

항행안전정보 통합 플랫폼 구축 및 활용방안에 관한 연구

김도훈^{*†}

* 보령해양경찰서 기획운영과장

Establishment and Application of an Integrated Platform for Navigation Safety Information

Do-Hoon Kim^{**†}

* Section Chief, Department of Planning and Operations, Boryeong Coast Guard Station, Boryeong City, Chungcheongnam-do, 33475, Republic of Korea

요 약 : 본 연구는 연해구역에서 어선 및 소형선박의 해양사고 예방을 위하여 현행 상선 중심의 항행안전정보(NSI) 제공시스템의 문제점을 인식하고 어선 등 소형선박의 안전항해를 지원하기 위한 효과적인 NSI 제공방안에 관한 연구이다. 주요 연구내용으로 첫째, 최근 해양사고 실태 및 특징을 고찰하고 NSI 중점 제공대상을 식별하였다. 둘째, 현행 NSI의 문제점을 진단하고 통합성·대 국민 접근성·활용성이 강화된 NSI 통합플랫폼(NSIP) 구축방안을 제시하였다. 셋째, NSIP 활용방안으로 한국형 e-Navigation(e-Nav) 사업과 연계하여 개발 중인 e-Nav 선박 단말기에 사용될 전자해도(ECS)에 부가정보 형식으로 다양한 NSI를 적용하고 선박이 항해위험구역 또는 속력제한구역 진입시 자동으로 시청각 알람기능이 작동되도록 설정하는 개선기능을 제안하였다. 이는 관련기관과 GPS플로터 전문제작업체의 전문가 의견을 검토한 바 기술적으로 가능하며 상용화된 스마트폰 앱에도 적용 가능한 것으로 확인되었다. 본 연구결과의 활용방안은 어선 등 소형선박에 NSI를 제공함으로써 해양사고 예방기능과 함께 e-Nav 서비스에도 적용이 가능한 것으로 판단된다.

핵심용어 : 해양사고, 항행안전정보, 항행안전정보통합플랫폼, 전자해도시스템(ECDIS), 전자해도(ECS), 시청각 알람기능

Abstract : This study recognizes problems in the current system of providing navigation safety information (NSI), which is centered on merchant ships, to prevent maritime accidents of fishing boats and small vessels in coastal areas. The system proposed in this study is an effective method of providing NSI to support the safe navigation of small vessels such as fishing boats. First, the status and characteristics of recent maritime accidents were examined, and NSI service targets were identified. Second, the limitations of the current NSI system were determined, and measures were proposed to establish an NSI Integrated Platform (NSIP) that ensures the integration, accessibility, and usability of NSI for a substantial portion of the public. Third, to utilize the NSIP, various NSIs are applied as additional information for the electronic chart system used in the e-navigation ship terminals being developed in connection with the Korean e-navigation project. Functions that set the audiovisual alarm function to automatically operate when a ship enters a navigation risk zone is proposed. These functions are technically achieved by reviewing expert opinions of related organizations and professional producers. The results of this study suggest that NSI can be applied to small vessels such as fishing boats, through the Korean e-Navigation project, to prevent maritime accidents caused by the human error of navigators.

Key Words : Marine accident, Navigation safety information, Navigation safety information integrated platform, Electronic chart display & information system, Electronic chart system, Audio-visual alarm function

1. 서 론

중앙해양안전심판원(Korea Maritime Safety Tribunal, 이하 KMST)의 통계연보에 의하면 최근 5년('14년~'18년) 동안 우리나라 영해 내측에서 발생한 해양사고는 총 7,848건이었으

며 그중 어선에 의한 사고가 6,344건 이었고 상선에 의한 사고는 1,504건으로 나타나 어선에 의한 사고가 상선에 의한 사고보다 4.2배 많이 발생한 것으로 나타났다(KMST, 2019). Kim(2019)은 최근 5년('14년~'18년)간 전국의 항만과 진입수로에서 발생한 해양사고를 조사한 결과 어선에 의한 사고가 563건으로 상선에 의한 사고인 508건 보다 많이 발생하여 어선의 항만수역에서의 제한속력위반 예방의 중요성을 강조

† star7007@hanmail.net, 041-402-2016

하였다. 또한 Park et al.(2013)은 2001년부터 2010년까지 10년 간에 걸쳐 항만과 진입수로에서 발생한 어선에 의한 충돌사고 중 27.4%가 10Knots(1Knot는 1,852 m, 이하 kts) 이상의 고속운항(제한속력 위반)에서 비롯된 것으로 평가하며 어선사고 예방대책의 중요성을 강조한바 있다. Jung(2014)은 2008년부터 2012년까지 5년간 해양사고 발생현황 중 충돌사고를 분석하여 어선이 58%로 가장 많이 발생하였으며, 그 중에서도 총톤수 20 Tonnage(이하 ton) 미만의 소형선박의 충돌사고가 26%로 가장 많은 것으로 확인되었기 때문에 어선에 대한 항해장비 측면에서 개선이 필요함을 주장하였다. 이러한 그간의 연구결과를 종합해보면 항만과 진입수로에서부터 영해에 해당하는 평수~연해구역(Enforcement Rules of the Ship Safety Act, 2019)에서 어선에 의한 사고가 특히 많이 발생하고 있기 때문에 이러한 점을 고려하여 어선 등 소형선박에 의한 해양사고 예방에 더 많은 연구 및 실질적인 대책수립의 필요성이 요구되고 있다. 또한 정부차원에서 어선 등 소형선박에 의한 해양사고 예방에 중점을 두고 근본적인 특단의 정책수립이 필요하다고 판단된다.

본 연구는 이러한 점의 중요성을 인식하고 연해에서 어선 등 소형선박의 안전 항해를 지원하기 위한 효과적인 항행안전정보(Navigation Safety Information: NSI, 이하 NSI) 제공방안에 초점을 두었다.

선박사고 예방을 위한 효과적인 방안 중 하나는 선박조종자(여기서는 선장과 항해사를 포함한다)에게 가능하면 실시간으로 NSI를 제공하는 것이다. 그러나 선행연구에서 항행선박에 대하여 효과적으로 항행정보를 제공하는 방안과 관련된 연구는 아직 활발하지 못한 실정이다. 한편, NSI 제공수단은 선박 외부수단과 내부수단으로 구분할 수 있다.

외부수단으로는 해상교통관제센터(Vessel Traffic Service: VTS), 해상교통문자방송(Navigation Telex: NAVTEX), 정부기관에서 운영하는 웹 사이트를 이용한 정보제공 등이 있다. 인터넷 서비스는 해양수산부의 해양안전종합정보시스템(General Information Center on Maritime Safety: GICOMS)에서 해양안전속보, 해적정보, 해양기상정보 등을 제공하고 있으나 주로 원양항해 중인 상선을 대상으로 해적정보를 제공하는 측면이 강하다. 또한, 국립해양조사원의 해양정보 포털사이트에서는 조석·기상예보 등의 정보를 검색할 수 있다.

내부수단으로는 전자해도(Electronic Chart Display & Information System: ECDIS, 이하 ECDIS) 기반의 해도정보가 있으며 특히, ECDIS는 다양한 NSI가 추가로 표시된다면 선박 조종자에게 가장 효과적인 정보제공 수단이 될 수 있는 장점이 있다. 이러한 다양한 NSI 및 제공수단들은 장점도 있지만 다음과 같이 한계점이 노출되고 있다.

첫째, VTS 관제대상선박이 법령상 국제항해선박, 총톤수

300 ton 이상의 선박, 여객선 및 선박길이 45 m 이상의 어선으로 제한되어 있기 때문에 연안어선과 소형 선박은 관제서비스를 받지 못하는 점이다. NAVTEX 수신기 설치대상 선박의 경우도 국제항해 취항 여객선과 총톤수 300 ton 이상의 선박(어선제외), 국제항행 총톤수 300 ton 이상의 어선으로 제한되어 있는 점도 유사하다. 비록 실무적으로 연안 VTS 등에서 일부 관제서비스를 하고는 있지만 법정 관제대상이 아닌 소형어선들은 NSI 제공영역의 관점에서 사각지대에 놓여있는 셈이다.

둘째, 선박조종자에게 해양경찰청 등 정부기관에서 해양사고 통계분석을 통하여 선정 및 관리하고 있는 항해위험정보(항해위험구역, 해양사고 다발해역 등) 제공이 미흡한 실정이다. 예를 들면 해양경찰청에서는 「수상에서의 수색·구조 등에 관한법률」(법률 제16511호)을 근거로 「해상조난사고 통계관리시스템」을 구축하고 선박사고 데이터를 이용하여 「해양사고 다발해역」을 지정 및 관리하고 있으나 이러한 유용한 정보들이 기관 내부에서만 관리되고 있다. 해양경찰청 홈페이지를 검색한 결과 해양관련 정보를 제공하는 바다안전자료 사이트에서 이러한 정보를 찾아볼 수 없었기 때문이다(KCG, 2020).

셋째, 해양레저 인구의 증가와 더불어 최신의 다양한 NSI를 요구하는 국민들의 수요가 지속적으로 증가하고 있으나 개인용 스마트 폰(Smart phone)에 저장하여 사용되는 「해로드 앱(Application)」, 「안전해 앱」의 이용정보에는 간출암, 항로표지, 침선 등은 표기되어 있으나 속력제한구역과 통계자료에 근거한 해양사고 다발해역, 과거 특정 장소별 발생한 해양사고의 종류 등 보다 자세한 NSI를 제공하지 못하고 있는 점에서 아쉬움이 있다. 이러한 점에서 현재의 NSI 제공시스템은 여러 가지 한계를 노출하고 있기 때문에 누구든지 쉽게 다양한 NSI를 제공 받을 수 있는 수요자 중심의 서비스를 위해서는 우선 산재되어 있는 정보들을 하나의 기관에서 총괄하여 수집, 관리 및 제공할 수 있도록 통합플랫폼(Platform) 구축이 요구된다.

또한, 구축된 통합플랫폼에 저장된 다양한 최신의 NSI가 선박조종자에게 실질적인 도움이 되기 위해서는 이를 ECDIS에 부가정보 방법으로 적용하는 방안이 요구된다. 이러한 방안은 해양수산부 주관으로 개발 중인 한국형 e-Navigation(이하 e-Nav) 선박 단말기와 상선에서 사용하는 ECDIS, 어선의 GPS플로터(Plotter) 그리고 스마트폰 앱(App)에 적용하면 효과적일 것이다.

본 연구에서는 NSI 제공과 관련된 한계점을 개선하기 위하여 NSI 통합플랫폼 구축을 연구하고, 그 도입과 활용방안을 제안함으로써 연해구역에서 가장 많이 발생하고 있는 어선 등 소형선박의 사고예방에 기여하고자 하였다.

2. 최근 해양사고 실태 및 특징 고찰

서론에서 현행 NSI 제공수단의 문제점을 진단하고 통합 플랫폼 구축의 필요성을 제안하였다. 본 장에서는 국내 해상에서 발생한 해양사고의 장소별, 선종별 실태분석과 어선 해양사고의 종류별·원인별 특징을 고찰함으로써 NSI 중점 제공대상 선종을 식별하였다.

2.1 국내 해양사고의 장소 및 선종별 발생 실태

국내 해상에서 발생한 해양사고의 장소별, 선종별 발생 실태는 KMST의 통계연보를 참고하여 조사하였다(KMST, 2019). 여기서 해양사고란 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률(법률 제 5809호)」 제2조에 해당하는 사고를 말하며 해양사고의 종류로는 충돌, 접촉, 좌초, 전복, 화재, 침몰 등 15 가지 종류로 분류된다(Act on the Investigation of and Inquiry into Marine Accidents, 2019). 실태 조사기간은 최근 5개년('14년~'18년)간 발생한 사고를 대상으로 하였다.

첫째, 장소적 관점에서 상선과 어선의 충돌사고를 대상으로 영해내측(개항 및 진입수로 포함)과 외측 중 어느 해역에서 충돌사고가 더 많이 발생하였는지 식별하고자 하였다.

둘째, 선박의 종류 관점에서 영해내측 해양사고 중 어느 선종이 더 많이 발생하였는지 식별하고자 하였다.

Fig. 1은 상선 및 어선에 의한 영해 내측과 외측에서 발생한 충돌사고 발생건수를 비교하여 나타낸 것이다. 영해내측에서는 기간 중 총 368건이 발생하였고, 영해외측에서는 45건이 발생하여 영해내측에서 발생한 충돌사고가 영해 외측에 비하여 8.1배 더 많이 발생한 것으로 나타났다. 여기서 충돌사고만을 비교한 이유는 충돌사고가 해상사고 중 인명손실 가능성이 가장 크며 NSI 제공과 밀접한 관련이 있기 때문이다.

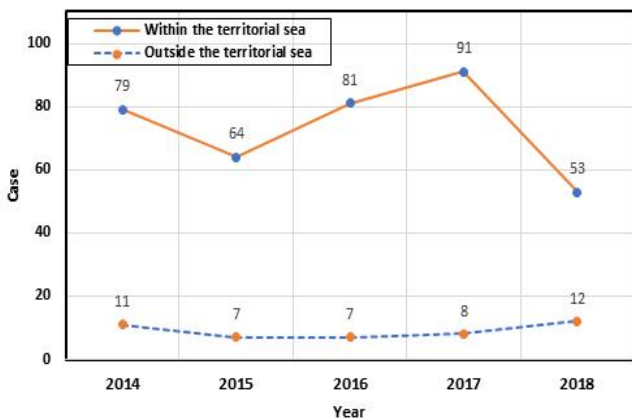


Fig. 1. Comparison of the number of collision accidents between the inside and outside the territorial waters (2014-2018).

Fig. 2는 선종별 발생실태를 파악하기 위하여 영해내측(개항 및 진입수로 포함)에서 발생한 해양사고 발생결과를 그래프로 비교하여 나타낸 것이다. 어선에 의한 사고가 6,344건이고 상선에 의한 사고가 1,504건으로 나타나 어선사고가 상선사고보다 4.2배 많이 발생한 것으로 나타났다. 여기서 특징은 상선사고는 매년 일정하게 발생하고 있음에 비하여 어선사고는 매년 큰 폭으로 증가하고 있음을 알 수 있다.

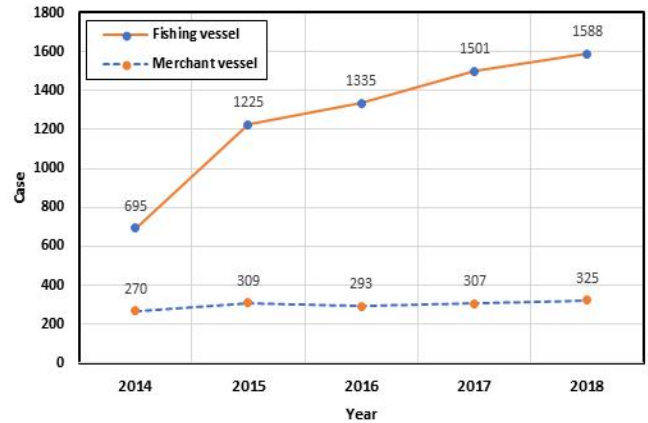


Fig. 2. Comparison of marine accidents caused by merchant and fishing vessels in the territorial waters (2014-2018).

2.2 어선에 의한 해양사고 분석

위의 2.1절에서 영해내측에서 어선에 의한 해양사고가 매년 큰 폭으로 증가하고 있는 점을 주목하여 최근 5개년('14년~'18년)간 발생한 어선에 의한 해양사고의 종류별, 원인별 현황을 분석하였다(KMST, 2019).

Table 1은 어선에 의한 해양사고의 종류별 발생현황을 나타낸 것으로 충돌, 좌초, 전복, 침몰의 4가지 주요 사고만을 대상으로 하여 비교하였다. 특징은 첫째로 충돌사고(접촉사고 포함)가 총 799건으로 가장 많이 발생하였다는 점이다.

Table 1. Types of marine accidents of fishing boats (KMST, 2019)

No	Type of accidents	Year / Case					Total
		2014	2015	2016	2017	2018	
Total		212	284	313	365	338	1,512
1	Collision (Including contact accidents)	105	171	152	189	181	799
2	Aground	74	65	112	116	106	475
3	Capsize	22	25	36	47	28	161
4	Sinking	11	23	13	13	23	87

둘째로 좌초가 총 475건으로 많이 발생하였다는 점이다. 이 두 가지 특징에서 항행중인 어선에 NSI가 효과적으로 제공된다면 일정부분 사고예방에 기여할 것으로 판단된다.

Table 2는 어선에 의한 해양사고의 원인별 현황을 나타낸 것이다. 특징은 선장의 인적과실에 해당하는 항해과실이 총 421건으로 나타나 그 밖의 원인에 해당하는 선체, 기관설비 결함이나 기상 등 불가항력 등에 해당하는 기타를 합친 136건에 비하여 75% 많은 것으로 나타났다.

Table 2. Causes of marine accidents of fishing boats (KMST, 2019)

No	Cause of accidents	Year / Case					Total
		2014	2015	2016	2017	2018	
Total		95	107	116	135	98	557
1	Navigational errors (look-out neglect, ship position check neglect, etc.)	76	78	92	100	74	421
2	Engine handling failure and equipment defects	16	22	12	22	16	90
3	Etc	3	7	12	13	8	46

2.3 NSI 중점 제공대상 식별

위의 2.1과 2.2절의 분석결과를 고찰하면 다음과 같다.

첫째, 장소적 관점에서 상선과 어선을 포함한 충돌사고는 대부분의 사고가 영해내측 해역(영해외측에 비하여 8.1배)에서 발생한 것으로 나타났다. 이를 토대로 선박이 출항하여 영해까지 항해하면서 발생할 수 있는 해양사고 예방을 위해서는 영해내측에 특화된 NSI 제공이 필요하고, 보다 효과적인 제공수단이 필요한 것으로 검토된다.

둘째, 영해내측에서 발생한 해양사고는 대부분이 어선(상선사고 대비 4.2배)에 의한 사고임이 확인되었다.

이와 관련하여 최근 들어 어선에 의한 해양사고 발생의 심각성과 관련된 다수의 연구결과가 발표된바 있다. 예를 들면 법제도 개선의 필요성을 제안한 연구에서는 최근 5년('13년~'17년)간 전체 해양사고 발생건수에서 어선이 차지하는 비중은 5년 평균값의 67.3%에 달하였고, 그 중 총톤수 10 ton 미만인 소형어선이 차지하는 비중은 5년간 계속적으로 증가하여 전체 해양사고 발생건수 5년 평균의 44.9%를 차지하고 있다고 보고된바 있다(Song et al., 2018).

셋째, 어선에 의한 사고의 유형은 충돌사고와 좌초사고가 가장 많이 발생하였고 발생원인으로는 선장에 의한 인적과실에 해당하는 항해과실이 가장 많았다.

이러한 분석결과를 고려하면 NSI 제공에 있어 보다 중점

을 두어야 할 대상선박은 연안에서부터 영해까지의 해역을 항해하는 어선 및 소형선박으로 식별된다.

3. NSI 통합 플랫폼 구축방안

3.1 NSI 통합 플랫폼의 개념 및 기대효과

NSI 통합 플랫폼에 대한 개념정립에 앞서 NSI와 플랫폼 각각의 개념을 살펴보고자 한다.

NSI란 해상을 항해하는 선박 조종자에게 안전한 항해를 성취할 수 있도록 제공되는 다양한 항해안전 관련 정보를 의미한다. 이러한 정보에는 VTS에서 해상교통관제사가 항행선박에 직접 제공하는 방법, ECDIS 또는 각 지방해양수산청이나 국립해양조사원의 인터넷 홈페이지와 스마트폰용 앱(App), 기타 간행물 등 다양한 수단으로 제공되고 있다.

플랫폼(Platform)이란 본래 기차를 승·하차하는 공간이나 강사, 음악 지휘자, 선수 등이 사용하는 무대·강단 등을 뜻했으나 그 의미가 확대되어 특정 장치나 시스템 등에서 이를 구성하는 기초가 되는 틀(Frame) 또는 골격을 지칭하는 용어로, 컴퓨터 시스템 등 오늘날 다양한 분야에 적용 가능한 보편적인 개념으로 확대되어 널리 사용되기에 이르렀다(Roh, 2014). 또한 플랫폼은 참여자들의 연결과 상호작용을 통해 진화하며, 모두에게 새로운 가치와 혜택을 제공해 줄 수 있는 상생의 생태계라고 말할 수 있다(Simon, 2011). 따라서 NSI 통합 플랫폼(Navigation Safety Information Integrated Platform: NSIP, 이하 NSIP)이란 다양한 형태로 정부 각 기관에 분산되어 존재하고 있는 NSI를 고도화 하고 특정 기관으로 일원화하는 등의 방법으로 총괄 수집·표준화시켜 단일 시스템에 플랫폼의 형태로 통합·관리 하는 것이라 정의 할 수 있다. NSIP가 구축되어 웹 사이트 등에서 공개된다면 정부, 민간 등 국가의 모든 영역에 걸쳐 필요한 수요자가 실시간으로 언제든지 경·위도 좌표 등으로 표시된 각종 NSI 관련 데이터를 다운받아 활용할 수 있게 된다.

Fig. 3에서 이러한 NSI에는 현재 제공되고 있는 NSI에 부가하여 해양경찰청(Korea Coast Guard: KCG), 해양수산부(Ministry of Oceans and Fisheries: MOF) 및 국립해양조사원(Korea Hydrographic and Oceanographic Agency: KHOA) 등에서 파악하여 관리되고 있는 다음의 정보들이 중점적으로 포함 되어야 할 것이다.

첫째, 저수심, 암초, 해상공사구간 등을 표시한 최신 항해 위험구역(Navigational Danger Zone: NDZ)이다. 이러한 구역은 자연적·인위적 환경 변화에 따라 수시 변경될 수 있기 때문에 주기적으로 재 파악되는 등 정보 갱신이 중요하다.

둘째, 선박교통량 밀집해역(Ship Traffic Volume Density Area: STVDA)으로 해양경찰청의 VTS 관제자료 등을 이용하

여 장소별, 선종별, 시간대별로 구분하여 선정된다.

셋째, 해양사고 다발해역(Marine Accident Multiple Occurrence Area: MAMOA) 및 해양레저 활동 빈발해역이다. 이는 해양경찰청에서 해양사고 통계 및 경비함정, 연안구조정 등에 의하여 해상 경비 및 순찰 임무 중 인지된 보고서를 근거로 선정되고 있다.

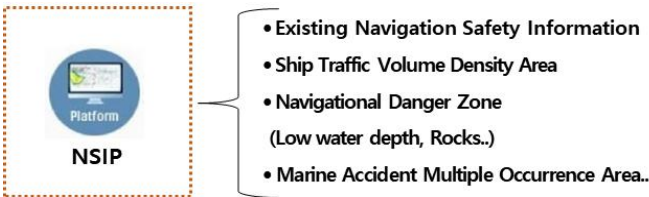


Fig. 3. Various navigation safety information provided for NSIP establishment.

이러한 정보들은 특히 연해구역 내에서 활동하는 어선 및 소형선박 조종자에게 안전한 항해를 위하여 매우 중요한 정보가 될 것이며 주기적으로 업데이트 되어야 할 것이다.

NSIP를 구축함으로써 써 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 정부 등 다수의 기관에서 보유하고 있는 해양 및 항행 안전과 관련된 정보와 자료들을 한곳에서 체계적으로 수집, 표준화하여 관리하고 제공할 수 있게 된다.

둘째, 이러한 정보들은 ECDIS, 항법장치 등에 반영하는 등 2차적으로도 활용이 가능하게 된다.

셋째, 축적된 방대한 NSI를 인터넷(Internet)이나 ECDIS 등에 공개하면 국민이 손쉽게 이용 가능하며 특히 인터넷에서는 쌍방향으로 자료의 공유 및 소통이 가능하게 된다.

3.2 NSIP 구축 및 운용방안

Fig. 4는 NSIP 구축 및 운용방안을 나타낸 개념도이다. 해양수산부(MOF), 해양경찰청(KCG), 국립해양조사원(KHOA) 등의 관련기관에서 기관별 보유하고 있는 각종 NSI를 경위도 좌표로 정리하여 KHOA에 제출하면 KHOA에서는 이러한 자료들을 웹 사이트 등에 구축하여 관리하고 대외적으로 제공하며 수시로 업데이트한다.

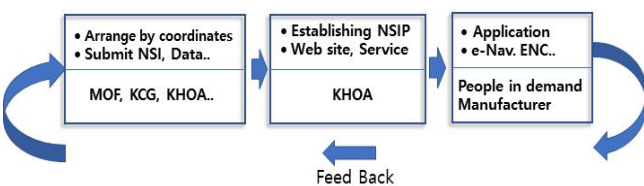


Fig. 4. Conceptual diagram of NSIP establishment and operation.

KHOA를 총괄기관으로 제안한 이유는 KHOA의 주요 업무가 전국 주요항만, 수로의 정밀조사와 해도제작을 통해 선박의 안전한 항해와 국민의 해양활동을 지원하고 ECDIS용 전자해도를 생산하기 때문이다.

그리고 선박조종자, 레저 이용자, 항해장비 제조업자 등 국민 누구나 NSIP 웹 사이트에서 필요한 NSI를 다운받아 활용할 수 있게 된다. 또한 이러한 NSIP 웹 사이트에서 수요자는 자유게시판을 이용하여 적시에 원하는 정보를 공유하고 정부기관에 필요한 NSI를 요구하는 등 피드백(Feed back) 기능이 가능하게 된다.

4. NSIP 활용방안 및 검증

본 장은 제 3장에서 제안한 NSIP를 구축한 후에 이용자가 NSI를 효과적으로 이용할 수 있도록 적절한 몇 가지 활용방안을 연구 및 제안하였다. 이러한 방안들은 KHOA, 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소(Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering: KRISO) 등의 관련기관과 ECDIS 및 GPS 플로터(Plotter) 전문제작업체의 전문가 그룹 의견을 수렴하는 등의 방법으로 검토, 검증 되었다.

4.1 한국형 e-Navigation

국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)는 인적요인에 의한 해양사고(Human Error)를 방지하기 위해 2006년부터 e-Nav 도입을 결정하고 2018년부터 시행하고 있다. IMO의 e-Nav의 개념은 첨단 정보통신기술을 활용하여 선박에는 ECDIS를 기반으로 항법시스템을 자동화·표준화시키고, 육상에서는 관제·모니터링을 통하여 선박의 안전운항을 원격 지원하는 차세대 해양안전종합관리체계이다. 이를 위하여 다양한 항법시스템을 표준화하여 ECDIS 화면에 연계시켜 항해사가 안전항해에만 전념하도록 항해환경을 조성하도록 하였다. 이와 관련하여 한국형 e-Nav란 국제항해선박을 대상으로 한 IMO의 e-Nav개념에 어선과 소형선박을 고려하여 우리나라에 특화한 e-Nav를 말한다. 이러한 사업의 일환으로 KRISO를 중심으로 우리나라의 특성을 고려한 연안 소형선박과 어선 및 레저선박용 ‘e-Nav 선박 단말기(e-Nav ship terminal)’를 개발 중에 있다(KRISO, 2020).

Fig. 5는 SMART-Navigation의 개념을 나타낸 것이다. SMART-Navigation은 한국형 e-Nav의 개발 프로젝트 이름으로 IMO의 e-Nav 개념에 어선·연안 소형선박을 대상으로 서비스 제공 등을 추가하여 우리나라 해상 환경에 최적화된 새로운 시스템을 구현할 예정이다.

서론에서 문제를 제시한 바와 같이 VTS의 관제 대상에서 제외되어 있는 소형어선에 의한 사고가 많이 발생하고 있기

때문에 이러한 소형어선에 NSI 제공수단이 시급히 필요하며 이를 위한 가장 효과적 수단은 현재 한국형 e-Nav 사업으로 개발 중인 e-Nav 선박 단말기에 다양한 NSI를 부가정보형식으로 반영하고 GPS 위치기반의 실시간 알람기능을 제공하는 방안을 제안 한다.

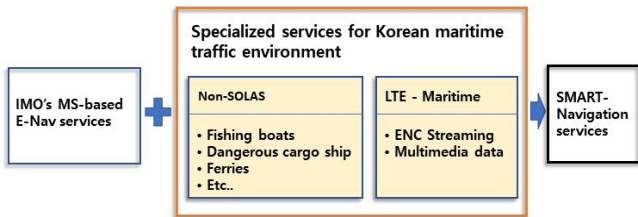


Fig. 5. Smart-Navigation concept diagram (KRISO, 2020).

4.2 방안 1: 한국형 e-Nav 선박 단말기에 NSI 제공

현재 KRISO에서 한국형 e-Nav 사업으로 개발 중인 e-Nav 선박 단말기에 포함되는 차세대 Electronic Chart System(ECS, 이하 ECS)에 위 3.1절(Fig. 3)에서 제시한 다양한 NSI를 부가정보 서비스로 반영할 필요가 있다. 특히 어선을 포함한 소형선박의 조종자에게 NSI를 제공하기 위한 가장 효과적인 수단이 ECS에 다양한 NSI를 디스플레이(Display)하는 방법이기 때문이다.

Fig. 6은 e-Nav 선박 단말기의 구성과 운용 개념도를 나타낸 것이다. e-Nav 선박 단말기는 LTE-M 송수신기와 e-Nav 표시장치인 ECS로 구성되며, 전화·인터넷 등 이동통신 이용범위가 확대되는 상용 이동통신 송수신기와 함께 설치된다. 특징은 다양한 내비게이션 서비스 이용과 GPS 플로터, 어선용 선박식별장치인 V-PASS와 통합이 가능하고 먼 바다에서 전화와 인터넷 사용이 가능해진다. 선박 단말기는 해양수산부에서 사업을 주관하고 해양교통안전공단과 수협에서 2020년 하반기에 보급할 예정으로 있다.

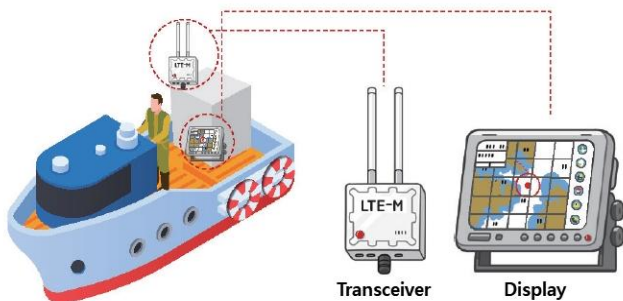


Fig. 6. Conceptual diagram of operation of e-Navigation ship terminal (KRISO, 2020).

e-Nav 선박 단말기가 상용화 되면 상선은 물론 어선 등 소형선박에서도 ECS를 이용한 항해가 가능하며 육상에서 제공하는 다양한 항행안전서비스를 받을 수 있게 된다.

현재 상선에 사용되는 ECDIS는 IMO와 국제수로기구에서 정해준 표준사양서(S-100)에 따라 제작해야하기 때문에 현행 제도에서는 국제표준규격을 변경하지 전까지는 다양한 NSI를 부가정보로 반영할 수 없다. 그러나 개발 중인 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 사용되는 전자해도는 이미 S-100을 기반으로 하고 있기 때문에 다양한 NSI를 반영할 수 있는 장점이 있다.

따라서 해양수산부, 해양경찰청, 국립해양조사원 등의 각급 기관 회의체가 시급히 구성되어 NSIP를 구축하고 현재 개발 중인 e-Nav 선박 단말기에 사용되는 ECS에 다양한 NSI를 반영할 필요가 있다. 즉, 본 연구에서 제안한 NSIP를 KRISO에서 추진하고 있는 한국형 e-Nav 사업과 연계하여 적용하는 것이 타당할 것으로 검토된다.

본 제안의 실현 가능성 검토를 위하여 KRISO의 ECS 개발 담당자와 토의한 결과 기술적으로 가능하다는 결론을 내렸으며 이를 공문으로 회신 받았다. 이러한 내용은 아래의 4.6절에서 기술하였다.

4.3 방안 2: e-Nav 선박 단말기에 시청각 알람기능 적용

e-Nav 선박 단말기가 설치된 선박이 해양사고 다발해역이나 속력제한구역, 암초 등이 산재한 항해위험구역 등에 진입하게 되면 자동으로 시청각 알람기능(Audio-visual alarm function)이 작동하도록 개발할 것을 제안한다. 이러한 기능은 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 부가기능을 설정하는 방법으로 실현 가능하며 GPS와 연계하여 실시간 위치기반서비스를 이용하여 ECS에 설정해 놓은 위치에 선박이 진입하는 동시에 자동으로 작동이 가능하게 된다. 알람기능이 가능한 장치는 e-Nav 선박 단말기를 포함하여 어선에서 사용하는 ECS가 해당된다.

알람기능의 기술적 적용가능성과 관련하여 Kim(2019)은 ECDIS가 설치된 상선 및 GPS 플로터가 설치된 어선이 항만과 진입수로에서 제한속력을 위반하는 경우에 항법시스템에서 GPS 기반 제한속력 초과 상황을 식별하고 경고음성(Warning Voice) 기능과 동시에 시각으로 인지 가능토록 팝업창 형식의 경고메시지(Warning Message) 신호를 전송하여 음성경고와 함께 항법장치의 화면에 경고알림 메시지가 동시에 표출되도록 함으로써 선박조종자가 이를 즉시 인지토록 하는 방법이 기술적으로 가능함을 보고한바 있다.

이와 관련되어 Yang et al.(2005)은 인간공학적인 선교통합알람장치의 기술개발을 위한 기초연구를 통하여 대부분의 알람은 청각, 시각적인 방법을 모두 사용하여 선교 근무자에게

알람상황을 표시하여 주어야 한다는 점을 강조한바 있으며 국제선급연합(International Association of Classification Societies: IACS)에서는 제46차 IMO 항해안전 소위원회에서 통합선교 시스템(Integrated Bridge System: IBS)을 위하여 항해계기들의 정보 통합 필요성을 논의하였으며 선교근무자의 주의를 집중시킬 수 있는 알람 시스템을 통하여 인적오류를 최소화시키는 Bridge Alarms Management System(BAMS)의 개발을 제안한바 있다. 또한 통합 선교 알람 시스템을 위한 알람 인지 실험에서는 선박조종자들은 청각 아이콘(Auditory icon)을 함축적 소리(Abstract sound)보다 더 쉽게 인지할 수 있음을 실험을 통하여 확인한바 있다(Lee et al., 2005).

4.4 방안 3: 스마트폰 앱 「안전 해」에 NSI 반영

스마트 폰 안전해 애플리케이션(Application)에 사용되는 ECDIS 기반에도 NSI를 적용하고 알람시스템 기능도 추가하면 ECDIS나 GPS 플로터가 없는 레저용 선박이나 보트(Boat) 조종자들도 스마트 폰에 설치된 안전해 앱(App)을 작동하여 다양한 NSI를 이용할 수 있게 된다.

위의 4.3절에서 언급한 바와 같이 실시간 GPS 위치정보를 기반으로 선박이 위험구역 등에 진입하면 자동 알람작동으로 조종자가 즉시 위험을 인지함과 동시에 주의환기토록 하여 사고를 예방할 수 있다.

스마트 폰용 안전해 앱에 NSI 및 알람기능 적용은 앱을 개발한 KHOA의 전문가에게 자문한 결과 적용 가능하다는 의견을 수신하였으며 아래 4.6절에서 자세히 기술하였다.

4.5 NSIP 구축 후 단계별 활용방안

Fig. 7은 NSIP 구축에서부터 단계별 활용방안에 대하여 정리한 것이다. 총 5단계로 진행되는 방안을 제안 하였으며 제안한 단계는 실무적으로 생략 및 추가 가능하다.

- (1) 제1단계에서는 KCG, MOF, KHOA 등 관계기관이 NSIP 구축을 위한 협업회의를 통하여 구축방안을 정립하고 KHOA 또는 적정기관 주관으로 NSIP를 구축한다.
- (2) 제2단계에서는 이를 기반으로 통합된 NSI를 다양한 수요자가 활용함과 동시에 KRISO와 KHOA에서 한국형 e-Nav 사업과 연계하여 개발 중에 있는 e-Nav 선박 단

말기 및 ECS에 다양한 NSI를 적용한다.

- (3) 제3단계에서는 해양수산부 주관으로 한국해양교통안전공단, 수협과 합동으로 어선 등에 ECS가 포함된 e-Nav 선박 단말기를 보급한다. 또한, GPS 기반 ECS에 알람기능을 적용하여 ECS에 설정된 위험구역에 진입하게 되면 자동으로 음성알람과 메시지 알람기능이 작동하도록 설정한다. 이러한 e-Nav 선박 단말기는 상선과 어선에 공통으로 보급된다.
- (4) 제4단계로 상선 또는 어선이 항해위험구역 등에 진입하면 자동으로 음성알람과 메시지 알람 기능이 동시에 작동하여 이를 즉시 인지할 수 있게 된다.
- (5) 제5단계에서는 선박조종자가 ECS에 표시된 NSI 정보를 보거나 알람을 신속히 인지하고 신속·적절한 회피 항해를 하거나 보다 신중한 경계(Look-out)강화 또는 주의의무를 다 할 수 있기 때문에 인적과실에 의한 해양사고를 예방할 수 있게 된다.

4.6 NSIP 활용방안에 대한 전문가 자문 검토 및 검증

NSIP 활용 방안으로 제시한 (1) e-Nav 선박 단말기에 NSI 제공, (2) e-Nav 선박 단말기에 시청각 알람기능 적용, (3) 스마트폰 앱에 NSI 반영의 세 가지 방안을 검토하기 위하여 공공기관과 ECDIS 및 GPS 플로터 제작업체를 방문하거나 서면 또는 유선 상의 자문방법을 이용하였다(Table 3).

Table 3은 2019년 5월 23일부터 9월 24일까지 4개월에 걸쳐 관련기관과 전문 제작업체의 전문가를 대상으로 기술적 가능성에 대하여 조사한 결과를 나타낸 것이며 방문토의, 문서수신 또는 유선 상 확인한 결과 가능함은 ○, 불가능함은 ×, 해당사항 없음은 - 의 세 가지 기호로 나타낸 것이다.

자문 대상기관은 KRISO, 국립해양측위정보원(National maritime PNT office: NMPNT), KHOA의 3개 기관이며 전문제작업체는 ECDIS와 GPS 플로터를 전문으로 제작, 판매하는 국내 유명업체 3곳을 선정하였다. 자문 및 검토 결과는 다음과 같다.

첫째, e-Nav 선박 단말기의 ECS에 NSI 제공 가능성에 대하여 KRISO와 KHOA의 전문가와 토의 및 문서수신 결과 가능한 것으로 검토되었으며 실제 기술적 구현을 확인하였다.

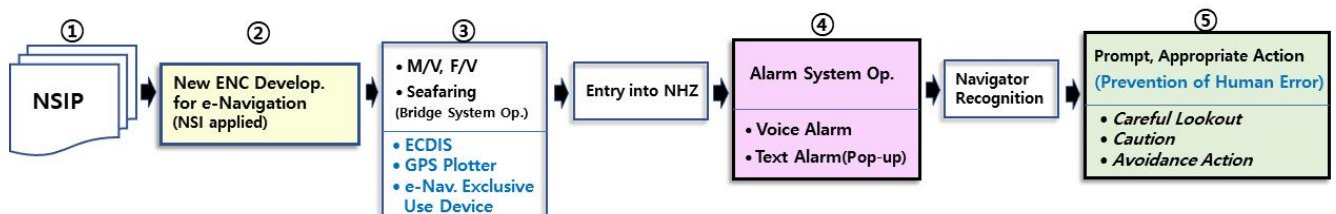


Fig. 7. Effect of NSI Step-by-step Application and Expectation.

Table 3. Results of expert opinion survey on three NSIP application methods

Institution & Company	Survey method	①	②	③
KRISO	Visit(meeting), Written	○	○	-
NMPNT	Written, Phone	-	-	○
KHOA	Visit(meeting), Written	○	○	○
A Company	Written	-	○	-
B Company	Written	-	○	-
C Company	Written	-	○	-

① Applying NSI to e-Nav ship terminal, ② Audio-visual alarm function applied to e-Nav ship terminal, ③ Apply NSI to smart phone apps.

둘째, e-Nav 선박 단말기의 ECS에 시청각 알람기능 적용을 검토한 결과 KRISO와 ECDIS 및 GPS 플로터 제작전문 업체로부터 가능성을 회신 받아 기술적으로 가능성이 검토되었다. KRISO에서는 단말기 3종에 적용하여 시험을 진행할 계획이다.

셋째, 스마트폰 앱에 NSI 반영은 제작 주관업체인 KHOA로부터 가능성을 회신 받았다.

4.6.1 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 NSI 제공 가능성 검증

한국형 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 NSI 적용 가능성에 대한 검토와 검증결과는 다음과 같다.

(1) KRISO의 e-Nav 개발담당 전문가와 2019년 7월 22일 토의한 결과 한국형 e-Nav 연구개발 사업에 반영 가능한 것으로 검토되었다.

각종 해양경계구역이나 항행통보 등 NSI 데이터는 전자해도 업데이트 파일에 서비스 모듈 SV40, SV52의 형태로 반영 및 배포하는 방법으로 NSI 제공이 가능하게 된다. 또한 KRISO로부터 관련내용의 검토 공문을 회신 받았다.

(2) 2019년 8월 22일에 KHOA의 해도수로과 담당자를 방문하여 ECDIS에 NSI를 부가정보로 반영이 가능한지에 관하여 담당 전문가와 토의한 결과 국내용 해도를 적용한 e-Nav용 차세대 ECS에 부가정보 형식으로 반영이 가능한 것으로 검토 되었다.

이러한 방안은 첫째, 기존의 부가 데이터에 특정기관에서 요청한 NSI 데이터를 반영하거나 둘째, 별도의 특정기관 제공 NSI 전용 신규 부가데이터를 제작하여 반영하는 방법이다. 이를 위해서는 한국형 e-Nav의 각 서비스 모듈인 SV10, SV40과 SV52에 규격화된 형태로 해당정보를 제공하여야 한다.

Fig. 8은 저자의 제안으로 KRISO에서 한국형 e-Nav 단말기 내의 ECS에 NSI를 구현하여 표시한 실제 화면을 촬영한 사진이다. 사고취약선박 모니터링지원서비스인 SV10에서는 미리 설정한 위험해역에 선박이 진입할 경우에 해당 해역의 기하학적인 형상과 함께 경고를 포함한 관련정보를 선박으로 보내주고, ECS에는 해당 정보가 아래와 같이 표시된다. 이러한 구현을 통하여 한국형 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 NSI 적용이 가능성이 검증되었다.



Fig. 8. Screen shot of ECS presenting NSI (KRISO, 2020).

4.6.2 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 시청각 알람기능 적용

e-Nav 선박 단말기의 ECS에 시청각 알람기능 적용 가능성에 관하여 문서로 자문한 결과 KRISO와 제작전문 업체로부터 e-Nav 선박 단말기의 ECS와 GPS 플로터에서 제한속력 초과 또는 특정구역에 진입하여 항해하는 경우에 경고음 발생 및 경고메시지(Text-to-Speech: TTS) 표출을 위한 기능개선이 가능하다는 회신을 받았다.

(1) KRISO에서는 제한속력 초과 상태를 식별하고 경고 메시지 전송기능 구현은 사고취약선박 모니터링 지원서비스인 SV10을 이용하고 경고 메시지 수신 및 표출은 시험용 단말기 3종으로 시험하겠다는 의견이었다.

(2) 속력제한구역 내 제한속력 초과 시 GPS 플로터에 경보음 발생으로 기능개선을 추가하는 것은 기술적으로 문제가 없음을 제작업체로부터 회신 받았다. 또한 다른 업체에서는 속력제한구역 등 사용자에게 경보를 제공하기 위한 기준이 되는 입력 데이터는 공공기관에서 표준화된 정보를 제공하는 등 제작 및 배포 주체가 명확하고 기능 구현에 대한 세부 요구사항에 해당하는 경보음 종류, 경보발생 기준, 메시지 내용 및 전시위치에 대한 사전정의를 필요하다는 의견이었다.

4.6.3 스마트폰 앱에 NSI 반영 검토

(1) KHOA로부터 스마트폰용 안전해 앱의 화면에 NSI 적용이 가능한지 공문을 회신 받은 결과 적용가능하다는 의견이었다. 스마트폰 앱 화면에서도 항행위험구역 등 위험구역 진입의 경우에 GPS 위치기반 알람기능 서비스가 가능하며 다양한 위험해역에 대한 좌표 반영 및 메시지 표출이 가능함이 확인되었다.

(2) NMPNT에서는 관련 앱에 경보음 발생 및 메시지 표출에 대한 기능추가는 향후 기능개선 사업 추진 시 반영을 검토하겠다고 회신하였다.

5. 결론

2014년부터 2018년까지 5개년 간의 해양사고 통계를 분석한 결과 영해 내측해역에서 상선보다 어선에 의한 해양사고가 4.2배나 많은 현실임에도 선박조종자에게 제공되는 NSI는 상선과 여객선 위주로 되어 있는 현행 제도적 한계로 인하여 어선 및 소형 선박은 사각지대에 놓여있다. 현행 제공되는 NSI 내용 측면에서도 사고 다발해역 등에 관한 정보 부재 등 사고예방에 필요한 다양한 종류의 정보가 부족한 점과 이러한 정보들이 다수 기관에 산재해 있는 점 등 많은 한계가 노출되고 있다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 NSIP 구축 및 활용방안을 연구하여 관련된 문제점을 해결하고자 하였다.

현행 제도를 개선하여 다수 기관에 분산되어 제공되고 있는 NSI를 통합 플랫폼의 형태로 특정기관에서 통합·관리하고 이를 다양한 수단으로 공개한다면 정부, 민간 등 국가 전 영역에 걸쳐 수요자가 실시간으로 경·위도 좌표 등으로 나타난 각종 NSI 데이터를 수시로 제공받아 활용할 수 있게 된다.

NSIP 활용방안으로는,

(1) e-Nav 사업과 연계하여 개발 중인 e-Nav 선박 단말기의 ECS에 다양한 NSI를 부가정보 서비스로 적용한다.

(2) e-Nav 선박 단말기의 ECS에 GPS기반 시청각 알람기능을 추가하여 상선 또는 어선이 항해위험구역, 해양사고 다발해역 등에 진입하면 자동으로 음성 알람과 메시지 알람이 동시에 작동하도록 함으로써 선박 조종자의 인적오류 연계 고리를 차단할 수 있다.

(3) 개선 기능들은 스마트폰 앱(안전 해) 화면에도 적용하여 레저 활동자 등 소형선박 이용자가 항해위험구역 진입 시 인지할 수 있도록 한다.

본 연구에서 제안한 개선 기능들은 관련기관, ECS(GPS 플로터 포함) 전문제작업체를 대상으로 토의 및 자문한 결과 기술적으로 가능한 것으로 검토되었다.

본 연구에서 논의된 어선 등 소형선박에 NSI를 효과적으로 제공하는 방안들은 선박조종자의 인적과실 감소를 유도하여 해양사고 예방효과와 함께 한국형 e-Nav 서비스를 통하여 제공이 가능하다.

본 연구는 NSIP 구축의 필요성 및 활용방안에 중점을 두고 진행되었기 때문에 향후 통합 플랫폼 구축과 관련된 세부 방법, 제안된 활용방안의 기술적 세부 구현방법과 다양한 활용방안에 대해서는 추가 연구가 진행되어야 하겠다.

사 사

본 연구에 기술적 자문을 해주신 국립해양조사원 관계자 및 한국해양과학기술원 부속 선박해양플랜트연구소 e-Navigation 사업 관계자 여러분께 감사드립니다.

Reference

- [1] Act on the Investigation of and Inquiry into Marine Accidents(2019), Article 17, <http://www.law.go.kr/> (Accessed: December 2019).
- [2] Enforcement Rules of the Ship Safety Act(2019), Article 15, <http://www.law.go.kr/> (Accessed: January 2020).
- [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 & Safety, Vol. 20, No. 1, pp. 18-25.
- [4] KCG(2020), Korea Coast Guard Homepage, Sea Safety Data, <http://www.kcg.go.kr/> (Accessed: January 2020).
- [5] Kim, D. H.(2019), Speed Limit Violation Warning Function in Trade Ports and Fairways - GPS Plotter and ECDIS Enhancements, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 25, No. 7, pp. 841-850.
- [6] KMST(2019), Korean Maritime Safety Tribunal, Annual Report, <http://www.kmst.go.kr/> (Accessed: January 2020).
- [7] KRISO(2020), Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, SMART-Navigation, <http://www.smartnav.org/> (Accessed: January 2020).
- [8] Lee, B. W., H. T. Kim, C. S. Yang, and Y. H. Yang(2005), Cognitive Experiment on Auditory Sounds for Integrated Ship Bridge Alarm System, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 11, No. 1, pp. 11-16.
- [9] Park, B. S., H. S. Kim, I. K. Kang, S. J. Ham, J. C. Kim, and I. H. Oh(2013), Study on the marine casualties in Korea, Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean

Technology, Vol. 49, No. 1, pp. 29-39.

- [10] Roh, K. S.(2014), What is a platform?, Communication Books, pp. 01-140.
- [11] Simon, P.(2011), The Age of the Platform: How Amazon, Apple, Facebook, and Google Have Redefined Business. Motion Publishing, pp. 573-580.
- [12] Song, B. H., K. H. Lee, and W. K. Choi(2018), A Study on the Advancement of the Legal System for Small Fishing Vessels to Ensure Marine Safety, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 24, No. 7, pp. 875-888.
- [13] Yang, Y. H., C. S. Yang, I. Y. Gong, and B. W. Lee(2005), The Basic Study On the Development of Ergonomic Integrated Bridge Alarm Management System, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 11, No. 1, pp. 17-22.

Received : 2020. 01. 29.

Revised : 2020. 02. 24. (1st)

: 2020. 03. 02. (2nd)

Accepted : 2020. 04. 27.