

측면주사음탐기를 이용한 연안지역 해저지형탐사

Submarine Terrain Exploration for the Coast Using Side Scan Sonar

이종출¹⁾ · 문두열²⁾ · 김대현³⁾ · 서동주⁴⁾

Lee, Jong Chool · Mun, Du Yeoul · Kim, Dea Hyun · Seo, Dong Ju

¹⁾ 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수(E-mail:jclee@pknu.ac.kr)

²⁾ 동의대학교 공과대학 토목공학과 교수 (E-mail:dymun@deu.ac.kr)

³⁾ 동의공업대학 건설계열 교수 (E-mail:kdh@dit.ac.kr)

⁴⁾ 부경대학교 대학원 토목공학과 공학박사 (E-mail:dpsdj@mail1.pknu.ac.kr)

Abstract

In this study, locational information data acquired by using the side scan sonar which is more precise than traditional submarine terrain' survey equipment. And the result of exploration through the object area(the East sea), accurate submarine terrain could be deciphered by sounded image. Also, in the future, side scan sonar's application will be maximized for the submarine terrain's sediment investigation to design or construction of ocean facilities.

1. 서 론

삼면이 바다로 둘러싸여 있는 반도국가로서 해양개발과 해양정보체계구축이 필수적으로 대두되고 있다. 이러한 해양개발 및 해양 정보체계중에서 해저지면의 퇴적물의 종류를 정확하고 신속하게 분류하는 연구들이 필수적이라 할 수 있다. 특히 해양토목분야에서 해양구조물의 안정도를 평가하는데는 해저퇴적물의 종류는 매우중요하다. 그러나 지금까지 해저 표층퇴적물에 대한 물리적 성질 및 음향학적 자료를 얻기 위해 이용된 가장 보편적인 방법은 시추기나 채니기등으로 얻은 시료를 실험실에서 분석하는 방법이었다. 그러나 이러한 방법은 연구 지역에 선정된 시료채취 지점에 국한된 결과만을 알 수 있는 단편적인 자료라는 제한성이 있으며 보다 자세하고 연속적인 퇴적물 분포를 알기 위해서는 많은 시간과 비용이 요구된다. 따라서 퇴적물 시료의 직접적인 채취와 분석을 최소화할 수 있는 퇴적물 원격분류기술이 필요하게 되었다.

이러한 필요성에 의해서 1980년대 오면서 자료처리기술의 발달로 해저층에서 반사된 신호의 반사도를 비교적 정확하게 추정되기 시작했다(Collins,1996; Collins et al.,1996). 최근 광역대 주파수변조신호를 음원으로 사용하여 해양퇴적물조사에 연구가 활발하게 진행되고 있다(Schock,1990). 특히 해양퇴적물의 거칠기, 입자밀도, 강성율, 공극률, 음파속도 등을 이용하여 해저자료를 취득하고 있다(Curran,1996). 국내에서는 부산 수영만에 적적용하여 해저퇴적물을 연구한바 있고(김양은,2001), 측면주사음탐기를 인공어초정밀조사에 관한연구도 발표하였다(최윤수,2004).

따라서 본 연구에서는 측면주사음탐기(Side Scan Sonar)를 이용하여, 동해안 연안지역의 해저지형탐사를 한 후 탐사지역의 위치추출 및 해저지형을 추출하고자한다.

2. 측면주사음탐기(Side Scan Sonar)의 작동원리 및 시스템구성

2.1 측면주사음탐기의 작동원리

측면주사음탐기는 수체의 하부지면에 대한 광역사진을 제공하는 음행영상기기로 정의하다. 다시 말하

면, 이 시스템은 기록장치, 해중감지장치(Sensor), 그리고 이 두 장치를 연결하는 케이블로 구성된다. 그리고 작동원리를 살펴보면, 기본적으로 측면주사음탐 기록장치는 케이블을 통해서 토우피시(TOW-FISH) 내부의 축전지를 충전시키는 것으로 시작된다. 충전된 전기력은, 기록장치로부터 명령을 받아 변환기로 전달되고, 이 변환기는 음파를 발생시켜 수중으로 발사한다. 그 후 매우 짧은 시간동안(수천분의 1초부터 1초 이상의 시간까지) 해저면으로부터 되돌아오는 회귀파가 다시 변환기로 수신되며, 이 신호는 시간변화이득곡선에 의하여 증폭한 후, 케이블을 통하여 다시 기록장치로 전달된다. 기록장치는 이 신호에 대한 처리과정을 거친 후 이를 계수화하고, 이 신호가 최종기록에 나타날 위치를 픽셀단위로 계산한다. 마지막으로 이 신호를 한번에 한 줄씩(한주사씩) 감열지나 감전지에 출력한다. 이런 일련의 과정을 거쳐 나오는 영상을 보정 및 처리를 하여 해석하는 장치이다.

2.2 측면주사음탐기의 시스템구성

측면주사음탐기의 시스템은 기본적으로 조절표시부, 예인변환기 구성부, 그리고 두부분을 연결하는 전기지지 케이블로 되어있다. 먼저 조절표시부는 기록된 그림을 세밀하게 조절할 수 있는 기능을 가지고 있으며, 기본적인 기능중에서 이득수준, 주파수, 기록지 출력속도, 빔면거리보정등이 포함되어 있다. 다음은 변환기와 신호조절회로를 포함하고 있는 부분인 토우피시(TOW-FISH)이다. 토우피시는 선박의 후미에서 예인하는것과 고정시키는 것으로 비교할 때 후미에 예인하는 방법이 비교적 선박의 요동에 영향을 저감시키는 장점이 있다.

마지막으로 전지지지적 케이블인데 이 케이블은 조절표시부와 예인변환기부분을 연결시키는 역할을 하며, 천해사용시 보강케이블도 사용한다.

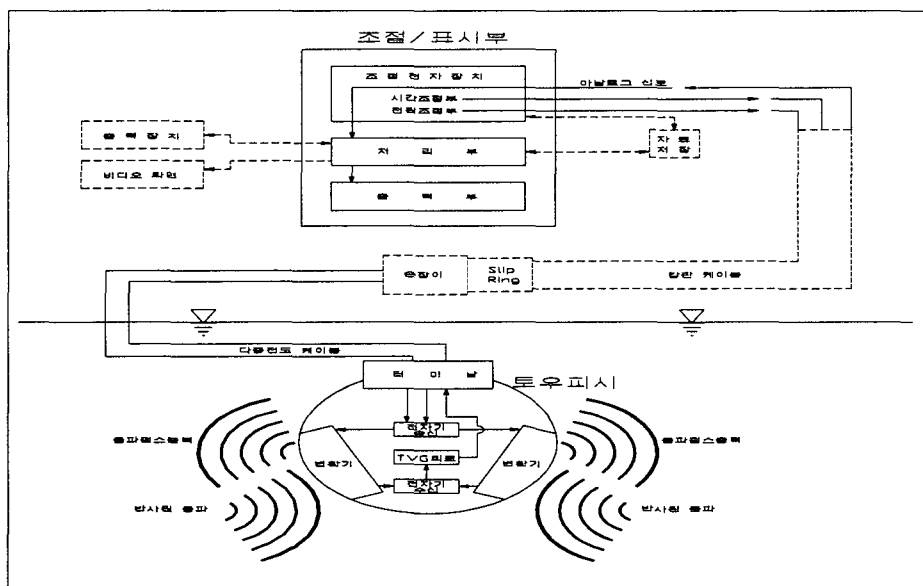


그림1. 다중전도케이블을 사용하는 측면주사음탐 시스템

그림1.에서 보는 바와 같이 다중전도케이블을 사용하는 측면주사음탐 시스템의 모식도로서, 선택장치들은 점선으로 표시되었다. 조절표시부는 투사되는 소나펄스에 대한 시간조절회로를 갖고 있다. 전원과 트리거 펄스(Trigger pulse)는 예인 케이블을 통하여 토우피시로 전달된다. 슬립링(Slip Ring)을 사용하는 경우에는 레코더와 슬립 링을 연결하는 감판케이블이 필요하다. 토우피시 내에는 발진 전자장치가 있어서 변환기로 하여금 소나펄스를 내보게 하며, 이 펄스가 물체에 부딪친 후 되돌아오면 동일한 변환기로 수신되어 수신전자회로로 보내지게 된다. 수신된 신호는 시간조절 이득곡선에 의하여 증폭되고, 증폭된

신호는 전도체에 의해서 다시 레코더로 보내진다. 여기서 이 신호가 계수화 되고 보정도 이루어지며, 그 후 출력기나 비디오 화면으로 보내진다. 이 자료들은 자기 테이프나 컴퓨터 저장장치에 저장될 수 있고, 만약 항적시스템과의 인터페이스가 있다면 위치와 속도자료도 자동적으로 함께 저장될 수 있을 것이다.

3. 측면주사 음탐 자료처리

사이드 스캔 소나로부터 얻은 미가공 음탐 자료는 그림 2와 같은 과정을 거쳐 해석하게 된다. 정밀한 해저영상의 생성을 위해서는 예인선 및 Tow-Fish의 정확한 위치가 기준이 되어야 한다. 따라서 전처리 과정을 통해 부정확한 위치 좌표의 보정 및 수중에서의 Tow-Fish의 흔들림과 같은 불안정성을 보정한다. 또한 소나의 음파 발사 주기와 GPS 데이터의 수신 주기의 불일치로 인해 다수의 음파가 동일 위치와 방향을 가지게 된다. 따라서 각 음파의 발사 시간에서의 위치와 방향으로 보간을 실시한다. 방사 보정 과정에서는 음향학적 특성에서 오는 각 음압 자료의 해상도를 해석한다. 수중에서 음파는 일직선으로 전파되지 않고 부채꼴의 형태로 진행한다. 따라서 Tow-Fish로 부터의 거리에 따라서 반사되는 영역의 크기가 달라지게 된다. 기하 보정은 시간순으로 기록된 해저면 반사 음압값을 Tow-Fish로부터의 거리에 따른 음압값으로 바꾸어준다. 또한 예인선의 선속도에 의한 영상의 일그러짐을 보정한다. 자료의 보정을 마친 음압값은 각 음압값의 위치로 매핑하여 모자이크 영상으로 시각화한다. 영상 생성시 각화소의 겹침이나 음압값이 매핑 되지 않은 화소의 보간이 같이 이루어진다. 수중에서의 음파는 산란이나 흡수 등에 의해 매우 작은 음압값을 가지고 생성되어 진다. 따라서 생성된 모자이크 영상은 전체적으로 화소의 값이 작기 때문에 어두운 영상을 가지고 있다. 후처리 과정에서는 이를 시각적으로 해석하기 좋은 영상으로 개선하게 되며, 영상내의 잡음 제거 등도 이루어진다.

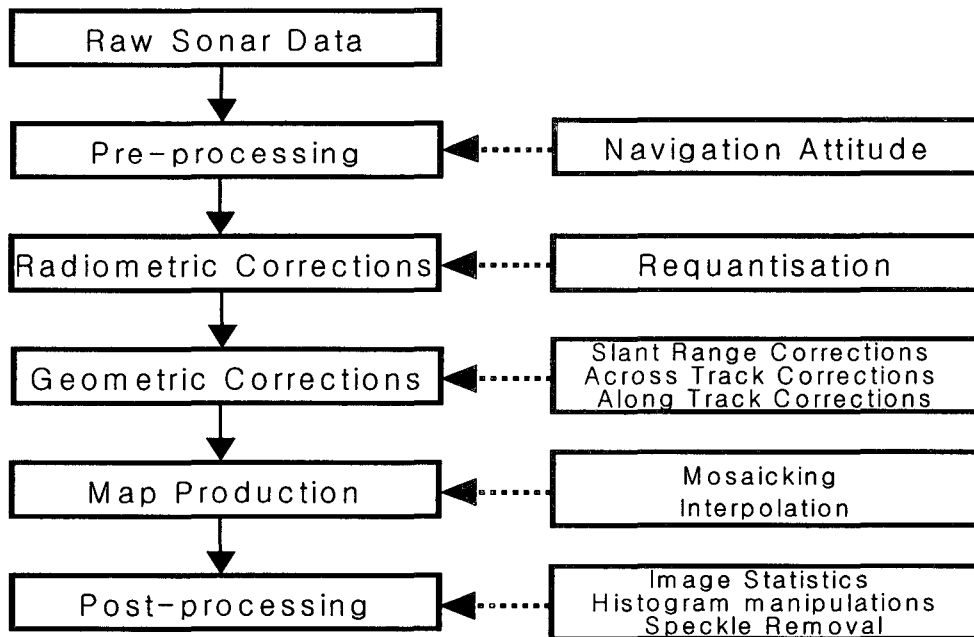


그림2. 측면주사음탐 자료 처리

4. 탐사대상지역 및 탐사장비

본 연구의 탐사대상지역은 동해안 연안의 6개의 해역을 선택하였으며, 수심은 7~16m 정도로 탐사를 하였다. 탐사한 해역의 전체면적은 각각 27,000m²이고 합하면 142,000m²를 탐사했다. 탐사일자는 2004년 6월경에 실시하였다. 탐사시 비교적 양호한 일기였으며, 바람도 비교적 잔잔하였다. 탐사시 토우피시의 모습과 시스템은 모습은 그림 3과 그림 4에 나타내었다. 그리고 탐사시 사용했던장비는 DGPS1대와 Side Scan Sonar(Sea View 400) 1대 그리고 노트북 PC 2대를 사용하였으며 표1과 같다.

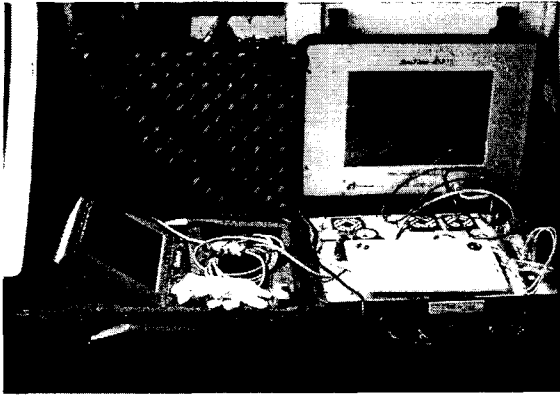


그림 3. 측면 주사 음탐 시스템

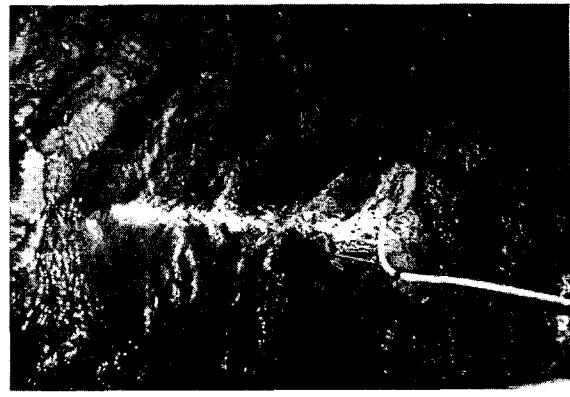


그림 4. 측면 주사 음탐 투우퍼쉬

표 1. 조사장비

구분	장비명	규격	수량
1	위성측정시스템	DGPS	1
2	Side Scna Sonar	Sea View 400	1
3	노트북 PC	HP ze 4271	2


5. 탐사결과

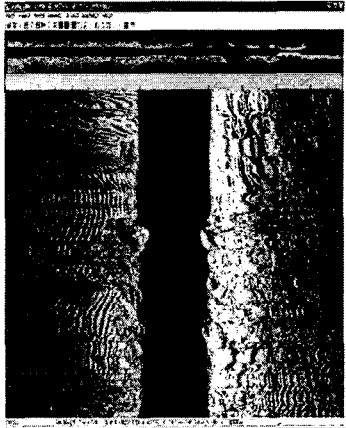
본 연구의 동해안 연안지역 총 8개구역은 표2와 같고, 처리한 영상모습은 그림 5.에 나타내었다. 그리고 8연안지역을 탐사한 결과는 그림5에 나타내었다. 탐사된 영상으로 처리한후 결과를 보면 고성군의 문암리 와 봉포리 및 남애리는 암반대 및 평탄사질지대이며, 임반전석지대는 강현면 물치리 해안이고, 남향진리 해안은 암반 평탄사질지대이다. 그리고 대진해역과 묵호해역 및 노곡해역은 암반 및 사질지대로 분석되었다.


표 2. 탐사구역

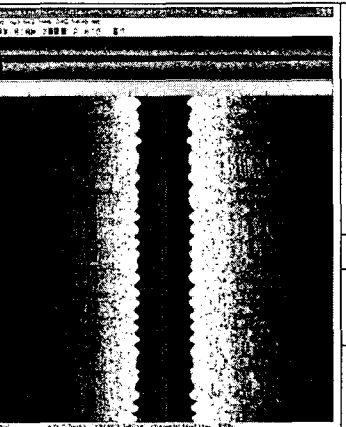
위 치		면적(ha)	수심(m)	좌 표 (도상 베셀좌표)		비고
고성군	문암 1리	50		① N38°18.31'	E128°33.14'	
				② N38°18.28'	E128°33.00'	
고성군	봉포리	50		③ N38°17.52'	E128°33.11'	
				④ N38°17.56'	E128°33.26'	
양양군	강현면 물치리	50		① N38°15.15'	E128°35.02'	
				② N38°15.03'	E128°34.32'	
양양군	현남면 남애1리	50		③ N38°14.46'	E128°34.44'	
				④ N38°14.58'	E128°35.12'	
강릉시	성덕동 남향진리	50		① N38°09.23'	E128°37.25'	
				② N38°09.16'	E128°36.46'	
동해시	대 진	50		③ N38°08.56'	E128°36.53'	
				④ N38°09.03'	E128°37.30'	
동해시	묵 호	50		① N37°56.25'	E128°48.11'	
				② N37°56.16'	E128°47.54'	
삼척시	노 곡	50		③ N37°55.51'	E128°48.13'	
				④ N37°56.02'	E128°48.31'	
삼척시	대 진	50		① N37°45.41'	E128°58.37'	
				② N37°45.30'	E128°58.22'	
삼척시	노 곡	50		③ N37°45.08'	E128°58.50'	
				④ N37°45.19'	E128°59.06'	
삼척시	대 진	50		① N37°35.27'	E129°06.51'	
				② N37°35.21'	E129°06.37'	
삼척시	묵 호	50		③ N37°34.47'	E129°06.57'	
				④ N37°34.53'	E129°07.12'	
삼척시	노 곡	50		① N37°33.29'	E129°07.55'	
				② N37°33.27'	E129°07.34'	
삼척시	노 곡	50		③ N37°32.54'	E129°07.42'	
				④ N37°32.58'	E129°08.04'	
삼척시	노 곡	50		① N37°12.30'	E129°21.18'	
				② N37°12.30'	E129°20.56'	
삼척시	노 곡	50		③ N37°11.53'	E129°20.55'	
				④ N37°11.53'	E129°21.18'	

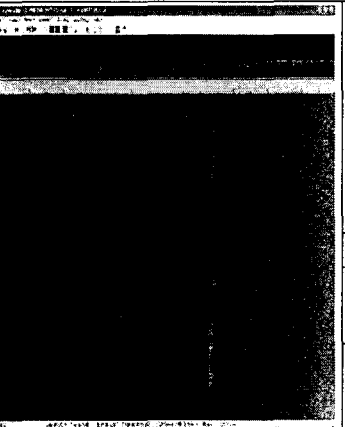
그림 5. 탐사결과

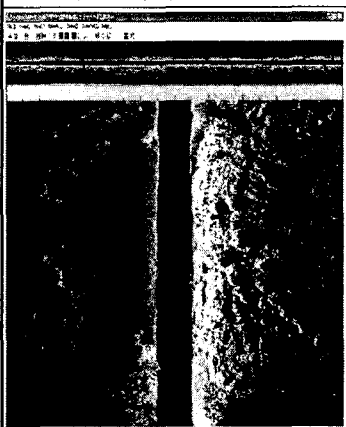
문암 1리 해역		
	조사 위치 좌표	N 38° 11.312', E 128° 32.980'
		N 38° 18.321', E 128° 32.983'
		N 38° 18.294', E 128° 33.057'
		N 38° 18.297', E 128° 33.047'
	수심	10 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	암반대 및 평탄 사질지대	

붕포리 해역		
	조사 위치 좌표	N 38° 14.958', E 128° 34.971'
		N 38° 14.991', E 128° 34.952'
		N 38° 15.031', E 128° 34.933'
		N 38° 15.049', E 128° 34.967'
	수심	12 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	암반대 및 평탄 사질지대	

현남면 남애 1리		
	조사 위치 좌표	N 37° 56.087', E 128° 48.319'
		N 37° 56.087', E 128° 48.312'
		N 37° 56.091', E 128° 48.283'
		N 37° 56.103', E 128° 48.292'
	수심	10 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	암반 및 평탄사질지대	

강현면 물치리 해역		
	조사 위치 좌표	N 38° 9.519', E 128° 37.069'
		N 38° 9.537', E 128° 37.103'
		N 38° 9.527', E 128° 37.104'
		N 38° 9.522', E 128° 37.067'
	수심	9 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	암반 및 전석지대	

성덕동 남향진리		
	조사 위치 좌표	N 37° 46.032', E 128° 58.272'
		N 37° 46.057', E 128° 58.302'
		N 37° 45.987', E 128° 58.326'
		N 37° 45.958', E 128° 58.300'
	수심	16 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	평탄 사질지대	

대진 해역		
	조사 위치 좌표	N 37° 35.511', E 129° 6.123'
		N 37° 35.517', E 129° 6.129'
		N 37° 35.466', E 129° 6.198'
		N 37° 35.461', E 129° 6.192'
	수심	7 m
촬영 면적	27,000 m ²	
조사 내용	암반대 및 일부 사질지대	

목호 해역	
조사 위치 좌표	N 37° 33.422', E 129° 7.398'
	N 37° 33.425', E 129° 07.418'
	N 37° 33.321', E 129° 7.407'
	N 37° 33.328', E 129° 7.834'
수심	7 m
촬영 면적	27,000 m ²
조사 내용	양반대 및 사질지대

노곡 해역	
조사 위치 좌표	N 37° 12.112', E 129° 20.771'
	N 37° 12.097', E 129° 20.806'
	N 37° 12.051', E 129° 20.752'
	N 37° 12.017', E 129° 20.735'
수심	12 m
촬영 면적	27,000 m ²
조사 내용	양반대 및 일부 사질지대

6. 결 론

측면주사 음탐기를 이용하여 연안지역의 해저지형탐사를 하고 처리한 후 해저지형은 분석한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다. 첫째로는 종래의 해저지형의 관측장비보다 정밀한 위치정보를 획득할수있었다.. 둘째로는 대상탐사 지역을 탐사한 결과 탐측된 영상을 이용하여 정밀한 해저지형을 판독할 수 있었다. 셋째로는 앞으로 해양구조물설 계 및 공사시 해저지형의 퇴적물들의 조사를 위해서는 측면주사음탐기의 활용이 극대화되리라 기대된다.

참고문헌

- Collins , W.T., Echo sounder used for seabed classification. International dredging review, August , 1996, pp. 10- 11.
- Collins, W. T., Gregory,R. and Anderson, J., A digital approach to seabed classification . Sea Technolgy, 37, 1996, pp. 83- 87.
- Curran, T., Ocean feature classification work shop . Institute of ocean sciences ,1996, p.48.
- Schock , S . G. an d LeBlanc, L. R., 1990. Chirp son ar :new technology for sub-bottom profiling . sea technology , 31, 1990, pp. 35- 43.
- 김양은, 음향반사자료를 이용한 부산 수영만 표층퇴적물의 실시간 원격분류, 부경대석사학위논문, 2001,pp,1-3.
- 이동진,박요섭,김학일, 고해상도 사이드스캔소나 영상의 보정 및 매핑 알고리즘의 개발, 대한원격탐사학회, Vol.17No.1, 2001,pp.45-56.