에서 타에 작용하는 힘(타효; Rudder Force) 또한 도출할 수 없고 타면적은 대부분 경험적인 데이터에서 추정된다고 말한다. 이러한 경험적인 데이터에 의한 타면적의 조종성능을 검토하는 방법은 크게 3가지로 실적선 데이터베이스, 모형시험 및 조종수학모형을 이용한 시뮬레이션에 의한 방법으로 이루어진다.

Table 3은 Liu and Hekkenberg(2017)가 인용한 값으로 선종에 따라 조종성능이 검증된 최적의 타면적비를 나타내고 있다. 위의 표를 보면 예인선, 트롤어선, 보급선, 페리, 군함 등의 선박은 일반적으로 항해하는 상선에 비해서 더 큰 타면적비를 요구하고 있다. 트롤어선의 타면적비가 더 크게 요구되는 것은 일반적인 상선에 비해 기동성이 필요하다는 것을 나타낸다.

이는 일본의 어선검사규칙에서 선회력시험 기준이 IMO규정보다 엄격하게 관리되고 있는 것과 마찬가지로 상선에 비해 낮은 변침을 하는 어선의 조업특성 상 조타성능을 더욱

중요시 한다는 것을 알 수 있다.

Želazny(2014)는 129척의 상선을 이용하여 타에 작용하는 힘에 관한 연구를 진행했는데 Fig. 2는 해당상선들의 측면적 대비 타면적의 관계를 나타내고 있다. 추세선의 기울기를 보면 0.0194로 타면적비로 환산 시 1.9의 값으로 일반적인 화물선의 요구치인 1.5%를 상회하고 있었다.

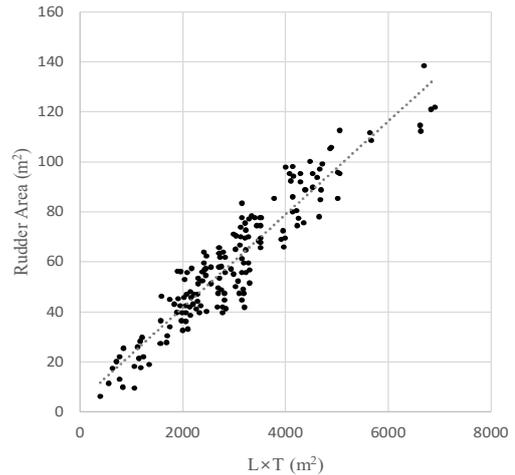


Fig. 2. Relationship between L×T and Rudder Area (Merchant vessel).

### 3. 연구방법

#### 3.1 대상선박

본 연구에서 사용한 자료는 서해어업관리단 관할구역의 어선에서 선정하였으며, 진도를 기점으로 서해 최북단의 범위 내에서 조업하는 연·근해어선을 대상으로 하고 있다.

Table 4. Status of researched fishing boats by LOA

	LOA	GT	B	D	The number of ship
00~24m	17.1	11.1	4.5	1.3	35
24~27m	25.6	26.9	5.0	1.8	7
27~30m	28.5	32.2	5.6	1.7	63
30~33m	31.3	43.5	6.0	1.9	26
33~36m	33.8	42.7	6.2	1.6	14
36~39m	37.5	68.5	6.3	2.2	4
39~42m	39.5	73.1	6.7	2.1	4
Total Average	27.3	32.15	5.5	1.6	153

총 153척의 어선을 임의로 선정하였고 일반배치도 및 총톤수계산서를 이용하여 대상어선의 제원을 분석하였다. Table 4는 길이를 기준으로 7개의 그룹으로 구분한 대상선박의 주요제원을 나타낸 것이다. 대상선박 중 길이가 27~30m 인 어선이 63척으로 가장 많았다.

수산업법 상 어업의 업종별로 구분하면 연안자망 8척, 연안복합 6척, 어장관리선 1척, 근해통발 2척, 근해채낚기 1척, 근해자망 81척, 근해연승 6척, 근해안강망 47척, 근해선망 1척으로 구성되었다.

2009년 농림수산식품부 고시로 제정된 어선복원성 및 만재출수선 기준에서는 배의길이 24m 이상의 어선 및 13인 이상 낚시어선의 경우 복원성 기준을 충족해야 한다고 규정하고 있는데 대상선박 중 118척이 위 기준을 충족해야 하는 길이 24m 이상의 어선이다.

대상선박을 선정하는데 있어서 같은 도면으로 만들어진 트윈어선은 한척으로 구분하였으며 일반배치도의 상태가 오래되어 인식하기 어렵거나 훼손된 어선은 대상선박에서 제외하는 방식으로 도면을 선정하여 어선 타설계 현황을 분석했다.

### 3.2 분석방법

선정된 153척의 대상어선의 검사자료 중 총톤수계산서와 일반배치도를 이용하여 각각의 어선의 제원을 발췌하고 이를 길이(L;LOA), 수선간장(LBP; Length Between Perpendicular), 폭(B;Beam), 깊이(D;Depth), 총톤수(GT; Gross Tonnage)로 도식화하여 표로 정리하는 작업을 수행했다.

Table 4는 대상선박을 LOA의 오름차순으로 24m 미만의 선박을 시작으로 3m 간격으로 7개의 그룹으로 나누어 각 그룹의 평균 제원을 나타낸 것이며 Table 5는 총톤수(GT; Gross Tonnage)의 오름차순을 10톤 간격으로 8개의 그룹으로 구분하고 각 그룹의 평균 제원을 표기한 것이다.

타면적(A; Rudder Area)의 경우 전자문서의 축척을 1:1 비율로 재설정하고 이를 통해 어선에 설치된 타의 실제 면적을 조사하였다. 수선하면적(L×T)의 경우 일반배치도의 실제 면적을 적용하지 않고 어선의 제원을 이용해 계산한 뒤 타면적비에 적용했다. 대상선박의 모든 제원을 정리하고 Table 3의 수치에 기반 한 어선의 최적의 타면적비인 3.0~4.0의 충족 여부를 확인하는 작업을 진행했다.

## 4. 분석결과

### 4.1 대상어선 주요제원분포

대상어선의 총톤수가 커짐에 따라 주요제원인 길이, 폭, 깊이의 수치는 비례하며 커지는 것을 확인했다. 총톤수를

기준으로 8개의 그룹으로 분류한 Table 5에서 대상어선의 총톤수가 9.43톤에서 74.0톤으로 7.8배가 커지는 동안 길이는 2.6배 증가(15.2~39.7m)했고 폭은 1.5배(4.5~6.8m), 깊이는 1.6배(1.3~2.1m) 증가했다.

Table 5. Status of researched fishing boats by tonnage

Average value	L	B	D	L×T	L/B	The number of ship
less than 10t	15.2	4.5	1.3	19.0	3.4	25
less than 20t	22.1	4.5	1.3	30.5	4.9	7
less than 30t	28.4	5.4	1.5	42.4	5.2	61
less than 40t	28.5	5.6	2.0	56.7	5.1	11
less than 50t	31.4	5.9	1.8	56.3	5.3	29
less than 60t	33.7	6.5	1.9	62.6	5.2	3
less than 70t	32.0	6.8	2.5	80.3	4.7	11
less than 80t	39.7	6.8	2.1	85.0	5.8	6
Total Average	27.3	5.5	1.6	46.4	5.0	153

대상어선의 총톤수에 따라 증가하는 주요제원의 비율은 폭과 깊이에 비해 상대적으로 길이의 증가폭이 더 컸다. 이는 대상어선의 규모가 커짐에 따라 선박의 길이를 선폭으로 나누어 준 값인 L/B가 커진다는 것을 의미하며 실제로 총톤수 10톤 미만의 대상어선의 그룹에서 L/B값은 3.4인 반면 총톤수 70톤 이상의 그룹에서는 5.8을 나타냈다.

소형선박의 복원성기준 연구(Kwon and Lee, 2007)에 의하면 초기 복원성능 확보를 위해 어선과 화물선 모두 배의 길이가 짧을수록 L/B 값이 작아지는 특성을 지닌다고 설명했는데 대상어선의 주요제원에서도 이와 유사한 특성을 띄는 것으로 확인했다.

대상어선의 길이와 총톤수에 관계를 횡축에는 길이 종축에는 총톤수로 나타낸 Fig. 3을 보면 길이가 커짐에 따라 비례해서 총톤수가 커지는 모습을 확인 할 수 있다. Fig. 3에서 길이 27~33m 부근에서 총톤수 69톤으로 다른 선박에 비해 유독 무거운 선박이 발견됐는데 해당어선의 업종은 근해자망 5척과 근해안강망 1척으로 해당어선 6척의 평균 깊이는 2.7m로 전체평균인 1.6m보다 1.1m가량 더 깊고 길이 27~33m의 평균 깊이인 1.8m보다 0.9m 깊었다.

Fig. 4는 총톤수와 선수방향의 수선하면적인 L×T를 표현한 것으로 총톤수가 커짐에 따라 비례하는 경향이 강하게 수선하면적도 커지는 모습을 확인 할 수 있다. 그 밖에 다른

주요제원의 분포 또한 주요제원 간에 정도의 차이는 있지만 일정부분 대상어선의 규모가 커짐에 따라 비례해서 증가하는 모습을 확인할 수 있었다.

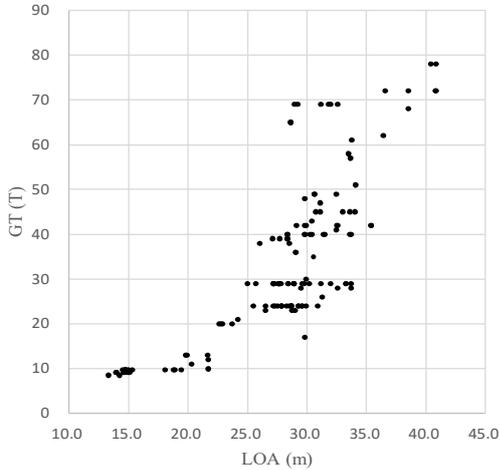


Fig. 3. Relationship between LOA and GT.

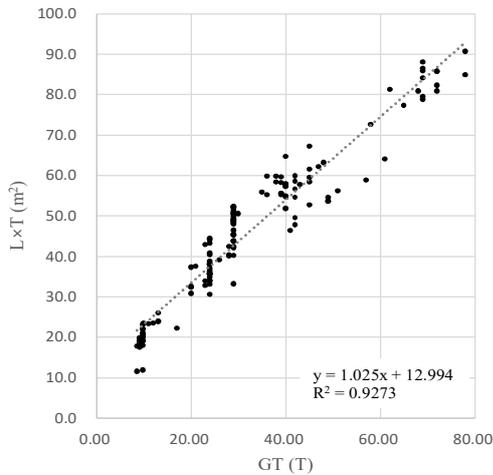


Fig. 4. Relationship between GT and LxT.

#### 4.2 대상어선 타면적과 제원과의 상관관계 분석

대상어선의 길이를 기준으로 7개 그룹으로 분류하여 각 그룹의 평균 타면적(A), 평균 LxT, 평균 A/(LxT)를 Table 6로 나타냈으며 각각의 표준편차는 각각 0.7, 18.8, 0.9이다.

대상어선의 평균 타면적은 최소값 0.4m<sup>2</sup>에서 최대값 2.8m<sup>2</sup>로 7배 증가하는 동안 상대적으로 수선하면적인 LxT는 최소값 21.5m<sup>2</sup>에서 최대값 84.4m<sup>2</sup>로 3.9배 증가했다.

타면적비의 경우 평균 2.57을 나타냈다. 이 수치는 앞서 언급한 Molland and Turnock(2007)의 연구에서 제시된 트롤어선 최적의 타면적 비율(3.0~4.0)의 85.6% 수준이다.

Table 6. Status of researched fishing boats by LOA

	A (m <sup>2</sup> )	LxT	A/(LxT)	The number of ship
00 ~ 24 m	0.4	21.5	1.97	35
24 ~ 27 m	1.4	46.5	2.92	7
27 ~ 30 m	1.3	48.5	2.77	63
30 ~ 33 m	1.5	58.0	2.70	26
33 ~ 36 m	1.4	53.3	2.70	14
36 ~ 39 m	2.8	81.3	3.46	4
39 ~ 42 m	2.4	84.4	2.88	4
Total Average	1.2	45.9	2.57	153

Fig. 5는 대상어선의 길이별 분포를 확인하기 위해서 횡축에는 길이 24m를 기준으로 3m의 간격으로 나타내고 종축에는 해당하는 어선의 척수를 표시한 도표이다. 27~30m의 그룹이 63척으로 가장 큰 비율을 가졌으며 해당척수를 나타내는 막대 안에 구분된 막대는 최적의 타면적비를 충족하는 어선을 표시한 것이다.

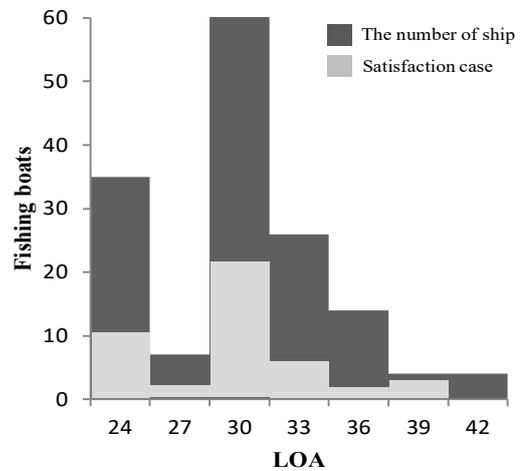


Fig. 5. Histogram of Fishing boats Classified as LOA.

Table 7은 대상어선을 수산업법시행령 제3장(허가어업과 신고어업)에서 정의하는 어업의 종류별로 구분하여 해당하는 업종에서 최적의 타면적 비율(3.0~4.0)을 만족하는 정도를 나타낸 것이다.

본 연구에서 조사한 대상어선 전체 153척 중 어선 타면적비를 충족하는 어선은 총 46척으로 전체대비 30.1% 정도의 어선만이 최적의 타면적비를 충족하고 있었다.

가장 많은 대상어선이 분포한 근해자망의 경우 전체 81척 가운데 33척이 최적의 어선 타면적비를 만족하여 40.7%가

국내어선 타면적비 설계현황 분석연구

충족하는 반면 그 다음으로 많은 척수가 분포한 근해안강망의 경우 전체 47척 가운데 6척으로 근해자망에 비해 상대적으로 적은 12.8%의 충족도가 나왔다.

또한 10톤 미만의 소형어선의 경우 전체 25척 중 5척이 충족하여 20.0%를 나타냈고 길이 24m 미만 어선의 경우 35척 중 10척이 충족하여 28.6%를 나타냈는데 이는 대상어선 전체를 대상으로 한 충족도인 30%를 밑도는 결과였다.

Table 7. Satisfaction of fishing boats's rudder area ratio

Category	The number of ship	The number of Satisfaction	Satisfaction ratio (%)
Short sea stow net	47	6	12.8
Short sea longlinefisheries	5	2	40.0
Short sea Gill net	81	33	40.7
Coast Multi-fishing	6	1	16.7
Coast Gill net	8	3	37.5
A fishing boat less than 10T	25	5	20.0
A fishing boat less than 24m	35	10	28.6
Total fishing boat	153	46	30.0

Fig. 6은 대상어선의 길이와 타면적의 관계를 나타낸 도표인데 대상어선의 분포가 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않고 있었다. 대상선박의 길이, 폭, 깊이 등 다른 주요제원의 경우 정도의 차이가 있을 뿐 일정하게 비례하는 모습을 나타낸 반면 대상어선의 타면적의 경우 그렇지 못한 결과를 나타냈다.

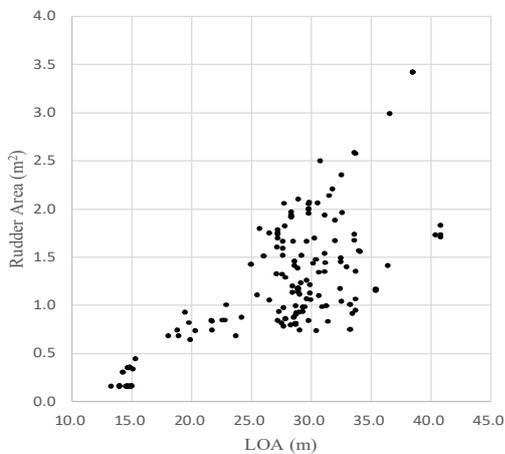


Fig. 6. Relationship between LOA and Rudder Area.

대상어선의 길이와 타면적 비율의 관계를 나타낸 Fig. 7을 보면 타면적에 대한 상관관계가 없다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있다. 음영으로 표시된 최적의 타면적 비율(3.0~4.0) 구간에 대상선박의 30.1%인 46척이 분포하고 있고 나머지 69.9%인 107척은 일정한 경향이 없이 큰 편차를 나타내고 있다.

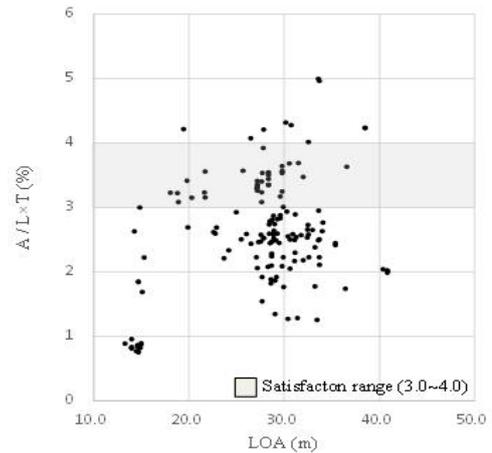


Fig. 7. Relationship between LOA and A/L×T.

Fig. 8은 수선하면(L×T)와 타면적(A)의 관계를 나타낸다. 도표 상의 추세선의 기울기는 타면적비를 의미하게 되는데 최적의 타면적 비율인 3.0과 4.0의 기울기를 가진 두 직선 사이를 음영으로 표시했다.

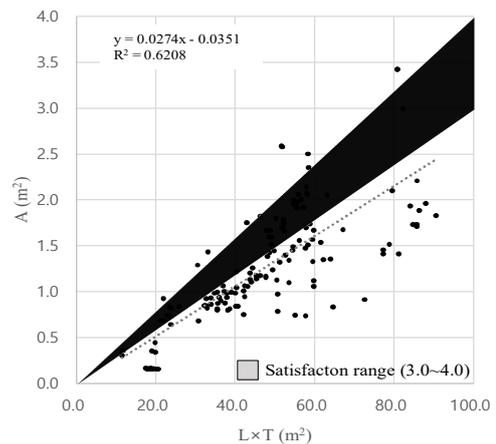


Fig. 8. Relationship between L×T and Rudder Area (Fishing boat).

대상어선의 분포는 이전의 결과와 같이 강한 상관관계를 찾을 수 없었다. Fig. 6~Fig. 8의 분석을 통해 대상어선과 타면적의 관계에서 유의미한 관계를 찾을 수 없었다.

이 같은 결과는 어선의 초기설계 단계에서 타면적을 결정하는 일련의 과정이 특정한 기준이 없이 이뤄졌다고 판단할 수 있으며 어선 조종성능을 평가하는 규정이 거의 전무한 상황에서 어선건조 이후 현존하는 어선의 조종성능에 대한 검증이 제대로 이루어지지 않아 발생한 결과다.

## 5. 결론

본 연구에서는 어선 및 상선의 조종성능에 대한 국내의 평가규정을 살펴보았다. 특히 어선의 조종성능에 크게 관여하는 타면적 설계 현황을 살펴보기 위하여 국내 연·근해에서 조업 중인 153척의 어선의 주요 제원을 조사하고 Molland and Turnock(2007)에서 제시된 최적의 트롤어선 타면적 비율 대비 국내 어선의 타면적을 비교 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 일본의 경우 어선검사규칙 상 업종별·길이별로 세분화된 검사지침을 갖고 있으며 선회성시험의 경우 IMO 조종성능 평가 기준보다 엄격하게 관리되지만 상대적으로 우리나라 어선 조종성능 평가 기준의 개선이 필요한 실정이었다.
- 대상어선의 제원분석을 통한 충족도 분석결과 대상어선 전체 153척 중 107척 전체 약 69.9% 가량이 관련연구 기준을 충족하지 못함을 확인하였다.
- 어선의 초기설계 단계부터 타면적의 결정이 특정한 기준이 없이 이뤄지고 있으며 현존하는 어선의 조종성능의 안전성 검증을 위한 제도적 개선이 필요함을 확인하였다.

또한 본 연구에서 조사한 대상선박의 업종은 트롤어선 뿐 아니라 더 다양한 업종의 제원을 조사하였으나 각각의 업종을 비교할 수 있는 최적의 타면적비에 대한 자료가 부족하여 수산업법에 의해 분류된 국내어선의 종류별 상이한 조종성능에 대한 분석에 한계를 느끼며 추후 향후과제 연구를 통해 보완하겠다.

## 감사의 글

본 과제는 행정안전부 지역맞춤형 재난안전 연구개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(20015029).

## References

- [1] Heo, K. J., J. C. Lee, and J. W. Lee(2017), Improving the Safety Management of the Passenger Ship: A Policy Implementation Perspective, Journal of the Korean Association of Police Science, Vol. 19, No. 4, pp. 103-132.
- [2] Jun, H. C., S. H. Kim, H. J. Kim, and H. P. Park(2012), A Experimental Study on the Effect of Increasing Rudder Force on Turning Ability of Short Sea Shipping Ship, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 18, No. 6, pp. 591-596.
- [3] Jung, C. H.(2014), A Study on the Requirement to the Fishing Vessel for Reducing the Collision Accidents, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 20, No. 1, pp. 18-25.
- [4] Kim, J. H., S. H. Bae, and E. K. Jang(2021), Development a Collision Accident Evaluation Indicator for an e-Navigation Service, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 27, No. 1, pp. 1-12.
- [5] Kim, S. H., H. S. Kim, and Y. W. Lee(2020), The causes and counterplan for marine casualties of fishing boats according to the fishing types, Journal of The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology, Vol. 56, No. 3, pp. 246-257.
- [6] Korea Maritime Safety transportation Safety Authority (2020), Marine accident statistics by type of the ships, Current status of marine accidents compared to registered vessel, <https://www.kmst.go.kr/kmst/statistics/annualReport/selectAnnualReportList.do>.
- [7] Korea Maritime transportation Safety Authority(2017), Fishing boat inspection guidelines, Chapter 2 Fishing boat inspection, Article 2.3, pp. 31-34.
- [8] Kwon, S. Y. and H. J. Lee(2007), A Study on the Stability Criteria of Small Vessels, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 44, No. 3, pp. 285-295.
- [9] Lee, C. K.(2005), A Study on the Evaluation and Validation of IMO Maneuverability Standards of Vessels, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 29, No. 5, pp. 365-370.
- [10] Lee, C. K., S. H. Kim, J. G. Lee, S. M. Lee, and M. S. Kim(2018), A study on the characteristics of maneuverability of fishing vessel, Journal of The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology, Vol. 54, No. 3, pp. 239-245.
- [11] Liu, J. and R. Hekkenberg(2017), Sixty years of research on ship rudders: effects of design choices on rudder performance, Ships and Offshore Structure, Vol. 12, No. 4, pp. 495-512.
- [12] Ministry of Agriculture and Forestry and Fisheries of Japan(1950), The rules for inspection of fishing vessels, Chapter 1 hull, Article 6 (Performance), [https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325M50010000124\\_20201201\\_502M6000200049&keyword=%E6%BC%81%E8%88%B9](https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325M50010000124_20201201_502M6000200049&keyword=%E6%BC%81%E8%88%B9).

- [13] Molland, A. F. and S. R. Turnock(2007), Marine Rudders and Control Surfaces: Principles, Data, Design and Applications, Elsevier, pp. 189-192.
- [14] Shiba, H.(1960), Model experiments about the maneuverability of turning of ships. In First symposium on ship maneuverability, 1960.
- [15] Želazny, K.(2014), Approximate Method of Calculating Forces on Rudder During Ship Sailing on a Shipping Route, TransNav: the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 8, No. 3, pp. 459-464.

---

Received : 2021. 10. 21.

Revised : 2021. 12. 06. (1st)

: 2021. 12. 30. (2nd)

Accepted : 2022. 04. 27.