

연안 해상교통안전을 위한 중소형선 항해등 개선방안

나송진**

* 해양수산부 심판관

Improvement of Navigation Lights of Middle and Small Size Ships for Marine Traffic Safety in Coastal Areas of Korea

Song-Jin Na**

* Judge, Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong 30110, Korea

요 약 : 선박 충돌사고는 지속적으로 발생하고 있다. 충돌사고의 대부분은 연안에서 운항하는 중소형 크기 선박들과 관련된다. 충돌사고는 해양사고의 9%이지만, 충돌로 인한 인명피해는 전체의 34.4%를 차지한다. 근래 충돌사고에 대한 해양안전심판원 심판과정에서 해양사고 관련자들이 사고 당시 청명한 날씨였음에도 상대 선박의 항해등이 미약하거나 제대로 보이지 않았다는 주장을 자주 한다. 특히 연안이나 항만 내에서 발생한 충돌의 경우 더욱 그러하다. 이에 따라 항해등에 대한 현황과 안전성 분석이 필요하다. 이를 위하여 항해등 관련 국내의 규칙과 전문도서 내용을 살펴보고, 다른 교통수단 즉, 항공기와 열차 및 자동차 등화를 분석하며 항해등과 차이점을 비교한다. 또한, 현재 해상교통환경을 살펴보고 최근 5년간 발생한 충돌사고를 분석하며, 선박 운항자와 선박 안전업무 종사자를 대상으로 항해등에 관한 설문조사를 실시한다. 최종적으로 현재 항해등에 관한 개선방안을 제시한다.

핵심용어 : 충돌사고, 소형선박, 선박 항해등, 연안 해역, 설문조사

Abstract : Collision accidents happen frequently. The majority of ships involved in collisions in the coastal areas of Korea are middle and small size ships. The proportion of collision accidents is only 9% of all types of marine accidents; however, the number of casualties resulting from collisions is 34.4% of all human life damages. Generally, as reported by the people involved in these collisions, the navigation lights of the opponent ships were poor and invisible when the accident happened even though the weather and visibility were good. Furthermore, there are many insistences for poor navigation light conditions of the opponent ship in the bay or harbor. Therefore, it is necessary to analyze the present conditions and safety of navigation lights. Therefore, in this study, we examined the rules and books of navigation lights and compared it to that of other transportation systems, such as aircraft, trains, and road vehicles. Furthermore, we analyzed the current marine traffic circumstances and ship collision accidents that happened in the past 5 years. Additionally, a questionnaire was prepared to gather the opinion of ship experts and secure the objectivity for improvement methods of navigation lights. Finally, methods to improve the navigation lights on ships were devised.

Key Words : Collision Accident, Small Ship, Navigation Lights, Coastal Area, Questionnaire

1. 서 론

선박 운항 중 충돌사고는 매년 지속적으로 발생하고 있다. 지난 5년간 국내에서 발생한 충돌사고 건수는 매년 평균 약 255건, 전체 해양사고에서 충돌사고가 차지하는 비율은 약 9%이다(KMST, 2021). 충돌사고가 전체 해양사고에서 차지하는 비율은 약 9%이지만, 충돌 결과로 발생하는 인명피해는 전체 해양사고 인명피해의 34.3%를 차지한다. 충돌

사고는 침몰이나 해양오염 등 2차 해양사고로 이어지기도 한다.

최근 해양안전심판원의 충돌사고 심판과정에서 해양사고 관련자들이 사고 당시 상대 선박의 항해등이 미약하거나 제대로 보이지 않았다는 주장을 자주 한다. 특히, 충돌 장소가 육지로 둘러싸인 만(灣)이나 항만 내측인 경우 더욱 그러하다. 부산지방해양안전심판원에서 2021년과 2022년에 심판한 충돌사건 중 사고 관련자들이 항해등 문제를 제기한 대표적인 사건들을 나타낸 것이 Table 1이다¹⁾.

† sjna@korea.kr, 051-647-1852

Table 1. Collisions Happened in Bay or Port at Night When Visibility was Good

Judge No.	2021 -019	2021 -022	2021 -026	2022 -022
Ship Kind	Tug-Barge/ F.Boat	Small Tanker/ S.Ferry	Tug-Barge/ F.Boat	Small Tanker/ S.Tanker
Ship's Ton	45/902 /4.8	108/6.4	130/1758 /9	108/6.4
Time	19.12.6. 19:03	21.1.15. 06:00	20.12.18. 04:01	21.8.22. 20:51
Place	Jinhae Bay	Busan Port	Jinhae Bay	Busan Port
Wea. /Vis.	Blue /Good	Blue /Good	Blue /Good	Blue /Good
Nav. Rule	Head-on	Crossing	Crossing	Head-on

이들 사건은 모두 날씨가 맑고 시정이 좋은 상태에서 발생하였다. 또한 모두 중소형 이하 규모 선박들이고 사고 장소가 육지와 가깝다는 공통점이 있다. 사고 시각이나 위치로 보아 줄음 운항이나 경계를 소홀히 했을 가능성도 낮다.

근래 들어 선박은 대형화 및 고속화되고, 어선 척수는 소폭 감소하지만 레저용 선박은 급격하게 증가하고 있다(KCG, 2021; MOF, 2021).

어선과 소형선박 운항자는 하위 항해사 면허를 소지하고 충돌사고와 관련되는 경우가 많은데, 최근 5년간 항해사 면허 등급별 업무정지와 견책 징계자는 Table 2와 같다(KMST, 2021).

Table 2. Disciplinary of Navigation Certificate

Cert. Rank	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Small Ship
2017	10	13	22	22	18	60	69
2018	10	10	9	15	21	39	33
2019	10	8	12	15	21	48	56
2020	10	9	12	13	22	49	62
2021	8	4	18	7	14	60	63
Sum	48	44	73	72	96	256	283

1) 심판정에서 해양사고 관련자들의 모든 진술은 속기록으로 작성되어 사건철에 첨부되고 증거물로 남음.

또한 진로가 정해진 자동차나 철도 등 다른 교통수단과 달리 선박은 상대선 등화만 보고 그 진행방향과 진로변경을 즉시 정확하게 파악하기도 쉽지 않다. 이런 여러 원인들이 충돌사고로 이어져 인명과 재산 및 환경 피해를 가져온다. 충돌사고 예방을 위한 하나의 방안으로 해양사고 관련자들이 미흡함을 주장하는 항해등에 대한 현황 파악과 개선방안을 모색하고자 한다.

현행 항해등 상황을 분석하기 위해 먼저 국제해상충돌예방규칙, 해상교통 전문도서, 해사안전법과 하위 등화규정을 살펴본다. 다른 교통수단, 즉 항공기, 철도 및 자동차의 등화를 살펴보고 선박 항해등과 차이점을 비교한다.

다음으로 우리나라 연안 해상교통환경 현황 즉, 선원의 고령화, 선박 대형화, 레저선박 급증, 육지 배후광 광도 증가 상태에 대해 살펴본다. 아울러, 최근 5년간 발생한 충돌사고의 내용을 분석하고 선박 운항자와 선박 안전업무 종사자에 대한 설문조사를 통하여 현재 항해등에 대한 인식과 문제점 및 개선방안 의견 등을 파악한다.

마지막으로 연안 중소형 선박에 우선 도입 적용할 수 있는 항해등 개선방안을 제안하고자 한다.

2. 선박과 다른 교통수단의 등화

2.1 선박 항해등 도입 경과

항해등은 선박이 진행할 항로 전방을 비추기 위한 것이 아니라, 다른 선박에 본선의 존재를 알리기 위함이다. 항해등 설치 근거는 국제협약에 규정되어 있다. 최초로 선박에 항해등을 도입한 나라는 미국으로 1838년 일몰부터 일출 사이에 운항하는 기선은 한 개나 그 이상 신호등화를 설치하도록 하는 법안을 통과시켰다. 하지만 이때는 구체적인 등화 색상이나 시인거리 및 설치 위치 등은 명시하지 않았다(Kim et al., 2020). 그 후 10년이 지난 1848년 영국은 선박에 백색 마스트등(燈)뿐만 아니라 홍색과 녹색 현등(舷燈)을 설치하도록 규정했다. 1년 후 1849년 미국 의회는 이 등화 규정을 범선으로까지 확대했다.

미국은 1889년 선박 충돌방지 규정을 검토할 제1회 국제해사회의를 워싱턴에서 개최했다. 미국은 이때 만들어진 규칙을 1890년 채택했고, 국제적으로는 1897년 발효된다. 이 규칙은 기선들이 제1마스트등에 추가하여 제2마스트등을 갖추도록 했다. 1948년에 개정된 국제해상인명안전협약(SOLAS)은 선체 길이 150피트 이상 선박은 의무적으로 제2마스트등을, 그리고 대부분 선박들은 고정된 선미등을 설치하도록 권고하였다(Kim et al., 2020). 1972년 국제해사기구가 채택한 국제해상충돌예방규칙에 현행 항해등 규정이 포함되어 있다.

2.2 선박 항해등 현황

항해하는 동력선은 국제해상충돌예방규칙(이하 ‘국제규칙’이라 한다)에 따라 마스트등, 좌우 현등, 그리고 선미등을 설치한다. 첫째, 마스트등은 백색등으로 선체 길이 50미터 미만 선박은 한 개, 50미터 이상은 두 개를 설치한다. 마스트등 사광범위는 정선수로부터 양현 방향으로부터 정횡 후방 2포인트까지 좌우로 각각 112.5도, 전체 225도이다. 마스트등 두 개를 전부와 후부에 설치하는 경우, 두 등의 높이 차이는 4.5미터 이상이어야 한다. 둘째, 현등은 우현에 녹색 그리고 좌현에 홍색등을 설치한다. 현등은 정선수로부터 양 방향 각각 정횡 후방 22.5도까지 112.5도 범위를 비춘다. 마지막, 선미등은 백색등으로 정선미 방향으로부터 좌우로 각각 67.5도, 전체 135도 범위를 비춘다. 마스트등이나 양현등 두 개 사광범위 225도에 선미등 사광범위 135도를 더하면 전체 주위 360도를 비추게 된다. 항해등 국내규정은 해사안전법 제4절(등화와 형상물), 선박설비기준 제86조(선등 등) 및 제 87조(선등의 위치)와 동 기준 별표 13(선등시험기준)에 명시되어 있다. 각 항해등의 시인거리는 국제규칙 제22조에 규정되어 있고 Table 3과 같다.

Table 3. Visibility of Ship Lights (Unit: mile)

Lights	LOA, more than 50m	12m more than ~ 50m less	12m less
Mast Lt	6	5(3)	2
Side Lt	3	2	1
Stem Lt	3	2	2

2.3 다른 교통수단의 등화

1) 항공기

항공기 등화규정은 항공안전법 제54조(항공기의 등불)와 같은 법 시행규칙 제120조에 명시되어 있다. 항공기 비행등화는 선박 항해등과 유사하다. 그 이유는 항공기 등화가 선박에서 유래했기 때문이다. 항공기 등화도 녹·홍·백 3색을 사용한다. 고정익 항공기 기본 비행등화는 세 가지이다. 우측 날개 끝에 녹색 현등, 좌측 날개 끝에 홍색 현등, 기체 꼬리 끝부분에 백색 미등(尾燈)을 단다. 세 가지 등화의 사광범위는 Fig. 1과 같다. 우측 녹색 현등은 전방 정중앙으로부터 우측 정횡 20도 후방까지 전체 110도를 비추고, 좌측 홍색 현등은 좌측 110도를 비춘다. 후미 백등은 140도 범위를 담당한다. 이들 세 가지 등화가 각각 110도, 110도, 140도를 맡아 도합 360도 전(全)방위를 비추게 된다.

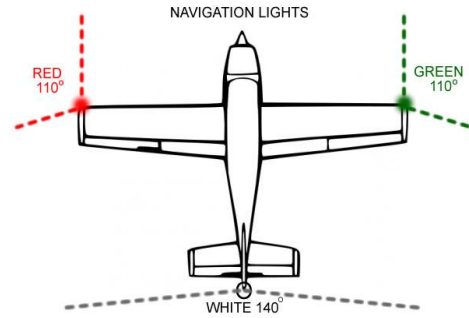


Fig. 1. Aviation Navigation Lights.

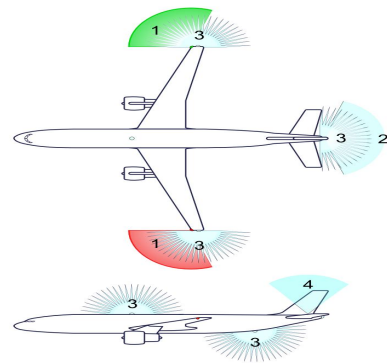


Fig. 2. Anti-Collision Lights.

항공기는 기본 비행등화 이외에도 활주로나 주기장에 있는 경우, 다른 여러 부수적인 등화를 Fig. 2와 같이 사용한다. 섬광등, 충돌방지 스트로브(Strobe)등, 회전식 홍색 신호등과 꼬리 로고등이 있고, 착륙등, 날개등 그리고 활주로 주행등이 있다. 스트로브등은 섬광등으로 동체 하부나 상부 또는 날개나 꼬리 끝에 설치된다. 이 등화의 기본목적은 항공기 존재를 알려 상호 충돌을 방지함에 있고, 다음으로 공항 지상 근무자나 다른 항공기에 엔진이 작동 중이거나 활주로에 진입 중임을 알리기 위함이다. 1996년 3월 이후 제작된 항공기는 충돌방지 등화를 모든 비행활동 중 시계 불량 시에 점등하여야 한다(Aviation Safety Act, 2020).

항공기는 주로 여객을 수송하고 비행 시 빠른 속도로 운항하여 충돌회피의 어려움이 있고, 사고 시 인명과 재산 피해가 크게 발생하므로 등화 종류가 다양하게 발전되었다. 앞선 등화 시스템 외에도 모든 공역에 대한 완전한 관제와 항공로 분리가 항공기 등화와 합쳐져 항공교통 안전도를 높인다.

2) 열차

열차 등화에 관한 사항은 철도안전법 제39조(철도차량의 운행), 철도차량안전규칙 제103조(열차의 표시) 및 한국철도

공사 운전취급규정 제220조(열차표지)에 명시되어 있다. 열차는 정해진 선로 위를 운행하므로 다른 교통수단에 비하여 등화가 간단하다. 열차 앞쪽의 앞표지, 뒤쪽의 뒤표지를 열차 출발시각 10분 전까지 표시한다. 열차 앞표지는 Fig. 3과 같이 주간 또는 야간에 입환²⁾ 차량을 포함한 열차의 맨 앞쪽 차량 전면에 백색등 1개 이상을 표시한다(KORAIL, 2017).

뒤표지는 Fig. 4와 같이 맨 뒤쪽 차량 상부에 전면 백색·적색등, 후면 적색등 1개 이상을 표시한다. 열차 표지 운영에서 다른 주목할 점은 한국철도공사 운전취급규정 제221조(앞표지의 밝기 조절) 규정이다. 즉, “열차 교행·대피 또는 차량 입환하는 경우에 동력차 앞표지로 다른 열차 또는 차량의 기관사가 진로 주시에 지장을 받을 염려가 있을 경우에는 그 밝기를 줄이거나 일시적으로 표시를 하지 않을 수 있다.”고 되어 있다. 상대 운행 열차의 운전자가 다른 열차의 등화로 인해 전방 경계에 방해받지 않도록 일시적으로 자기 열차의 전조등을 끄거나 밝기를 낮출 수 있도록 했다.

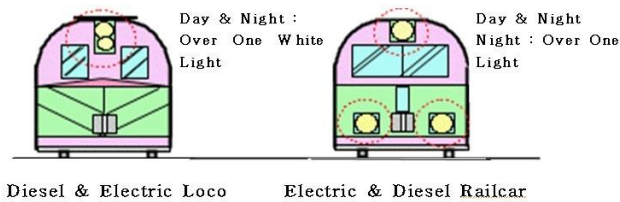


Fig. 3. Head Light of Train.

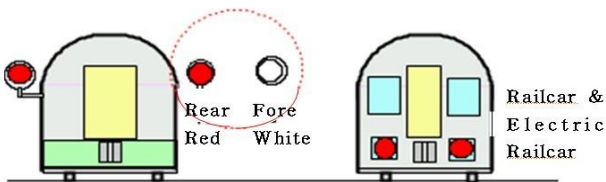


Fig. 4. Tail Light of Train.

3) 자동차

자동차 등화 구조나 배치 등에 관한 사항은 자동차관리법 제29조(자동차의 구조 및 장치 등), 자동차관리법 시행령 제8조(자동차의 구조 및 장치), 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙 제38조(전조등)부터 제45조의2(후방추돌경고등)까지 규정되어 있다.

자동차 등화의 사용에 관한 사항은 도로교통법 제37조(차의 등화), 제38조(차의 신호) 및 같은 법 시행령 제19조(밤에

도로에서 차를 운행하는 경우 등의 등화)에 정해져 있다. 위 규정에 따라 일반 자동차는 운행 중 전조등, 차폭등, 미등과 번호등을 켜야 한다. 전조등은 세 종류로 주행빔, 변환빔 및 적응형 전조등이 있다. 주행빔 전조등(상향등)은 전방을 멀리 비출 수 있고, 변환빔 전조등(하향등)은 마주오는 차량 운전자의 눈부심을 감소시킬 수 있으며, 적응형 전조등은 주행빔과 변환빔이 환경조건에 따라 자동으로 변환되는 기능을 가진다. 운행 중 이에 추가하여 안개등과 주간 주행등을 점등할 수 있다. 안개등은 안개나 전방 시야가 감소되는 환경조건에서 자동차 전방의 시인성을 증대시킨다. 주간 주행등은 주간 운전 시 상대 운전자가 자동차를 쉽게 인식할 수 있도록 앞면에 설치하고 점등한다(Road Traffic Act, 2021).

또한, 자동차는 차체 움직임이나 운전자의 운행 의도를 나타내는 등화가 있고 그 사용을 법에 정하고 있다. 도로교통법 제38조(차의 신호)이다. 즉, 모든 차의 운전자는 좌회전·우회전·횡단·유턴·서행·정지 또는 후진을 하거나 같은 방향으로 진행하면서 진로를 바꾸려고 하는 경우에는 손이나 방향지시기 또는 등화로써 그 행위가 끝날 때까지 신호를 하여야 한다. 방향지시기, 제동등, 비상점멸표시등 및 후퇴등의 사용 의무조항이다. 방향지시기는 운전자가 좌측이나 우측으로 진행방향을 변경하려 하는 경우에 사용하고 차량의 앞면과 뒷면에 좌측과 우측에 각각 설치한다. 제동등은 자동차가 의도적으로 감속되고 있음을 도로 이용자에게 알려주기 위해 차량 뒷면에 부착하고, 시인성을 높이기 위해 뒷좌석 상단 후면에 보조제동등을 추가하기도 한다. 비상점멸표시등은 자동차의 위급상황을 주위 도로 이용자에게 알려주기 위한 목적으로 설치하며 앞면과 뒷면 좌우측에 부착한다. 후퇴등은 뒷면 도로를 비추어 후진이나 후진하려는 의도를 주위에 알려준다(Motor Vehicle Management Act, 2021).

자동차도 열차처럼 운전 중 마주오는 자동차 운전자의 시야를 고려하는 규정이 있다. 도로교통법 제37조(차의 등화) 제2항과 같은 법 시행령 제20조(마주보고 진행하는 경우 등의 등화 조작) 조항이다. 즉, 서로 마주보고 진행하거나 앞차 바로 뒤를 따라갈 때 또는 교통이 빈번한 곳에서 운행할 때는 전조등 밝기를 줄이거나 불빛의 방향을 아래로 향하거나 잠시 전조등을 끄도록 되어 있다.

2.4 각 교통수단의 등화 특성 비교

선박, 항공기, 열차 및 자동차의 전조등 유무, 등화 소등 및 하향 기능, 점멸 기능, 방향 지시등과 충돌 방지 등화 유무를 비교한 것이 Table 4이다. 항공기, 열차 및 자동차에 설비된 전조등, 등화 소등 및 하향 기능, 점멸 기능, 방향 지시등과 충돌 방지 등화가 선박에는 없다.

2) 입환(入換) : 사람의 힘에 의하거나 동력차를 사용하여 차량을 이동, 연결 또는 분리하는 작업.

Table 4. Comparison of traffic means lights

Traffic means	Head Lt	Lt Off /Down	Flash Lt	Direction Lt	Anti-Collision Lt
Ship	N	N	N	N	N
Plane	Y	N	Y	N	Y
Train	Y	Y	N	N	N
Car	Y	Y	Y	Y	Y

3. 해상교통환경, 항해등 현황과 문제점

3.1 해상교통환경의 변화

우리나라 주변 해역은 세계 3대 기간 항로 중 아시아↔미주, 아시아↔유럽 두 개 항로의 시종점(始終點)에 위치하고, 한·중·일·러 동북아 중심에 위치한다. 또한 우리나라는 반도 국가로 3,300개 이상의 섬과 15,000 km 이상의 해안선이 있으며 내항 화물선과 여객선 및 어선들로 선박 교통량이 많고 복잡하다. 선박은 점차 대형화 및 고속화 되고 있다. 특히, 규모의 경제 차원에서 선박의 크기 변화가 급속하고 특히 컨테이너 운반선이 그러하다. 최신 24,000 TEU급 초대형 컨테이너선 선체 길이는 400미터에 달한다. 이 길이는 Table 3의 제2마스트등 설치 기준 거리 50미터의 8배(倍)이다. 선체 전장이 400미터이면 전후부 마스트등 간 거리가 300미터가 넘어 타선에 혼동을 줄 개연성이 높다. 선박의 속도증가는 연안 어선과 낚시어선에 두드러지게 나타난다. 좋은 조업장소를 선점하고 낚시 승객의 기대 만족도를 충족시키기 위해 고마력 엔진을 장착하고 과속으로 질주한다(BMST, 2022a).

많은 어선과 증가하는 레저용 선박도 해상안전의 큰 변수이다. 2021년 말 기준 등록 어선척수는 65,700척, 수상레저기구³⁾는 33,927척에 이른다(MOF, 2021). 이러한 소형선박 증가에 따라 해상교통은 복잡하고 항해 위험성은 높아진다. 레저선박 증가에 따라 동력수상레저기구조종사 면허 취득자는 2020년말 기준 266,284명이고 등록된 동력수상레저기구는 31,503척이다(KCG, 2021).

소규모 어선을 주로 운항하는 소형선박조종사 면허 소지자는 1986년 22,940명에서 2021년 72,204명으로 35년 동안 315% 증가했다(KOSWEC, 2021). 소득향상과 여가시간 증가로 바다로 나가는 낚시 인구도 700만 명을 넘었다. 주로 낚시객이나 레저 취미를 가진 사람 등이 구입하여 운항하는 모터보트 등은 해기사 면허를 필요로 하지 않는다. 내항선

선원 고령화도 심각하다. 2021년 내항선 전체 선원 8,852명 가운데 60대 이상이 57.4%로 가장 많다. 2007년 60대 이상 선원 비율은 31.7%였으나 13년 만에 두 배 가까이 증가했다. 50대도 18.4%를 차지해 50대 이상 선원이 차지하는 비율이 전체 내항선원의 75.8%, 즉 3/4을 넘는다(Kim, 2021).

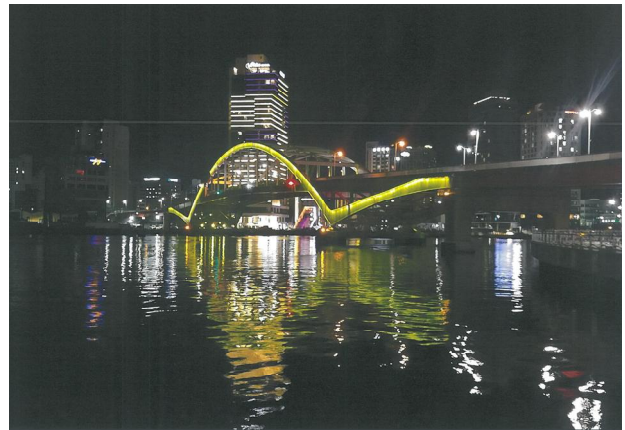


Fig. 5. Busan Inner Port, Night View.

인구증가로 인한 연안도시 확장, 육지 배후 불빛 및 어선 집어등 세기도 강해지는 추세이다. 또한 최근 육지 조명이 나 자동차 등화 전구가 LED로 바뀌면서 불빛이 더 밝아졌다. 따라서 연안이나 항내 운항 시 항해등 광도가 상대적으로 낮아져 선박 운항자가 상대 선박의 존재를 파악할 수 있는 시인성이 떨어진다. 특히 항만 내측이나 진해만과 여수 해만과 같이 육지로 둘러싸인 해역에서는 더욱 그러하다. Fig. 5는 부산항 내항 부산대교 부근 통항 수로의 야간 모습으로⁴⁾ 해상교통 표지등과 항해등 및 육상의 등화 식별이 쉽지 않고, 이곳에서 야간에 마주오던 두 선박이 충돌했다(BMST, 2022b).

3.2 충돌사고 현황

2017년부터 2021년까지 최근 5년간 발생한 해양사고는 14,100건이고 그 중 충돌사건은 1,275건으로 전체의 9.0%를 차지하며 충돌선박은 2,630척이다(KMST, 2022). 충돌시간은 주간 667건(52.3%, 이하 괄호 안의 '%' 표시는 생략한다), 야간 608건(47.7%)이다. 전체 해양사고 발생시각이 주간 9,439건(66.9), 야간 4,661건(33.1)인데, 충돌사건은 야간사고가 많다.

최근 5년간 충돌사고와 관련된 선박들을 톤수 크기에 따라 구분하면 Table 5와 같다. 100톤 미만 소형선, 100톤 이상 1,000톤 미만 중소형선, 1,000톤 이상 10,000톤 미만 중형선, 그리고 10,000톤 이상 대형선박으로 구분하면 소형선은 1,880

3) 20톤 미만 모터보트, 30마력 이상 엔진 달린 고무보트, 수상 오토바이, 20톤 이하 엔진 달린 요트 등 4종류가 이에 해당.

4) 출처 : 부산지방해양수산청 항로표지과

척으로 전체의 71.5%, 중소형선은 288척으로 11%, 중형선은 286척으로 10.9%를 차지한다. 10,000톤 이하 중형선과 중소형 및 소형선을 모두 합하면 2,454척으로 전체 충돌 선박의 93.3%에 달한다(KMST, 2021). 이들 중형선 이하 선박들은 주로 국내 연안 해역을 운항한다.

Table 5. Collision Ship Size in Recent Five Years

Size(ton)	2017	2018	2019	2020	2021	Sum
under 100	361	357	374	432	356	1,880
100~999	63	69	52	56	48	288
1,000~9,999	71	53	47	55	60	286
10,000 over	34	29	26	25	26	140
unknown	10	5	7	3	11	36
Sum	539	513	506	571	501	2,630

충돌로 인한 인명피해는 888명으로 전체 사건의 인명피해 2,590명 중 34.4%를 차지하여 충돌사고 발생비율(9.0)에 비하여 매우 높다. 전체 해양사고 발생해역은 국내 12,708건(90.1), 국외 1,392건(9.9)이고, 충돌사건은 국내 1,138건(89.3), 국외 137건(10.7)으로 큰 차이가 없다. 충돌 선박 중 어선은 1,718척(65.3), 상선과 여객선 및 수상레저기구 등 비어선 912척(34.7)이다.

더욱 정확한 충돌상황을 알기 위해 최근 5년간 해양안전심판원에서 조사 후 재결한 충돌사건 380건과 관련된 선박 805척을 분석했다. 상대선 초인 시 거리는 Fig. 6과 같다. 2마일 미만 근거리에서 상대선을 발견하거나 전혀 보지 못한 선박이 696척(86.4)에 달한다. 당시 시정 상태는 Fig. 7과 같다. 안개 등으로 시정이 저하된 상태에서 발생한 사건은 7.6%뿐이다.

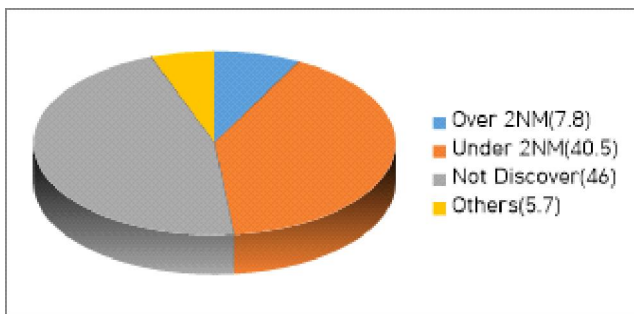


Fig. 6. Distance of Discovering Opponent Ship.

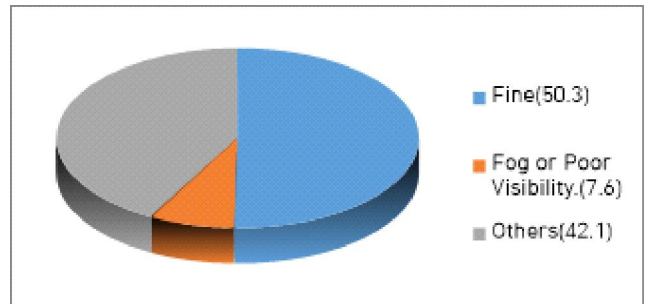


Fig. 7. Visibility at Collision.

충돌사고 발생 시 선교 근무자 직책은 Fig. 8과 같다. 승선 경력과 항해 경험이 많은 선장과 1등항해사가 696명(86.5)이다.

충돌 시 속도는 10노트 이상 170척(21.1), 5노트 이상 10노트 미만 168척(20.9), 5노트 미만 213척(26.4), 정선·정박 중 231척(28.7), 미상 23척(2.9)이다. 빠르지 않은 10노트 미만과 정선·정박 중에 발생한 충돌이 612척(76)이다. 충돌사고 원인 775개 중 운항과실 728(94), 선체·기관 결함이나 취급불량 8(1), 기타 39개(5)이다. 운항과실 728개 가운데 경계소홀이 486(62.7), 항법위반 150(19.4), 조선부적절 43(5.5) 순서이다. 충돌을 포함한 모든 종류사건의 발생원인 1,456개 가운데 운항과실은 1,104개(75.8)로 충돌사건보다 낮다.

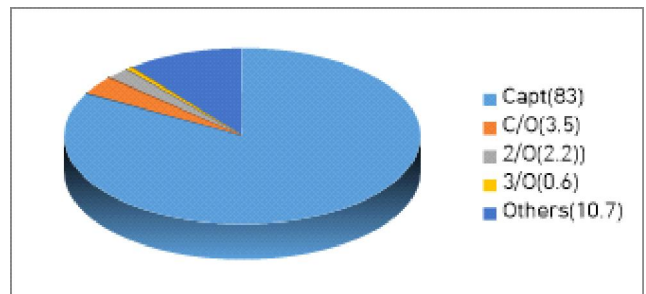


Fig. 8. Bridge Duty Officer at Collision.

3.3 항해등에 대한 선박 운항자 설문조사

항해등 현황과 문제점 및 개선방안을 파악하고자 Table 6과 같이 설문조사를 실시했다. 문항은 14개이고 객관식 설문 13개와 주관식 1개이다. 설문은 해양수산부 본부와 소속기관 및 관공서 선박과 연안 일반선박 근무자를 대상으로 하였다. 선박 65척, 21개 기관 및 선사 근무자 453명에게 설문을 발송하였고 그 가운데 301명이 응답하였다. 설문 문항 내용은 Table 7과 같다.

연안 해상교통안전을 위한 중소형선 항해등 개선방안

Table 6. Overview of Questionnaire

Date	Content	Item No	Recipient	Respondent
Feb.~Mar.	Navi. Lights	14	453	301

Table 7. Items of Questionnaire

Item No.	Contents	Remark
1	Hard Experience for Navigation Lights(N.L.)	-
2	Satisfaction for Current N.L.	With Fig.
3	Problems for Current N.L.	-
4	Additional Item for Item 3	-
5	Improvement Need for N.L.	-
6	Improvement Items for N.L.	-
7	Improvement Needful N.L.	-
8	Need for Head Beam L.	With Fig.
9	Need for Side L. Flash Function	With Fig.
10	Need for Item 8 & 9 together	With Fig.
11	Other Needful Items for N.L.	Multiple Choice
12	Boarding Career of Respondent	-
13	Highest Boarding Post of Resp.	-
14	Highest Officer Cert. of Resp.	-

설문 12번부터 14번까지 응답자의 승선경력, 최종 승선 직책 및 취득한 항해사 면허를 물었다. 설문 12, 승선경력은 4년 미만이 82명(29.6), 5년 이상 10년이 93명(33.6), 11년 이상 20년까지 52명(18.8), 21년 이상 49명(17.7), 그 외 1명(0.3)이다. 설문 13, 승선 중 최상위 직책은 Fig. 9와 같다. 1등항해사와 2등항해사가 74%를 차지한다. 설문 14, 승선 중 소지한 최상위 항해사 면허는 Fig. 10과 같다. 2급항해사 면허 소지자가 가장 많다.

항해등 현황과 문제점 파악을 위해 7개 질문을 했다. 1번 문항, 승선 중 선박 항해등 기능이나 효과로 인해 곤란을 겪은 경험이나 정도이다. 자주 있었다는 8명(2.7), 가끔 있었다 90명(29.9), 한두 번 있었다 74명(24.6), 거의 없었다 100명(33.2), 전혀 없었다 29명(9.6)이다. 1회 이상 어려움을 겪은 사람이 172명(57.1)이었다.

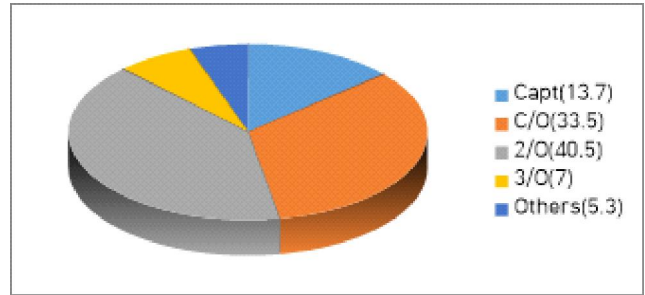


Fig. 9. Final Rank of Respondents.

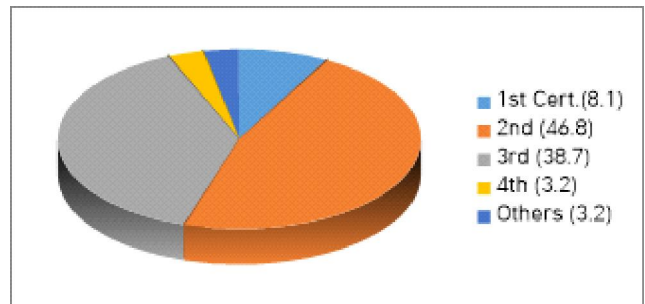


Fig. 10. Officer Certificate of Respondents.

설문 2번, 항해등 기준이나 성능이 충분한 정도이다. 응답자의 이해를 돕기 위해 야간에 마주칠 때 보이는 항해등과 좌현 선수 방향에서 보이는 항해등 모습 등 두 가지 그림을 추가했다. 응답 결과는 항해등이 매우 불충분하다 2명(0.7), 불충분하다 61명(20.4), 그저 그렇다 97명(32.4), 충분하다 128명(42.8), 매우 충분하다 11명(3.7)이다. 불충분하다 이상으로 답한 사람이 63명(21.1)이다. 3번 설문, 현재 항해등 문제점을 물었고 그에 대한 답변이 Fig. 11이다.

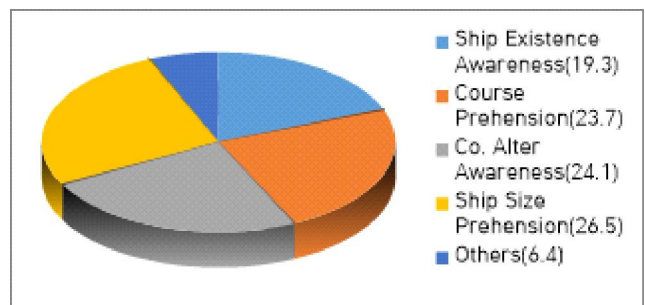


Fig. 11. Problems of Navigation Lights.

4번은 3번 설문에서 '그 외'로 답한 경우, 구체적 내용을 물었다. 광달거리 19명(44.2), 항해등 배치 위치 7명(16.3), 항해등 사이 수평·수직 간격 5명(11.6), 항해등 각도 7명(16.4), 그 외 5명(11.6)이다.

5번 설문, 항해등 규정과 기능 개선 필요성에 대한 응답 결과가 Fig. 12이다.

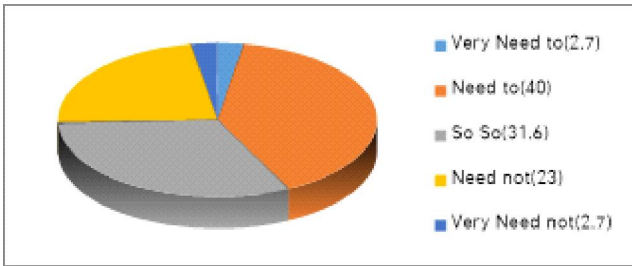


Fig. 12. Necessity of Improvement for Nav. Light.

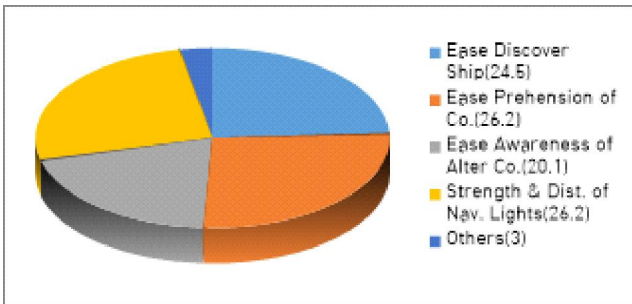


Fig. 13. Improvement Methods of Nav. Lights.

6번 설문, 항해등 개선 필요 사항에 대해 복수 답변을 받았고 그 결과가 Fig. 13과 같다.

7번 설문, 개선이 필요한 항해등을 물었고 응답 결과가 Fig. 14와 같다. 현등이 가장 많다.

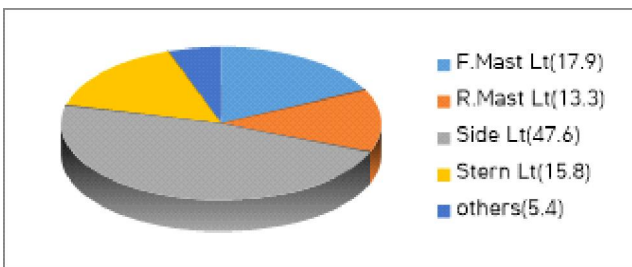


Fig. 14. Nav. Light Need to be Improved.

3.4 항해등 문제점

항공기는 구분된 항공로, 열차는 선로 그리고 자동차는 차선을 따라 운행하면서 교통 신호 등화나 관제를 따른다. 따라서 교통수단 자체의 등화 의존도가 선박만큼 높지 않다. 하지만 항로 구분이 없는 열린 바다 위를 자유로이 오가는 선박은 다른 교통수단이 비하여 충돌 가능성이 상대적으

로 높다. 그러므로 다른 교통수단보다 발전된 충돌방지 시스템과 장비가 필요하다. 현대에 들어 최신 항해기기들이 도입되면서 어느 정도 취약점이 개선되었지만, 아직도 미흡한 점이 많다.

항해등 자체에 여러 취약점이 있다. 다른 교통수단은 등화의 개량과 기준개정 등이 이어지지만, 선등은 규칙 제정 후 약 50년간 개선이 없었다. 등화의 종류도 단순하다. 선박은 다른 교통수단과 달리 운행 등화를 끌 수 있는 규정도 없고 조정이나 조절할 수 있는 기능도 없다.

항해등은 자동차나 열차 등화와 달리 투광등(投光燈)이 아닌 위치 표시등(表示燈)이어서 근본적으로 밝기나 광달거리에 한계가 있다. 점멸이나 섬광 및 지향 기능도 없다. 따라서 다른 교통수단에 비하여 시인성이 떨어진다. 특히, 하위 면허 소지자나 항해 경력이 짧은 운항자가 현등이나 마스트등만으로 빠르고 정확하게 선박의 진행방향을 알기 어렵다. 변침이나 방향전환도 상대선박이 신속하게 파악하기 어렵다. 선체가 커서 움직임이 느려 선체 동향을 판별하기 어렵기 때문이다. 일정한 각도로 접근하거나 소각도 변침한 선박도 그러하다.

4. 개선방안

4.1 항해등 개선방안 세 가지

다른 교통수단 등화, 해상교통환경 및 충돌사고 분석결과와 설문조사가 보여주는 바와 같이 항해등 개선은 운항선박의 시인성 향상과 방향파악이 중요하다. 이를 반영하여 다음과 같이 세 가지 개선방안을 제시한다.

1) 선수 하향 전조등 추가 설치

Fig. 15와 같이 선수 외판에 하방 약 45도로 광도가 강하지 않은 백색 전조등 하나를 설치한다. 이 등은 다른 선박에 눈부심이 없어야 한다. 밝기 조절과 상·하방 조정 및 점멸기능이 부가되면 더욱 효과를 높일 수 있다.

2) 좌우 현등에 변침 시 점멸기능 추가

Fig. 16과 같이 현등에 점멸기능을 추가하여 변침 시 현등이 깜박이면 선박의 진로변경을 신속하게 파악 가능하다. 선체의 회전 각속도 빠르기에 따라 점멸 간격도 조절한다.

3) 선수 하향 전조등과 현등 점멸 기능 병행 추가

위 1)안과 2)안을 함께 추가하는 방안이다. Fig. 17은 두 가지 방안을 같이 적용한 후 정선수 방향에서 해당 선박을 바라본 모습이다.

연안 해상교통안전을 위한 중소형선 항해등 개선방안

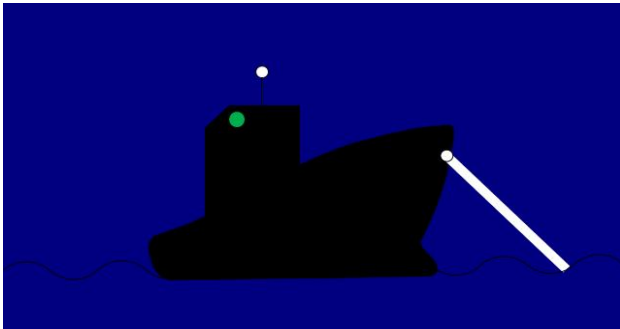


Fig. 15. Addition of Ship Head Beam Light.

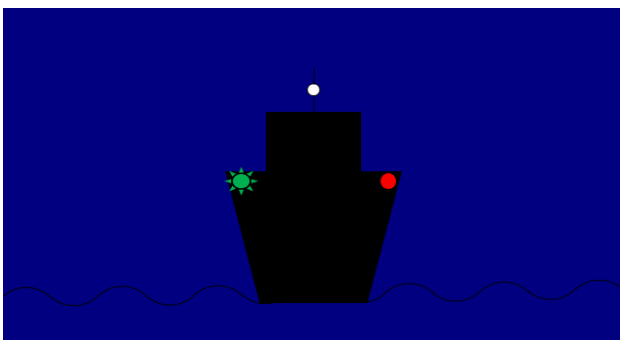


Fig. 16. Addition of Side Lights Flashing Function.

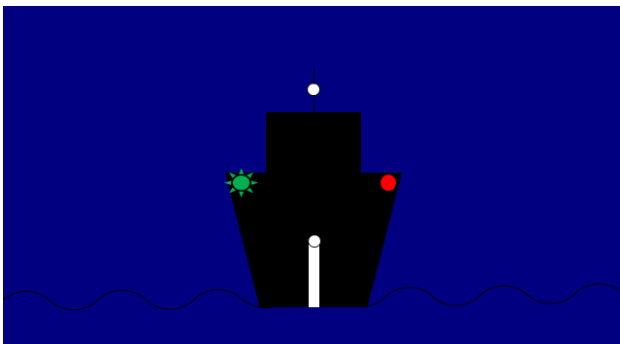


Fig. 17. Combination of Fig. 12. and Fig. 13.

4.2 항해등 개선방안에 대한 운항자 인식

세 가지 항해등 개선안에 대한 선박 운항자의 인식을 파악하고 객관적인 자료 확보를 위해 앞서 실시한 설문조사에서 다음 네 가지 질문을 하고 답을 받았다.

8번 설문, 길이 50미터 미만 소형선 선수에 아래 약 45도 각도로 빔 형태 전조등을 추가하는 방안을 예시 그림 16을 보여주고 물었고, 응답 결과는 Fig. 18과 같다. ‘필요하다’ 이상으로 답한 응답자가 ‘불필요하다’ 이상으로 답한 사람보다 2배 이상 많다.

9번 설문, 길이 50미터 미만 소형선 현등에 변침 시 깜박

이 기능을 추가하는 방안을 예시 그림 17을 보여주고 물었고, 응답 결과가 Fig. 19이다. ‘필요하다’ 이상으로 응답한 사람이 ‘불필요하다’ 이상으로 답변한 사람보다 69% 많다.

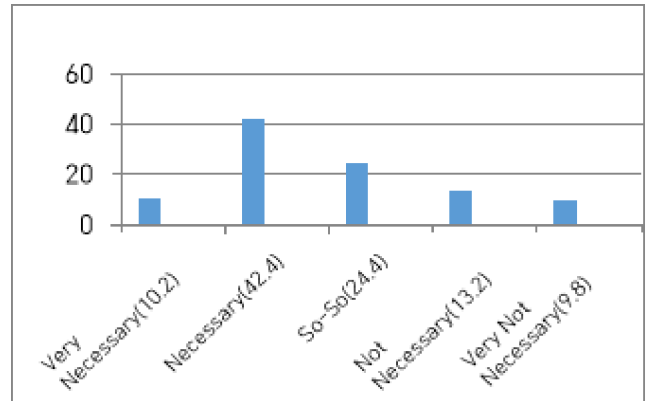


Fig. 18. Necessity of New Head Beam Light.

10번 설문, 길이 50미터 미만 소형선에 8번 설문 전조등과 9번 설문 현등 깜박이 기능을 함께 적용하는 방안을 그림 18과 19를 보여주고 물었고 결과는 Fig. 20과 같다. ‘필요하다’ 이상으로 답한 사람이 ‘불필요하다’ 이상으로 답변한 사람보다 11.2% 많다.

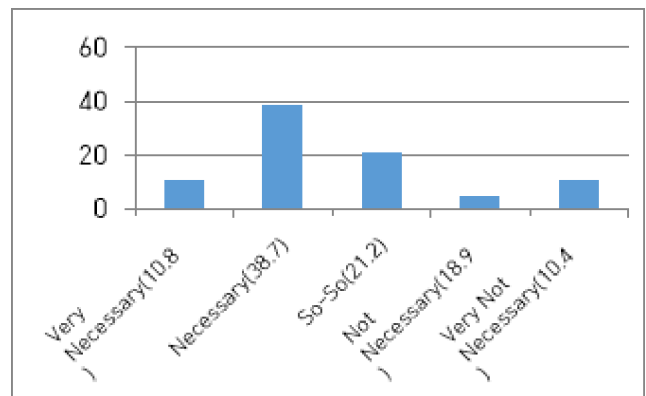


Fig. 19. Necessity of Side Light Flashing Function.

4.3 추가 항해등 설치의 법적 가능성

국제규칙 제1조 (C)항과 해사안전법은 제97조에 등화와 형상물 및 신호방법(이하 ‘등화 등’이라 한다)에 관한 적용 특례규정을 두고 있다. 이에 따라 우리나라에서 길이 200미터를 넘는 예인선열은 야간과 시계가 제한될 경우 녹색 섬광등을 켤 수 있다. 호주 시드니항도 페리선박이 오렌지색 다이아몬드 형상물을 올리는 경우 항해 우선권을 주고 있다 (Kim and Jeong, 2020).

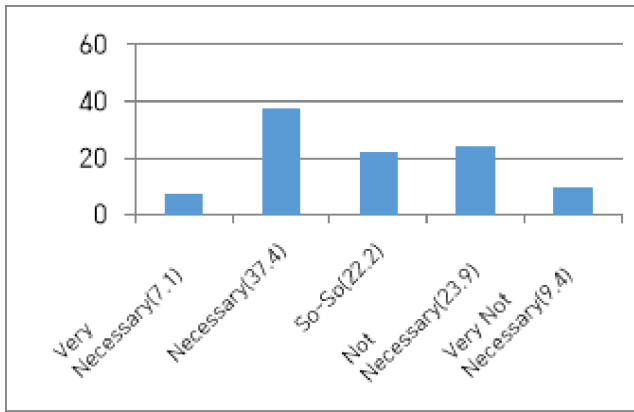


Fig. 20. Necessity of Combination of New Head Beam Light & Side Light Flashing Function.

다만, 등화에 관해 각국 정부가 정한 특례규칙이 특별법 지위에 있으므로 국제규칙에 대하여 우선권을 가지나, 특례규칙 내용은 국제규칙 제1조 (c)항과 (e)에 따라 제한을 받는다. 즉, 추가로 설치하는 등화 등은 국제규칙에서 규정한 등화 등과 오인되지 아니하는 것이어야 한다. 아울러, 국제규칙 제3장(등화와 형상물) 제29조(적용) (b)항에도 규정 등화로 오해할 수 있는 등화, 규정 등화의 가시도나 그 특성의 식별을 방해하는 등화, 그리고 규정 등화의 적절한 경계를 방해하는 등화는 표시할 수 없다고 규정하고 있다.

4.4 개선 기대 효과와 후속 연구

선박 시인성 제고와 진로 파악에 가장 효과적인 방안은 선수 전조등이다. 그 이유는 전조등 불빛 빔을 보고 쉽게 선박을 발견할 수 있고, 그 불빛 방향을 보고 선교 근무자 누구라도 선박 진행방향을 빠르고 정확하게 판단할 수 있기 때문이다. 이 등화를 설치·사용함에 있어 모든 선박, 전체 해역, 24시간 사용이 아닌 점진적인 도입이 필요하다. 예를 들어, 길이 50미터 미만 선박에, 항내나 연안 해역에서 운용하는 방법이다. 또한 전조등이 외부물체 등과 접촉할 경우를 대비하여 선체 약간 안쪽으로 설치하고, 등화 커버 청소를 위한 청수 분사노즐 설치도 필요하다. 신설 등화로 인한 해면반사나 눈부심 방지 방안도 검토가 필요하다.

이번 제안 등화는 예산과 선박개조 등의 이유로 선박 적용 및 운항시험을 하지 못했다. 따라서 그 도입효과를 계량화하기는 어렵다. 그러나 육상교통에서 유사한 시험결과가 있어 해상교통에서도 개선효과의 가능성을 유추할 수 있다. 2010년 교통안전공단에서 발표한 국내 자동차 ‘주간 점등 효과 분석 결과’에서 교통사고가 특정지역은 28%, 평균 19% 감소하고 사고비용은 4,249억원 줄어드는 것으로 나타났다. 핀란드는 21%, 노르웨이 15%, 일본 30% 그리고 미국은 최

대 44% 사고가 감소하였고, 미국 운전자는 주의력이 2배 향상된 것으로 밝혀졌다(KOTSA, 2010). 현등 점멸은 시각탐색 기능의 중요 요소인 표적의 현저성(Conspicuity)을 반영하여 목표물이 눈에 잘 띄도록 함으로써, 선체 진행방향 변화를 빠르고 정확하게 인식하는 효과가 있을 것으로 보인다(Hong, 2012).

5. 결론

충돌사고 관련자들의 항해등에 대한 문제 제기가 잇따라 이에 대한 현황 파악과 개선방안 마련이 필요하다. 이를 위하여 항해등 도입과 발전 경위, 관련 국내의 규정과 전문도서를 살펴보고, 다른 교통수단 등화를 분석하여 항해등과 차이점을 비교하였다. 또한, 현재 해상교통환경을 살펴보고 최근 5년간 발생한 충돌사고를 분석하였으며, 선박 운항자와 선박 안전업무 종사자를 대상으로 항해등에 관한 설문조사를 실시했다.

선박 운항자 및 전문가들은 쉽고 빠르며 정확하게 선박 존재를 알고, 그 진로를 파악할 수 있도록 항해등 개선을 희망했다. 여러 분석 자료와 설문조사 결과를 바탕으로 선수 하향 전조등, 변침 시 현등 점멸 기능과 두 가지 병행 방안 등 세 가지 개선안을 제안했다.

우리나라는 세계적 수준의 조선, 해운 및 선원 국가이므로 그 위상에 맞게 충돌 사고율을 더욱 낮추고 국제 해상안전기준을 선도함이 마땅하다. 항해등에 대한 선행연구가 없어 이번 연구에서 방향 설정이나 참고자료에 한계와 어려움이 있었다. 금번 항해등 기본 개념연구에 이어 향후 심층연구와 시뮬레이션과 실선 적용 시험 등 후속연구가 뒤따라야 한다.

사 사

본 연구는 한국해양수산개발원의 “2022년 우리바다 현장 연구 사업” 지원을 받아 수행되었음.

References

- [1] Aviation Safety Act(2020), Ministry of Land and Transport
- [2] BMST(2022a), Busan Marine Safety Tribunal, The Collision Accident between Fishing Boat Hanaho and Fish Vessel Solseomho, Judge No. 2022-005, p. 4.
- [3] BMST(2022b), Busan Marine Safety Tribunal, The Collision Accident between Tanker Sungjinho and Tanker No.96 Dongbangho, Judge No. 2022-002, pp. 3-4.

- [4] Hong, S. G.(2012), Data Processing and Cognitive Process of Ship Operators, Korea Institute of Ocean Science & Technology. pp. 3-10.
- [5] KCG(2021), Korea Coast Guard, White Paper, pp. 308-310.
- [6] Kim, I. C. and D. Y. Jeong(2020), Regulations for Preventing Collisions at Sea, pp. 10-12.
- [7] Kim, T. G.(2021), An Analysis on the Seafarers Demand & Supply Expectation and Fail for Domestic Shipping, Korea Maritime and Ocean University Seafarers Research Center 8th Webinar, pp.17-18
- [8] KMST(2021), Korea Maritime Safety Tribunal, Judgement Cases Book for Maritime Safety Accidents, pp. 847-1027.
- [9] KORAIL(2017), Korea Rail Corporation, Guideline for Maneuvering and Handling of Train, Rule 220-1.
- [10] KOSWEC(2021), Korea Seafarer's Welfare and Employment Center, Korea Seafarers's Statistical Year Book, p.45.
- [11] KOTSA(2010), Korea Transportation Safety Authority, A Analysis Result for Headlight Using Effects in Daytime. pp.3-4
- [12] MOF(2021), Ministry of Oceans and Fisheries, Statistical Yearbook of Oceans and Fisheries, pp. 56-465.
- [13] Motor Vehicle Management Act(2021), Ministry of Land and Transport
- [14] Road Traffic Act(2021), National Police Agency.

Received : 2022. 11. 08.

Revised : 2022. 12. 08. (1st)

: 2022. 12. 27. (2nd)

Accepted : 2022. 12. 28.