

항만용 전자해도 제작방안 연구

A Study on Production methods of Port ENC

강호윤* · 김대현** · 김연수*** · 박응현****

Ho Yun Kang · Dae Hyun Kim · Yun Soo Kim · Eung Hyun Park

요약 컨테이너 선박의 크기가 과거 10년간 2배 이상으로 늘어났으며 선박운항비용 절감을 위해 대형선박이 증가하고 있는 추세이다. 유럽연합의 경우 EFFORTS 프로젝트를 통해 함부르크 항을 대상으로 기존의 전자해도 보다 정밀한 등심선과 3차원 해저지형(Bathymetry)정보를 제공하는 항만용 전자해도를 시범제작 하였으며 국내에서는 행정업무 지원을 위해 전자해도기반에 행정용 전자해도 서비스를 하고 있다. 따라서 본 논문에서는 대형선박의 증가로 안전항해를 위해 정밀한 수심정보가 포함된 항만용 전자해도의 필요성을 제시하고 부산항을 대상으로 항만용 전자해도를 시범제작하여 효용성을 제시하였다.

키워드 항만용 전자해도, 전자해도, 맞춤형 전자해도, 3차원 해저지형, S-57, S-100

Abstract The bulk of container vessels has more than doubled over the past decade and the large size of vessels are increasing to reduce vessel operating costs. In case of EU, the EFFORTS project had pilot production of ENC for harbor, which provides more precise isobath and three-dimensional bathymetry information for the Port of Hamburg. In Korea, the administrative ENC service is provided on the electronic chart base for the administrative work support. In this paper, we propose the necessity of ENC for safe navigation by increasing the number of the large size of vessels, and also propose the pilot production method for harbor ENC for Busan Ports.

Key words Port ENC, ENC, Customized ENC, 3D Bathymetric, S-57, S-100

1. 서론

세계 컨테이너 선박의 크기는 과거 10년간 2배로 늘어났으며 선박운항비용 절감을 위해 화주들의 대형 컨테이너 선박에 대한 수요가 증가되고 있다. 선박의 대형화에 따라 항만은 항로수심, 선석길이, 야드, 게이트, 하역장비, 배후지역 기반시설 마련 등이 수반이 되어야 하며 특히 항만 내에서 정확하고 상세한 수심정보 제공은 대형선박의 안전통항과 정박을 위해 중요한 필수정보라 할 수 있겠다.

유럽연합에서는 “EFFOTRTS(Effective Operation in Ports)”라는 공동 R&D 프로젝트를 통해 선박대형화에 따른 안전항해를 지원하기 위해 항만용 전자해도(Port ENC)를 개발하여 시범운영을 하였다. EFFOTRS 프로젝트는 좁은 항만 내에서의 선박대형화에 따른 안전항로 확보를 위해 고 정밀의 수심정보가 포함된 항만용

전자해도(Post ENC)를 시범제작 하고 활용도 등을 평가하는 프로젝트이다.

따라서 본 논문에서는 선박 대형화에 따른 안전항해를 위해 항만용 전자해도에 대한 필요성과 표준 제작 절차를 제시하였으며 부산항을 시범지역으로 선정하여 실제 항만용 전자해도를 구축하였다.

2. 항만용 전자해도 국내외 동향

2.1 유럽연합(EU)

선박의 대형화와 좁은 항만구역에서의 안전항해를 위해서 유럽연합(EU)에서는 항만에서의 효율적인 운영이라는 “EFFORTS(Effective Operation in Ports)” 프로젝트를 수행하였다. 본 프로젝트는 항만에서의 항해(Navigation in Ports), 항만환경(Port Environment), 항만 조직(Port Organization)의 3가지 서브 프로젝트

Received: 2017.01.03, Revised: 2017.01.20, Accepted: 2017.02.01

* 한국해양조사협회, 선임연구원, 서울시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워, 1307호, hykang@khra.kr

** 한국해양조사협회, 연구원, 서울시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워, 1307호, kimdh@khra.kr

*** 한국해양조사협회 연구소장, 서울시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워, 1307호, ysporo@khra.kr

**** 한국해양조사협회 연구원, 서울시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워, 1307호, ehpark@khra.kr

와 9개의 워킹프로젝트로 2006년 5월부터 2009년 10월까지 진행되었다.(Fig. 1 참조)

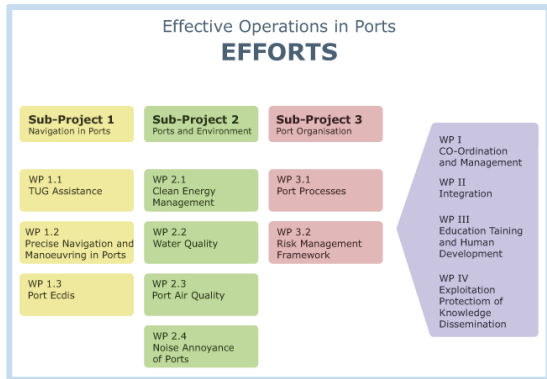


Figure 1. EFFORTS Project(Reference : “The Port ENC – part of e-Navigation”, Smart Rivers 2011)

3가지 서브 프로젝트(Fig. 1 참조) 중 항만에서의 항해(Navigation in Ports)부분이 항만용 전자해도에 해당하는 것으로 요구사항으로는 수심데이터와 지형데이터의 최신성, 정확도, 정밀도, 대축척, 지도 피쳐/객체와 속성, 신뢰도등이지만 현재 항만운영의 특별한 요구사항을 고려한 표준은 없는 상태이다. 따라서 항만용 전자해도는 해상 전자해도(Maritime ENC)와 내륙 전자해도(Inland ENC)사이의 잃어버린 고리역할을 하는 것이라 할 수 있다. Fig. 2는 항만용 전자해도 구성요소를 나타낸 것으로 수심 및 지형데이터의 최신성과 정확성을 유지하여야 하며 상세한 정보를 제공하여야 한다.

EFFORTS 프로젝트에서는 함부르크 항만을 대상으로 항만용 전자해도를 시범구축 하였다. Fig. 3은 기존 전자해도와 항만용 전자해도를 비교한 것으로 항만용 전자해도에는 해상뿐만 아니라 육상부분의 건물과 계선주 등 항만시설물을 상세히 표현을 하고 있다.

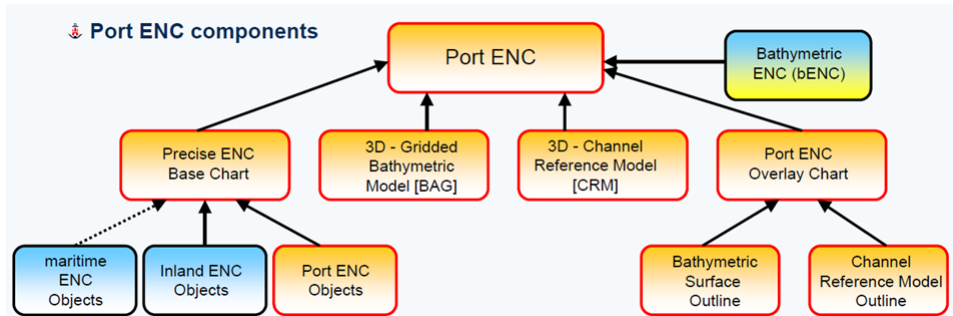


Figure 2. Port ENC components(Reference : “The Port ENC – part of e-Navigation”, Smart Rivers 2011)

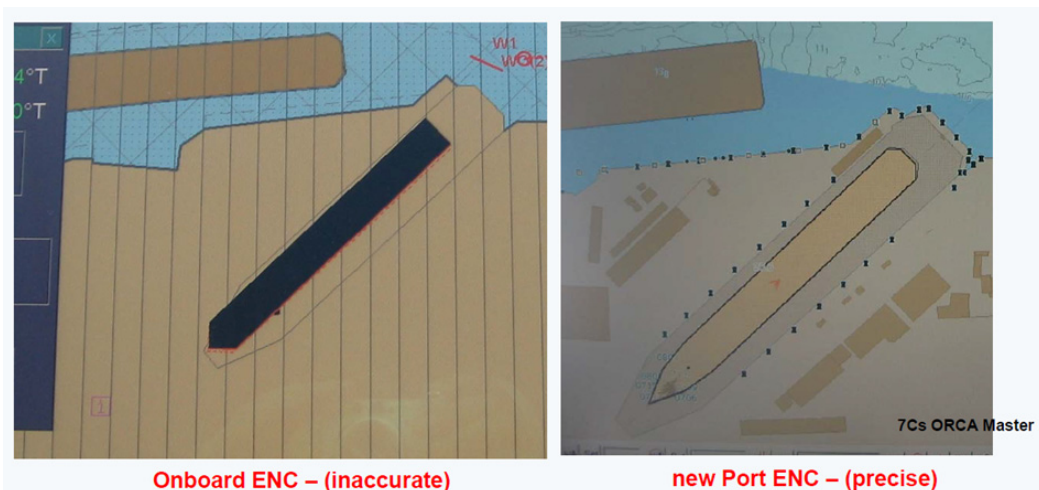


Figure 3. Compare of Onboard ENC and new Port ENC (Reference : “The Port ENC – part of e-Navigation”, Smart Rivers 2011)

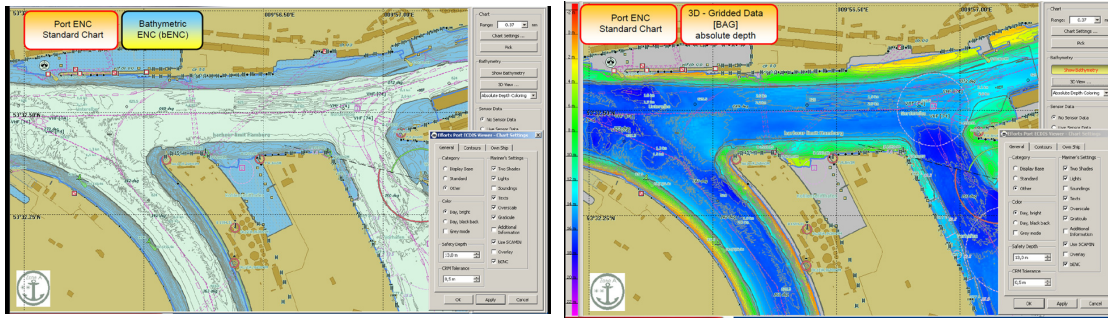


Figure 4. Port ENC+Bathymetric ENC(Left), Port ENC+3D Gridded Bathymetry(Right) (Reference : “The Port ENC – part of e-Navigation”, Smart Rivers 2011)

2.2 국내동향

국내에서는 기존의 전자해도에 다양한 부가정보를 추가하여 행정업무에 활용할 수 있도록 행정용 전자해도 서비스를 제공 중에 있다. 행정용 전자해도는 항해용 장비(ECDIS)에 탑재하여 사용이 국한되어 있던 전자해도의 활용성 증대와 행정업무의 효율성을 도모하고자 전자해도 기반에 공공데이터 위치정보 등을 제공하여 다양한 행정업무지원이 가능하도록 구축된 시스템 이다. 행정용 전자해도의 주요정보는 해양수산 관련법령에 수록된 각종 해양공간정보의 좌표와, 양식장 위치, 해양환경 민감정보(MIO) 등을 제공하고 있다.(Fig. 5참조)

3. 항만용 전자해도 제작

3.1 대상지역 선정

항만용 전자해도 제작을 위한 시범지역 선정을 위해 항만 컨테이너 처리 실적 통계를 조사한 결과 부산항이 세계 6대 항만에 속하는 것으로 나타났다.(Table 1 참조)

부산항은 국내에서 항만물동량이 가장 높은 항만으로서 대형 컨테이너 선박의 안전한 접안과 입항을 위해 항만용 전자해도 제작에 적합한 지역으로 파악이 되었다.

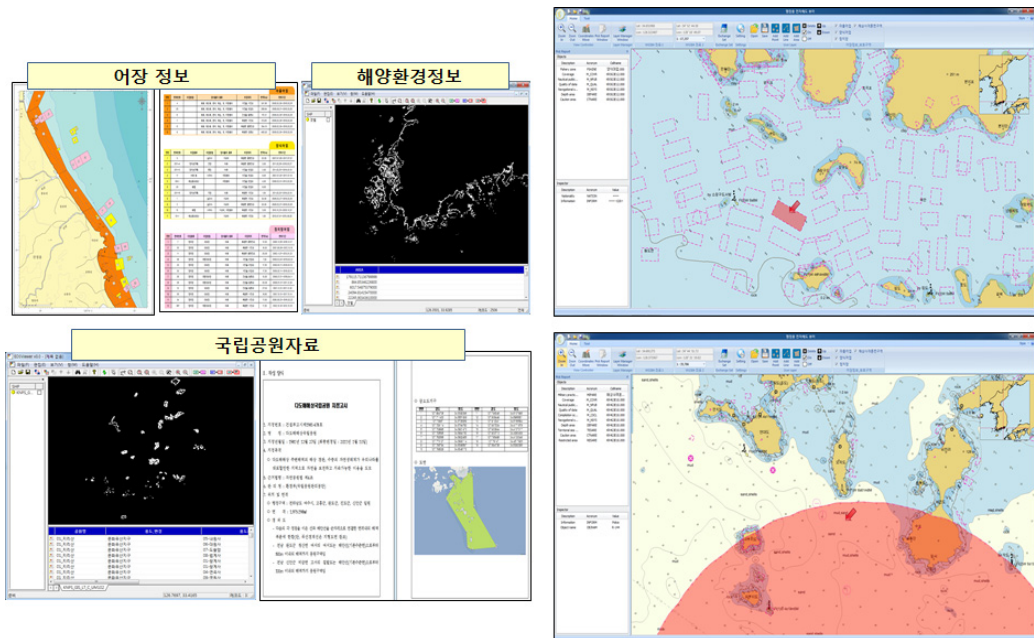


Figure 5. Expanded case of Marine environmental MIO(Reference : Next generation ENC test and standard research (2014.12))

Table 1. Container handling of the top 10 Ports in the world('15 the first half)

(Unit : thousand TEU, %)

| Ranking | | Port | '14 year | '15.1-6 month | Year on year | |
|---------|----------|-------------------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| '15 1~6 | '14 Year | | | | same month | Cumul ative |
| Total | | | 210,977 | 105,036 | △1.2 | 2.1 |
| 1 | 1 | Shanghai (China) | 35,285 | 18,022 | 1.3 | 4.6 |
| 2 | 2 | Singapore | 33,869 | 15,998 | △7.8 | △3.1 |
| 3 | 3 | Shenzhen (China) | 24,037 | 11,576 | 2.4 | 5.6 |
| 4 | 5 | Ningbo-Zhoushan (China) | 19,450 | 10,496 | △2.2 | 9.1 |
| 5 | 4 | HongKong (China) | 22,226 | 10,116 | △12.8 | △9.7 |
| 6 | 6 | Busan | 18,683 | 9,684 | △1.4 | 5.0 |
| 7 | 7 | Qingdao (China) | 16,624 | 8,592 | 7.8 | 2.7 |
| 8 | 8 | Guangzhou(China) | 16,160 | 8,200 | 11.4 | 6.3 |
| 9 | 9 | Tianjin (China) | 14,050 | 7,242 | 4.2 | 5.1 |
| 10 | 10 | Kaohsiung | 10,593 | 5,110 | △8.0 | △0.6 |

Reference : Ministry of Maritime Affairs and Fisheries Press releases(2015.7.28., “National port trade volume of the first half in 2015”

3.2 항만용 전자해도 제작방법

항만용 전자해도는 기존의 전자해도에 없는 정보를 구축하여 전자해도에 부가하여 사용하는 것이다. 따라서 기존의 전자해도 제품 표준의 객체와 속성 목록에는 적합한 항목이 없으므로 항만용 전자해도에 사용될 객체 및 속성에 대한 정의가 먼저 이루어져야한다. 다

음으로 항만용 전자해도에 적합한 환경설정이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 항만용 전자해도 제작을 위해 CARIS사의 ENC Composer 소프트웨어를 사용하였으므로 소프트웨어에 적합한 환경파일을 작성 및 설정이 필요하다. 끝으로 수집된 자료를 전자해도 파일 형식에 맞게 변환을 한 후 항만용 전자해도 신규 객체에 대한 속성을 입력하면 항만용 전자해도를 구축할 수 있다. Fig. 6은 항만용 전자해도 구축의 절차를 나타낸 것이다.

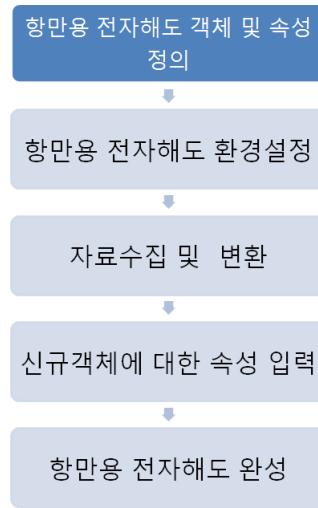


Figure 6. The process of Port ENC production

3.2.1 항만용 전자해도 객체 및 속성 정의

기존의 전자해도는 S-57표준에서 제공하는 객체와 속성정보만을 활용하고 있다. S-57 표준에 없는 객체나 혹은 속성정보를 추가하기 위해서는 객체 및 속성에 대한 정의서를 작성하여야 한다. 본 연구에서는 항

The screenshot displays two panels. The left panel, titled 'GEO OBJECT CLASSES', shows the definition for 'Object Class: Bunker/Fueling Station'. It lists the acronym 'bunsta(P, A)', a set of attributes including 'catbun', 'bunxes', 'COLOUR', 'CONDN', 'NOBJNM', 'OBJNAM', and 'STATUS', and a definition: 'A station, at which a ship is able to bunker fuel, water or ballast'. The right panel, titled 'FEATURE OBJECT ATTRIBUTES', shows the definition for the attribute 'category of bunker station' with acronym 'catbun' and code '17067'. It lists expected input values: 1 (diesel oil), 2 (water), and 3 (ballast), along with their definitions: 'diesel oil available', 'water available', and 'ballast available'.

Figure 7. Example of attribute and object definitions

만용 전자해도의 추가정보로 주유소(Bunker/Fueling Station)객체 및 속성정보를 추가하여 정의하였다. (Fig. 7 참조)

3.2.2 항만용 전자해도 환경설정

다음으로 항만용 전자해도 구축에 적합한 환경을 설정하는 부분이다. 환경파일을 작성하는 방법은 크게 3가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 기존의 S-57에서 제공하고 있는 객체(Object)와 속성(Attribute)을 이용하는 경우이다. 두 번째는 기존 표준을 갱신하는 경우이다. 예를 들어 기존의 객체에 속성만 추가를 한다거나, 속성에 내용을 추가할 경우이다. 셋 번째는 새로운 객체와 표준을 추가하는 경우이다. 본 연구에서는 신규 객체 및 속성과 기존의 표준을 갱신하는 방법을 활용하였다. 작업환경파일을 작성하면 Fig. 8과 같이 항만용 전자해도 제작을 할 수 있는 환경을 설정할 수가 있다.

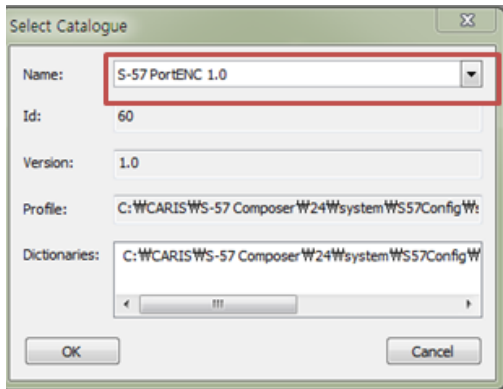


Figure 8. Setting up environment files for Port ENC in CARIS

3.2.3 자료수집 및 변환과 신규객체 속성입력

항만용 전자해도를 제작하기 위해 보다 상세한 항만 정보와 육상정보가 필요하다. 따라서 부산항 항만시설물 수치지도를 활용하여 계선주(Bollard)와 방충재(fender)의 위치정보를 추출하여 shp파일로 변환하였다. 이렇게 변환한 파일을 다시 CARIS Composer에서 불러온 후 각각의 객체에 적합한 속성정보들을 입력하였다. 아래 Fig. 9는 계선주(Bollard)에 대한 객체를 전자해도 파일 형태로 변환한 후 속성정보를 입력하는 것이다.

항만용 전자해도에서 가장 중요한 정보는 정밀한 수심데이터이므로, 기존의 전자해도에 정밀한 수심을 표현하기 위해 측량원도의 수심자료를 활용하여 1m의 등심선을 자동으로 제작 하였다. Fig. 10은 수심자료를 활용하여 부산항 주변 해저지형정보를 구글영상과 중첩을 한 것이다.

위성영상과 그리드 해저지형 중첩을 통해 해저지형에 대해 시각적으로 정보전달이 가능하다.

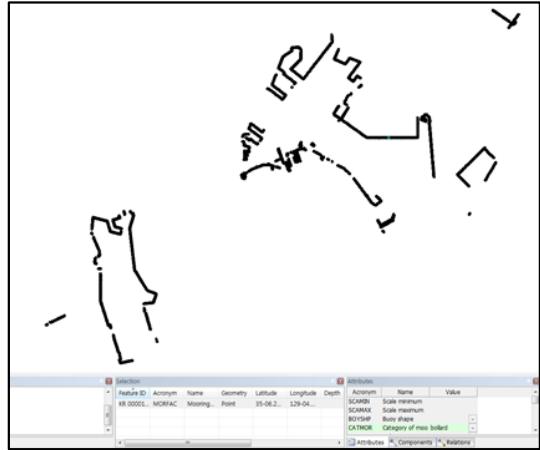


Figure 9. Bollard ENC file

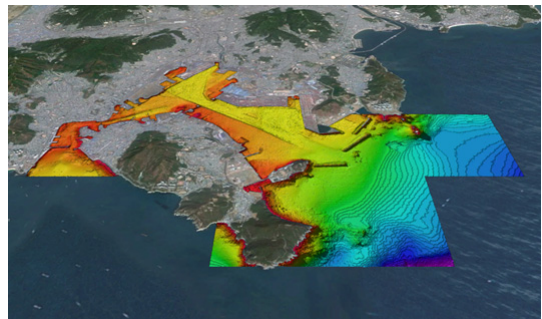


Figure 10. Submarine topography in Busan Port(Overlapped with Google image and submarine depth data)

3.2.4 항만용 전자해도

계선주 정보와 1m 등심선정보 그리고 육상 건물정보 등을 수집하여 CARIS Composer를 활용하여 전자해도 파일로 변환하였다. Fig. 11은 항만용 전자해도 제작과정을 나타낸 것이다. 기존의 전자해도보다 정밀한 1m 간격의 등심선을 제공함으로써 대형선박의 유효수심 확보와 항로결정에 유용하게 활용될 수 있다. 또한 현재 진행중인 S-100 시리즈의 차세대 전자해도 서비스가 제공되면 실시간 조석 및 조류정보등과 함께 대형선박의 안전항해에 활용도가 높을 것으로 판단된다.

반면 항만구역 및 항만내의 해저지형 등이 대부분이 보안 자료로 분류 되어 있어서 항만용 전자해도 제작 및 보급에 장애요인으로 작용하고 있다. 따라서 관계 기관들과의 기밀한 협조와 협의가 필요할 것으로 사료된다.

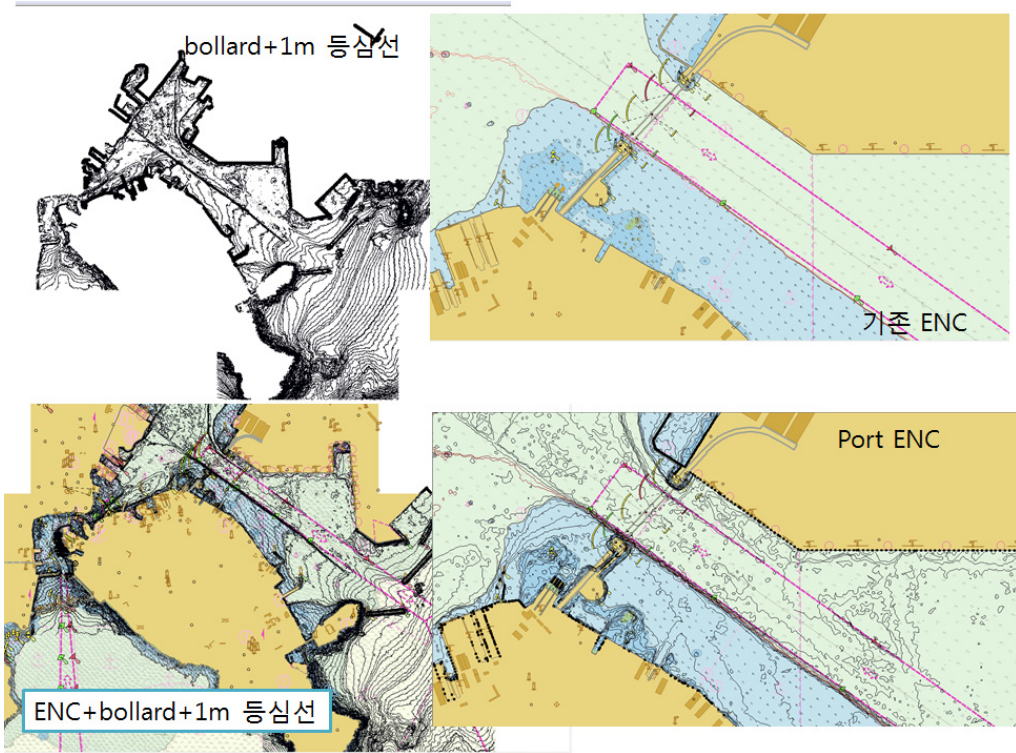


Figure 11. Port ENC Processing

4. 결론

본 연구는 선박의 대형화에 따른 안전항해를 위해 항만용 전자해도의 필요성을 제시하고 부산항을 대상으로 항만용 전자해도를 시범제작 하였다. 따라서 본 논문의 결론은 다음과 같다.

첫째, 최근 10년간 선박의 크기는 2배가 늘어났으나 선박의 안전항해를 위한 지원시스템은 부족한 상황이다. 따라서 대형선박의 안전항해 지원을 위해 정밀한 수심이 표현된 항만용 전자해도의 필요성이 대두되었으며 유럽연합에서는 “EFFORT” 프로젝트를 수행하여 독일 함부르크 항만을 대상으로 항만용 전자해도 (Port ENC)를 시범 제작하였다.

둘째, 본 연구에서는 부산항을 시범지역으로 선정하여 1m 간격의 정밀 등심선과 해저지형정보, 계선주 정보 등을 추가하여 국내 항만용 전자해도를 시범제작 하였다. 결과 기존의 전자해도 보다 정밀한 수심정보를 제공함으로써 대형선박의 안전항해 지원에 활용도가 높을 것으로 사료된다.

셋 번째, 선박의 대형화에 따라 항만용 전자해도의 필요성은 높아지고 있으나 국내의 여건상 항만구역이 보안구역으로 지정되어 있어 정밀한 수심정보 제공에

는 한계가 있다. 따라서 관계기관과의 긴밀한 협조가 필요한 것으로 판단된다.

향후 S-100 기반의 전자해도 서비스가 제공 된다면 조석, 조류 등 다양한 부가정보를 활용할 수 있으므로, 항만용 전자해도는 대형선박의 안전항해 지원시스템으로 충분히 활용도가 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국립해양조사원 “차세대 전자해도 시험 및 표준연구” 결과 중 일부이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 국립해양조사원, 2014, IHO 차세대 전자해도 시험 및 표준연구, 국립해양조사원 연구보고서.
2. 국립해양조사원, 2014, 맞춤형 전자해도 개발 및 표준연구용역, 국립해양조사원 연구보고서.
3. D. Seefeldt, 2011, “Enhance Berth to Berth Navigation Requires High Quality ENC’s - The Port ENC - a Proposal for a New Port Related ENC Standard”, TransNav Journal Volume 5,

Number 2, pp.163-166.

- 4. Hamburg Port Authority, 2010, "The Port ENC - a most precise ENC for special requirements", hydro 2010.
- 5. Hamburg Port Authority, 2011, "The Port ENC - part of e-Navigation, RIS, VTS, AIS...", Smart Rivers 2011.
- 6. Dr. Valerio Recagno, D'Appolonia, Jens Froese, 2010, "Effective Operations in Ports", Intergrating and Strengthening the European Research
- 7. Jens Forese, 2011, "Effective operations in ports", Port Technology International.



강 호 윤

2003년 한국해양수산개발원
 2009년 부산대학교 공학박사
 2010년~현재 한국해양조사협회
 수로기술연구소 선임연구원

관심분야는 전자해도, 해양GIS



김 대 현

2014년 서울시립대학교
 공간정보공학과 공학사
 2016년 서울시립대학교
 공간정보공학과 공학석사
 2015년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 해양공간정보



김 연 수

2005년 부경대학교 공학박사
 2016년~현재 한국해양조사협회
 수로기술연구소 소장

관심분야는 수로측량, 해양공간정보



박 응 현

2007년 군산대학교
 해양시스템공학과 공학사
 2011년 (주)유에스티21
 2014년 한국해양과학기술원
 2015년~현재 한국해양조사협회

관심분야는 해양지구물리, 전자해도

