

제주 동부 가탐심도 2000미터 동기화 쌍극자 비저항탐사

정현기, 정호준, 임무택)

1. 서론

본 연구에서는 한국자원연구소에서 개발된 최대 출력 1KW 및 정밀 동기시계를 이용하여 송수신부 분리운용하는 휴대용 전기비저항 탐사시스템(정현기 외, 1998)을 성능향상 시키고, 제주도 동부 지역에서 현장적용하였다. 그 결과 남북 방향 탐사축선을 따라 쌍극자길이 300m 및 600m의 쌍극자배열 전기탐사를 실시하여 지하 2000미터까지의 전기비저항 구조에 대한 정보를 성공적으로 획득하였다.

2. 자료획득

일반적인 지하수 탐사에서 쌍극자배열 전기탐사를 실시하는 경우 쌍극자길이 50m로 할 때 가탐심도는 대략 250m 정도이고, 이때 지하에 가하는 전류는 대개 100mA 이하이다. 탐사심도의 증대를 위해 쌍극자길이를 n배 증가시키면 수신신호는 1/n 배가 되므로 양호한 계측자료의 획득을 위해서는 전류를 n배 이상 증대시켜야 한다. 즉 쌍극자 길이를 600m로 하면 1000mA 정도의 전류를 흘려야 한다. 이와 같은 조건을 만족하기 위해 본 시스템은 최대 전압 1000V로 1A의 전류를 흘릴 수 있게 설계되어 있다. 또한 송신부와 수신부를 분리 운용함으로써 심부탐사시 전선 작업 야업을 줄여 신속한 자료획득이 가능하고, 시스템 전체 운용 및 자료획득은 노트북을 이용하여 제어된다.

탐사축선은 제주도 동부 중산간 남북방향 도로(남조로)를 따라 설정하였으며, 총연장 12.9 Km에 걸쳐 300m 간격으로 5-8개의 그룹전극을 설치한 후 동일 축선에 대해 쌍극자 길이를 300m 및 600m로 하여 전극전개 $n=10$ 까지의 쌍극자배열 전기탐사 자료를 획득하였다. 그룹전극들간의 접지저항을 바다 염수를 부어 1000 Ω 이하로 유지하여 거의 모든 측정에서 1A의 전류를 주입하여 탐사자료를 획득하였으며 이 때 전극들간에 걸리는 전압은 500V-1000V였다. 그림 1은 현장에서 획득자료 질의 양호성을 즉시 파악하기 위해 매 측정시의 2채널 측정파형을 노트북 화면상에 표시한 예를 보여주는 계측 소프트웨어 화면이다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 측정파형 자료의 일부를 도시한 것으로 경우에 따라서는 $n=7$ 이상에서도 깨끗한 파형을 보이지만 때로는 $n=3$ 에서도 매우 잡음이 많이 섞인 측정결과를 보여준다. n 이 증가하면 수신전압이 μV 수준으로 떨어져 육안으로 송신파형을 관측할 수는 없지만 초당 20번의 측정을 4회에 걸쳐 평균하므로 잡음이 섞인 파형에서도 우리가 원하는 계측결과를 반복적으로 충분히 얻을 수 있다. 그림 3은 송신파형에 인공적인 잡음을 섞었을 때 얻어지는 결과를 수치적으로 시뮬레이션한 한 예를 나타낸다. 시뮬레이션 결과 현장에서 반복측정 결과 얻어지는 값들이 평균에서 대략 15% 내외이면 수용할 수 있는 계측으로 인정할 수 있음을 알 수 있었다. 이때 파형은 육안으로 보면 거의 모두 잡음으로 보이나 사실은 의미있는 정보를 내포하고 있는 것이다.

주요어 : 제주 동부 심부 전기탐사, 동기화 쌍극자 비저항탐사

1) 한국자원연구소 탐사개발연구부

그림 4는 쌍극자배열 600m일때의 탐사자료를 DIPRO(김정호,1999)를 이용하여 역산한 결과를 보여준다. 그림 4는 1000 Ωm 내외의 제 1층, 100 Ωm 내외의 제2층 저비저항층, 그리고 기반암으로 추정되는 수천 Ωm 대의 제3층들을 보여준다. 이러한 결과는 쌍극자 길이 300m 자료의 역산결과와도 여타 지하수 쌍극자 비저항탐사의 경험으로 볼 때 매우 잘 일치한다. 한편, 그림 4의 측정점 17-24 일대의 1500m 하부에는 2000m 너비 정도의 오목하게 패인 지층이 부존함을 알 수 있다. 이 부위는 대규모 지하수 함양층을 기대할 수도 있겠다. 한편 쌍극자 비저항탐사 단면에서 지층층서의 두께를 좀더 확연히 구분하기 위해서는 측선상의 2-3군데에서 수직탐사를 수행할 필요성이 있으나 급변 탐사에서는 야업일정상 행하지 못하였다.

4.결 론

송수신 분리형 간편 심부 비저항탐사 시스템을 순수 국내개발 성능향상 시켜 제주 동부 12.9Km 측선에 현장적용하였다. 그 결과 지하 2000m까지의 전기비저항 정보를 포함한 자료를 성공적으로 획득하였다. 현장탐사 자료의 해석결과 탐사지역에는 약 400m 두께의 지표 화산암층 하부에 1000m 정도의 퇴적층으로 보이는 투수성으로 추정되는 저비저항층이 분포하고 그 하부에는 고비저항의 기반암이 분포하는 것으로 분석되었다.

본 전기비저항 탐사시스템 개발과정에서 광대역 다채널 고속탐사시스템 구축을 위한 원천 요소기술이 다수 확보되었고 이를 바탕으로 휴대성 저전압 대전류 송신부를 포함하는 자동 모니터링 원격계측도 가능한 지표 및 시추공용 정밀 신속 복합탐사시스템 개발이 계속될 것이다. 이는 근래에 그 필요성이 검증하고 있는 저비저항 해안가 간척지 또는 해수 침입현장, 방조제 누수 모니터링, 매립지 침출수 모니터링, 신속한 시추공 비저항 토모그래피 등 다수 현장에 투입되기 위함이다.

참고문헌

1. 정현기 외, 1998, 휴대용 심부전기탐사 시스템 개발, 한국자원연구소.
2. 김정호, 1999, DIPRO Windows version, 한국자원연구소.

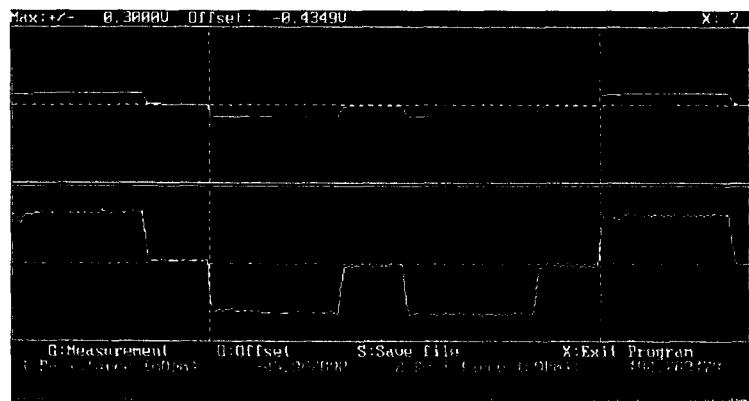


그림 1. 실시간 계측파형의 화면표시. 상하에 동시 2채널이 표시됨. 측정자료는 ASCII 파일로 저장 및 불러오기가 가능하며 상하좌우 키에 의해 파형의 확대/축소 및 offset 이동 표시가 가능함.

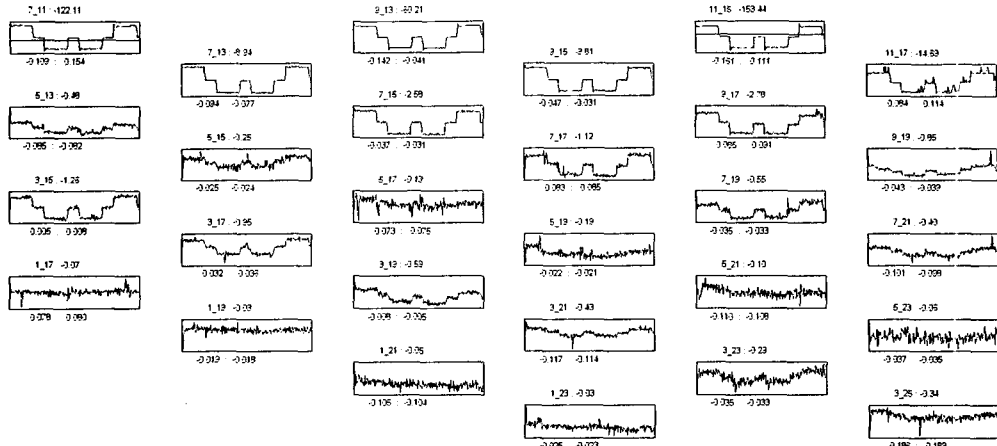


그림 2. 전극간격 600m 탐사에 의한 각 측정점 측정자료 획득파형 결과의 일부. 각 그림의 상부 숫자는 쌍극자탐사의 송수신 측정번호 및 평균저항(mOhm)을 나타내고 하부의 숫자는 측정파형의 최대, 최소를 나타낸다.

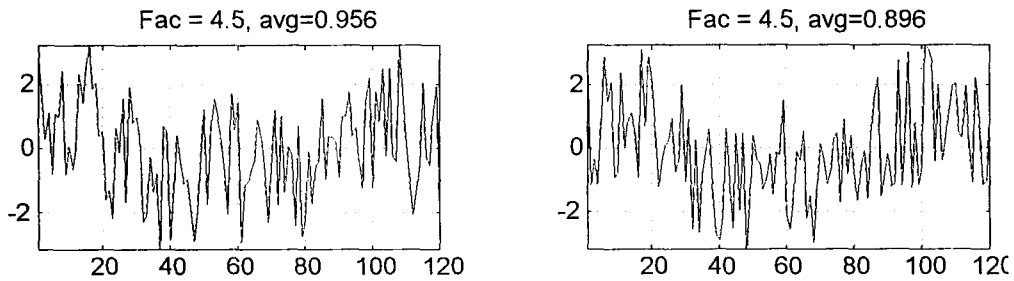


그림 3. 인공 가우시안 잡음을 가한 계측파형 및 그때의 계측치들의 예. 육안으로 원래 파형 형태가 인지되지 않으나 전반적으로 잡값의 15% 이내의 계측값을 보여준다.

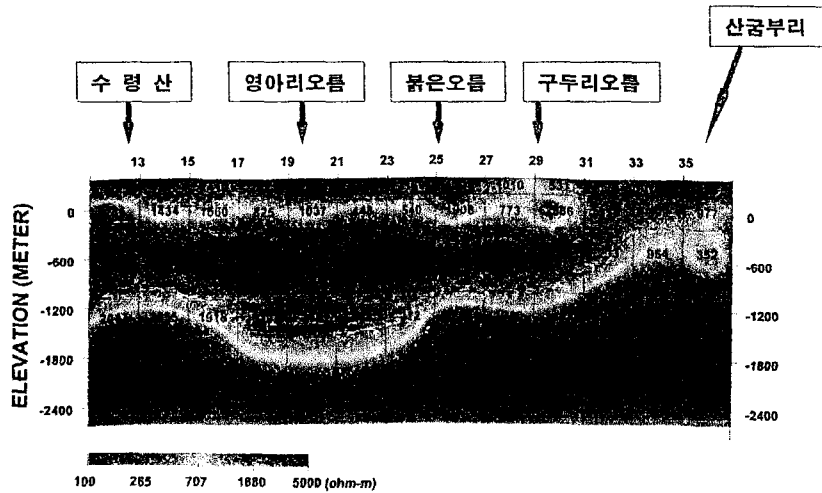


그림 4. 제주도 동부 중산간 남북방향 12.9km 측선에 대한 전극간격 600m 심부 쌍극자 비저항탐사 역산해석 결과 단면도. 1000 Ohm-m대의 지표 비저항층 하부에 100 Ohm-m 이하의 투수성이 양호할 것으로 추정되는 저비저항층이 넓게 존재하며, 그 하부에는 수천 Ohm-m대의 치밀한 기반암이 분포한다.