

## 전기비저항 탐사에서 전류포화 현상

### Current Saturation in the Electrical Resistivity Method

강혜진<sup>1)</sup>, 조인기<sup>1)</sup>

#### 1. 서론

전기비저항 탐사에서 겉보기 비저항은 배경매질과 이상체의 전기전도도 대비가 클 경우 이상체의 참 비저항과는 심한 차이를 나타낼 수 있다. 전기비저항 탐사에서 지하에 전류를 주입하면 이상체의 물성에 따라 전류가 이상체로 집중되는 전류집중 현상이 나타나게 되며, 물성대비가 커지게 되면 전류포화 현상이 발생한다. 이 논문에서는 2층구조 모델, 구형 이상체 모델을 통하여 이상체의 경계면에 생성되는 표면전하의 분포특성과 그 양이 전류포화를 일으키는 발생구조를 알아보고, 최종적으로 겉보기비저항 자료에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 수치 모델링을 통하여 정육면 이상체에서 발생하는 전류포화 현상과 그에 의한 겉보기 비저항의 변화 양상을 해석하고자 하였다.

#### 2. 전류포화현상

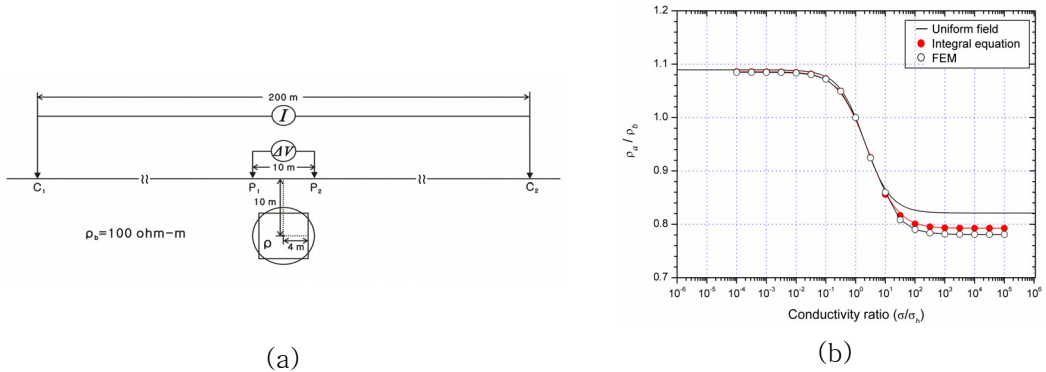
이상체와 배경매질 사이의 전도도 대비가 커지게 되면 이상체에 흐르는 전류가 제한되는 전류포화 현상이 발생한다. 이러한 전류포화 현상은 모두 표면전하에 기인한다. 그러나 이상체와 배경매질 사이의 전도도대비가 적을 경우에는 표면전하의 양은 선형적으로 증가하지만, 일정 수준에 도달하게 되면 그 증가율이 현저히 둔화되며, 궁극적으로는 총 표면전하의 양과 이상체에 흐르는 전류의 양은 일정값에 수렴하게 된다(Eloranta, 1986; Nabighian, 1984). 이러한 현상은 전기비저항 탐사 결과와도 직접적으로 관련된다. 즉 이상체와 배경매질의 전기전도도 대비가 적을 경우에는 겉보기비저항 이상은 선형적으로 증가하지만, 전기전도도 대비가 어느 정도 이상이 되면 전류포화현상에 의해 겉보기비저항 이상은 더 이상 증가하지 않고 일정값에 수렴하게 된다. 따라서 겉보기 비저항 자체도 일정값에 수렴하게 된다.

1) 강원대학교 지구물리학과. hjs8688@nate.com

2층 구조 모델에서 제2층의 전기비저항이 변화할 경우 겉보기 비저항의 반응양상은 전도도 대비가 100 배 이상으로 크면 전류포화 현상에 의하여 최종적으로 얻어지는 겉보기 비저항이 2층이 완전도체일 경우의 값에 수렴하는 것을 확인할 수 있다.

전체공간 내에 존재하는 구형 이상체에 균일한 1차전기장이 가해진 경우, 구형 이상체와 배경매질간의 전도도 대비가 크기 않을 경우에는 생성되는 표면전하, 전기장, 전류밀도는 전도도 대비에 비례하여 증가/감소하는 특성을 보인다. 그러나 대비가 커지게 되면 부도체 또는 완전도체의 반응값으로 수렴하게 된다. 결과적으로 구형 이상체의 경우에도 전도도 대비가 일정값 이상이 되면 표면전하밀도, 전기장, 전류밀도의 변화가 거의 없어지게 되는 전류포화 현상이 발생하게 된다.

반무한 공간내에 존재하는 정육면 이상체의 경우는 이론해가 존재하지 않으므로 수치모델링 기법을 사용하여 겉보기 비저항을 계산하였다. 또한 구형 이상체에 대한 이론해와의 비교를 위하여 Fig. 1(a)에 나타낸 바와 같이 1차전기장이 이상체 부근에서 거의 균일한 값을 보이는 전극배열법을 사용하였으며, 구형 이상체와 정육면 이상체의 체적과 중심의 심도가 동일하도록 모델을 설정하였다. 이상체가 주변매질에 비하여 비전도성일 경우에는 균일 전기장의 결과와 잘 일치하는 양상을 나타내며, 약 전도도 대비  $10^{-2}$  이하에서 겉보기 비저항이 일정값에 수렴하고 있다. 이상체가 전도성일 경우에도 전도도비  $10^2$  이상에서 거의 수렴하고 있다. 전도성 이상체일 경우 균일 전기장 해보다는 겉보기비저항 이상이 더 크게 나타나고 있으나, 최대 4% 이내로 전류포화 현상을 설명하는 데는 큰 문제가 없다. 유한 요소법의 경우에도 적분방정식의 경우와 거의 유사한 반응 양상을 나타내고 있다.



**Fig. 1.** An example showing the effect of current saturation. (a) A cube model in a homogeneous half-space. (b) Normalized apparent resistivity variations as the function of conductivity contrast.

### 3. 결론

본 연구에서는 전기비저항 탐사에서 이상체와 배경매질 사이의 전도도 대비가 매우 클 경우에 발생하는 전류포화 현상에 대하여 고찰하였다. 또한 이 전류포화 현상이 겘보기 비저항 이상에 미치는 영향을 분석하였다. 전도도 대비가 클 경우 전류포화 현상이 발생하며, 전류포화 현상은 겘보기 비저항 이상의 범위를 제한하게 된다. 정육면체와 2층 구조에서는 대략 전도도 대비가 100 배 이상이면 전류포화 현상이 발생하는 것으로 나타났으며, 다른 형태의 모델도 이 정도에서 전류포화 현상이 발생할 것으로 예상된다.

### 참고문헌

Eloranta, E. H., 1986, Potential field of a stationary electric current using Fredholm's integral equations of the second kind, *Geophysical Prospecting*, 34, 856-872.

Nabighian, M. N., Oppliger, G. L., Edwards, R. N., Lo, B. B. H., and Cheesman, S. J., 1984, Cross-hole magnetometric resistivity (MMR), *Geophysics*, 49, 1313-1326.