



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

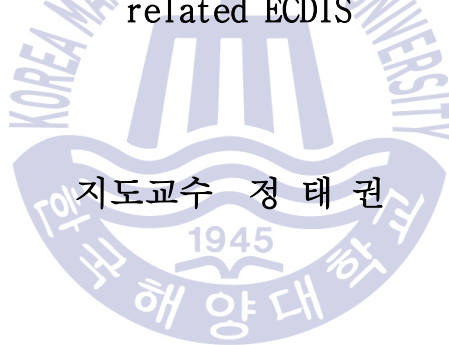
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

ECDIS관련 해양사고 방지를 위한
IMO 모델 코스의 교육 개선 방안에 관한 연구

A study on Improvement of the ECDIS Training of IMO
Model Course 1.27 for Protection of Marine Accident
related ECDIS



지도교수 정 태 권

1945

2016년 2월

한국해양대학교 대학원

항해학과

박 용 선

본 논문을 박용선의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장

김 세 원



위원

정 태 권



위원

문 성 배



2015년 12월 16일

한국해양대학교 대학원

목 차

List of Tables	iv
List of Figures	vi
Abstract	viii
1. 서 론	
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 선행 연구	2
1.3 연구 방법 및 내용	4
2. ECDIS의 개념 및 관련 국내의 규정	
2.1 ECDIS의 개념	6
2.1.1 전자해도의 개념	8
2.1.2 ECDIS의 기술적 개요	11
2.2 ECDIS관련 국내·외 규정	14
2.2.1 국제 규정	14
2.2.2 국내 규정	19
2.2.3 ECDIS관련 교육 규정	19
2.3 우리나라의 ECDIS 탑재 현황 및 교육 현황	21
2.3.1 ECDIS 탑재 현황	21
2.3.2 교육 현황	22
3. ECDIS 교육 내용	
3.1 IMO 모델 코스 내용	24
3.2 해양수산부 ECDIS 지정교육기관 교육 내용	27
3.3 지정 교육기관별 교육 내용	29
3.3.1 한국해양수산연수원 교육 내용	29
3.3.2 마린 에듀텍 교육 내용	31
3.3.3 해영 트레이닝센터 교육 내용	34
3.3.4 우수 운항훈련원 교육 내용	37
3.4 지정교육기관 교육시간 비교 분석	40

4. ECDIS 교육의 문제점 분석

4.1	해도 도식 교육의 문제점	41
4.1.1	해도 도식 차이	41
4.1.2	도식 차이로 인한 사고 위험 사례	48
4.1.2.1	고립장애물 도식관련 위험 사례	48
4.1.2.2	코스코 부산호 사고 사례	50
4.1.2.3	도식관련 교육 현황 분석	55
4.1.3	축척과 관련된 사고 위험 사례	56
4.1.3.1	CFL 퍼포머호 사고 사례	56
4.1.3.2	오비트호 사고 사례	57
4.1.3.3	축척관련 교육 현황 분석	59
4.2	안전설정 관련 문제점	61
4.2.1	안전설정 개요	61
4.2.2	안전한 수심선 설정	63
4.2.2.1	안전한 수심선 설정 사례	63
4.2.2.2	안전한 수심선 설정관련 교육 현황 분석	64
4.2.3	안전등심선과 고립장애물 도식	66
4.2.3.1	안전한 수심선 설정관련 위험 사례	66
4.2.3.2	프라이드 오브 캔트베리호 사고 사례	68
4.2.3.3	안전한 수심선 설정관련 교육 현황 분석	69
4.3	ECDIS 센서 문제점 분석	71
4.3.1	위치 센서	72
4.3.1.1	모닝 린다호 사고 사례	72
4.3.1.2	위치 센서관련 교육 현황 분석	73
4.3.2	AIS 센서	75
4.3.2.1	AIS 센서관련 위험 사례	75
4.3.2.2	퍼시픽 챔프호 사고 사례	76
4.3.2.3	AIS 센서관련 교육 현황 분석	78

5. ECDIS 교육 개선 방안	
5.1 개요	80
5.2 교육 내용 개선사항	81
5.2.1 해도 도식 관련 교육 개선	81
5.2.2 안전 기능 관련 교육 개선	81
5.2.3 ECDIS 센서 관련 교육 개선	81
5.2.4 IMO 모델 코스의 개선 제안	82
5.3 기타 개선사항	86
6. 결론	87
참고문헌	91



List of Tables

Table 2.1 Comparison of vector and raster chart	10
Table 2.2 Types of sensors connected with ECDIS	12
Table 2.3 Relevant regulations major status	15
Table 2.4 Standards included in IEC 61174	17
Table 2.5 ECDIS carriage requirements	18
Table 2.6 Minimum standards of seamanship ability for OOW(Over G/T 500ton)	20
Table 2.7 Ocean-going vessel equipped ECDIS(estimate)	22
Table 2.8 Korean officer employment status	23
Table 2.9 GETPs of domestic institutions designated by Ministry of oceans and fisheries ECDIS training status	23
Table 3.1 Course timetable	26
Table 3.2 ECDIS training contents	28
Table 3.3 KIMFT's ECDIS educational contents	30
Table 3.4 Marine Edutech's ECDIS educational contents	32
Table 3.5 HMS Training center's ECDIS educational contents	35
Table 3.6 EUSU Training center's ECDIS educational contents	38
Table 4.1 Comparison of symbol's items on Hydrography between NP5011 and NP5012	43
Table 4.2 Example of representative symbol's style contrast between NP5011 and NP5012	45
Table 4.3 Comparison of symbol's items on Aid and service between NP5011 and NP5012	47
Table 4.4 Each educational institution's contents of ECDIS on comparison with symbol between BA Chart and ENC	48
Table 4.5 Paper symbol(Wreck) and Isolated danger symbol	50
Table 4.6 Ease of general Isolated danger symbol recognition	50

List of Tables

Table 4.7 Symbol Styles on NP5012	53
Table 4.8 Line Styles on NP5012	54
Table 4.9 Each educational institution's contents of ECDIS on chart symbol's characteristic	56
Table 4.10 Each educational institution's contents of ECDIS on change of symbol by scale	60
Table 4.11 Example of Safety Parameter setting	64
Table 4.12 Each educational institution's contents of ECDIS on Safety depth setting	65
Table 4.13 Each educational institution's contents of ECDIS on Iso. danger precaution	70
Table 4.14 Each educational institution's contents of ECDIS on Line of Position	74
Table 4.15 Each educational institution's contents of ECDIS on AIS information errors	79
Table 5.1 Improved course timetable	84

List of Figures

Fig. 2.1	Navigational equipments synchronizing with ECDIS	6
Fig. 2.2	Functions of ECDIS	7
Fig. 2.3	Enlargement of vector and raster chart	11
Fig. 2.4	Composition of ECDIS and navigational sensors	13
Fig. 2.5	Route planning function	14
Fig. 3.1	Comparison of education hours	40
Fig. 4.1	Wreck(depth 19.5m) in Busan harbour quarantine anchorage	49
Fig. 4.2	Damaged M/V COSCO BUSAN(L) and track after the accident(R)	51
Fig. 4.3	Cardinal buoy Traditional symbol(L) and Simplified symbol(R)	51
Fig. 4.4	Comparison of Traditional symbol(L) and Simplified symbol(R)	54
Fig. 4.5	Comparison of Symbolised line(L) and Plain line(R)	55
Fig. 4.6	Vessel's planned routes(L) and Screen shot of ECDIS display(R) (ECDIS Maker : Furuno)	57
Fig. 4.7	M/V OVIT route on ECDIS display(L) and track after the accident(R)	58
Fig. 4.8	Safety contour setting	62
Fig. 4.9	Comparison of Safety depth 14.5m(L) and 10.0m(R) (ECDIS Maker : MECys)	63
Fig. 4.10	Change of Wreck symbol depending on display setting (ECDIS Maker : MECys)	67
Fig. 4.11	Change of Isolated danger mark depending on safety contour setting (ECDIS Maker : JRC)	67
Fig. 4.12	Change of Isolated danger mark depending on shallow danger function (ECDIS Maker : MECys)	68
Fig. 4.13	Damage of M/V PRIDE OF CANTERBURY and track	69
Fig. 4.14	Screen shot of ECDIS display and planned routes	72
Fig. 4.15	AIS symbol on ECDIS display(ECDIS Maker : JRC)	75

List of Figures

- Fig. 4.16 Abnormal synchronization of converter(ECDIS Maker : MARIS) 76
- Fig. 4.17 Situation map of collision of PACIFIC CHAMP and APL ILLINOIS 77



A study on the Analysis of IMO Model Course 1.27 and Improvement of the ECDIS Training

Park, Yong Sun

Department of Navigation Science
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

The purpose of this research is to analyze a generic ECDIS training program (hereafter GETP) carried out by domestic institutions according to IMO Model Course 1.27 (hereinafter, 'ECDIS model course') and to suggest an enhanced GETP for the prevention of accidents which are caused by a wrong use of ECDIS.

Firstly, this paper examined international and domestic regulations on ECDIS, electronic navigation chart as well as the current status of ECDIS installation on board domestic ships, and then investigated GETPs carried out in domestic institutions. Secondly, the contents of IMO ECDIS model course and domestic GETPs were examined in order to verify that the current ECDIS teaching contents fully satisfy the current needs of navigational safety. Finally, an enhanced GETP based on ECDIS model course has been suggested through the analysis of ECDIS-related accident cases and the reinforces of importance additional contents which need to be supplied to officers in charge of a navigational watch in GETP for the prevention of an marine accident.

The results of the research are as follows:

(1) It has been confirmed that GETPs run by domestic institutions follow ECDIS model course in terms of contents.

(2) It was analysed whether critical contents for safety navigation which are required by ECDIS Model Course, have been properly included in the current curriculum has been analyzed. A considerable number of factors related to the navigational safety was not found in the curriculum and it was thought to be risky in securing navigational safety. For example, some of the critical chart symbols such as dangerous wrecks, rocks and obstructions were not included, and isolated dangerous symbols which can be changed by safety contour line setting were not also specified.

(3) Regardless of the number of the education taken, similar accidents of ground have continuously occurred. This confirms that inadequate setting of ECDIS chart scale, inadequate symbolizations and settings making symbols unseen on the chart, has repetitively occurred.

(4) The potential errors of sensors such as GPS and AIS displayed on screen are also one of the causes of repetitive accidents

The solutions to these problems suggested in this paper are that the training based on ECDIS Model Course should be more practical and specific based on the analysis of repeated accidents related to ECDIS, rather than educating simple and repetitive handling techniques. Further, it seems to be very important to detail the followings in ECDIS Model Course and GETP.

- Selecting Standard Mode or Other Mode, which displays the symbol to show the set point.
- Contents about isolated danger symbol which is changed by configuring safety contour line.

- Education for S-52 critical symbol.
- Monitoring voyage planning and necessity of using right map scale.
- Marking the symbols considering navigation and surrounding area.
- Guidelines for effective safety function setting.
- Need for and familiarization of the LOP function.
- Stating the potential error of displayed sensor data
- The reason of why ECDIS should not be relied upon as the sole reliable aid to navigation

Since this paper covers ECDIS Model Course and domestic GETPs only rather than the whole scope of ECDIS training, additional research on this needs should be carried out in order to make ECDIS training more practical and effective. It will be done in the future study.

KEY WORDS: ECDIS, ECDIS Model Course, Critical Chart Symbol, Chart Scale, Safety Contour, Chart Symbols, GPS Sensor, AIS Sensor

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

해도¹⁾의 제작 역사를 살펴보면 고대 바빌로니아 점토판 해도, 폴리네시아 해도의 경우에는 잎 혹은 나뭇가지로 엮어 만들었다. 중세시대에는 양피지로도 해도를 만들었으며, 종이 발명 이후 해도를 종이로 만들었고 현재까지 사용하고 있다(랑얼핑, 2011). 최근 해도는 종이해도에서 첨단 기술이 적용된 디지털 전자해도로 진화하였다. 이러한 전자해도를 표시하고 실시간 항해를 지원해 주는 전자해도시스템은 컴퓨터의 발전과 더불어 항로계획 및 감시, 항해관련 정보를 선택적으로 표시하는 항해정보시스템으로 발달하였다.

전자해도표시정보장치(ECDIS, Electronic Chart Display & Information System)는 기존의 종이해도를 대신하여 항해용 전자정보를 디스플레이 해 주고, GNSS(Global Navigation Satellite System), 자이로컴퍼스, 선속계 등이 선위 및 자선 정보를 표시해 주는 기능을 가지고 있을 뿐만 아니라, 그 밖의 여러 가지 센서와 접속하여 다양한 정보를 인터페이스 하는 항해기기이다(조익순 등, 2015). SOLAS협약 제5장 제19규칙에 의거하여 ECDIS는 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization) 회의 결과 2012년 7월 1일부로 국제항해에 종사하는 여객선, 탱커 등의 선박에 ECDIS 탑재가 강제화 되었으며, 2018년 7월 1일까지 단계별로 벌크선까지 강제화 된다. ECDIS는 백업장치를 비치할 경우 종이해도를 대체하여 사용할 수 있다(정민 등, 2015).

전 세계 연간 해상 물동량은 1970년에 26억 톤이었던 것이 2000년에는 그 두 배가 넘는 약 60억 톤으로 증가하였고, 2014년에는 다시 약 130% 증가한 약 140억 톤에 이르고 있으며, 매년 꾸준한 증가세를 이어가고 있다. 2013년 세계 주요 국가 선

1) 해도(Chart, Nautical chart, Marine chart)는 항해중인 선박의 안전항해를 위해 수심, 저질, 암초와 다양한 수중장애물, 섬의 위치와 모양, 항만시설, 각종 등부표, 해안의 여러 가지 목표물, 바다에서 일어나는 조석, 조류, 해류등을 표시한 바다의 안내도이다.

박 보유 현황은 47,122척 재화중량톤수 1,613,756,000톤이었으며, 2014년의 경우 선박 47,601척 1,676,853,000톤으로 1년 동안 479척, 63,097,000톤의 증가를 기록하고 있으며, 이는 지속적인 선박량 증가를 나타낸다(박진수 등, 2013; UNCTAD, 2014).

오늘날 산업 및 기술의 발달로 국내의 해상물동량의 증가, 선박량의 증가, 해상교통량이 대폭적으로 증가한 반면 해양사고 발생은 불규칙한 그래프를 그리고 있다. 해양사고도 사고 종류별 원인 현황(재결분, 2010~2014)에 따르면 운항과실은 82.8%로 나타났다. ECDIS를 효과적으로 사용하면 이러한 운항과실 항목 중 침로 선정 유지 불량, 선위확인 소홀, 경계 소홀, 정박 계류의 부적절 등의 운항과실을 줄이고 안전항해에 기여할 수 있으며, 실제 탑재된 선박에서는 항해 중 안전항해를 위하여 효과적으로 운영되고 있다.

IMO에서는 항해당직자가 ECDIS를 사용하여 안전항해에 기여할 수 있도록 하기 위하여 ECDIS 교육을 강제화 시켰다. ECDIS를 안전하게 운용, 정보의 적절한 사용, 관련 제약사항의 인식, 일반전자해도의 법적측면 및 책임사항이 교육 목적에 부합되도록 IMO 모델 코스 1.27²⁾ (이하 모델 코스는 ECDIS에 관한 것임.) 37개의 교육 항목으로 제정하였다(조익순 등, 2015). 하지만, IMO 모델 코스의 교육 내용에는 위험한 침선과 수심선에 대하여 구분할 수 있는 내용이 포함되어 있지 않고, 적절한 축척의 사용 필요성이나, 안전등심선의 설정으로 변화하는 고립장애에 대한 교육 내용이 구체적으로 언급되지 않는 등 안전항해와 관련된 중요 항목에 대하여 많은 부분이 상세하게 기술되어 있지 않아서 안전항해에 위험요소로 작용할 수 있다.

이에 본 연구는 ECDIS 운용 교육이 보다 실질적이고 효과적인 교육이 될 수 있도록 반복되는 ECDIS와 관련된 사고 분석을 통하여 IMO 모델 코스의 교육 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 선행 연구

SOLAS 협약 제5장에 따라 2012년 7월 1일부로 국제항해에 종사하는 여객선, 탱커 등의 선박에서부터 2018년 7월 1일까지 단계별로 ECDIS 설치가 강제화 되고 있

2) IMO Model Course 1.27 - Operational Use of Electronic Chart Display and Information System, 2012 Edition

으며, 그 이후 ECDIS에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

정민 등(2015)은 선장과 항해사를 포함하는 사용자들을 대상으로 ECDIS 이용 시 오류 발생현황과 정보 표시, 주요기능 이용 시 개선사항을 설문을 통하여 분석한 결과를 기반으로 항해 안전과 효율적 측면에서의 ECDIS 기능 개선사항을 제시하였다. 심우성 등(2001a)은 ECDIS상 데이터화면 표시에서 생기는 클러터(Clutter)의 문제로 정보관독성이 떨어지는 문제점과 개선방안을 연구하기 위해 기 사용 중인 개별 오브젝트 속성(SCAMIN³⁾)의 문제점과 SCAMIN 값 지정에 대한 국제 사례를 분석하고, 문제점의 해결 방법으로 '가변 Factor 체계'를 제안하였다. 심우성 등(2001b)은 ECDIS 인증체계를 구축하기 위해 성능시험 요건과 그 시험 방법에 앞서 ECDIS는 하나의 시스템으로 시험되어야 한다는 것, 각 국 전자해도의 품질이 다르기 때문에 가능한 많은 나라의 테스트 데이터 설정을 고려해야 한다는 점 등을 논하고 각 고려사항에 대한 방안을 제시하였다. 박종민(1998)은 ECDIS 및 ECDIS 기본운용 데이터인 전자해도의 표준과 그에 따르는 규격이 국제 해사기구(IMO) 및 국제수로 기구(IHO)에서 제정 공포됨에 따라 ECDIS 성능 표준 및 요구사항을 분석하고 이를 토대로 실제 구현하였다.

김다정 등(2013)은 선박 충돌 방지를 위하여 ECDIS와 연동되는 각종 항해 장비에서 전달하는 정보를 이용하여 충돌 위험 상황을 자동으로 인식하고, 해상교통법 전문가 시스템을 이용하여 충돌 회피 경로를 생성하여 그 결과를 ECDIS에 표시하고, 자동항해 장치로 전달하는 ECDIS를 기반으로 한 충돌회피 지원 시스템을 연구하였다. 이대제(2007)는 전 세계적으로 선박이 점차 대형화되고 이들 선박의 안전을 확보하기 위하여 항만 준설공사가 활발하게 진행됨에 따라, ECDIS를 이용하여 호퍼(Hopper) 및 그랩(Grab) 준설선의 작업공정을 실시간으로 모니터링하여 작업의 양과 상태를 ECDIS상에 표시하고, 이 정보를 작업자와 관리자가 함께 공유할 수 있도록 함으로써 준설작업 공정을 효율적으로 관리 및 평가할 수 있는 방안을 제시하였다.

조묘진 등(2007)은 ECDIS 보급 및 사용의 확대에 항해사들은 국제규정에 맞는 ECDIS 교육과정을 이수해야 됨에 따라 한국해양대학교 학교기업 마린 에듀텍(Marine Edutech)에서 IMO 모델 코스에 맞추어 항해사에 대해 시행하는 교육에 대

3) SCAMIN(Scale Minimum) : 전자해도에 나타나는 정보인 오브젝트를 지정된 축척보다 소축척으로 화면 표시 축척이 변경될 경우 해당 오브젝트를 표시하지 않도록 지정한 값(심우성 외, 2000).

해 소개하였다. 채병근 등(2012)은 ECDIS가 항해에 미치는 영향력의 증대로 ECDIS를 항해에 사용하는 선박에 승선하는 항해사들은 국제규정에 따른 교육과정을 이수하여야 됨에 따라 현재 적용되는 국제규정과 그 동안 ECDIS에 대한 빈번한 지적사항을 바탕으로 만들어진 해운선사의 ECDIS 친숙화 교육과정을 소개하였다.

ECDIS는 안전항해를 위한 이점이 많다는 전제하에 위의 선행 연구에서 보듯이 IMO 모델 코스에 따른 ECDIS 교육의 문제점 등을 현재까지 다루고 있지 않다.

1.3 연구 방법 및 내용

제1장에서는 안전항해에 필수적인 학습요소가 교육 내용에 반영될 수 있도록 국내·외 ECDIS 교육 중 IMO 모델 코스에 근거하여 시행하고 있는 국내의 ECDIS 교육 프로그램⁴⁾에 대하여 실제 교육 통계자료, IMO 모델 코스의 교육 내용 및 관련 사고 사례를 분석하여 교육의 문제점을 도출하고 이의 개선사항을 제시하는 방법으로 진행하였다.

제2장에서는 ECDIS 개념 정리를 통해 기술적 개요와 전자해도의 개념을 소개하고, 국내·외 관련 설비 규정을 확인하여 기술적 요건과 ECDIS 탑재 적용 범위를 관련 교육 규정의 ECDIS 교육 프로그램을 중심으로 설명하였다. 우리나라 선박의 ECDIS 탑재 현황을 추정하고, 교육 현황을 조사 후 분석하였다.

제3장에서는 해양수산부의 지정교육기관 교육요건, IMO 모델 코스와 해양수산부 ECDIS 지정교육기관별 교육 내용과 시간을 분석하였다.

제4장에서는 해도 도식⁵⁾과 관련된 문제점, 안전설정에 관련된 문제점 및 각종 센서의 운용과 관련된 교육 내용과 문제점을 각종 자료와 사고 사례 등으로 분석하고 제시하였다.

제5장에서는 제4장에서 다루어진 문제점을 중심으로 해도 도식, 안전기능, ECDIS

4) ECDIS 교육 프로그램 : GETP(Generic ECDIS Training Program)

5) 해도 도식(Chart symbol) : 해도에는 항로표지의 특질, 등심선, 수심, 해저 저질의 종류, 해류 및 조류의 크기와 방향, 해안선, 높은 산과 같이 잘 타나는 육상물표의 등고선 등이 표시되어 있다. 항해자는 항상 이들 기호와 약어를 이해하고 있어야 한다. 해도 도식은 우리나라의 국립해양조사원에서 간행 번호 416호 '해도도식'으로 간행하고 있다. 그리고 우리나라에서 발행하는 우리나라 해역의 해도번호는 동해안은 100, 1000단위, 남해안은 200, 2000단위, 서해안은 300, 3000단위로 표시하여 발행하고 있다.

센서 관련하여 IMO 모델 코스의 교육 개선방안을 제시하였다.

마지막으로 제6장에서는 본 연구의 결론을 도출하고 앞으로의 연구방향을 제시하였다.



제 2 장 ECDIS 개념 및 관련 국내의 규정

2.1 ECDIS의 개념

국제해사기구(IMO)의 ECDIS 성능 기준⁶⁾에 따르면 ECDIS는 적절한 백업장치를 갖춘 경우에는 1974년 SOLAS협약 제5장 제19규칙 및 27규칙이 요구하는 최신판 해도에 승인된 항해용 센서로부터 위치정보를 사용하여 항해계획, 항로감시, 필요에 따라 항해관련 정보를 선택하여 표시함으로써 항해사를 지원하는 항해정보시스템이라고 정의하고 있다.



※ 자료출처 : 김원욱 등, 2014b

Fig. 2.1 Navigational equipments synchronizing with ECDIS

ECDIS는 종이해도를 대신하는 기능뿐만 아니라 Fig. 2.1과 같이 항해 장비와 연

6) IMO Resolution MSC.232(82) "Adoption of the revised performance standard of Electronic Chart Display and Information System(ECDIS)", Adoption on 5 December 2006

동되어 여러 항해기로부터 정보를 수신하여 자선의 위치 정보기능, 침로/속력 표시, 항로계획을 통한 항해계획, 변침점의 방위거리 표시와 진침로로부터 이탈되었을 때 알람이 울림으로써 항로감시, 위험물이 접근하거나 위험지역 진입 시 알람 및 경보표시, 자선이 지나온 항적 및 자선의 정보를 기록하는 기본기능이 제공된다. 추가로 목표물의 추적정보를 표시하고, 레이더 영상을 중첩하며, AIS 정보 표시, NAVTEX 연동을 통하여 항해에 필요한 정보를 실시간으로 수신함으로써 전자해도에 머무르지 않고 항행안전을 통합적으로 관리할 수 있는 장비이다.



Fig. 2.2 Functions of ECDIS

ECDIS는 기존 ECS⁷⁾와는 그 기능면에서 그리고 법적인 요건에서 차별화가 되어 있다. ECDIS는 백업장치만 있다면 종이해도를 대체하기 위한 수단으로서 SOLAS 규정을 충족할 수 있으며, 또한 IEC 61174⁸⁾에 의하여 ECDIS가 갖추어야 할 최소한의 기능적 요건이 제공된다. 이러한 ECDIS에 사용되는 전자해도는 국가의 수로국이 제작하고 승인한 ENC⁹⁾이다. 즉, ECDIS가 종이해도를 대체하는 주 항해수단으

7) ECS(전자해도시스템, Electronic Chart System) : 전자해도를 표시할 수 있는 모든 장치를 말한다. 따라서 IMO 성능 기준 적합성, 사용하고 있는 데이터의 공식/비공식여부, 벡터/래스터 해도 선택 여부에 상관없이 디스플레이상 해도 표시가 가능하면 모두 ECS이다.

8) IEC 61174(International Electrotechnical Commission 61174) : 국제전자기술위원회는 ECDIS의 운영과 성능요건, 시험요건과 시험결과에 관한 표준을 제시함.

로 사용되기 위해서는 전자해도는 반드시 ENC가 되어야 한다. 오직 ENC만이 종이 해도를 대체할 수 있는 전자해도이다. 만약 ENC가 아직 개발이 되어 있지 않은 해역의 경우에는 전자해도는 종이해도를 스캐닝한 RNC¹⁰⁾가 사용될 수 있도록 되어 있지만, 이는 종이해도를 대체하는 전자해도로 인증되지 아니한다. 승인된 ECDIS로 사용되기 위해서는 반드시 사용해야 할 해도는 ENC 해도이고, C-MAP, TX-97과 같은 비승인 전자해도를 사용한다면 그러한 ECDIS는 ECS 장비일 뿐이다.

그러한 ECDIS는 자선의 위치, 침로, 속력 등 항해 정보를 실시간으로 제공하며, 또한 타선으로부터 항해 정보를 수신하고 항행구역의 전자해도와 해당기관의 정보를 수신함으로써 안전항해에 기여한다. ECDIS는 제조사별 표현 방법은 다르지만 적어도 기존의 종이해도와 같은 정보의 신뢰성을 제공해야 하며, 시스템의 오작동 시에도 충분히 대처할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 특히 컴퓨터인 ECDIS는 선박이 항해 중에 있어 환경변화(온도, 습도 등)나 선체 진동에 의해 오류가 발생하기 쉬워 주의가 필요하다. 또한 정기적으로 업데이트를 통하여 개정되어야 한다(이상집 등, 2006).

2.1.1 전자해도의 개념

20세기 후반 국제 물동량 증가와 항해기술의 발달로 선박은 대형화, 고속화되었으며, 이로 인한 대형 해난사고가 빈번하게 발생함에 따라 북부 유럽의 해운국가를 중심으로 1980년대 중반부터 항해안전을 향상시킬 수 있는 방법의 하나로 전자해도에 대한 연구를 시작하였다. 우리나라는 1995년 남해안 소리도 부근에서 발생한 유조선 씨-프린스호의 해난사고를 계기로 새로운 항해안전 시스템의 필요성이 대두되면서 본격적으로 전자해도 개발에 착수하게 되었다.

전자해도는 항구에 입항하지 않아도 위성통신 등을 통하여 수급이 가능하며, 해도 업데이트 자료를 신속히 수급 후 자동으로 설치·수정하여 항해 안전 확보, 해도 도식 정보 기능으로 도식의 오해로 인한 사고 예방에 기여한다. 또한 해도 관리에 있어서 인력 및 시간을 절약할 수 있고 해도 수정 시 인적 오류를 줄일 수 있다.

9) ENC(항해용 전자해도, Electronic Navigational Chart) : S-57 해도데이터 전송기준의 일부로 IHO ENC 제작사양 기준에 기초해 편집된 정부기관 또는 정부권한 하에 간행된다. 공식해도로 벡터해도의 일종이다.

10) RNC(항해용 래스터해도, Raster Navigational Chart) : 공식 종이해도의 디지털 래스터 판으로서 IHO RNC 제품사양기준(S-61)에 기초해 정부권한 하에서 제작된다.

또한 PSC 임검 시 해도 일부 수정 누락을 피할 수 있는 장점을 갖고 있다. 반면 종이해도와 비교하여 가격이 비싸고 1년 단위의 라이선스 갱신이 필요하다. Cell 단위로 구입하여 정기선의 경우 불필요한 수역 해도까지 보유하게 된다. 일부 전자해도 도식(S-52)과 종이해도 도식이 상이한 경우와 ECDIS 고장·오작동으로 인하여 항해 안전에 지대한 영향을 끼칠 수 있는 단점을 갖고 있기 때문에 유의하여 사용하여야 한다.

ECDIS에 사용되는 전자해도는 벡터(Vector)해도와 래스터(Raster)해도 2가지 방식을 사용한다. 벡터해도는 종이해도 상에 표시되는 모든 대상물(점, 선 다각형)의 위치 정보(위도, 경도)를 좌표로 수치화하여 작성한 디지털 데이터베이스이다. 래스터해도는 현행의 종이해도를 스캔하여 읽은 디지털 복사 데이터이다. 화상 데이터이기 때문에 픽셀 단위로 구성되어 있다. 따라서 벡터해도와 같이 지리 정보와의 연동이 이루어지지 않는다. 또한 해역의 측지계가 WGS-84가 아닌 경우 위치 보정이 필요하다. 벡터해도와 래스터해도의 비교는 Table 2.1과 같으며, Fig 2.3은 벡터해도와 래스터해도의 확대화면을 비교한 것이다.

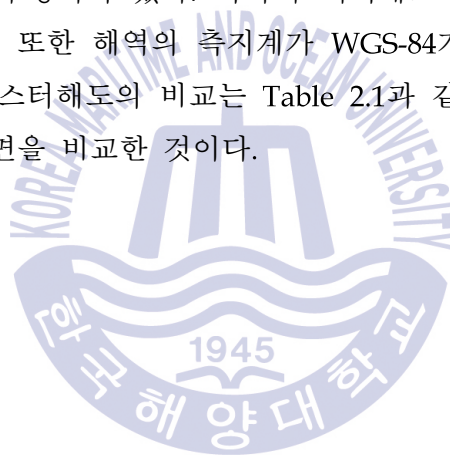
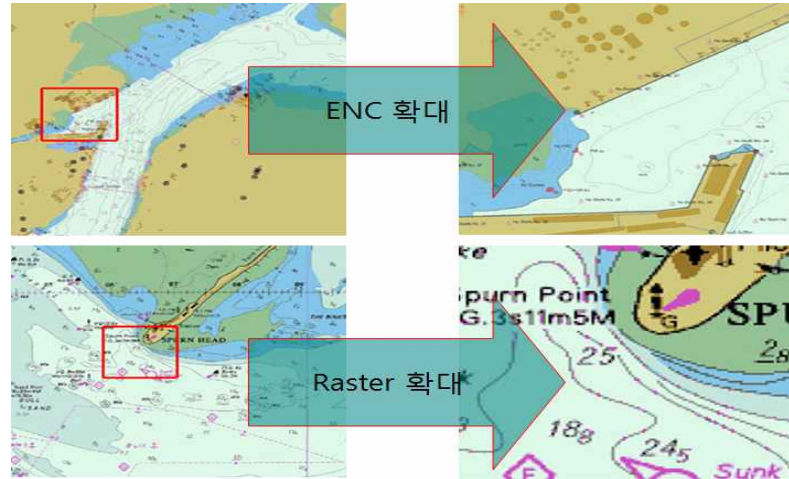


Table 2.1 Comparison of vector and raster chart

주요기능 \ 방식	벡터	래스터
해안선, 수심 오브젝트 속성 구분 및 층 분리	원하는 대로 분리	어려움
해도 구성	데이터를 입력	그림으로 입력
해도 제작	종이해도를 디지털화	종이해도를 스캔화
제작기간, 제작경비	대	소
확대·축소 시 글씨의 변화	관계없음	글자 깨짐
데이터 크기	아주 적음	대용량(약10배)
수심, 해안선 등 속성 자료 축출 기능	양호	불가능
좌초 알람	자동발생	제한적(수동 입력)
해도 도식	정보 확인 가능	표시만 됨
자료추가	용이함	어려움
종류	ENC, C-MAP, TX-97	ARCS, BSB

※ 자료출처 : 채병근 등, 2013



※ 자료출처 : 김원욱 등, 2014b

Fig. 2.3 Enlargement of vector and raster chart

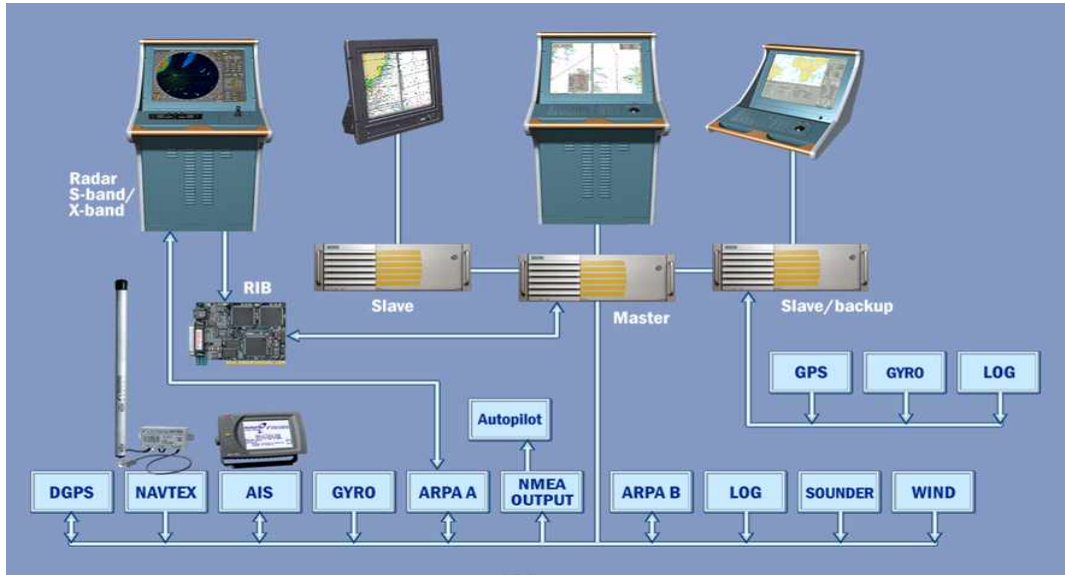
2.1.2 ECDIS의 기술적 개요

컴퓨터 기술의 발달에 힘입어 선박의 안전항해에 있어서도 ECDIS, AIS¹¹⁾, VDR¹²⁾ 등 IT기술을 활용한 새로운 항해장비가 등장하고 있다. 이처럼 현대의 항해는 과거의 아날로그 항법의 시대를 탈피해서, 선박의 각종 항해 장비들의 디지털 센서 신호를 받아서 항해사들이 안전하게 선박을 운용할 수 있도록 디지털 항법 시대를 열게 되었다. ECDIS의 수신정보와 연결된 센서의 구성은 Table 2.2 및 Fig 2.4와 같다.

- 11) AIS(선박자동식별장치, Automatic Identification System) : 일정 범위의 설비를 장착한 선박의 선명·침로·선속·위치 등의 항행정보를 자동으로 표시해주는 장비를 말한다. 간단한 문자통신을 하는데 사용할 수도 있다. 국제해사기구(IMO)에서는 1997년 7월에 AIS의 성능 기준안을 마련하여, 1999년 9월에 AIS 탑재요건에 관한 사항을 SOLAS 개정안 제5장 제19규칙 제 1.5항에 삽입하고, 2002년 7월 1일부터 단계적으로 선박에 탑재하고 있다. 이에 따라 모든 여객선, 국제 항해에 종사하는 300톤 이상의 모든 선박, 국제 항해에 종사하지 않는 500톤 이상의 화물선은 AIS를 탑재하고 있다. 대양에서부터 연안 항로까지 선박의 통항을 관리하여 안전항행을 확보하기 위한 장치로서 처음에는 항공기용으로 개발되었으나 선박용으로 자동식별장치를 개발하여 선박에 적용하고 있다.
- 12) VDR(선박항해기록장치, Voyage Data Recorder) : 항공기의 블랙박스과 같이 선박의 항해와 관련된 자료를 기록하는 장치이다. 이 장치에는 선박의 위치, 속도, 침로, 선교 근무자의 음성, 통신기 음성, 레이더 자료, 수심, 타 사용 내역, 엔진 사용 내역, 풍향, 풍속, AIS 관련 자료 등이 기록되어 있다. SOLAS 규정에 의거하여 2002년 1월 1일 이전에 건조된 선박은 간이선박항해기록장치를 설치하도록 의무화 하고 있다.

Table 2.2 Types of sensors connected with ECDIS

센서 종류	수신 정보
Positioning System (GPS, GNSS)	선박의 위치 신호 수신
Gyro Compass	선수 방위 정보 수신
Rate of Turn Indicator	선수방위와 선회각 수신으로 보침성 확인
Speed/Doppler Log	수심, 조류 및 바람방향에 따른 선박의 조종성 자료 수신
Magnetic Compass	자침로 방위 정보 수신
RADAR with ARPA	레이더 및 ARPA정보 수신으로 충돌위험 방지
AIS	타선박의 동향 및 정보 수신
Auto Pilot	ECDIS를 통한 자동선박조종제어를 구현
Anemometer	바람의 방향과 속력 수신
Echo Sounder	해저 수심 수신
NAVTEX	기상, 인명사고 충돌 등 항해경보 수신
Each Thermometer	건구/습구 온도 및 해수온도 수신

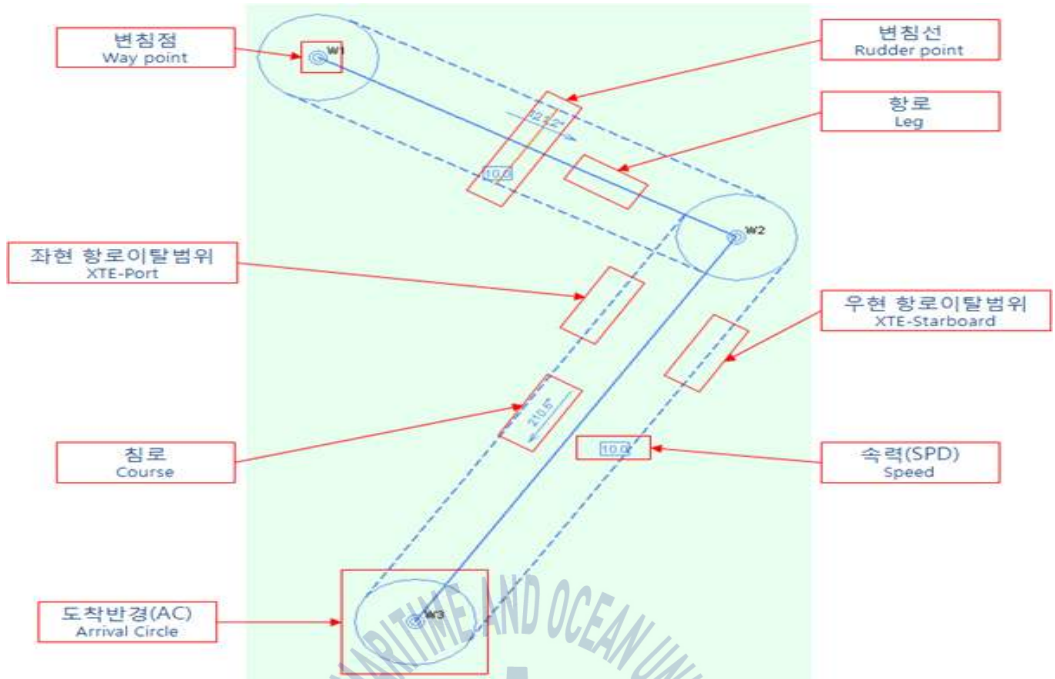


※ 자료출처 : 채병근 등, 2013

Fig. 2.4 Composition of ECDIS and navigational sensors

ECDIS는 전자해도를 전시하면서 자선의 항적과 항로를 표시하게 된다. 안전항해를 위해 해도의 안전선과 위험물 표지를 자동 점검하고 경보를 울리는 기능을 갖고 있다. ARPA 표적과 AIS 표적을 표시하고, 표시상태를 North Up, Head Up 등의 화면모드로 표현한다. 또한 IHO가 권장하는 주간, 야간 및 박명 등의 화면모드를 제공한다.

항해계획 수립 시에 Fig. 2.5와 같은 다양한 기능을 제공하고 변침점 추가, 삭제, 변경이 가능하다. 변침점간 침로 및 속력과 변침시점을 자동으로 계산하는 기능을 포함하고 있으며, 항상 자선의 속도, 침로, 시간 등을 표시함으로써 항로감시가 가능하다. 해도상의 위험지역 접근 시, 항로 이탈 시, 연동장비 이상 등의 상황에서 경보를 발생하여 항해의 안전에 기여한다. 또한 1분 간격으로 과거 12시간 동안 시간, 위치, 선수방위, 속도, 해도 데이터 소스, 에디션, 날짜 및 개정 기록 등의 사항을 자동으로 기록하고, 4시간 이하의 시간 간격으로 완전한 항적의 기록이 가능하다. 이러한 기능은 인력 절감과 수작업 감소로 항해 안전을 도모하고 선박운항의 효율화와 운송비용 절감 효과를 나타낸다.



※ 자료출처 : 김원욱 등, 2014b

Fig. 2.5 Route planning function

2.2 ECDIS 관련 국내·외 규정

2.2.1 국제 규정

국제적으로 ECDIS 기술과 관련하여 국제기구가 표준을 정의 및 규정하고 있으며, ECDIS의 기술적인 시스템으로 성능기준, 해도 내용 및 표시사항, 성능 조건 및 검사 등의 국제적인 표준화 작업에 관여하고 있는 국제기구별 표준내용과 표준문서 현황은 Table 2.3과 같다.

Table 2.3 Relevant regulations major status

국제기구	표준내용	표준문서
IMO	성능기준	IMO Resolution MSC.232(82) Performance Standards for ECDIS
IHO	해도 내용 및 표시사항	S-52 Chart Content and Display Aspects of ECDIS S-57 Transfer Standard for Digital Hydrographic Data S-61 Product Specification for Raster Navigational Chart (only if ECDIS software supports RCDS Mode) S-63 Data Protection Scheme
IEC	성능 조건 및 장비 검사	IEC 61174

※ 자료출처 : 김원욱 등, 2014b

국제해사기구의 ECDIS 성능 기준은 1995년 11월 Res.A.817(19)로 처음 채택되었으나 성능 기준에서 채택한 기능과 기술 사양 등의 문제점을 해결하기 위하여 백업 장치 성능기준 추가, RCDS¹³⁾ 모드의 성능기준 추가 등 IMO Res. MSC 232(82)가 2006년 12월에 채택되어 현재의 성능 기준에 이르고 있다.

컴퓨터 기술의 발달로 종이해도를 생산하던 각국의 수로국에서도 전자해도의 필요성을 인식하게 됨으로써 1992년 국제수로기구(IHO)에서는 각국 수로국간 디지털 해도 자료 교환을 위하여 데이터 변화 형식(DX-90/S-57)을 제정하였다. S-52는 IHO의 ECDIS에 관한 소위원회가 작업을 구체화하는 발전적 문서이다. 이 부속서에는 다양한 조명상태(주간, 야간 및 박명)에 관한 명확한 색상체계를 설명하고 있다.

국제전자기술위원회(IEC)¹⁴⁾는 ECDIS 성능 조건, 검사 방법, 장비 검사 조건 등에 대한 IEC 61174 표준을 제정하였다. IMO Res.A.817(19)에 채택된 성능 표준보다 떨어지지 않는 성능 표준을 준수하며, IHO에서 간행된 S-52와 S-57이 장비에 적용이 가능하도록 IEC 61174 포함시켰다. IEC 61174에는 해상에서 사용되고 있는 항해 장

13) RCDS(Raster Chart Display System) : 기존해도를 스캐닝(Visual scanning of paper of chart)한 것으로 모니터에 해도를 표시하는 방법으로 해도상에 영상물은 Vector Chart와 달리 종이해도와 같이 약자 기호로만 표시한다. 이 해도의 기능은 매우 단순하여 사용자가 특별한 훈련 없이도 쉽게 사용 가능하며 컴퓨터 스크린 상에 나타난 해도에 사용자가 간단한 Remark 표시 및 해도 편집이 가능하다.

14) 국제전자기술위원회(IEC, International Electrotechnical Committee) : 전기에 관한 국제적인 표준을 정하는 기구로, 스위스에 본부를 두고 있다.

비를 포함해서 전자장비의 테스트와 증서에 관한 사양을 제정하고 있다. 이 사양은 장비 테스트 방법, 결과, IMO ECDIS 성능 표준 만족을 증명하고 있다. ECDIS 형식 승인 테스트는 IEC에서 개발한 IEC 61174 테스트 표준과 절차를 사용하여 수행되며, IEC 61174에 포함된 표준은 Table 2.4와 같다.



Table 2.4 Standards included in IEC 61174

표준 조항	내 용
IEC872:1991 Amendment NO.1	자동 레이더 플로팅 보조 장치 - 운용 조건, 검사 방법과 검사 결과
IEC945:1996	해양 항해와 무선 통신장비와 시스템 - 일반 조건, 검사 방법과 검사 조건
IEC1162-1:1995	해양 항해와 무선 통신장비와 시스템 1부 - 디지털 인터페이스-단일 회자와 다중 청자
ISO 9000 series : 1987	품질 관리와 품질 확인 표준
IMO : 1974 SOLAS	해상 인명 구조 협약
IMO A.424 : 1979	자이로컴퍼스 성능 표준
IMO A.686 : 1991	알람과 지시기의 코드
IMO A.694 : 1991	세계 해양 조난과 구조 시스템과 항해 전자 보조 장치의 부분인 선박 장착 무선 장비의 일반적 조건
IMO A.817 : 1995	전자해도지시와 정보시스템(ECDIS)의 성능 표준
IMO A.821 : 1995	고속력 선박의 자이로 컴퍼스 성능 표준
IMO A.823 : 1995	자동 레이더 플로팅 보조 장치(ARPA)의 성능 표준
IMO A.824 : 1995	속력과 거리 지시 장치의 성능 표준
IMO MSC.64(67) Annex 4 Radar : 1995	레이더 장비의 성능 표준(ATA와 APA 부록 포함)
IHO S-52, Edition 5 : 1996	ECDIS 해도 내용과 디스플레이 형태 기술
IHO S-52, Appendix, Edition 3 : 1996	전자해도 업데이트 안내서
IHO S-52, Appendix 2, Edition 4 : 1997	ECDIS의 색상과 도식 사양
IHO S-52, Appendix 3, Edition 2 : 1993	ECDIS 관련 용어 풀이
IHO S-57, Edition 3 : 1996	디지털 수로 데이터 규격 이동
IHO : 1997	IEC 61174 사용을 위한 테스트 데이터 세트

※ 자료출처 : IEC Publication 61174, 2001

2000년 SOLAS 협약의 제5장 제19규칙 2.1항(선박용 항해설비 및 시스템)은 ECDIS에 관하여 300톤 이상의 원양 선박 및 근해 선박들의 항해를 위해 종이해도를 ECDIS로 대체할 것을 권하고 있다. SOLAS 제 5장에 따르면 정부당국, 수로국 혹은 다른 관련 정부기관으로부터 승인 받아 간행된 공인해도는 탑재 요구사항을 모두 충족하고 있다. 2009년 제86차 해상안전위원회(MSC)에서 개정이 채택된 SOLAS는 2012년 7월부터 2018년 7월까지의 단계적 일정으로 Table 2.5와 같이 ECDIS의 선박 탑재를 의무화하고 있다.

Table 2.5 ECDIS carriage requirements

신 조 선			현존선		
선종	크기(G/T)	적용대상	선종	크기(G/T)	적용대상
여객선	≥ 500 G/T	2012년 7월 1일 이후 건조선박	여객선 2012.7.1. 전 건조	≥ 500 G/T	2014년 7월 1일 이후 최초 SE검사까지
탱커	≥ 3000 G/T	2012년 7월 1일 이후 건조선박	탱커 2012.7.1. 전 건조	≥ 3000 G/T	2015년 7월 1일 이후 최초 SE검사까지
화물선 (탱커제외)	≥ 10,000 G/T	2013년 7월 1일 이후 건조선박	화물선 (탱커제외) 2013.7.1. 전 건조	≥ 50,000 G/T	2016년 7월 1일 이후 최초 SE검사까지
화물선 (탱커제외)	≥ 3000 G/T and < 10,000 G/T	2014년 7월 1일 이후 건조선박	화물선 (탱커제외) 2013.7.1. 전 건조	≥ 20,000 G/T and < 50,000 G/T	2017년 7월 1일 이후 최초 SE검사까지
	-		화물선 (탱커제외) 2013.7.1. 전 건조	≥ 10,000 G/T and < 20,000 G/T	2018년 7월 1일 이후 최초 SE검사까지
- 주관청은 강제 적용 시행일로부터 2년 이내에 영구적으로 운항을 중단하는 선박에 대하여 이의 강제화를 면제할 수 있음(SOLAS Reg. V/19.2.11). - SOLAS Reg. V/19.2.1.4항에 ECDIS 관련 내용 삽입					

※ 자료출처 : 김석재 등, 2013

2.2.2 국내 규정

우리나라는 IMO 가맹국으로 IMO의 제규칙을 비준해 채택할 필요가 있다. 국내 법에서는 선박안전법, 선박안전법 시행규칙, 선박설비기준에 ECDIS 관련사항을 규정하고 있다. 선박안전법 제32조에서는 항해용 간행물의 비치규정을 규정하고 있다. 선박안전법 시행규칙 제74조에는 항해용 간행물의 종류에 승인된 전자해도를 포함이라고 표시하고 있으며, 제75조에는 전자해도를 선박에 비치하는 경우 해양수산부장관이 인정하는 백업장치 또는 예비목적의 최신화된 해도를 비치해야 한다고 규정하고 있다.

선박설비기준 제39조에서는 선박 톤수와 선종에 따라 ECDIS 설치 및 종이 해도 대신하여 전자 해도의 추가 설치 내용이 포함되어 있다. ECDIS 적합 요건으로 등심선을 이용하여 안전항해를 위한 수심 선택, 항로계획과 항로감시, 경보 또는 위험지역을 진입할 경우를 표시하기 위한 큰 축척의 자료 사용, 필요한 다른 기호를 화면에 표시, 모든 위치의 지리적인 좌표 입력 또는 선택 가능, 화면 표시 등에 대하여 규정하고 있다.

2.2.3 ECDIS관련 교육 규정

선박 운항의 성능에 대한 새로운 수준을 제시하여 항해의 혁신을 가져온 ECDIS가 고기능·복합시스템이기 때문에 충분한 교육훈련을 받고 사용하지 않으면 안전한 항해를 하는데 지장 또는 제약이 되므로, 항해사에게 관련지식과 기능의 습득은 필수적이다. STCW 2010 마닐라 개정에서는 ECDIS 시뮬레이터 교육이 2012년 1월 1일부터 강제조건이 된다는 것을 규정해 코드 A에 ECDIS 사용에 관한 능력요건이 Table 2.6과 같이 규정되어 있다.(조익순 등, 2015)

Table 2.6 Minimum standards of seamanship ability for OOW
(Over G/T 500ton)

구 분	내 용
해기 능력	<p>항해의 안전을 유지하기 위하여 ECDIS 사용</p> <p>* 주 : ECDIS의 사용과 관련한 훈련과 평가는 ECDIS를 탑재하지 않는 선박에만 전적으로 승무하는 사람에 대하여 요구되지 않는다. 이러한 한정은 관련 선원에게 발급되는 승무자격증에 반영되어야 한다.</p>
지식, 이해 및 기술	<p>ECDIS 항법</p> <p>다음에 포함한 ECDIS 운용의 능력과 한계에 관한 지식</p> <p>전자해도(ENC) 자료의 정확성, 표시 규칙, 보여주는 방법, 다른 해도 자료의 형식에 대한 충분한 이해</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 과신의 위험 2. 시행중인 성능기준에서 요구하는 ECDIS 기능에 대한 친숙 <p>다음에 포함하여, 운용, 해석, 그리고 ECDIS로부터 수집된 정보의 분석 기술</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 적절한 기능과 최적의 설정을 위한 조정을 포함하여, 다양한 장치들의 다른 항해 체계와 통합되어 있는 기능을 사용 2. 본선의 선위, 해면표시, 동작모드와 방위, 표시된 해도자료, 항로감시, 사용자가 만든 정보계층, (AIS 또는 레이더 추적과 연동되었을 때) 접속과 레이더 중첩 기능을 포함한 안전한 감시와 정보의 조정 3. 다른 수단에 의한 선위의 확인 4. 좌초방지, 접촉하거나 특정해역에의 근접, 해도 자료의 완전성, 해도 최신화 수준 및 예비적 준비에 대한 경보 한도를 포함하여 운용상 절차의 적합성을 보장하기 위해서 조정치의 효과적인 사용 5. 현재 상태에 맞는 조정치와 값의 조정 6. 안전수역, 위험에 대한 근접, 조류 및 표류, 해도 자료와 항로, 축척 선정, 항로의 적합성, 접촉 탐지 및 감지장치의 무결성을 포함하여 ECDIS 사용 중에 상황에 대한 인지
해기 능력을 입증하기 위한 방법	<p>아래중 하나 혹은 수집된 증거에 대한 시험과 평가</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 승인된 실습선 경험 2. 승인된 ECDIS 시뮬레이터 훈련
해기 능력을 평가하기 위한 표준	<p>안전항해에 기여하는 수단으로써, ECDIS상의 정보에 대한 감시</p> <p>ECDIS로부터 수집된 정보(설치가 되어있다면, 레이더 중첩 그리고/혹은 레이더 추적 기능)가 장치의 한계, 모든 연결된 장치(연동되어 있는 레이더와 AIS를 포함하여) 그리고 당시의 상황과 조건을 고려하여 올바르게 해석 및 분석될 것</p> <p>(설치가 되어있는 경우) ECDIS로 조종되는 항로유지 기능을 이용하여 선박의 침로와 속력에 대한 조정으로 항해의 안전을 유지할 것</p> <p>의사소통은 항상 명료하고, 간결하며 또한 선원다운 태도로써 수행될 것</p>

※ 자료출처 : 조익순 등, 2015

항해당직자가 ECDIS를 사용해 다양한 정보를 안전하고 효율적으로 이용해 항해 안전을 강화하는 것이다. 이러한 교육의 목적을 달성하기 위하여 IMO는 모델 코스를 제작하여 각 교육항목에 대한 지침을 수립하였다.

STCW Code AⅡ/2에 “2012년 1월 1일 이전에 2010년 마닐라 개정서의 내용을 충족하기 위해서 ECDIS를 탑재한 선박에 승선하는 선장 및 항해사들은 ECDIS 교육 프로그램을 IMO 모델 코스에 의거하여 이수해야 한다.”라고 규정되어 있다. 2010년 STCW 재개정협약에서 ECDIS를 탑재한 선박에 근무하고 있는 선장 및 항해사는 ECDIS 시뮬레이션 교육을 강제적으로 이수해야 하는 것으로 법정교육화 되었으며, 이는 영국의 항만국통제관과 Oil Major Inspector들의 요구에 의해서 이루어졌다.

2.3 우리나라의 ECDIS 탑재 현황 및 교육 현황

2.3.1 ECDIS 탑재 현황

SOLAS 제5장 제19규칙 선박용 항해장치 및 설비의 탑재 요건에 따라 2012년 7월부터 2018년 7월까지의 단계적 일정으로 ECDIS 설치를 규정하고 있다. 이에 국제 항해에 종사하는 선박은 ECDIS를 이미 설치해서 운영하고 있거나, 규정에 부합하기 위해 설치하고 있다. 이에 우리나라 선원이 승선하는 선박의 ECDIS 탑재가 적용되는 현황을 조사 후 추정하였다.

2015년도 한국선원통계연보의 선박 현황에서 2014년 말까지 국제 항해에 종사하는 선박과 한국인이 취업하는 해외 취업 선박의 척수를 대상으로 하고, SOLAS 제5장 제19규칙에 맞추어 선종, 총톤수, 탑재시기를 적용하여 추정하였고, 전자해도 공급 업체로부터 선종별 ECDIS 라이선스 보급 비율을 적용하여 선박의 ECDIS 탑재 현황을 조사하였다.

Table 2.7은 한국 국적을 갖고 국제 항해에 종사하는 선박을 대상으로 ECDIS 탑재 요건을 총톤수에 적용하였다. 전자해도 공급업체로부터 받은 ECDIS 탑재 선박의 산출 비율은 특수선(탱커) 90%, 기타 선박 30%, 여객선 100%를 적용하였다. 선종별 분석결과 ECDIS 탑재 선박으로 잡화 선박이 적용비율이 낮음에도 불구하고 117척으로 가장 많으며, 총 797척 중 380척의 선박에 ECDIS가 탑재된 것으로 산출되었다.

Table 2.7 Ocean-going vessel equipped ECDIS(estimate)

구 분	3,000GT ~ 6,000GT (척)	6,000GT ~ 20,000GT (척)	20,000GT 이상 (척)	합 계 (척)	적용비율 (%)	탑재현황 (척)
잡 화 선	-	71	318	389	30	117
컨테이너선	-	63	71	134	30	41
유 조 선	12	0	29	41	90	37
LPG선	26	0	12	38	90	35
LNG선	0	0	21	21	90	19
케미컬선	62	47	10	119	90	108
자동차선	-	0	47	47	30	15
냉동운반선	-	0	0	0	30	0.0
여 객 선	0	7	1	8	100	8
합 계	100	188	509	797	-	380

※ 자료출처 : 해양수산부, 2015

2.3.2 교육 현황

STCW 2010 마닐라 개정에서는 ECDIS 시뮬레이터 교육이 2012년 1월 1일부터 강제조건이 된다는 것을 규정하고 있다. 이를 비준하여 ECDIS 교육을 법정화 하여 ECDIS 교육이 진행되고 있다. 총톤수 500톤 이상이 되는 선박에 승선하는 항해사는 반드시 ECDIS 교육을 이수하여야 하며, 이것은 2012년 1월 1일부터 발효되어 5년간의 유효기간을 두고 있다. 우리나라 항해사 취업현황은 2014년 12월 31일 기준 Table 2.8과 같다.

Table 2.8 Korean officer employment status(Unit : person, End of December, 2014)

항해사	상 선			어 선		
	승선원	예비원	합 계	승선원	예비원	합 계
선 장	3,444	167	3,611	2,391	-	2,391
1항사	2,475	176	2,651	489	-	489
2항사	1,275	145	1,420	77	-	77
3항사	806	108	914	45	-	45
합계	8,000	596	8,596	3,002	-	3,002

※ 자료출처 : 해양수산부, 2015

2015년도 한국선원통계연보에 따르면 취업을 한 항해사는 상선의 경우 승선원 8,000명, 예비원 596명, 총 8,596이고 어선의 경우 총 3,002명으로 총 11,598명으로 집계되었다. 승선을 하기 위해서는 ECDIS 교육을 이수하여야 하고, 증서를 보유하여야 승선이 가능하다. ECDIS 시뮬레이터 교육이 법정 교육이 된 이후 2014년 말 까지 3천명 이상의 항해사가 교육을 받았고, 2015년 이후로도 5천명 이상의 항해사가 ECDIS 교육을 이수해야 하는 것으로 나타났으며 해양수산부 지정교육기관별 ECDIS 교육 현황은 Table 2.9와 같다.

Table 2.9 GETPs of domestic institutions designated by Ministry of oceans and fisheries ECDIS training status

년도	한국해양수산연수원		마린 에듀텍		해양 트레이닝센터	
	교육 횟수	인 원(명)	교육 횟수	인 원(명)	교육 횟수	인 원(명)
2012년	16	314	8	128	22	440
2013년	16	406	16	214	27	547
2014년	16	288	20	354	26	521
합계	48	1,008	36	568	75	1,508

※ 자료출처 : 마린 에듀텍, 2015c; 한국해양수산연수원, 2015b; 해양 트레이닝센터 2015b

제 3 장 ECDIS 교육 내용

3.1 IMO 모델 코스 내용

국제기준에 준하는 교육이 시행되기 위하여 IMO 모델 코스의 내용을 수용해야 하며, IMO 모델 코스의 교육 내용은 Table 3.1과 같이 5개 부분, 총 37개 항목의 학습내용으로 구성이 되어 있으며, 4번의 모의 조종 훈련이 포함되어 있다. 교육 완료 후 1회의 지필평가와 1회의 시뮬레이션 평가가 포함되어 총 40시간으로 구성되어 있다.

제1부에서는 ECDIS의 개요 및 기초적인 장비의 운용방법을 포함하여 전자해도의 초기 설정 방법, 화면에 표시되는 각종 정보의 이해 및 연결된 센서들에 대한 정보를 학습하도록 되어 있으며, 전자해도의 종류, 표시되는 정보 및 설치 등에 대한 초보적인 정보를 제공하도록 구성되어 있다.

제2부에서는 ECDIS의 운용법 및 ECDIS와 연계된 센서들의 종류와 운용방법 등이 다루어지며, 각 센서들이 제공하는 정보에 대하여 ECDIS가 제공하는 기능 중심의 사용 방법들로 구성되어 있다. 특히 부적절한 해도의 사용이나 과도한 확대나 축소 시 발생하는 문제점 그리고 위치 센서와 안전등심선 등에 대한 교육의 핵심적인 내용이 많이 다루어진다.

제3부에서는 항해계획과 관련된 내용으로 구성되어 있다. ECDIS에서는 WOP와 관련된 조종정보와 항해계획에 필요한 항로 설정 기능 그리고 안전 수역을 설정하는 기능 등이 다양한 편집기능에 의하여 제공되고 있고, 설정된 항로를 검정하는 기능과 안전항해를 위한 추가정보 삽입 기능 등에 대한 내용이 다루어진다.

제4부에서는 ARPA, 레이더 및 AIS 등 ECDIS에 연결된 센서들에 대한 상세한 기능 활용과 주의사항이 포함되어 있으며, 전자해도의 소개정 방법과 ECDIS에 저장된 각종 정보의 저장 및 출력기능 그리고 ECDIS의 고장 등에 대비한 백업 장비의 사용 방법 등으로 구성되어 있다.

제5부에서는 ECDIS와 관련된 규정 및 사고 사례를 중심으로 하는 ECDIS의 효과적인 운용으로 구성되어 있으며, 모든 교육이 종료되면 지필평가를 통하여 교육 내용에 대한 검증을 한다.

시뮬레이션은 매일 마지막 시간에 대양항해에서 연안항해 그리고 제한수역에서의 항해로 학습내용에 맞추어 순차적인 ECDIS 운용이 될 수 있도록 구성되어 있으며 마지막 날에는 시뮬레이션을 통한 ECDIS의 운용 능력에 대한 검증을 하도록 구성되어 있다.



Table 3.1 Course timetable

교육 일차	교육 부분	첫 번째 시간 (2.0 시간)	두 번째 시간 (2.0 시간)	세 번째 시간 (2.0 시간)	네 번째 시간 (2.0 시간)
1 일차	제 1 부	제1부 ECDIS 개요 1. 일반개요와 교육 친숙화 2. ECDIS 성능기준 3. ECDIS의 기능 4. 올바른 사용과 잘못된 사용	5. 장비의 시작과 종료 및 레이아웃 6. 선박 위치 7. 위치 센서	8. 기본 항해 9. 선수방위 및 선박 운동 벡터 10. 전자해도의 이해	시뮬레이션 1 (대양항해)
2 일차	제 2 부	11. 해도의 신뢰도 12. 전자해도 구매, 설치 및 개정 제2부 ECDIS를 통한 항해당직 13. 센서 14. 통신포트, 정보 20. 시스템과 위치 정보들 21. 수심과 등심선 정보들	15. 전자해도 선택 16. 전자해도 정보	17. 기능 설정 18. 전자해도 축척 19. 화면 정보 및 조명	시뮬레이션 2 (연안수역 - 전자해도 설정)
3 일차	제 3 부		제3부 ECDIS 항로 계획과 감시 22. 선박 조종 특성 23. 테이블을 이용한 항로계획	24. 그래픽을 이용한 항로계획 25. 트랙 한계 26. 항로계획 검토	시뮬레이션 3 (연안수역 - 경보와 항해일정)
4 일차		27. 추가 항해 정보 (조류, 기상 등) 28. 항해일정(ETA) 29. 유저 차트 (편집) 기능			

※ 자료출처 : IMO, 2012b

Table 3.1 Course timetable(Continued)

교육 일차	교육 부분	첫 번째 시간 (2.0 시간)	두 번째 시간 (2.0 시간)	세 번째 시간 (2.0 시간)	네 번째 시간 (2.0 시간)
4 일차	제 4 부		제4부 ECDIS 목표물, 해도와 시스템 30. ARPA/레이더 중첩 31. AIS 기능	32. 전자해도 인증 및 설치 33. 전자해도 개정	시뮬레이션 4 (제한수역)
5 일차		34. 시스템 리셋 및 백업 35. ECDIS 정보 저장 및 프린트			
	제 5 부		Part 5 ECDIS 책임과 평가 36. ECDIS 책임 (SOLAS, IMO, STCW)	37. 효과적인 ECDIS 운용 평가 1 지필평가	평가 2 시뮬레이션 평가

※ 자료출처 : IMO, 2012b

3.2 해양수산부 ECDIS 지정교육기관 교육 내용

현재 국내에서 운영되고 있는 ECDIS 교육 프로그램은 한국해양수산연수원, 해양트레이닝센터, 유수 운항훈련원, 한국해양대학교 내 마린 에듀텍에서 시행되고 있다. 각 교육기관별로 해양수산부의 지정교육기관 기준(해양수산부고시 제 2015-143호, 2015. 9.14)에 의하여 지정되어 운영되고 있으며, ECDIS 교육과정의 교육 내용은 Table 3.2와 같다.

Table 3.2 ECDIS training contents

교 과 목	과 목 내 용
<p>항해의 안전을 유지하기 위한 ECDIS의 사용</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 전자해도(ENC)자료, 자료의 정확성, 표시규칙, 보여주는 방법, 다른 해도 자료의 형식에 대한 충분한 이해 2. 과신의 위험 3. 시행중인 성능기준에서 요구하는 ECDIS 기능에 대한 친숙 4. 적절한 기능과 최적의 설정을 위한 조정을 포함하여 다양한 장치들이 다른 항해체계와 통합되어 있는 기능의 사용 5. 본선의 선위, 해면표시, 동작모드와 방위, 표시된 전자해도, 항로감시, 사용자가 만든 정보계층, (선박자동식별장치 또는 레이더 추적과 연동되었을 때) 접촉과 레이더 중첩기능을 포함한 안전한 감시와 정보의 조정 6. 다른 수단에 의한 선위의 확인 7. 좌초방지, 접촉하거나 특정해역에의 근접, 해도 자료의 완전성, 해도 최신화 수준 및 예비적 준비에 대한 경보 한도를 포함하여 운용상 절차의 적합성을 보장하기 위해서 조정치의 효과적인 사용 8. 현재 상태에 맞는 조정치와 값의 조정 9. 안전수역, 위험에 대한 근접, 조류 및 표류, 해도 자료와 항로, 축적 선정, 항로의 적합성, 접촉 탐지 및 감지장치의 무결성을 포함하여 ECDIS 사용 중에 상황에 대한 인지
<p>지휘상의사결정을 위한 ECDIS와 그 관련 항해장치의 사용을 통한 항해안전의 유지</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ECDIS 작동 절차와 시스템 파일과 자료의 관리 <ol style="list-style-type: none"> 가. 수립된 절차를 따르기 위한 조달, 해도자료의 면화와 최신화, 시스템 소프트웨어 나. 판매사의 제품개발에 따라 ECDIS 시스템 버전을 최신화하기 위한 능력을 포함하여 시스템과 정보의 최신화 다. 시스템 환경설정과 예비파일을 만들고 유지하는 것 라. 수립된 절차에 따라서 기록 파일을 만들고 유지하는 것 마. 수립된 절차에 따라서 항로계획 파일을 만들고 유지하는 것 바. 사용자 반응, 경보 설정, 시스템 기능을 점검하기 위해서 ECDIS 로그북과 항적 기록 기능을 사용할 것 2. 항적 검토, 항로계획과 시스템 기능 점검을 위한 ECDIS 재생기능의 사용

※ 자료출처 : 해양수산부고시 제 2015-143호, 2015. 9.14 별표 27

3.3 지정 교육기관별 교육 내용

3.3.1 한국해양수산연수원 교육 내용

한국해양수산연수원은 ECDIS 교육 프로그램은 이론 교육 13시간, 실습 27시간, 총 40시간으로 구성되어 있다. ECDIS 개요, ECDIS의 센서, 알람설정, 관련 규정, 항해계획, 해도 데이터 관리 등으로 교과목이 편성되어 있으며, Table 3.3과 같이 진행하고 있다.

1일차는 ECDIS의 탄생 배경과 기본적인 기능 설명을 중심으로 교육하는 ECDIS 개요, ECDIS 켜기와 끄기, 약어 설명, 화면 설정 등의 장비 친숙화를 교육한다. 또한 해도 데이터 표준, 종류, 구분, 해도 설정과 정확성 확인, 도식 등의 이해가 다루어지고 있으며, ECDIS의 센서 및 백업에서는 ECDIS에 연동되는 기타 항해 장비 연결방법, ARPA/레이더 중첩, AIS 기능, ECDIS 백업 등을 교육한다.

2일차는 선박의 조종 특성 이해를 시작으로 항해계획의 일반과 실제 시뮬레이션을 통하여 항해계획이 교육되고 있으며, 알람 기능과 선위 확인 기능 중 LOP(Line Of Position)를 활용하여 항해감시가 다루어지며, 이론과 시뮬레이션을 통한 실습으로 진행된다.

3일차는 ECDIS의 법적 지위와 탑재 요건, 훈련 요건 등의 이해를 돕도록 ECDIS 관련 규정과, 전자해도 설치 및 라이선스 관리, 해도 업데이트, 수정 등의 전자해도를 관리하는 기술 교육을 다루고 있다.

4일차는 ECDIS 개요, 장비 친숙화, 항해계획, 항해감시, 알람 및 안전설정 등을 다루고 있으며 특히 안전설정에서는 안전수심과 안전등심선 설정을 다루고 있다.

5일차는 ECDIS와 관련 사고 사례를 분석하고, 효과적으로 ECDIS를 운영하는 방법, 5일간의 과정의 종합시뮬레이션을 통하여 평가를 하도록 구성되어 있다.

Table 3.3 KIMFT's ECDIS educational contents

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
1일차	개강 및 해양사고 예방교육	1.0
	ECDIS 개요	2.0
	장비 친숙화	1.0
	해도 데이터	2.0
	ECDIS의 센서 및 백업	2.0
2일차	항해계획	3.0
	항해계획 시뮬레이션	2.0
	항해감시 및 알람 설정	2.0
	항해감시 시뮬레이션	1.0
3일차	ECDIS 관련 규정	2.0
	해도 관리	2.0
	해도 관리 시뮬레이션	2.0
	필기 평가	1.0
	종합시뮬레이션 평가	1.0
4일차	ECDIS 개요	1.0
	장비 친숙화	2.0
	항해계획	1.5
	항로감시	1.5
	항해계획 시뮬레이션	1.0
	알람 및 안전설정	1.0
5일차	사고 사례 분석	1.0
	문제 해결	1.0
	해도 데이터	1.0
	해도 관리	1.0
	효과적인 ECDIS 운용	1.0
	종합 시뮬레이션	2.5
	평가	0.5

※ 자료출처 : 한국해양수산연수원, 2015

3.3.2 마린 에듀텍 교육 내용

마린 에듀텍은 하루에 8시간씩 5일간 총 40시간으로 교과목이 편성되어 있다. ECDIS 구성요소, 경계, 항해계획과 모니터링, 법적요건, 전자해도 표시 방식, 책임요건과 평가 등 8개 항목으로 대분류 하여 교육을 진행하고 있다. 교육일자별 교육내용은 Table 3.4와 같다.

1일차는 ECDIS의 기본 교육과정 소개를 시작으로 목적, 항해를 위한 가치, ECDIS의 부적절한 사용 등 주로 구성요소를 다루고 있으며, 선박조종의 특성, 표와 해도를 기반으로 하는 항해계획 수립을 교육한다.

2일차는 기본항해, 항로와 표류, 해도 선정, 해도정보, 설정값 변경, 해도 축적, 정보 층(Information Layer) 등 구성요소와 경계를 중심으로 교육이 이행되고 있다.

3일차는 시스템 리셋 및 백업, ARPA/레이더 중첩, ECDIS 센서와 포트 데이터 입력, 선위와 해안선 알람 등 시스템 관리, 알람, ECDIS 센서 관련 부분을 중점으로 교육이 진행된다.

4일차는 항로계획의 한계, 항로계획의 안전성 검토, 추가 항해정보, 사용자 해도 등의 이론 교육과 함께, 4시간의 집중적인 시뮬레이션 실습의 교육으로 구성되어 있다.

5일차는 ECDIS관련 규정을 중심으로 한 책임 요건, 효과적으로 ECDIS를 운용하는 방법, 전자해도 데이터 수급 및 설치, 마지막으로 종합 시뮬레이션을 통한 평가로 구성되어 있다.

Table 3.4 Marine Edutech's ECDIS educational contents

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
1일차	ECDIS 구성요소 - I - ECDIS 기본 교육과정 소개	0.5
	ECDIS 구성요소 - II - ECDIS 목적 - 항해를 위한 가치 - 올바른 사용과 잘못된 사용	2.0
	ECDIS 구성요소 - III - 워크스테이션 시작, 종료, 레아아웃 - 선박 위치 - 위치 소스	1.5
	ECDIS 항해계획 및 모니터링 - I - 선박 조종 특성	2.0
	ECDIS 항해계획 및 모니터링 - II - 표 기반 항해계획 - 해도 기반 항해계획	2.0
2일차	ECDIS 구성요소 - IV - 기본 항해	2.0
	ECDIS 구성요소 - V - 항로와 표류	2.0
	ECDIS 경계 - I - 해도 선정 - 해도 정보	2.0
	ECDIS 경계 - II - 설정 변경 - 해도 축척 - 정보 층	2.0

※ 자료출처 : 마린 에듀텍, 2015b

Table 3.4 Marine Edutech's ECDIS educational contents(continued)

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
3일차	ECDIS 목표, 해도 & 시스템 - III - 시스템 리셋 및 백업 - ECDIS 파일 보관 및 데이터 기록	1.5
	ECDIS 목표, 해도 & 시스템 - II - ARPA / 레이더 중첩 - AIS 기능	1.5
	ECDIS 책임 요건 & 평가 - III - 평가	1.0
	ECDIS 경계 - III - 센서 - 포트 데이터 입력	2.0
	ECDIS 경계 - IV - 시스템 선위 알람 - 수심 및 해안선 알람	2.0
4일차	ECDIS 항해계획 및 모니터링 - III - 항로 한계 - 항로계획의 안전성 검토	2.0
	ECDIS 목표, 해도와 시스템 - IV - 추가 항해 정보 - 항해 일정 - 항해계획의 사용자 해도	2.0
	시뮬레이션 실습	4.0
5일차	ECDIS 책임 요건과 평가 - I - 책임 요건	2.0
	ECDIS 책임 요건과 평가 - II - ECDIS를 활용한 효과적인 항해	2.0
	ECDIS 목표, 해도과 시스템 - I - 해도 데이터의 수급 및 설치 - 해도 보정자료 설치	2.0
	종합 시뮬레이션	2.0

※ 자료출처 : 마린 에듀텍, 2015b

3.3.3 해양 트레이닝센터 교육 내용

해양 트레이닝센터는 ECDIS교육 중 별도의 평가시간을 두지 않고 있으나, 실습 또는 시뮬레이션 디브리핑 시간에 평가를 병행하고 있으며, 이론 교육, 실습, 평가가 병행되고 있는 ECDIS 교육 구조를 갖고 있다.

1일차는 ECDIS 관련 규정과 요구사항을 중심으로 기본 교육과정 소개 및 ECDIS 친숙화를 시작하며, 선박 위치 센서, 위치 소스, 기본 항해 등을 해석의 오류 등 ECDIS 부적절한 운용에서 나타날 수 있는 오류들을 다루고 있다.

2일차는 ECDIS 디스플레이와 해도에서 시스템과 위치 알람, 해도 정보, 수심과 등심선 알람, ECDIS 형식과 해도의 선정, 정보, 축척 등 발생 가능한 오류 중심으로 교육이 구성되어 있고, ECDIS 백업 1시간이 포함되어 있다.

3일차는 항해계획을 5시간 배정하면서 선박 조종 특성, 항로계획, 안전을 위한 항해계획 확인, 항로 제한 등의 실습으로 항해계획에 대한 교육에 집중하여 커리큘럼이 편성되어 있다.

4일차는 ECDIS와 연동된 항해 장비를 활용, 항로계획에 따른 항로감시를 이론 교육과 시뮬레이션을 통하여 주를 이루고 있으며, 시스템 리셋과 백업, 데이터 기록 등을 다루고 있다.

5일차는 ECDIS의 과도한 의존에 의한 위험성을 해당 규정과 사고 사례를 통하여 교육하며, 효과적으로 ECDIS를 운용하는 방법, 종합 시뮬레이션을 통한 평가로 교육이 구성되어 있다.

Table 3.5 HMS Training center's ECDIS educational contents

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
1일차	관련 규정과 요구사항 - 코스 소개 및 친숙화 계획 - ECDIS 목적 - 항해를 위한 가치 - 올바른 사용과 부적절한 사용 - 워크스테이션 시작, 종료, 레아아웃	3.0
	해석의 오류 - 선박 위치 센서 - 위치 소스 - 기본 항해 - heading과 표류 벡터	2.0
	기본 기능과 설정 - 디스플레이 모드와 설정 - 기본 항해 - 실습	3.0
2일차	디스플레이 데이터 오류 - 시스템과 위치 알람 - 해도 정보 - 수심과 등심선 알람	2.0
	ECDIS 백업	1.0
	ECDIS 형식과 해도 - 해도 선정 - 해도 정보 - 해도 축척	2.0
	데이터 업데이트 시스템 - 해도 데이터 수집 및 설치 - 해도 개정 설치 - 설정값 변경 - 정보 층	3.0

※ 자료출처 : 해영 트레이닝센터, 2015

Table 3.5 HMS Training center's ECDIS educational contents(continued)

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
3일차	ECDIS 데이터 - 해도 데이터 이해 - 해도 품질/정확도/기구	1.5
	ECDIS 센서 - 센서 / 포트 & 데이터 입력	1.5
	항해계획 - 선박 조종 특성 - 항해계획 - 안전을 위한 항해계획 확인 - 항로 제한 - 실습	5.0
4일차	다른 항해 장비와 기능 - AIS/레이더 중첩 기능 - 시스템 리셋과 백업 - ECDIS 데이터 관리 유틸리티 - 데이터 기록과 로그북 - 플레이 백	3.0
	항해감시 - 항로계획	1.0
	항해감시 - 브리핑 - 훈련 - 디브리핑	4.0
5일차	ECDIS 과도한 의존에 의한 위험성 - COLREG, SOLAS, IMO, STCW - 기국 충족사항 - ECDIS를 통한 효과적인 항해	2.0
	기록 - 항로계획	1.0
	통합 감시 체계 - 브리핑 - 실습 - 디브리핑	4.0
	질의응답	1.0

※ 자료출처 : 해영 트레이닝센터, 2015

3.3.4 우수 운항훈련원 교육 내용

우수 운항훈련원의 교육 내용은 ECDIS 소개 및 친숙화, 선위 표시 및 센서, 해도 데이터, ECDIS세팅 및 항목, 항해계획 준비, 항로계획 작성 및 항로감시, 해도 업데이트 유지, 한계와 효율적인 활용, 시뮬레이션, 총 9개의 항목으로 나누고 IMO 모델 코스의 37개의 항을 9개의 항목으로 적용시켜 교육 커리큘럼이 구성되어 있다. IMO 모델 코스에서 요구되는 항목 35가지의 이론 교육을 3일차에 수행하고, 4일차는 시뮬레이션을 통한 훈련, 5일차에는 책임요건과 ECDIS를 활용한 효과적인 항해, ECDIS 유지와, 문제 해결을 교육과정으로 편성하여 교육하고 있다. 우수 운항훈련원의 교과 항목을 살펴보면 마린 에듀텍과 비슷한 교육구조 형태를 갖고 있으며, 교육 세부 내용은 Table 3.6과 같다.



Table 3.6 EUSU Training center's ECDIS educational contents

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
1일차	ECDIS 소개 및 친숙화 - 코스 소개 및 친숙화 계획 - ECDIS 목적 - 항해를 위한 가치 - 올바른 사용과 부적절한 사용 - 워크스테이션 시작, 종료, 레아아웃	3.0
	선위 표시 및 센서 - 선박 위치 - 위치 소스 - 기본 항해 - heading과 표류 벡터 - 센서 - 포트와 데이터 입력	2.0
	해도 데이터 - 해도 데이터 이해 - 해도 품질과 정확도 - 해도 기구	3.0
2일차	ECDIS 설정 및 축척 - 해도 선택 - 해도 정보 - 설정값 변경 - 해도 축척 - 정보 층 - 시스템과 위치 알람 - 수심과 등심선 알람 - ARPA / 레이더 중첩 - AIS 기능	6.0
	항해계획 준비 - 선박 조종 특성	2.0

※ 자료출처 : 유수 운항훈련원, 2015

Table 3.6 EUSU Training center's ECDIS educational contents(continued)

교육일자	주 제	교육시간 (Hrs)
3일차	항해계획 및 항해감시 - 표 기반 항해계획 - 해도 기반 항해계획 - 항로 제한 및 추가 항해 정보 - 안전을 위한 항해계획 확인 - 항로 스케줄 - 항해계획에서 유저 차트	4.0
	해도 업데이트 및 유지 - 해도 데이터 수집 및 설치 - 해도 개정 설치 - 시스템 리셋 및 백업 - ECDIS 데이터 보관 및 데이터 기록	4.0
4일차	시뮬레이터 실습 - I (대양, 연안항해) - 기본 통합 항해 - 차트 디스플레이 설정	3.0
	시뮬레이터 실습 - II (대양, 연안항해) - 항해 알람과 감시 - 상급 통합 항해	3.0
	실기평가 및 리뷰 - 실습	2.0
5일차	한계와 효율적인 활용 - 책임 - ECDIS를 통한 효과적인 항해	2.0
	필기평가 및 검토	1.0
	유지와 문제 해결 - ECDIS 체계 구성 기술 - 항해계획 - 항해감시 - 해도 설치 및 업데이트 - ECDIS 설정 및 자동 축척 - 메뉴 구조 설명 - 디스플레이 패널 설명 - 유지와 문제 해결	4.0
	ECDIS 평가	1.0

※ 자료출처 : 유수 운항훈련원, 2015

3.4 지정교육기관 교육 시간 비교 분석

각 지정교육기관의 ECDIS 교육 프로그램은 모두 40시간으로 구성되어 있고 일부 항목에 대하여 약간의 차이는 있으나 대부분 IMO 모델 코스에 의거하여 구성이 되어있으며 한국해양수산연수원을 제외한 3개의 교육기관은 사고 사례분석 시간이 별도의 시간으로 구성되어 있지 않고 교육과정 사이에 포함되어 교육 동기부여 또는 교육 내용 이해도 향상을 위하여 활용되고 있으며 해도는 도식 교육보다는 주로 해도의 수급, 설치 및 소개정 등에 집중이 되어 6시간에서 8시간 정도 할애되었다. 각 교육기관별 모의 조종훈련은 6시간에서 8.5시간으로 진행되고 평가 역시 모든 교육기관에서 2.5시간에서 4.5시간으로 구성되었다. IMO 모델 코스와 각 지정교육기관의 교육 목록별 교육시간을 비교하면 Fig. 3.1과 같다.

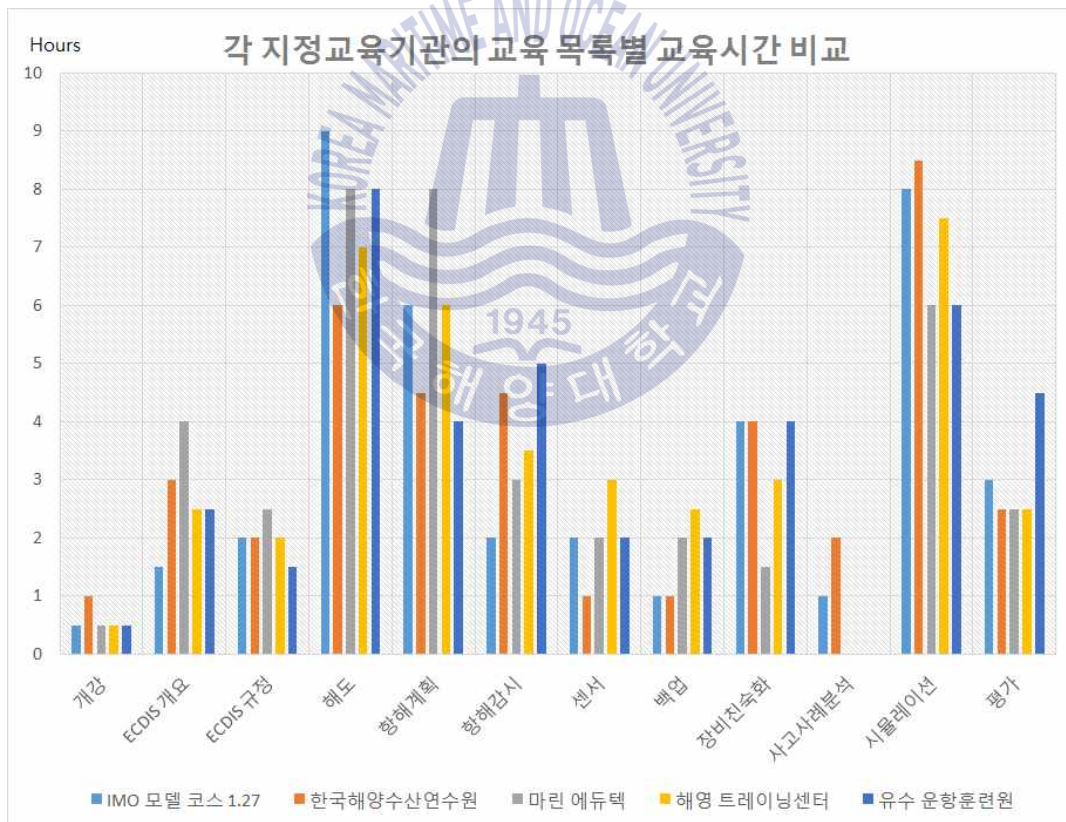


Fig. 3.1 Comparison of education hours

제 4 장 ECDIS 교육의 문제점 분석

4.1 해도 도식 교육의 문제점

해도는 해상의 지형뿐만 아니라 바다 밑의 암초 등과 같은 장애물 등을 기호 및 약어로 표시한 바다의 안내도이며, 현재 사용하는 해도에는 종이해도와 전자해도이다. 선박에 널리 보급되어 사용되는 종이해도는 영국수로사무소(UKHO)에서 발행하는 British Admiralty Navigational chart이며, 3758장(Chart Availability list WK49, 2015 기준)의 종이해도가 선박에서 사용되고 있다. 전자해도는 ECDIS의 해도 내용 및 표시사항의 IHO 사양기준에 따라 작성된 S-52를 사용하고 있다. 종전까지 항해사는 항해를 위하여 항해계획을 종이해도에 수립하였으며, 최근 선박에 ECDIS 탑재와 전자해도 보급으로 인하여 현재는 종이해도와 전자해도가 공존하고 있다. 그러나 종이해도에 익숙한 항해사들의 전자해도 도식의 오인과 부적절한 ECDIS 운용 등으로 사고가 발생하였다. 이 장에서는 종이해도와 전자해도에 표시되는 해도 도식의 모양, 형태 등의 특성을 비교분석하고, 사고 사례 및 운용절차를 통하여 ECDIS 모델 코스에 대한 문제점을 분석한다.

4.1.1 해도 도식 차이

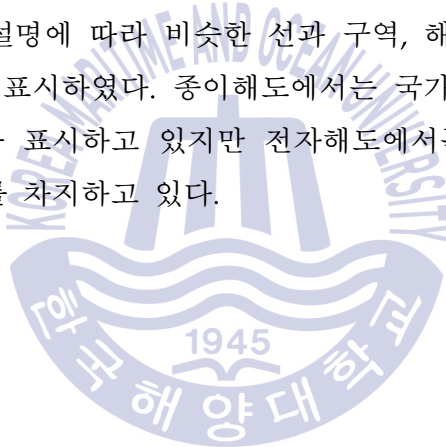
해도 도식은 해도 상에 여러 가지 사항들을 표시하기 위하여 사용되는 특수한 기호와 약어로 항해자가 해도를 쉽게 사용하는데 기여하는 역할을 한다. 최근 항해사들은 기존 종이해도의 해도 도식에 대하여 눈에 익숙해져 있기 때문에 전자해도의 해도 도식과 비교하여 형태가 변형되었거나, 축약, 신설된 전자해도의 해도 도식에 대한 충분한 이해도가 요구된다.

항해에 사용되는 종이해도와 전자해도에서 사용되는 해도 도식을 NP5011¹⁵⁾과 NP5012¹⁶⁾에 수록된 내용에 대하여 일반(General), 지형(Topography), 수로

15) NP5011(Symbols and Abbreviations Used on Admiralty Paper charts) : UKHO에서 발행한 BA Chart와 INT(International Chart)에 사용되는 기호 및 약어에 대한 정보를 제공하는 간행물

(Hydrography), 항로표지(Aids And Service)로 대분류를 하고, 21개의 소분류를 하여 나타내고 있다. 본 연구에서는 21개의 소분류 중에서 항해 중 해도 도식의 이해도가 주의 깊게 요구되고 단계별 항해계획의 수립 중 사용되는 해도 도식의 항목 중 수로 8개의 소분류와 항로표지 2개의 소분류로 NP5011과 NP5012의 해도 도식을 비교분석하였다.

수로는 조류, 수심, 저질암초, 침선, 장애물, 연안, 항로, 구역 등 수계 지리학적으로 H부터 N까지 8개 부분으로 분류가 되었다. 종이해도 대비 전자해도의 해도 도식이 수로부분에서 얼마나 차이가 나는지 비교한 결과는 Table 4.1과 같다. 종이해도의 총 260개 항목 대비 전자해도 186개의 항목이 사용되고 있으며, 백분율로 환산한 결과 71.54%를 차지하고 있다. 140개 항목이 누락되고, 75개 항목이 추가되었다. 내용을 분석한 결과 NP 5011에서는 선과 구역, 해도 도식을 세분화 하였지만, NP 5012에서는 용도와 설명에 따라 비슷한 선과 구역, 해도 도식을 통합적으로 표시하고 새로운 항목으로 표시하였다. 종이해도에서는 국가별 해도 도식을 보충하여 다양한 형태로 106항목을 표시하고 있지만 전자해도에서는 표시하지 않고 있으며, 누락된 항목 중 약 59%를 차지하고 있다.



16) NP5012(Admiralty guide to ENC Symbols used in ECDIS) : UKHO에서 발행한 ECDIS에 사용되는 전자해도 Symbol에 대한 사용 설명과 종이해도식(Traditional)과 약식(Simplified) 형식으로 그래픽으로 제공하는 간행물

Table 4.1 Comparison of symbol's items on Hydrography
between NP5011 and NP5012

분류	수로	NP5011	NP5012	생략	추가	변형
	세부 분류	BA	ENC			
H. 조석, 해류	조석표	2	0	2	0	0
	조류와 해류	5	8	1	4	0
	추가의 국가별 해도 도식	20	0	20	0	0
	소계	27	8	23	4	0
I. 수심	일반	5	1	4	0	1
	수심	6	8	1	3	1
	항로와 구역의 수심	6	5	1	0	0
	등심선	3	4	0	1	0
	추가의 국가별 해도 도식	3	0	3	0	0
	측심학적 약어	0	6	0	6	0
	소계	23	24	9	10	2
	소계	23	24	9	10	2
J. 저질	저질 종류	16	17	0	1	0
	추가의 국가별 해도 도식	58	0	58	0	0
	소계	74	17	58	1	0
K. 암초, 침선, 장애물	General	2	2	1	1	1
	암초	10	7	4	1	4
	침선	13	13	3	2	7
	장애물과 협약	11	8	7	5	4
	추가의 국가별 해도 도식	12	0	12	0	0
	양식	0	8	0	8	0
	소계	48	38	27	17	16
L. 연안 설비	일반	4	7	0	3	1
	플랫폼과 계선	8	7	2	1	3
	수중 설비	4	8	0	4	4
	수중 케이블	5	2	3	0	2
	수중 파이프라인	7	7	0	0	0
	추가의 국가별 해도 도식	1	0	1	0	0
	소계	29	31	6	8	10
M. 항로	항로	6	12	1	7	3
	항로 측정 - 기본 도식	6	20	0	14	0
	레이더 감시 시스템	1	4	0	3	1
	무선 보고 지점	1	3	0	2	1
	연락선	2	4	0	2	0
	추가의 국가별 해도 도식	5	0	5	0	0
	소계	21	43	6	28	5
N. 구역, 한계	일반	4	5	0	1	0
	정박지	14	4	1	0	0
	제한 구역	8	7	3	2	0
	군사 훈련 구역	1	2	0	1	0
	각종 한계	4	7	0	3	0
	추가의 국가별 해도 도식	7	0	7	0	0
	소계	38	25	11	7	0
합계		260	186	140	75	33
NP5011 대조 백분율(%)		100.00	71.54	53.85	28.85	12.69

※ 자료출처 : UKHO, 2011; UKHO, 2012c

또한, NP5011과 NP5012의 해도 도식 형태를 비교분석한 결과 33개의 항목의 해도 도식 형태가 현저한 차이를 보이고 있으며, 형태가 상이한 주요 해도 도식 비교는 Table. 4.2와 같다. 따라서 해도 도식의 형태에 대한 비교를 통하여 해도 도식의 이해도를 높이는 교육이 추가로 요구된다.



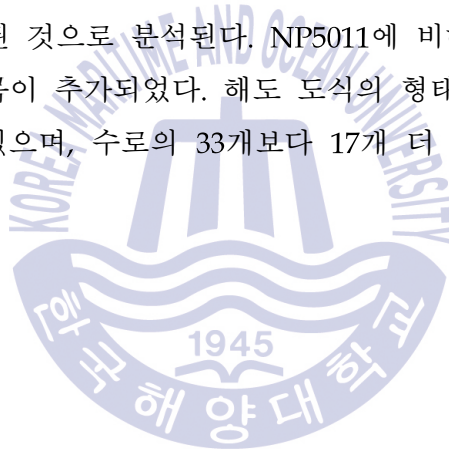
Table 4.2 Example of representative symbol's style contrast between NP5011 and NP5012

분류 - 세부 분류		
설 명	NP5011	NP5012
I. 수심 - 수심과 간출암		
보고는 되었으나, 확인 되지 않은 수심 또는 위험물		
K. 암초, 침선, 장애물 - 암초		
노출암		
K. 암초, 침선, 장애물 - 암초		
마스트 또는 선체 일부가 노출된 침선		
K. 암초, 침선, 장애물 - 장애물		
소해, 다이버에 의해 수심이 알려진 장애물		
L. 연안 설비 - 수중 설비		
수중 생산지		
P. 등 - 특수등		
조명등		
Q. 부표, 입표 - 등표지 예시		
등부표		

※ 자료출처 : UKHO, 2011; UKHO, 2012c

항로표지¹⁷⁾는 항해 중 위험물의 존재를 경고하기도 하고, 해상의 정보를 제공하고, 항해의 진행방향을 전달하기도 하는 등 안전항해에 도움을 주는 중요한 요소이다. 항로표지 중, 등(Light)은 주기, 광달거리, 등질, 등호에 따라, 부표(Buoy)는 형상, 두표, 색깔에 따라, 입표(Beacon)은 전송방식, 모스 부호(Mores code), 주기에 따라 부여하는 의미가 다르며 각각의 특정된 정보를 제공한다. 해상에서는 등, 부표, 입표를 복합적으로 표시하여 정보를 제공하고 있으므로 항해중 항해사들은 기본적으로 해도 도식 또는 등대표(Light list)를 활용한다.

등, 부표, 입표의 해도 도식이 종이해도와 전자해도에서 표시되는 항목을 Table 4.3과 같이 비교 분석하였다. NP5011은 110개의 항목으로, NP5012는 63개의 항목으로 나타내고 있으며, 전자해도에서 표시되는 해도 도식은 종이해도 대비, 백분율로 환산시 약 57%로 수로보다 약 20% 낮은 수치이며, 수로에 비하여 해도 도식이 축약되거나 통합, 간소화 된 것으로 분석된다. NP5011에 비하여 NP5012는 55개 항목이 누락되고, 15개의 항목이 추가되었다. 해도 도식의 형태의 차이에서도 50개의 항목에 차이를 나타내고 있으며, 수로의 33개보다 17개 더 많은 항목이 형태가 상이함으로 분석된다.



17) 항로표지(Aids And Service) : 선박항해의 지표로서 위치와 침로결정·위험물과 장애물의 경고·협수로 또는 항로의 한계 및 변침점의 표시 등을 위하여 설치되는 항행원조시설이며, 선박의 이용목적에 따라 항양표지·육지초인 표지·장해표지·항만표지 등으로 분류되기도 한다.

Table 4.3 Comparison of symbol's items on Aid and service
between NP5011 and NP5012

항로표지		NP5011	NP5012	생략	추가	변형
분류	세부 분류	BA	ENC			
P. 등	등 구조물, 주된 부유체 등	7	0	7	0	0
	등 특성	23	5	18	0	0
	도등	2	2	0	0	2
	지향등	1	3	0	2	0
	분호등	3	3	0	0	3
	제한된 시간에 표시되는 등	2	0	2	0	0
	특수 등	6	2	6	2	2
	추가의 국가별 해도 도식	1	0	1	0	0
	소계	45	15	34	4	7
Q. Buoys, Beacon	부표와 입표 - 두표	22	20	2	4	20
	등 부유체	2	2	0	0	2
	부표, 모양	6	8	0	2	8
	계선 부표	5	5	0	0	5
	특수 표지	6	3	3	3	3
	계절적 부표	1	1	0	0	1
	입표	3	2	1	0	2
	특수 입표	5	7	0	2	2
	추가의 국가별 해도 도식	15	0	15	0	0
	소계	65	48	21	11	43
합계		110	63	55	15	50
백분율(%)		100.00	57.27	50.00	13.64	45.45

※ 자료출처 : UKHO, 2011; UKHO, 2012c

해도 도식에 대한 기관별 교재 내용을 분석한 결과 전자해도 도식에 국한되어 평균 2~3개의 슬라이드 정도로 교육 내용의 범위는 매우 작다. 지정 교육기관별 ECDIS 교재를 분석한 결과 종이해도와 전자해도의 해도 도식의 중요성과 차이에 대한 교육은 언급되지 않고 있다. 다만, 한국해양수산연수원 교재에서 주의사항으로 판독 오류에 대한 기술만으로 분석되었고, 해영 트레이닝센터의 경우 전자해도 도식만이 교재에 포함되어 있다. 지정 교육기관별 교육 내용은 Table 4.4와 같다.

Table 4.4 Each educational institution's contents of ECDIS on comparison with symbolbetween BA Chart and ENC

교육 기관	교육 내용 (BA 해도와 ENC의 해도 도식 비교)
IMO 모델 코스	-
한국해양수산연수원	효과적인 교육운용 - 주의사항 : 종이해도와 ECDIS 해도 도식 차이에 의한 판독 오류
마린 에듀텍	-
해영 트레이닝센터	-
유수 운항훈련원	-

한국해양수산연수원 오션폴리텍 양성교육생을 대상으로 지문항해학 21시간 중 3시간을 종이해도의 해도 도식에 대하여 교육이 진행되고 있다. 따라서 종이해도와 전자해도의 해도 도식 차이에 대한 교육을 구축하여 항해사가 해도 도식의 혼란이나 오인으로 발생하는 사고를 예방하여 안전항해를 도모해야 한다.

4.1.2 도식 차이로 인한 사고 위험 사례

4.1.2.1 고립장애물 도식관련 위험 사례

항해에 치명적인 고립장애물 도식의 경우에도 기존의 종이해도 도식과 심각한 혼란이 발생할 수 있다. Fig. 4.1은 부산항 검역묘지 내에 존재하는 19.5M의 수심을 가진 침선이지만 기존의 종이해도에 표기되었던 'WK'가 사라져 검역묘지 내임에도 불구하고 침선으로 인식하지 못할 위험성이 있다.

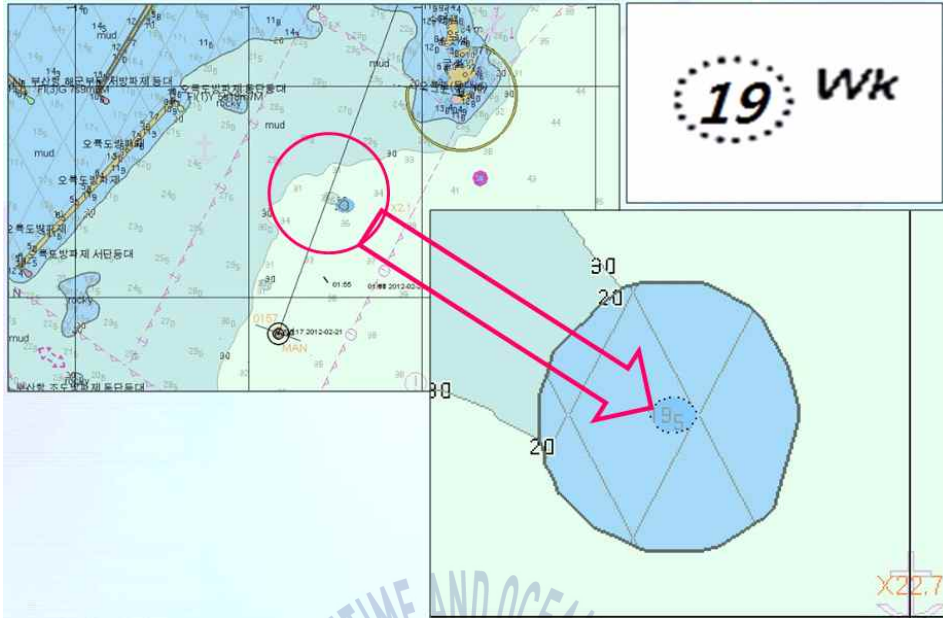




Fig. 4.1 Wreck(depth 19.5m) in Busan harbour quarantine anchorage

국제수로기구의 해도 도식, 항로 등 표시에 관한 표준인 S-52 규정에 따라 SENC에 암초, 침선, 장애물 등의 고립 장애물(Isolated danger, 이하 고립장애물 도식이라 한다.)¹⁸⁾이 Table 4.5와 같이 종이해도와는 달리 적색 바탕의 원에 흰색 X자로 표시되며 이는 침선, 암초, 장애물 등 위험물의 속성에는 관계없이 동일하게 표시된다(IHO, 2010).

18) 고립 장애물(Isolated danger) : S-52 Specifications for chart content and display aspect of ECDIS Edition 6.0-March 2010에서 고립 장애물 도식은 작은 모래톱(small shoals), 암초, 침선, 장애물포함하고 있다.

고립장애표지(Isolated Danger Mark) : 고립장애표지는 IALA 등부표식 도식으로 가항 수역 내에 존재하는 암초나 침선 등의 고립된 장애물 위에 설치 또는 계류하는 표지. 이 표지의 두표(top mark)는 2개의 흑구를 수직으로 부착하며, 표지의 색상은 검은색 바탕에 1개 또는 그 이상의 적색 띠를 둘러 표시한다. 등화는 백색을 사용하며 2회의 섬광등 FI(2)을 사용한다. 여기서 ECDIS상에 표시되는 도식 고립 장애물과 IALA의 규정에 의하여 표시되는 고립장애표지 도식을 구분하여 용어 표기를 한다.

Table 4.5 Paper symbol(Wreck) and Isolated danger symbol

구 분	종이 차트에 표시되는 침선 도식	ECDIS에 표시되는 고립 장애물 도식
도 식		

※ 자료출처 : 정민 등, 2015

이러한 해도 도식의 문제점은 선행 연구에서도 식별이 된다. 고립장애물 도식에 대한 이해도를 묻는 선행연구의 질문에서는 다음의 Table 4.6처럼 112명(31.8%)이 이해가 어렵다고 하여 부정적으로 응답하였다. 그 이유에 대해서는 해당 도식은 단순하고, 구체성 없으며, 혼동의 위험이 있고, 항해사의 입장에서 직관적이지 않음을 지적하였다(정민 등, 2015).

Table 4.6 Ease of general Isolated danger symbol recognition

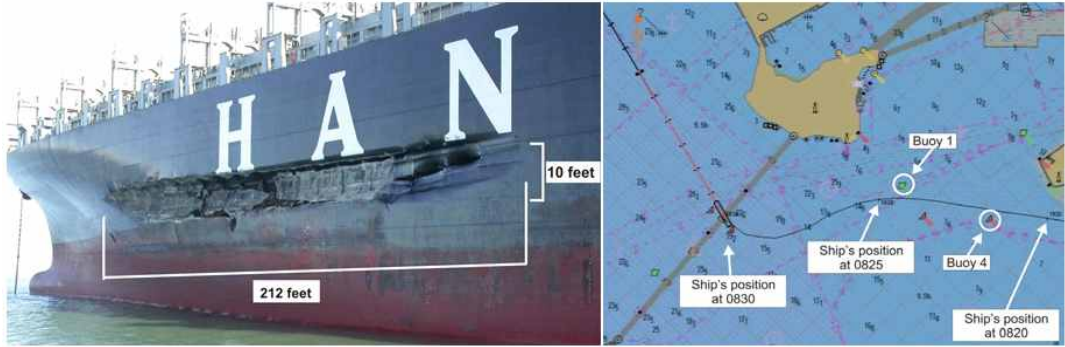
응답항목	응답자	백분율
매우 어려움	8	2.3
어려움	8	2.3
다소 어려움	24	6.9
보통	152	43.4
다소 쉬움	44	12.6
쉬움	96	27.4
매우 쉬움	18	5.1
합계	350	100

※ 자료출처 : 정민 등, 2015

4.1.2.2 코스코 부산호 사고 사례

2007년 11월 7일 컨테이너선 코스코 부산(COSCO BUSAN)호가 제한시계 상황에서 도선사 조선 하에 오클랜드를 출항하여 부산으로 향하던 중 샌프란시스코 베이 브릿지 교각과 충돌하는 사고가 발생하였다. 사고의 원인은 ECDIS의 도식에 익숙

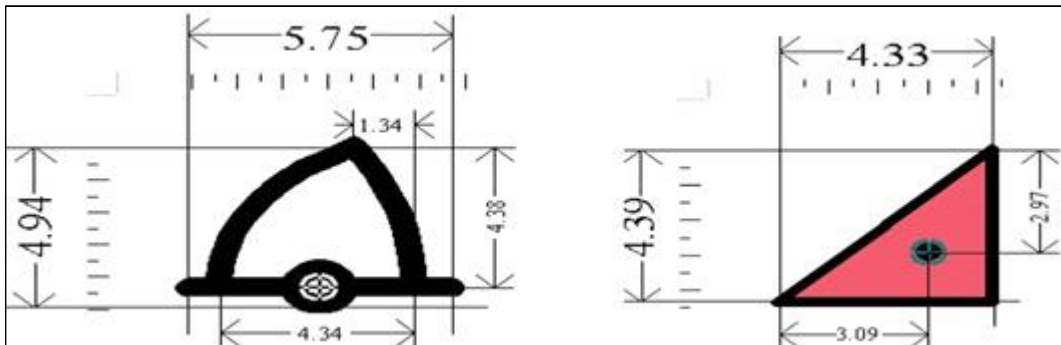
하지 못한 도선사가 전자해도에 표현된 붉은색의 삼각형이 측방부표임을 인지하지 못하고 이 표시가 항로의 중심 표지라 오인하여 발생하였다(NTSB, 2009). Fig. 4.2는 사고 후 손상된 코스코 부산호와 사고 시의 항적을 나타낸다.



※ 자료출처 : NTSB, 2009

Fig. 4.2 Damaged M/V COSCO BUSAN(L) and track after the accident(R)

ECDIS에 표시되는 전자해도의 도식은 2가지의 형태를 제공한다. 종이해도와 비슷한 모양과 형상을 가진 종이해도식 도식(Traditional symbol)과 IHO의 S-52(Presentation Library¹⁹)에 의한 약식 도식(Simplified symbol)은 해도 도식의 모양과 색깔을 특징으로 사용하여 간소화하여 의미를 전달한 해도 도식이다(UKHO, 2012c). ECDIS는 약식 도식이 초기화면으로 설정이 되어있으므로 약식 도식에 대한 상세한 교육이 필요하다고 판단된다. Fig. 4.3은 코스코 부산호의 사고와 관련된 측방표지의 형상 차이를 보여준다.



※ 자료출처 : NTSB, 2009

Fig. 4.3 Cardinal buoy Traditional symbol(L) and Simplified symbol(R)

19) Presentation Library : S-52에 명시된 ECDIS상에 표시된 도식화 방법, 심벌 사용방법 등을 기술하고 있다.

항해 중 ECDIS상에 표시되는 해도 도식을 UKHO에서 발행하는 NP5012를 통하여 해도 도식의 종류와 수량을 Table 4.7과 같이 비교 분석하였다. 종이해도식 도식과 약식 도식이 구분되어진 대상은 부표, 입표, 무중 신호, 레이더 전파, 위성, 항해 시스템과 관련된 해도 도식이다. 부표와 입표에서는 종이해도식 도식이 93개, 약식 도식이 83개로 종이해도와 비슷한 형태를 갖춘 종이해도식 도식이 10개 더 많은 것으로 조사되었다. 국제항로표지협회²⁰⁾의 특수 표지, 고립장애 표지, 안전수역 표지는 종이해도식 도식이 약식 도식보다 12개 더 많이 표시 가능한 반면, 약식 도식은 부표 형상에서 2개 더 많게 ENC상에 표시 가능하다. 항내의 종이해도식 도식과 약식 도식의 예시는 Fig. 4.4와 같다.

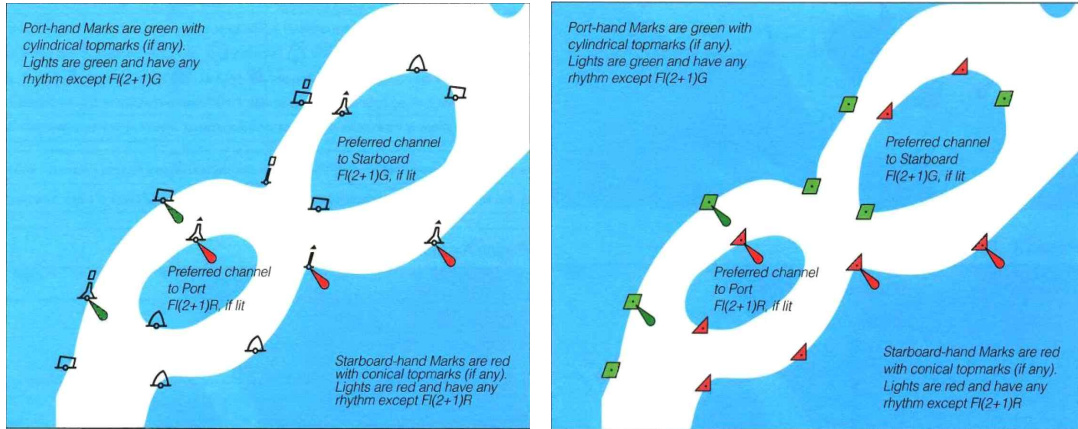


20) 국제항로표지협회(International Association of Lighthouse Authorities, IALA) : 항로표지에 관한 기술 개발 및 기준의 설정을 통하여 국제적 표준화를 이루기 위해 항로표지의 설치 및 관리를 주관하는 기관들로 구성된 비정부간 국제기구. 1957년 7월에 설립되었으며, 프랑스 파리에 본부를 두고 있다.

Table 4.7 Symbol Styles on NP5012

분류	세부 분류	종이해도식	약식
Q. 부표와 입표	역 반사기	1	1
	등표지 예시	2	2
	부표, 일반	1	1
	부표, 모양	10	12
	작은 등 부유체	2	2
	계선 부표	3	3
	특수 부표	13	7
	계절적 부표	1	1
	입표, 일반	2	2
	간출암지역 작은 표지	3	3
	육지에서 사용되는 작은 표지	3	3
	입표 탐	6	6
	특수 입표	2	2
	입표	16	16
	측방 표지	4	4
	고립장애 표지	6	4
	안전수역 표지	8	4
	특수 표지	10	10
	소계	93	83
R. 무중 신호	일반	1	1
	소계	1	1
S. 레이더 무선, 위성 항해 시스템	레이더	1	1
	소계	1	1
합계		95	85

※ 자료출처 : UKHO, 2012c



※ 자료출처 : UKHO, 2012c

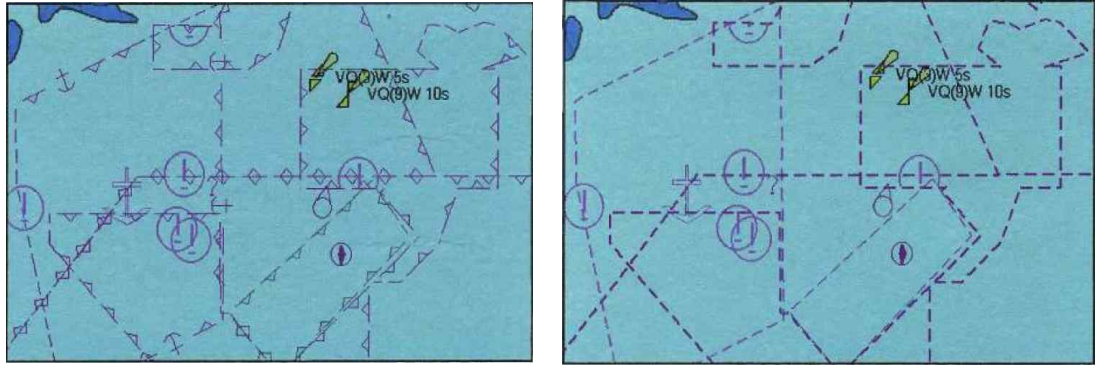
Fig. 4.4 Comparison of Traditional symbol(L) and Simplified symbol(R)

전자해도에서는 두 가지의 형태 약식(Plain)과, 도식식(Symbolised)으로 선, 구역, 한계선등을 표시한다. 약식은 간단히 점선으로 표시하고, 도식식은 종이해도와 비슷한 형태로 표시한다(UKHO, 2012). 해도 도식에 대한 선형을 나타내는 항목과 수량은 Table 4.8과 같고, 선형에 대한 예시는 Fig. 4.5와 같다.

Table 4.8 Line Styles on NP5012

분류	세부 분류	도식식	약식
K. 암초, 침선, 장애물, 양식	장애물과 험악	1	1
	양식	3	3
	소계	4	4
N. 구역과 한계	일반	2	2
	제한 구역	5	5
	군사 훈련 구역	2	2
	내부 경계와 국가 한계	3	3
	각종 한계	3	3
	소계	15	15
T. Service	도선	1	1
	소계	1	1
Total		20	20

※ 자료출처 : UKHO, 2012c



※ 자료출처 : UKHO, 2012c

Fig. 4.5 Comparison of Symbolised line(L) and Plain line(R)

선장을 포함한 전 항해사관은 ECDIS 정보 층 기능 중 해도 도식의 전환 기능을 적절히 운용하여 안전하고 효율적인 항해 업무에 기여해야 한다. 앞서 4.1.1항에서 종이해도와 전자해도에서 표시되는 해도 도식의 형태가 일부 차이를 보이는 것으로 분석되었다. ECDIS 기능으로 약식 도식의 구현으로 간소화와 편리화를 가져왔지만, 해도 도식의 잘못된 이해로 코스코 부산호가 교각과 충돌하는 사고 사례가 발생하였다. 종이해도식 도식과 약식 도식은 주로 항로표지에 적용되어 있기 때문에 중요성이 대두된다. 그리고 도식식 선과 약식 선이 구역으로 표시될 때에 따른 ECDIS 기능에 대하여 이해가 요구되어져야 하고, ECDIS 교육 내용으로 다루어져야 한다.

4.1.2.3 도식관련 교육 현황 분석

지정 교육기관별 교안 내용을 분석한 결과 모든 기관이 종이해도식 도식과 약식 도식에 대한 일부 언급 및 몇 개의 해도 도식 예제를 표시하고 있으며, 덧붙여 한국해양수산연수원과 마린 에듀텍의 경우 사고 사례를 통하여 ECDIS에서 구현이 가능한 종이해도식 도식과 약식 도식의 중요성을 나타내고 있다. 도식식/약식 선 또는 구역의 차이에 대해서는 해영 트레이닝센터에서만 언급하고 있다. 지정교육기관별 ECDIS상 해도 도식의 특징을 비교 분석한 상세 표는 Table 4.9와 같다. NP5012에서는 종이해도식/약식 도식, 도식식/약식 선 또는 구역을 ECDIS상 추가 표시 옵션으로 설명하고 있다. 코스코 부산호와 같이 ECDIS상 해도 도식 이해의 잘못된 오류로 인하여 사고가 발생할 수 있다.

Table 4.9 Each educational institution's contents of ECDIS on chart symbol's characteristic

교육 기관	교육 내용 (해도 도식의 특성)
IMO 모델 코스	항해적 가치 - 해도표시 : 투영, 색상 및 도식 표시물 상호간의 차이점 이해 해도 특성과 정확성 - 해도 자료 정확성
한국해양수산 연수원	해도데이터 - 해도의 정확성 확인과 도식의 이해 : 종이해도식/약식 도식의 차이 비교 해도데이터 관리 - 전자해도 도식 : 도식 및 해도 정보 사고 사례 - 코스코 부산호 사고 사례
마린 에듀텍	ECDIS 구성요소 - 주요기능요건 : 프레젠테이션 라이브러리 도식 예시 ECDIS를 이용한 항해 당직 - 해도정보 : 프레젠테이션 라이브러리 도식 예시 - 정보 층 : 종이해도식/약식 도식 ECDIS 책임 요건 및 평가 - 사고 사례 : 코스코 부산호 사고 사례
해양 트레이닝센터	전자해도 및 도식 - 전자해도 도식 : 종이해도식/약식 도식 비교, 도식식/약식 선 또는 구역 비교
유수 운항훈련원	ECDIS 목적 - 프레젠테이션 라이브러리 도식 - 해도 도식 : 종이해도식/약식 도식 비교,

4.1.3 축척과 관련된 사고 위험 사례

4.1.3.1 CFL 퍼포머호 사고 사례

2008년 5월 12일 네덜란드 선적의 CFL 퍼포머(CFL PERFORMER)호가 종이해도

가 없이 ECDIS만을 사용하여 영국 연안을 항해하던 중 Fig. 4.6에 표시된 헤이스보르우 샌드 부근에 좌주사고가 발생하였다. 사고 직후 영국의 PSCO의 조사 결과 선장을 포함한 전 항해사관이 ECDIS 교육을 받지 않았으며, 이항사는 위험한 저수심 지역이 있음에도 전자해도의 축척을 소축척으로 설정하여 저수심 지역이 화면에 표시되지 않은 채 항로계획을 설정하였다. 또한, 해당 저수심 지역을 항해하면서 잘못 설정된 항로에 대해 인식하지 못하고 부적절한 소축척을 사용하며 항해하다 발생한 사고였다(MAIB, 2008).



※ 자료출처 : MAIB, 2008

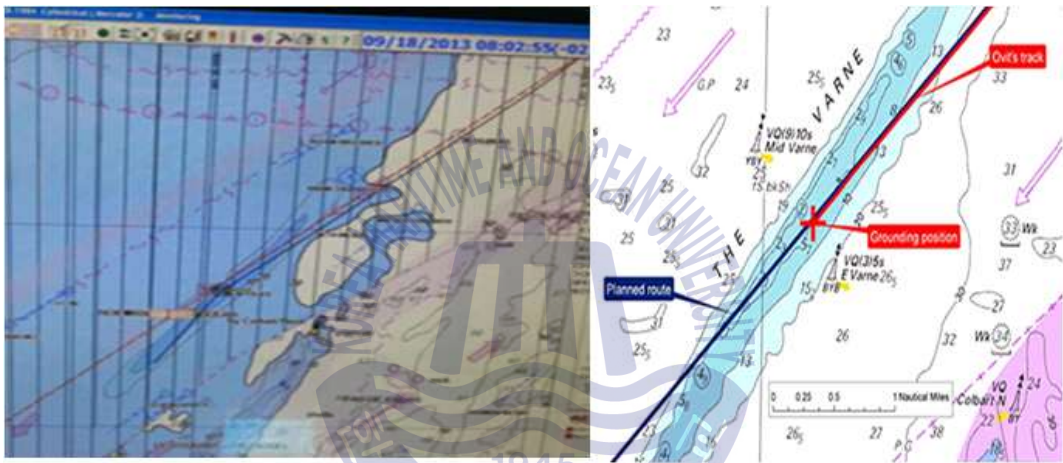
Fig. 4.6 Vessel's planned routes(L) and screen shot of ECDIS display(R)
(ECDIS Maker: Furuno)

4.1.3.2 오비트호 사고 사례

2013년 9월 18일 도버해협을 통과 중이던 케미컬 운반선 오비트(OVIT)호는 일항사 당직 중인 새벽 4시 30분 경 바네 제방에 좌초하였다. 종이해도 없이 ECDIS만으로 항해하던 선박이었으며, 선장을 포함한 모든 항해사관들이 ECDIS 교육 프로그램뿐만 아니라 ECDIS 모델별 특성 교육²¹⁾도 이수하였다. 삼항사가 ECDIS를 사용하여 항로설정을 하였으나 적절하지 못한 소축척으로 항로를 설정하며 저수심 지역 위를 통과하는 항로를 선정하였고, 사고 당시 당직 중이었던 일항사도 부적절

21) ECDIS 모델별 특성 교육 : Type Specific Training, TST

한 축척을 사용하여 저수심 지역을 인지하지 못한 채 항로를 따라 항해하여 좌초사고가 발생하였다. 선장을 포함한 전 항해사관이 ECDIS와 관련된 모든 교육을 이수하였고 친숙화가 되었다고 기록되어 있었으나, 사고 후 조사에서 선장과 항해사관들이 ECDIS와 전자해도에 대한 이해도가 충분하지 못한 것으로 인정되었으며, 특히 해도의 축척에 대한 이해도가 아주 낮은 것으로 조사되었다(MAIB, 2014). Fig. 4.7은 사고 선박의 ECDIS에 설정된 항로와 해당 수역의 대축척 종이해도를 비교하여 보여준다.



※ 자료출처 : MAIB, 2014

Fig. 4.7 M/V OVIT route on ECDIS display(L) and track after the accident(R)

전자해도는 특성상 확대, 축소가 용이하며, 세계지도일지라도 대축척으로 확대가 가능하다. 화면의 확대 축소에 따라 해도 도식 또한 전자해도의 축척에 따라서 변화한다. 각각의 해도 도식은 축척 최대와 최소 범위를 갖고 있으며, 그 범위를 벗어나게 되면 해도 도식은 화면에 나타나지 않는다. 소축척 전자해도의 사용이나 잘못된 축척의 사용 등은 저수심이나 위험한 물표를 화면에 표시하지 않아 안전항해를 저해하는 위험한 요소이지만 ECDIS 교육 프로그램시 해당 내용에 대한 언급이 없거나 가볍게 언급되는 정도로 교육이 시행되면 CFL 퍼포머호와 오비트호의 사례와 같은 반복된 사고가 발생할 수 있다.

따라서 항로계획이나 항해 중 전자해도의 사용은 종이해도와 동일하게 대축척 해

도가 사용되어야 하며 적절한 축척으로 설정하여 사용해야 한다. 이러한 적절한 축척의 선택은 해도경계선을 설정하여 다음 해도 영역으로 진입하는 시점을 확인해야 하며, 각 해도의 축척은 정보 기능 등으로 확인한다.

4.1.3.3 축척관련 교육 현황 분석

IMO 모델 코스에서 축척의 변화에 대하여 6개의 항목으로 중복되어 과도한 확대·축소 등으로 인한 문제점, 데이터 밀집 오류, 적절한 축척의 사용을 통한 항로 수동점검 및 필요성으로 ECDIS 교육 내용을 권고하고 있다. 모든 지정 교육기관이 축척에 대하여 ECDIS에서 구현된 그림과 설명으로 축척에 대한 내용이 언급되고 있으며, 주의를 당부하고 있다. Table 4.10을 비교분석 하면, 마린 에듀텍과 우수 운항훈련원에서는 한 개의 장으로 해도 축척과 도식 축척에 대한 교육이 이루어지고 있고, 한국해양수산연수원과 해영 트레이닝센터에서는 세 개의 장으로 축척에 대한 교육이 이루어지고 있다. 반복 교육을 통하여 적절한 해도 축척 사용의 중요성과 기능 부분을 언급하면서 교육의 효과를 높이는 것으로 분석된다.

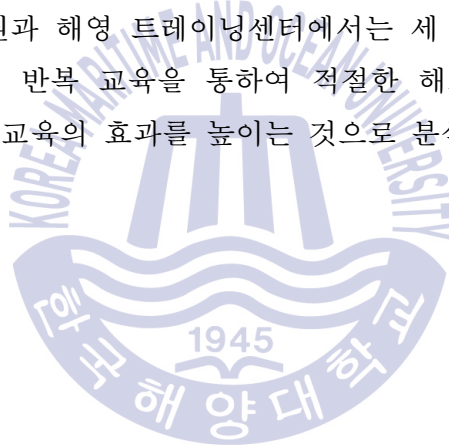


Table 4.10 Each educational institution's contents of ECDIS
on change of symbol by scale

교육 기관	교육 내용 (축척에 따른 해도 도식의 변화)
IMO 모델 코스	<p>ECDIS 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 데이터의 표시적용 : 프레젠테이션 라이브러리 기준, 축척 <p>해도 선택</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부적절한 해도선택으로 인한 문제점 : 과도한 확대·축소 등으로 인한 문제점 <p>해도 축척</p> <ul style="list-style-type: none"> - 축척으로 인해 발생하는 오류 분석 등 : 과도한 축소로 인한 데이터 밀집 오류, 적절한 축척의 선택 <p>정보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과도한 축소시 정보표시 확인 : SCAMIN 기능의 ON/OFF 관찰 <p>안전을 위한 항해계획 확인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 항로 안전성 검토 : 대축척 해도상의 항로에 대한 수동점검 및 필요성 <p>항로 제한</p> <ul style="list-style-type: none"> - XTE 수정 : 적절한 축척의 해도 정보의 검토 결과
한국해양수산 연수원	<p>항해감시 및 알람 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정보과 축척과 유효한 큰 축척 전자해도에 알람기능 <p>해도데이터</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해도데이터 구분 : 해도 방식별 축척변화 - 해도 설정 : 해도 축척 설정 <p>사고 사례 분석 및 문제해결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : 오비트호, CFL 퍼포머호 사고 사례
마린 에듀텍	<p>ECDIS를 이용한 항해 당직</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해도 축척 : 전자해도 축척
해양 트레이닝센터	<p>기본 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화면설정 : 축척 설정, 축척기능 활용시 설정 기준, 과축척, 해도 경계면, 자동축척선택 기능 <p>항로감시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 알람과 지시 : 정보 과축척, 유효한 전자해도 <p>ECDIS 개요 및 규정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : CFL 퍼포머호 사고 사례
유수 운항훈련원	<p>해도 축척</p> <ul style="list-style-type: none"> - 축척 선택, 변경, 축척 변경시 발생 가능한 에러, 과축척 알람

4.2 안전설정 관련 문제점 분석

4.2.1 안전설정의 개요

선박이 항해 중 경계하여야 할 사항으로 항상 안전한 수역 내 존재하여야 하고, 타 선박, 물표를 회피기동할 수 있는 선박의 전후측, 좌우측의 충분한 거리를 유지하여야 한다. 또한 기관고장, 항해 과실 등에도 좌초 가능성·속력에 따른 선체침하 현상을 예방하기 위하여 선박의 상하측에 대한 선저여유수심을 확보하여야 한다.

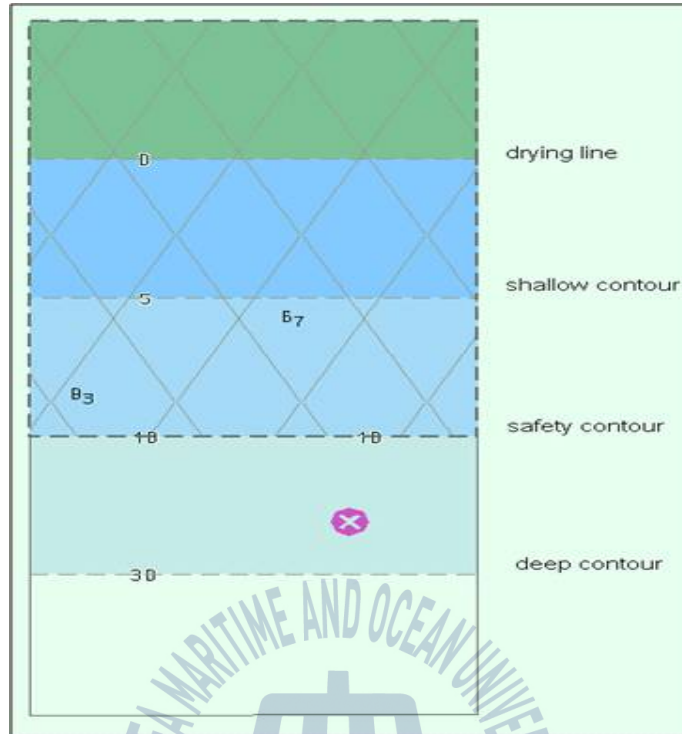
ECDIS는 선박 전후측, 좌우측에 대하여 통항경보, 근접·충돌 위험, 항로 이탈, 표적 추적, 경계구역 등 경보설정이 가능하며, 선박 상하측으로는 낮은등심선(Shallow contour)과 안전등심선(Safety contour) 및 깊은등심선(Deep contour)을 설정할 수 있다. 그리고 선저여유수심을 고려한 안전수심을 통하여 효율적인 항해업무를 수행한다.

낮은등심선은 푸른색으로 표시되는 안전등심선 이하의 수심 지역을 더욱 세분화해서 해안선에서부터 가장 낮은 수심지역을 짙은 푸른색으로 표시하고 낮은등심선부터 안전등심선까지의 수심지역을 푸른색으로 표시한다.

깊은등심선은 안전등심선보다 더 깊은 지역의 수심을 세분화해서 안전등심선부터 깊은등심선까지의 수심지역을 하늘색으로 표시하고 그보다 더 깊은 수심지역을 옅은 하늘색으로 표시한다.

안전등심선은 수심의 깊이가 충분하여 선박의 통항에 무리가 없는 지역과 수심이 낮아 선박의 통항이 불가능한 지역의 경계선으로 활용되며, 안전등심선을 기준으로 그보다 낮은 수심지역을 낮은 수심 패턴으로 강조할 수 있고 이러한 낮은 수심 지역으로의 진입 전에 경보를 울리게 되어 있다.

Fig. 4.8은 ECDIS의 안전설정과 수심에 따른 화면의 변화를 표시하고 있다.



※ 자료출처 : 마린 에듀텍, 2015a

Fig. 4.8 Safety contour setting

SENC는 정보의 양이 많아 이용목적에 따라 디스플레이 카테고리를 지정할 수 있으며, 각 층마다 표시되는 정보의 양을 조절할 수 있다. 수심의 경우, 전체 SENC상의 모든 수심을 표시한다면 데이터양이 많아져 항해에 지장을 줄 수 있다. 안전수심(Safety depth)을 설정하여 사용자가 알아야 하는 위험수심, 즉 본선 컨디션을 고려하여 꼭 식별되어야 할 필요가 있는 수심, 항해에 위험을 초래할 수 있는 수심은 굵은 글자체로 표시된다. 안전수심(Safety Depth)이 갖고 있는 의미는 모든 수심의 표시로 데이터양이 많아져서 항해에 지장을 줄 수 있기 때문에 설정되는 값만이 아니다. 안전수심을 통하여 수심에 대한 위험성을 인지하고, 나아가 항해 중 항로금지구역에 대한 위험지역을 경계하는 역할을 지니고 있다. 안전수심 이하의 수심(Spot sounding)은 Fig. 4.9와 같이 비교되어 ECDIS상에 표시된다(최기돈 등, 2014).



14.50m 설정 시 14.50m 이하의 수심정보가
질게 표시됨

10.00m 설정 시 10.00m를 초과하는 수심정보가
흐리게 표시됨

※ 자료출처 : 김석재 등, 2013

Fig. 4.9 Comparison of Safety depth 14.5m(L) and 10.0m(R)
(ECDIS Maker: MECys)

4.2.2 안전한 수심선 설정

4.2.2.1 안전한 수심선 설정 사례

안전등심선은 안전수심의 값으로 된 등심선으로 진입 시 알람이 발생하며, 낮은 등심선은 항해가 불가능한 수역 및 낮은 수역을 표시한다. 깊은등심선은 안전여유수심이 확보되었으며, 조선을 자유롭게 이행할 수 있는 수역으로 나타난다.

안전등심선 값은 IEC-61174 5.4.3.항의 규정에 따라 초기값이 30m로 설정되어 있으며 필요에 따라 항해사가 적합한 값으로 설정해야 한다. 항해사가 안전등심선 값을 입력하지 않으면 초기값으로 설정이 된다. 그러나 안전등심선 값 또는 초기값으로 설정된 등심선이 없다면 자동으로 가장 가까이 있는 더 깊은등심선을 안전등심선으로 지정하게 된다. 안전 파라미터 값의 설정 권고치의 명확한 규정은 없으나 일본 NYK사의 ECDIS 운용규정에는 Table 4.11과 같이 권고하고 있다(NYK GROUP, 2014).

Table 4.11 Example of Safety Parameter setting

구분	계산 식	보충 설명
안전수심	= 최대 흘수 + 선체침하현상 + 안전여유수심	-
안전등심선	= 안전수심	- 안전등심선은 ENC상에서 강조되어 나타나는 선 - 안전등심선은 ENC에 표시된 등심선을 따라서만 선택 - 등심선을 지나면 알람 1회 발생. - 비 안전수역 진입 뒤 알람 확인을 하면 알람 소거
낮은등심선	= 최대 흘수	- 어떠한 알람도 발생하지 않고 표시됨. - 선박의 항해 불가능 해역 및 낮은 수역 표시하는데 활용
깊은등심선	≥ 최대 흘수 2배	- 어떠한 알람도 발생하지 않고 표시됨. - 원하는 묘박지해역의 수심이 포함된 등심선을 전시, 조선에 활용

※ 자료출처 : NYK GROUP, 2014

4.2.2.2 안전한 수심선 설정 관련 교육 현황 분석

안전수심 설정에 관하여 지정교육기관별로 분석하였다. 모든 교육기관별의 교안 내용은 IMO 모델 코스의 요구사항을 잘 수용하여 교재가 작성된 것으로 나타났다. 안전수심과 안전등심선의 의미와 표기방식에 약간의 차이는 있지만 낮은등심선, 안전등심선, 깊은등심선 입력과 색깔의 변화 등 중요한 설정 방법의 이해도를 높이기 위하여 각 기관별로 상세하게 설명되어 있다. 또한 일부 지정교육기관에서는 효과적인 항로감시를 위해 안전수심을 효율적으로 설정하는 방법 등이 제시되고 있다. 안전수심 설정에 따른 지정교육기관별 교육 내용은 Table 4.12와 같다.

수심 관련 정보와 설정 기능을 명확히 이해하기 위해서는 항해사들의 정확한 이론 정립과, 시뮬레이션 등 실습을 통하여 내실 있는 교육이 선행되어야 한다. 항해사는 습득한 이론과 실습을 통한 경험을 바탕으로 ECDIS의 적절한 운용과 음파측심기²²⁾와 같은 수심측정기로 재차확인을 통하여 항로감시에 적용함으로써 안전하고 효율적인 항해를 이룩하여야 한다.

22) 음파측심기(Echo Sounder) : 50~200kHz정도의 고주파의 초음파를 수면에서 해저를 향하여 발사하고 음파의 발사시로부터 반사파의 수신까지의 시각을 측정하여 수심을 측정하는 기계. 즉 음파의 반사파를 이용한 측심기이다.

Table 4.12 Each educational institution's contents of ECDIS on Safety depth setting

교육 기관	교육 내용 (안전수심 설정)
IMO 모델 코스	<p>기본 항해</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화면종류 및 층 활성화 : 화면 설정 및 수심 설정 - 선박 안전 감시 및 특성 : 안전등심선 설정 <p>설정 변경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 잘못된 안전설정 : 안전수심, 안전등심선, 좌초 경계 및 항로 설정 경보 등의 오류로 인한 문제점 <p>수심과 등심선 알람</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수심 관련 정보 확인 : 안전수심, 장애물, 수심측정기경보 안전등심선이 지닌 수심 의미 - 올바른 항로감시 : 안전등심선은 등선에만 적용 최우선 UKC 나타내기 위한 안전등심선 설정 안전수심 설정 / 해도의 수심 지점, 종류, 설정 <p>항로 경보 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전등심선 경보 설정
한국해양수산 연수원	<p>항해계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전등심선 설정 예시 <p>알람 및 안전설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전설정의 종류와 운용 : 낮은/안전/깊은등심선 설정방법 입력, 색깔의 변화 <p>효과적인 ECDIS 운용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주의사항 : 안전설정 및 알람 설정 등의 데이터 입력 차이로 부정확한 정보 <p>사고 사례 분석 및 문제 해결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : CSL 템즈(CSL THEMES)호, LT 코르테시아(LT CORTESIA)호 사고 사례
마린 에듀텍	<p>ECDIS 구성요소</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 주요 기능 요건 : 안전등심선 설정 <p>ECDIS를 이용한 항해 당직</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 데이터 표시, 안전등심선 - 수심경계정보 : 안전등심선, 안전수심 의미, 설정 방법 - 항해계획 : 안전설정 - 항로감시 개요 : 안전등심선 알람 표시 기능
해영 트레이닝센터	<p>기본 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전설정 : 안전수심, 안전등심선, 안전 파라미터 값 설정 예제 <p>전자해도 및 도식</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전자해도 도식 이해 : 안전등심선 이해 <p>항로감시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 알람과 지시 : 안전등심선 알람 발생 <p>사고 사례 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - CSL 템즈호 사고 사례

Table 4.12 Each educational institution's contents of ECDIS on Safety depth setting(continued)

교육 기관	교육 내용 (안전수심 설정)
유수 운항훈련원	기본적인 항해 - 안전수심, 안전등심선 기능 시스템 및 위치 알람 - 알람과 표시 : 안전등심선 알람 수심 및 등심선 알람 - 안전등심선, 안전수심 의미, 설정 안전을 위한 항해계획 확인 - 낮은/안전/깊은등심선 설정방법 - 안전수심 설정 방법 및 항로계획 평가

4.2.3 안전등심선과 고립장애물 도식

IMO 모델 코스에서는 안전등심선 설정에 대한 교육을 요구하고 있지만 항해사들의 부족한 지식과 부적절한 운용이 사고로 전과되었다. 따라서 안전수심 설정에 따라 변화된 수심 표시와 안전등심선과 고립장애물 도식 설정의 문제점을 살펴보았다.

4.2.3.1 안전한 수심선 설정 관련 위험 사례

안전등심선은 설정 값에 따라서 수심과 등심선에 따라서 화면색이 변하거나 낮은 수심 패턴이 표시될 수 있으며, 등심선만으로 설정되는 안전등심선의 한계를 보완하기 위하여 안전수심의 기능이 활용되어야 한다. 안전등심선과 안전수심은 UKC와 흘수를 감안한 안전수심 적용 값을 명확하게 언급할 필요가 있다. 그러나 등심선으로 구분되는 저수심 구역이 아닌 고립장애물 도식은 안전항해에 위협이 되는 침선, 압초 그리고 장애구역 등이며, 이는 안전등심선보다 더 깊은 수심지역에서 표시가 되도록 되어 있지만 사용자의 설정 값에 따라서 도식의 모양이 변경되거나 사라지기까지 하는 등 항해에 치명적인 위협이 될 수 있다.

고립장애물 도식은 모든 화면 모드에 속한 도식이며, 표준화면 설정에서는 화면에 나타나지 않도록 되어 있어 항해에 큰 위험요소가 된다. 이러한 고립장애물 도식은 안전등심선의 설정치보다 더 낮은 곳에는 낮은 수심 위험 지역을 표시하도록 설정하지 않으면 고립장애물 도식이 표시되지 않으므로 주의해야 된다. 그러나 위험 요

인이 있어서 Fig. 4.10은 화면을 표준모드로 설정할 경우와 전체모드로 설정할 경우의 침선의 표시 유무를 보여준다. Fig. 4.11은 안전등심선을 20미터로 설정할 경우와 30미터로 설정할 경우의 고립장애물 도식의 유무를 보여준다. Fig. 4.12는 낮은 수심 지역 위험표시기능의 사용 유무에 따른 고립장애물 도식의 유무를 보여준다.



표준모드 시 화면

전체모드 시 화면

Fig. 4.10 Change of wreck symbol depending on display setting
(ECDIS Maker: MECys)



안전등심선 20m 설정 시 고립장애물 도식

안전등심선 30m 설정 시 고립장애 표시

Fig. 4.11 Change of Isolated danger mark depending on safety contour setting
(ECDIS Maker : JRC)



낮은 수심 지역 위험표시기능 비활성화

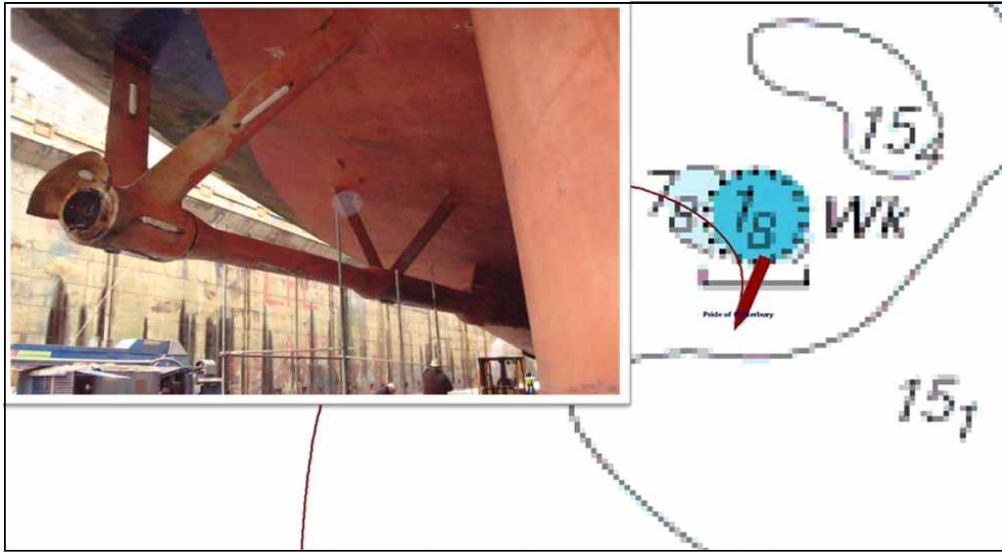


낮은 수심 지역 위험표시기능 활성화

Fig. 4.12 Change of Isolated danger mark depending on shallow danger function
(ECDIS Maker : MECys)

4.2.3.2 프라이드 오브 캔터베리호 사고 사례

2008년 1월 31일 프랑스 칼레항에서 영국의 도버항으로 향하던 길이 179.7m, 흘수 6.27m인 페리선 프라이드 오브 캔터베리(PRIDE OF CANTERBURY)호는 1.8m 수심을 가진 침선에 Fig. 4.13과 같은 항적을 보이며 좌초되어 수선 하부 및 프로펠러에 큰 손상을 입었다. 당시 프라이드 오브 캔터베리호는 강풍으로 인하여 도버항의 입항이 통제되어 지정된 항로를 벗어나 표류하던 중 저수심지역 인근으로 접근하였으며 이를 회피하기 위하여 선회 중 종이해도에는 명백하게 표시되어 있는 1.8m의 침선위를 통과하며 좌초되었다. 조선을 하였던 선장은 ECDIS 화면만을 보며 조선을 하였으나 당시의 ECDIS의 화면 설정은 표준 화면으로 설정이 되었고 안전등심선 설정은 초기값인 30m로 설정되었다. 이러한 설정으로 낮은 수심지역에 존재하는 1.8m의 침선을 표시하는 고립장애물 도식이 화면에 표시되지 않았다(MAIB, 2008).



※ 자료출처 : MAIB, 2008

Fig. 4.13 Damage of M/V PRIDE OF CANTERBURY and track

4.2.3.3 안전한 수심선 설정관련 교육 현황 분석

안전등심선에 따른 고립장애물 도식의 표시 여부에 대하여 지정교육기관별 교재 내용을 Table 4.12와 같이 분석하였다. IMO 모델 코스에서는 항로감시와 알람설정 부분에 대하여 고립장애물 도식의 확인에 대한 요구만 제시되어 있으며, 한국해양수산연수원, 마린 에듀텍, 해양 트레이닝센터의 교재에는 안전등심선 설정에 따른 고립장애물 도식의 위험성을 교재에서 다루고 있는 반면, 우수 운항훈련원에서는 안전수심, 안전등심선의 색깔별 언급 등 안전설정 내용만 언급이 되었으며, 안전설정과 연결시켜 고립장애물 도식의 위험성 지적, 주의사항 전달이 없는 것으로 분석되었다. 교육기관별 안전등심선과 고립장애물 도식관련 교육 내용은 Table 4.13과 같다.

Table 4.13 Each educational institution's contents of ECDIS on Iso. danger precaution

교육 기관	교육 내용 (고립장애물 도식 주의)
IMO 모델 코스	<p>기본 항해</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선박 감시 및 특성 : 고립장애 확인 <p>선수 방위와 표류 벡터</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고립장애 경보 설정 및 감시 <p>설정 변경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 잘못된 안전설정 : 안전수심, 안전등심선, 좌초 경보 및 항로 설정 경보 등의 오류로 인한 문제점 <p>수심과 등심선 알람</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전수역과 관련된 제한사항 : 4가지 색의 수심색 반영, 낮은 등심선은 본선 흘수 이상으로 설정, 안전등심선 접근 전 경보, 고조시 안전등심선이나 지역의 항행가능여부 검토 - 잘못된 안전설정 : 안전수심, 안전등심선, 좌초 경보 및 항로 설정 경보 등의 오류로 인한 문제점 <p>안전을 위한 항해계획 확인</p> <ul style="list-style-type: none"> - XTD(Cross Track Distance)의 설정과 주의사항 : 안전등심선, 고립장애
한국해양수산연수원	<p>항해감시 및 알람설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 알람과 지시 기능 : 고립장애 위험 도식 반응 알람, 시뮬레이션 수행 <p>알람 및 안전설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저수심지역 고립장애 표지 표시 기능 - 안전설정기준 권고, 안전설정 예시 - 안전설정 알람(PM3D, JRC) <p>효과적인 ECDIS 운용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주요 설정 활용 : 안전설정 <p>사고 사례 분석 및 문제 해결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : 프라이드 오브 캔터베리호 사고 사례
마린 에듀텍	<p>ECDIS를 이용한 항해 당직</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 디스플레이와 알람 발생 : 안전등심선 설명을 통한 고립장애 표시 - 수심경계정보 : 고립장애 위험 - 항해계획 : 안전설정 - 항로감시개요 : 안전등심선 알람 표시 기능 <p>ECDIS 책임 요건 및 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : 프라이드 오브 캔터베리호 사고 사례

Table 4.13 Each educational institution's contents of ECDIS on Iso. danger precaution(continued)

교육 기관	교육 내용 (고립장애물 도식 주의)
해영 트레이닝센터	기본 운영 - 안전설정 : 안전등심선 역할 및 설정 시 유의사항 전자해도 및 도식 - 전자해도 도식 이해 : 낮은 수심에서 고립장애 기능 사고 사례분석 - 프라이드 오브 캔터베리호 사고 사례
유수 운항훈련원	-

잘못된 안전설정으로 인하여 프라이드 오브 캔터베리호와 같은 유형의 사고는 재발할 수 있다. 사고의 재발 방지를 위하여 고립장애물 표식과 연관된 안전등심선 설정과 관련된 교육이 보다 세밀하고 철저하게 이루어져야 하고, 항해 당직근무에 임하는 항해사는 항로감시에 적극적이고 적절한 ECDIS 운용을 수행하고 경계를 늦추지 말아야 한다.

4.3 ECDIS 센서 문제점 분석

ECDIS는 선박에 설치된 각종 항해 장비의 센서로부터 각종 필요한 정보데이터를 받아 표시하고 입력되는 데이터는 선박의 위치정보, 선박의 방위 및 속도, 수심, 풍향, 온도, 자동조타장치²³⁾, AIS, 레이더 정보 등을 수신하여 항해 상황에 대한 종합적 인식과 항로상 접촉물 조기 식별을 통하여 안전항해에 기여하고 있지만, 부적절한 운용술과 센서의 오류로 인하여 사고 발생을 초래하였다. 따라서 사고 사례를 통하여 위치 센서 및 실측선위와 관련된 교육 내용과 ECDIS상 AIS 표시 오류에 의한 문제점을 식별하고 관련된 교육 내용을 분석한다.

23) 자동조타장치(Auto Pilot) : 항해 중인 선박에서 침로를 바꾸는 변침동작이나 침로를 유지하는 보침동작을 자동적으로 알아서 시행하는 조타장치를 말한다. 선박에서는 자동 항해를 위한 장비가 구비되어 있는데, 자동조타 장치가 바로 그것이다. 오토파일럿이라고도 불리는 자동조타장치는 선수방향을 입력하면 원격으로 타(rudder)를 조종하여 원하는 곳 또는 원하는 방향으로 배를 몰아갈 수 있다.

4.3.1 위치 센서

4.3.1.1 모닝 린다호 사고 사례

2008년 12월 경 중국 황푸 묘박지 인근을 항해하던 모닝 린다(MORNING LINDA)호는 급격한 선체 진동 후 좌초된 사고가 발생했다. 선체 충돌 당시인 0121 시경의 선위는 Fig. 4.14와 같이 저수심으로 부터 약 0.3마일 떨어져 있었으나 이는 GPS 위치였으며, 실제 선박은 보다 북쪽의 저수심 지역으로 항해하고 있었다. ECDIS가 탑재된 모닝 린다호는 저수심 인근으로 항로를 설정한 부적절한 항로계획과 함께 연안, 위험 수역 내에서도 실측위치가 아닌 GPS 위치만으로 항해를 하여 발생한 좌초 사고였다(김원욱 등 2014a; 채병근 등, 2013).



※ 자료출처 : 김원욱 등, 2014

Fig. 4.14 Screen shot of ECDIS display and planned routes

선위확인 은 ECDIS 운용에 있어서 사용자가 숙지해야 할 가장 중요한 항목이다. NP100 Mariner's Handbook²⁴⁾에서는 “다양한 오류 원인(측지계, 인적 오류 등)에서 기인되는 많은 문제점은 언제나 선박의 안전을 위협하는 요소가 되며, 이러한 위험을 감소시키기 위하여 선장과 항해사는 선박의 위치를 검증하는 노력을 지속적으로 해야 한다.”라고 강조하고 있다(UKHO, 2015).

24) NP100 Mariner's Handbook : 영국의 UKHO에서 간행한 수로책자로써 항해사관으로서 이해해야 할 해도, 수로지, 항해계기뿐만 아니라 기초 해기지식에 대한 내용이 상세하게 기술되어 있다.

연안에서나 대양에서나 항상 2가지 이상의 방법으로 선박의 선위를 크로스 체크하여 선박의 안전운항에 문제가 없도록 해야 한다. ECDIS는 선위가 GPS기반인 장비이다. 연안에서의 선위확인(실측위치(육안관측, 레이더 등)를 메인으로 하여야 하며, 이를 검증하기 위한 수단으로 GPS가 사용될 수 있다. 따라서 ECDIS에서 표시되는 GPS기반의 선위는 인정이 되지 못하며, 반드시 실측위치에 대한 선위(Position fixing) 확인이 필요하다. 이러한 기능을 2008년도 IEC 61174에서 보완하여 LOP²⁵⁾기능을 강제화하였다. 2008년 이전 승인제품에 대하여 LOP기능이 제공되지 않으므로 다양한 방법에서의 선위확인이 각 회사의 모델별로 수행되어야 하며, LOP기능이 탑재된 선박의 경우 LOP기능의 친숙화와 함께 적절히 활용되어야 한다.

4.3.1.2 위치 센서관련 교육 현황 분석

IMO 모델 코스에서도 LOP기능을 요구하고 있으나 1일차 제1부의 선박 위치에서 단 한번 언급을 하고 있다. 선박의 선위에 대하여 더블 체크하여 본선의 위치에 대하여 신뢰성을 갖도록 하여야 한다. ECDIS에서는 GPS 위치를 기반으로 본선의 위치를 실시간으로 감시하면서 LOP기능을 통하여 본선위치의 신뢰성을 높여준다. 한국해양수산연수원과 해양트레이닝센터에서는 사고 사례 및 항로감시에서 LOP의 기능을 언급하고 있다. 하지만 마린 에듀텍, 유수 운항훈련원의 경우 교재에 LOP에 대한 교육 내용이 누락되어 있으며, ECDIS에서의 유용한 기능, 원리, 설정 방법, 사용예시의 부족은 항해사들이 ECDIS 활용을 통한 안전항해의 성공률을 낮추게 된다. 지정교육기관별 LOP 관련 교육 내용은 Table 4.14와 같다.

25) LOP(Line of Positions) : 선박의 위치를 해도에 표시기 위하여 작도되는 위치선

Table 4.14 Each educational institution's contents of ECDIS on Line of Position

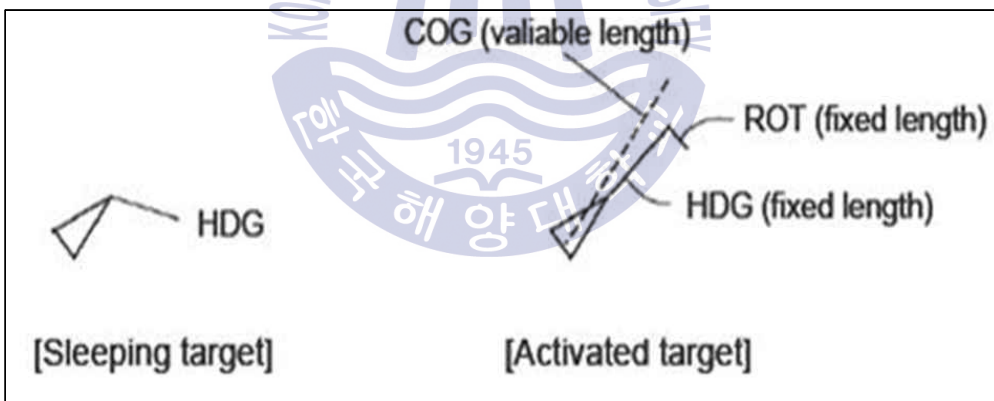
교육 기관	교육 내용 (Line of Position)
IMO 모델 코스	<p>ECDIS 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화면정보내용 및 데이터 확인 : 선위, 헤딩, 선속, 시간 등 <p>올바른 사용과 잘못된 사용</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 과신을 피하는 방법 : 시스템의 오작동이나 데이터의 부정확성 존재 가능성, 하나의 시스템으로만 안전항해 이루어질 수 없음, 실제 정보가 ECDIS 제공하는 정보보다 우선시 되어야 하는 이유 - ECDIS 사용의 숙련도 필요성 <p>선박 위치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선위 검토 : 센서정보로부터 선위 확인 - 선위 작도 : LOPs 기능 활용 <p>시스템과 위치 알람</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주/보조위치 표시 센서 경보 확인 : 주위치 센서 고장, 주/보조 위치 센서 상호 위치 오류, 주/보조 위치선 고장의 임시 대응 방법, 각종 알람 확인 및 분석
한국해양수산 연수원	<p>항해감시 및 알람 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선위 확인 : 선위 확인과 ECDIS 운용, LOP 기능 <p>항해계획 및 감시</p> <ul style="list-style-type: none"> - LOP 기능 <p>항해계획 시뮬레이션</p> <ul style="list-style-type: none"> - LOP 표시 <p>효과적인 ECDIS 운용</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 주요기능 활용 : 항로감시, LOP <p>사고 사례 분석 및 문제 해결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : 모닝 린다호 사고 사례
마린 에듀텍	-
해양 트레이닝센터	<p>항로감시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 항로감시 이해 : Line of Position <p>항해계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 사례 : 모닝 린다호 사고 사례
유수 운항훈련원	-

장비의 과신금지, 선위표시 기능 등에 대한 교육지침이 있으나 무엇보다도 본 내용을 교육하기 전에 왜 실측선위가 필요한지에 대한 이해를 보다 명확하게 파악할 수 있는 세부적이고 추가적인 교육이 필요하며 실측위치를 구하기 위한 LOP 기능의 친숙화가 항로감시 시뮬레이션과정 등에서 전반적으로 이루어져야 한다.

4.3.2 AIS 센서

4.3.2.1 AIS 센서관련 위험 사례

AIS로부터 수신된 정보는 ECDIS 화면상에 표시된다. AIS에 수신되는 상대 선박의 위치는 GPS를 통하여 이동변 삼각형으로 ECDIS 화면에 표시되며, 대지침로는 GPS를 통하여 디지털 신호로 수신되어 ECDIS에 표시된다. 그러나 AIS에 수신되어 ECDIS에 표시되는 상대선박의 선수방위는 상대선박의 자이로컴퍼스를 통하여 디지털 신호로 변환된 선수방위이다. Fig. 4.15는 AIS로 수신되어 ECDIS에 표시되는 상대선박의 형상이다.



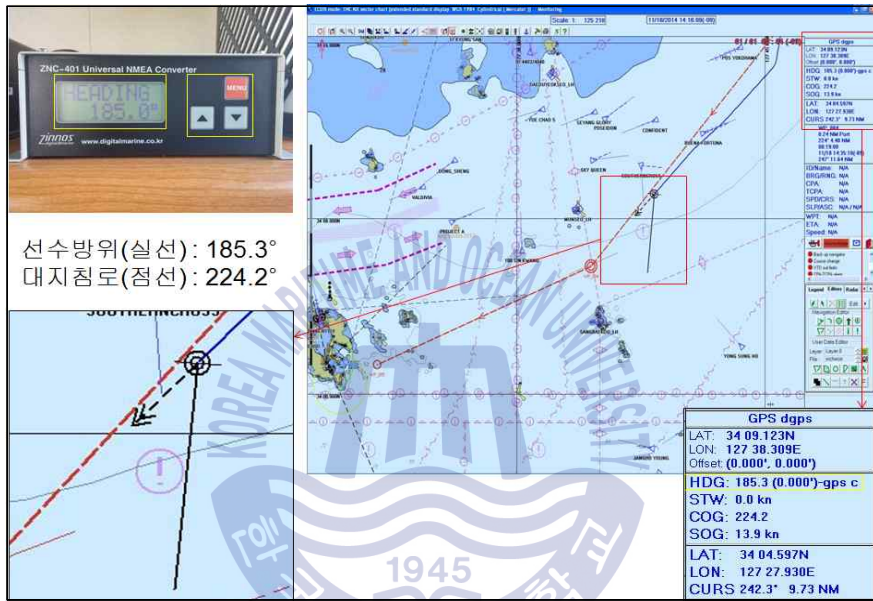
※ 자료출처 : 전재호, 2015

Fig. 4.15 AIS symbol on ECDIS display(ECDIS Maker: JRC)

만일 항해중인 상대선박에 자이로컴퍼스에 오류가 있거나 디지털 신호로 변환 시 오류가 있다면 선수방위와 대지침로 사이에 큰 오차가 발생한다(전재호, 2015).

주간 항해의 경우 상대선의 선수 방위는 육안 또는 쌍안경으로 쉽게 확인이 가능하지만, 무중항해, 폭설, 폭우 등의 기상이 악화될 경우 선수 방위에 오류가 생긴다

면 확인이 불가능하다. 상대선의 선수방위에 따라 항해사는 국제해상충돌예방규칙²⁶⁾의 적용 방법이 달라지기 때문에 상당한 주의를 요구하게 된다. AIS 도식의 방향 또는 선수방위 표식만으로 상대선박의 선수방향을 예측한다면 심각한 충돌의 위험성에 직면할 수 있다. Fig. 4.16은 컨버터가 비정상적으로 동기화되어 ECDIS상에 표시되는 것을 나타내고 있다.



※ 자료출처 : 전재호, 2015

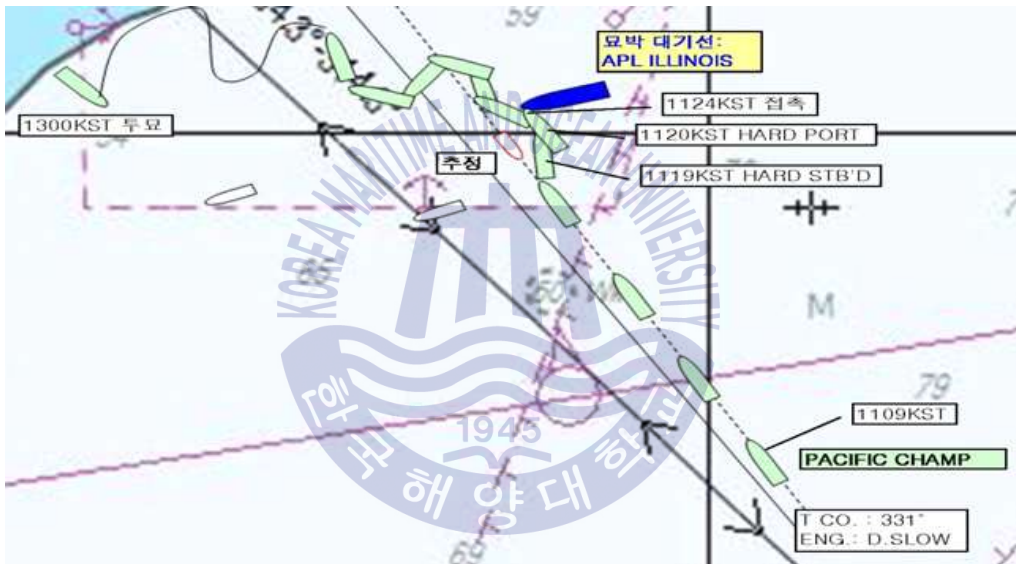
Fig. 4.16 Abnormal synchronization of converter(ECDIS Maker: MARIS)

4.3.2.2 퍼시픽 챔프호 사고 사례

2009년 6월 27일 퍼시픽 챔프(PACIFIC CHAMP)호는 부산 남외항 N4 묘박지로 진입하던 중 묘박 중이던 APL 일리노이즈(APL ILLINOIS)호와 충돌 사고가 발생했

26) 국제해상충돌예방규칙(International Regulations for Preventing Collisions at Sea; COLREG) : 해상에서 일어날 수 있는 선박 간, 구조물의 충돌을 예방하기 위한 규정으로서 1972년에 1960년 SOLAS와 함께 채택되었던 Collision Regulations를 갱신하여 대체하기 위해 만들어 졌다. 1972년 협약의 가장 중요한 혁신적인 내용은 통항분리수역(Traffic Separation Schemes)이며, Rule 10에서 통항분리수역 내 및 부근에서의 안전속도, 충돌위험과 운항요령 등이 규정 되었다. 통항 분리수역은 1967년 도버해협에서 처음 제정되었고, 처음에는 자발적인 참여형태로 운영되었으나, 1971년 IMO에서 모든 통항분리수역을 필수적으로 준수토록 할 것을 결의하였으며, COLREG에서 이러한 의무를 명확히 하였다.

다. 안개가 급속히 짙어지며 시계 “0”의 상황이 발생하였고, 퍼시픽 챔프호는 ECDIS화면만을 보며 정박을 위하여 정박지로 접근하였으며, 인근에 정박중인 APL 일리노이즈호를 ECDIS 화면에서 AIS 도식으로 확인하였다. 선장은 삼각형으로 표시되는 AIS 도식의 방향과 선수방위 표식만으로 선수 전방을 통과하는 향해 중인 선박으로 오인하였다. 이후 충돌 회피를 위하여 급히 우현 변침을 하였고 묘박대기 선이라는 사실을 뒤늦게 확인하고 다시 좌현 변침하였으나, Fig. 4.18과 같이 충돌하였다(채병근 등, 2013). 퍼시픽 챔프호 사고는 Fig. 4.17과 같이 길이 400m에 달하는 초대형선인 APL 일리노이즈호에 너무 근접하여 접근하였으며 선수방위를 선속벡터로 오인하여 급히 회피동작을 하면서 APL 일리노이즈호와 충돌사고가 발생하였다.



※ 자료출처 : 채병근 등, 2013

Fig. 4.17 Situation map of collision of M/V PACIFIC CHAMP and APL ILLINOIS

위 사고 사례에서 언급된 선수방위와 선속벡터 인지 오류로 인한 문제점 이외에도 AIS의 정적정보인 선명, 호출부호, 해상이동식별부호, 선박 종류, 안테나의 위치 등 자선 데이터 입력 오류 및 미 입력 문제점 등이 있고 동적정보의 경우에도 선박 위치, 선회각속도 그리고 선수방위와 대지침로 등에 대하여 GPS와 AIS의 정보 불일치가 나타날 수 있다. 또한 향해 상태와 선박의 상태의 부정확한 입력으로 인하여 발생하는 문제점은 선박의 안전성의 위해를 초래한다(전재호, 2015). AIS가 갖고 있는 한계점을 바탕으로 한 교육이 이루어지고 항해사는 그러한 한계점을 극복할

수 있는 방법 등을 습득하고, 주의하여야 한다.

4.3.2.3 AIS 센서관련 교육 현황 분석

IMO 모델 코스에서는 AIS 성능한계를 설명하도록 요구하고 있지만 지정교육기관별 교재를 살펴보면, 마린 에듀텍에서만 AIS 정보 오류, 성능의 한계를 제시하고 주의를 요구하고 있다. 하지만 나머지 3개의 기관에서는 센서 성능의 한계를 제외한 케이블 연결 방법, 센서 설정, AIS 도식, 표시정보 등으로만 설명되어 있다. AIS 정보 관련 지정교육기관별 교육 내용은 Table 4.15와 같다.

AIS 타깃 형상과 의미를 포함하여 모니터링 기능으로 센서의 연결 상태를 확인하는 방법, 센서의 출력에 맞추어진 COM Port²⁷⁾와 Baud Rate²⁸⁾ 값 설정방법 그리고 AIS 센서로부터 들어오는 식별부호 및 항해 정보, 목표물의 대지 운동 분석 등을 통하여 정확한 타깃 백터값과 충돌 방지 정보 등에 대한 교육이 이루어져 ECDIS상에서 안전하고 효율적인 AIS 센서 정보의 활용이 되어야 한다.



27) COM Port : DOS에서 컴퓨터에서 사용되는 직렬 통신 포트를 가르치는 장치명. COM은 모두 대문자로 표기되지만 두 문자어는 아니다. 그것은 communication의 줄임말로 PC의 시리얼 포트를 나타내는 데 쓰인다. COM은 일반적으로 숫자를 붙여서 COM1, COM2, COM3, COM4처럼 쓰인다.

28) Baud Rate : 컴퓨터와 통신 장비 간에 직렬 데이터의 전송 속도를 나타내는 단위이고, 1초당 불연속 상태의 데이터 전송의 수를 말한다.

Table 4.15 Each educational institution's contents of ECDIS on AIS information errors

교육 기관	교육 내용 (AIS 정보 오류)
IMO 모델 코스	ECDIS 목적 - 화면정보내용 및 데이터 확인 : 선위, 헤딩, 선속, 시간 등 센서 - 센서 성능 한계 : 선위, 헤딩, 선속, 수심 데이터 및 AIS 등의 성능 한계 설명 AIS 기능 - 센서 연결 - AIS 데이터 표시 - AIS 타깃 정보
한국해양수산 연수원	ECDIS 센서 - 포트와 데이터 입력 AIS 기능 - 센서 연결 : 식별부호, 센서 설정 - AIS 도식 이해 - AIS 타깃 정보 표시, 방법
마린 에듀텍	ECDIS를 이용함 향해 당직 - 센서 : 시리얼 통신의 기초, AIS 센서 설정, 연결 - 데이터 입력(Port & Data Feed) : 센서 성능 제한, AIS 특징, 한계, 장점, AIS 정보, 화면 표시, 센서 입력의 신뢰성, 표적 전시 AIS 타깃과 시스템 - AIS 센서, 설정 요구조건, 타깃 도식, AIS 기능, 장점
해양 트레이닝센터	ECDIS 센서 - AIS : AIS 도식 사고 사례 - 퍼시픽 챔프호 사고 사례
유수 운항훈련원	AIS 기능 - 타깃 정보 확인, 알람설정

GPS와 AIS 이외에 ECDIS에서 연동되어 정보를 제공하는 각종 센서의 문제점과 한계점 등을 발견하고 항해장비의 올바른 연동과 더불어 ECDIS에 효과적으로 구현 시키고 안전운항을 도모하기 위한 효과적인 교육이 필요하며 나아가 각 장비의 개선사항을 제시하는 연구가 진행되어야 한다.

제 5 장 ECDIS 교육 개선 방안

5.1 개요

ECDIS와 관련된 규정이 신설된 이후 지금까지 전자해도 및 ECDIS와 관련된 IMO 모델 코스의 교육기준이 마련되고, 각 교육기관들이 그 기준에 맞는 교육을 하기 위해 노력해 왔다. 하지만 ECDIS의 도입 역사가 길지 않고 교육담당자의 ECDIS 기능의 이해도나 현장 활용도가 현저히 낮아 ECDIS의 운용 및 주의사항에 대한 이해도가 부족한 부분이 있으며, 구체적이지 못한 교육기준 때문에 효율적인 교육 내용의 정립이 필요한 실정이다.

앞서 ECDIS 교육을 위한 IMO 모델 코스의 내용을 분석해 본 바와 같이 기존 해기사들의 도식에 대한 이해도 부족, 화면 설정과 안전 기능 설정 등에 대한 구체적인 문제점이 발견되었다. 도식의 모양과 형상 그리고 ECDIS의 설정의 변경에서 오는 도식들의 변화 등에 대한 사전 학습이 이루어지지 않은 상태에서 ECDIS의 기능에 대한 교육 내용은 교육당사자들에게 올바른 ECDIS의 운용을 어렵게 만들 것이다.

항해의 큰 위험요소가 되는 고립위험물의 경우에는 안전등심선과 그 형상이 직접적으로 연계가 된다. 따라서 안전등심선에 대한 보다 깊은 이해와 안전등심선 설정에 따른 고립위험물 도식에 대한 교육 내용을 핵심적 요소로 설정할 필요성이 있다.

선위 검증에 대한 교육 내용의 강화도 필요한 실정이다. 위성 선위 측정 기기인 GPS의 도입으로 수많은 항해사관들이 선위에 대한 중요성과 실측 선위에 대한 인식이 낮아지는 상황에서 해도 상에 바로 표기되는 ECDIS 상의 선위는 오히려 안전 항해를 치명적으로 저해할 수 있는 위험성을 내포하고 있다.

이상과 같이 IMO 모델 코스에 따른 ECDIS의 교육 내용에 대한 문제점을 분석한 후 ECDIS의 안전하고 효과적인 운용을 위한 교육이 시행될 수 있도록 교육 개선방안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

5.2 교육 내용 개선사항

5.2.1 해도 도식 관련 교육 개선

S-52규정에 의한 전자해도의 도식 이해 교육이 선행되거나 IMO 모델 코스에서 시행되어야 한다. 전자해도 도식에 대한 별도의 교육 시행이 현실적인 어려움이 있다면 IMO 모델 코스에서 제1부 ECDIS의 개요와 제2부 센서 관련 주 내용에 부가하여 전자해도에 사용되는 도식의 교육을 위한 시간이 적절하게 배분되어야 한다. 단순한 기기의 친숙화를 위한 시뮬레이션 시간을 축소하는 방법도 고려할 필요가 있다.

5.2.2 안전 기능 관련 교육 개선

ECDIS의 안전 기능 설정은 안전한 ECDIS 운용의 핵심적인 요소이다. 우선 안전 등심선에 대한 명확한 이해를 위하여 별도의 안전등심선 교육 내용이 시행될 필요성이 있다. 단순히 등심선으로만 지정된다는 내용보다는 안전등심선의 구체적인 수치 입력 가이드라인이 제시되어야 할 것이다. 예를 들어, 낮은 등심선의 경우는 본선의 흘수, 안전등심선의 경우는 UKC를 확보할 수 있는 최소한의 수심을 확보하여야 하며, 안전수심은 항해계획에서 작도되는 항해금지 수역(No-go area)로 설정하여야 한다.

안전등심선의 설정에 따른 고립장애표지에 대한 변화도 중요한 내용으로 다루어져야 한다. 안전등심선 범위 이내 수심지역에서의 고립장애물 도식의 표시여부, 낮은 수심지역에서의 고립장애물 도식의 표시여부 그리고 안전등심선의 설정을 등심선 수치로 설정할 경우와 구체적인 수치로 설정할 경우의 고립장애의 변화를 교육생에게 잘 전달할 수 있도록 보다 구체적인 교육 내용을 설정하여야 한다.

5.2.3 ECDIS 센서 관련 교육 개선

선위 검증에 대한 다양한 방법들이 교육과정 중에 요구되어야 한다. LOP 기능의 친숙도 향상은 물론 2008년 이전 개발된 제품은 비록 LOP 기능이 지원되지 않더라도 다양한 편집기능이나 유저 차트 기능 등을 활용한 실측 위치선 작도 방법을 교육해야 한다.

ECDIS 교육은 기존 항해술에 대한 내용보다는 장비의 기능에 대한 교육이 상당

수를 포함하고 있으며, 장비의 과신에 대한 위험성이나 하나의 시스템으로 운영되는 위험성 등에 대하여 포괄적인 주의를 요구하고 있다. 그러나 GPS를 기반으로 하는 선위의 과신은 연안이나 제한 구역에서는 대단히 위험한 사고를 초래할 수 있으므로 왜 실측위치를 우선적으로 하여 선위를 확인해야 하는지에 대한 근본 이유의 설명이 필요하다. 실측위치의 정확성은 GPS의 오차도 기인하지만 사용하는 해도의 신뢰성과 연결하여 설명해야 한다. 인근에 있는 물표 사이의 상대거리와 방위는 신뢰성이 높지만 절댓값(위도와 경도)은 다양한 오류를 포함하고 있다는 사실을 강조할 필요성이 있다(UKHO, 2015).

또한 AIS 또는 ARPA와 같은 각종 센서에서 제공되는 정보 역시 수신되는 정보와 실제 정보에 오류가 있을 수 있어 상기에 언급된 GPS와 마찬가지로 수신된 정보의 과신이나 하나의 정보만으로 판단하지 않도록 하고 육안 관측이나 두 가지 이상의 방법으로 검증하는 내용이 교육 중 중요하게 학습될 수 있도록 한다.

5.2.4 IMO 모델 코스의 개선 제안

ECDIS를 효과적으로 운용하고 안전항해를 성취하기 위한 교육이 시행되기 위하여 IMO 모델 코스의 내용을 Table 5.1과 같이 개선할 내용에 대하여 바탕체의 굵은 글씨체로 강조하여 제시한다.

제1부에서는 ECDIS의 개요 및 기초적인 장비의 운용방법을 포함하여 전자해도의 초기 설정 방법, 화면에 표시되는 각종 정보에 대한 교육을 함축하여 진행하고 연결된 센서들에 대한 정보 학습과 함께 전자해도의 도식을 이해하기 위한 시간을 2시간 추가하여 구성한다.

제2부에서는 적절한 해도 표시 기능의 사용과 함께 과도한 확대나 축소 시 발생하는 문제점에 대하여 상세히 학습할 수 있도록 교육 내용을 구성하고 자동 축척기능이나 해도의 경계선 표시를 활성화하여 항상 대축척 해도를 선택하고 적절한 축척으로 사용하도록 한다.

또한 3일차의 첫 시간에 실측위치의 중요성과 함께 GPS의 센서 정보를 검증하는 실측 위치 기능인 LOP기능과 사용법에 대하여 설명을 하여 안전등심선과 관계된 수심과 위험물표에 대한 깊이 있는 이해도를 가질 수 있는 상세한 교육 내용이 될 수 있도록 구성한다.

제4부에서는 ARPA, 레이더 및 AIS 등 ECDIS에 연결된 센서들에 대한 기능 활용과 주의사항이 학습되도록 하며, 특히 ARPA나 AIS 등 충돌위험을 감지하기 위한 센서들의 기능과 해당 정보에 대한 검증기능에 대하여 상세한 교육 내용이 될 수 있도록 구성한다.

시뮬레이션에서는 연안수역에서 LOP 기능을 활용한 실측 위치를 작도하는 교육이 친숙화 될 수 있도록 하고 제한수역에서 GPS 위치와 LOP 기능으로 선위의 교차점점이 수행될 수 있도록 미션을 부여한다.

교육 종료 후 평가 시 전자해도 도식에 대한 항목과 안전한 도식 설정 그리고 안전등심선과 관련된 위험 도식의 변화 등에 대한 내용이 포함될 수 있도록 하며, 시뮬레이션에서 LOP 기능의 활용과 연계된 센서의 검증 등이 세심하게 관찰되고 평가될 수 있도록 한다.



Table 5.1 Improved course timetable

교육 일차	교육 부분	첫 번째 시간 (20 시간)	두 번째 시간 (20 시간)	세 번째 시간 (20 시간)	네 번째 시간 (20 시간)
1 일차	제 1 부	제1부 ECDIS 개요 1. 일반개요와 교육 친숙화 2. ECDIS 성능기준 3. ECDIS의 기능 4. 올바른 사용과 잘못된 사용	5. 장비의 시작과 종료 및 레이아웃 6. 선박 위치 7. 위치 센서 8. 기본항해	9. 전자해도 도식 이해	시뮬레이션 1 (대양항해)
2 일차		10. 전자해도의 이해 11. 해도의 신뢰도 12. 전자해도 구매, 설치 및 개정			
	제 2 부	제2부 ECDIS를 통한 항해당직 13. 센서 14. 통신포트, 정보	15. 전자해도 선택 16. 전자해도 정보 (적절한 도식 구현을 위한 방법) 17. 기능 설정	18. 전자해도 축척 (부적절한 축척의 사용으로 발생한 사고 사례, 해도 경계선 설정 포함) 19. 화면 정보 및 조명 20. 시스템과 위치 경보들(GPS 및 LOP 기능)	시뮬레이션 2 (연안수역 - 전자해도 설정)
3 일차		21. 수심과 등심선 경보들 (수심선의 설정, 안전등심선과 고립장애도식 이해)			

Table 5.1 Improved course timetable(Continued)

교육 일차	교육 부분	첫 번째 시간 (20 시간)	두 번째 시간 (20 시간)	세 번째 시간 (20 시간)	네 번째 시간 (20 시간)
3 일차	제 3 부		Part 3 ECDIS 항해 계획과 감시 22. 선박 조종 특성 23. 테이블을 이용한 항로계획	24. 그래픽을 이용한 항로계획 25. 트랙 한계 26. 항로계획 검토	시뮬레이션 3 (연안수역 - 경보와 항해일정 및 LOP 기능 친숙화)
		27. 추가 항해 정보 (조류, 기상 등) 28. 항해일정(ETA) 29. 유저 차트 (편집) 기능			
4 일차	제 4 부		제4부 ECDIS 목표물, 해도와 시스템 30. ARPA/레이더 중첩 31. AIS 기능 (선수표식과 선속백터의 육안 및 ARPA 검증)	32. 전자해도 인증 및 설치 33. 전자해도 개정	시뮬레이션 4 (제한수역 - LOP 기능을 이용한 선위 검증)
		34. 시스템 리셋 및 백업 35. ECDIS 정보 저장 및 프린트			
5 일차			36. ECDIS 책임 (SOLAS, IMO, STCW)	37. 효과적인 ECDIS 운용 평가 1 지필평가	평가 2 시뮬레이션 평가

5.3 기타 개선사항

ECDIS가 상용화되고 보편화될수록 전자장비에 익숙하지 못한 상위 직급의 고연령층 해기사에 대한 교육필요성이 증대되고 있다. 선박의 안전을 책임지는 선장이 사용하는 해도 시스템에 대하여 낮은 이해도를 가지고 있다면 안전항해를 위한 다양한 업무 지침이 이루어 질 수 없으며, 이는 곧 심각한 해양사고로 발전할 수 있다. 따라서 실제 선박에서 간편하고 효율적으로 사용될 수 있는 ECDIS의 운용 가이드 개발이 시급한 실정이다.

교육기관의 1회성 교육만으로 전자해도와 ECDIS에 대한 올바른 이해를 갖추기에는 부족하기 때문에 각 선사별로 반복적이고 지속적인 ECDIS 운용 교육이 이루어질 수 있는 내용이 포함된 ECDIS 운용 절차를 개발하여 반영하며, 교육기관에서는 ECDIS 교육 내용을 정리한 친근하고 핵심적인 내용의 현장지침서를 편찬하여 각 선박에 배포한다면 안전항해에 많은 도움이 될 것이다.



제 6 장 결론

본 연구에서는 선박에 탑재 강제화가 된 ECDIS의 ECDIS 교육 프로그램에 대하여 IMO 모델 코스의 내용과 문제점을 분석하고, 이에 대한 개선 방법을 제시하고자 먼저 ECDIS에 대한 규정을 살펴보고 탑재현황과 교육 현황을 조사하였다. 아울러 각 지정교육기관의 ECDIS 교육 내용에 대한 분석을 하여 사고 사례를 중심으로 문제점을 다음과 같이 파악하였다.

1) 먼저 2015년도 한국선원통계연보의 자료를 통하여 선종별 탑재현황을 분석한 결과 ECDIS 탑재 선박으로 잡화 선박이 적용비율이 낮음에도 불구하고 117척으로 가장 많으며, 총 797척 중 380척의 선박에 ECDIS가 탑재된 것으로 계산되었다.

2) ECDIS의 교육 이수 현황은 지정교육기관별 자료를 통하여 분석결과 2013년부터 각 지정교육기관에서 매년 1,000명 이상이 교육을 받고 있으며, 2015년 이후로도 5,000명 이상의 항해사가 교육을 받아야 할 것으로 예상되었다.

3) IMO 모델 코스를 분석한 결과 총 40시간의 교육시간 동안 Part 1에서 Part 5 까지 단계적으로 ECDIS의 개요, 센서, 항로계획, 항로감시 및 해도관리 등의 교육 내용이 설계되어 있으며 각 지정교육기관에서 시행하는 ECDIS 교육 프로그램을 분석한 결과 모든 지정교육기관이 IMO 모델 코스를 기반으로 하여 각 기관별 특성을 반영한 교육을 시행하고 있다.

4) ECDIS 사고 사례와 IMO 모델 코스 및 지정교육기관별 교육내용을 분석한 결과 다음과 같은 내용이 식별되었다.

해도 도식 교육의 경우 기존 종이해도의 사용에 익숙한 항해사들이 전자해도의 약식 해도 도식에 대한 이해도가 부족하거나 인식하는데 어려움이 있어 전자해도 도식에 대한 교육이 요구되고 있다. 그러나 전자해도상에 표시되는 항해에 주로 사용되는 수로와 항로표지의 해도도식에 대하여 종이해도식 도식과 약식 도식 등에 대한 간략한 소개 교육 수준으로 진행되고 있다. 또한 IMO 모델 코스에서 축척의

변화에 대하여 6개 항목으로 중복되어 과도한 축척 사용으로 인한 문제점, 데이터 밀집 오류, 수동 점검의 필요성 등에 대하여 교육내용을 권고하고 있으나, 지정교육 기관은 1~3개의 항목으로 편성하여 교육을 단순하게 진행하고 있는 문제점이 식별되었다.

안전설정 관련하여 안전수심, 안전등심선, 낮은등심선, 깊은등심선 등의 올바른 안전 설정은 경보 또는 표시등으로 항해사에게 위험을 사전에 인지시켜 항해에 도움을 줄 수 있지만, 잘못된 설정은 고립장애물 도식이 표시되지 않는 등의 여러 문제점을 초래한다. 안전설정에 관한 정확한 이해, 올바른 안전 파라미터 값 제시 및 설정 항목 등이 모든 지정교육기관에서 체계적이며 상세하게 진행되지 않고 부분적으로 또는 단순한 기능 소개로 진행되고 있다.

ECDIS는 각종 항해 장비의 센서로부터 필요한 정보데이터를 수신하여 화면에 종합적으로 표시하여 항해 당직의 효율성을 높여주고 있다. 그렇지만 위치 센서의 경우 GPS 센서에 의지하고 있고 선수 방위 신호의 경우 자이로컴퍼스 신호가 AIS로 수신되어 표시되고 있는데 GPS 위치와 해도 상의 선박위치의 오차가 있는 경우 또는 AIS의 방위 오류로 등으로 인하여 다양한 사고 사례가 발생하였다. 이를 보완하기 위하여 위치를 실측할 수 있는 LOP 기능을 보유하고 있다. 지정교육기관별 LOP 교육 내용을 분석한 결과 간단한 기능 소개만 있거나 누락 되어 고 AIS와 같은 센서 오류 인식과 대처 방법에 대한 체계적이고 상세한 교육이 필요한 것으로 나타났다.

이를 위해 본 연구에서는 IMO 모델 코스와 지정교육기관에서 진행하는 ECDIS 교육 프로그램의 문제점을 파악하고 개선방안을 도출한 후 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

첫째, ECDIS 교육 프로그램 시 해도 도식에 대한 교육을 강화해야 한다. 모델 코스에서 반복되는 교육 내용과 과정을 재편성하여 전자해도의 도식 형상에 대한 이해도를 향상시킬 수 있는 과정의 개발이 필요하다. 또한 전자해도의 약식 도식에 대하여 디지털화된 자료나 제본된 서적 등을 적극적으로 활용하여 종이해도와 동일한 수준의 숙지가 될 수 있도록 하고 축척에 대한 문제점 등을 보다 상세하게 다룰 수 있도록 각 교육기관에서의 교육 개선 노력이 필요하다.

둘째, 안전설정과 관련된 내용이 구체적이고 세부적인 내용이 포함될 수 있도록

교육 내용의 개선이 이루어져야 한다. 현재 IMO 모델 코스의 내용은 안전과 관련된 설정 및 적용에 대한 이해도를 깊이 있게 가질 수 있는 구체성이 없어 지정교육기관의 ECDIS 교육 프로그램에 참여하는 학습자들이 명확한 가이드라인을 가질 수 없으므로 각 안전설정 기능의 기능적 한계가 구체적으로 설명이 되고 개별 기능에 대한 수치적 권고안이 마련될 수 있도록 해야 한다. 이미 일부 사기업에서는 회사별 전자해도 및 ECDIS 운용절차를 제작하여 안전과 관련된 설정메뉴의 상세 지침이 운영되고 있다.

셋째, 각종 센서의 정보에 대한 문제점과 한계점 등을 식별하고, 개선사항을 제시하는 교육이 강화되어야 한다. ECDIS에 표시되는 본선과 상대선박의 GPS 기반 선위를 실측 검증하고 작도하기 위한 LOP 기능의 친숙화가 강화되어야 한다. 단순한 기능적 운용뿐만이 아니라 실측위치의 검증이 필요한 근본적인 이해도 필요하다. 또한 AIS 정보의 안전한 활용을 위하여 수신되는 정보의 신뢰 및 검증에 대한 교육이 이루어져야 하며, 정보의 과신으로 인한 위험성에 대하여 보다 깊이 있는 학습이 될 수 있도록 교육 내용에 대한 개선이 되어야 한다.

마지막으로 선박 현장에서 ECDIS를 효과적이고 안전하게 운용할 수 있도록 도움을 줄 지침서의 개발이 필요하다.

본 연구를 진행함에 있어 IMO 모델 코스의 분석뿐만이 아니라 각 제조사별로 동일한 기능임에도 서로 상이하게 표현되거나 적용되는 ECDIS 모델별 특성 교육과 외국의 ECDIS 교육기관의 교육 운영현황에 대한 보다 깊은 분석이 필요하나, 시간적으로 어려워 우리나라의 지정교육기관을 중심으로 교육 내용을 분석하였으며, ECDIS 모델별 특성 교육과 관련된 내용 및 외국의 구체적인 교육 내용에 대하여 분석하지 못한 부분이 미흡한 부분으로 남았다.

향후 연구로는 보다 깊이 있는 ECDIS 교육의 내용 분석과 함께 교육 내용에 대한 연구뿐만이 아니라 ECDIS의 성능개선에 관한 연구와 E-navigation과의 연계에 관한 연구 등이 더 적극적으로 이루어져 안전하고 효율적인 ECDIS 운용이 될 수 있도록 해야 할 것이다.

감사의 글

이 논문을 완성하기 위하여 많은 시간을 보내며 노력을 하는 동안 깊이 있는 지식의 필요성과 그러한 지식을 어떻게 정리하고 표현해야 되는지 그리고 스스로가 가지고 있는 부족함이 얼마나 많이 있는 지 등을 깨달았습니다. 그리고 과거의 것을 더하고 새로운 것을 만들어나가는 과정에서의 시간은 노력과 인내가 중요하다는 것을 다시 한 번 느끼게 되었던 소중한 시간이었습니다. 여러모로 부족한 저에게 부드러우나 뜨거운 열정과 사랑으로 지도해 주시고 격려해 주신 정태권 지도교수님께 마음 속 깊이 감사드립니다. 또한 논문 심사를 위해 아낌없이 조언해 주시고 세심하게 살펴봐주신 김세원 교수님과 논문의 내용을 깊이 있게 살펴보고 방향성을 잡아주셔서 완성도를 높여주신 문성배 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

논문이 완성하는 동안 격려와 응원을 해주신 권영태 교수님, 이창희 교수님, 채병근 교수님, 정민 교수님 그리고 김종관 교수님께 감사를 드리고 같이 대학원에 입학하여 든든한 지원군으로 연구실 동료로서 언제나 자신의 일처럼 도움을 주고 지원을 아끼지 않았던 전재호 교관에게도 감사를 드립니다. 우리 연수원의 실습선 한 우리호, 한반도에서 근무하시는 교수님들과 교관님들께도 고마운 마음을 전하고자 합니다. 그리고 무엇보다도 논문을 작성하는데 몸을 아끼지 않고 많은 도움을 주었던 김홍범 교관과 후배 김민석에게 감사드립니다. 한국해양수산연수원의 오션폴리텍 이진미 팀장님과 팀원분들 그리고 그 외 모든 연수원 가족분들에게도 진심으로 감사드립니다.

끝으로 논문 때문에 챙겨주지 못하고 놀아주지 못한 시간이 많았지만 아낌없이 격려하고 응원해준 우리 사랑하는 아내 이지영과 우리 두 딸, 박소연, 박주현에게 이 기쁨을 나누고 싶고 항상 든든하게 아들의 버팀목이 되어 주신 아버님과 장모님 그리고 하늘 위에 계시면서 항상 지켜보시며 힘과 용기를 주시고 계시는 어머님과 장인어른께 깊은 감사를 드리고 싶습니다.

감사합니다.

참고문헌

- [1] 강석용, 2014. ECDIS 사고 사례를 통해 본 전자해도 사용에 관한 역량강화의 필요성: *해양환경안전학회 추계학술대회 논문집*, 2014. 6: p. 328~337.
- [2] 김순갑, 공길영, 이운석, 정창현, 조익순, 2012. *선박항해 용어사전*. 다솜출판사.
- [3] 김다정, 안경수, 이태일, 김영우, 2013. 전자해도표시시스템 기반의 충돌회피 지원 시스템 개발: *한국항해항만학회 추계학술대회 논문집*, 2013. 10: p. 167~170.
- [4] 김석재 등, 2013. *ECDIS 교육*. 한국해양수산연수원: 부산.
- [5] 김원욱, 김종관, 채병근, 강석용 2014a. *상급 ECDIS 교육*. 한국해양수산연수원: 부산.
- [6] 김원욱 등, 2014b. *ECDIS 교육*. 한국해양수산연수원: 부산.
- [7] 박종민, 1998. ECDIS 표준 및 요구사항 분석과 구현: *한국해양정보통신학회 추계학술대회*, 1998. 5 : p. 359~364.
- [8] 량얼평, 2011. *세계사의 운명을 바꾼 해도*. 명지출판.
- [9] 마린 에듀텍, 2015a. *ECDIS 운용 기본 교육과정*. 마린 에듀텍.
- [10] 마린 에듀텍, 2015b. ECDIS 교육 일정표
- [11] 마린 에듀텍, 2015c. ECDIS 교육 현황표
- [12] 박진수, 박영수, 나송진, 2013. *해상교통공학 · 정책론*. 동원문화사.
- [13] 법제처 홈페이지(www.melog.go.kr)
- [14] 심우성 등, 2001a *안전항해를 위한 ECDIS에서의 전자해도 오브젝트 SCAMIN 연구*. 한국해양환경 · 에너지학회지, 4호, p.63~69.
- [15] 심우성, 서상현, 2001b 국제기준에 의한 ECDIS 인증방안 고찰: *한국해양공학회 2001년도 추계학술대회 논문집*: p.15~19.

- [16] 유수 운항훈련원, 2015. ECDIS 교육 일정표
- [17] 윤여정, 전승환, 문성배, 2005. *지문항해학 개정판*. 한국해양대학교 해사도서출판부, 6판
- [18] 이대제, 2007. *ECDIS에 의한 준설선의 작업공정 관리 및 평가*. 한국어업기술 학회지, 43호: p.212~221
- [19] 이상집, 정태권, 이은방 2006. *최신 항해기기론*. 다솜출판사
- [20] 정민, 박용선, 강석용, 2015. *항해안전 및 업무효율을 위한 ECDIS 사용자측면에서의 개선 사항 연구*. 한국항해항만학회지, 39호, p.143.
- [21] 전재호, 2015. *선박자동식별장치 데이터 입력현황 분석 및 개선방안 연구*. 석사 학위논문. 부산: 한국해양대학교대학원.
- [22] 조묘진 등, 2007. ECDIS 교육을 통해 분석한 항해사의 ECDIS에 대한 의식: *한국항해항만학회 제31권 2호 추계학술대회 논문집*, 2007.12 : p.114~116
- [23] 조익순, 김대해, 2015. *항해사를 위한 ECDIS 기초*. KeNitT PRESS.
- [24] 채병근, 금종수, 2014. *해운선사의 ECDIS 운용 시스템에 관한 연구*. 2014년도 *해양환경안전학회 춘계학술발표회*, 2014. 6 : p.4~6
- [25] 채병근, 정동철, 금종수, 성유창, 2012. *해운선사에서의 ECDIS Familiarization 교육 소개*: *해양환경안전학회 2012년도 공동학술대회 논문집*. p.119~121.
- [26] 채병근 등, 2013. *ECDIS*. HMS
- [27] 최기돈, 박성용, 우진주, 2014. *IMO 모델 코스에 따른 Operational use of ECDIS*, EusuShipManagement.
- [28] 통계청 홈페이지(www.kostat.go.kr)
- [29] 한국선급(www.krs.co.kr)
- [30] 해양수산부 홈페이지(www.mof.go.kr)
- [31] 해양수산부(해사산업기술과), *선박설비기준*. 해양수산부고시 제2014-168호, 2014.12.29
- [32] 해양수산부, 2015. *선원선박통계자료 2015*. 해양수산부.

- [33] 한국해양수산연수원, 2015a. ECDIS 교육 일정표
- [34] 한국해양수산연수원, 2015b. ECDIS 교육 현황표
- [35] 해양안전심판원 홈페이지(www.kmst.go.kr)
- [36] 해영 트레이닝센터, 2015a. ECDIS 교육 일정표
- [37] 해영 트레이닝센터, 2015b. ECDIS 교육 현황표
- [38] National Transportation Safety Board(NTSB), 2009. *Allusion of Hong Kong-Registered containership M/V COSCO BUSAN with the Delta Tower of the San Francisco-Oakland Bay Bridge San Francisco, California / November 7, 2007*. NTSB.
- [39] NYK GROUP, 2014. *NYK Standard for Navigation Using ECDIS*. version : 1.0. NYK GROUP.
- [40] Marine Accident Investigation Branch(MAIB), 2008. *Report on the investigation of the grounding of CFL PERFORMER Haisborough Sand North sea 12 MAY 2008*. MAIB.
- [41] Marine Accident Investigation Branch(MAIB), 2009. *Report on the investigation of the grounding of PRIDE OF CANTERBURY "The Downs" - Off Deal, Kent / 31 January 2008*. MAIB.
- [42] Marine Accident Investigation Branch(MAIB), 2014. *Report on the investigation of the grounding of OVIT in the Dover Strait on 18 September 2013*. MAIB.
- [43] IEC Publication 61174, 2001. *ECDIS - operational and performance requirements, methods of testing and required test results*. IEC Publication.
- [44] IMO 홈페이지(www.imo.org)
- [45] IMO, 2006. Resolution. MSC.232(82), *Adoption of the revised performance standard of Electronic Chart Display and Information System(ECDIS)*, p. 2-9.
- [46] IMO, 2010. "MSC.1/Circ.1391, *Operating Anomalies identified with ECDIS*, p. 1-8.
- [47] IMO, 2012a. "SN.1/Circ.312, *Guidance on operating anomalies identified with ECDIS*, p. 2-3.

- [48] IMO, 2012b. IMO Model course 1.27. - *Operational Use of Electronic Chart Display and Information System(ECDIS)*, 2012 Edition.
- [49] IHO 2010, *S-52 Specifications for chart content and display aspects of ECDIS*, p. 32-33.
- [50] IHB 2014, *IHO ECIDS Presentation Library*, Edition 4.0, p. 32-33.
- [51] IMO 2010, "MSC.1/Circ.1391, *Operating Anomalies identified within ECDIS*, p. 1.
- [52] UNCTAD, 2014. *Review of Maritime Transport 2014*, UNCTAD.
- [53] United Kingdom Hydrographic Office 홈페이지(www.ukho.gov.uk)
- [54] UKHO, 2011. *NP5011 Symbols and Abbreviations Used on Admiralty Paper Charts 5th Edition*, UKHO.
- [55] UKHO, 2012a. *NP231 ADMIRALTY Guide to the Practical Use of ENC's 1st Edition*, UKHO.
- [56] UKHO, 2012b. *NP232 ADMIRALTY Guide to ECDIS Implementation, Policy and Procedures 1st Edition*, UKHO.
- [57] UKHO, 2012c. *NP5012 Admiralty guide to ENC Symbols used in ECDIS 1st Edition*,UKHO.
- [58] UKHO, 2015. *NP100 The Mariner's Handbook 10th Edition*, UKHO.

부 록

【부록 1】 IMO 모델 코스

【부록 2】 ECDIS 선박설비 기준

【부록 1】 IMO 모델 코스

항 목	교육 내용	시 간
Part1 Elements of ECDIS	강사는 40시간과정의 목적을 설명한다. 그리고 교육생은 컴퓨터와 선교 시뮬레이터상의 ECDIS 장비의 레이아웃(layout)에 친숙해진다.	(9.5Hrs)
1. Course introduction & familiarization plan	<ul style="list-style-type: none"> - 일반개요 : 40시간 교육과정의 목적 과 진행 설명 - 교육환경 친숙화 : 프로그램 시작과 종료, 프로그램 시연, ECDIS 사용자 매뉴얼 활용 	(0.5Hr)
2. Purpose of ECDIS	<ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 성능기준(Res. MSC 232(82)) - Display option 차이 : ENC와 SENC, 표준화면과 기본화면, ENC 정보 이외의 정보 표시 - 화면 정보 내용 및 Data 확인 : 선위, 헤딩(Heading), 선속, 시간 등 선박의 안전을 감시하기 위한 화면 정보 	(0.5Hr)
3. Value to navigation	<ul style="list-style-type: none"> - 해도표시 : 투영, 색상 및 도식의 표시들 상호간 차이점 이해 - Data quality : 정보의 정확성과 변환 그리고 차이점 이해 - 축척과 선위 - 항로감시 모드 평가 - 항해를 위한 ECDIS의 기능 설명 	(0.5Hr)
4. Correct & incorrect use	<ul style="list-style-type: none"> - ECDIS 과신을 피하는 방법 : 시스템의 오작동이나 데이터의 부정확성 존재 가능성 하나의 시스템만으로는 안전항해가 이루어질 수 없음 Actual 정보가 ECDIS가 제공하는 정보보다 우선시 되어야 하는 이유 - ECDIS 사용의 숙련 필요성 	(0.5Hr)
5. Work station start, stop & layout	<ul style="list-style-type: none"> - 시작/종료 : ECDIS의 보안장치(Dongle) 이해 - 센서 신호 활성화 : 초기화면 내 정보 및 경보표시 확인 - 경보 및 초기 화면 설정 	(0.5Hr)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
6. Vessel position	- 사용자 Interface 방법 : 마우스/트랙볼 및 키보드 커서와 ERBL의 사용 - 선위 검토 : 센서정보로부터의 선위 확인, 항로 내 선위 및 항로 안내정보 - 선위 작도 : LOPs(Line of positions) 기능 활용	(0.5Hr)
7. Position source	- GNSS 기본 및 안테나 위치 Setting - 위치시스템 선택 등	(1.0Hr)
8. Basic navigation	- 화면 종류 및 Layer 활성화 : 화면 설정 및 수심 설정 - 선박안전 Monitoring 및 특성 : 항해정보 센서 확인 고립장애확인 및 안전등심선 설정 - 항로감시 기능 활성화 : 항로정보, 위험구역, 항적표시 등	(1.0Hr)
9. Heading & drift vectors	- 선박운동벡터 설명 - 본선 침로 및 속력 - Gyro 오차영향 - 고립장애 경보 설정 및 감시	(0.5Hr)
○ Simulator Exercise - 1	Open sea 1 : ECDIS사용에 친숙, ECDIS 항해 및 SOG와 COG를 모니터한다.	(2.0Hrs)
10. Understanding chart data	- ENC와 SENC 관련 용어 설명 - ECS와 ECDIS 차이 설명 - 다양한 전자해도(래스터 차트) - 해도정보의 업데이트 및 정보 선택	(1.0Hr)
11. Chart quality & accuracy	- 해도자료 정확성 - 변종 Datum 문제점 : WGS-84 Datum 이외 Datum의 문제 - 해도 업데이트 필요성 : 부적절한 정보의 관리에 의한 에러 - 모니터해도 관련 시범	(0.5Hr)
12. Chart organization 1	- 전자해도 유통 구성 설명 : 구매, 설치 및 업데이트 과정 - ECDIS Data Loading 시범	(0.5Hr)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
Part2 Watchkeeping with ECDIS	교육생은 센서 성능한계를 설명하고, ECDIS의 안전 사용에 영향을 주는 센서에 대해 평가한다.	(9.0Hrs)
13. Sensors	<ul style="list-style-type: none"> - 센서의 성능한계 : 선위, heading, 선속, 수심, RADAR 및 AIS 등의 성능한계 설명 - 올바른 센서정보 표시를 위한 선택 - 센서 경보 및 표시 설명 및 분석 : 센서오류 시 문제해결 및 센서 연결상태 확인 	(0.5Hr)
14. Ports & data feeds	<ul style="list-style-type: none"> - GPS 센서 선택 : 주위치 센서와 보조위치 센서 선택 주위치 센서의 신호단절 시 보조위치 자동 전환 확인 - 연결된 센서의 포트 및 정보 설명 : 센서 감시기능으로 연결된 센서 정보흐름을 확인, 센서 포트 선택 확인 	(0.5Hr)
15. Chart selection	<ul style="list-style-type: none"> - 수동/자동 해도 선택 및 화면 전환 - 부적절한 해도 선택으로 인한 문제점 : 과도한 확대/축소 등으로 인한 문제점 WGS-84 Datum 이외 Datum의 문제점 	(0.5Hr)
16. Chart information	<ul style="list-style-type: none"> - 위치와 항로 모니터링 정보 적용 - 잘못된 화면설정으로 오는 문제점 설명 	(1.0Hr)
17. Changing the settings	<ul style="list-style-type: none"> - 해도정보와 센서정보 : 주요 정보 설정기능의 수동 점검 - 잘못된 안전설정 : 안전수심, 안전등심선, 좌초경보 및 항로설정 경보 등의 오류로 인한 문제점 - 기록하는 정보범위 평가 : 항해 정보, 이벤트(경보 등) 정보 등 확인 	(1.0Hr)
18. Chart scaling	<ul style="list-style-type: none"> - 전자해도의 축척 시범 - 축척으로 인해 발생하는 오류 분석 등 : 과도한 확대로 인한 거리 인지 오류, 과도한 축소로 인한 데이터 밀집 오류, 적절한축척의 선택 	(0.5Hr)
19. Information layers	<ul style="list-style-type: none"> - 과도한 축소 시 정보 표시 확인 : SCAMIN기능의 On/Off 관찰 - 적절한 조명 - Other mode 기능 선택 - 화면정보의 구분 : 전자해도정보와 사용자입력정보와 이벤트정보의 구분 수동 소개정 정보 또는 항해계획 노트 등 사용자 입력정보의 추가 및 제거 	(1.0Hr)
○ Simulator Exercise - 2	<p>Open sea waters</p> <ul style="list-style-type: none"> - ECDIS로 항해하기 개별적인 당직 근무 사용자 층와 경보의 적절한 선택 수동 위치의 성공적인 위치결정 	(2.0Hrs)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
20. System & position alarms	- 주/보조 위치표시 센서의 경보 확인 : 주위치 센서의 고장, 주/보조 위치센서의 상호 위치오류, 주/보조 위치센서의 고장 의심 시 대응방법, 각 종 Alarm 확인 및 분석 - 해도 관련 경보 확인 : Off chart, No official data, Datum unknown, Anti-grounding monitoring off 경보 등이 발생 시 대응방법	(0.5Hr)
21. Depth & contour alarms	- 항로감시 경보 설정 : 안전등심선, 제한지역 진입, XTE(Cross track error), 안전수심선의 변경 등 - 수심관련 정보 확인 : 안전수심, 장애물, 수심측정기 경보, 안전수심선이 지닌 수심 의미 - 올바른 항로감시 : 안전등심선의 등심선에만 적용됨 최우선 UKC를 나타내기 위한 안전수심선 설정 안전수심(Safety Depth) 설정 해도의 수심지점 종류 설정 - 안전수역과 관련된 제한사항 : 4가지 색의 수심색 반영 낮은 등심선은 본선 흘수 이상으로 설정 측심기의 성능 제한 안전등심선 접근 전 경보 설정 고조 시 안전등심선 이내 지역의 항해가능 여부 검토	(1.5Hrs)
Part3 ECDIS Route Planning & Monitoring	교육생은 항로계획과 조종정보에 나타난 선박의 제원들의 사용을 설명할 줄 알아야하고, 그것들을 해석하는데 있어 가능한 오류들을 설명할 줄 알아야한다.	(9.0Hrs)
22. Vessel maneuvering characteristics	- 변침점 도착 시 Wheel over와 관련된 경보 설정 : 항해계획 시 Turning Radius(Rate of Turn) 등 본선의 조종특성과 관련된 내용의 설정 - 선위확인 : Auto pilot과 연결된 ECDIS에서 선위확인 의 중요성 토의	(0.5Hr)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
23. Route planning by table	<ul style="list-style-type: none"> - 저장된 항해계획 불러오기 : 항해감시 기능 사용, 항해계획 및 복습 항해 중 변경항로 설정하기 변침점들의 거리와 침로 확인 - 항해계획의 검토 및 감시 승인 : 적절한 해도정보 활용 Cross Track Zones 설정 안전성 분석을 위한 해도의 축척 설정 항로의 점검 - Table 상 변침점 추가 - Table 상 변침점 수정, 추가, 제거 - 변침점 상 항해계획 및 Wheel over 관련 요소 복습 : 본선의 조종특성, 변침점 여유수역 등을 포함한 안전한 항해계획의 요건 확인 	(1.0Hr)
24. Route planning by chart	<ul style="list-style-type: none"> - Graphically editing : Leg를 이용한 항로 선정(항정선과 대권) 변침점 수정 - 침로와 거리 : 커서 위치 부분 항로의 취소선택 - 항해계획과 관련된 정보 : 해풍, 풍랑 그리고 해류 정보 조석간만의 차와 조류 항만정보 특별한 상황들에 대한 검토 	(2.0Hrs)
25. Track limits	<ul style="list-style-type: none"> - 트랙경보 설정 : XTE, 안전등심선, 제한수역 진입, 고립위험 근접 등의 경보 설정 - XTE의 수정 : 항로 재검토 후 XTE 수정 항해 중 경보 발생여부 관찰 적절한 축척의 해도정보의 결과 검토 	(0.5Hr)
26. Checking plan for safety	<ul style="list-style-type: none"> - XTD(Cross track distance)의 설정과 주의사항 : 안전등심선, 고립장애, 제한수역 - 항로 내 위험물 확인 및 안전 검토 - 항로 안정성 검토 : 자동 항로검토기능 사용 대축척해도 상의 항로에 대한 수동 점검 및 필요성 	(0.5Hr)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
27. Additional navigational information	- ECDIS에서 사용될 수 있는 기상학 데이터에 대한 토의 : 조류, 기후학적 요소, 날씨, 바람, 얼음	(0.5Hr)
28. Route schedule	- 항로를 따라 항진 중 항로스케줄과의 비교 - ETA 확인 : 지정된 변침점까지의 속도 확인 변침점까지의 예상도착 시간 확인	(0.5Hr)
29. User chart in route planning	- User chart 기능 복습 : User chart를 이용한 추가 정보 삽입, 합병, 제거, 새 이름 저장 - Anchor circle 경보구역 설정, 저장 및 이동	(1.5Hrs)
○ Simulator Exercise - 3	Coastal/Restricted waters - ECDIS로 항해하기 개인적인 견시 해도정보와 알람의 적절한 선택 성공적으로 감시된 항로 Radar/ARPA의 중첩 사용 항로의 성공적인 수정 선박의 흘수와 선저 여유수심을 고려한 성공적인 항로의 완성	(2.0Hrs)
Part4 ECDIS Targets, Charts & System		(6.5Hr)
30. ARPA/Radar 중첩	- ARPA Data 표시, Radar 중첩 작동 : 센서의 출력에 맞추어진 Com port와 Baud Rate 값 설정(2009년 1월 1일 이전의 ECDIS 제품에는 중첩 기능이 없을 수도 있음) - ARPA/ECDIS 계산에 사용된 속도와 heading 값 결정 - 자선위치 수정 : Radar/ARPA를 활용하여 선위를 측정	(0.5Hr)

【부록 1】 IMO 모델 코스(continued)

항 목	교육 내용	시 간
31. AIS functions	- AIS 센서 연결 : 식별부호 및 항해 정보 수신 타깃의 대지 운동 분석 자선의 정적 및 항해정보의 ECDIS에 의한 잠재적 통제 - AIS Data 표시 : 센서의 출력에 맞추어진 Com port와 Baud Rate 값 설정 - AIS 타깃 정보 : AIS 타깃 형상 이해, 타깃 백터값, 타깃의 편각 확인, 충돌방지 정보, 정적정보 확인, 타깃 항적의 기록	(0.5Hr)
32. Procuring & installing chart data	- 설치, 데이터 자료, 라이선스, 설치기록 : Chart data 전문용어, Installation, License 등	(1.5Hrs)
33. Installing chart corrections	- Up-to-date correction, Manual correction, T&P Correction 등	(1.0Hr)
○ Simulator Exercise - 4	Restricted waters - Advanced navigation with ECDIS	(2.0Hrs)
34. System reset & back up	- ECDIS Backup 규정, ECDIS 문제발생시 Back-up 전환절차 등	(0.5Hr)
35. Archiving ECDIS data and data logging	- ECDIS 관리, 저장 및 프린트 등	(0.5Hr)
Part5 ECDIS Responsibility & Assesment		(6.0Hrs)
36. Responsibility	- Review COLREG, SOLAS, IMO requirement & STCW - Review flag state implementation - Review IMO training guidance	(2.0Hrs)
37. Effective navigation with ECDIS	- ECDIS를 활용한 항해 및 선교에서의 ECDIS 기능 등	(1.0Hr)

해양수산부고시 제2014-168호, 2014. 12. 29.

제93조(항해용해도 등)

- ① 연해구역 이상을 항해구역으로 하는 선박에는 항해하여야 할 해역 및 항만의 해도 기타 항해용 간행물을 비치하여야 한다. 이 경우 항해용 간행물은 「선박안전법 시행규칙」 제75조에 따라 최신의 것을 비치하여야 한다. 다만, 한정된 해역만 운항하는 선박에 대한 조석표는 해당 항만의 조석표만을 비치할 수 있다.
- ② 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 여객선 및 총톤수 3,000톤 이상의 화물선에는 「선박안전법 시행규칙」 제75조제1항에 따른 전자해도(ECDIS : Electronic chart display and information system)를 설치하여야 한다.
- ③ 제1항에도 불구하고 제2항에 따른 선박이외의 선박은 해도에 대신하여 「선박안전법 시행규칙」 제75조제1항에 따른 전자해도(ECDIS : Electronic chart display and information system)를 설치할 수 있다.
- ④ 제2항의 규정에 의한 전자해도표시시스템은 다음 각 호의 요건에 적합한 것이어야 한다.
 1. 표시된 정보 또는 오작동에 대하여 적절히 경보를 발하거나 표시할 수 있을 것
 2. 항해계획 및 항로감시를 하는 동안 화면상에 표시되는 시스템전자해도(SENC : System electronic Navigational Chart)는 기본화면, 표준화면 및 기타 필요한 정보를 표시하는 화면으로 구성될 것
 3. 사용자가 한 번의 조작을 통하여 표준화면을 표시할 수 있을 것
 4. 화면에서 쉽게 정보를 추가하거나 수정할 수 있어야 하며, 기본화면 내에 포함된 정보는 변경할 수 없는 것일 것
 5. 사용자가 시스템전자해도가 제공하는 등심선을 이용하여 안전항해를 위한 수심을 선택할 수 있을 것
 6. 최신화된 해도자료를 입력할 수 있는 장치가 구비되어 있을 것
 7. 사용되는 전자해도(ENC : Electronic Navigational Chart)는 변조가 불가능하여야 하며, 시스템전자해도는 선박의 예정항로에 적합한 것일 것
 8. 최신화된 해도자료는 기존의 입력된 전자해도와 별개로 저장될 수 있을 것
 9. 사용자가 화면을 통하여 최신화된 내용을 검토하고 최신화된 내용이 시스템전자해도에 포함되었는지를 확인할 수 있는 것일 것
 10. 전자해도에 포함된 정보 또는 기타 항해정보를 화면상에 추가할 수 있을 것
 11. 필요할 경우 레이더정보 또는 기타 항해정보를 화면상에 추가할 수 있는 것일 것

해양수산부고시 제2014-168호, 2014. 12. 29.

12. 화면표시는 항상 노스업(North-up)방향의 시스템전자해도에 표시할 수 있을 것
13. 화면표시모드는 실제 이동모드를 사용하는 것일 것
14. 시스템전자해도는 적절한 색상 및 기호를 사용하는 것일 것
15. 전자해도에서 지정한 축적으로 화면표시를 하는 경우 시스템전자해도의 정보는 지정된 크기의 기호, 숫자 및 문자를 사용하는 것일 것
16. 다음의 정보를 화면에 표시할 수 있어야 하며, 이 경우 항로감시를 위한 해도의 화면표시는 최소한 가로 270밀리미터, 세로 270밀리미터 이상일 것
가. 항로계획 및 추가 항해업무
나. 항로감시
17. 화면은 해양수산부장관이 적당하다고 인정하는 색상 및 해상도로 표시하는 것일 것
18. 화면에 표시되는 정보는 주간 또는 야간에 선교에서 통상적으로 사용하는 조명 및 일광 하에서 1명 이상이 명확히 식별할 수 있을 것
19. 간단하고 신뢰성 있는 방법으로 항로계획 및 항로감시를 할 수 있을 것
20. 모든 경보 또는 선박이 안전한 수심범위를 지나치거나 금지구역에 진입할 경우의 표시를 위하여 지역에 대한 가장 큰 축척의 자료가 시스템전자해도에 사용될 것
21. 직선과 곡선의 항로계획을 할 수 있어야 하며, 항로상에서 변침점을 추가 또는 삭제, 변침점의 변경 또는 순서를 변경할 수 있을 것
22. 선박의 계획된 항로가 예정항로를 벗어나거나 금지구역의 경계 또는 특별한 항해조건이 부여된 지역에 진입할 경우 이를 표시할 수 있을 것
23. 선박이 금지구역의 경계 또는 특별한 항해조건이 부여된 지역에 진입할 경우 설정된 시간 내에 경보 및 표시를 할 수 있을 것
24. 설정된 항로 이탈범위를 초과하는 경우에는 경보를 발하는 것일 것
25. 설정된 시간 또는 거리범위 내에서 선박의 예정항로상에 지정된 특정지점에 도달할 것임을 알리는 경보를 발할 것
26. 1분과 120분 사이에 설정된 간격으로 수동 및 자동으로 선박의 항적을 따라 시간을 화면에 표시할 수 있을 것
27. 적절한 수의 지점, 자유 이동 가능한 전자방위선(Free Movable bearing lines), 가변 및 고정영역표시(Variable and fixed-range markers) 등 기타 항해에 필요한 다른 기호를 화면에 표시할 수 있을 것
28. 모든 위치의 지리적인 좌표입력 및 선택이 가능하여야 하며, 사용자의 필요에 따라 이를 화면에 표시할 수 있을 것

해양수산부고시 제2014-168호, 2014. 12. 29.

29. 전체 항해의 항적을 4시간 이하의 간격으로 표시하여 기록할 수 있어야 하며, 12시간동안의 항적을 저장할 수 있는 용량을 가져야 하며, 기록된 자료는 조작하거나 변경할 수 없을 것
 30. 다음의 자료를 1분 간격으로 기록할 수 있을 것
 - 가. 시간, 위치, 방향 및 속도 등의 선박의 항적 기록
 - 나. 전자해도 제공처, 버전, 최신화 이력 등 공식자료의 기록
 31. 다른 장비와 연결할 경우 성능이 저하되지 아니할 것
 32. 선박 내에서 주요기능을 자동 또는 수동으로 시험할 수 있어야 하며, 시험을 할 경우에는 고장부위에 대한 정보를 화면상에 표시할 수 있을 것
 33. 비상전원으로 정상적인 기능을 유지할 수 있을 것
 34. 기타 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 요건
- ⑤ 연해구역을 항해하는 선박으로서 국내항만을 운항하는 선박은 해도(전자해도를 제외한다)를 제외한 조석표 등 항해용 간행물을 PDF 파일 등 전자적 방법으로 선박에 비치하고 이를 상시 확인 가능할 경우에는 이를 인정할 수 있다.