

다중채널 고분해능 해양탄성파탐사 시스템 개발 및 현장적용

김영준¹⁾, 여은민¹⁾, 김찬수¹⁾, 신성렬¹⁾

Development of High Resolution Multichannel Seismic Data Acquisition System and its Field Application

Youngjun Kim¹⁾, Eunmin Yeo¹⁾, Chansu Kim¹⁾, Sungryul Shin¹⁾

¹⁾Ocean Development Engineering Div., Korea Maritime University,
dudeyoung@bada.hhu.ac.kr

요약 : 본 연구에서는 트랜스듀서를 이용하여 탐사 장소, 수심 및 목적에 따라 사용할 수 있고 운용 및 이동이 편리한 천해저용 탄성과 음원을 제작하였으며, 다중채널 해양탄성파 탐사를 하기 위해 4채널 스트리머 2개를 제작하였다. 또한 분해능을 향상하기 위하여 24bits A/D 변환기를 사용하였고, 채널이 총 8개인 다중채널 기록장치를 제작하여 자료취득 과정에 있어서 효율성을 높이면서 자료의 품질을 향상시켰다. 개발된 시스템의 현장 적용성을 검증하기 위하여 기존의 상용화 자료 취득 시스템으로 현장탐사를 동시에 수행하였다.

주요어 : 천해저 탄성과 반사법 탐사, 고분해능 다중채널, 탄성과 음원, 현장 적용성

Abstract : In this study, we have developed the high resolution multichannel seismic data acquisition system and shallow marine seismic source. It is easy to operate and handle our source system which utilizes piezoelectric transducer of high electrical power. We have manufactured two 4-channel streamers for multi-channel marine seismic survey. In the recording part, we used 24bits and 8 channel high speed A/D board. Therefore, we could achieve the improvement of data quality and the efficiency of data acquisition. We compared the developed system with the conventional system to demonstrate its field applicability.

Keywords : shallow marine seismic reflection survey, high resolution multichannel, seismic source, field applicability

1. 서론

엔지니어링 탐사를 목적으로 하는 해양탄성파 반사법탐사는 소형선박을 이용하여 고주파 성분의 음원과 단일채널 또는 소규모의 다중채널 스트리머 그리고 디지털 자료기록 시스템 등으로 자료를 취득하고 있으며 이런 자료 취득 시스템의 개발로

취득 과정의 효율을 높일 수 있으며 또한 데이터의 품질을 향상시킬 수 있다 (Missiaen et al., 2002; 이호영 등, 2003; 김현도, 김진후, 2004).

따라서 본 연구에서는 천해저 탄성과 탐사 자료 취득의 효율적인 측면과 데이터 품질 향상에 중점을 두었으며 이를 위해 자료취득 시스템을 고안하였다. 시스템의 주요 구성에 있어서 음원은 트랜스듀스(transducer)의 개수를 선택하여 수심 및 탐사 장소, 목적에 따라 사용할 수 있도록 천해저용 음원을 개발하였다. 수신기는 채널 당 2m이고 총 길이 10m인 4채널 스트리머를 2개 제작하였다. 기록기는 분해능이 24bits A/D 변환기를 사용함으로써 분해능이 향상되도록 하였으며 총 8개의 채널을 사용할 수 있도록 제작하여 향후 천해저 고분해능 다중채널 탐사 및 3차원 탐사도 가능하도록 하였다. 이와 같이 개발된 천해저 고해상 탄성과 자료 취득 시스템의 성능 시험을 위해 기존의 상용화 자료 취득 시스템으로 현장탐사를 동시에 수행하였으며, 개발된 자료 취득 시스템으로 취득한 탄성과 단면의 해상도를 검토 하기 위하여 기존의 자료 취득 시스템의 탄성과 단면도와 비교하였다.

2. 자료취득시스템

자료 취득을 위해 구성된 시스템은 Fig. 1에 나타난 바와 같으며, 음원으로는 부머의 트랜스듀스의 개수를 달리하여 사용하였으며 수신장치는 4채널 스트리머 2개를 사용하였다. 제작된 기록장치의 성능을 평가하기 위해 기존의 상용화 기록 장치와 동시에 자료를 취득하였다.

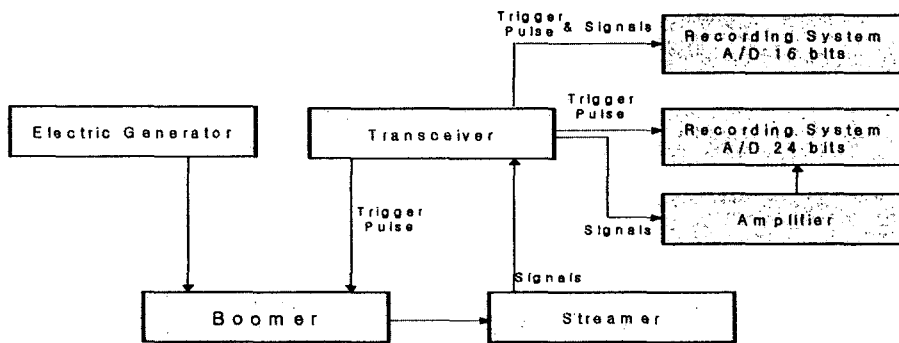


Fig. 1. Schematic diagram of data acquisition system

(1) 제작된 음원

새롭게 구성된 음원 시스템은 기존의 BPV-524 Quad Pulser Tow Vehicle의 고전압을 이용한 압전 트랜스듀서를 사용하도록 제작하였다. Fig. 2는 새롭게 제작된 시스템의 설계도로서 서핑보드(surfing board)를 이용하여 버블 펄서(bubble-pulser)와 유사한 모양으로 설계하였으며, 트랜스듀서가 1개일 때는 유니 부머(uni-boomer), 2개일 때는 듀얼 부머(dual-boomer), 3개일 때는 트리 부머(tri-boomer)로 사용할 수 있다.

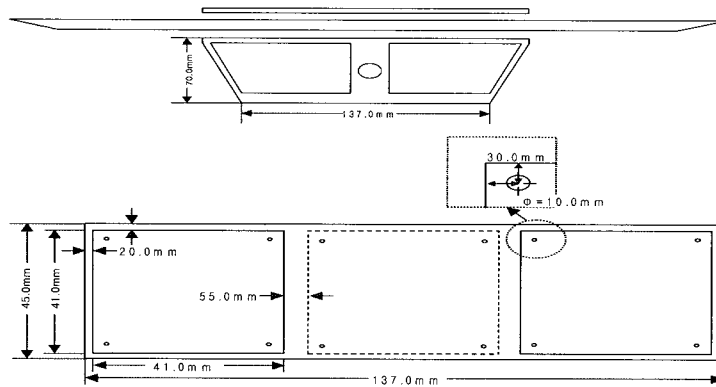


Fig. 2. A drawing of shallow marine seismic source (top : section, bottom : a support of transducer)

(2) 제작된 수신장치

본 연구에서는 다중채널 스트리머를 설계 및 제작하여 현장 자료를 취득하였다. 채널은 총 4채널로 설계하였으며 채널 당 하이드로폰 소자는 2개씩 한 그룹으로 만들어졌다. 채널 당 간격은 2m이고 총 길이는 10m, 케이블 길이는 60m로써 천해저 탄성과 탐사에 알맞도록 제작하였다. 4채널 스트리머를 2개를 제작함으로써 스트리머 2개를 직렬 연결하면 8채널의 다중채널 탐사를 수행할 수 있으며 4채널씩 2개를 병렬 형태로 전개하면 3차원 고해상 탐사도 가능하다. Fig. 3은 스트리머 설계도이며, Fig. 4는 제작한 스트리머를 나타낸 것이다.

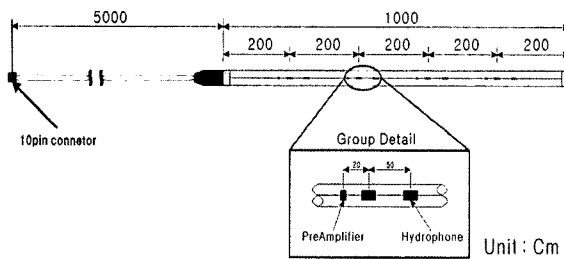


Fig. 3. The drawing of an 4 channel streamer

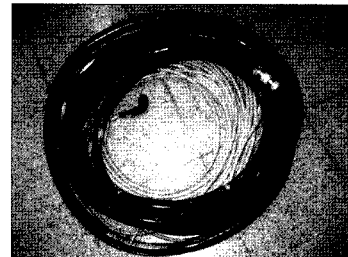


Fig. 4. The 4 channel streamer

(3) 제작된 기록장치

천해저 고해상 탄성과 탐사 자료 기록 시스템은 PC, A/D 변환기 그리고 이를 작동시켜 자료를 기록매체에 기록하는 소프트웨어로 구성된다. 제작된 기록 장치는 내부에 펜티엄4 2.6GHz의 메인 프로세서(main processor)와 512MB의 메모리(memory)가 장착되어 있다. 채널은 총 8개으로써 다중채널 탄성과 탐사를 가능하도록 하였으며, A/D카드가 24bit로 Dynamic Resolution을 향상시키도록 하였다.

제작된 기록장치에 장착된 A/D 변환기는 PCI 보드 타입으로 NI사의 NI 4472를 사용하여 PC에 탑재하였다. 채널은 총 8개이며 분해능은 24bits, 자료 추출 간격은 102.4 kS/s이다.

사용된 소프트웨어는 Visual C++를 이용하여 프로그램 되었다. 자료 취득 매개 변수를 살펴보면, 발파 간격(shot interval)은 0.25s, 0.5s, 1s 등이 있으며, 입력범위는 $\pm 10V$ 로, 자료 추출 간격은 0.01ms로 고정되어져 있다. 또한, 본 소프트웨어

는 단일 채널 탐사 또는 8채널 탐사까지 가능한 다중 채널 탐사를 할 수 있으므로 디스플레이하고 싶은 채널과 저장하고 싶은 채널을 선택할 수 있다. Fig. 5와 Fig. 6에 제작한 기록장치와 소프트웨어 화면을 각각 나타내었다.

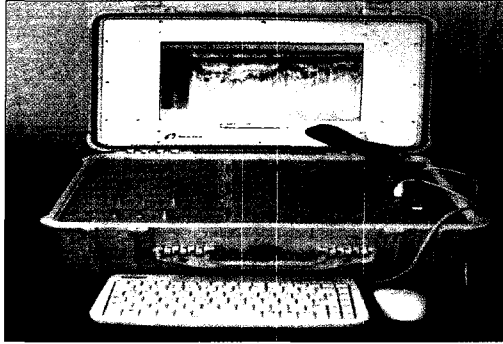


Fig. 5. The developed recording instrument

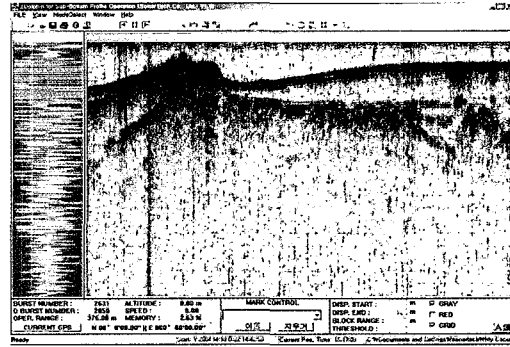


Fig. 6. Screen capture of seismic data acquisition software

3. 현장 자료 취득

(1) 연구지역

천해저 탄성과 탐사를 위해 제작된 천해저용 음원, 4채널 스트리머 및 고분해능 다중채널 기록장치 시스템을 현장 시험 탐사를 위해 소형선박을 이용하여 부산 영도의 해양경찰 부두 부근에서 탐사를 Fig. 7과 같이 수행하였다. 해양경찰 부두 부근에서는 크루즈 부두 공사 현장과 평행하도록 설정하였으며, 측선명을 Line A, B로 하여 2개의 측선을 총 0.8Km로 실시하였다.

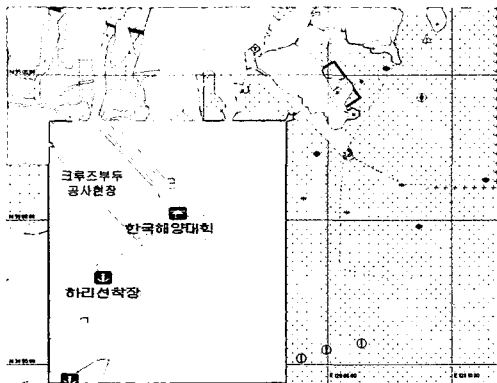


Fig. 7. Survey area and survey line for field application

Survey area	Marine Police	
Line Name	Line A, B	
Survey vessel speed	4-5 knots(2.062-2.5775 m/s)	
Source	Boomer(uni/dual/tri)	
Shot interval	0.5 s	
Preamplifier	30 dB	
Recording instrument	16 bits	24bits
Sampling interval	0.1 ms	0.01 ms
Record length	409.6 ms	500 ms

Table 1. Data acquisition parameter for field test

(2) 자료취득변수

자료취득변수는 Table 1에 나타낸 바와 같이 발파 간격은 0.5s의 등시간 간격으로 하여 탐사속도를 약 4~5노트(knots)로 유지함으로써 약 1m 또는 1.25m마다 발파가 이루어지도록 하였다. 자료추출간격은 16bits A/D 변환기인 기록장치 0.1ms, 24bits A/D 변환기인 기록장치는 0.01ms로 하였으며, 기록시간은 전자는 4.096s, 후자는 0.5s로 하였다.

(3) A/D 변환기에 따른 해상도 비교

A/D 변환기의 분해능(resolution)에 따른 해상도 차이를 알아보기 위하여 Fig. 8 과 같이 탄성과 단면도를 제작한 후 이를 비교하였다.

Fig. 8 (a)는 상용화된 제품의 탄성과 단면도이며 (b)는 A/D 변환기의 분해능이 24bits인 제작된 시스템의 탄성과 단면도이다. 두 단면도를 비교하면 Fig. 8 (b)가 반사 이벤트를 더 잘 나타낸다는 것을 알 수 있다.

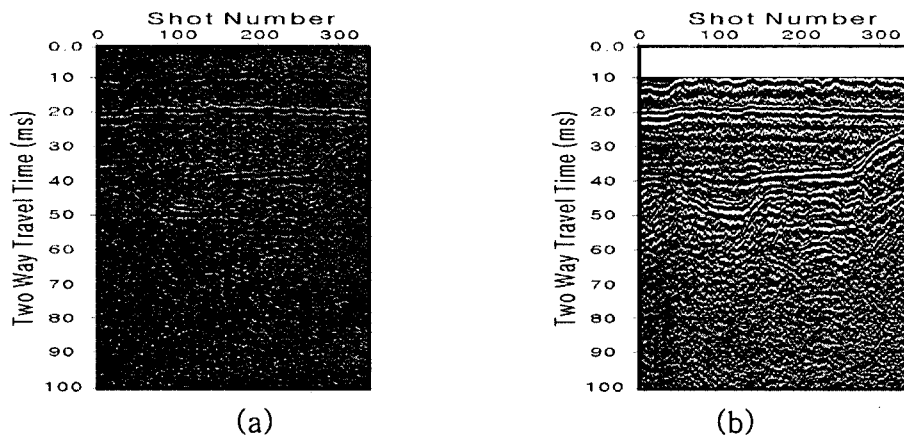


Fig. 8 Seismic section of Line A using :

(a) 16bits A/D converter (b) 24bits A/D converter

(4) 채널에 따른 탄성과 단면도

제작된 스트리머의 성능과 다중채널 기록장치의 성능 검증하기 위해 현장탐사를 수행하였다.

Fig. 9는 4채널 스트리머에 1개에 대한 각 채널의 탄성과 단면도이다. Fig. 9를 살펴보면 채널 2인 경우(Fig. 9 (b))는 채널 1인 경우(Fig. 9 (a))를 비교하였을 때 단면도상에서 전체적으로 반사 이벤트가 지연시간(delay time)이 되는 것을 알 수 있다. 특히, 채널 4인 경우(Fig. 9(d))와 채널 1인 경우(Fig. 9 (a))를 비교하였을 때는 지연시간이 더 많다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 현장조건 및 탐사 목적에 맞게 사용할 수 있는 천해저용 탄성과 음원을 제작하였으며, 천해저 탄성과 탐사에 알맞은 4채널 스트리머를 설계 및 제작하였다. 또한, 자료 취득의 효율과 데이터 품질 향상을 위하여 24bits A/D 변환기를 포함한 다중채널 기록장치를 제작하였다. 본 연구에서 제작한 자료 취득 시스템의 성능 시험을 위하여 기존의 상용화 자료 취득 시스템과 동시에 현장탐사를 수행하였다.

24bits A/D 변환기인 기록장치의 데이터가 16bits A/D 변환기인 기록장치의 자료보다 분해능이 현저히 높다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 제작한 4채널 스트리머와 다중채널 고분해능 기록장치로 자료를 성공적으로 취득하였다. 향후 4채널 스트리머를 직렬 연결하여 8채널 다중채널 탐사와 4채널씩 병렬 전개하여 3차원 고해상 탐사를 수행할 수 있을 것으로 전망되어진다.

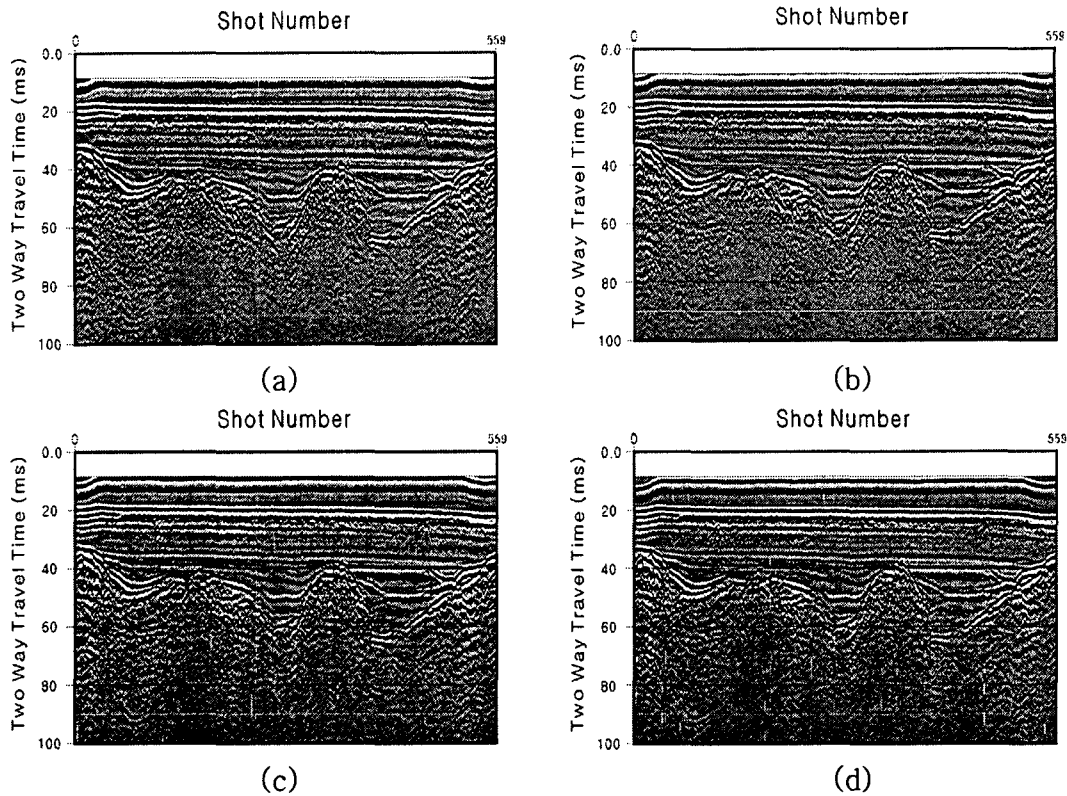


Fig. 9 Seismic section of Line B using :
(a) Ch. 1 (b) Ch. 2 (c) Ch. 3 (d) Ch. 4

참고문헌

T.Missiaen, W.Versteeg&J.-P. Henriet, 2002, A new 3D seismic acquisition system for very high and ultra high resolution shallow water studies, *EAGE*, first break volume 20, 227-232

이호영, 구남형, 박근필, 유동근, 강동효, 김영건, 서갑석, 황규덕, 김종천, 김지수, 2003, 고해상 다중채널 탄성파탐사 자료취득변수에 따른 천부 해저지층영상의 해상도, *한국지구시스템공학회지*, 6, 126-133

김현도, 김진후, 2004, PC 기반의 GPS 연동 고해상 다중채널 해양 탄성파 탐사 시스템 개발, *공학박사 학위 논문*, 동아대학교