

다중 주파수 이동 송수신 전자탐사 자료의 해석

손정술¹⁾ · 설순지 · 조성준¹⁾ · 송운호¹⁾ · 정승환¹⁾

1. 서 론

전자탐사 방법은 비교적 넓은 탐사 대상지역에서 지하 매설물의 전자기 반응을 쉽고 빠르게 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있으며, 특히 다중 주파수를 이용하는 전자탐사의 경우에는 고해상도의 영상을 제공할 수 있으므로 다양한 적용성이 기대되는 방법이다. 그러나, 다양한 적용성을 가지고 있음에도 해석상의 어려움으로 인하여 그 적용이 제한적이었던 것 또한 사실이다. 이 연구에서는 당 연구진에 의해 개발된 해석 도구를 이용한 전자탐사 자료의 해석 과정을 소개함으로써 전자탐사의 적용 및 해석에 도움을 주고자 하였다.

2. 적용사례

이 연구에서 사용된 다중 주파수 이동 송수신 전자탐사기기는 미국 GSSI 사의 GEM300으로 미국 Geophex 에서 개발되어 국내에 도입되고 있는 GEM-2 (Won et al., 1996)와 동일한 제원을 가진다. 이 탐사장비는 330 Hz - 19,950 Hz 사이의 광대역의 주파수 대역을 사용하므로 고분해능의 영상을 제공하는 특징을 가지나, 탐사의 편의를 위하여 송수신기 사이의 거리가 1.66 m 로 고정되어, 다중 주파수 장비임에도 불구하고 비교적 천부의 정보만이 획득 가능하다는 제약이 있다. 탐사를 통해서 얻어지는 자료는 1차장의 크기로 정규화한 2차장의 동상성분(in-phase)과 이상성분(quadrature)이다.

그림 1은 국내 모지역에서 지하조사를 위해 GEM300으로 얻은 이상성분을 음영도로 도시한 것으로, 5,670 Hz 에서 19,950 Hz 사이의 4개 주파수에 대한 결과를 보여주고 있다. 측선은 서-동 방향으로 진행하며 가장 북쪽이 line0 이고 5 m 간격으로 남쪽으로 증가하여 line90이 남쪽 끝의 서-동 방향 측선에 해당한다. 그림에서 고주파수로 갈수록 남북 방향으로 매설되어 있는 두 조의 매설 관로가 뚜렷이 관찰되는데, 특히 Line70 ~ Line90의 66 m 부근이 매우 뚜렷하며 이는 터파기로도 확인되었다. 또한 측선 Line35 ~ Line50에 이르는 측선상에서 60 m 부근에 그 길이는 짧지만 매설관로가 묻혀있는 것을 확인할 수 있다. 측선 Line55 ~ Line75의 동쪽 끝부분인 70 m 이상에서 매우 큰 이상체가 관찰되는데 이는 그 크기로 보아 금속성 폐기물의 집단매립 등에 의한 반응으로 생각된다. 결과에서도 알 수 있듯이 지하 금속성 매설물에 대한 전자탐사가 뚜렷한 반응을 보여줌에 따라, 금속성 매설물의 신속한 탐지도구로서의 이동 송수신 전자탐사의 적용성을 확인할 수 있다.

그러나, 지하의 전기비저항 분포를 구하고자 하는 경우에는 금속성 매설물에 의한 반응은 지하의 전기비저항의 반응을 가리는 (masking) 잡음으로 작용하게 되며, 따라서 이의 영향을 제거하지 않고 역산을 하게되면 해의 불안정성 및 오차를 발생한다. 금속성 매설물에 의한 반응은 공간적으로 고주파 형태로 나타나므로, 저주파 통과 필터링을 적용하여 이의 영

주요어: 다중 주파수 이동 송수신 전자탐사, 저주파 통과 필터링, 겐보기 비저항, 역산

1) 한국지질자원연구원 탐사개발연구부(jsson@kis.kigam.re.kr)

향을 제거하고자 하였다. 저주파 통과 필터는 선형위상의 특징으로 인하여 필터링 후에도 탐사자료의 공간적 왜곡이 없는 FIR (Finite Impulse Response) 필터를 이용하였다.

모든 축선의 자료에 저주파 통과 필터링을 적용한 후, 필터링된 이상성분 자료로부터 송수신 거리를 고려하여 겘보기 비저항을 구하였으며 (Spies and Frischknecht, 1991), 이를 그림 2(a)에 나타내었다. 저주파 통과 필터링을 적용하였어도 제거되지 않은 매설관로의 영향이 부분적으로 고비저항으로 남아 있는 것이 보이나, 음영도에서 볼 수 있었던 매설관로에 의한 반응이 대부분 효과적으로 제거되어 있음을 볼 수 있다.

겘보기 비저항은 실제 전기비저항을 의미하는 것이 아니므로 실제 지하의 전기비저항 구조를 해석하기 위해서는 역산 기법을 이용하여야 한다. 이를 위해 당 연구진은 층서구조의 해석적인 해를 계산하는 프로그램인 EMID (Pellerin et al., 1995)를 이용하여, 평활한 제한을 가한 1차원 역산 프로그램을 개발하였으며, 그림 2(b)는 개발된 프로그램을 이용하여 얻어진 탐사지역내의 심도별 전기비저항 분포 영상을 도시한 것이다. 역산 결과 얻어진 전기비저항 값은 겘보기 비저항 값보다는 공간적인 비저항의 변화가 크게 나게 되어 중앙의 고비저항대의 폭이 넓게 나타나고 있다. 또한, 단면상의 일부분에 매설관로의 영향이 완전히 제거되지 못한 영향으로 보이는 고비저항 값이 보이는 것을 볼 수 있으나, 심도별 전기비저항 분포를 파악할 수 있다.

3. 결 론

전자탐사에서 전도성 매설물에 의한 뚜렷한 반응 특성은 매설 관로의 위치 파악을 위해서는 효과적인 탐사방법이 될 수 있으나, 지하의 전기비저항 분포를 구하고자 하는 경우에는 심각한 잡음요소로 작용하므로 정확한 해석을 위해서는 이를 반응을 제거하는 것이 필요하다. 이를 위해서 탐사자료에 공간저주파 통과 필터링을 적용하였으며, 필터링을 통하여 전도성 매설물에 의한 공간영역 고주파 반응을 효과적으로 제거할 수 있었다. 필터링된 탐사자료에 대하여 1차원 역산을 수행함으로써 지하의 전기비저항 분포를 구할 수 있었다.

사 사

이 연구를 위해 다중 주파수 이동 송수신 전자탐사 장비인 GEM300을 사용할 수 있도록 도와주신 대전대학교 황 정 교수께 감사드린다.

참고문헌

- Pellerin, L., Labson, V. F., and Pfeifer, M. C., 1995, VETEM - A vary early time electromagnetic system -, *Proceeding of the Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP)*, 725-731.
- Spes, B. R., and Frischknecht, F. C., 1991, Electromagnetic sounding, in Nabighian M. N. ed., *Electromagnetic methods in applied geophysics - Application*, Soc. Expl. Geophys., 285-425.
- Won, I. J., Keiswetter, D., Fields, G. R. A., and Sutton, L. C., 1996, GEM-2: A new multifrequency electromagnetic sensor, *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 1, 129-137.

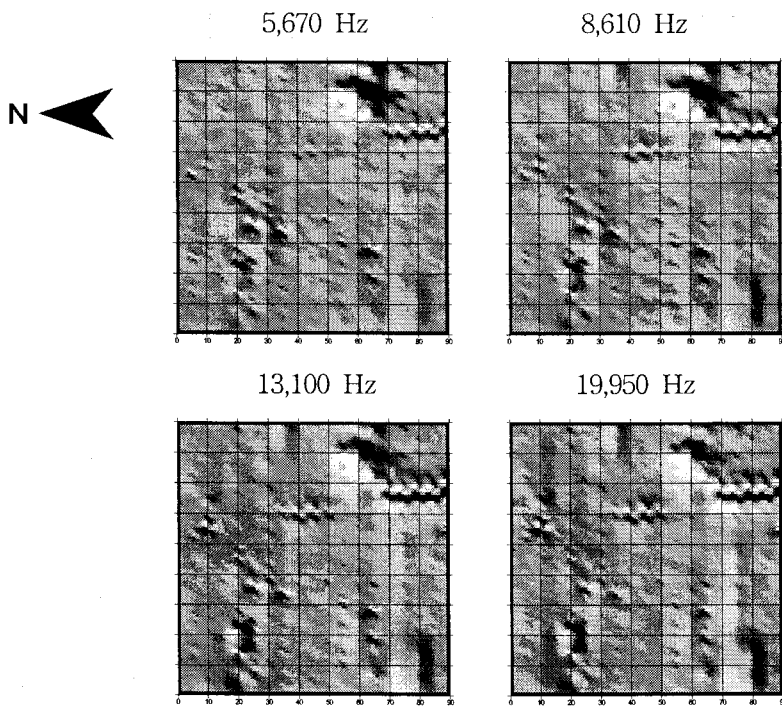


그림 1. 탐사지역 내 GEM300 전자탐사 결과중 주파수별 이상성분을 N45 °W에서 조명한 음영도로 나타낸 도면.

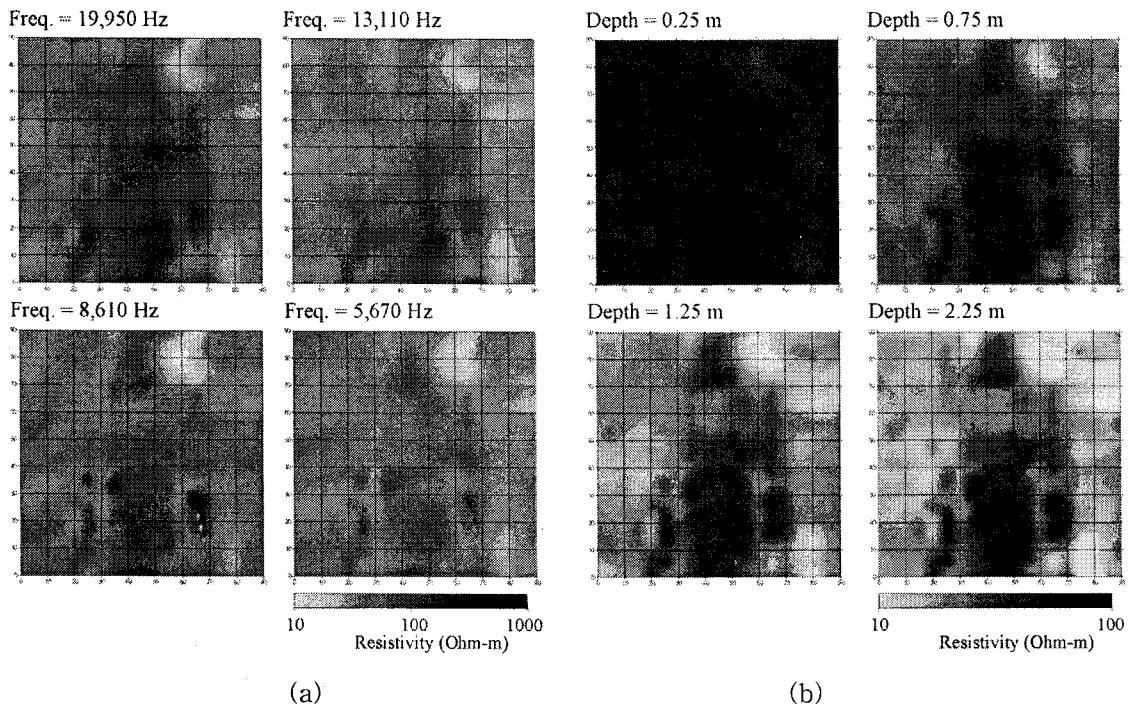


그림 2. 탐사지역 내 GEM300 전자탐사 결과를 필터링 처리한 후 주파수별 겉보기 비저항으로 나타낸 영상(a)과 역산을 통하여 얻어진 심도별 전기비저항 영상(b).