

# ENC Converter를 이용한 국내 전자해도 고찰

심우성<sup>\*</sup> · 서상현<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>한국해양연구소 선박해양공학분소

## Investigation of Korea ENC with ENC converter

Woo-Seong Shim<sup>\*</sup> · Sang-Hyun Suh<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Korea Research Institute of Ship & Ocean Engineering

E-mail : wsshim@kriso.re.kr

### 요 약

전자해도는 각국의 수로국이 자국의 영해에 대해 책임 생산하는 기존 종이해도의 디지털 형태이며 국제수로기구가 제정한 표준에 의해 제작된 데이터이다. 전자해도는 기본적으로 항해에 사용하도록 제작되었으나 데이터의 정확도와 유용성 때문에 다양한 분야에 사용될 것이 확실하다. 이에 본 논문에서는 항해분야 뿐만 아니라 기타 GIS 분야에 사용될 국내 전자해도에 대해 개발한 ENC Converter를 이용하여 Text 형태로의 변환 및 DB에 저장하고 이를 이용하여 데이터에 대한 고찰을 수행하였다. 데이터의 변환은 여러 가지 GIS 데이터 형식으로의 변환에 대한 요구를 충족시키기 위한 것의 중간 단계로서의 의미를 갖고 있으며 국내 데이터에 대한 각종 분석 및 고찰은 데이터에 대한 여러 가지 정보를 제공할 것이다. 이를 위해 ENC Converter의 기본 알고리즘과 프로그램을 소개하고 변환된 데이터를 이용한 각종 통계 및 간단한 분석을 수행하였다. 이러한 분석 및 고찰은 데이터 제작자에게 더 좋은 질의 데이터를 생산하도록 함과 동시에 사용자로 하여금 자신에게 맞는 형태의 데이터를 추출하여 사용하도록 하기 위한 것이다.

### 1. 서 론

국가적으로 지형정보의 중요성과 그 활용도가 증대되고 있는 시점에서 해양정보의 기본 지형정보인 전자해도의 개발은 국내 해양 정보산업의 초석이 될 수 있을 것으로 기대를 모으고 있다.

이러한 전자해도는 국제수로기구인 IHO (International Hydrographic Organization)가 제정한 S-57이라는 수로데이터 교환에 관한 표준을 근거로 각국의 수로국이 자국의 영해에 대해 책임 생산하는 디지털 해도데이터이며 국내에서도 국립해양조사원의 주도로 지난 4년간 우리나라 전 연안에 대한 전자해도 개발을 추진하여 거의 완성단계에 있다.

국내의 전자해도 생산이 세계적으로 앞서 가고 있기는 하지만 국제회의 등을 통해 알 수 있는 전자해도와 관련된 기술 동향은 데이터의 생산에서 공급과 활용으로 옮겨지고 있다는 것이다. 이미 전자해도 생산 분야의 선진국들은 데이터 공급을 위한 센터를 설립하고 공급 체계를 설립하는 일에 많은 노력을 기울이고 있고 유럽의 PRIMAR, 캐나다의 NDI를 통한 공급 등 실질적인 공급 체계의 결실을 맺고 있는 실정이다.

이러한 경향으로 볼 때, 향후 전자해도의 성공 여부는 원활한 공급체계의 설립과 사용자가 편리하게 다양한 분야에 사용할 수 있도록 하는 기술에서 판가를 난다고 할 수 있을 것이다. 즉 전자해도를 단순히 ECDIS(Electronic Chart Display and Information System)와 같은 항해용 시스템에 적용하는 것뿐만 아니라 다른 응용분야에 사용할 수 있도록 하는 것이 중요한 것이다.

이러한 배경에서 전자해도의 활용을 위한 기반 기술의 확보는 앞으로 더욱 팽창할 것으로 기대되는 전자해도 관련 시장의 국외기술 잠식 방지와 국내 산업의 진흥을 위해서도 매우 중요한 일이다.

본 논문에서는 국립해양조사원의 용역사업으로 한국해양연구소 선박해양공학분소가 수행한 전자해도 생산 연구의 결과를 토대로 향후 중요하게 대두될 전자해도의 활용과 관련된 기반 기술 개발의 사전 연구의 의미를 갖는 전자해도 데이터에 대한 기본 분석을 수행하고자 한다. 이를 위해 전자해도 데이터를 분석할 수 있도록 하는 ENC Converter를 개발하고 이 S/W를 이용하여 전자해도에 관한 기초적인 통계, 이의 분석 등을 수행한다. 이러한 기초적인 통계 및 분석으로 전자해

도에 대한 인식 제고, 응용시스템으로의 활용방안 창출 등이 가능할 것이다.

· 아래 그림1과 같이 수심의 경우는 지침에 따라 심볼의 입력 위치를 달리해야 한다.

## II. 본 론

전자해도의 구성과 내용을 보기 전에 데이터의 제작과정을 이해하는 것이 필요하다. 즉 데이터의 생산과정을 이해하면 데이터의 분석 및 편집, 활용에 관한 기본 지식을 확보한다고 할 수 있다.

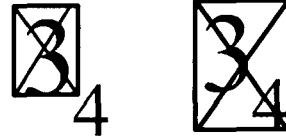


그림 1. 수심 참조점의 예

### 2.1 국내 전자해도 제작과정

전자해도는 크게 종이해도의 생산을 위한 수치해도와 이를 이용한 전자해도 제작 과정으로 나눌 수 있다. 수치해도는 CARIS라고 하는 GIS 프로그램의 내부형식으로 표현된 해도 데이터이며 이 데이터를 출력하면 종이해도를 얻을 수 있다. 향후 종이해도의 발간은 계속될 것이므로 이 수치해도를 제작하여 종이해도 발행 작업을 전산화한 것이라 볼 수 있다. 전자해도는 이 수치해도를 근거로 작성된다.

수치해도의 제작과정과 각 과정별 주요 내용을 간단하게 정리하면 다음과 같다.

#### ◆ 작업용 원도 출고

#### ◆ 작업 일지 작성

#### ◆ 원도의 스케닝

#### ◆ 스케닝 이미지 검사

#### ◆ 디지털라이징 입력(SAMI 이용)

- 좌표, 길이, 각도를 이용하여 입력하는 항목은 SAMI 작업 이후의 편집 과정에서 Soft Key를 이용하여 입력한다.
- 수심의 참조점은 정수 부분의 중앙점을 참조점으로 입력한다.
- 곡선을 디지털라이징할 경우에는 SAMI의 lirf, lirfco를 이용하여 입력한다.
- 직선을 입력할 경우에는 liap 명령어를 사용하여 자료의 양을 줄인다.
- 원을 입력할 경우에는 lici 명령어를 이용한다.
- 모든 선들은 neatline과 Join 시켜서 폴리곤 작업 및 올바른 데이터 질을 유지하게 한다.
- 선을 연결하는 경우에는 soft key 's'를 이용하여 정확히 일치하도록 입력한다.
- 작업 과정 중에 수시로 'refontx' 명령어를 이용하여 backup하도록 한다.

#### ◆ 각 Feature별 입력

- 모든 Feature별로 지정된 지침에 따른다.

#### ◆ 1차 내부 검수

- 입력자 자체 검수란 입력자가 입력 과정 중에 즉, 디지털라이징 작업을 완료한 후, 폴리곤 구성 후 프린트물을 이용한 중첩 검수를 통해 누락 여부와 심볼의 오류를 검사하는 것
- 내부 검수팀 검수란 자체적으로 구성된 내부 검수팀에 의해 모든 작업이 종료한 후에 전체 검수를 행하는 것

#### ◆ 좌표 등록(Registration)

#### ◆ 병합(흑색판과 적색판의 병합)

#### ◆ 종이해도용 편집

- 흑색판과 적색판에 나타난 관련 물체의 위치를 정확히 일치시키는 등의 작업
- 해도 외곽의 Border와 Scale bar를 추가
- 분도 삽입
- 문자 위를 지나가는 선의 masking
- WGS-84 격자선, 속도 계산자, Text Block

#### ◆ 2차 내부 검사

#### ◆ 최종 자료출력 및 검수팀에의 전달

#### ◆ Line Unmasking

#### ◆ 부분 삭제(Cell 편집)

#### ◆ 수심 편집

#### ◆ 등대표 Key값 입력

#### ◆ 좌표계 변환

#### ◆ Theme별 편집

#### ◆ Feature에 대한 Key값 부여

#### ◆ Fea2Obj 실행

◆ Obman 작업

◆ S-57파일의 생성

◆ 검수팀에 전달[1]

위에 정리한 절차에 따라 수치해도와 전자해도의 생산 및 검수가 이루어지는데 앞에서 언급한 바와 같이 수치해도의 생산목적은 당분간 유지해야 할 종이해도의 생산을 위한 것으로 향후 전개 될 것으로 예상되는 해양 데이터의 공간 DB화를 고려할 때 전자해도와 같이 오브젝트 기반의 데이터를 다루는 기술의 발전이 더욱 요구되고 있다.

2.2 ENC Converter의 개발

전자해도 데이터는 S-57이라고 하는 국제 표준으로 제작된 것이다. S-57은 IHO가 제정한 Transfer Standard for Digital Hydrographic Data의 발행 번호이며 현재 1996년 11월에 인증된 Edition 3.0이 최신 버전이다.

이 데이터를 읽기 위해서는 전자해도 만을 위한 ENC Product Specification을 이해하고 S-57의 규약을 이해해야 하는데 데이터 사용자가 이를 모두 이해하는 것은 시간 낭비일 것이다. 그러므로 이 데이터를 사용자가 편리하게 접속할 수 있도록 하는 소프트웨어가 필요하며 이에 ENC Converter를 제작하게 되었다. ENC converter는 S-57로 된 ENC 파일을 읽어들이고 이를 MS ACCESS의 정의된 테이블에 저장하여 사용자가 데이터를 사용할 수 있도록 한다.

2.2.1 S-57의 개요

전자해도(ENC)의 기본 형식인 S-57은 국제적인 수로관련 요구사항을 처리하는 IHO의 CHRIS 위원회가 그 준비를 담당하였다. S-57의 기본 개념은 다음의 그림2로 요약된다.[2]

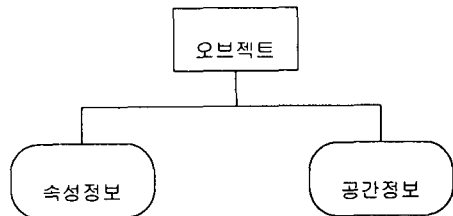


그림 2 오브젝트의 구성

S-57에서는 해양의 모든 사물을 하나의 오브젝트로 보며 그 오브젝트는 속성과 지형정보를 가

질 수 있다. 그림 2에 나와 있는 속성과 공간정보는 각각 하나의 Record로 구성되며 이 Record는 Field와 Subfield로 구성된다. Record가 모여서 하나의 File을 이루며 이 파일들이 모여서 해도정보의 교환 셋(exchange set)을 구성한다. 이를 정리하면 다음의 그림3 과 같다.

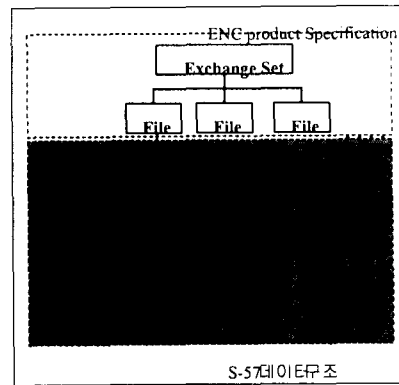


그림 3 S-57의 구성요소 계층도

2.2.2 ENC Converter

ENC Converter가 데이터를 해석하기 위해서는 먼저 데이터의 구조를 알아야 한다. 여기서 한가지 정확히 할 것은 S-57은 데이터를 표현하는 표준이고 ENC는 S-57로 표현한 데이터를 하나의 상품으로 만든 것이다. 즉, ENC를 만들기 위해 추가적인 Product Specification이 필요한 것이다. 더하여 S-57로 표현한 데이터는 다른 시스템간에 동일한 해석이 필요하므로 Encapsulation을 적용해야 한다.

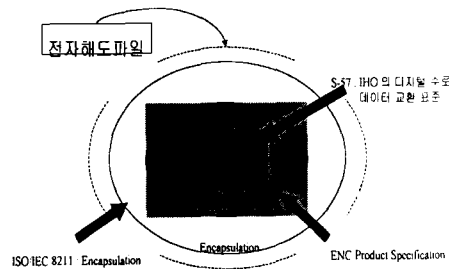


그림 4 ENC의 구성

그림 4와 같이 전자해도의 핵심 내용을 알기 위해서는 먼저 ISO/IEC 8211에 의한 Encapsulation 데이터를 벗겨내야 한다.[3]

decapsulation이 완료된 데이터는 Record 단위로 볼 수 있는데 ENC product spec.과 S-57의 규약을 준용하여 데이터의 기초적인 오류를 검사하

고 사용한 Field와 Subfield의 mandatory여부, prohibited여부 등을 검사하고 데이터 베이스에 저장한다. 이를 정리한 흐름도는 다음과 같다.

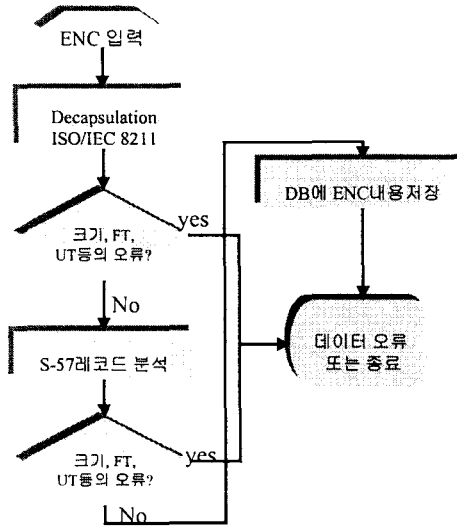


그림 5 ENC Converter 흐름도

2.2.3 ENC Converter의 실행

ENC Converter는 S-57 Ed.3에 근거하여 제작된 전자해도 파일을 입력받아 최종적으로 MS access 데이터베이스에 전자해도의 내용을 subfield별로 나누어 저장한다. 이를 위해 MS Access의 Table을 다음과 같이 정의하고 각 테이블의 칼럼을 설계하였다.

- **Connected Node**  
[NAME] [ATTV] [XCOO] [YCOO]
- **Edge**  
[NAME] [ATTV] [POINTER1] [POINTER2] [VERTEX]
- **Feature Record**  
[PRIM] {GRUP} [OBJL] [FOID] [ATTF] [NATF] {FFPT} [FSPT]
- **FSPT(Feature to Spatial pointer)**  
[ID] [Subfield]
- **Isolated Node**  
[NAME] [ATTV] [YCOO] [XCOO]
- **Sounding**  
[YCOO] [XCOO] [VE3D]
- **Vertex**  
[ID] [YCOO] [XCOO]

위에서 설계한 테이블 중 Sounding은 Isolated Node의 일종이지만 그 특수성으로 따로 설계하였고 Vertex는 Edge를 구성하는 요소이나 분석의 편리를 위해 따로 저장하고 Index를 사용하여 접

속하였다.

이렇게 설계된 ACCESS DB를 컴퓨터의 ODBC 드라이버에 등록하면 데이터베이스의 준비는 완료된다.

Converter를 처음으로 실행하면 다음과 같은 화면이 나타난다.

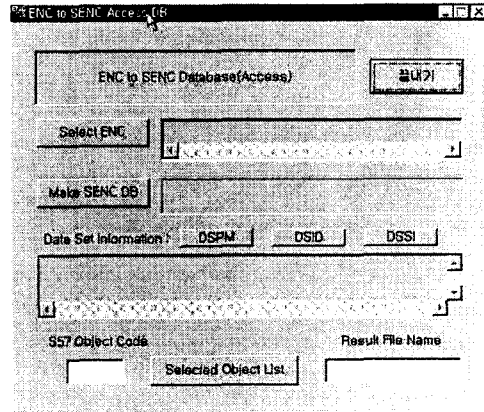


그림 6 ENC Converter 초기화면

그림 6의 각 아이콘은 다음과 같은 기능을 한다.

- **Select ENC**  
전자해도 데이터를 선택한다.
- **Make SENC DB**  
선택한 전자해도를 분석하기 시작하고 MS Access DB에 저장.
- **DSPM**  
ENC의 파일 내용 중, Data Set Parameter field의 내용을 Edit창에 보인다.
- **DSID**  
Data Set Identification field의 내용을 보인다.
- **DSSI**  
Data Set Structure Information field의 내용을 보인다.
- **Selected Object List**  
입력한 오브젝트 코드에 해당하는 것만을 찾아 텍스트 파일에 저장한다..

이 프로그램으로 분석된 전자해도 데이터는 텍스트, 또는 상수로 변환되어 Access DB에 저장되고 그 형태는 아래의 그림 8과 같다.

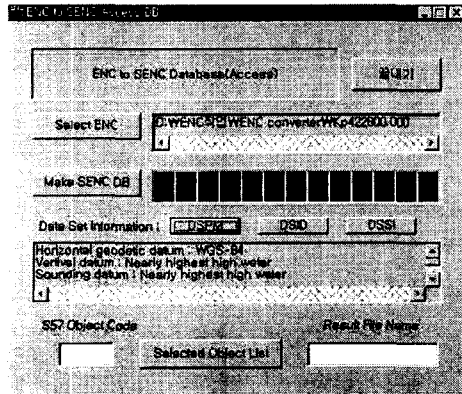


그림 7 수행 후의 모습

NAME	ATTN	POINTER1	POINTER2	VERTEX
130/384		120/506/255/255/1/255	120/383/255/255/2/255	99-131
130/383		120/505/255/255/1/255	120/528/255/255/2/255	991-1007
130/381		120/520/255/255/1/255	120/522/255/255/2/255	989-990
130/379		120/524/255/255/1/255	120/525/255/255/2/255	987-988
130/377		120/526/255/255/1/255	120/523/255/255/2/255	985-986
130/376		120/528/255/255/1/255	120/518/255/255/2/255	983-984
130/165		120/383/255/255/1/255	120/384/255/255/2/255	979-982
130/374		120/517/255/255/1/255	120/511/255/255/2/255	97-98
130/164		120/384/255/255/1/255	120/386/255/255/2/255	96-96
130/373		120/514/255/255/1/255	120/529/255/255/2/255	968-973
130/372		120/530/255/255/1/255	120/529/255/255/2/255	966-967
130/369		120/584/255/255/1/255	120/539/255/255/2/255	965-965
130/368		120/584/255/255/1/255	120/555/255/255/2/255	961-964
130/367		120/555/255/255/1/255	120/550/255/255/2/255	959-960
130/365		120/589/255/255/1/255	120/582/255/255/2/255	957-958
130/364		120/583/255/255/1/255	120/585/255/255/2/255	955-956
130/362		120/567/255/255/1/255	120/571/255/255/2/255	953-954
130/361		120/572/255/255/1/255	120/571/255/255/2/255	952-952
130/360		120/572/255/255/1/255	120/573/255/255/2/255	950-951
130/163		120/386/255/255/1/255	120/387/255/255/2/255	94-95

그림 8 Edge 테이블

### 2.3 ENC Converter를 이용한 전자해도 분석

전자해도 데이터는 여러 개의 Record로 구성되어 있으며 Encapsulation 되어 있으나 ENC converter를 이용하여 데이터의 세부 내용을 직접 읽을 수 있다. 이러한 장점을 가장 크게 이용할 수 있는 분야는 전자해도 데이터를 이용한 파생상품 제작 분야일 것이다. 즉 데이터의 부분 이용을 통해 응용 데이터, 또는 응용시스템에 전자해도를 이용하는 분야를 말한다.

이러한 파생상품의 제작은 전자해도 데이터에 많은 dummy가 있음을 감안하면 주로 데이터를 숨어 내는 것에 그 초점이 맞춰질 것이다. 이를 위해서는 전자해도에 포함된 오브젝트의 기본적인 통계와 속성, 그리고 데이터 크기와의 관계 등을 고려해야 한다.

현재 국내에서는 전자해도 데이터를 공식적으로 공급하고 있지 않으므로 샘플 데이터를 이용하여 다음과 같은 분석을 수행하였다.

### 2.3.1 데이터 구성 요소 분석

전자해도, ENC는 S-57이 갖고 있는 위상관계 중 Chain-node를 사용하고 있다. 즉 모든 지형의 표현은 Node와 Edge로 이루어진다. 이런 이유로 전자해도 데이터의 편집은 이 두 가지 요소에 집중된다.

Edge는 Connected node 두 개와 Vertex로 이루어지며 Node는 Isolated와 Connected node가 될 수 있다. 샘플데이터로는 KP422800.000을 사용하였으며 ENC Converter를 이용하여 얻을 수 있는 정보들을 정리하면 다음과 같다.

Sample Data : KP422800.000 (802,201 bytes)  
 Edge : 1516개  
 Connected Node : 1260개  
 Isolated Node : 607개  
 Sounding : 35개  
 Vertex : 8457개  
 Feature Record : 2744개  
 FSPT Record : 6716개

OBJL	개수	OBJL	개수	OBJL	개수
3	7	51	3	114	37
4	22	55	2	121	428
5	2	58	2	122	573
7	2	63	3	125	4
9	4	64	2	129	1
11	14	71	98	144	54
12	11	72	33	146	3
14	1	74	85	148	4
17	18	75	78	150	2
18	1	80	1	153	19
19	30	81	2	154	9
21	3	84	5	159	9
26	2	85	3	160	28
27	8	86	27	301	1
30	258	91	1	302	1
34	3	95	12	306	1
35	36	98	28	308	1
42	522	103	2	400	2
43	223	105	2		
47	8	112	3		

표 2 샘플데이터의 오브젝트별 개수

Point primitive : 747개  
 Line primitive : 1373개  
 Area primitive : 622개  
 Edge가 갖는 평균 vertex 수 : 8.5개

이러한 통계를 바탕으로 다음의 사항을 정리해 보았다.

- 순수한 공간정보의 데이터 크기  
 공간정보를 담고 있는 것은 Isolated,

Connected, Edge의 경우이므로 다음의 식이 성립한다.

$$\begin{aligned} \cdot J &= VRID(8)+ATTV(2+)+SG2D(8) \\ \cdot C &= VRID(8)+ATTV(2+)+SG2D(8) \\ \cdot E &= VRID(8)+ATTV(2+)+VRPT(18) \end{aligned}$$

즉 Isolated와 Connected node인 경우, 약 18bytes가 소요되며 Edge의 경우에는 약 28bytes(SG2D의 값은 Vertex에서 계산함)가 소요된다. 여기서 VRPT는 start, end node 각각 9bytes씩 계산한 것이다. 또한 수심과 Vertex는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \cdot S &= VRID(8)+ATTV(2+)+SG3D(12) \\ \cdot V &= SG2D(8) \times \text{Edge수} \times \text{평균vertex} \end{aligned}$$

위의 계산식을 적용하면 수심은 1개당 약 22bytes가 소요되고 vertex에 필요한 것은 이 샘플데이터에서는 총 103,088bytes가 필요하다. 위의 값들을 적용하여 계산해본 순수한 공간정보의 데이터량은 총 179,912bytes이다.

위 결과에서 알 수 있는 것은 지형적 위치를 나타내는 정보는 전체 파일크기의 약 22%만 차지한다는 것이다. 전자해도는 지형정보 이외에 위상구조를 위한 정보, 혹은 오브젝트간의 관계, 데이터의 정확도를 위한 정보 등, 부가적인 데이터들을 많이 포함하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 전자해도로부터 지형정보만을 추출하고자 할 경우, 모든 속성을 잃어버리는 것과 데이터 표현 크기를 S-57의 형태대로 함을 가정할 때, 약 22%까지 데이터 크기를 줄일 수 있음을 의미한다.

#### ■ 오브젝트의 속성과 관련된 데이터량

앞의 분석에서 공간정보가 전체 파일에서 차지하는 비중이 비교적 작은 것은 속성을 표현하는 데이터가 많다는 것을 말하는데 그 이유로는 다음의 사항들을 들 수 있다.

- 속성데이터에 중복이 많다.
- 한글을 입력하기 위해 NATF 필드를 사용한다.
- CARIS를 이용하기 때문에 CARIS가 할당된 속성 값이 기본적으로 삽입되어 있다.
- S-57 오브젝트가 가져야만 하는 mandatory 속성의 필요성에 문제가 있다.

속성을 표현하는 부분의 데이터 크기는 가변이기 때문에 일정한 크기를 갖지는 않지만 전자해도 데이터를 이용할 경우에 필요한 속성 정보를 가려서 추출하는 기술이 필요하다.

## V. 결 론

본 논문에서는 전자해도 데이터의 이용과 활용이 ECDIS와 같은 선박항해시스템 뿐만 아니라 데이터를 추출하여 응용시스템에 이용하는 방향으로 많이 이루어질 것이라는 점에 착안하여 국내에서 생산되는 전자해도를 분석할 수 있도록 ENC Converter를 개발하고 이를 이용하여 수행할 수 있는 간단한 데이터 분석을 수행하였다. 앞으로 전자해도를 사용하기 위한 데이터 추출은 적용하고자 하는 응용시스템의 용도에 맞게 전자해도 데이터를 분석하고 그 결과에 따라 수행하는 것이 바람직하며 이를 위해 개발된 ENC Converter에 데이터의 Quality check 기능과 GIS 분석이 가능한 모듈을 추가하는 것이 향후 수행할 과제라 할 수 있다. 앞에서 논의한 것과 같은 데이터에 대한 기초 분석은 전자해도의 기타 형식으로서의 변환과 파생상품 생산기술 확보에 초석이 될 것으로 기대한다.

## 후 기

본 논문을 위해 사용한 전자해도 샘플은 국립해양조사원이 제공한 것이며 연구 내용은 한국해양연구소 선박해양공학분소가 수행한 전자해도 DB구축 및 관련기술 개발 사업의 기술을 근거로 차기년도 사업의 사전연구로 수행한 것입니다.

또한 개발한 ENC Converter는 '99 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업에서 개발할 ENC access 모듈의 기초 수행 결과물입니다.

## 참고문헌

- [1] 한국해양연구소 선박해양공학분소, 전자해도 DB 구축 및 관리·공급시스템 기술 개발 사업 보고서, 1999. 10.
- [2] IHO bureau, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Edition3.0, Nov, 1996.
- [3] ISO/IEC 사무국, ISO/IEC 8211 Specification for a data descriptive file for information interchange.