

항해사의 항해기기 취급 능력 향상을 위한 해기 교육 개선에 대한 연구: ECDIS를 중심으로

이보경 · 김대해 · 이상도 · 조익순[†]
(한국해양대학교)

A Study on Advanced Seafarers' Training for Improving Abilities of Officers in Charge of a Navigational Watch who Handle Navigational Equipment: To Focus on the ECDIS

Bo-Kyeong LEE · Dae-Hae KIM · Sang-Do LEE · Ik-Soon CHO[†]
(Korea Maritime and Ocean University)

Abstract

The main reason of marine casualties is the human error in respect of ship's operation. The human error of officers in charge of a navigational watch is related to their abilities to handle of navigational equipment. Navigational devices play a key role to help officers decide what to do for safe navigation. Thus, the abilities to handle of navigational equipment mean not only operation of devices but also entire understanding of the system such as interpretation of information obtained from devices, appropriate use of information considering navigational circumstance.

Qualification of seafarers is in accordance with STCW and detailed training courses for their qualification are provided by IMO model course series. Recently, ships engaged on international voyages shall be fitted with an ECDIS not later than the first survey on or after 1 July 2018. As increasing use of ECDIS on ships, marine casualties related to ECDIS are on the rise. The primary causes of the accidents are lacking understanding of ECDIS system, wrong presentation of information on display, wrong safety setting by seafarers who use ECDIS, using small-scale chart and missing charts update. As a result of these primary causes, some problems like wrong route planning and use of limited or omitted information occur.

It could be happening by inappropriate seafarers' training which is not sufficient to support improving abilities of officers to handle navigational equipment. For efficient training, it is need to develop training courses. Applying full mission simulation system to seafarers' training courses with case studies and best practices which are well-constructed scenarios based on true marine casualties can increase the effect of training. To use the simulation system, it is possible that seafarers are trained under condition that closely resemble real situation. It should be considered that IMO model course be revised depending on the level of seafarers also. It could be helpful for increasing seafarers' abilities of equipment operation in place of accumulation of experience spending much time.

In the short term, effort of training courses improvement for seafarers is needed and long term, it should be tried to provide stable system and services relate to ECDIS.

Key words : ECDIS, Marine casualty, Navigational equipment, Seafarer's competence, Seafarer's training

[†] Corresponding author : 051-410-5072, ischo@kmou.ac.kr

1. 서론

최근 선박에 탑재되는 항해 통신 장비는 정보통신기술(Information and Communications Technologies, ICT)을 접목한 e-Navigation으로 빠르게 진화하고 있다. 현대 선박의 항해시스템은 레이더를 사용하여 야간이나 무중에서도 안전한 항해가 가능하고 자동레이더추적장치(Automatic Radar Plotting Aids, ARPA)나 선박자동식별장치(Automatic Identification Systems, AIS)를 사용하여 위험 물표를 쉽게 식별함으로써 안전한 해상교통에 기여한다.

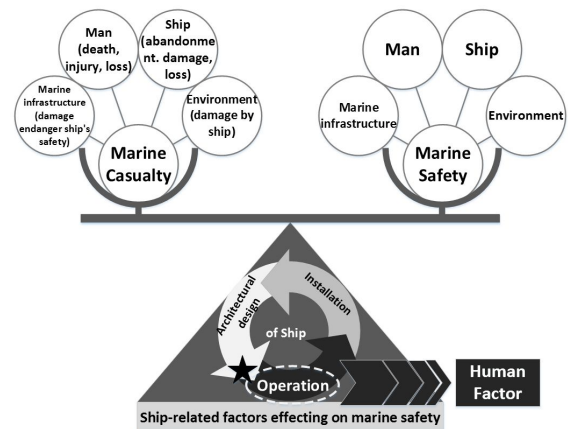
특히 2012년부터 종이해도를 대신하여 전자해도표시정보시스템(Electronic Chart Display and Information Systems, ECDIS)이 선박에 단계적으로 탑재되어 SOLAS 규정을 적용받는 총톤수 500톤 이상의 모든 선박에서는 2018년 7월 1일까지 ECDIS를 의무적으로 설치해야 한다(IMO, 1974).

항해장비의 고도화는 선박 안전에 도움을 주지만 장비의 발달이 해양 사고 감소와 직결되는 것은 아니다. 해양 사고는 선원의 고의성 또는 태만에 의하지 않은 선박 운용과 직접적으로 관련하여 발생한 인명, 선박, 해양 구조물의 손상, 손실 및 해양 오염을 의미한다(IMO, 2008). 이와 같은 해양 사고의 주요 원인은 인적 요소에 기인한 것으로 조사되며 이 중 승무원들의 자질 결함도 해양 사고를 야기하는 하나의 원인으로 작용한다(Park, Byeong-Soo & Kang, Il-Kweon, 1995).

[Fig. 1]은 해양 안전에 영향을 미치는 주요 요인이다. 해양 사고와 해양 안전을 가르는 선박의 요소는 구조, 설비, 운용 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 이 세 가지가 상호 보완적으로 조화롭게 이루어지지 않으면 선박은 충돌, 좌초, 전복, 침몰에 의한 멸실 또는 유기의 사고로 이어질 수 있고 인명 손실, 해양시설물의 손상, 해양 오염 등으로도 이어질 수 있다.

현재 발생하는 해양 사고의 대부분은 인적 오

류에 기인하며 이는 선박의 운용과 밀접한 관계가 있다. 인적 오류에 기인하는 문제를 해결하기 위해서는 항해 장비를 적절하게 취급할 수 있는 유능한 해기사 양성이 필요하며 이를 수행하기 위해서는 해기교육의 강화가 수반되어야 한다(Seo, Man-Seok & Bae, Seok-Je, 2002).



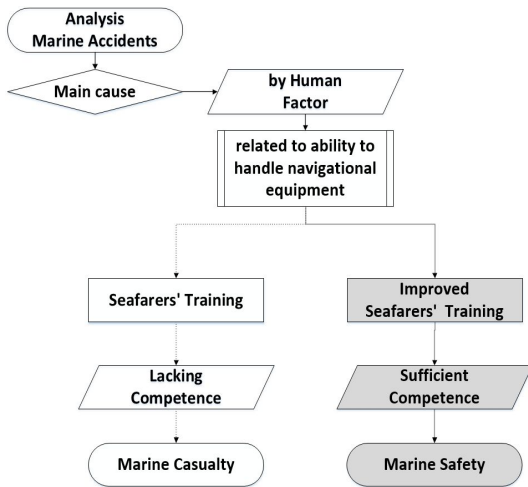
[Fig. 1] Main Factor Effecting on Marine Safety

인적 요인에 의한 해양 사고의 발생 여부는 항해사의 판단에 좌우된다. 이때 ECDIS, RADAR/ARPA, AIS와 같은 항해 장비가 중요한 보조적 역할을 한다. 이 같은 중요 항해 보조 장비의 사용 방법이 미숙하거나 장비의 개념을 충분히 이해하기 못하여 과신하거나 간과하는 경우 해양 사고로 이어질 수 있다. 따라서 해양 안전에는 항해사가 항해 장비를 적절히 취급할 수 있는 능력이 필요하다.

적절한 취급이라는 것은 장비의 운용 능력은 물론 항해 장비로부터 얻은 정보의 신뢰성과 안전 항해를 위한 가용성 등을 판단하는 항해사의 전체적인 능력을 의미한다. 이러한 판단은 항해사의 성격, 경험, 지식, 능력, 가치관 등에 따라 달라지므로 항해사의 특징을 고려하지 않은 일률적이고 반복적인 장비 사용에 대한 교육만으로는 인적 요소에 기인한 사고를 감소시킬 수 없다. 따라서 해기 교육에는 항해 장비의 정보와 그 취

급의 구체적인 방법, 주의사항, 교육생에 대한 수준별 교육이 고려되어야 한다. 즉, 인적 요인에 의한 해양 사고의 발생을 감소시키기 위해서는 오랜 시간을 할애하는 단순 반복적인 교육이 아닌 인적 요소를 고려하여 구성된 개선된 교육이 필요하다.

[Fig. 2]는 이 논문에서 수행한 연구의 흐름이다. 이 연구에서는 최근 선박 선교에서 사용 빈도가 높은 대표적인 항해 보조 장비 ECDIS와 관련한 사고사례에 대해 조사하고 분석하였다. 이를 통해 사고의 주요 원인으로 식별된 항해사의 항해 장비 취급 능력의 부족을 보완하여 해양 안전 향상에 기여하기 위한 목적으로 교육적 측면에서 고려할 수 있는 사항에 대해 연구하였다.



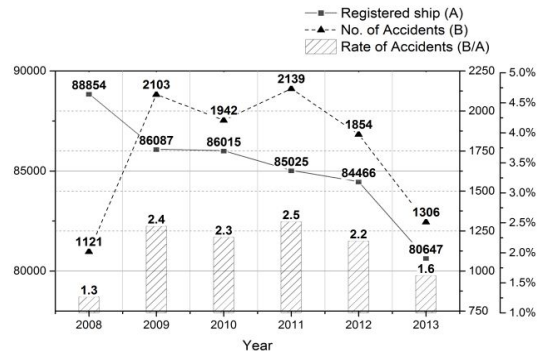
[Fig. 2] Logical Sequence of Study

II. 해상 안전에 영향을 미치는 인적 요인의 중요성

1. 국내·외 해양 사고 현황과 원인

해양안전심판원의 2014년 해양사고통계 자료에서는 최근 수년간의 해양 사고에 대해 사고 해역, 사고 종류, 선박 크기, 선박 종류 등으로 구분하여 발생 현황을 정리하고 있다(KMST, 2014).

[Fig. 3]은 이 자료를 분석하여 2008년부터 2013년까지의 선박 등록 척수와 해양 사고 척수를 비율로서 표현하는 사고율에 대해 정리한 도표이다. 이 도표에서 보여주듯이 선박의 등록 척수는 매년 감소하지만 선박의 사고 척수는 등록된 선박의 척수와 비례하여 감소하지 않는다. 결과적으로 매년 발생하는 사고율은 2009년에서 2012년까지 소폭 증가하거나 하락하여 선박 등록 척수 감소에 비례하여 낮아지지 않고 비슷한 수준을 유지하고 있다.

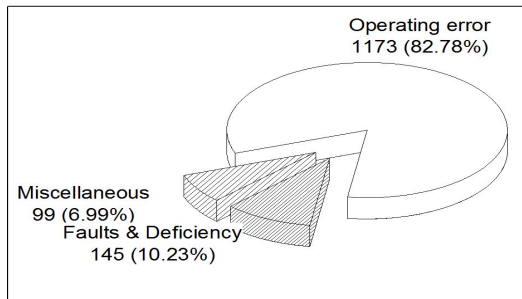


[Fig. 3] Status of Ship's Accidents in Korea

유럽연합(European Union, EU)의 보고서에 따르면 EU 지역의 해양사고 건수는 2011년부터 2013년까지 각각 1,199, 2,067, 2,550건으로 매년 증가하고 있다(EMSA, 2014). 또한 영국 선급의 자료를 활용한 알리안츠글로벌기업전문(Allianz Global Corporate & Specialty, AGCP)에서 보고한 자료에도 2009년에서 2013년까지 발생한 영국의 해양 사고는 각각 128, 124, 91, 121, 110건으로 유의한 하락세를 나타내지 못하고 있다(AGCP, 2015). 결과적으로 전 세계적으로 해양 사고 감소율은 낮으며, 인적 자원과 물적 자원의 손실은 꾸준히 발생하고 있다. 이와 같은 손실을 방지하고 해상 안전을 강화하기 위해서는 해양 사고 감소를 위한 효율적인 대책이 필요하며 이를 위해 우선적으로 사고의 원인을 파악해야 한다.

우리나라 해상 사고 중 재결 내용을 기준으로

과악한 사고 원인을 보면 국제해상충돌예방규칙(Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREG)과 같은 법령 규제 사항 미준수, 항해 일반 원칙의 미준수, 출항 전 준비의 부적절, 직무 명령 미준수, 인계 부적절로 세분화되는 운항 과실이 전체 사고의 주요 원인이라고 조사되었다. [Fig. 4]는 2010년도에서 2014년까지의 재결 내용에 따라 분석된 해양 사고 원인이며 전체 사고의 82.8%가 운항 과실에 기인한다.



[Fig. 4] Cause of Marine Accidents in 2010~2014

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)에서도 해양사고의 80% 이상이 인적 오류와 선교팀의 문제에 의해 발생한다고 보고하고 있다. 영국 선주책임상호보험조합(Protection and Indemnity Club, P&I)에서 15년간 100,000달러 이상의 손해배상이 청구된 6,091건의 상선 사고를 분석한 결과, 62%의 사고가 인적 오류에 영향을 받은 것으로 조사되었다(Kim, Hong-Tae, Na, Seong & Ha, Wook-Hyun, 2011).

이처럼 해양 사고는 주로 인적 오류에 기인하여 발생하며 해양 사고를 감소시키기 위한 해결책 모색에는 인적 요소를 반드시 고려해야 한다.

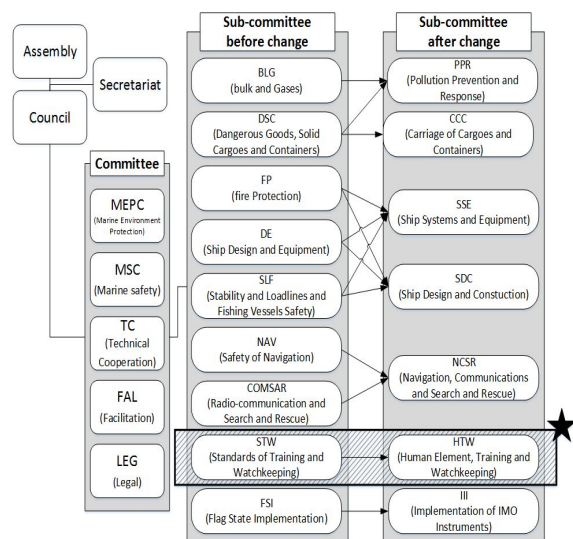
2. IMO의 개편된 조직 구조가 의미하는 인적 요소의 중요성

IMO는 총회, 이사회, 사무국, 위원회, 전문위원회로 구성되어 해상 안전, 효율적인 항해 및 선

박으로부터의 오염 방지와 통제에 대한 기준을 제공한다. 과거 IMO는 다섯 개의 위원회와 아홉 개의 전문위원회로 구성되었지만 예산 문제와 업무 효율성, 최근의 해사 동향을 고려한 조직 개편의 필요성이 대두되면서 2014년 1월부터 일곱 개의 전문위원회로 개편되었다.

2012년 1월 12일 런던 IMO 본부에서 당시 사무총장이던 Koji Sekimizu는 IMO 목표 달성을 위한 인적 자원과 조직 구조 외 다양한 부분의 검토와 개편 작업을 지시하였다(Nam, Kwang Hyun et al, 2013).

[Fig. 5]는 개편된 IMO 조직도이다. 개편된 조직도에서 인적 요소와 관련하여 특히 주목할 것은 기존의 선원훈련 및 당직 전문위원회(Sub-committee on Standards of Training and Watchkeeping, STW)가 인적요소, 훈련 및 당직근무 전문위원회(Sub-committee on Human Element, Training and Watchkeeping, HTW)로 명칭이 바뀌었다는 것이다. 이는 실제적인 업무의 변화를 의미하는 것은 아니지만 최근 인적 요소에 관한 문제의 중요성을 반영한 것으로 인적 요소가 얼마나 핵심적인 요인으로 고려되는지를 보여준다.



[Fig. 5] Reorganization of IMO

Ⅲ. ECDIS 관련 사고사례 분석

국내외 해양 사고 원인의 60% 이상을 차지한 인적 오류에 의한 사고는 책무를 다하기 위한 사람의 노력에 의해 감소될 수 있지만 사람이 사용하는 시스템을 인간공학적으로 잘 만들어 제공함으로써도 개선될 수 있다. 선박의 대표적인 항해 보조 장비 ECDIS와 관련하여 최근 8년 동안 발생한 해양 사고 사례를 독일수사국(Federal Bureau of Maritime Casualty Investigation, BSU), 미국연방교통안전위원회(National Transportation Safety Board, NTSB), 영국해양사고조사위원회(Marine Accident Investigation Branch, MAIB), 미국방성(Department of Defense, DOD)에서 보고한 문서를 토대로 분석하여 인적 요인이 사고에 끼친 영향에 대해 살펴보았다.

1. COSCO Busan 사고 개요

미국 캘리포니아 오클랜드항을 출항하여 대한민국 부산항으로 항해하던 COSCO Busan호가 2007년 11월 7일 8시 30분 베이브릿지 교각에 충돌했던 사건이다.

사고 당시 해상 상태는 농무였으나 해면은 잔잔했고 항해 장비나 선박에 위험 정보를 제공하는 Racon(Radar Beacon) 같은 항로 표지에도 이상은 없었다. 하지만 도선사와 선교팀 간의 의사소통 부족, 선교팀의 비상상황에 대한 위기관리 능력 부족, VTS(Vessel Traffic Service)의 잘못된 정보 전달로 인해 사고가 발생하였다. 특히 선장과 도선사 모두 ECDIS를 사용하면서 전자해도에 표시된 교각 전후로 있는 부표를 장애물이라 인지하지 못했다(NTSB, 2009).

2. LT Cortesia 사고 개요

2008년 1월 2일 4시 54분 영국 템즈항을 출항하여 수에즈 운하로 향하던 LT Cortesia호가 영국 해협의 반 뱅크에 좌초하였다.

선박에는 ECDIS 대신 해도 역할을 충분히 할 수 있다고 인정받지 않은 ECS(Electronic Chart System)와 종이해도를 사용하였다. 사고 당시의 당직 항해사는 ECS를 참조하여 항해하였다. 이 사고는 당직 항해사와 견시자의 의사소통 부족과 당직 항해사의 잘못된 판단이 사고의 주원인으로 분석되었다. 전자해도 정보 표시에 있어, 야간이었기 때문에 ECS에서 표시된 천수구역과 깊은 구역의 색상 대비가 좋지 않았고 좌초한 장소 인근에 있던 동방위표지와 서방위표지가 가까워지고 있었음에도 접근 경보가 울리지 않았다(BSU & MAIB, 2009).

3. Pride of Canterbury 사고 개요

2008년 1월 3일 8시 30분 여객선 Pride of Canterbury호는 기상악화로 입항하고자 했던 도버항에 들어가지 못하고 피항하기 위해 이동하다가 짐션 위에 좌초되었다.

사고 당시 바람은 50knots 이상으로 매우 강했고 선박은 저속이었다. 승인받은 ECDIS가 설치되어 있었으나 항해사들은 안전등심선과 같은 중요 기능 설정을 잘못하여 사고가 발생한 곳의 짐션이 전자해도 상에 표시되지 않았다. 해상 교통량이 복잡했고 항해사들은 화재 알람과 전화 등으로 항해에 집중하지 못하였으며 선위 파악도 수시로 하지 않은 것이 주요 사고 원인으로 파악되었다(MAIB, 2009).

4. CFL Performer 사고 개요

2008년 5월 12일 16시 19분 벌크선 CFL Performer호는 파라마리보를 출항하여 그림스비의 험버강을 향해 항해하다가 영국 동쪽 하이즈보로 샌드에 좌초하였다.

CFL Performer호는 항해 중 고조시에 맞추어 들어가기 위해 항해계획을 중간에 수정하였는데 이때 ECDIS의 안전등심선을 정확히 설정하지 않았고 용도보다 작은 소축척 해도에서 항로를 수

정하여 저수심 구역을 확인하지 못하고 좌초하였다(MAIB, 2008).

5. M/V Beluga Revolution 사고 개요

Beluga Revolution호는 뉴크레도니아의 노우미 아항에서 출항하여 대한민국 포항항으로 항해하던 중 2010년 4월 30일 22시 10분 남태평양 텐치섬에 좌초하였다.

당시 비구름과 폭우가 있었지만 바다 상태는 거칠지 않았다. 이 사고에서 이등항해사는 종이 해도와 ECDIS 모두를 이용하여 항해계획을 세웠는데 항해계획 상 텐치섬과의 여유 거리를 1마일로 매우 가깝게 설정하였고 이를 ECDIS에 표시할 때 전자해도의 최신화가 누락되어 텐치섬이 전자해도에 표시되지 않아 텐치섬 위를 항해하도록 항로를 표시하였다. 레이더에 텐치섬이 포착되었으나 당직 항해사는 야간이고 우천시라 레이더에 표시된 텐치섬의 반사파를 잡음이라 여기고는 텐치섬에 접근하였고 좌초할 때까지 이 사실을 전혀 알지 못하였다(BSU, 2011).

6. CSL Thames 사고 개요

2011년 8월 9일 10시 26분 벌크선 CSL Thames호는 그린랜드에서 월웁슨해협으로 항해하던 중 Sound of mull에서 좌초하였다.

사고 당시의 시정은 좋았고 바람은 서북서로 보통이었으나 통항량이 복잡해 사고 선박은 주변의 많은 어선과 범선들을 피해야 했다. ECDIS에서 위치를 확인하며 위험한 선박과의 조우를 피했는데 이때 ECDIS 안전등심선 설정이 부적절했으며 레이더와 ECDIS가 서로 정반대에 위치하여 항해 장비의 도움을 받아 선박 주변을 경계하는데 어려움이 있었다. Sound of mull에 접근하면서 좌초 위험이 표시되었지만 소리를 내는 스피커가 ECDIS에 연결되지 않아 청각적 알람은 제공되지 않았고 선교팀원들은 선박에 좌초의 위험이 있는지 미처 알지 못했다(MAIB, 2012).

7. USS Guardian 사고 개요

2013년 1월 17일 2시 25분 미국 해군 소해함 Guardian호는 오키나와 화이트 비치를 통해 필리핀 수빅항에 입항 후 인도네시아 발리로 향하던 중 필리핀 투바타하 리프에서 좌초하였다.

당시 군함에는 ECDIS와 종이 해도가 모두 탑재되어 있었고 ECDIS에서는 미국에서 발행한 NGA(United States National Geospatial Intelligence Agency charts) 해도가 사용되고 있었다. 좌초한 구역은 여러 차례 개정된 곳이었으나 NGA 전자해도에는 일부 정보가 개정되지 않아 암초의 위치가 잘못 표기되어 있었다(DOD, 2013).

8. Ovit 사고 개요

2013년 9월 18일 04시 34분 케미컬 탱커 Ovit호는 네덜란드 로테르담에서 이탈리아 브린디시로 항해하던 중 영국해협을 반 뱅크에서 좌초하였다.

선박은 사고 당시 ECDIS를 이용해 항해하고 있었고 ECDIS 상에서 반 뱅크 위를 지나는 계획된 항로를 따라 항해하고 있었다. 사고의 주요 원인은 뱅크 위로 수립된 안전하지 않은 항로 계획과 항로 계획의 안전 점검 미확인이었다. 또한 견시자가 반 뱅크의 방위표지와 등화를 눈으로 확인하였으나 당직 사관에게 보고하지 않았고 ECDIS의 청각 알람도 작동하지 않았다(MAIB, 2014).

9. 기술한 ECDIS 운용과 관련한 해양 사고 사례 분석

위에서 언급된 2007년부터 2013년까지 발생한 여덟 가지 해양 사고를 <Table 1>에서 정리하였다. 기술한 해양 사고는 항해사가 안전하게 항해하기 위해 기본적으로 필요한 정보의 획득과 장비 이용 과정에 있어 미숙하거나 잘못 사용하여 발생한 인적 요인에 기인한다.

<Table 1> Summary of Marine Casualties caused by ECDIS

Name of Ship	Date and Time of Casualty	Location of Casualty	Type of Casualty	Issues of ECDIS Use by Seafarers
COSCO Busan	'07. 11. 07. 08:30	Bay Bridge, USA	Allision	Lacking understanding of chart symbol
LT Cortesia	'08. 01. 02. 04:54	Varne Bank, English channel	Grounding	Use ECS instead of ECDIS
Pride of Canterbury	'08. 01. 03. 08:30	The Downs, UK	Grounding	Not display low water on chart by wrong safety setting of ECDIS
CFL Performer	'08. 05. 12. 16:19	Haisborough Sand, England	Grounding	Wrong safety setting of ECDIS and use small-scale chart
M/V Beluga Revolution	'10. 04. 30. 22:10	Tench Island, South Pacific	Grounding	Wrong route plan by using old chart(not updated)
CSL Thames	'11. 08. 09. 10:26	Sound of mull	Grounding	Wrong safety setting of ECDIS and no audible alarm
USS Guardian	'13. 01. 17. 02:25	Tubbataha Reef, Philippines	Grounding	Not corrected chart data
Ovit	'13. 09. 18. 04:34	Varne Bank, English channel	Grounding	Wrong route plan, not safety check of route plan and no audible alarm

이 사고에서 대표적인 항해장비인 ECDIS 사용을 중심으로 사용상에 나타나는 가장 두드러지는 문제점은 일차적으로 ECDIS 장비의 이해 부족, 표시 방법 미숙, 안전 설정 미숙, 소축척 해도 사용, 업데이트 누락이며 이로 인해 항해계획을 부적절하게 세우거나 정보의 제한적 사용 혹은 누락해서 사용하는 상황이 발생하였다. 장비 또는 서비스 상에서 나타나는 두드러지는 문제점은 ECDIS가 청각적 알람을 제공하지 못하거나 전자 해도 자체에서 누락된 정보이다.

이 중 사용상에 발생하는 문제점은 해기사의 적절한 장비 취급 능력의 부족으로 볼 수 있으며 이를 보완할 수 있는 적절한 교육을 통해 해기사의 자질을 향상시키고 항해 안전을 강화할 수 있다.

IV. 항해 장비 사용 능력에 대한 규정과 이행

해상에서의 선원은 그들의 책무를 다해 선박을 안전하고 효율적으로 운항하며 해상 환경을 보호

할 의무가 있다. 선원의 훈련, 자격증명 및 당직 근무의 기준에 관한 국제협약(The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW)에서는 선원의 의무를 이행하기 위해 필요한 해기 능력에 대해 규정한다. STCW에 따라 선원은 주어진 역할에 맞는 해기 능력을 갖추어야 하며 해기 능력이 결핍되면 인적 오류에 의한 사고로 이어질 수 있다.

이 장에서는 COLREG와 STCW에서 해상 안전을 위해 선원에게 요구되는 일반적인 업무와 선원의 상무를 이행하기 위해서 필요한 해기 능력을 어떻게 설명하고 있는지 살펴보고 해기 능력을 갖추기 위해 교육과정에 고려될 요소가 무엇인지 분석한다.

1. COLREG에서 의미하는 항해사의 항해 장비 취급에 대한 능력

COLREG 제 2조에서는 선원의 태만이나 통상적인 업무수행 또는 특수한 사정에 의해 별도로 요하는 주의 태만에 의해 발생한 결과에 대해 선

장 및 해원의 책임을 면제하지 않는다고 되어 있다(IMO, 1972). 통상적인 업무수행은 원어로 “ordinary practice of seaman”으로 표기되며 국내에서 선원의 상무라고 해석하기도 한다. 선원의 상무는 모든 사고의 예측과 이를 대비할 능력을 일컫는 말은 아니지만 대부분의 선원에게 요구되는 통상적인 기술과 통상적인 지능을 의미한다. 즉, 선박에 위험이 발생하면 구체적인 내용은 법에 규정되지 않았다고 하더라도 해당 선원은 선박 공동체의 일원으로서 그 피해를 극소화하기 위한 최선의 조치를 하여야 할 의무가 있는 것이다(Park, Young-Sun, 2015).

선박에서 항해사의 주 역할은 안전하고 효율적인 항해이며 이와 관련된 모든 업무가 선원의 상무가 된다. 안전하고 효율적인 항해를 위해서는 항해에 필요한 장비의 기술적인 운용 뿐 아니라 장비의 특성, 제약, 장비로부터 얻는 정보 이용에 대해 총체적인 이해가 필요하고 이것이 가능할 때 장비의 적절한 취급능력을 갖춘 자격 있는 항해사가 선원의 상무를 이행할 수 있다고 해석할 수 있다.

선박에서 항해 장비가 다양하게 등장함에 따라 COLREG에서도 선원의 상무를 이행하는데 있어 항해 장비가 어떤 역할을 하는지에 대해 규정하고 있다. COLREG 제 6조 안전 속력에서는 RADAR와 같은 구체적인 장비의 특성, 능력, 한계, 제약, 영향 등을 고려하여 안전 속력을 정의하고 제 7조 충돌이 위험에서는 충돌의 위험을 판단하기 위한 모든 유용한 수단 중 하나로써 RADAR를 지정한다. 또한 제 19조 제한시계 내에서의 선박운항에서도 항해를 위한 가장 유효하고 필요한 장비로서 RADAR의 위험과 주의에 대해 이야기하고 있다(IMO, 1972).

2012년부터 선박의 주요 항해장비로 ECDIS가 의무적으로 탑재되기 시작한 이후에 다양한 항해 센서와 AIS, RADAR/ARPA 등의 많은 장비와 연동되면서 ECDIS의 활용 빈도와 그 중요성이 증가하고 있다. 하지만 COLREG에서는 RADAR처럼

안전하게 항해하는데 있어 ECDIS 사용에 대한 위험과 주의사항 등에 대해 구체적으로 규정하고 있지 않다. ECDIS가 항해에 미치는 영향과 COLREG 상에서의 위치가 정리될 필요가 있다.

2. STCW에서 요구하는 ECDIS 취급에 대한 해기능력

STCW에서는 국제 항해에 종사하는 선박의 크기, 종류에 따라 근무하는 해기사의 직급에 따라 요구되는 해기 능력에 대해 규정하고 있다. 이 협약에서 해기사는 해기 능력을 평가할 수 있는 여러 가지 조항에 따라 교육과 면허를 취득하고 권한이 있는 기관에서 발행한 증서를 보유해야 하는데 그 세부사항은 STCW 협약의 별도 부속서에 기술하고 있다. 부속서는 강제 지침에 대한 코드 A와 권고 지침에 대한 코드 B로 나뉜다.

ECDIS에 관련된 규정을 찾아보면 강제 지침 코드 A에서 총톤수 500톤 이상의 선박에 근무하는 선장과 항해 당직사관은 ‘항행을 계획하고 수행하며 위치를 확인할 수 있는 능력’을 가지고 있어야 하며 그에 대한 지식, 이해, 숙련 내용으로써 해도 및 수로서지의 이용이 가능하고 관련 지식을 갖추어야 한다고 규정한다. 이때 ECDIS는 종이해도와 마찬가지로 항해용 해도로써 인정되기 때문에 항해사는 ECDIS를 이용하여 항행을 계획하고 수행하며 항해 안전을 위한 판단의 보조장치로 사용할 수 있어야 한다(IMO, 1978).

여기서 말하는 해기 능력은 단순히 장비를 이용할 수 있는 능력을 말하는 것이 아님에 주목해야 한다. 현재 ECDIS는 모든 선박의 다양한 상태를 고려하여 설치되지 않는다. 예를 들어 선박은 선종과 크기와 화물 적재 여부에 따라 다양한 흘수로 항해하는 데 비해 ECDIS 전자해도 상의 수심은 매우 조밀한 간격으로 나타내지 못한다. 이처럼 선저여유수심을 매우 정밀하게 표현해 주지 못하기 때문에 항해사 전자해도를 이용하여 항해하다 보면 실제로는 적은 여유수심이지만 주의

해서 항행하면 안전할 수 있는 구역에서도 전자해도 상에는 항행하면 안 되는 구역으로 표현되는 경우가 발생한다. 또한 모든 정보가 전자해도 화면에서 표시되기에는 디스플레이 장치의 크기가 제한되어 있고 기능의 한계 때문에 필요한 정보를 로딩하거나 확인하는 상황에 따라 장비를 조작해야 한다. 따라서 항해사가 선박 상황에 맞게 ECDIS를 사용하기 위해서는 개별 장비에 대한 설정과 기능에 대해 이해해야 하며 ECDIS라는 시스템적인 이해와 지식을 갖추어야 한다. 사용법이 익숙하다 하더라도 모든 경우에 ECDIS에 의존해서 항해할 수 없음을 알아야 한다. 항해사는 ECDIS를 매우 편리하게 사용할 수 있음과 동시에 오직 항해사 판단에 보조적인 역할로밖에 사용할 수 없음을 이해해야 한다.

따라서 항해사가 익히고 숙련해야 할 장비의 취급 능력은 ECDIS 장비의 사용 방법 뿐 아니라 이론과 시연, 실제 항해와 유사한 시뮬레이션 환경에서의 적용, 과신의 위험, 정보의 잘못된 표현의 탐지 등을 포함한다. 그러나 이러한 구체적인 내용은 STCW 권고 지침인 코드 B에서 언급하며 코드 A를 통해 강제화 하고 있지는 않다(IMO, 1978).

3. IMO Model Course에서의 ECDIS 취급을 위한 해기 능력 교육

선원은 STCW에서 정하는 해기사의 자질과 능력을 갖추기 위한 교육을 받고 해기 교육은 세계 여러 나라의 다양한 기관에서 이루어진다. 이때 기관에서 제공하는 교육의 수준을 보장하기 위해 교육 내용, 시간, 수단, 평가 방법 등의 교육 과정을 표준화할 필요가 있다. 따라서 IMO는 각각의 교육 내용과 목적에 맞는 교육 과정을 IMO 모델코스 시리즈에서 종류별로 제안한다.

가. Model Course 1.07과 1.08

모델코스 1.07과 1.08은 각각 RADAR Navigation, RADAR Plotting and Use of ARPA,

Radar Navigation at Operational level과 RADAR, ARPA, Bridge Teamwork and Search and Rescue, Radar Navigation at Management level에 대한 교육 과정이다. 제목에서 알 수 있듯이 RADAR와 ARPA를 운용하는데 있어 운용 수준과 관리 수준에 따른 교육 과정을 각각 제공하고 있다(IMO, 1999a, IMO, 1999b). 동일한 교육에 대해 해기사에 요구되는 능력과 자질에 따라 수준별 교육 과정을 제시하는 것은 STCW에서 동일한 크기와 종류의 선박이라 하더라도 운용 수준과 관리 수준을 분류하여 차별화된 해기 능력을 요구하는 것과 같은 맥락이다. 즉, 해기사의 역할과 책임에 맞게 요구되는 해기 능력 수준은 다르며 이를 위해 차별화된 교육 프로그램이 제공되어야 함을 의미한다.

나. Model Course 1.27

모델코스 1.27 Operational Use of ECDIS는 ECDIS가 안전 항해를 위한 주요 수단으로 새롭게 등장함으로써 항해사들에게 필요한 ECDIS에 관한 지식, 기술, 이해를 제공하는 교육 과정이다. 이 교육 과정의 목표는 단순한 ECDIS 운용 뿐 아니라 ECDIS의 기능과 한계, 정보의 해석 및 분석, 시스템과 데이터의 관리 등에 대한 소양을 갖추는 것이다(IMO, 2012).

ECDIS를 항해사로서 운용할 수 있다는 것은 기능을 익힘과 동시에 ECDIS의 전반적인 이해와 안전 항해를 위해 정보를 선택하고 이용할 수 있는 능력 또한 포함하고 있음을 의미한다.

다. Model Course 1.30

모델코스 1.30 On-board Assessment는 해기사의 숙련도를 평가하는 사람이 해기사의 숙련에 기초한 평가 시스템을 개발하고 수행 평가의 목표와 수행 방법 및 기준을 결정하는 것을 돕기 위하여 제작되었다.

이 모델코스에 의하면 평가자는 해기사의 수행 평가 목표를 선택하기 위해서 첫째, 평가 수행의 안정성, 둘째, 선박의 주변 환경, 위치, 장비상태,

업무 부하, 일정을 고려한 선박에서의 운용, 셋째, 선박에서의 적절한 운용 제어 능력, 넷째, 피교육자의 이전 훈련 및 경험을 고려한 기술 수준의 4가지 요인을 고려해야 한다(IMO, 2001). 즉, 교육기관에서 해기사에게 교육을 제공하고 그들의 숙련도를 평가하기 위해서는 피교육자의 경험과 이전에 이수한 훈련 내용을 고려해서 결정해야 한다는 것이다.

4. 항해사의 해기 능력에 대한 교육

COLREG에서 이야기하는 선원의 상무관 일반적으로 선원들에게 요구되어지는 통상적인 기술과 지능이며 선박은 안전하고 효율적으로 운항하는 것이 주 역할인 항해사는 STCW에서 규정하는 대로 항해를 보조하는 항해 장비를 적절히 취급하여 필요한 정보를 이용할 수 있는 것이 당연하다. 여기서 항해 장비의 적절한 취급이란 단순한 사용방법뿐만 아니라 해당 장비를 통해 얻은 정보의 신뢰성 또는 활용 여부를 판단하기 위해 장비의 능력, 한계, 주의사항 등을 포함한 총체적인 이해를 의미한다. 현재 해기 교육은 STCW 강제 지침 코드 A에 의거한 교육을 중심으로 진행되며 그 상세는 IMO 모델코스에 따른다. 하지만 ECDIS에 대한 이론과 시연, 실제 항해와 유사한 시뮬레이션 환경에서의 적용, 과신의 위험, 정보의 잘못된 표현, 위험의 탐지 등에 대한 구체적인 내용은 강제화되지 않은 권고 지침 코드 B에서 상세 다루고 있다. 항해사가 필수적으로 이수해야 하는 ECDIS 뿐 아니라 BRTM(Bridge Resource Team Management)이나 SHS(Ship Handling Simulation)와 같은 교육 훈련도 해기사의 경험과 지식에 따라 관리 수준과 운용 수준을 구분하여 교육하는 기관은 국내에서는 없다.

교육과 훈련을 통해 COLREG와 STCW에 정의하는 항해사로서 해기 능력을 갖추고 인적 오류를 감소시키며 궁극적으로 안전한 항해가 가능하려면 항해사의 특징에 따른 맞춤형 해기 교육으

로의 개선이 필요하다.

V. 사고 방지를 위한 교육적 측면의 개선 사항

1. 선박조종시뮬레이터를 활용한 해기 운용 능력 향상

3장에서 조사된 ECDIS 관련 사고사례를 보면 항해사들은 항해 장비에 대한 지식과 운용 능력을 상황에 맞게 발휘하고 필요한 정보를 활용하는데 미흡하였다. 이는 현재의 장비 운용에 대한 교육이 다양한 실제 항해 상황에서 적용되는데 충분하지 못함을 보여준다. 실제 항해를 통해 ECDIS 사용과 발생할 수 있는 문제점 및 주의점에 대한 경험을 쌓는 것이 가장 좋겠지만 이는 시간과 공간의 제약이 있다.

ECDIS 장비의 운용 훈련을 위해서는 콘솔 또는 독립된 컴퓨터 형태의 ECDIS 시뮬레이터를 이용한다. 하지만 이는 실시간으로 경계하고 여러 돌발 상황에 대처하는 실제 항해 환경과 상당한 차이가 있다. 이 때 실제 항해 상황과 유사하게 훈련할 수 있는 대표적인 시스템이 선박조종시뮬레이터(Full Mission Simulation System, FMSS)이다. ECDIS 시뮬레이터를 이용한 제한된 운용 교육에 추가하여 FMSS를 통해 구현된 항해 환경에서 ECDIS를 이용한 경계와 선박 조종 훈련을 추가하면 경험을 대신하여 효과적인 교육이 가능하다.

2. Case Study-Best Practise

ECDIS는 새롭게 등장한 항해 장비이며 하드웨어, 소프트웨어, 데이터로 구성된 복잡한 시스템이라는 점에서 다양한 문제점이 존재할 수 있다. 이러한 문제는 장비 운용상의 문제일 수도 있고 시스템 문제일 수도 있으며 새로운 장비를 사용하면서 발생할 수 있는 전혀 예상치 못한 문제일 수도 있다. 따라서 ECDIS 사용 방법에 대한 교육

을 통해서도 이러한 문제를 예측하고 대비하기 쉽지 않다.

최근 발생한 ECDIS 관련 사고는 항해사가 이전의 경험으로는 전혀 알 수 없었던 새로운 문제로 인한 사고였으며 ECDIS가 선박에 강제적으로 적용 된지 얼마 지나지 않은 현 시점에서 어느 선박에서라도 또다시 재현될 수 있는 위험성을 가지고 있다. 따라서 FMSS를 이용한 훈련에서 최근 발생한 사고사례와 해당 사고를 방지하기 위한 모범 사례를 재구성하여 교육과정에 포함시킨다면 항해사가 사고 과정을 이해하고 ECDIS 사용의 위험과 주의사항을 체감하도록 도울 수 있다.

3. IMO Model Course의 개선

해기 교육 개선을 위해서는 선원의 경험, 지식, 능력에 대한 사전 조사와 그에 맞는 맞춤형 교육을 개설하는 것이 가장 좋겠지만 최근 선원이 필수적으로 이수해야 하는 교육이 증가하고 교육기관이 개설할 수 있는 강좌가 제한적이라는 점에서 사실상 불가능하다. 하지만 STCW에서 동일한 크기와 종류의 선박에서도 항해사의 운용수준과 관리수준을 구분하여 해기 능력을 달리 요구하는 것처럼 항해사의 경험과 역할에 맞게 교육을 차별화하는 것이 필요하다. 이를 보편화하고 표준화하기 위해 ECDIS 교육에 대한 IMO 모델코스를 수준별로 구분하여 수립하는 것이 좋을 것이다.

4. 장기적인 개선 방향

현재 ECDIS의 기본 교육은 40시간이다. 다른 교육에 비해 짧은 시간이 아님에도 불구하고 실제 ECDIS 관련 사고사례를 보면 사용자는 선박 상황에 맞는 안전 설정, 항해계획 수립, 항로모니터링, 정보 디스플레이 등에 대해 복합적인 항해 상황에서 충분히 활용할 수 있도록 훈련하지 못한 것처럼 보인다. 이는 교육시간이 부족하다기

보다 교육 과정이 효율적이지 못하기 때문이며 항해사는 장비 운용뿐 아니라 ECDIS가 새롭게 등장한 항해 장비로써 가지는 많은 시스템적 불안정한 요소와 여러 문제점을 모두 이해해야하기 때문이기도 하다. 예를 들어, ECDIS 하드웨어 자체의 오작동이나 미군 소해함 USS Guardian 사례처럼 해도 제작 시에 발생하는 정보 누락 등 시스템의 복잡함에서 오는 문제점들에 대해서 항해사가 숙지해야 할 것들이 너무나 많다.

현재 ECDIS가 선박에서 주요 항해 장비로 사용되고 앞으로도 많이 이용될 것이라고 예측할 수 있는 상황에서 단기적으로는 해기 교육의 지나친 양적 팽창을 피하고 교육이 보다 효율적일 수 있도록 시뮬레이션 훈련, 사고사례와 모범사례, 해기사에 따른 수준별 교육 과정 도입과 같은 개선을 통해 동일한 시간 동안 효과적인 교육이 가능하도록 해야 할 것이며 장기적으로는 ECDIS 시스템과 서비스의 안정으로 항해사들이 선박 운용상 행하는 과오들을 줄여 항해 안전을 도모해야 할 것이다.

VI. 결론

많은 해상 사고의 주요 원인은 선박 운용과 관련한 인적 오류에 기인한다. 특히 항해사의 판단에 중요한 보조적 역할을 하는 항해 장비의 이용은 선박 안전에 큰 도움이 되기도 하지만 때로는 잘못된 사용, 과신, 장비를 제대로 이해하지 못한 사용자의 잘못된 정보 해석 등에 의해 사고로 이어지기도 한다. 따라서 항해사는 항해 장비를 이용하기 위한 장비 사용뿐 아니라 장비에서 얻는 정보를 이용할 수 있는 총체적 능력을 갖추어야 한다.

특히 최근 선박에서 주요 항해 장비로 ECDIS가 강제화 되면서 ECDIS 사용에 따른 사고가 많이 발생하고 있다. 사용상에 나타나는 가장 두드러지는 원인은 일차적으로 ECDIS 장비의 이해

부족, 표시 방법 미숙, 안전 설정 미숙, 소축척 해도 사용, 업데이트 누락이며 이로 인해 항해계획을 부적절하게 세우거나 정보의 제한적 사용 혹은 누락해서 사용함으로써 발생하였다. 장비 또는 서비스 상에서 나타나는 대표적인 문제점은 ECDIS가 청각적 알람을 제공하지 못하거나 전자 해도 자체에서 누락된 정보이다.

이처럼 현재의 ECDIS 교육으로는 항해사들이 복잡한 항해 상황에서 장비를 충분히 활용하여 안전한 항해를 유지하기에 부족하므로 독립된 ECDIS 시뮬레이터에 추가한 FMSS의 활용, 최근 발생한 ECDIS 사고 사례와 모뎀 사례에 대한 시뮬레이션 교육 등의 교육 개선이 필요하다. 또한 항해사의 관리수준과 운용수준을 구분하여 교육 과정을 개선하고 이에 따른 IMO 모델코스의 수립도 필요하다.

단기적으로는 교육과정 개선을 통해 동일한 시간 동안 효과적인 교육이 가능하도록 해야 하며 장기적으로는 ECDIS 시스템과 서비스의 안정을 통해 해상 안전을 도모해야 한다.

References

Allianz Global Corporate & Specialty(2015). Safety and Shipping Review, 6.
 BSU & MAIB(2009). Grounding of the LT CORTESIA on 2 Jan. 2008 on the Varne Bank in the English Channel, Investigation Report 01/08.
 BSU(2011). Grounding of the MV BELUGA REVOLUTION off ENUS(Tench) Island in the South Seas on 30 Apr. 2010, Investigation Report 174/10.
 DOD(2013). Command Investigation into the Grounding of USS Guardian on Tubbataha Reef, Republic of the Philippines that occurred on 17 Jan. 2013.
 European Maritime Safety Agency(2014). Annual Overview of Marine Casualties and Incidents, 15.
 IMO(1972). International Regulations for Preventing Collisions at Sea.
 IMO(1974). International Convention for the Safety

Life at Sea.
 IMO(1978). International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers.
 IMO(1999a). Radar Navigation, Radar Plotting and Use of ARPA_Radar Navigation at Operational level, IMO Model Course 1.07.
 IMO(1999b). Radar, ARPA, Bridge Teamwork and Search and Rescue_Radar Management level, IMO Model Course 1.08.
 IMO(2001). On-Board Assessment, IMO Model Course 1.30, 4-24.
 IMO(2008). Report of the Maritime Safety Committee on its Eighty-Fourth Session, Maritime Safety Committee, 84th session, Agenda item 24, Annex 1, 7.
 IMO(2012). Operational Use of Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS), IMO Model Course 1.27, 3.
 Kentaro, O. · Shoji, F. · Saeko, F. & Masaki, F.(2015). Evaluating Navigational Information and the Abilities of OOW who handle Navigational Instruments, The Journal of Japan Institute of Navigation 132, 1~8
 Kim, H. T. · Na, S. & Ha, W. H.(2011). A Case Study of Marine Accident Investigation and Analysis with Focus on Human Error, Journal of the Ergonomics Society of Korea, 30(1), 137~138.
 Korean Maritime Safety Tribunal(2014), Marine accident statistics, 4.
 MAIB(2008). Report on the Investigation of the Grounding of CFL Performer Haisborough Sand North Sea 12 May 2008.
 MAIB(2009). Report on the Investigation into the Grounding of Pride of Canterbury “The Downs” off Deal, Kent 31 Jan. 2008.
 MAIB(2012). Grounding of CSL THAMES in the Sound of Mull 9 Aug. 2011.
 MAIB(2014). Report on the Investigation of the Grounding of Ovit in the Dover Strait on 18 Sep. 2013.
 Nam, K. H. · Oh, W. Y. · Kim, H. G. & Seo, J. S.(2013). Discussion and Challenges on Restructuring of the IMO’s Sub-committees, Journal of Ships & Ocean Engineering, 53, 81.
 NTSB(2009). Allision of Hong Kong-Registered

- Containership M/V Cosco Busan with the Delta Tower of the San Francisco-Oakland Bay Bridge San Francisco, California, Marine Accident Report.
- Park, B. S. & Kang, I, K.(1995). The Primary Factors of Marine Casualties and the Counterplan for Promotion of Marine Safety, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 7(2), 173.
- Park, Y. S.(2015). Domestic Legal Effect in Korea of “the ordinary practice of seaman”, The Journal of Korea Maritime Law Association, 37, 186~197.
- Seo, M. S. & Bae, S. J.(2002). The Study on the Analysis of Marine Accidents and Preventive Measures, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 14(2), 158.
-
- Received : 02 November, 2015
 - Revised : 18 January, 2016
 - Accepted : 21 January, 2016