

PC기반 8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 이용한 고해상 천해저 탐사

김현도¹⁾, 김진후²⁾

¹⁾(주)지오뷰, geoview@geoview.co.kr

²⁾동아대학교 토목해양공학부

High-resolution Shallow Marine Seismic Survey using a PC based 8-channel Seismic System

Hyundo Kim¹⁾, Jinhoo Kim²⁾

¹⁾GeoView Co., Ltd.

²⁾Dong-A University, Division of Civil and Ocean Engineering

요약 : PC기반의 8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 개발하여 천해저 기반암 매핑에 적용시켜 보았다. 본 시스템은 PC에 탑재된 아날로그 신호처리기와 디지털 변환기, 그리고 그룹간격 5 m의 스트리머로 구성되어 있다. 이 시스템은 시스템을 제어하는 자료취득 프로그램과, 자료처리 소프트웨어에 의해 구동된다. PC기반 천해저 해양 탄성파탐사 시스템으로 적절한 자료처리 과정을 거쳐 신호 대 잡음비가 향상된 고해상 2차원 지층 단면도를 작성할 수 있었다.

주요어 : PC 기반, 천해저 해양 탄성파탐사, 아날로그 신호처리기, 디지털 변환기, 신호 대 잡음비, 고해상 2차원 지층 단면도

Abstract : A PC-based 8-channel seismic system has been developed and applied for bedrock mapping in near shore environment. The system is composed of an analog signal processor and an A/D converter installed on the computer, and a streamer with the group interval of 5 meters. The system is accomplished with a data acquisition program which controls the system and a data processing software. With the PC-based shallow marine seismic survey system high-resolution 2-D marine seismic profiles which have high S/N ratios can be obtained after appropriate data processing.

Keywords : PC-based, shallow marine seismic survey, analog processor, A/D converter, S/N ratio, high-resolution 2-D seismic profile

1. 서론

1980년대 이후부터 급속하게 발전하기 시작한 PC는 고성능·저가격화 됨으로서 이와 관련된 기술도 동반성장하였다. 그 중 해양 탄성파 탐사도 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 탈바꿈함으로써 보다 높은 해상도의 탄성파 단면을 작성할 수 있었다(김현도, 김진후, 2001). 국내에서는 이호영 등(1992)의 연구를 시작으로 디지털 자료 취득을 실시하기 시작

하여 현재는 다중채널 디지털 탄성파탐사 자료를 취득하는 수준까지 도달하였고(이호영, 1996; 이호영 등, 2002), 그 결과는 단일채널 탄성파탐사에 비해 향상된 신호대 잡음비를 보여주고 있다.

본 연구에서는 PC기반의 8채널 해양 탄성파탐사 시스템 개발과 이를 이용한 천해저 탐사를 실시하여 PC기반 자료취득 시스템의 활용성을 검증하였다. PC기반 자료취득 시스템은 아날로그 신호처리기와 A/D 변환기를 PC에 탑재하여 제작하였고, 수신기는 그룹간격 5m의 스트리머를 제작하여 본 연구에 활용하였다. 이렇게 개발된 8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 제어하는 자료취득 프로그램을 작성하였고, 자료처리를 위한 프로그램도 함께 개발되었다. 개발된 시스템을 천해저 탐사에 적용하여 고해상의 2차원 지층단면도를 얻을 수 있었다.

2. 8채널 해양 탄성파탐사 시스템

탐사가 진행되는 과정의 신호 흐름도는 Fig. 1과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 해양 탄성파탐사는 크게 네 부분으로 구성되어 있다. 일반적인 탄성파탐사에 사용되는 장비를 살펴보면, 송신기와 음원(Transmitter and Acoustic source), 수신기(Receiver, or Hydrophone), 아날로그 신호처리기(Analog signal processor) 그리고 자료 취득 시스템(Data acquisition system) 등이다.

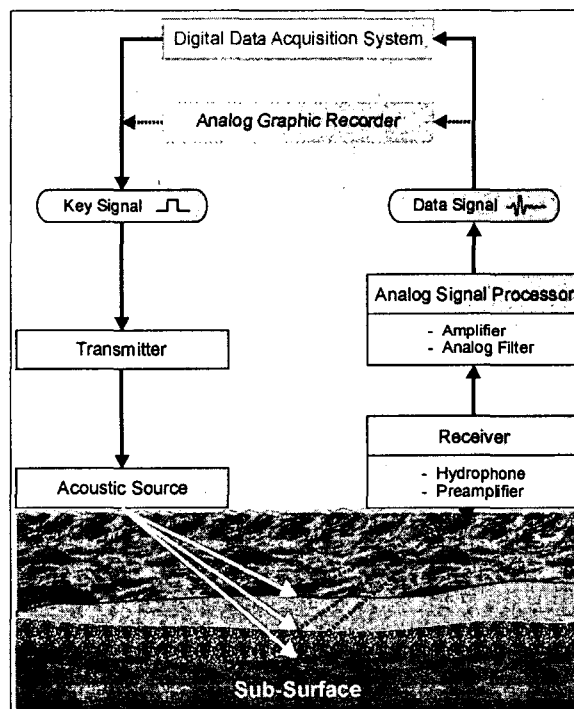


Fig. 1. Schematic diagram showing a signal flow of the marine seismic system.

여기서 아날로그 신호처리기는 수신기에서 수신된 신호를 자료취득에 알맞은 최적의 상태로 만드는 역할을 한다. 수신기에서 들어오는 신호는 낮은 에너지 상태의 지층신호와 잡음이 함께 포함되어 있어 S/N비가 낮은 상태이다. 따라서 충분한 에너지를 가질 수 있도록 하는 증폭과 잡음을 일부 제거하여 S/N비를 높이는 필터링이 필요하다. 이제까지 대부분의 아날로그 신호처리기는 외장형으로 구성되었지만 본 연구에서는 PCI 타입의 PC 내장형을 이용하여 시스템을 구성하였다. A/D 변환기와 함께 PC내부에 탑재할 수 있어 시스템 구성이 간편해 졌다. Fig. 2(a)는 이런 구성으로 개발된 디지털 자료취득

시스템이다. 이 시스템에 스트리머를 직접연결하여 자료를 취득할 수 있도록 개발되었다. Fig. 2(b)는 그룹간격 5m로 개발된 8채널 스트리머이다.

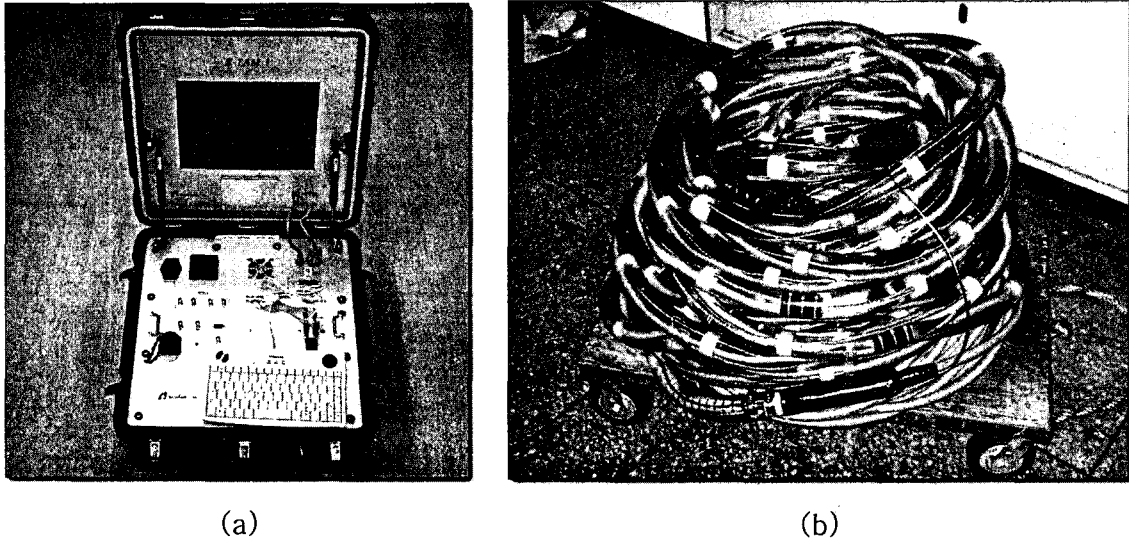


Fig. 2. The 8-channel data acquisition system: (a) data acquisition system (b) 8-channel streamer.

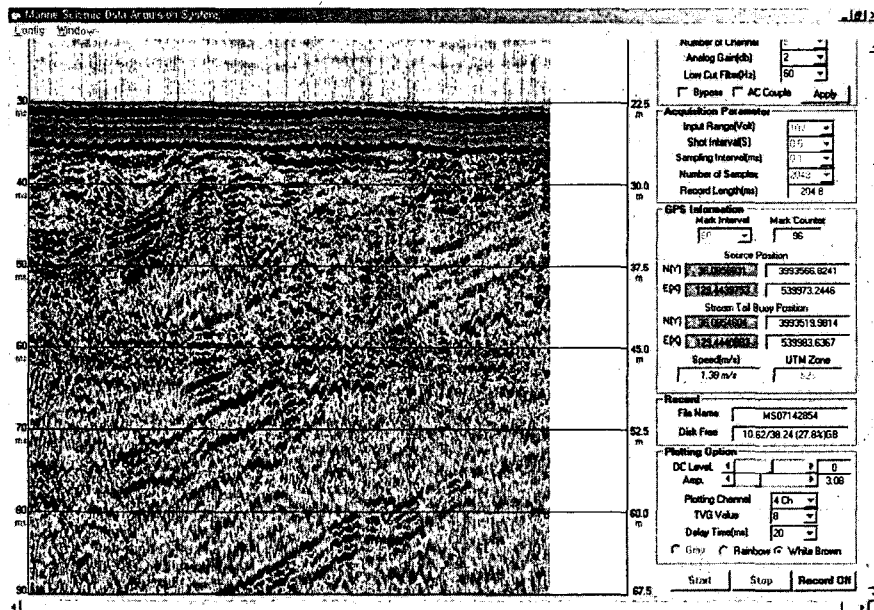


Fig. 3. The Multi-MSDAS for marine seismic data acquisition.

8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 제어하면서 자료를 취득하기 위한 자료취득 프로그램을 개발하였고, 취득한 자료의 전산처리를 위하여 자료처리 프로그램도 함께 개발하였다. Fig. 3은 자료취득 프로그램 Multi-MSDAS(Multi-channel Marine Seismic Data Acquisition System)이며, Fig. 4는 자료처리 프로그램 Multi-MSPro(Multi-channel Marine Seismic data Processing system)이다.

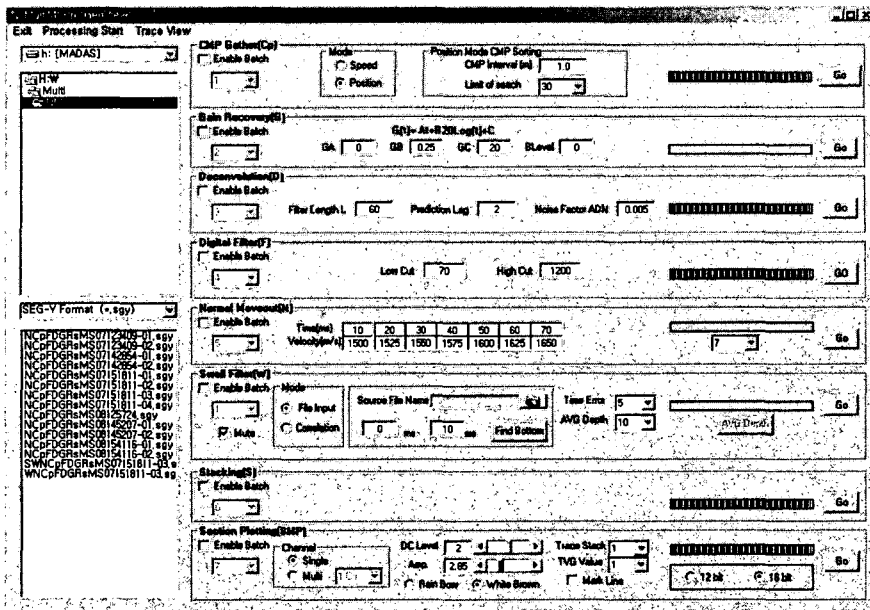


Fig. 4. The Multi-MSPro for marine seismic data processing.

3. 현장 자료 취득

본 연구에서 개발한 8채널 해양 탄성파탐사 시스템을 이용하여 현장 적용을 실시하였다. 음원은 400 Hz의 주파수 특성을 갖는 Benthos사의 Bubble Pulser를 사용하였으며, 수신기는 8채널 수신기를 이용하였다. 자료 기록 시스템은 Multi-MSDAS를 이용하여 파일로 저장하였다. 천해저 다중채널 해양 탄성파탐사의 운용 모식도는 Fig. 5와 같다. 자료취득 위치는 가덕도 주변해역과 포항 영일만 내에서 실시하였고, 다중채널 수신기 그룹간격은 5 m이며, 음원과 첫 번째 채널과의 오프셋(offset)은 5 m로 설정하였다. 자료 추출 간격은 0.1 ms, 자료 기록 시간은 204.8 ms로 채널 당 2048개 데이터를 기록하였다. 자세한 자료취득 매개변수는 Table 1과 같다.

Table 1. Data acquisition parameters for multi-channel marine seismic survey.

Survey Area	Gaduk-Island	Pohang
Acoustic Source	Bubble pulser	Bubble pulser
Number of Channels	8 channels	8 channels
Group Interval of Hydrophones	5 m	5 m
Source to Streamer Offset	5 m	5 m
Shot Interval	0.5 sec	0.5 sec
Sampling Interval	0.1 msec	0.1 msec
Record Length	204.8 msec	204.8 msec
Analog Processing	Gain ×5, No Filtering	Gain ×2, No Filtering

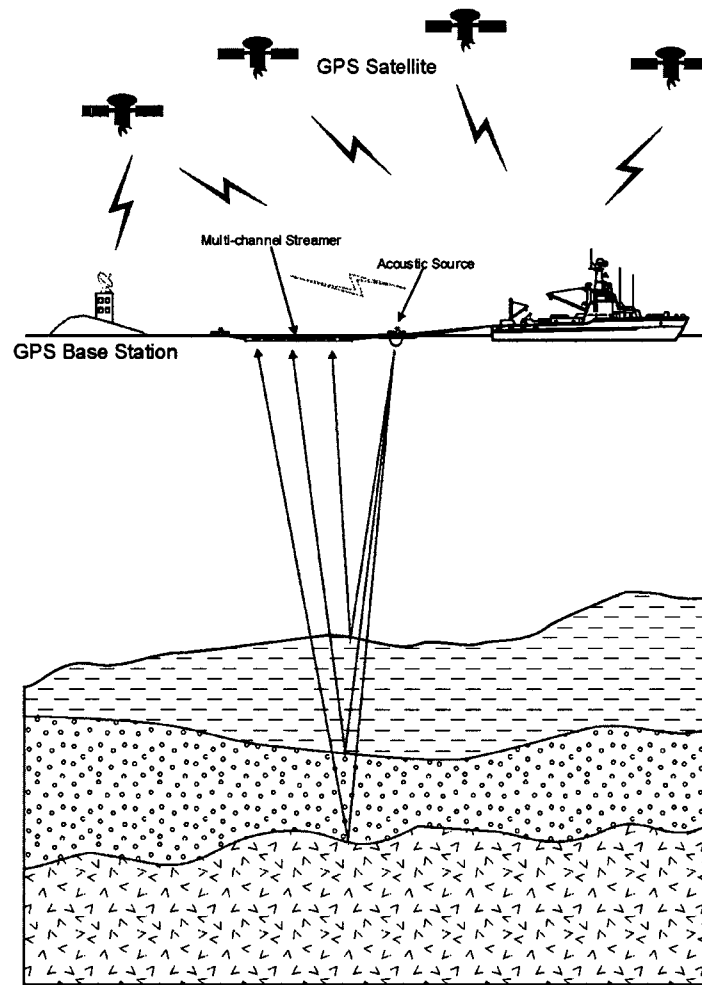


Fig. 5. Layout of shallow marine seismic survey.

4. 자료처리

자료처리는 본 연구에서 개발한 Multi-MSPro를 사용하여 실시하였다. Multi-MSPro는 공통 중간점 분류, 이득 회수, 디콘볼루션, 디지털 필터링, 동보정, 정보정, 중첩, 단면도 작성의 과정을 처리 할 수 있다. FFT를 이용한 주파수 분석과 Semblance Spectrum을 이용한 속도 분석 기능을 포함하고 있으며, 취득한 다중채널 해양 탄성파탐사 자료의 처리 과정은 Fig. 6과 같다.

Fig. 7은 포항 데이터 CMP에 대한 속도분석의 결과이다. 1,500m/s에서 2,100m/s 정도의 속도 분포를 보이고 있으며, 각 경계면에 대한 뚜렷한 속도변화를 살펴볼 수 있다.

다양한 자료처리를 통하여 해상도 향상효과를 볼수 있는데, Fig. 8은 가덕도 부변해역에서, Fig. 9는 포항 영일만 내에서 취득한 자료를 자료처리하여 얻은 최종 2차원 단면도이다. 자료처리와 함께 다중채널에 의한 해상도 향상은 천해저 지층에 대한 정밀 구조파악을 위해 더욱 효과적이다.

4. 결론

PC기반의 다중채널 해양 탄성파탐사 시스템을 이용한 고해상 천해저 탐사는 골재 자원 탐사, 해양 공간 부지선정 및 지질조사 등에 다양하게 활용될 것이다. 특히 PC와 주변기기의 급속한 발전은 해양 탄성파탐사의 품질을 더욱 향상 시켰고, 경제적인 탐사도 가능하게 되었다. PC기반의 시스템과 8채널 스트리머를 이용하여 가덕도 부근해역과 포항

영일만 내에서 버블펄서를 음원으로 하여 자료취득 및 자료처리를 실시한 결과, 고품질의 탄성과 기록을 얻을 수 있었고, 다중채널에 의한 해상도 향상을 확인하였다. 이와 같이 PC기반의 다중채널 해양 탄성과탐사 시스템은 천해저에서 아주 활용성 높고, 품질 좋은 결과로 다양하게 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김현도, 김진후, 2001, PC를 이용한 천해저 해양 탄성과탐사 자료취득 및 처리에 관한 연구, 2001년도 춘계발표대회논문집, 한국해양공학회, 울산대학교, 2001년 5월 18일 ~ 19일, p. 166-171.
- 이호영, 김철민, 김원식, 김정기, 김상우, 공영세, 1992, 천해저 고해상 탄성과 자료취득 기술개발 연구(I), 과학기술처, 101p.
- 이호영, 1996, PC를 이용한 6채널 천부해저 탄성과 탐사자료의 취득 및 처리, 한국자원공학회지, 33, p. 128-132.
- 이호영, 박근필, 구남형, 박영수, 김영건, 서갑석, 강동효, 황규덕, 김종천, 2002, 에어건과 6채널 스트리머를 이용한 고해상 천부 해저 탄성과탐사, 한국지구물리탐사학회 제4회 특별심포지움 "땅과 물이 만나는 곳에서의 물리탐사" 논문집, 한국지구물리탐사학회, p. 24-45.

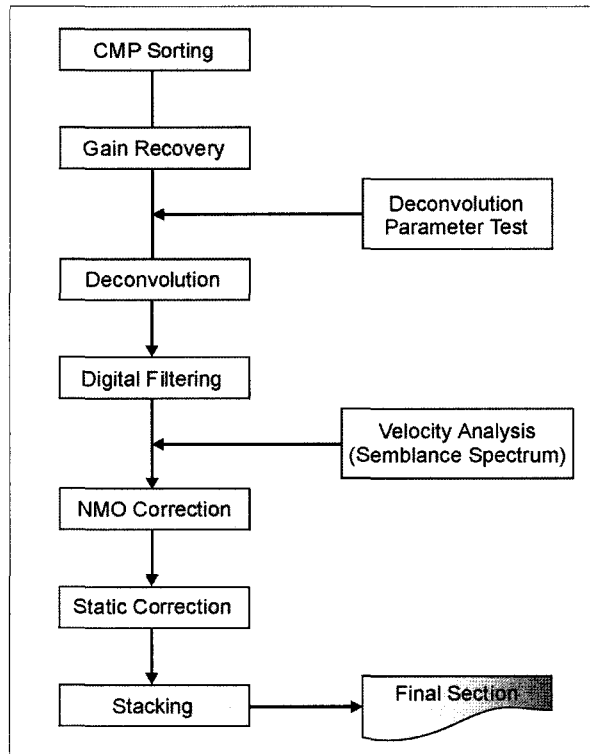


Fig. 6. Flow chart of the multi-channel seismic data processing.

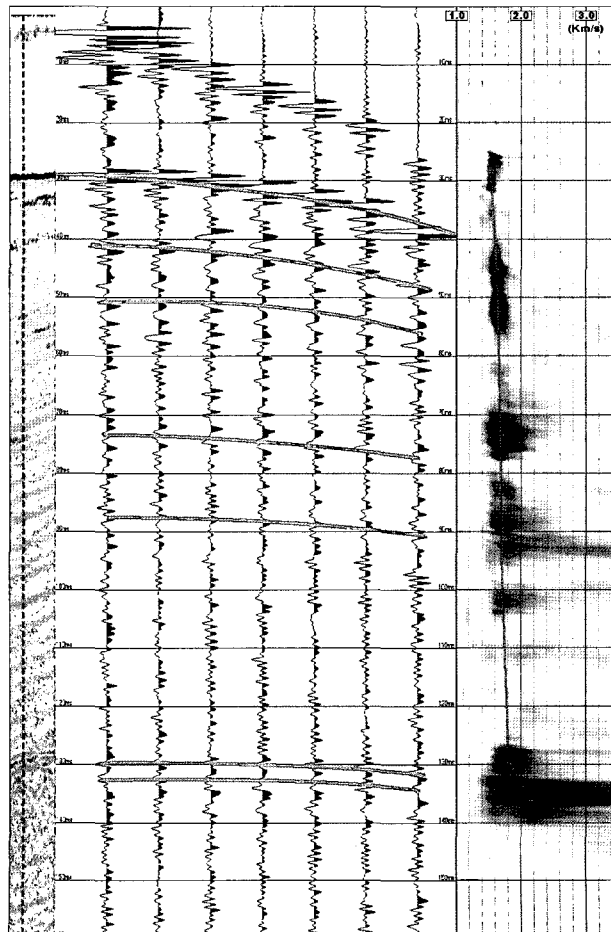


Fig. 7. Velocity analysis applied to the seismic data obtained at Pohang area

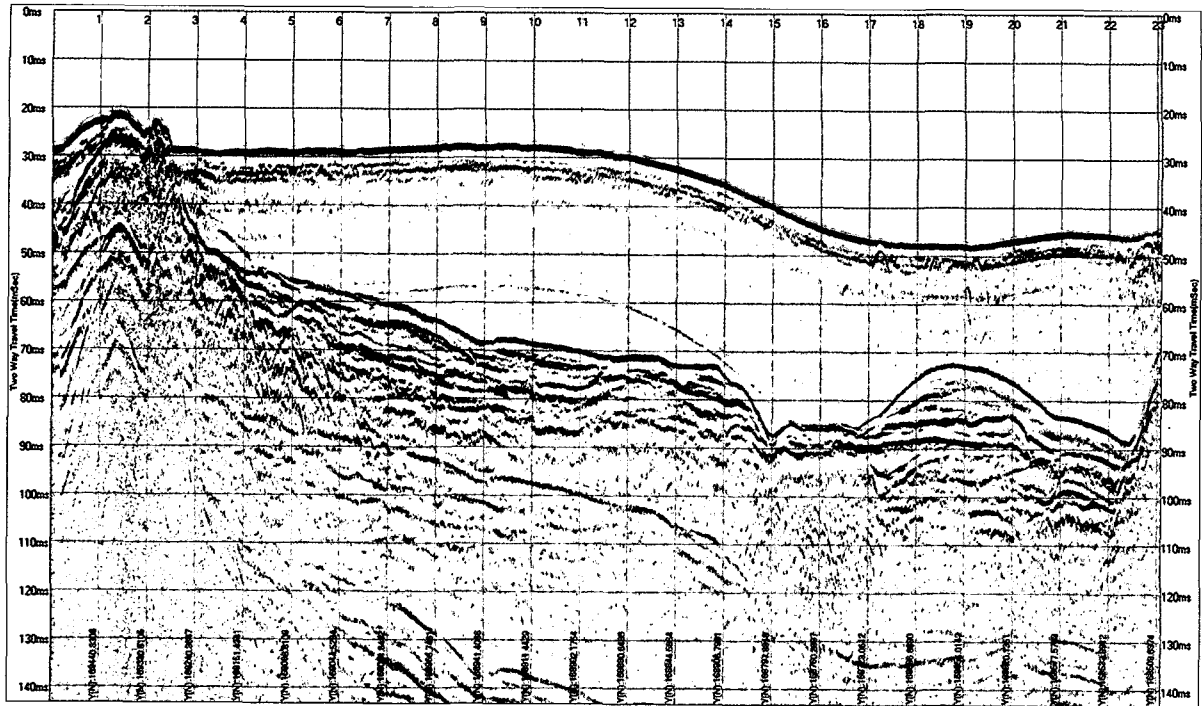


Fig. 8. Final section of high-resolution shallow marine seismic survey obtained in Gaduk-Island survey area.

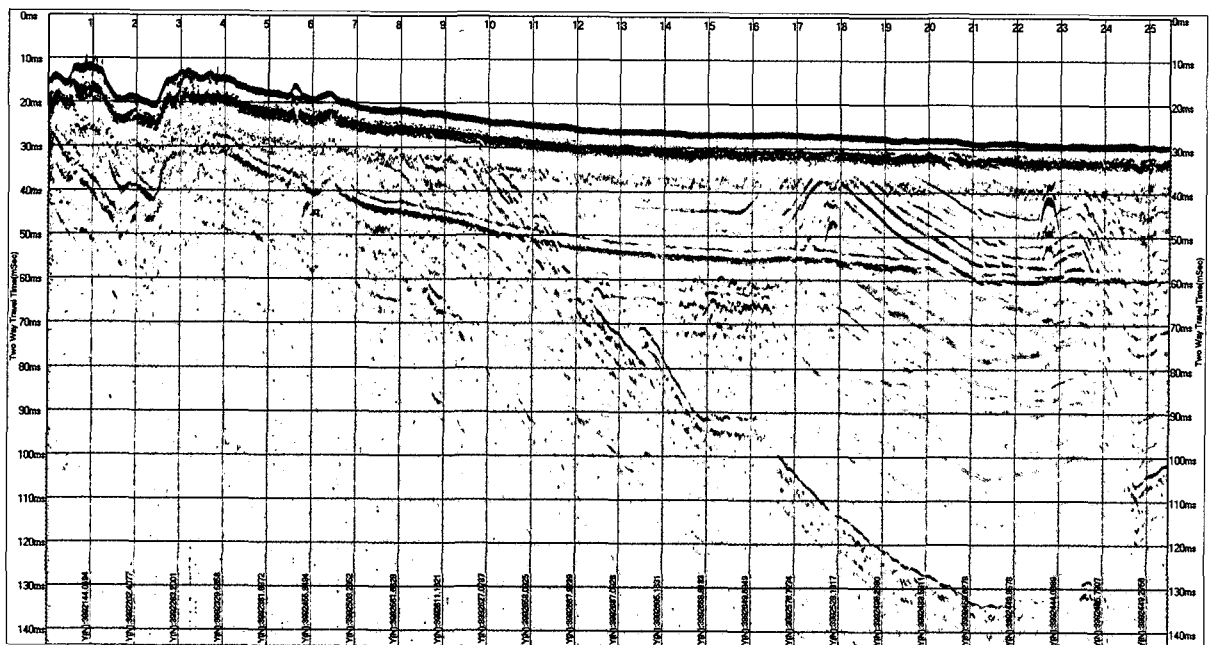


Fig. 9. Final section of high-resolution shallow marine seismic survey obtained in Pohang survey area.