

다중음원을 이용한 다중채널 해양 탄성과 탐사

김현도⁺·김진후^{**}

Marine Seismic Survey using a Multi-source System

Hyundo Kim⁺, Jinhoo Kim⁺⁺

Abstract : Digital technology has been applied to marine seismic survey to develop data processing technology and multi-channel marine seismic survey. In result, high-resolution marine seismic survey ended in a success. Surveys are conducted for various purposes using various frequencies of acoustic sources. A low frequency source is used for deeper penetration and a high frequency source is used for higher resolution survey. In this study, a multi-source system was used for multi-channel marine seismic survey to acquire seismic sections of both low and high frequencies. Variations of depth of penetration and resolution would be used to achieve more accurate analysis of formations. In this study, the multi-source system consists of Bubble Pulser (400 Hz) for low frequency source and Sparker (1.5 kHz) for high frequency source.

Key words : Marine Seismic Survey(해양 탄성과탐사), Multi-Channel(다중채널), Multi-source(다중음원), Frequency(주파수), Depth of Penetration(투과심도), Resolution(해상도)

1. 서론

최근 디지털 기술과 PC의 성능이 급속히 발전하였고, 이와 관련된 기술도 동반 성장하였다. 그 중 해양 탄성과 탐사에서 디지털 기술이 도입되면서 자료처리의 효과를 통하여 해상도를 향상시켰고^[1], PC 및 주변기기들의 발달로 많은 양의 자료를 처리할 수 있게 되면서 다중채널 해양 탄성과탐사 기술이 개발되어 고해상의 지층탐사가 가능하게 되었다^{[2],[3]}. 국내 탐사기술은 현재 대부분이 단일채널 디지털 해양탄성과탐사가 주로 사용되고 있으며, 다중채널 해양 탄성과탐사는 보급되지 얼마 되지 않았지만 많은 기술들이 개발되어 좋은 성과를 거두고 있다^[4].

본 연구는 해양 탄성과탐사에서 사용되는 음원을 두 가지 이상의 다중음원을 이용하여 다중채널 해양 탄성과탐사를 실시함으로써, 높은 투과심도와 높은 해상도를 가지는 두 가지 이상의 지층단면을 동시에 취득하고자 수행되었다. 음원은 탐사 목적에 따라 적절한 주파수 대역을 사용하여 탐사가 이루어지는데, 이는 음원의 주파수 성분에 따라 투과심도와 해상도가 달라지기 때문이다. 높은 투과심도를 위해서 저주파 음원이 사용되고, 높은 해상도를 위해서 고주파 음원이 사용된다. 하지만 높은 투과심도와 높은 해상도를 동시에 만족시키는 음원은 존재하지 않는다. 따라서 높은 투과심도와 높은 해상도의 지층 단면을 얻기 위해서는 두 개의 시스템을 동시에 운영하거나, 아니면 두 번의 탐사가 이루어져야 한다. 또한 대부분의 지층탐사는 조사지역에 대한 주파수 특성을 알지 못한 상태에서 실시되기 때문에 지층에 따른 주파수 특성을 파악하기 위하여 예비 탐사가 필요한 경우도 있다.

본 연구에서는 8채널 해양 탄성과탐사 시스템에 버블펄스와 스파커 음원을 동시에 운용하면서 자료를 취득하였고, 두 음원의 발생을 제어해주는 별도의 트리거 신호 제어기를 제작하여 사용하였다. 하나의 자료취득 시스템으로 취득된 자료는 음원별로 분류되고 자료처리 됨으로써 동일한 축척, 동일한 위치 정보, 다른 투과심도와 해상도를 갖는 두개의 지층단면

도를 얻을 수 있었다.

2. 다중음원을 이용한 해양 탄성과탐사

해양 탄성과탐사 시스템은 크게 네 부분으로 구성되는데, 음원(acoustic source), 수신기(receiver, or hydrophone), 아날로그 신호처리기(analog signal processor) 그리고 자료 취득 시스템(data acquisition system)이다. 다중음원 시스템은 주파수가 다른 음원이 추가되고, 두 개의 음원을 제어하는 트리거 신호 제어기(key Controller)가 추가되어 다중음원의 시스템이 구성된다. 두 개의 음원을 제어하는 트리거 신호 제어기에서 순차적으로 트리거 신호를 발생시키면 각 신호에 따라 저주파 음원과 고주파 음원에서 음파가 교대로 발생된다. 자료취득 시스템은 하나의 시스템에서 두 음원의 자료를 취득하게 된다.

본 연구에서 개발한 트리거 신호 제어기는 총 4개의 음원을 제어할 수 있으며, 트리거 간격은 각 음원별로 최소 1/4초(0.25초)까지 가능하도록 제작되었다.

다중음원 해양 탄성과탐사 시스템에서 음원을 제외한 나머지 부분은 다중채널 해양 탄성과탐사 시스템과 동일한 시스템으로 구성되어 있는데, 수신기는 그물간격 5m의 8채널 스트리머를 사용하였으며, 아날로그 신호처리기는 PCI 타입의 PC 내장형을 채택하여 자료취득 시스템에 포함하여 구성하였다. 자료취득 시스템은 PC 기반의 시스템으로 아날로그 신호처리기와 A/D 변환기를 내장한 이동 가능한 시스템으로 이루어져 있다. 아날로그 신호처리기와 A/D 변환기를 제어하고 GPS 수신기의 위치 정보와 지층 자료를 동시에 저장할 수 있는 자료취득 프로그램인 Multi-MSDAS (Multi-channel Marine Seismic Data Acquisition System)를 사용하였고, 취득된 자료는 파일단위로 PC에 저장된다. 저장된 자료에 대한 자료처리는 Multi-MSPRO (Multi-channel Marine Seismic data Processing system)를 사용하여 자료처리하였다.

⁺ 김현도(동아대학교 해양자원연구소), E-mail: dosjean@donga.ac.kr, Tel: 051)294-1602

⁺⁺ 김진후(동아대학교 토목해양공학부), E-mail: jkim@donga.ac.kr, Tel: 051)200-7790

3. 현장 자료 취득

다중음원으로 구성된 시스템을 이용하여 현장에서 자료를 취득하였다. 사용된 음원은 저주파용 음원으로 400Hz의 중심 주파수를 갖는 Benthos사의 Bubble Pulser를 사용하였고, 고주파용 음원으로 1.5kHz의 중심 주파수를 갖는 GeoResources사의 Geo-Spark 200을 사용하여 다중음원을 구성하였다. 다중음원을 이용한 다중채널 해양 탄성파탐사 시스템의 현장 적용을 위하여 가덕도 주변에서 해양 탄성파탐사를 실시하였다. 조사지역에서 실시한 해양 탄성파탐사의 자료취득 매개변수는 Table 1과 같다.

Table 1. Data acquisition parameters for marine seismic survey.

Survey Area	Parameter
Acoustic Sources	Bubble pulser Geo-Spark 200
Number of Channels	8 channels
Group Interval of Hydrophones	5 m
Source to Streamer Offset	5 m
Shot Interval	0.5 sec (1.0 sec/each source)
Sampling Interval	0.05 msec
Record Length	204.8 msec
Analog Processing	Gain ×5, No Filtering

4. 자료처리

자료처리는 Multi-MSPro를 이용하여 실시하였고, 자료처리에서 가장 먼저 선행해야 하는 것은 취득한 자료를 음원별로 분류하는 것이다. 음원별 자료분류 이후의 자료처리 과정은 일반적인 다중채널 해양 탄성파탐사 자료처리 과정과 동일한데, 공통 중간점 분류, 이득 회수, 디콘볼루션, 디지털 필터링, 동보정, 정보정, 중첩, 단면도 작성 과정을 수행하였다.

Fig. 1은 저주파 음원인 Bubble Pulser에 대한 최종 지층 단면도이며, Fig. 2은 고주파 음원인 Geo-Spark 200에 대한 최종 지층 단면도이다. 두 단면도는 동일한 좌표와 동일한 스케일을 가지는 지층단면도이다. 단면도를 비교해보면 저주파 음원을 사용한 단면도는 투과력이 좋은 것을 확인할 수 있고, 고주파 음원을 사용한 단면도는 퇴적층 내의 퇴적양상 등을 확인할 수 있는 높은 해상도를 볼 수 있다.

5. 결론

대부분의 해양 지층탐사는 예비조사 없이 실시되는 경우가 많으며, 이런 경우 지층에 대한 주파수 반응 특성을 예상하기 힘들기 때문에 다중음원을 이용한 해양 탄성파탐사를 적용하면 넓은 주파수 대역에 대한 지층단면도를 취득할 수 있다.

해양 탄성파탐사는 음원의 주파수 특성에 따라 투과심도와 해상도는 다르기 때문에 탐사의 목적에 따라 적절한 음원을 사용해야 좋은 결과를 얻을 수 있다. 다중음원을 사용한 탐사를 실시하여 동일한 위치정보와 동일한 스케일을 가지는 지층단면도를 얻을 수 있고, 투과심도와 해상도는 서로 다른 지층단면도를 작성할 수 있다. 이러한 지층단면도를 활용하여 상호

보완적인 지층 해석이 가능하다.

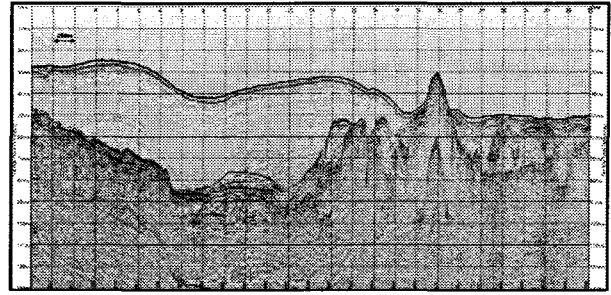


Fig. 1. Final section of marine seismic survey using the low frequency Bubble Pulser source (400 Hz).

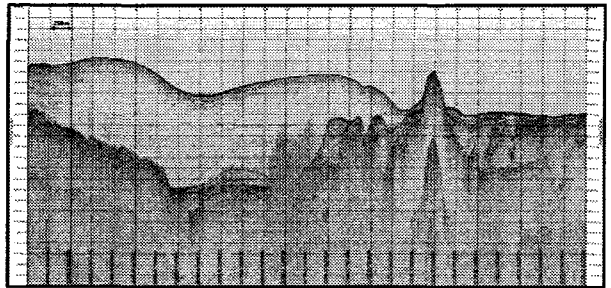


Fig. 2. Final section of marine seismic survey using the high frequency Geo-Spark 200 source (1.5 kHz).

참고문헌

- [1] 김현도, 김진후, "PC기반 8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 이용한 고해상 천해저 탐사", 2005 공동 학술대회 논문집, 한국물리탐사학회-대한지구물리학회, 2005년 5월 26일~27일, pp. 187-194, 2005.
- [2] 이호영, "PC를 이용한 6채널 천부해저 탄성파 탐사자료의 취득 및 처리", 한국자원공학회지, 33권, pp. 128-132, 1996.
- [3] 이호영, 박근필, 구남형, 박영수, 김영건, 서갑석, 강동효, 황규덕, 김종천, "에어건과 6채널 스트리머를 이용한 고해상 천부 해저 탄성파탐사", 한국지구물리탐사학회 제4회 특별심포지움 "땅과 물이 만나는 곳에서의 물리탐사" 논문집, 한국지구물리탐사학회, pp. 24-45, 2002.
- [4] 이호영, 구남형, 박근필, 유동근, 강동효, 김영건, 서갑석, 황규덕, 김종천, 김지수, "고해상 다중채널 탄성파탐사 자료취득변수에 따른 천부 해저지층영상의 해상도", 한국지구물리탐사학회지, 6권, pp. 1-8, 2003.