

# 수치모형을 위한 수심도 생성기법

## Generation Method of Bathymetry for the Numerical Model

문승록\* · 박선중\*\* · 강주환\*\*\*

Seung Rok Moon · Seon Jung Park · Ju Whan Kang

### 요 지

컴퓨터와 다양한 software의 보급과 함께 흐름의 수치해석 분야는 급속한 발전을 보게 되었고 고도의 수치해법이나 복잡한 경계 처리 등을 통해 실제현상과 같은 흐름해석을 가능케 하고 있으며, 이러한 수치해석을 위해 정확한 Bathymetry는 필수적이다. 본 연구에서는 등 격자간격의 수심도 생성을 위하여 전자해도를 작업에 적합하게 수정하고 부족한 조간대의 수심자료는 보완하고, 파일형식에 따른 적절한 프로그래밍 언어를 통하여 해도상 지점들의 수심자료를 획득하고 내삽하여 기존에 사용되는 방법에 비하여 비교적 간단하고 해도도의 정보를 정확하게 반영하는 Bathymetry를 생성하는 기법을 제안하였다.

**핵심용어** : Bathymetry, 전자해도(ENC), AutoCAD, Surfer

### 1. 서 론

해양 및 해안의 활용도를 극대화시키기 위하여 해양 및 연안에서 해안구조물이 속속 건설되는 등 다각적인 방안이 강구되고 있는 실정이며, 연안개발 등의 사업은 공사비 규모가 크고 자연환경을 대규모로 변화시키는 작업으로 시행착오란 절대 있어서는 안될 것이다. 따라서 사전에 치밀한 조사와 연구를 통해 개발의 경제성과 안정성 및 주변 환경에 미치는 영향을 철저히 분석하여 경제적이고 효율적인 개발이 이루어져야 한다. 보다 정확한 영향 분석을 위해 현장조사 및 관측을 통한 정보를 이용하여 해당 해역에 수학적 모형을 수립 및 적용하여 그 해를 수치해석적 방법으로 구하는 전산수치모델링이 널리 이용되고 있으며, 특히 파랑 및 조석전파와 같은 흐름현상과 부유사 및 소류사의 이동과 확산 등을 재현하고 예측하기 위해 주로 활용되고 있다. 이러한 전산수치모델링의 해석에 있어서 가장 많은 노력이 요구되는 공정은 해석하려는 유동영역의 모델화이며, 복잡한 형상의 유동영역에 관해서 모델화를 수행하는 것은 쉽지 않다(김남형 등, 2000). 수치수심자료를 이용하여 세계 각국이 해양 GIS체계 수립 및 활용이 활발해 지고 있으며, 전지구적 환경변화에 대처하기 위한 전지구매핑사업이 국가간 협력사업으로 시작되고 있으나 지역적으로 자세한 수심은 제한된 지역 및 해역에서만 존재하므로 자세한 해상도를 요구하는 과업을 수행하기는 문제점이 있다(최병호 등, 2002).

본 연구에서는 특정해역의 수심도 생성을 위해 디지털라이징 또는 벡터라이징을 실시하는 방법과는 달리 보편화 추세를 보이고 있는 전자해도(ENC)를 활용하여 주요관심지역에 대한 등간격격자 수심도를 신속하고 높은 정도로 쉽게 생성할 수 있는 방법과 조간대상의 수심을 수심도에 반영할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### 2. 수심도 생성기법

최근 보편화된 해도에는 종이해도와 동일한 내용을 지형도의 수치지도와 같은 AutoCAD파일 및 DXF(Drawing Exchange file Format) 파일로 전자해도(ENC)가 제공되고 있다. 수치모형에 적합한 수심도

\* 정회원 · 목포대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : smugman@mokpo.ac.kr

\*\* 정회원 · 목포대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : sjpark@mokpo.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 목포대학교 토목공학과 교수 · E-mail : jwkang@mokpo.ac.kr

생성을 위해서는 해도에 표시된 수심, 등수심선, 육지경계 등의 기준좌표로부터의 X, Y 좌표 및 기준선에서의 Z 좌표인 수심 등의 정보가 필요한데, 전자해도에서는 종이해도가 하나의 평면위에 동시에 모든 정보를 나타낸 것과는 달리 CAD 프로그램의 Layer 기능을 이용하여 수심, 등수심선, 육지경계 등의 서로 다른 정보를 각각의 Layer에 표현하여 원하는 정보만을 구분하여 나타낼 수 있도록 되어 있다. 전자해도에서 수치모형에 적합한 수심도 생성을 위해서는 그림 1과 같은 과정을 거치게 된다.



그림 1. 수심도 생성 과정

## 2.1 전자해도의 수정 및 보완

전자해도는 각 해도별로 수록하고 정보에 따라 수많은 Layer로 구성되어 있는데, 지점의 수심은 SOUNDG\_, 등수심선은 DEPCNT 그리고 육지경계선은 종류에 따라 각각 COALNE\_, SLCONS, DAMCON\_ 등의 Layer로 구분되어 있다. 전자해도의 수심자료에 대한 정보를 프로그래밍 언어로 적절하게 변환시키고 가시적 효과를 위해 수심도 작성에 사용되는 수심, 등수심선 그리고 육지경계를 제외한 나머지 모든 Layer는 삭제한다. 수심, 등수심선 그리고 육지경계가 포함된 각 Layer는 통합하여도 큰 영향은 없지만, 육지경계에서 교각 및 방파제 등 인공구조물의 경우는 해안선 등의 자연지형과는 달리 내삽에 사용되지 않는 것이 바람직하므로 고려되어야 한다.

그림 2는 전자해도의 CAD 프로그램 화면이고, 그림 3은 수심도에 필요한 Layer만 표시한 화면이다. 전자해도로부터 수심도 생성에 필요한 Layer만 존재하게 되면, 수심자료의 정확성을 확보하게 위해 CAD 프로그램 상에서 몇 가지 추가작업이 필요하다. 먼저 육지경계가 폐합이 아닌 곳은 폐합이 되도록 해서 자료 내삽시에 오류를 방지하고, Explode 명령을 실행하여 등수심선과 육지경계와 같이 연결된 요소를 분해하여 개개의 도면 요소들로 변환시킨다. 이 과정을 통해 육지 경계 곡선의 재현을 최대화 할 수 있으며 내삽 자료의 수가 증가하므로 보다 정밀한 수심도 생성이 가능하게 된다.

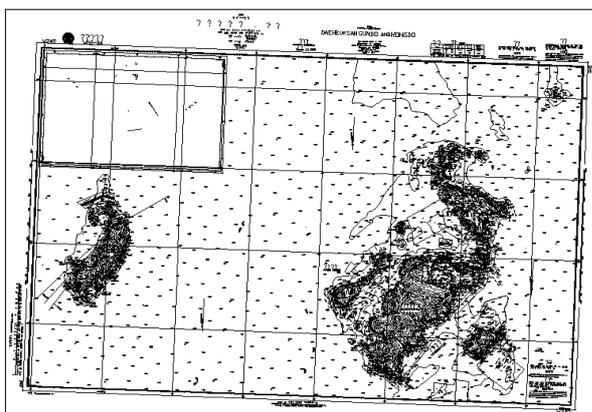


그림 2. 전자해도(ENC)-대 흑산도

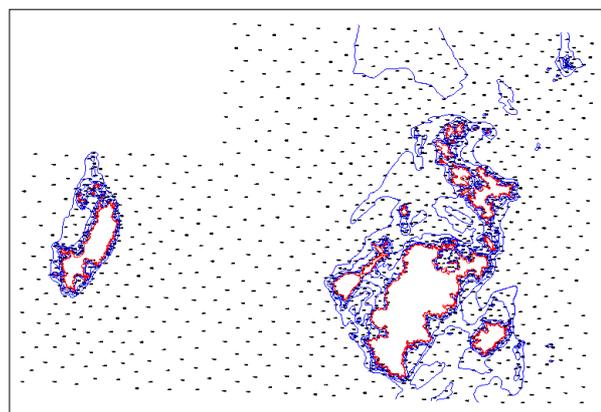


그림 3. 수정된 전자해도

조건대가 발달된 해역에서의 수심도를 생성하고자 한다면 조건대상의 수심의 정확한 표현은 해도상의 수심자료가 충분하지 않아 매우 어려운 일이고, 조건대상의 세밀한 격자간격을 필요하는 경우는 더욱 그렇다. 이러한 경우의 보완을 위해 국립지리원의 연안해역도를 활용하거나 수정된 전자해도에 조건대 수심을 직접

입력하는 방법이 있다. 1:50,000 축척의 연안해역도를 발행되고 있어 수심 50m이하 연안역에 대하여 수심을 참고 할 수 있으나, 해도와 지형도의 좌표 기준점과 수심 기준선은 상이하게 때문에 이에 대한 각별한 주의가 필요하며, 현재 연안해역도는 종이로만 발행되고 있는 단점이 있다.

CAD상에 조간대의 수심을 직접 입력하는 방법을 통해 정확한 수심을 입력하는 것은 거의 불가능하지만, 수심도를 세부격자로 구성할 경우 섬과 섬 사이에 존재하는 조간대는 내삽시에 섬(육지수심)으로 나타나는 문제는 극복할 수 있는데, 이 경우 조간대상에서 등수심도 형태로 입력을 할 경우는 새로운 수로가 생성되는 것과 같은 효과가 발생할 수 있으므로 지점에 대한 수심으로 적절하게 입력해 주는 것이 바람직하다.

## 2.2 CAD 파일의 수심자료 변환

전자해도의 수정 및 보완 과정을 거쳐 .DWG 또는 .DXF 형태의 확장자로 저장된 전자해도는 다양한 프로그래밍 언어를 활용하여 수심자료로 변환이 가능하다. 본 연구에서는 파일의 확장자에 따라 두가지 방법으로 수심자료로 변환하는 방법을 제시하고자 한다.

먼저 일반적으로 널리 활용되고 있는 방법은 DXF 파일을 수심자료로 변환하는 방법으로, DXF 파일은 text 형태로 자료가 표현되므로 Rearrange 과정만으로 파일 자체에서 수심도 생성에 필요한 자료의 추출이 가능하다. 본 연구에서는 Fortran 프로그램을 이용하여 DXF 파일의 ENTITIES SECTION으로부터 X, Y, Z 값을 추출하였다. 단, DXF 파일에서 등수심선의 경우 수치가 아닌 문자를 포함하는 경우나 육지경계 및 조간대에 해당하는 자료가 적절하지 않은 값을 포함하고 있는 해도가 있으므로 주의가 필요하며, 수심도 생성시 수심의 부호 결정을 먼저하여 그에 적합하도록 설정하여야 하는데, 일반적으로 등수심선은 (+), 수심은 (-) 부호를 포함하고 있다.

다음은 AutoLISP 프로그램을 활용하여 DWG 파일로부터 수심자료를 획득하는 방법이다. AutoLISP 언어는 1960년경에 최초로 발표되어 인공 지능의 연구와 기타 여러 분야에서 사용되고 있는 LISP라는 언어에 기초를 두고 AutoCAD 에 사용할 수 있도록 개정된 것으로 효과적이고 유용한 기능들을 제공하기 위하여 만들어진 AutoCAD에서 실행 가능한 프로그래밍 언어이다. AutoLISP는 토목 및 건축분야의 실무에서 다양하게 활용되고 있어 새로운 프로그램을 개발하지 않더라도 쉽게 기작성된 변환 프로그램을 얻을 수 있다.

이 프로그램은 CAD의 Object(text, circle, block, pline, line, point)의 좌표를 Excel Sheet에 직접 변환시키는 방법으로 수심, 수심선 및 육지경계의 3가지 Layer로 구분하여 변환시켜야 하며, 한번에 변환가능한 Object의 수는 약 20,000개 정도이다.

일반적인 전자해도 하나에 포함된 Object 수가 100,000개 이상이라 할 경우, 수심자료의 정확성은 전자와 후자가 동일하지만, 자료변환에 필요한 시간은 전자의 경우 약 5분 이내에 가능하며, 후자의 경우 20,000개의 Object 변환시 20분정도가 소요되므로 전 영역 변환시 100분 정도가 소요되게 된다. 즉 동일한 정확도로 약 1/20 이상의 시간적 효율을 가질 수 있다.

## 2.3 수심자료 내삽 및 정리

전자해도로부터 text 및 Excel 파일로 변환된 수심자료는 정신택 등(2003)이 제시한 바와 같이 Surfer 프로그램을 이용하여 자료를 내삽하는 방법이 여타 방법에 비해 쉽게 격자간격을 조정할 수 있으며 수심을 보정하는데도 용이하다. 격자 생성시 'gridding method'는 일반적으로 'Kriging'을 사용하고 <Grid Line Geometry> 기능을 사용하여 격자를 생성한다. 원하는 격자 형태는 Spacing 또는 No of grid lines를 사용하여 격자 간격 및 격자 수를 조절할 수 있는데 격자 간격에 따라 Gridding 시간이 달라진다.

그림 4는 Surfer를 통해 내삽된 수심자료를 나타낸 것으로 최종적으로 생성된 파일을 GS Ascii 형태로 저장하여 차후 Editor(Excel)를 사용하여 원하는 형태로 편집이 가능하다. 그림 5은 최종 생성된 등격자간격의 수심자료를 MIKE21 프로그램의 수심도에 적용한 것으로 대흑산도 지역의 수심정보를 나타내고 있다. 작성된 수심도는 각각 100m 격자간격으로 X 방향 353개, Y 방향은 236개의 격자로 구성되었다.

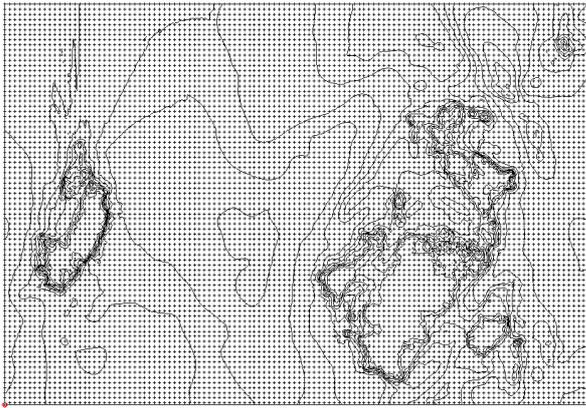


그림 4. 내삽된 수심자료

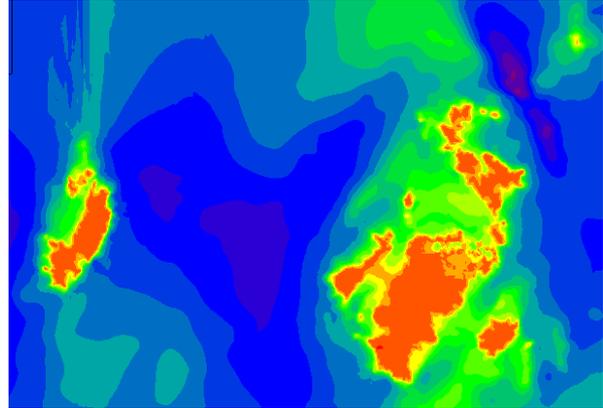


그림 5. MIKE21으로 나타낸 Bathymetry

### 3. 결론 및 토의

Bathymetry는 해수유동, 부유사 이동 등의 수리학적 문제의 연구와 해석에서 경계조건 등의 자료와 함께 반드시 필요한 기초 입력 자료로 이용되므로 수심도 생성과 관련한 Software의 활용 및 작업자의 충분한 경험이 수심도의 정확성 확보에 중요한 역할을 한다.

이에 본 연구에서는 Bathymetry 생성을 위해 AutoCAD의 파일 중 DXF 파일과 DWG 파일에 따른 각각의 자료 추출 방법과 Surfer를 통한 자료 내삽 과정 등 비교적 간단하게 Bathymetry를 생성하는 방법을 제안하였다. 이러한 Bathymetry 생성 기법은 기존의 종이해도를 이용한 디지털링 생성 기법등과 비교하면 작업시간을 대폭 줄일 수 있고, 수작업에 의한 오차를 확실히 제거할 수 있으며 작업자가 단독으로 할 수 있다는 대표적인 장점이 있다. 또한 Gridding 과정 이전에 CAD 파일 자체에서 조간대 영역의 수심 설정이 가능하므로 내삽시 유지화되는 문제의 극복이 가능하다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10164-0) 지원으로 수행되었음.

#### 참고문헌

1. 김남형, 양정필, 박상길(2000). 수심을 고려한 천해역에서의 자동요소 생성법, **한국항만학회**, 제14권 제1호, pp. 97-105
2. 최병호, 김경옥, 엄현민(2002). 한국근해의 디지털 수심·표고 데이터베이스, **한국해안·해양공학회지**, 제14권 제1호, pp. 41-50
3. 정신태, 조범준, 김정대(2003). 유한차분모형을 위한 직사각형 격자정보 생성기법, **한국해안·해양공학회지**, 15권 3호(단보), pp. 190-195
4. Golden Software, Inc.(1999). Surfer User's Guide Manual, Version : 7.0