

論 文
A1-5

전자해도 실선시험에 관한 연구

서상현*, 이희용*

Study on the ENC Sea Trial Test Plan

S, S. Hyun*, L, H. Yong*

Abstract

ECDIS, highlighted as a new technology for the navigation safety, could replace the paper charts in the bridge and make the more safe navigation possible. For the marines to use the ECDIS, the infrastructure of the ENC production and distribution, the development of IMO compliant ECDIS, the training program for the ECDIS usage and related matters are thought as the key points to be solved. Also it is necessary for the related groups, such as ECDIS manufactures, users, ENC producers, the to be involved in developing the national infrastructure altogether to promote the ECDIS usage. Upon these background, the Korean ENC pilot project was introduced and the comparison study of the SHARED project coordinated by MPA(Maritime Port Authority, Singapore) and the Canadian Pilot project has been done. With such a analysis, the Korean ENC sea trial test plan is presented.

1. 서 론

1.1. 배경

선박의 안전항해를 위한 장비 중 새로운 기술로 주목받고 있는 ECDIS는 기존의 종이해도를 대신하여 항해자에게 보다 안전하고 편리한 항해를 할 수 있도록 하며, 여러 가지 관측 센서로부터 얻을 수 있는 각종 정보를 취합하여 항해자에게 통합 제공함으로써 전자 항해장비의 새로운 전환점이 되고 있다.

최근에 발생한 각종 해난사고로 인하여 엄청난 피해가 속출하고 있는 상황에서 ECDIS에 대한 각국의 관심은 자연히 높아졌으며 노르웨이, 캐나다, 미국 등에서는 ECDIS장비의 성능과 실용여부를 시험하고 이를 실제로 운용하기 위한 여러 가지 프로젝트를 수행하였다. [표1.] 외국 사례 비교 참조.

이러한 추세에 발맞추어 우리 나라도 이미 ENC를 제작하기 시작하여 상당수의 도엽을 S57 ed3 형식으로 제작하였으며 국산 ECDIS의 개발도 이미 진행 중이다.

* 선박해양공학 연구센터

[표 3] 외국 사례 비교

항 목	SHARED Project	Canada Pilot Project
주요 기관	●영국 수로국과 싱가포르의 수로국	●캐나다 수로국 OSL*)
배 경	●영국과 싱가포르 수로국의 협력**) ●영국은 이미 북유럽에서 서비스 실시	●기존의 시험 평가***)에 따른 영향 ●엑스 발테흐의 좌초 및 탱커안전 및 해양오염 방지 조사위원회의 권고
목적	●관인 전자해도 및 래스터 차트의 보급 ●해도 개정 등의 통합 서비스의 제공 ●프로젝트에 참여할 해도 제작자, 해운 선사, 전자해도 배포자의 선정	●정부와 해운선사의 딜레마 해결 ●운영 시험 평가의 실시 ●신기술의 평가 및 수로국에 전자해도 경험 축적
주요 활동	●프로젝트에 참여할 기관 섭외 및 해도 제작자, 해운 선사, 전자해도 배포자의 선정 기준 마련 ●전자해도 제작 및 품질 보증에 관한 협력 절차 마련 ●IMO 권고안에 따른 전자해도 교육 시스템의 제안 ●영국 수로국의 서비스를 확장하여 해도 및 개정 자료 배포 체계 설립 ●프로젝트의 주요 항로 및 기항지 선정 ●ECDIS 홍보 전략 마련	●충돌 및 좌초 방지를 위한 항해 기기로서의 기술의 데모 ●다양한 환경 하에서 DGPS를 장착한 ECDIS의 실세계 운용의 데모 ●전자해도 사용을 위한 적절한 법제정 전에 다양한 성능 및 데이터 표준에 대한 배경 지식의 마련 ●종이해도의 보급과 같이 전자해도의 경우에도 적절한 서비스를 제공할 수 있는 수로국의 준비 ●캐나다 기술 및 해사 수송 기술 분야의 국제적 위상 제고
결 과	●자료 교환 네트워크 및 절차 마련, 전자해도 공급과 개정에 관한 서비스 실시 ●전자해도 가격 결정의 원칙 및 지침 수립 ●전자해도 제작개요 및 품질 보증 훈련 과정 마련, 해기사의 사용 교육 과정 마련	●DGPS의 중요성 파악 ●전자해도 서비스 수준 파악 ●법 제정 절차 및 내용의 마련 ●수로국, 해운회사, 사용자에 대한 홍보 ●ECDIS 표준의 개선 및 보완

*) OSL : Offshore System LTD.

**) 싱가포르와 영국 수로국의 협력 : 영국은 1997년 현재 전자해도 및 래스터 차트를 같이 사용하고 있으며 싱가포르 수로국은 S-57 Ed3의 전자해도를 가장 먼저 제작한 수로국으로서 전자해도 및 래스터 차트의 복합 사용을 위해 협력.

***) 기존의 시험 평가

- North Sea Project - 1987-88
- Norwegian SEATRANS Project - 1989-90
- The Netherlands ECDIS Project-1991
- Canadian Shipowners' Association/Welland Canal-1991
- United States ECDIS Test and Evaluation Program-1991-1995

선박의 안정항해와 항해자에게 여러 가지 정보를 편리하게 제공해주는 ECDIS는 앞으로 항해안전에 필수적인 것으로 예상되는데 이러한 장비의 기본 자료가 ENC이며 ENC의 제작 및 관리가 효율적이어야만 비로소 ECDIS가 실무에 활용될 수 있을 것이다. ENC를 생산/관리하고 이를 보급하는 데는 범국가적인 체계가 필요하고 ECDIS 사용의 활성화 및 관련 법 제정을 위해서 관련 정부 기관, 해운 선사, ECDIS의 제작자, ENC의 생산자 등 많은 사람들이 관심을 갖고 참여하는 것이 필요하다.

1.2. ENC Pilot Project의 목적

한국 영해를 항해하는 선박에서 ENC를 사용하는 ECDIS를 활용하기 위해서는 관련 국제기구인 IMO와 IHO의 국제표준안에 맞는 ENC의 생산 그리고 이를 제공하고 관리하기 위한 범국가적인 체계의 확립이 필요하다.

하지만 아직까지 우리 나라 정부나 민간부문의 ENC 및 ECDIS에 대한 이해는 미비하므로 생산된 ENC를 평가하고, ENC 및 ECDIS에 대한 이해를 제고하기 위한 Pilot Project를 실시하여야 한다. 이를 통해 ENC 관련 기술을 확보하고 ECDIS 활용을 극대화함으로써 우리 나라가 21세기 디지털 해도 시대의 선도적인 역할을 할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 이러한 ENC Pilot Project의 목적을 정리해보면 다음과 같다.

- 1) ENC의 보급에 필요한 정부의 규정, 규칙 제정을 위한 준비 지식을 제공한다.
- 2) ENC 관련 성능기준 및 데이터 교환형식의 실제운용을 통한 ENC 보급 관리 경험의 축적
- 3) ENC를 이용한 ECDIS의 충돌회피나 저수심 경보 등의 기술을 선보임으로써 ENC의 홍보

4) ENC 제작을 통해 습득한 기술로 선진 해양국가로 진입할 수 있는 방안의 마련

우리 나라의 ENC Pilot Project는 캐나다 EC Pilot Project의 경우처럼 ENC의 생산과 생산된 ENC의 시험 및 이를 사용하기 위한 ECDIS의 시험까지도 포괄한다. 이를 달성하기 위한 실행 방안으로는

- 1) 전자 해도 제작과 보급을 위한 공청회의 실시
 - 2) 해양수산부, 항만청 등 정부 기관과 해운회사, 선급 등의 민간 부문이 ENC 및 ECDIS에 대한 이해를 제고하기 위한 세미나 및 포럼의 실시
 - 3) ECDIS 제작 및 사용의 활성화를 위한 기술 지원 및 ENC 관리 공급 시스템의 구축
 - 4) 적절한 선박과 항로 및 사용자 선정을 통한 실선 시험의 실시
 - 5) 외국의 ENC 및 ECDIS 생산 및 개발을 위한 기관과의 교류를 통한 우리 나라 ENC 및 ECDIS 기술의 홍보
- 등이 있다. 이러한 실행 방안 중 본 연구에서는 ENC Pilot Project 중 중요한 부분을 차지하는 실선 시험에 관해서 알아본다.

2. 실선 시험

2.1. 목적

실선 시험은 생산된 ENC를 ECDIS를 통하여 실제 항해에서 사용함으로써 ENC 및 ECDIS의 장단점을 파악하는 가장 좋은 방법이다. 실선 시험을 실시하는 목적은 ENC 및 ECDIS 도입에 따른 항해 안전 기여도를 검증하고 항해사의 작업량 변화를 관찰하며 ENC의 특성과 ECDIS의 항해 기능을 결정하고 ECDIS의 항해 기능에 대한 항해사의 사용 정도와 선호도를 검토하는 데 있다. 이러한 실선 시험을

실시하면 ENC 및 ECDIS의 한계 및 문제점을 분석할 수 있으므로 ENC 및 ECDIS 기술 발전에 도움이 된다. 이러한 실선 시험은 다음의 사항들을 충분히 고려하여 실시되어야 한다.

2.2. 고려 사항

실선 시험을 실시하는 경우 적절하지 못한 실선 시험 대상의 선택은 들인 노력에 비해 그 결과가 만족스럽지 못한 경우가 있을 수 있으므로 다음과 같은 사항을 고려하여 적절한 시험이 될 수 있도록 한다.

첫째, 우선 실시할 수 있는 시험의 종류가 어떠한 것이 있는 지를 알아보아야 한다. 경우에 따라서는 실선 시험보다 시뮬레이터를 이용한 다수의 사용자에 대한 반응을 알아보는 것이 효과적일 수도 있다.

둘째, 어떤 대상 선박을 선정할 것인지를 고려해야 한다. 최근 선박 건조 기술의 발달로 고품의 노후 선으로부터 최근의 자동화 선박까지 다양한 선박의 형태가 존재할 수 있으므로 대상 선박의 선정에 신중을 기해야 한다.

셋째, 항로의 선정에 주의해야 한다. ECDIS는 좁은 해역에서 교통량이 많은 경우 그 효과를 발휘할 수 있으므로 항해 안전에 기여하는 정도를 측정하기 위해서는 그러한 요건을 만족하는 항로를 설정해야 한다. 또한 그 해역의 ENC 존재 유무도 항로 선정의 요건이 된다.

넷째, 사용자 선택에 주의를 기울여야 한다. 실습 항해사부터 10년 이상의 선장 경력을 지닌 도선사까지 그 사용자의 폭이 넓으며 그들의 컴퓨터에 관한 경험 또한 다양하여 적절한 사용자의 선택 또한 시험 결과에 상당한 영향을 끼칠 수 있으므로 적절한 시험 결과를 얻기 위해선 다양한 레벨의 사용자를 선정하여 시험을 실시하는 것이 중요하다.

2.2.1. 시험의 형태

시험의 형태로는 실선 시험과 시뮬레이터를 이용한 시험이 있다. 실선 시험의 목적을 달성하기 위해서는 실선에 장착하여 시험을 실시하는 것이 최선이나 항해사의 사용 정도와 선호도 등을 조사하는 경우는 여러 사람을 대상으로 하는 교육용 시뮬레이터를 사용하는 것이 효과적이다. 시뮬레이터의 경우 보통 선박 조종 시뮬레이터와 전자해도는 같이 사용된다.

2.2.2. 선박 선정의 기준

선박의 종류로는 우선 수송되는 화물의 형태에 따라 크게 산물선(Bulk Carrier), 유조선(Tanker), 컨테이너선, 일반 화물선 등으로 구분할 수 있고 화물 수송의 형태에 따라 일정한 항구를 정기적으로 입항하는 정기선, 화물 운송의 성악에 따라 운항하는 부정기선이 있다.

여기서 유조선의 경우는 원유, 제품유, LNG, LPG, 화학제품 등을 수송하는 선박을 모두 포함하였으며 이들 선박의 경우, 사고 발생 시 환경 오염을 포함하여 그 피해가 심각하므로 안전항해가 더욱 중요하다 하겠다. 또한 일정한 항구를 주기적으로 항해하는 선박보다는 화물에 따라 낮은 항구에 기항해야 하는 부정기선의 경우는 안전 항해에 관한 정보를 적시에 구하는 것이 매우 중요한 사안이다. 이렇게 다양한 선박의 형태에 따라 ENC 및 ECDIS의 활용 여부를 정확히 파악하기 위해서는 대상 선박의 선정에도 상당한 주의를 기울여야 함을 알 수 있다. 현재의 상황을 고려하여 ENC Pilot Project를 통해 실선 시험에 투입될 수 있는 대상 선박을 열거하여 보면 다음과 같다.

우선 다양한 사용자를 고려하면 상선, 어선, 군함 및 레저용 선박에서의 사용자가 있는데 상선과 여객선의 사용자에 대한 시험은 해양 교육기관의 실습선이 적당하며 좁은 해역의 실선 시험에는 현재 국내 연안에서 유류 수송을 담당하는 H해운의 국내 연안 유조선이 적절할 것이다. 입출항시 ECDIS의 효율성을 시험하기 위해서는 연안 여객선 및 대일 여객선을 대상으로 하는 것도 고려해 볼직하다.

일단 대상 선박이 정해지면 ENC 및 ECDIS 기술에도 능통하고 항해 경력이 풍부한 전문가가 직접 승선하여 실선에서 관측하는 것도 생각해 볼 수 있고 실무자들의 사용 경험을 설문지 등을 통하여 분석하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

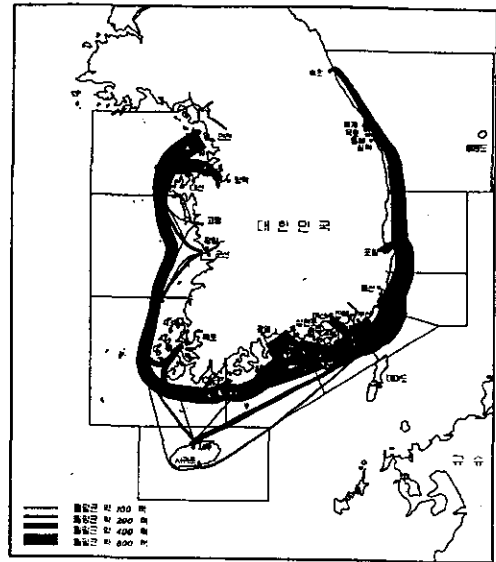
2.2.3. 항로 선정의 기준

ECDIS는 좁은 해역에서 교통량이 많은 경우 그 위력을 발휘한다. 교통량이 많은 좁은 해역에서의 항해시, 항해사는 선교의 여러 장비로부터 안전 항해에 필요한 정보를 취합하여 최적의 조선을 실시하게 된다. 평범한 항해의 경우라도 항해사가 취합해야 하는 정보는 의외로 많으며 복잡하다.

취합해야 할 정보의 예를 들어보면, 우선 주변 상황에 대한 정보로서 전후좌후에서 항해하고 있는 항행선에 관한 정보(주로 CPA, TCPA, Head On 상태, Crossing 상태)를 알아야 하고 항로정보로서 변침시기와 변침점까지 남은 거리, 변침시 정형 항과 거리(Beam Distance) 등을 수시로 계산하여 이를 머리 속에 그리고 있어야 한다.

안전 항해에 관한 정보로서는 안전 수심, 피험선, 침몰선 등에 관한 정보를 숙지해야 하며 항해 지침으

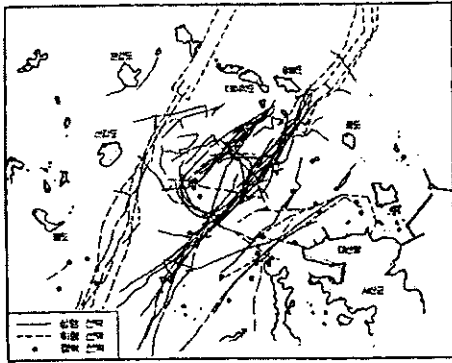
로서 선장 및 전당직 항해사로부터의 전달 사항도 숙지해야 하며 특히 일정 시간마다 직접 해도실에 가서 해도 위에 자선의 위치를 표시하고 안전한 지를 확인해야 한다. 더불어 VHF를 통해 흘러나오는 항해 정보 및 상대선들의 교신 내용 등을 청취하며 언제 있을 지 모르는 자선의 호출에 대비해야 한다.



[그림 1] 93년 월평균 교통량(해운 항만청, 전게서, 1994)

이러한 것은 일례에 불과하며 실제로 충돌의 상황 등 급박한 상태에 다다르면 충돌 회피를 위한 시급하고도 정확한 판단을 내리기가 매우 곤란하다. 이러한 경우에 ECDIS가 어느 정도로 정확하고 신속한 정보를 항해사에게 제공할 수 있는 지를 시험하기 위해서는 교통량이 많고 좁은 해역을 항해해보는 것이 적절할 것이다.

현재 국내에서 제작된 ENC는 160여종으로 우리나라 연근해를 포함하지만 아직 외국의 경우에는 적절한 ENC를 제공하지 못하고 있으므로 국내 연안을 대상으로 해역이 좁고 교통량이 많은 곳을 택하는 것이 적절하다 하겠다. [그림 1]은 연안 해역의 교통흐름도이며 이를 기초로 한 후보 항로로서 [그림 2]의 인천 대산 평택항 부근을 제시하여 보았다.



[그림 2] 94년7월17일의 인천,평택,대산항의 교통 흐름

2.2.4. 사용자 선정의 기준

앞 절에서 설명한 바와 같이 항해의 경우 취합해야 할 정보의 양이 많고 판단해야 될 내용이 복잡하므로 항해사의 경험이 선박의 안전 항해에 미치는 영향은 지대하다. 또한 항해사는 저마다 독특한 방법으로 안전항해를 위한 방법론을 터득하게 된다.

[표 4] 사용자 선정 기준

항목 \ 대상	고급 항해사	중급 항해사	초급 항해사
기여도 검증	1	1	1
작업량 식별	1	2	2
항해 기능 결정	1	1	3
선호도	0	0	0
문제점 및 한계점의 발견	1	2	3

*) 0 : 관계없음, 1 : 적절, 2 : 보통, 3 : 부적절

***) 고급 항해사 : 도선사, 선장, 일등 항해사

중급 항해사 : 이등 항해사, 삼등 항해사

초급 항해사 : 초급 3등 항해사, 실습 항해사

이러한 상황에서 같은 기능을 지닌 ECDIS라도 사용자의 경험과 기술에 따라 그 역할이 크게 변할 수 있음을 알 수 있다. 경험이 부족한 항해사의 경우

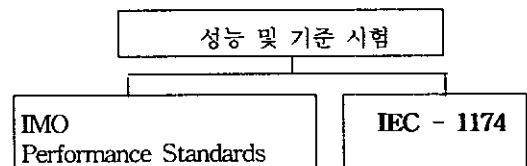
는 충분한 기능의 ECDIS라도 과도한 정보의 제공으로 부담스러운 장비로 생각되는 경우가 있을 수 있으며 ECDIS를 잘 활용하는데는 어느 정도의 교육과 훈련이 필요할 수 있으며 경험 많은 선장에게는 그 반대의 경우가 될 수도 있다. 즉 이것은 같은 내용의 시험을 실시하더라도 그 반응과 결과는 현격히 다를 수 있음을 시사하는 것이다. 그러므로 실선 시험이나 시뮬레이터를 사용하는 시험의 경우, 시험의 목적에 따라 적절한 사용자를 선정하여야 한다.

2.3. 시험 사항

항해 장비로서의 ECDIS는 안전항해에 매우 중요한 역할을 하는데 이러한 장비는 설치 사양 및 성능에 관한 국제적인 표준을 따라야 한다. 이러한 표준 제정에 관한 기구로는 IMO, IHO, IEC 등이 있으며 성능 기준에 관해서는 IHO의 S-52를 참조로 한 IMO의 ECDIS Performance Standard를 따르고 시험 방법 및 결과에 관해서는 IEC에서 발행한 IEC-1174에 따른다.

2.3.1. 성능 시험

IMO의 성능 기준은 항해 안전을 주된 목표로 하여, 예비 시스템에 관한 SOLAS 규정 5장 20절, GMDSS 관련 IMO A694(17), IMO A19/Res.817을 참고로 하여 작성되었다. 세부적으로 해도 정보의 표시, 개정 사항, 항해 관련 기능, 해도의 정밀도, 타 장비와의 연동, 성능 시험 및 고장 진단, 백업 장비와 전원 공급 등에 관해 기술하고 있다.



[그림 3] ECDIS 성능 및 시험기준에 관한 국제규정

IEC-1174는 IMO의 규정 A817 및 IHO의 S-52, S-57을 기초로 하여 작성되어 ECDIS의 조작 및 성능 요구 사항과 검사 기준 및 검사 방법에 관해 기술하고 있다.

특히 ECDIS 하드웨어에 설치 시험시에는 성능 검사 뿐만 아니라 함교 및 선교에 설치하기 위한 콘솔의 필요성, GPS/DGPS를 위한 장비 설치 여부, 무정전 전원공급장치 사용 여부, 레이더 이미지를 중첩해서 사용할 것인지, 몇 개의 기타 센서와 연결할 것인가, S57이 아닌 다른 형식의 데이터를 사용할 것인가 등도 고려해야 한다.

하드웨어에 대한 시험 사항을 제외한 시험 항목을 분류해 보면 ENC 표시에 관한 사항, ENC 개정에 관한 사항, 항해 정보의 제공에 관한 사항으로 나눌 수 있다.

2.3.2. 운용 시험

ECDIS의 운용 시험은 아래의 다양한 논제를 조사하기 위해 실시해야 한다.

- 1) 자동화된 보조 의사결정 시스템으로서 ECDIS가 과연 항해 및 조선에 도움이 되는가.
- 2) 항해 안전의 관점에서 ECDIS가 기존의 항해 수단에 비해 괄목할 만한 개선이 이루어 졌는가.
- 3) ECDIS를 효율적으로 사용하기 위하여 얼마나 교육 훈련이 필요한가.
- 4) 항해사의 경험과 교육, 훈련, 인적 배경 등이 ECDIS의 조작/오조작에 어떤 차이점을 가져오게 하는가.

이러한 다양한 논제를 조사하기 위해서는 시험대상, 시험에 요구되는 사항, 시험절차, 시험일정, 측정

의 수단, 효율성의 측정 방안, 평가의 기준 등이 시험 계획서에 포함되어야 한다. 시험 계획이 마련되면 다음과 같은 평가 항목을 선정하여 실선 시험을 실시하고 이에 따른 시험 결과를 분석하면 다른 항해 방법과 비교한 ECDIS 항법의 장단점을 쉽게 알 수 있다.

[표 5] 운용 시험 평가 항목

항목	세부항목
정량적인 운용도 측정	이로의 정도
	전체 항해 중에서 ECDIS가 사용된 시간 비율
	가장 자주 사용된 기능과 그렇지 않은 기능
정성적인 운용도 측정	다양한 기능들의 중요도 비율 및 순서
	운용시 기능상의 의문점
	운용자의 피로도 및 상황 인지도의 전문적인 평가

3. 실선 시험 시나리오

실선 시험의 목적을 달성하기 위해서는 적절한 항로, 대상 선박, 사용자를 선정하고 이를 사용 시간대, 교통 혼잡도 등을 고려하여 상황별로 시나리오를 마련한 후 시험을 실시하는 것이 효율적이고 효과적이다. 그러한 계획적인 실선 시험에 따른 결과는 분석과 관리가 용이하며 최소의 실선 시험으로 최대의 효과를 얻게 한다. 다음은 시험의 목적에 따른 시험 항목을 정리한 것이며 이에 따른 실선 시험 시나리오와 예상되는 시험의 결과를 보였다.

3.1. 목적에 따른 시험 항목

실선 시험에서 중요한 사항은 단지 ECDIS의 성능이 국제 기준에 적합한 지를 시험하는 것만 아니

라 다른 항해 방법과 비교해 그 우수성을 보여주는 것이다.

항해안전 기여도의 측정을 위한 시험 항목으로는 ① 상황 판단에 걸리는 시간의 측정 ② 항해 정보의 획득 방법의 조사 ③ 위험 상황에 대한 경고 기능 및 그 신뢰성 조사 등이 있다.

작업량 변화의 측정을 위한 시험 항목으로는 ① 종이해도상에 자선 위치 확인 회수 ② 레이더 플로팅 횟수 ③ 해도의 소개정 작업시 업무량 등이 있다.

ENC 표시방법의 적정성 파악을 위한 시험 항목으로는 ① 항로 표시의 식별성 ② 동향 분리대, 피험 해역 등의 구분 용이성 ③ 소개정의 자동 반영 여부 등이 있다.

항해 기능 결정을 위한 시험 항목으로는 ① 조선 정보(Conning Information)의 표시 기능 ② 변침점 계산(남은 거리 및 시간, 정형 항과 거리 등의 계산) 기능 등이 있다.

선호도의 파악을 위한 시험 항목으로는 ① 주로 사용하는 기능, 불편한 기능, 편리한 기능에 대한 선호도 ② 화면 객체(버튼, 메뉴 등)의 위치 등에 관한 화면 구성의 선호도 ③ 음성 신호, 단순 벨, 알람 사용 등의 경고 기능에 관한 선호도 ④ 화면 배색에 관한 선호도 조사 등이 있다.

3.2. 시나리오

시험 시나리오 역시 목적에 따라 그 내용을 달리 하여 구성해야 하는데 조합 가능한 시나리오의 구성 요소를 들면 항로, 사용자, 선박, 시간대, 교통 상황 등을 조합할 수 있으며 이를 ENC 표시 방법의 적정

성 파악 및 선호도의 파악을 위한 시뮬레이터를 사용한 시험 시나리오와 항해안전 기여도, 항해 기능 결정 및 작업량 변화의 측정을 위한 실선 시험 시나리오로 나누어 생각해 보았다.

표 6 . 시험 설계 요소

설계 요소	단계
운항 방법	전통적인 항해 방법
	레이더 항해
	ECDIS 항해
시간대	주간
	야간
항해 방향	남북 방향
	동서 방향
시정(날씨)	양호
	불량
교통 혼잡도	한적
	보통
	혼잡
항해 해역	공해
	좁은 해역
	입항/접안

ENC 표시 방법의 적정성 및 선호도의 파악

ENC 표시 방법의 적정성을 파악하고 선호도를 조사하기 위해서는 많은 사용자를 대상으로 하는 교육용 시뮬레이터를 이용하는 것이 더욱 효율적이다. ENC 표시 내용을 종이 해도와 비교함으로써 누락된 부분이나 오기된 부분을 찾아내고 항행 통보에 따른 소개정이 적절히 시행되는지의 여부를 시험할 수 있다.

또한 선호도의 파악은 적절한 설문조사를 실시하여 그 결과를 정리함으로써 분석할 수 있다.

[표 7] 실선 시험 시나리오

실시 번호	시험 해역	항해 방법	시정	시간대	사용자*)	교통혼잡도 **)
1	연안	ECDIS와 레이다	양호	주간	1	1
2				야간	2	2
3			불량	주간	3	3
4				야간	1	1
5		레이다 없이 ECDIS	양호	주간	2	2
6				야간	3	3
7			불량	주간	1	1
8				야간	2	2
9		종이해도	양호	주간	3	3
10				야간	1	1
11			불량	주간	2	2
12				야간	3	3
13	입항	ECDIS와 레이다	양호	주간	1	1
14				야간	2	2
15			불량	주간	3	3
16				야간	1	1
17		레이다 없이 ECDIS	양호	주간	2	2
18				야간	3	3
19			불량	주간	1	1
20				야간	2	2
21		종이해도	양호	주간	3	3
22				야간	1	1
23			불량	주간	2	2
24				야간	3	3

비고 *) 사용자 1 : 초급 항해사
 사용자 2 : 중급 항해사
 사용자 3 : 고급 항해사
 **) 교통 혼잡도 1 : 한산
 교통 혼잡도 2 : 보통
 교통 혼잡도 3 : 복잡

항해안전 기여도, 항해 기능 결정 및 작업량 변화의 측정

항해안전에 기여하는 정도 및 작업량의 변화를 시험하기 위해서는 초급 항해사부터 고급 항해사까지 좁은 해역의 혼잡한 교통 상황에서 주야간에 걸쳐 시험을 실시하는 것이 적절하다. 즉 대상 항로는 우리 나라 연근해로 하고, 연안 유조선과 실습선을 이용하여 초급 항해사부터 고급 항해사까지 시험을 실시하여야 한다.

또한 실선 시험을 위해서는 짧은 거리의 많은 변침점으로 구성된 항로를 항해하여 기본적인 운항 방법인 레이더 항법과 비교하는 것이 ECDIS로 인한 안전 항해 기여도를 파악하는 첩경일 것이다.

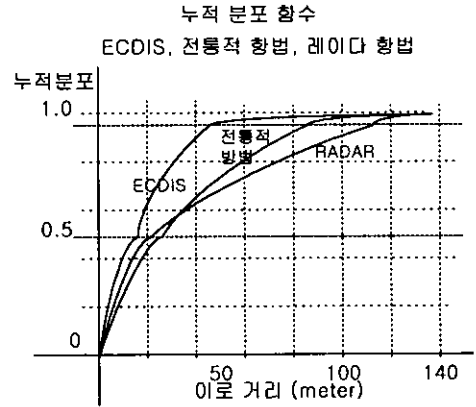
시험 설계 요소로는 운항 방법의 종류로 전통적인 항해, 레이더 항해, ECDIS 항해등을 들 수 있고 운용 평가 요소로는 이로의 정도와 회수, 평균 이로 거리 등이 있다.

[표 4]에 시험 설계시에 고려해야 할 요소에 대해 정리하였으며 [표 5]에 실선 시험 시나리오를 구성하여 보았다.

3.3. 결과 분석

치밀한 시험 결과의 분석은 ENC 및 ECDIS의 유용함과 효율성을 보일 수 있으므로 여러 가지 수학적적인 방법으로 시도되어야 한다. 다음의 표는 주어

진 항로에서 각 조사 지점에서의 이로 거리를 조사하여 이를 누적 분포표로 구성한 것이다.



[그림 4] 모든 사용자에 대한 이로 거리 누적 분포도

[표 6]에서 예로 든 값의 의미를 분석해 보면, ECDIS 항해의 경우에 고급 사용자에게 대하여 전체 관측 회수의 50%가 이로 거리 10 미터 이내이고 95%가 46미터 이내인 것을 알 수 있다. 또한 모든 사용자에게 대하여 ECDIS를 사용한 경우는 대부분 이로거리 44미터 이내이며 레이더 항법의 경우는 이로 거리가 114미터 이내인 것을 알 수 있다. 이와 같은 내용을 그래프로 표현한 것이 [그림 5]이다.

이렇게 각 사용자별, 상황별로 이로의 정도, ECDIS 사용 빈도 등을 정리하여 각 수치의 평균치, 분산 등을 구하고 이를 그래프나 테이블 형태로 작성하면 다른 항해 방법과의 비교를 용이하게 할 수 있다.

[표 8] 누적 분포표에서의 50%, 95% 포인트에서의 이로 거리

	모든 상황		ECDIS		전통적 항해 방법		레이더 항해	
	50%	95%	50%	95%	50%	95%	50%	95%
모든 사용자	15	76	10	44	26	86	22	114
고급 항해사	15	91	10	46	37	95	20	158
중급 항해사	17	91	8	46	26	107	20	93
초급 항해사	18	58	12	42	25	57	32	90

4. 결 론

새로운 개념의 항해 장비로서 지금까지의 최신 기술을 응용하여 제작된 ENC 및 ECDIS는 전세계적인 관심의 대상이 되고 있으며 각 나라별로 또는 공동으로 제품의 생산과 시험에 관한 프로젝트를 진행하고 있다.

현재 국립 해양 조사원에서는 이미 우리 나라 연근해의 ENC 제작을 거의 마친 상태이며 이에 따른 국산 ECDIS 개발도 선박해양 공학 연구 센터에 의해 실선 환경에서의 시험이 진행 중이다. 하지만 이러한 ENC의 제작과 ECDIS의 개발이 이루어진다고 하여도 국가적 차원에서의 정부와 민간 부문의 협력 및 참여가 없으면 애써 만들어 놓은 ENC 및 ECDIS의 활용은 기대하기 어려우며 Pilot Project의 규모 자체가 어느 한 기관에서 모두 실행할 수 없는 것임을 주지해야 할 것이다.

국가적 규모의 ENC Pilot Project는 1.2 절에서 설명한 바와 같이 전자 해도 제작과 보급을 위한 공청회의 실시, 정부 기관과 해운회사, 선급 등의 민간 부문이 참여하는 세미나 및 포럼의 실시, ECDIS 제작 및 활용을 위한 기술 지원 및 ENC 관리 공급 시스템의 구축, 실선 시험의 실시, ENC 및 ECDIS 기술의 홍보 등을 포함하는데 본 연구에서는 ENC Pilot Project 중에서 실선 시험에 관한 부분만을 집중하여 연구하였다.

실선시험의 목적과 함께 실선시험의 형태와 선박, 항로, 사용자등의 선정기준을 고려하였고 개발된 ECDIS의 성능시험기준을 IEC1174 권고안을 참고하여 작성하였다. 실선장착후의 운용시험은 평가항목을 기준준제의 조사를위해 설정하고 이에따른 시나리오를 예로 작성하였다. 실제로 ECDIS에 의한 항해안전기여도를 보이기위해 예상되는 실선시험 결과와 질문서의 답변 결과들에 대한 분석방법을 제시해 보았다.

본 연구에서 제안한 시험 계획을 토대로 한 실선 시험을 시작점으로 하여 ENC 제작 보급 및 ECDIS의 활용을 위해서 민간 협력에 기반을 둔 국가적 규모의 Pilot Project를 실시하는 것이 Pilot Project의 최종 목표이며 이를 위해 계속 연구, 노력해야 할 것이다.

참고 문헌

- 1) Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS 5th Edition - November 1996 Special Publication No.52, IHB, MONACO.
- 2) IMO Performance Standards for ECDIS (MSC Circular 637, 27 May 1994).
- 3) IEC Publication 1174, "Electronic Chart Display and Information System(ECDIS), Operational and Performance Requirements, Methods of Testing and Required Test Results".
- 4) Gonin, I.M, Dowd, M.K, Alexander, L., Dec. 1996, ECDIS Test and Evaluation, Summary Report, USCG R&D Center.
- 5) USCG R&D Center, Dec. 1992, U.S TEST PLAN for Evaluating the IMO Provisional and Draft Performance Standards for ECDIS, USCG R&D Center Navigation Systems Branch,
- 6) 최종보고서, "전자해도 제작 및 관련 기술 개발", 1996년 8월, 한국기계연구원
- 7) 최종 보고서, "전자해도 표준규격 개발 및 실험 제작", 1996년 8월, 쌍용정보통신주식회사.
- 8) 최종보고서, "전자해도 응용 및 정책연구", 1996년 8월, 부산발전연구원
- 9) 최종보고서, "전자해도 DB 구축 및 응용 기술 개발 연구", 1997년 11월, 한국기계연구원