

MT자료의 고속역산

이동성* · 김희준

1. 서론

현재 MT자료의 2차원 역산은 대부분 평활화조건부 비선형 최소자승법에 기초를 두고 있으며 Occam법(deGroot-Hedlin et al., 1990)가 그 대표적인 방법이다. 이 방법은 비교적 안정된 해를 얻을 수 있지만 계산시간이 너무 많이 걸린다는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 계산시간을 대폭 줄인 방법으로는 Smith and Booker(1991)의 RRI(Rapid Relaxation Inversion)법이 있다. 이는 역산에 필요한 편미분을 각 관측점마다 구하기 때문에 매우 빠른 방법이지만 전자기장의 수평변화를 무시한 것으로 완전한 2차원기법이라고 보기는 어렵다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 Lee et al. (1995)는 국부적인 2차원 해석을 통해 편미분을 구하는 방법을 제시하여 GRRI(Generalized RRI)법이라 하였다. 본 연구에서는 GRRI법의 성능향상을 위해 국부적인 2차원해석을 실시하는 영역을 확대하는 방법을 소개한다.

2. 방법

Fig. 1에서 국부적인 2차원해석을 실시하는 영역을 나타내었다. 좌측이 기존의 GRRI법에서 쓰는 영역이며 3개의 column으로 구성된다. 중간 및 우측은 각각 본 연구에서 새로이 도입한 4개 및 5개의 column으로 된 영역을 보여준다. 3-column을 쓰는 GRRI법의 기본방정식은

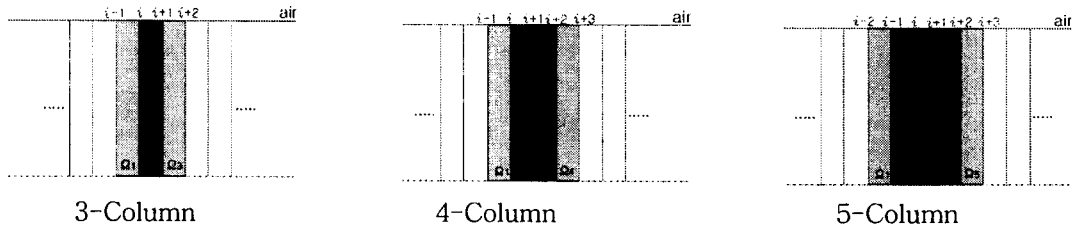


Fig. 1. A domain consisting of 3 (left), 4 (middle) and 5 (right) vertical columns.

$$\begin{aligned} \int \int_{\Omega_2} \frac{\delta\sigma}{\sigma^2} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial z} \right)^2 \right] ds &= \int_{l_2} \delta Z_{xy} dl + \int_{l_1+l_2} \delta EH^* dl \\ &- \int \int_{\Omega_1+\Omega_2} \frac{\delta\sigma}{\sigma^2} \left[\frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right] ds \\ &+ \int \int_{\Omega} \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{\partial \delta H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial \delta H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right) + i\omega\mu\delta HH^* \right] ds, \end{aligned}$$

이때, 새로이 도입하는 4-column은

$$\begin{aligned} \int \int_{\Omega_2+\Omega_1} \frac{\delta m}{\sigma} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial z} \right)^2 \right] ds &= \int_{l_2+l_1} \delta Z_{xy} dl + \int_{l_1+l_1} \delta EH^* dl \\ &- \int \int_{\Omega_1+\Omega_2} \frac{\delta m}{\sigma} \left[\frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right] ds \end{aligned}$$

* 부경대학교 응용지질학과 (hosepina@mail1.pknu.ac.kr)

부경대학교 탐사공학과 (hejkim@dolphin.pknu.ac.kr)

$$+ \int \int_{\Omega} \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{\partial \delta H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial \delta H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right) + i\omega\mu\delta HH^* \right] ds,$$

이며, 5-column은

$$\begin{aligned} \int \int_{\Omega} \frac{\delta m}{\sigma} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial z} \right)^2 \right] ds &= \int_{l_2+l_1+l_0} \delta Z_{xy} dl + \int_{l_1+l_0} \delta EH^* dl \\ &- \int \int_{\Omega_2+\Omega_1} \frac{\delta m}{\sigma} \left[\frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right] ds \\ &- \int \int_{\Omega_1+\Omega_0} \frac{\delta m}{\sigma} \left[\frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right] ds \\ &+ \int \int_{\Omega} \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{\partial \delta H}{\partial x} \frac{\partial H^*}{\partial x} + \frac{\partial \delta H}{\partial z} \frac{\partial H^*}{\partial z} \right) + i\omega\mu\delta HH^* \right] ds, \end{aligned}$$

이다.

3. 역산

먼저 앞서 언급한 역산법을 Sasaki (1989)의 모델에 대해 적용하여 각각 3, 4, 5개의 column에 대해서 그 특성을 조사하였다(Fig. 2).

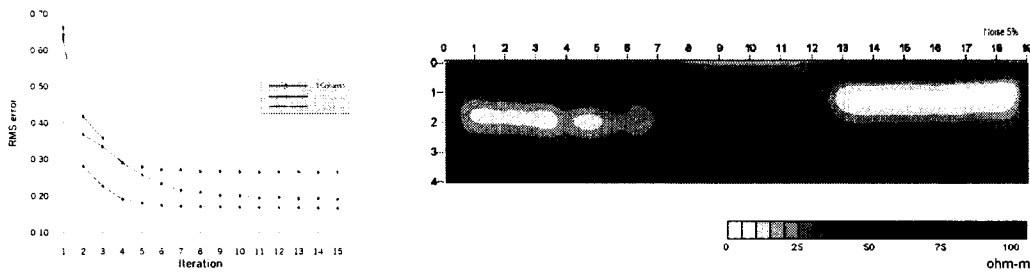


Fig. 2. Convergence of the inversion (left) and inverted section (right).

다음으로 일본 Hokkaido의 남부에 위치한 Minami-Kayabe에서 NEDO (New Energy and Industrial Technology Department Organization)에 의해 측정된 MT자료를 분석하였으며, Yamane et al. (2000)의 해석결과와 대체로 일치하며 타당한 결과를 얻었다.

4. 참고문헌

- deGroot-Hedlin, C., and Constable, S., 1990. Occam's inversion to generate smooth two-dimensional models from magnetotelluric data, *Geophysics*, **55**, 1613-1624.
- Sasaki, Y., 1989. Two-dimensional joint inversion of magnetotelluric and dipole-dipole resistivity data, *Geophysics*, **54**, 524-262.
- Smith, J.T., and Booker, J.R., 1991. Rapid inversion of two- and three-dimensional magnetotelluric data, *J. Geophys. Res.*, **96-B3**, 3905-3922.
- Yamane, K., Takasugi, S., and Kim, H. J., 2000. Three-dimensional Magnetotelluric inversion using generalized RRI method and its application, *Butsuri-Tansa*, **52**, (in press)