

선박항해용전자해도시스템 인증 기준 및 시험기술 개발

심우성* · 서상현*

*한국해양연구원 해양시스템안전연구소

Development of test methodology and detail standard for ECDIS

Woo-Seong Shim* · Sang-Hyun Suh*

*Korea Research Institute of Ship and Ocean Engineering, Dae-jeon 305-343, Republic of Korea

요 약 : 선박의 안전운항을 위한 각종 전자시스템의 개발과 도입은 항해사에게 필요한 각종 운항정보를 보다 신속하고 정확하게 파악하여 항해사의 운항 업무 부담을 경감할 뿐만 아니라 안전 운항에 보다 집중하게 한다. ECDIS는 전자해도를 이용한 선박항해용 시스템으로 성능과 시험에 대하여 각각 IMO와 IEC의 국제기준을 준수해야 한다. 그러나 국제기준의 내용이 명확하지 않고 추상적인 부분이 많아서 실제 시험인증에의 적용에 어려움이 있다. 그러므로 명확한 세부기준 수립과 시험방법 개발이 필요하여 다음과 같은 연구를 수행하였다. 우선 국내 시험인증을 위해 관련 국제기준을 분석하여 보다 명확한 세부기준을 각 시험항목별로 수립하였고 필요 항목에 대한 시험방법과 판정기준을 제시하였다. 특히, ECDIS가 표현하는 색에 대한 색차 시험을 위하여 측정 장비를 통해 측정된 값을 이용한 색차판정 절차 및 관련 식을 구축하였고 실제 선박에서 겪을 수 있는 것과 동일한 센서 정보 입력이 가능하도록 모의신호생성기를 개발하여 인증 시험에 활용할 수 있게 하였다. 최초의 성능표준에 추가된 백업장치 및 래스터 모드에 대한 시험기준도 함께 수립하여 선박항해용전자해도시스템 전체에 대한 성능 시험인증 기술을 개발하였다.

핵심용어 : 선박항해용전자해도시스템, 전자해도, 시험인증, 모의신호생성기, 색차, 디지털GIS

ABSTRACT : The marine electronic system for safe navigation such as ECDIS has been contributing to increase the safety of navigation, decreasing the mariner's load of navigation. The ECDIS should be developed and approved by international standard of IMO for performance standard and IEC for type-approval method and required results. However, these standards have some ambiguities for us not to directly adopt them for real approval system, so we should analyze them for more clear meaning and prepare our own detail standard for type-approval system. The first thing to do for the goal of this research was to analyze the standard in detail and make ambiguity be cleared in our own standards, considering each test item in view of test methodology. For the result of analysis we could develop more evident and detail type-approval standard for each test item with test technology needed. Especially, we developed the colour differentiation test process of ECDIS monitor, which include the colour differentiation formula derived from CIE colour scheme. Several test items require sensor informations of navigation equipment compatible with IEC 61162. We also developed the signal simulator for general messages of IEC 61162 that must be provided. Additionally, the type-approval processes and standards for Back-up arrangement and RCDS mode were developed.

KEY WORDS : ECDIS, ENC, Type of Approval, Signal Simulator, Colour Differentiation, Digital GIS

1. 서 론

선박의 안전 운항을 위해서는 숙련된 운항기술을 보유한 항해사와 항해 상황을 신속하고 정확하게 파악할 수 있도록 하는 각종 항해장비가 필요하다. 이 중에서도 최근의 전자기술 발달과 더불어 선박용 전자항해장비 분야가 눈부신 발전을 거듭하

고 있으며 디지털GIS데이터인 전자해도(ENC, Electronic Navigational Chart)를 사용하는 선박항해용전자해도시스템(ECDIS, Electronic Chart Display & Information System)과 같은 장비가 지난 1990년대를 기점으로 본격 도입되기 시작하였다.

1980년대 말부터 논의되기 시작했던 ECDIS의 도입과 개발은 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에 주도로 논의를 거듭하면서 1995년 IMO Resolution A.817(19)의 'Performance standard for electronic chart display and

*정회원, dianows@kriso.re.kr 042)868-7282

**정회원, shsuh@kriso.re.kr 042)868-7264

information systems(ECDIS)' 표준이 제정되었고 1996년과 1999년엔 각각 IMO MSC.64(67)과 MSC.86(70)의 의결로 ECDIS의 백업장치에 관한 성능표준과 RCDS(Raster Chart Display System)의 성능표준을 부록으로 추가하였다.

이러한 국제규격 제정과정을 거치면서 ECDIS는 점차 항해장비의 중심적 위치를 갖게 되었다고 할 수 있다. ECDIS는 국가가 공인 생산하는 전자해도를 표준성능에 맞게 화면에 도시하면서 각종 항해용 센서에서 생성되는 정보를 ECDIS 화면에 종합적으로 표시하고 이를 이용한 운항위험상황 판단 등의 기능을 수동, 또는 자동으로 수행하여 항해사에게 정확한 판단 근거를 제시하는 시스템이다. 아직은 ECDIS가 국제규정에 의거한 강제 탑재장비는 아니지만 ENC의 보급 확대, ECDIS 기능의 편리성 및 정확한 정보 제공, 항해장비의 디지털화 등과 맞물려 선박에의 설치가 확대되고 있는 실정이다. 또한 강제탑재장비가 아님에도 불구하고 ECDIS는 국제기준에 맞는 것으로 인증되면, 강제탑재물품인 최신의 종이해도를 대체할 수 있는 것으로 규정되어 있다.(Safety Of Life At Sea, 1974) 이런 이유로 ECDIS를 선박에 탑재하는 대부분의 경우, 국가공인기관으로부터 인증을 받은 제품을 탑재하고 있으며 탑재 후에도 주기적인 검사를 받게 된다.

본 연구는 국제적으로도 인증기관의 수가 많지 않고, 아직 국내에는 개발되지 않고 있는 선박항해용전자해도시스템에 대한 인증기술을 확보하고자 시작된 것이다. 현실적으로 국내에 도입되는 대부분의 주요 항해 장비들은 도입 초기에 국외의 인증을 받아야만 했다. 어느 시스템이 ECDIS로 인정을 받아 선박에 장착되기 위해서는 각 정부의 위임을 받은 국제적인 공인인증기관, 또는 SOLAS 협약국 정부의 인증을 받아야 하는데 우리 정부는 장비 개발과 도입 초기에 인증체계를 갖추고 있지 못하였고, 이런 이유로 국내의 ECDIS는 국외 인증을 받은 제품을 수입하는 형태가 될 수밖에 없고 국내 기술을 개발한다 해도 국내 인증을 받는 경우에 비해 추가 비용을 부담해가며 국외에서 어렵게 인증을 받아야 하는 부담을 겪게 되어 각종 항해장비의 국내 개발을 더디게 하는 한 요인이 되었다. 현실적으로 국제사회에서 우리 정부의 인증이 그리 큰 인정을 받지 못할 것이라는 문제가 제기될 수도 있지만 국내법이 적용되는 국내 시장에 대해서조차 우리 정부의 인증체계가 없어 국외 인증기술에 의존해야 하는 것은 인증업무에서 외화가 유출된다는 단순 논리를 떠나 역설적으로 국내 기술개발을 저해한다고까지 생각하게 하는 한 이유가 될 수도 있다.

위의 배경에서 선박항해용전자해도시스템의 인증기준과 시험기술을 개발하게 되었으며 본 연구를 통해 국제기준에서 제시한 각 시험항목별로 세부 인증기준을 마련하고 시험 시나리오 및 요구결과를 세부적으로 제시하였다. 세부적인 제시라 함은 국제 시험기준인 IEC 61174의 것을 번역한 것이 아니고 국제문서에서 제시한 방법과 요구결과가 상당부분 모호한 것이기 때문에 실제적인 시험방법을 국제기준이 의미하는 범위 내에서

재해석 및 정의하고 요구되는 결과를 명확히 한 것이다. 시험항목 중에는 ECDIS가 표현하는 색의 색차를 판정해야 하는 것이 있으며 항해용 센서정보의 입력이 지정된 시나리오에 맞게 입력되어야 하는 것도 있으므로 이러한 시험항목에 필요한 기술을 본 연구에서 개발하였다. 본 연구는 ECDIS의 인증에 필요한 성능시험과 환경시험 중, 성능시험에 그 초점을 맞춘 것임을 밝혀둔다. 이유는 ECDIS에 대한 환경시험은 기존 항해장비에 대해 수행되던 IEC 60945에 근거한 시험에 준하기 때문이다.

1.1 국외 사례

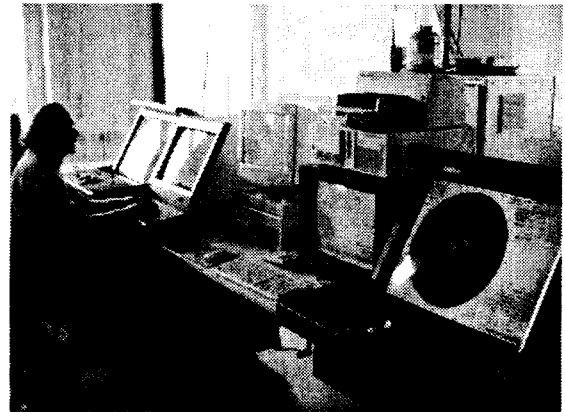


Fig. 1 독일 BSH의 ECDIS 시험 전경

Fig. 1은 독일의 BSH 내부에 설치된 ECDIS 시험실시험실의 전경으로 이 기관은 항해용 장비 중, 지정된 장비들에 대해 시험 인증을 할 수 있도록 유럽연합으로부터 위임을 받고 있다. 위 기관을 방문하여 다양한 얘기를 나누고 사진 촬영까지 할 수 있었으나 국제기준을 어떤 방식으로 재해석하여 구체적인 시험항목을 구성하였는지에 관해서는 어려운 문제라고만 답변하고 상세 내역은 공개하지 않았다. 즉, 본 연구의 내용인 상세 인증기준과 시험기술은 개발에 의해서 각국 정부의 공인기관이 확보해야 하는 것으로 국외의 선진기관을 방문함으로써 연구 필요성을 절감할 수 있었다.

2. 시험항목 개요 및 원칙

2.1 개발된 시험항목 개요

선박항해용전자해도시스템(ECDIS)의 성능시험은 백업장치에 대한 것과 래스터 모드에서의 성능 시험항목 중에서 중복되는 것을 제외하고 75개의 항목과 160개의 세부항목으로 구분된다. 여기서 중복은 래스터 모드와 벡터 모드에 똑 같은 기능을 요구하는 경우를 의미한다. 개발된 시험항목은 기본적으로 ECDIS의 시험방법과 요구결과를 규정한 IEC 61174에 근거하고 있으며 동시에 다음의 국제기준을 만족한다.

- IMO Resolution A.817(19)
- IEC 61162-1(2nd edition, 2000-07)

3. 시험인증 기준 및 기술

ECDIS에 대한 시험 항목은 앞에 언급한 것과 같이 75개의 항목과 160개의 세부항목으로 개발하였다. 모든 항목에 대한 시험기준, 방법과 항목별로 적용할 시험기술 및 시나리오 등을 정리하여 시험평가표를 Fig. 2와 같이 개발하였다. 본 논문에서 모든 항목을 서술할 수는 없으므로 시험 항목 중, 주요 개발 내용에 관하여 다음 절부터 기술하였다.

3.1 전자해도 데이터 표시 및 정보 관련 시험항목

선박항해용전자해도시스템에 사용되는 전자해도는 데이터의 구조, 포함되는 오브젝트, 각 오브젝트별 속성 등의 데이터 자체에 대한 기준 뿐만 아니라 데이터의 표현에 관한 기준도 국제수로기구(IHO, International Hydrographic Organization)에 의해 제정되어 있다. 그러므로 ECDIS에서 전자해도의 정보를 질의하거나 화면에 전자해도를 표시하는 경우, 위 기준에 맞게 표시해야 한다. 이런 항목들은 시험자의 육안관측에 의존하는 항목, 표시되는 정보의 정확도에 관한 항목들이 대부분이다.

전자해도의 심벌이 정확하게 표시되었는지를 확인하는 것, 혹은 필수적인 정보가 정확히 표시되었는지를 확인하는 것 등의 항목을 위해 육안관측을 요구하는 것의 의미는 ECDIS가 제공하는 정보들이 실제 항해사에게 어떻게 보일 것인가에 시험의 초점을 두고 있기 때문이다. 이러한 시험들을 위해서는 사용되는 모니터의 픽셀 크기에 대한 검증과 화면에 표시되는 크기를 측정하여 지정된 픽셀크기대로 표시되었는지를 검증하는 방식을 취해야 한다. 또한 표시해야하는 정보의 내용에 대해서는 IHO 시험 데이터 셋에 포함된 것이 정확하게 표시되었는지를 확인하도록 한다.

3.2 계산의 정확도 관련 시험항목

ECDIS는 항해사가 수동으로 종이해도 위에 수행하던 항로 계획과 같은 각종 계산들을 자동으로 수행할 수 있다. 이 범주에는 제곱 센서정보를 화면에 표시하는 정확도, 항로계획을 위한 변침점 계산, 점장위선과 대권 선을 이용한 항로 계산, 데이터 변환 계산 등이 포함될 수 있다. 이러한 계산 정확도 관련 시험에서 중요한 것은 ECDIS가 보유하고 있는 SENC의 정확도, 그리고 현재 화면에 출력되고 있는 해도의 축척 정보와 일관된 계산 정확도를 생성 하는가 확인하는 것이다. 이를 고려하면서 계산 정확도를 시험하기 위해 계산 기능에의 입력 값과 요구되는 최소한의 정확도를 갖는 결과 값을 시험기준으로 제공하고 이 값보다는 더 높은 정확도의 결과 값을 생성하는 ECDIS의 계산 값들이 SENC의 정확도, 그리고 변경되는 화면 축척과 일관성을 유지하는지 확인 한다.

3.3 표시 색의 색차 검증 시험항목

ECDIS에 사용되는 색은 모두 64개로 이 색은 색좌표계의 기준 값과 오차 범위 내에서 표시되어야 한다. 이를 시험하기 위한 기준으로 IEC 61174에서 제시하고 있는 것은 색구분값(Colour discrimination value)의 차이와 조도(Luminance)의 차이에 대한 것이다. 다음은 IEC61174의 관련 시험항목 중 관련 내용을 일부 발췌한 것이다.

■ CHWHT의 수준이 ΔC (ΔC의 16 유닛보다 크지 않은)와 ΔL(지정된 값의 20% 이내)의 허용 수치 안에 있는지를 검사한다.

위 내용을 검사하기 위해서는 ECDIS의 사용 색과 내용의 표시에 관한 규정인 S-52의 Appendix 2에 기술된 색변환 오차 시험 내용을 만족해야 하는데 이 곳에도 명시된 시험방법이 표현되어 있지 않기 때문에 다음과 같은 내용의 시험절차를 개발하였다.

색은 다양한 좌표계의 형태로 표현되는데 본 연구에 적용한 방식은 CIE(1976) 좌표계이다. ECDIS에 표시되는 색을 CIE 좌표계로 계산하였을 때, 지정된 좌표 값과 비교하여 허용오차 이내에 있는지를 계산하는 절차 및 적용 식은 다음과 같이 정할 수 있다.

- 시험하고자 하는 색에 대해, 기준이 되는 CIE좌표에서의 x, y, L 좌표 값을 확인한다.
- IEC61174에 제시된 색차 허용기준의 근원인 CIE L*u*v* human perception colour model에 맞게 계산하기 위해 u*, v* 값으로 변환한다.

$$X_1 = \frac{x}{y} \times L, Y_2 = L, Z_3 = \frac{1-x-y}{y} \times L \quad (1)$$

$$u_1' = \frac{4X_1}{X_1 + 15Y_1 + 3Z_1}, v_1' = \frac{9Y_1}{X_1 + 15Y_1 + 3Z_1} \quad (2)$$

$$L_1' = 116 \left(\frac{Y_1}{Y_n}\right)^{1/n} - 16, \frac{Y_1}{Y_n} > 0.008856 \quad (3)$$

$$L_1' = 903.29 \left(\frac{Y_1}{Y_n}\right), \frac{Y_1}{Y_n} \leq 0.008856$$

$$u_1^* = 13 \cdot L_1^* (u_1' - u_n'), v_1^* = 13 \cdot L_1^* (v_1' - v_n') \quad (4)$$

- ECDIS에 표시되고 있는 색을 계측기(본 연구에서는 NL-1 색차 및 조도계를 사용하였음)로 측정하여 위의 (1), (2), (3) 수식과 동일한 값을 계산한 다음의 (5)식을 적용하여 측정색의 u*, v* 값을 계산한다.

$$u_2^* = 13 \cdot L_2^* (u_2' - u_n'), v_2^* = 13 \cdot L_2^* (v_2' - v_n') \quad (5)$$

- 최종단계로 기준이 되는 값과 측정된 값의 색차를 구하기 위해 다음의 (6)식을 적용한다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (u_1^* - u_2^*)^2 + (v_1^* - v_2^*)^2} \quad (6)$$

여기서 $\Delta C = \sqrt{(u_1^* - u_2^*)^2 + (v_1^* - v_2^*)^2} \quad (7)$

$$\Delta L = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2} \quad (8)$$

위 (7), (8)식을 이용하여 최종 색 구분 값과 조도의 차가 구해지면 다음과 같은 기준에 의해 색의 정상 표현 유무를 판단할 수 있다.

- 모니터가 시험장비 전체에 통합되어 시험을 수행한 경우; ΔC 가 16이하,
- 모니터만 독립적으로 시험하는 경우; ΔC 가 8이하
- 모든 경우에 대해 ΔL 이 지정된 값의 20%이내

위 수식에 의한 색차 검증 방법은 ECDIS에 제공되는 5개의 색 테이블 중에서 Day_Bright 표에만 적용한다. 그것은 CIE와 표계로 표현할 수 있는 색의 한계 때문이며 다른 색 테이블의 색은 조도에 의한 기준이 제시되어 있으므로 조도 측정만으로 시험이 가능하다.

3.4 항로계획 및 감시 기능의 시험항목

ECDIS는 선박항해를 위한 시스템이므로 항로의 계획과 운항 감시와 관련된 기능은 매우 중요하다 할 수 있다. 운항중 상황과 관련된 시험항목은 주로 다음과 같은 경우를 위한 것이다.

- 안전등심선을 지나가는 경우
- 금지구역을 지나가는 경우
- 특별지형조건이 있는 지역을 지나가는 경우
- 사용자 입력 지역을 지나가는 경우

이런 경우를 시험하기 위해서는 우선 시험데이터 셋에 위와 같은 경우가 포함될 수 있는 항로를 계획하도록 시나리오를 지정해야 한다. 다음은 시나리오를 위한 제한 조건들이다.

- 적어도 항로의 한 구간이 서로 다른 축척에서 전자해도 시험 데이터의 한 지역을 통과하도록 계획되어야 한다.
- 각 구간이 적절한 항로이탈 제한 범위를 갖도록 계획되어야 한다. (예, 100m)
- 코스의 변경은 항로 내의 다른 구간 사이에서 우현과 좌현 모두 이루어져야 하며 5°에서 175°까지 변해야 한다.
- 구간의 길이는 0.5해리에서 적어도 3해리까지 변해야 하며 전체 길이는 적어도 25해리가 되어야 한다.
- 계획된 속도는 5노트에서 15노트까지 변해야 한다.
- 계획된 항로는 적어도 세 개의 전자해도 셀을 지나가야 한다.

위 조건을 만족하는 지정 시나리오를 Fig. 3과 같이 지정하여

모의신호기로부터 계획한 항로에 맞는 신호를 출력토록 하고 관련 시험을 수행할 수 있도록 하였다.

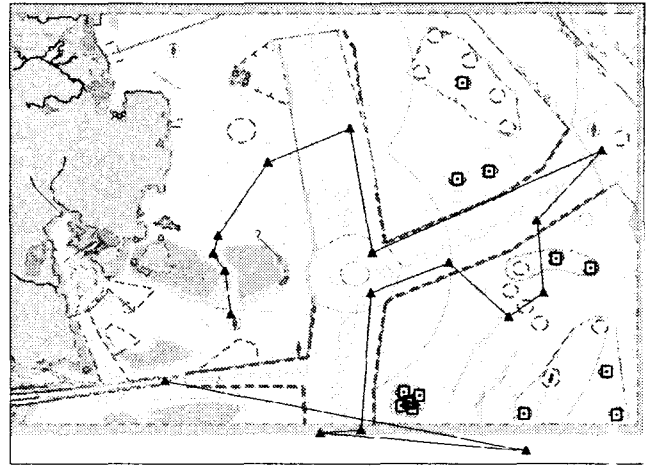


Fig. 3 항로계획 및 감시 시험항목을 위한 지정 시나리오

4. 모의신호기의 개발

ECDIS는 선박의 선교에 설치된 각종 센서들로부터 항해에 필요한 정보를 입력받아 사용자에게 통합 제공한다. 제공할 정보는 선박의 위치, 속력, 방위의 주요 정보를 비롯하여 수심, 풍향 등의 부가정보가 있다. 이러한 정보들은 IEC 61162 규격에 맞는 형식으로 전달되며 ECDIS는 수신한 신호를 해석하여 사용자에게 제공해야 한다. 그러므로 ECDIS가 선박의 기타 장비로부터 데이터를 수신하여 수행하는 많은 기능들을 시험하기 위해서는 선박의 그것과 같은 환경으로 신호를 모의생성하여 ECDIS에 인가해야 한다.

모의신호생성기는 선박에 ECDIS가 설치되었을 때, 일반적으로 연결 가능한 장비들의 메시지를 생성하여 ECDIS에 입력할 수 있도록 설계하였다. 모의신호생성기는 사용자의 시나리오 선택(Single Input)을 받아 다중 출력(Multi Output)할 수 있으며 이러한 동작은 모두 전자해도 기반 환경에서 운영된다.

모의신호생성기를 개발하기 위해 필요한 기능에 대한 요구분석을 수행하여 필요 기능과 제공 메뉴를 결정하였고 모의신호생성기가 반드시 생성해야 할 신호와 장비를 다음과 같이 IEC 61162 기준을 활용하여 결정하였다. 다음은 모의신호생성기가 생성할 신호들을 항해장비와 그 항해장비가 출력할 IEC 61162 형식 메시지로 정리한 것이다.

- GPS : GGA, GLL, GNS, DTM, ZDA, VTG
- GLONASS : GLL, GNS, DTM, ZDA, VTG
- Loran-C : GLL, DTM
- Decca : GLL, DTM
- INS : GLL, DTM, ZDA

- Electro-magnetic Compass : HDT
- Gyro Compass : HDT
- Speed-log(water, ground) : VBW

개발한 모의신호생성기는 전자해도를 화면에 도시하여 ECDIS와 동일한 환경에서 운용되도록 하였으며 생성기가 출력해야 하는 각종 센서 정보를 지정된 항로 시나리오에 맞게 출력한다. 이를 위해 시나리오를 직접 작성, 수정, 저장할 수 있는 기능과 시나리오에 따른 항해장비별 출력을 각 포트에 맞게 설정할 수 있다.

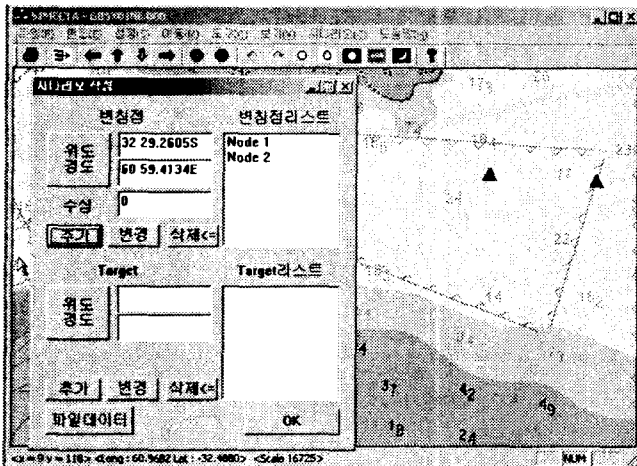


Fig. 4 모의신호생성기의 시나리오 작성 화면 예

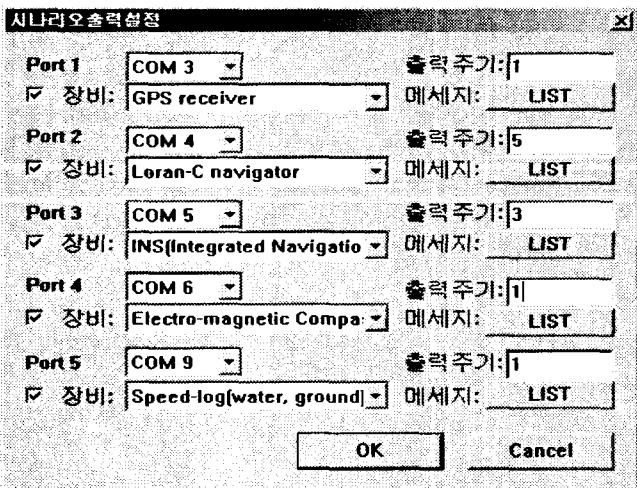


Fig. 5 모의신호생성기의 메시지 출력 설정 화면 예

Fig. 4의 시나리오 작성 기능을 이용하여 Fig. 3의 지정시나리오를 작성하고 시나리오 출력 설정으로 출력할 메시지들을 각 포트별로 할당하여 ECDIS에 연결하면 ECDIS가 다양한 센서

원고접수일 : 2004년 월 일
 원고채택일 : 2004년 월 일

로부터 지정된 시나리오에 맞는 메시지들을 입력받게 된다.

5. 결 론

본 연구에서는 선박항해용전자해도시스템을 위한 상세 인증 기준 및 시험의 방법과 필요 기술을 개발하고자 하였다. 이를 위해 국제기준의 분석을 통한 상세 기준의 마련과 색차 검증 절차 및 모의신호기 개발과 같은 시험기술을 개발하였다. 연구 결과의 일부는 KS규격(KSC IEC61174)으로 제정되었다.(2003. 12)

위와 같은 연구개발의 궁극적인 목적은 ECDIS와 같은 디지털 GIS기반의 전자항해장비에 대한 성능시험 기준과 필요 기술의 개발을 통해 국내 형식승인 체계를 확보하는데 있다. 선박의 신기술 도입은 매우 오랜 시간에 걸쳐 논의되고 개발되는 특성이 있다. 즉, 신기술에 대한 개념이 논의되기 시작할 때, 그 기술에 대한 성능과 시험기준의 제정까지 수 년 이상의 시간이 소요되므로 인증기관은 그 기간에 인증체계를 마련해야 한다.

실질적인 제품을 위한 기술 개발은 민간 업계에서 수행 할 것이다. 그러나 국제적으로 인정받기 위해서는 반드시 국제기준에 의한 인증을 받아야 하고 그러한 인증을 통해서만이 국제 시장에서 좋은 평가를 받아 시장을 점유할 수 있다. 이를 위해서 우리나라 정부, 또는 선급의 기술 인증 체계의 마련은 오히려 민간의 기술개발보다 선행될 필요가 있다. 이러한 일련의 기술개발이 국내 전자항해장비의 기술개발을 보다 빠르게 하는 초석이 될 수 있을 것으로 기대하고, 또한 앞으로도 관련 장비와 시스템에 대한 시험인증 기준 및 방법의 개발이 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

후 기

본 논문은 산업자원부 지원 표준화 사업인 『디지털GIS기반의 전자항해장비 표준성능 시험기술 개발』 연구사업의 결과임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- [1] 김동호, 색차식-역사 및 발전 동향, 인하대 초청세미나 자료, 1998. 12월.
- [2] 심우성, 서상현, 국제기준에 의한 ECDIS 인증방안 고찰, 한국해양공학회 2001년도 추계학술대회 논문집, pp.15-19, 2001.
- [3] IEC 61174: 2nd edition. 2001.
- [4] IHO S-52 Appendix 2 Colour & Symbol Specifications for ECDIS, 1996.
- [5] IMO (2000): Safety Of Life At Sea, Ch. V. 전문.