

발전소접지망형성을 위한 저저항구역탐사에서 비저항CT탐사법의 응용

전광철, 류명철, 조선희

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 나라의 경제발전과 인민생활향상에서 전망적으로 풀어야 할 문제들과 현실에서 제기되는 과학기술적문제들을 풀고 첨단을 돌파하여 지식경제건설의 지름길을 열어놓아야 합니다.》

일반적으로 접지망형성에서는 비저항이 낮은 표토에 3m 깊이로 복합접지전극을 설치하여 접지저항을 낮추고있다.[3] 그런데 이런 방법으로는 표토의 비저항이 높은 구역들에서 기술규정에 따르는 접지저항(1Ω 이하)을 보장할수 없다. 우리는 이러한 구역들에서 접지망을 성과적으로 형성하기 위하여 비저항CT탐사법을 적용하여 심부에 놓여있는 비저항이 낮은 구조파쇄대나 함수층을 찾아내기 위한 연구를 하였다.

1. 비저항CT탐사법의 원리

비저항CT탐사법에서는 각이한 전극장치들(2극장치, 3극쌍극자장치, 4극장치)을 리용할수 있는데 우리는 3극쌍극자장치를 리용하였다.

비저항CT해석과정은 지질자름면의 파라메터화, 정문제풀이, 거꿀문제풀이로 이루어진다.[1, 2]

자름면의 파라메터화는 영상화를 진행하여야 할 지질자름면을 유한개의 요소블록(4면체, 6면체)들로 나누는 과정으로서 이때 매 블록들의 비저항은 상수라고 가정한다.

정문제풀이는 파라메터화된 지질자름면이 만드는 전기마당을 계산하는 과정이다.

전기마당을 계산하기 위한 지배방정식은 다음과 같다.

$$\operatorname{div}[\sigma(x, y, z)\operatorname{gradu}(x, y, z)] = I_A\delta(A), \quad (x, y, z) \in \Omega$$

$$\left. \frac{\partial u(x, y, z)}{\partial n} \right|_{\Gamma_1} = 0, \quad u(x, y, z)|_{\Gamma_2} = u_0$$

여기서 $\sigma(x, y, z)$ 와 $u(x, y, z)$ 는 각각 점 (x, y, z) 에 놓인 땅속매질의 전도도와 포텐셜, I_A 는 전극 A에서 전류의 세기, $\delta(A)$ 는 디랙델타함수, Ω 는 모형화구역, Γ_1 은 지표경계, Γ_2 는 지표를 제외한 경계이다.

우리는 유한요소법을 리용하여 전기마당을 계산하였다. 즉 지질자름면(모형화구역)을 유한개의 요소로 나누고 다음과 같은 선형연립방정식을 작성하여 마당을 계산한다.

$$\mathbf{C} \cdot \mathbf{U} = \mathbf{F}$$

여기서 \mathbf{C} 는 결수행렬, \mathbf{F} 는 비동차항, \mathbf{U} 는 요소블록들의 포텐셜로 이루어지는 렬벡토르이다.

거꾸문제풀이에서 리용한 최소구조거꾸문제풀이(Minimum structure inversion)알고리즘에서는 다음의 방정식을 풀어 매 요소블록의 전도도를 구한다.

$$\bar{P}_k = [\bar{J}^T \bar{J} + \alpha(\bar{D}_x^T \bar{D}_x + \bar{D}_z^T \bar{D}_z)]^{-1} \bar{J}^T (\bar{d} + \bar{J} \bar{P}_{k-1})$$

여기서 k 는 순환회수, $\bar{d} = |\rho_{\text{측}}^* - \rho_{\text{리}}^*(\bar{P}_{k-1})|$ 은 자료편차벡터, $\rho_{\text{측}}^*$ 은 측정자료로부터 얻은 겉보기비저항, $\rho_{\text{리}}^*$ 은 계산하여 얻은 겉보기비저항, \bar{P}_{k-1} 는 $k-1$ 번째 순환에서 얻은 요소블록의 전도도, \bar{J} 는 감도행렬, \bar{D}_x 와 \bar{D}_z 는 각각 수평 및 수직대조도행렬, α 는 조절계수이다.

2. 1발전소 저저항구역탐사에서 비저항CT탐사법의 응용

1발전소구역에는 시생대 랑림층군의 화강편마암들과 자갈, 모래로 이루어진 제4기층이 넓게 분포되어있다. 그러므로 표토의 비저항이 3 000Ωm로서 기술규정의 요구에 맞는 접지망을 형성하는것은 어렵다.

우리는 1발전소의 접지망을 형성하기 위하여 비저항CT탐사법을 적용하여 연구구역에서 비저항이 낮은 구조파쇄대와 함수층구역을 찾아내였다.

연구구역 구조파쇄대우에서 얻은 비저항CT해석결과는 그림 1과 같다.

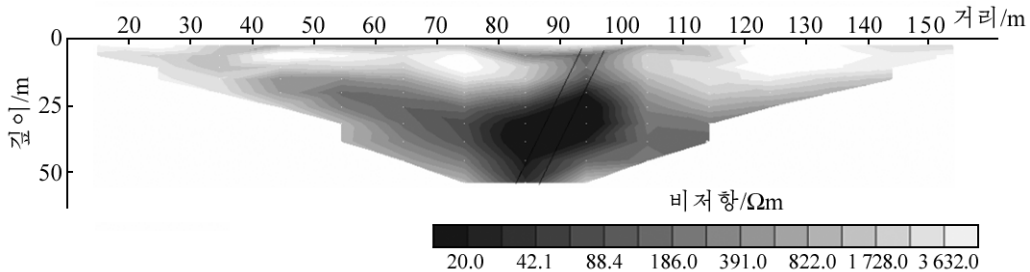


그림 1. 연구구역 구조파쇄대우에서의 비저항CT해석결과

그림 1에서 보는바와 같이 80~100m구간에 존재하는 구조파쇄대의 비저항은 80Ωm이하로서 이 구역은 접지망을 형성할수 있는 유리한 구역으로 볼수 있다.

연구구역 함수층우에서 얻은 비저항CT해석결과는 그림 2와 같다.

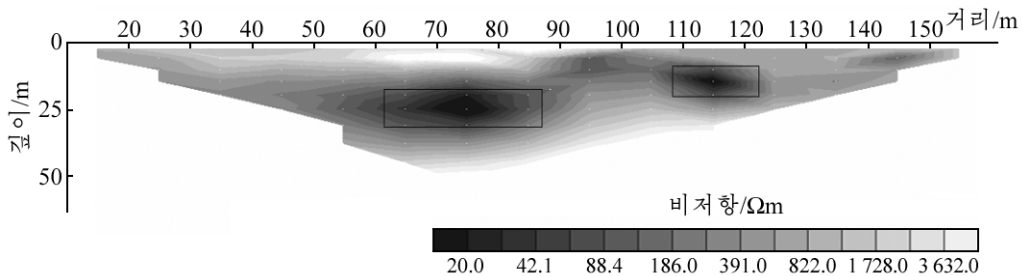


그림 2. 연구구역 함수층우에서의 비저항CT해석결과

그림 2에서 보는바와 같이 55~85m구간에 놓여있는 함수층의 비저항은 100Ωm이하로서 이 구역은 접지망을 형성할수 있는 구역으로 볼수 있다.

맺 는 말

1) 표토의 비저항이 높은 발전소구역에서 접지망을 성과적으로 형성하기 위하여서는 심부에 놓여있는 저저항구역을 찾아내고 그곳에 접지망을 형성하여야 한다.

2) 비저항CT탐사법을 적용하면 접지망형성에 유리한 비저항이 낮은 구조파쇄대나 함수층이 놓여있는 위치와 규모, 농밀상태를 알아낼수 있다.

참 고 문 헌

- [1] C. G. Farquharson; Geophysics, 73, K1, 2008.
- [2] M. H. Loke et al.; Computers & Geosciences, 36, 1414, 2010.
- [3] 张应文 等; 物探与化探, 37, 3, 517, 2013.

주체104(2015)년 4월 5일 원고접수

**Application of the Resistivity CT Method to the Survey Area
with Low Resistivity for Making up Ground
System at the Power Station**

Jon Kwang Chol, Ryu Myong Chol and Jo Son Hui

In this paper, resistivity CT method and research result for making up effectively ground system in the area where ground condition is disadvantageous are described.

At the power station, when surface resistivity is high, it is effective to find area with low resistivity such as tectonic crack and aquifer, and to make up ground system there.

If we apply resistivity CT method, we can explicate effectively position, size, laying station and resistivity of the tectonic crack and aquifer with low resistivity.

Key words: power station, resistivity CT, ground system