

해저면 지진계 KROBS(KORDI OBS)-6K의 개발과 시험

주형태¹⁾, 홍 섭²⁾, 김한준¹⁾, 김형우²⁾

Development and Test of Ocean Bottom Seismometer, KROBS-6K

Hyeong-Tae Jou¹⁾, Sup Hong²⁾, Han-Joon Kim¹⁾, and Hyung-Woo Kim²⁾

1. 서론

OBS는 해양지각구조 연구를 위한 기초탐사장비로서 선진국 (미국 WHOI, Scripps, Lamont, 프랑스 Ifremer, 일본 JAMSTEC 등)에서는 다수의 OBS를 이용한 풀(pool)을 구성하고 효율적 해양지구조에 관한 탐사 연구에 활용하고 있다. 한국해양연구원은 2002년부터 3년간의 연구를 통해 지각구조 연구 및 연안 속도구조 등의 조사를 위해 단기형 OBS인 KROBS-6K를 개발하였다.

본 논문에서는 한국해양연구원이 개발한 KROBS-6K에 대해 그 특성과 실험역 시험탐사 결과에 대해 고찰하고자 한다.

2. 해저면 지진계 KROBS-6K의 구성

단기형 해저면지진계는 주로 인공 발파에 의한 탄성과 기록을 얻는 데 사용된다. Fig. 1에 모식적으로 나타낸 바와 같이 해저면 지진계는 연구선에서 투하되어 해저면에 안착한 다음 배에서의 음원 발파에 의한 탄성과 기록을 얻게 된다. 탐사 종료후 배에서 OBS로 부양 신호를 보내면 OBS는 밑에 달려 있는 weight를 분리한 다음 떠오르게 된다. 회수된 OBS에 기록된 자료들은 여러 가지 탐사 정보들과 결합되어 해석이 가능한 탄성과 발파 자료로 만들어 진다.

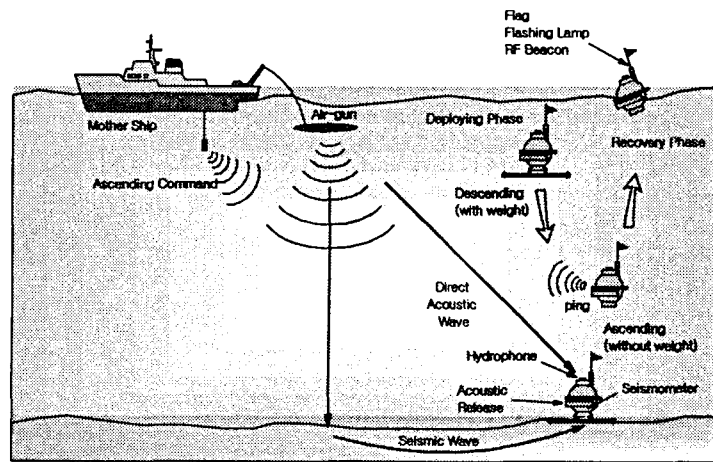


Fig. 1. The schematic diagram of short-term OBS survey

2-1. 외관

한국해양연구원이 개발한 KROBS-6K의 주요 구조는 크게 제어계측부, 지진계, 전원부, AR (acoustic releaser)부, 그리고 내외부 프레임 등으로 이루어 진다.

주요어: 해저면 지진계, 지각 탐사, Acoustic Releaser

- 1) 한국해양연구원 해저환경.자원연구본부 (htjou@kordi.re.kr, hanjkim@kordi.re.kr)
- 2) 한국해양연구원 해양개발시스템연구본부 (suphong@kriso.re.kr, guddn@kriso.re.kr)

OBS의 내부 구조를 이루는 제어계측 부분, 지진계, 전원부 그리고 AR 부분은 수압에 견디게 위해 내부 프레임인 Benthos사의 17인치 유리구(내압용량 600기압) 안에 설치되었다. Fig. 2a는 유리구 내부에 설치된 OBS의 주요 장치들을 보여주고 있으며, 하부에 배터리가 설치되어 있으며, 그 중간에 3축 지진계가 위치하며, 상부에 제어계측부 및 AR부분이 설치되어 있다. Fig. 2b는 내부 프레임인 유리구속에 OBS 장치들이 설치된 모습이며, Fig. 2c는 외곽 프레임으로 완전히 조립된 형태의 OBS를 보여주고 있다.

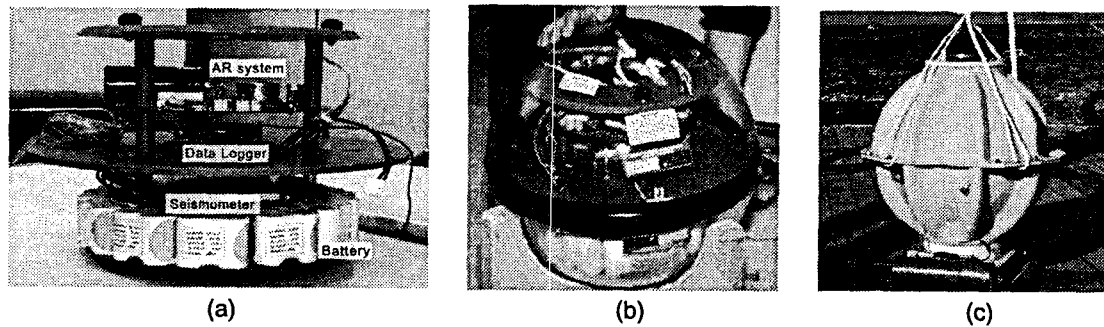


Fig. 2. (a) Main body of KROBS-6K including data logger, AR system, seismometer, and battery, (b) Assembled body in glass sphere, and (c) The outer-framed OBS.

2-2. DDL (Digital Data Logger) 시스템

제어계측부에 해당되는 DDL (Digital Data Logger) 시스템은 지진파 계측신호 변환장치 (A/D 보드)와 A/D 보드로부터 얻어지는 데이터를 파일 형식으로 Flash메모리에 기록하는 마이컴보드로 이루어진다. 소형 및 저전력 DDL의 구현을 위하여 8051계열의 T33521 프로세서를 내장하였으며, 저장매체는 Data Logger 시스템 보드에 직접 연결하는 플래쉬 메모리 방식을 사용하였다. 128MB급 플래쉬 메모리 8개를 시스템 보드에 연결함으로써 1 GB의 저장용량을 구현하도록 선정하였다. 샘플링 간격을 2ms로 하여 A/D보드에서 변환된 16 bit 해상도의 4 channel 자료를 flash 메모리에 파일 형태로 기록하였다. 자료 전송은 USB 인터페이스를 통해 이루어진다.

2-3. AR (Acoustic Releaser) 시스템

AR 시스템은 OBS에 회수에 필수적인 장치로, 초 전력형의 소형경량을 원칙으로 제작하였다. OBS와 일체형으로 유리구 내장형회로로 개발하여 별도의 내압 용기가 필요하지 않으며, 1 mA 이하의 대기전력을 사용한다. AR의 선상 대응 시스템은 회수명령 인식 및 부가적인 대응 동작이 가능하도록 PB1B Processor를 내장하였다.

2-4. 지진계

지진계는 미 GeoSpace 사의 4.5 Hz 3축 지진계를 사용하였다. 이 지진계는 OBS의 해저면 안착 시 수평유지를 위해 2축 회전 유니버설 조인트를 사용한 짐벌 (gimbal) 구조를 채택하였으며, 고점도 액체를 사용하여 센서의 흔들림을 방지하였다.

2-5. 배터리

단위 체적당 에너지 밀도와 단위 중량당 에너지밀도가 우수한 Li-SOCl₂ 1차 전지를 OBS 시스템의 전원으로 채택하였다. 이 Li-SOCl₂ 1차 전지는 방전특성 및 저온특성 우수하

고, 방전시 용량 한도 내에서 출력전압이 거의 일정하다. 전체전력은 3.6 V의 Battery를 직렬로 연결한 묶음을 9개 병렬로 연결하여 14.4 V의 출력으로 총 전력은 1425 Wh가 된다.

2-6. 선상 OBS 동기 시스템

OBS는 초기 동기화 된 후 off-line 상태에서 독립적으로 연속적인 자료를 기록한다. 이렇게 기록된 OBS 원시 자료 (raw data)에 선상에서 이루어진 발파정보를 결합시키기 위해 선상 동기 시스템이 필요하다. 선상 동기시스템은 OBS와 동기화 된 후 연속적인 기록 상태를 유지하면서 선상에서의 탐사정보를 기록하게 된다. 선상동기 시스템은 shot trigger, GPS pulse 등의 각종 event를 기록할 A/D 보드 및 PC와 이를 운영하는 프로그램으로 구성된다. Fig. 3에 OBS 선상동기시스템을

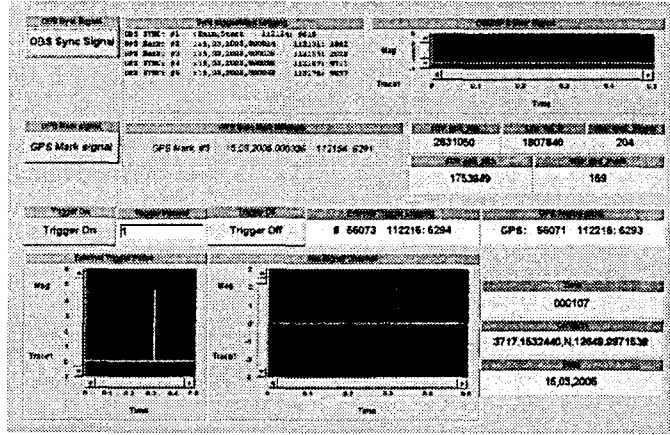


Fig. 3. The main program display of OBS synchronization system

제어하는 프로그램의 주화면을 나타내었다. VEE 언어로 작성된 이 프로그램은 안정성 확보를 위해 평균 CPU 점유율이 30% 정도로 유지되도록 하였으며, GPS 자료, shot trigger 및 aux 채널, 다양한 event 등을 모두 기록한다. 이렇게 동기시스템에서 얻어진 각종 시간 및 위치 자료들을 연속 기록된 OBS 계측자료와 결합시켜 최종 탄성파자료를 생성하게 된다.

3. 시험 탐사

OBS 성능을 시험하기 위한 실험역 탐사는 수심 50-70m 정도의 남해 연안인 거제도 앞바다에서 실시되었다. Fig. 4에 OBS 투하위치 및 탐사축선을 나타내었다. 연구선은 한국해양연구원 이어도호를 사용하였으며, 음원은 중심 주파수 400Hz, 에너지 4,500 J의 Sparker를 사용하였다. 탐사는 OBS 투하 지점을 남북으로 자르는 축선 Line-1과 조금 벗어난 곳에서 SE-NW 방향으로 올라가는 축선 Line-2에 대해 발파간격을 3초로 하여 수행되었다. 이 때 탐사속도는 약 5노트를 유지하였으며, 발파거리의 약 7.7m 였다. 탐사는 약 40분간 이루어졌으며, 탐사 후 선상 AR시스템에서의 명령에 의한 OBS회수는 정상적으로 이루어졌다. 회수된 OBS에서

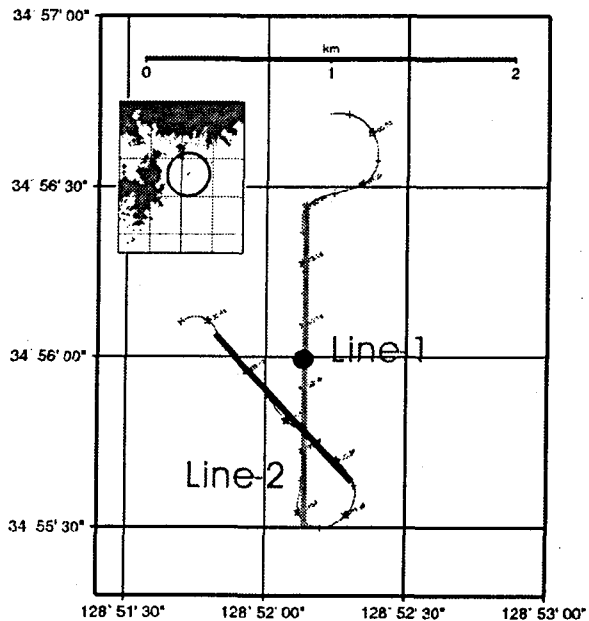


Fig. 4. The survey track for the test of KROBS-6K (●: OBS)

추출된 자료는 선상 동기시스템에서 얻어진 각종 정보와 결합되어 발파점 자료 (shot gather) 로 만들어 졌으며, 최종적으로 총 535 shot의 발파점 자료가 구해졌다. Fig. 5에 OBS 3번 채널 자료인 수직성분의 자료를 필터를 적용시켜 나타내었다. 그림에서 보듯이 전형적인 해저면 반사파를 나타내는 탄성과 기록이 얻어졌으며, 이는 개발된 해저면 지진계 KROBS-6K가 정상적으로 잘 작동했음을 보여준다. Line-1의 기록을 살펴보면 수심이 낮아 offset이 멀어질수록 해저면 반사파가 직선의 형태로 멀어지고 있으며, OBS와 조금 비껴난 측선인 Line-2의 기록은 hyperbola 형태의 반사면을 보여준다. 향후 air-gun 등의 보다 강력한 에너지원을 KROBS-6K과 같이 사용하여 지각탐사에 이용하고자 한다.

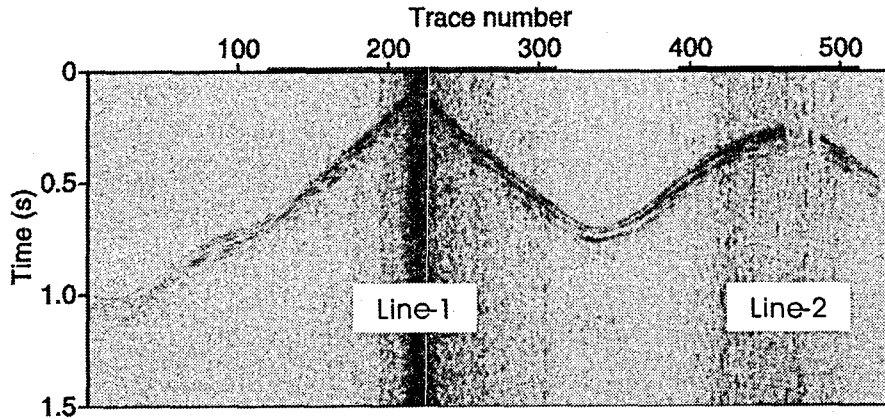


Fig. 5. The vertical component of OBS record acquired using KROBS-6K

4. 요약

한국해양연구원이 지각구조 연구 및 연안 속도구조 등의 조사를 위해 개발한 해저면지진계 KROBS-6K의 특징은 다음과 같다.

- 1) KROBS-6K는 독자적인 단기관측용 해저면 지진계로 초소형으로 설계되었다.
- 2) 제어계측부인 DDL 시스템은 컴팩트 저전력형으로 1 GB의 자료를 저장할 수 있으며, USB 인터페이스를 통해 편리하게 자료를 추출할 수 있다.
- 3) AR 시스템은 초 저전력형, 소형경량으로 설계되어 OBS와 일체형으로 개발되었다.
- 4) 3축 지진계는 불규칙한 해저면에 대비해 짐벌구조를 채택하였다.
- 5) 시험탐사결과 KROBS-6K의 성능이 확인되었다.

5. 사사

본 연구는 한국해양연구원 기본연구사업인 “대양연구를 위한 탐사장비 기술 기반 구축” (PE87602)과 “한국남동해역의 현생지각변형과 퇴적작용” (PE92000)의 지원을 받아 수행되었습니다.