



국내 선박추진기 감김 사고 현황 및 로프커파 설치 선박 대상 사용자 만족도 조사

이원주* · 최재혁† · 김종호* · 이우근** · 김준수**
*한국해양대학교(교수) · **한국해양수산연수원(교수, 교관)

A Study on Current Status of Entanglement Accident and User Satisfaction Survey for Ship with Rope Cutter in Domestic

Won-Ju LEE* · Jae-Hyuk CHOI† · Jong-Ho KIM* · Woo-Kun LEE** · Jun-Soo KIM**

*†Korea Maritime and OceanUniversity(professor) ·

**Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology(professor, instructor)

Abstract

The purpose of this study is to verify the usefulness and necessity by analyzing the user satisfaction of rope cutter which is one of the preventive measures of entanglement accident. Accidents occur more than 200 times every year, which can be a direct cause of major accidents as well as sailing delays. Various technologies are being developed to protect the propeller, but commercialization is limited due to high cost of installation and untested usefulness. In this study, the satisfaction survey was conducted on the actual users of rope cutter, which are popularized among the prevention measures of entanglement accident. The comparison before and after installation of rope cutter shows that accident rate is reduced by about 80% after installation, making rope cutter very efficient for preventing entanglement accident. In addition, the overall satisfaction of the actual users is high on average, and more than 70% of the respondents were positive about the mandatory installation of rope cutter.

Key words : Rope cutter, Satisfaction, Propeller, Entanglement accident

I. 서론

선박의 연안 항해 시 간척, 매립에 의한 낮은 수심과 양식 어업 육성에 따른 양식장 그리고 해양 쓰레기로 분류되는 어망, 로프 등 부유물은 해양 사고 발생에 상당한 영향을 미친다(Ko, 2005). 특히 해상에 버려진 페어망, 페로프 등이 추진기에 감겨 기관 고장을 초래하는 사고가 주 1회 이상 꾸준히 발생하고 있다(Park, 2008).

이와 같은 사고는 운항시간의 증가, 조업해역의 선박비율의 증가, 경합적 어로행위 등의 원인으로 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상된다(Kim et al., 2001). 대부분의 사고는 단순 운항 지연에 그치지지만 기상악화 등 복합 사고 요인이 더해질 경우 서해훼리호 침몰사고(1993년), 돌고래호 전복사고(2015년)와 같은 대형해양사고의 직접적인 원인이 될 수 있다(Yang and Kwon, 2017; Han, 2017). 또한 추진기에 감긴 물질 제거를 위한 잠

† Corresponding author: 051-410-4257, choi_jh@kmou.ac.kr

* 이 논문은 해양수산부 선박추진기 로프절단장치 효용성 등 평가 연구 사업과 과학기술정보통신부의 재원으로 연구개발특구진흥재단(2019BSRD004701202)의 지원을 받아 수행되었음.

수작업으로 인해 잠재적인 2차 인명사고의 우려가 있다(Sim et al., 2016).

정부 부처에서는 사고 발생을 예방하기 위하여 페어망, 페로프 등 해양부유물의 수거활동 강화를 통해 원인물질을 제거하는 노력을 하고 있으나 효과적인 사고 방지에는 현실적으로 많은 어려움이 있으며 다양한 대책 개발이 필요하다(Lee and Lee, 2017a/b). 이와 관련하여 국내·외적으로 많은 노력이 진행되고 있으며, 추진기를 보호하기 위한 기술로 물분사 추진기, 펌프제트 장치 등 다양한 장치가 개발되었으나 고가 수입품으로서 소형선에 장착하기에는 다소 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 연안에서 로프 감김에 따른 사고 현황을 통계자료에 의해 선종별, 해역별, 선박크기별, 원인별로 구분하여 조사하였으며, 감김 사고 예방대책의 일환으로 소형선박에 장착된 로프커터를 운용하고 있는 선박업무 종사자를 대상으로 만족도 조사를 시행하였고, 그 결과를 토대로 로프커터의 효용성 및 필요성을 확인해보았다.

II. 연구의 방법

1. 로프 감김 사고 현황 조사

본 연구에서는 중앙해양안전심판원에서 공개하는 사고위치정보(전자해도기반) 및 통계자료와 해양수산부 해사안전정책과로부터 수집한 자료를 통해 감김 사고 발생 이력을 산정 및 활용하였으며 해양경찰청 통계자료 중 ‘해상조난사고 통계연보’를 추가로 참조하였다. 중앙해양안전심판원에서 해양부유물로 인해 발생한 사고로 분류하는 ‘안전저해 사건’ 항목과 해양수산부 해사안전정책과 통계자료에서 유의미한 자료를 2011년부터 2016년까지 추출하여 정리하였다.

2. 로프커터 설치 선박 대상 설문

본 연구를 위해 로프커터 공급사인 A사에서

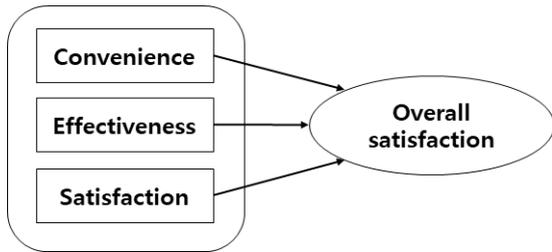
민간업체 및 관공선 공급실적을 확보하고, 각 지자체 및 수협을 통하여 지원 사업을 통해 로프커터가 설치된 선박 현황을 협조 받아서 93척의 선박을 대상으로 설문을 수행하였다. 설문방법은 설문지를 통한 조사와 함께 대면조사·유선을 통해 심층적인 인터뷰를 시행하여 정량적인 결과와 그 결과 사유를 함께 분석하였다.

본 연구는 로프커터에 대한 실사용자들의 종합적인 만족도를 분석하기 위해 설치배경 및 선정근거를 바탕으로 22개의 설문 항목을 설계하였으며 측정 변수는 ①편의성, ②효과성, ③전반적 만족도로 구성하였다. 측정 항목들의 설문문항 설계는 기본적으로 명목적도를 사용하였고, 전반적 만족도는 10점 등간척도를 사용하였다.

<Table 1> Questionnaire Summary

Metrics	Questionnaire
Basic Information	1) Ship type
	2) Ship weight
	3) Ship length
	4) hull substructure type
	5) Structure around the propeller
	6) General sailing route
	7) Usage history of rope cutter
Installation Background	1) Accident experience due to waste fishing net or rope
	2) Damage scale
Basis for Selection	1) Installed cutter type
	2) Cutter manufacturer
	3) Reason for selection of rope cutter
	4) Training Needs for operation
Convenience	1) Service satisfaction
	2) Maintenance cost
	3) Ease of use
Effectiveness	1) Operation
	2) Side effects from operation
	3) Accident reduction rate
	4) Fuel consumption change
Overall Satisfaction	1) Satisfaction score
	2) Consent of mandatory
	3) Installation.

<Table 1>은 본 설문지의 측정 항목과 설문문항을 요약한 자료이며, [Fig. 1]은 본 연구에서 채택하고 있는 연구모형이다. 설문지의 결과는 기술통계 및 빈도분석을 사용하여 최빈값 및 평균값을 분석하였다.



[Fig. 1] Study model for comprehensive satisfaction analysis.

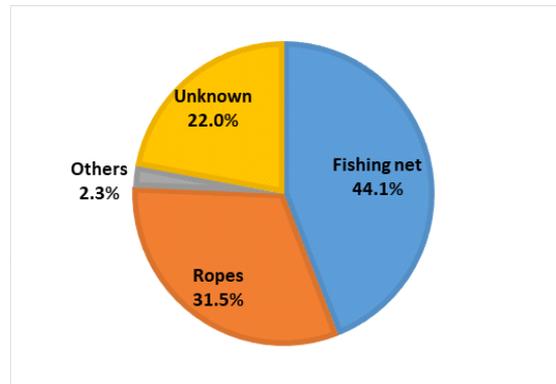
연도별 감김사고는 점차 증가하는 추세이며 특히 2013년도와 비교해서 2016년도에는 발생 건수가 1.85배 이상 급격하게 증가했음을 확인할 수 있다. 이는 최근 다양한 해양레저 활동, 바다낚시 등 해양에서 즐기는 여가시간이 증가함에 따라 사고 비율도 함께 증가하는 것으로 판단된다.

[Fig. 2]는 감김 사고 발생 원인별 현황을 나타내고 있으며, 어망에 의한 감김 사고가 44.1% (534건)로 가장 높은 비율을 나타내고 있고, 다음으로 로프류에 의한 감김 사고가 31.5%, 기타물질(해묘, 해조류 등)에 의한 감김 사고 순으로 나타났다. 어망의 경우 조업방식에 따라 채질, 종류 등이 다양하고, 걸림 발생 시 전체 축계에 감기는 경우가 많기 때문에 본선 자체 제거가 어려워 신고 된 빈도수가 더 많은 것으로 추정된다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 로프 감김 사고 현황

<Table 2>는 연도 및 선종별 감김 사고 현황을 나타내고 있으며, 감김 사고 현황은 총 1,211건으로 연 평균 201.8건이 발생하였다. 어선이 958건으로 79.1%를 차지하여 가장 많고 여객선, 예인선, 유조선, 화물선 순으로 발생하였다. 레저용 선박, 요트, 관공선의 경우는 기타로 분류하였으며, 총 164건으로 전체 비율의 13.5%를 차지하였다.

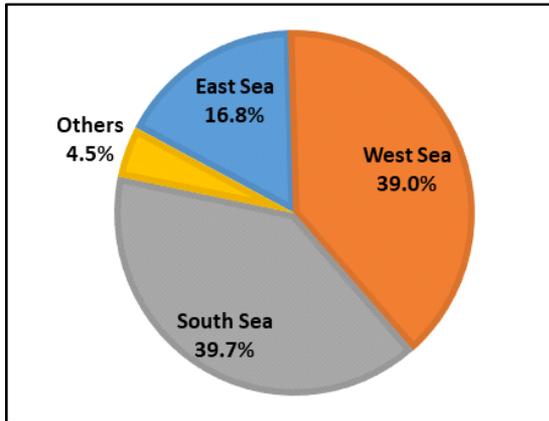


[Fig. 2] Entanglement accident statistics by cause.

<Table 2> Entanglement accident statistics by ship type

Type Year	Fishing ship	Passenger ship	Tug boat	Tanker	Cargo ship	Other ship	Total
2011	144	3	5	1	2	21	176
2012	159	4	7	0	2	19	191
2013	122	5	6	2	0	16	151
2014	120	10	6	1	2	26	165
2015	188	10	6	1	0	44	249
2016	225	8	5	2	1	38	279
Total	958	40	35	7	7	164	1,211

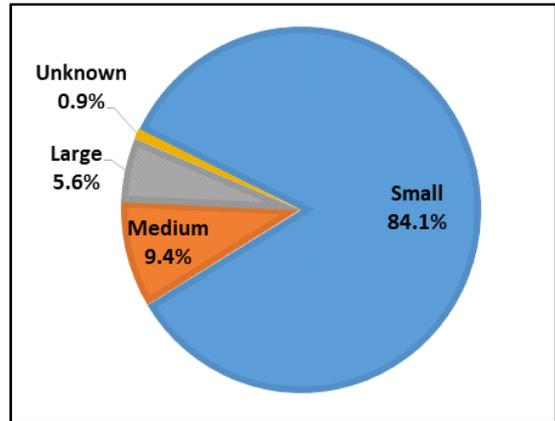
[Fig. 3]은 우리나라 해역별 감김사고 발생 현황이며, 남해 481건(39.7%), 서해 372건(39.0%), 동해 203건(16.8%)이다. 기타는 우리나라 영해를 벗어난 근해 또는 기록상 사고발생 위치가 명확하지 않은 경우가 해당되며 155건(4.5%) 발생하였다. 이는 동해가 조류가 강하고 조업 방식이 근해채낚기어업, 근해통발어업 위주로 이루어져 비교적 폐어망과 폐로프 등 해상 부유물이 적게 발생하나, 서해와 남해는 근해형망, 자망 형태의 조업 유형이 많으며 중국과 근접하여 육지에서 유입된 다양한 해상부유물로 인한 감김 사고 비율이 높아 상대적으로 동해에 비해 더 많은 비율로 감김 사고가 발생한 것으로 추정된다.



[Fig. 3] Entanglement accident statistics sea area.

[Fig. 4]는 감김 사고의 선박 크기별 분포를 나타내고 있으며, 50톤 이하를 소형선(Small), 50톤 초과 100톤 이하를 중형선(Medium), 100톤 초과를 대형선(Large)으로 구분하였다. 소형선이 84.1%로 매우 높은 비율을 나타냄을 알 수 있으며 이는 소형선이 연안에서 항행 빈도가 높기 때문에 사고의 횟수가 많은 것으로 보인다.

1996년부터 2016년까지 중앙해양심판원에서 공개된 재결서 5,209건 중 ‘기관손상’, ‘추진축계손상’, ‘추진기손상’, ‘어망손상’으로 분류된 재결서를 1차 분류하였다. 이 중 축계에 이물질이 감겨 발생한 사고 관련 법률관계에 관한 분쟁으로 진행된 건들을 <Table 3>과 같이 나타내었다.



[Fig. 4] Entanglement accident statistics by ship size.

<Table 3> Entanglement accident statistics by ship type

Sea area	Number	Ship size	Number	Ship type	Number
East sea	21	Small ($\chi \leq 50$)	32	Fishing ship	73
West sea	22	Medium ($50 < \chi \leq 100$)	38	Cargo ship	6
South sea	40	Large ($\chi > 100$)	13	Passenger ship	1
Total	83	Total	83	Government ship	1
				Other ship	2
				Total	83

총 83건으로 확인되며 선종별로는 어선이 73건으로 가장 비율이 높고, 크기로는 100톤 이하의 중·소형선에서 70건으로 높은 비율을 나타내고, 서해와 동해에 비해 남해에서 2배 높은 40건이 발생하였다.

이와 같이 선박추진기 감김 사고는 연 평균 201.8건(1.8일당 1건)으로 빈번하게 발생하고 있으며, 단순 사고 처리로 끝나지 않고 법적 분쟁으로 진행되는 경우도 있다. 따라서 본 연구에서는 선박추진기 감김 사고를 예방하기 위한 방법 중 로프커파를 설치한 선박을 대상으로 종합적인 만족도를 조사하고 분석함으로써, 로프커파의 효용성 검증과 함께 더 나아가 국산화 개발의 필요성과 선박 보급·지원의 정책적 필요성을 검토하는 지표로 활용될 것으로 기대된다.

2. 설문 결과

<Table 4>는 각 지자체 및 수협과 공급사로부터 수집한 지역별 로프커파 설치선박 현황이다.

<Table 4> Rope cutter installation ships by region

Region	Number
Gangwon-do	27
Gyeongsangnam-do	5
Gyeongsangbuk-do	14
Busan	49
Jeollabuk-do	9
Jeju-do	19
Chungcheongnam-do	14
Government ship	14
Total	151

전체 설문대상 151척 중 58척에 대해서는 설문 조사가 이루어지지 못했으며, 사유는 응답거부(19척), 연결불가(29척), 연락처 확보불가(10척)이다. 설문조사에 성공한 93척에 대해서는 현장조사(39

척), 전화조사(54척)의 방법으로 설문을 진행하였다.

<Table 5>는 설문 대상 선박의 선종별 현황을 나타낸다. 어선이 84.9%로 가장 많은 비율로 설치가 되어있으며, 미미한 차이지만 관공선, 여객선 등의 순으로 설치가 되어있다. 앞서 살펴본 바와 같이 로프 감김 사고 발생율이 가장 높은 어선이 예방 대책에 높은 관심과 노력을 기울이고 있다고 보여지며 상대적으로 사고 발생 시 대형 인명사고로 이어질 수 있는 여객선 및 차도선은 3.2%로 미미한 설치현황을 보였다.

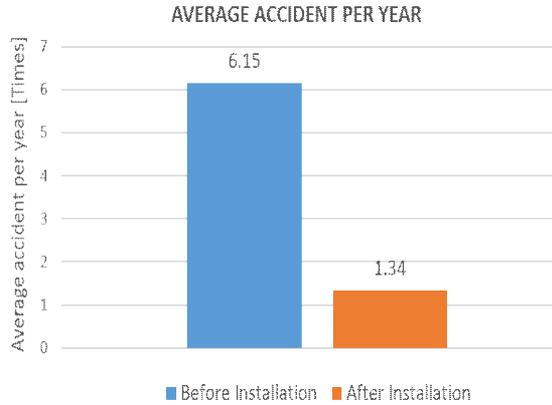
<Table 5> Statistics by ship type of respondents

	Reply	Ratio (%)
Cargo ship	0	0.0
Passenger ship	3	3.2
Fishing ship	79	84.9
Government ship	8	8.6
Leisure	1	1.1
Other ship	2	2.2
Total	93	100

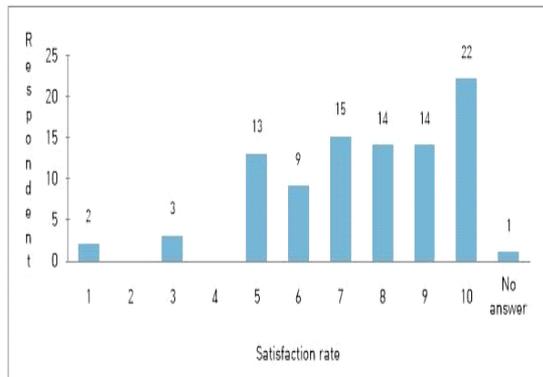
다음은 로프커파 설치효용성을 검증하기 위해 객관적인 로프 감김 사고 연간 발생횟수를 설치 전·후로 구분하여 조사하였다. 그 결과 [Fig. 5]와 같이 로프커파를 설치하기 전에는 한 척당 연 평균 6.15건인데 반해, 설치 후에는 연평균 1.34건으로 감소하는 것을 알 수 있었다. 이것은 로프커파가 설치 전 대비 약 78%의 감김 사고 절감 효과가 있음을 나타낸다.

<Table 6>과 같이 로프커파의 설치 의무화에 대한 의견을 묻는 설문에는 76.3%가 긍정적인 답변을 하였고 19.4%가 부정적인 답변을 하였다. 긍정적인 답변을 한 이유로는 ‘운항 안전성 확보에 도움을 준다’는 인식이 크게 영향을 미친 것으로 보이며, 부정적인 답변으로는 ‘로프커파 설치에 따른 비용 발생이 소형선박에서는 정부나

지자체의 지원 없이는 불가하다'는 의견이 지배적이었다. 다만 부정적인 답변을 한 응답자들 중에서도 정부나 지자체의 지원이 수반된다면 설치 필요성에는 동의한다는 의견이 다수이므로 설치 비용에 대한 적절한 지원 대책이 고려되어야 할 것으로 판단된다.



[Fig. 5] Comparison number of accident on before and after installation of rope cutter.



[Fig. 6] Comprehensive satisfaction assessment for the use of rope cutter.

[Fig. 6]은 로프커파 사용에 대한 사용자 만족도를 나타낸다. 최고점인 10점을 부여한 응답자가 22명으로 전체 응답자의 24% 정도이며, 6~10점의 긍정적인 만족도 영역의 점수를 부여한 응답자는 74명으로 전체 응답자 중 80% 정도가 만

족하고 있는 것으로 나타났다. 전체 평균 만족도는 10점 만점 중 7.51로 조사되었으며, 다소 높게 나타난 것으로 확인할 수 있다.

<Table 6> Opinion on mandatory installation of rope cutter

	Reply	Ratio (%)
Positive	71	76.3
Negative	18	19.4
No answer	4	4.3
Total	93	100.0

IV. 결론

본 연구는 선박추진기의 로프 감김사고 현황을 분석하고 이에 대한 예방대책의 일환인 로프커파를 설치한 선박을 대상으로 효율성과 만족도를 설문 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째 국내 연안에서 발생하는 선박추진기 감김 사고는 연 평균 201.8건(1.8일당 1건) 발생하고 있으며, 연도별 감김 사고 발생율은 2013년과 비교하면 2016년에 1.85배 이상 증가하는 등 매해 증가하는 추세로 나타났다. 이는 최근 해양에서 즐기는 여가 시간 수요 증가에 따라 사고 횟수도 증가하는 것으로 추정된다.

둘째 선종별로 어선이 79.1%로 가장 많은 사고율로 취약한 상태이며, 사고원인별로는 어망(44.1%)과 로프(31.5%)가 주된 원인으로 나타났다. 또한 선박크기별로는 50톤 미만의 소형 선박이 84.1%로 사고비율이 높게 나타났으며 사고 해역은 동해에 비해 남해와 서해가 각각 2배 이상 높게 나타났다. 해안 지형 특성과 선종별 작업 특성에 따라 사고율이 확연하게 차이를 보이며 이는 조타능력 등 인적요인보다 다양한 환경적 요인이 사고에 미치는 영향이 크다고 판단된다.

셋째 본 연구에서는 로프커파가 설치된 93척의 선박을 표본선박으로 조사하였으며, 선종 분류 결과, 추진기 감김사고 비율이 가장 높은 어선이 84.9%로 가장 높은 설치율을 보이고 있다. 다만 사고 발생 시 대형 인명사고로 이어질 수 있는 여객선 및 차도선은 3.2%로 상대적으로 낮은 설치율을 보이는데, 이는 정부 및 지자체의 로프커파 설치비 지원 사업이 어선에 국한되어 진행되는 데 기인하는 것으로 보이며, 이에 따른 대책마련이 필요하다고 판단된다. 해당 지표를 통해 일반화하기에는 한계가 있지만 상대적 비교는 유의미한 결과로 볼 수 있다.

넷째 감김 사고가 로프커파 설치 전 연 평균 6.15건, 설치 후 연평균 1.34건으로 정량지수가 도출되었으며, 이는 로프커파가 설치 전 대비 약 78%의 감김사고 절감 효과가 있음을 나타낸다.

다섯째 선박에 로프커파 설치를 의무화 하는 것에 대해 운항 안정성 확보에 효과적이라는 의견과 함께 76.3%가 긍정적인 답변을 하였으며, 19.4%가 로프커파 효율성에는 긍정적이나 설치에 따른 비용 부담의 어려움으로 부정적인 답변을 하였다.

여섯째 로프커파 사용자의 전반적인 만족도는 10점 만점의 평균 7.51점으로 대체적으로 높은 수준으로 나타났다.

매해 200건 넘는 감김사고가 발생하고 수년간 증가하는 추세에서 예방책 마련은 반드시 필요하며, 본 연구 결과에 근거할 때 로프커파가 감김 사고 예방에 상당히 효율적이며 실사용자의 만족도 또한 높은 것으로 나타났다. 그러나 현재 로프커파의 대부분이 수입에 의존하고 있는 실정이며, 도입 및 설치 관련 규정이 미비한 상태이므로 국산화 개발 등 지속적인 기술 개발 연구 및 로프커파의 법령 개정 검토 등 정부 차원의 지속적인 지원 및 노력이 필요할 것으로 판단된다.

References

- Han SH(2017). A Study on the Improvement for a Safety Training Course of the Commercial Fishing Vessel's Crew. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 29(6), 1657~1669.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.6.1657>
- Hong KS and Lee BS(2018). A Narrative Study on the Psychological Experience of Industrial Divers During Diving. *Journal of Humanities and Social science*, 9(6), 429~444.
- Kim KJ, Koh DK, Kim YS, Kim JH and Ahn SK(2001). A Study on the Analysis of Engine Accidents on Fishing Vessels. *Journal of the Korean Society for Power System Engineering*, 5(3), 25~30.
- Kim YS(2016). Principal Component Analysis on Marine Casualties Occurred at Korean Littoral Sea in Recent 5 Years. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 28(2), 465~472.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2016.28.2.465>
- Ko JY(2005). A Study on the Development for the Coastal Fishing Boat attached Protected-Tunnel for Propeller. *Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority*, 17, 24~43
- Lee HC and Lee HJ(2017a). Coastal Wastes Management System and Policy Trends in Japan. *Chonnam Law Review*, 37(3), 267~292.
- Lee HC and Lee HJ(2017b). Study on legal regulation and improvement plan of waste from coastal ships. *Chonbuk Law Review*, 53, 185~211.
- Lee WJ, Kim JH, Jang SH, Lee KW, Kim BY, Lee WK, Rho BS, Kim JS and Choi JH.(2018). A Study on Safety and Performance of Rope Cutter for Ship's Propeller. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, 24(4), 475~481.
<https://doi.org/10.7837/KOSOMES.2018.24.4.475>
- Park CH(2008). A Study on the Resistance Performance of 39feet-class Leisure Boat with Propulsion Type of In-Out Board Engine. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, 32(8), 1208~1214.
- Sim KB, Cha JH and Kang SY(2016). Analysis of the commercial diving national qualification system for the introduction of a diving supervisor. *Journal*

of the Korean Society of Marine Engineering,
40(7), 655~662.

<https://doi.org/10.5916/JKOSME.2016.40.7.655>

Yang YJ and Kwon SY(2017). Rolling Motion Simulation in the Time Domain and Ship Motion Experiment for Algorithm Verification for Fishing Vessel Capsizing Alarm Systems. Journal of the Korean Society of Marine Engineering, 23(7),

956~964.

<https://doi.org/10.7837/KOSOMES.2017.23.7.956>

-
- Received : 24 September, 2019
 - Revised : 16 October, 2019
 - Accepted : 24 October, 2019