

EM 토모그래피에서 배경 매질의 전기전도도에 따른 해상도 고찰

임성근¹ · 송영수¹ · 조인기²

1. 서론

확장된 Born 근사를 이용한 2.5 차원 EM 모델링(조인기와 서정희, 1998)을 이용한 2차원 역산 알고리즘은 배경 매질의 전기전도도 값을 처음부터 아는 상황에서 성립하는 근본적인 제약 조건을 가지고 있다. 본 연구에서는 배경 매질의 전기전도도를 측정 자료인 전체장으로부터 직접 추정하고 이 값을 이용하여 계산된 2차장으로 구성된 영상을 고찰하고자 하였다.

2. 전기전도도 계산

이 연구에서는 전기전도도 계산을 위한 방정식을 다음과 같이 구성하고 시추공간의 송신원과 수신원 위치에 따른 근사해를 반복적인 방법(iterative method)으로 구하여 배경 매질의 평균적인 전기전도도를 계산하고자 하였다.

$$f = H_{obs}^T - H_{cal}^P$$

여기에서 오차 함수 f 는 배경 매질의 전기전도도 $\sigma_m(m=1,2,..,M)$ 에 관한 함수이다. H_{obs}^T 는 전체장, 즉 측정값이고 H_{cal}^P 는 일차장, 즉 계산된 값이다. 매 반복시에 계산되는 값 $H_m^P(\sigma)$ 로 나눔으로써 다음과 같이 구하였다.

$$F(\sigma) = f^T f = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M [(H_m^T - H_m^P(\sigma)) / (H_m^P(\sigma))]^2$$

3. 결과 및 고찰

배경 매질의 전기전도도가 각각 10 mS/m와 5 mS/m를 가진 간단한 모델에 대해서 전체장으로부터 배경 매질의 전기전도도 값을 추정하고자 하였다. 이를 위해서 배경 매질과 이상체의 전기전도도 비(σ/σ_b)에 따라서 배경 매질의 전기전도도 값을 추정하였으며 또한 계산되어진 배경 매

질의 전기전도도 값을 이용하여 구성된 EM 토모그래피 영상을 비교·고찰하고자 하였다.

적분방정식법에 근거한 3차원 EM 모델링 프로그램(조인기와 정승환, 1998)을 이용하여 단순한 모형에 대한 이론 자료인 전체장의 수직 성분을 측정 자료로 하였다. 실제 배경 매질의 전기전도도 값에 대해서 몇 % 오차 범위 이내로 계산해야 고해상도의 EM 토모그래피 영상을 구성할 수 있는지 알아 보았다.

간단한 모델을 가지고 배경 매질과 이상체의 전기전도도 비와 주파수를 변화시켜서 비교하였다. 주파수를 고정하고 전기전도도 계산 알고리즘을 이용하여 배경 매질과 이상체의 전기전도도 비를 변화시켜 계산한 결과는 원래 전기전도도 값의 15.1 % 오차 이내로 계산할 수 있었다. 전기전도도 비가 작을수록 원래 배경 매질의 전기전도도 값에 가깝게 추정되었다. 그리고 동일한 모델을 가지고 주파수를 변화시켜 배경 매질의 전기전도도를 계산한 결과는 원래 전기전도도 값의 22.0 % 오차 이내로 계산할 수 있었다.

4. 결론

전기전도도 비를 변화시킨 경우에 이상체 주변에 약간의 잡음이 보이지만 비교적 정확하게 이상체 위치를 나타내었다. 주파수를 변화시킨 경우도 비교적 정확하게 이상체 위치를 나타내었으며 주파수가 높아짐에 따라 좋은 해상도를 가짐을 알 수 있었다.

추정된 배경 매질의 전기전도도 값을 이용하여 구성된 EM 토모그래피 영상은 대부분의 경우에 이상체의 형태와 위치를 비교적 정확하게 나타내었다.

참고문헌

1. 조인기, 정승환, 1998, 시추공간 전자탐사법의 3차원 모델링 : 한국자원공학회지, 35, 50-58.
2. 조인기, 서정희, 1998, 확장된 Born 근사에 의한 시추공간 전자 탐사 2.5 차원 모델링 : 물리탐사, 1, 127-135.

주요어: EM 토모그래피, 전기전도도

- 1) 전북대학교 자원공학과(skbear@orgio.net)
- 2) 강원대학교 자연과학대학 지구물리학과

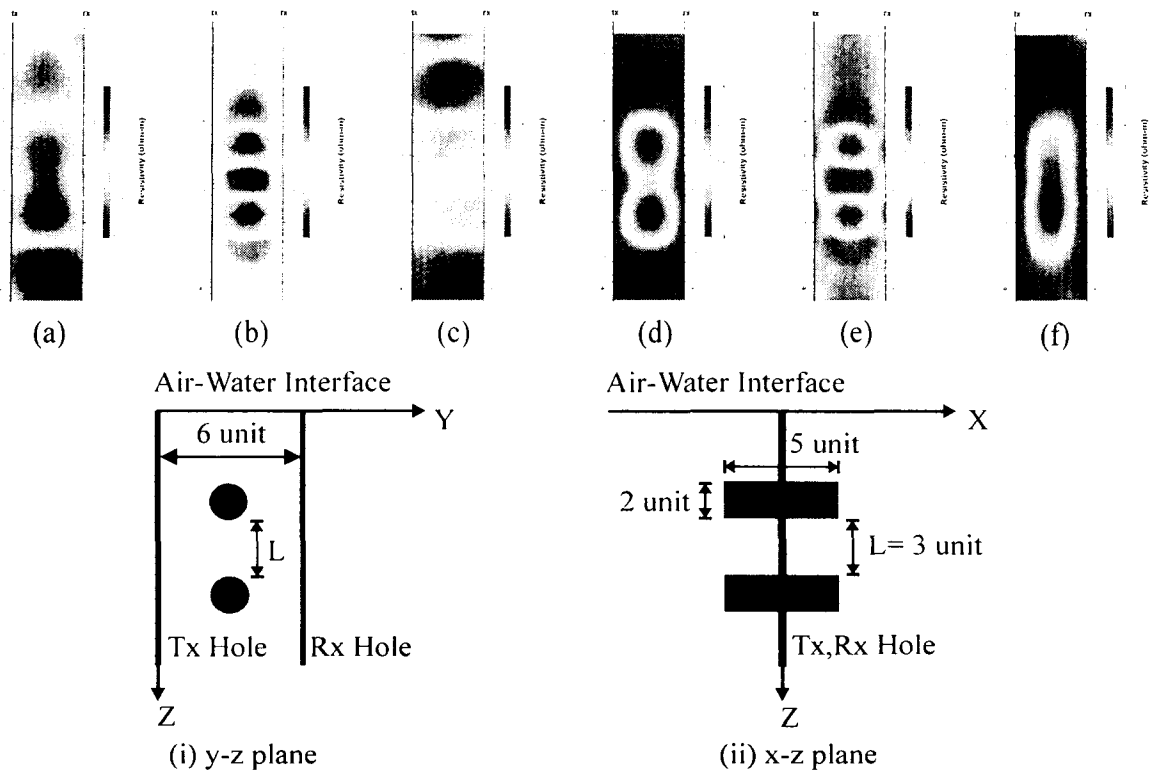


Fig.1 Resistivity tomograms for various electrode arrays of two conductive bodies separated vertically (a) pole-pole array, (b) dipole-dipole array, (c) bipole-bipole array, (d) pp+inline array, (e) dd+inline array, (f) inline array.

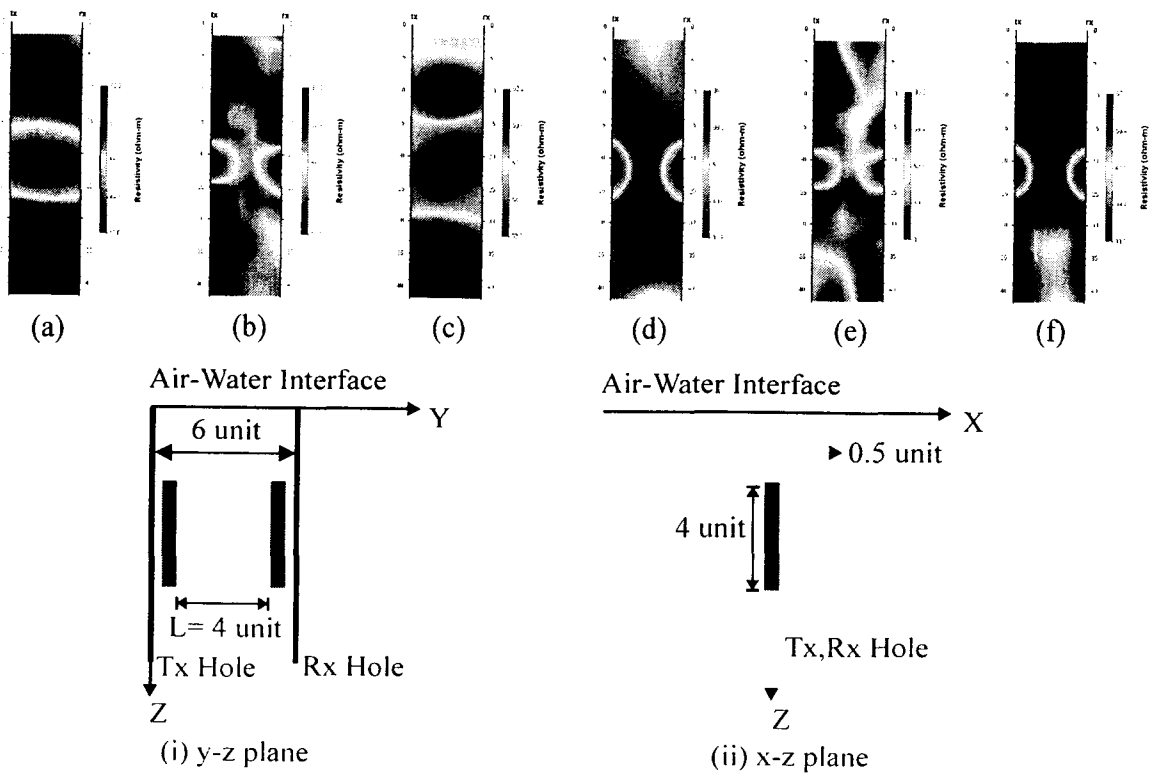


Fig.2 Resistivity tomograms for various electrode arrays of two conductive bodies separated horizontally (a) pole-pole array, (b) dipole-dipole array, (c) bipole-bipole array, (d) pp+inline array, (e) dd+inline array, (f) inline array.

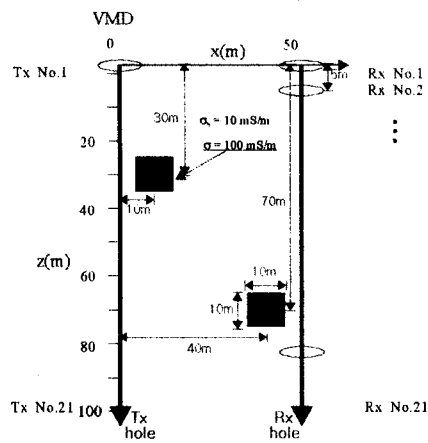


Fig. 1. Two rectangular conductive models in vertical and horizontal line.

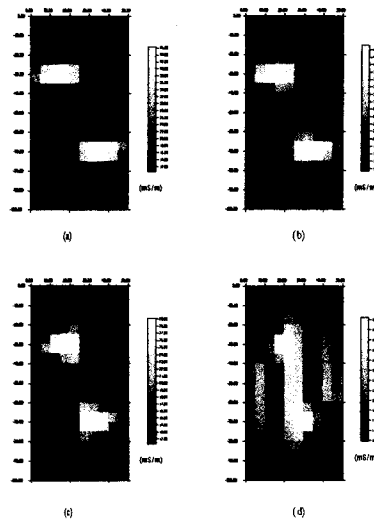


Fig.2. Reconstructed images for the models with the calculated background conductivity σ_{cal}
 (a) contrast=10 [$\sigma_b = 10$ mS/m] (b) contrast=10
 (c) contrast=5 (d) contrast=2

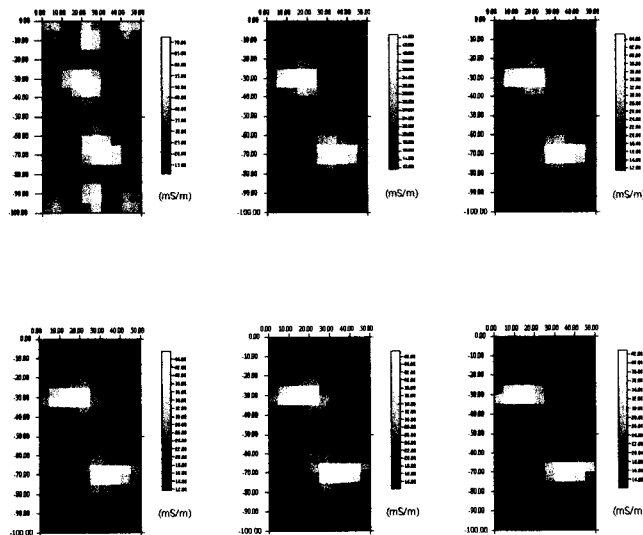


Fig. 3. Reconstructed images for the models with the calculated background conductivity σ_{cal}
 Exact background conductivity $\sigma_b = 10$ (mS/m)
 (a)1 kHz (b)5 kHz (c)10kHz
 (d)20kHz (e)50kHz (f)100kHz