

스관측소 지전기관측환경에 대한 모의연구

박치봉, 정영복

계차법에 기초한 정문제풀이법은 여러 측면에서 적용되고있다.

우리는 정문제풀이법을 리용하여 관측소들에서 지하매질과 장치결수의 변화가 일으키는 겔보기비저항변화물림새를 연구하였다.

1. 매질파라미터와 장치결수에 따르는 겔보기비저항계산방법

매질파라미터와 장치결수에 따르는 겔보기비저항분포계산은 본질상 주어진 조건에서 마당의 포텐살분포계산문제 즉 정문제풀이이다. 이것은 유한계차법, 유한요소법, 적분방정식법 등 여러가지 방법으로 계산할수 있다.[1, 2]

2차원지질체인 경우 즉 전도도가 γ_0 인 균일한 반무한공간에 2차원전도도 $\gamma(x, z)$ 를 가진 구역 S 가 있을 때 S 의 주향에 평행인 무한선원천이 지표에 만드는 마당의 포텐살은 뽀송방정식으로 표시된다.

$$\operatorname{div}[\gamma(x, z)\operatorname{grad}U] = \frac{\partial}{\partial x}\left[\gamma(x, z)\frac{\partial U}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[\gamma(x, z)\frac{\partial U}{\partial z}\right] = -2I\delta(A) \quad (1)$$

여기서 $\delta(A)$ 는 전류원천점을 가리키는 항이다.

경계조건들은 다음과 같다.

$$\left.\frac{\partial U}{\partial z}\right|_{\Gamma_1} = 0, \quad U|_{\Gamma_2} = U_0 \quad (2)$$

여기서 U_0 은 균일한 반무한공간에서 선원천이 만드는 포텐살이다.

유한계차법에서는 뽀송방정식 (1)과 경계조건 (2)를 만족하는 포텐살 U 에 대하여 내부마디점과 외부마디점에서의 계차방정식을 작성하고 경계조건을 고려하여 구한다.

마당의 포텐살분포를 구하고 장치결수를 고려하면 겔보기비저항이 구해진다.

우리는 대칭4극장치에서 전극들의 위치를 합리적으로 배치하여 잡음의 영향을 극복하였다.

2. 스관측소 지하매질의 비저항구조

탐심법으로 스관측소 비저항측정전극이 매설된 장소의 2차원전기적구조를 밝혔다.

2차원해석결과에 기초하여 A, B, M, N전극이 매설된 스관측소지하매질의 층하반깊이에 따르는 층별비저항값은 표 1과 같다.

표 1. 스관측소 지하매질의 층별비저항

층번호	전극 B		전극 N		전극 M		전극 A	
	하반깊이	비저항	하반깊이	비저항	하반깊이	비저항	하반깊이	비저항
	/m	/($\Omega \cdot m$)	/m	/($\Omega \cdot m$)	/m	/($\Omega \cdot m$)	/m	/($\Omega \cdot m$)
1	-3.5	250	-6	450	-2	600	-2	700
2	-6	130	-15	1 100	-6	900	-6	250
3	-15	300	-15이하	300	-10	400	-35	700
4	-40	70	-	-	-25	1 400	-35이하	450
5	-40이하	200	-	-	-25이하	450	-	-

표 1에서 보는바와 같이 스관측소 지하매질의 표층은 비저항이 200~700 $\Omega \cdot m$ 인 마른풍화층이며 그아래는 깊이에 따라 상대적인 저저항층과 고저항층이 놓이는데 지질학적 조건과 지형으로 보아 B전극가까이에 0단렬대의 수반단층들에 의한 파쇄대가 놓인다.

유한계차법에 의한 정문제풀이법으로 매질의 비저항 및 층두께, 측정전극사이 거리가 변할 때 겉보기비저항의 변화를 고찰하였다.

탐침법에 의한 조사에서 B전극가까이에 0단렬대의 수반단층과 관련되어 저저항으로 나타나는 구조가 존재하였으므로 A, M, N, B전극위치와 함께 B전극에서 50m 되는 곳의 비저항까지 포함한 지하매질의 전기적구조를 밝혔다.

비저항모형은 심부저저항체구조와 심부고저항체구조로 갈라볼수 있다.

비저항모형자료를 표 2에 보여주었다.

표 2. 비저항모형자료

깊이/m	비저항/($\Omega \cdot m$)				
	전극 B(0m)	50m위치	전극 N(350m)	전극 M(550m)	전극 A(1 000m)
-1	215.3	223.3	448.1	570.1	819
-2	247.4	288.7	416.3	746.2	673.8
-3.4	134.5	386.7	459.8	921.3	209.3
-5.7	137.3	208.3	735.7	408.6	323.2
-9.3	315.5	334.3	1 110.2	451.9	648.4
-14.9	233.5	282.7	1 019.7	1 131.6	821.1
-23.7	77	59.1	512	1 568.4	782.7
-37.7	62.5	39.2	259.9	934.9	606.7
-59.7	127.1	127.5	258.4	566.5	475.4
-94.4	210.5	319.6	342	446.4	429.7
-200	250	250	250	250	250
-300	500	500	500	500	500
-500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500

선택된 매질의 진비저항에 대하여 AB와 MN사이 거리를 변화시키면서 포텐살마당분포와 측정전위차변화를 모의하여 합리적인 전극배치를 위한 계산결과를 얻었다.

매질비저항모형에 대하여 전극위치를 AM=550m, MN=200m, BN=350m로 하였을 때와

A전극과 B전극을 측정점을 중심으로 200m 옮겼을 때의 2차원포텐셜분포도를 그림에 보여주었다.

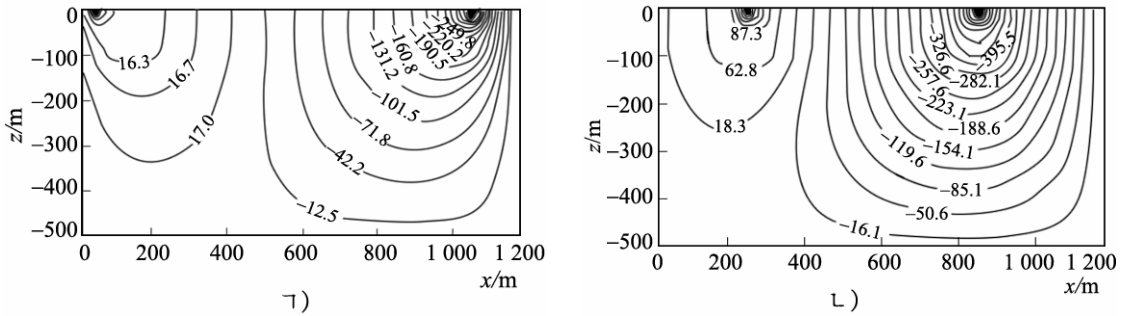


그림. 각이한 전극위치에서 2차원포텐셜분포도

1) 전극 B, N, M, A의 위치가 각각 0, 350, 550, 1 000m인 경우,
2) 전극 N, M의 위치는 같고 B, A의 위치가 각각 200, 800m인 경우

그림으로부터 두 송전전극이 있는 매질의 비저항이 서로 다른것으로 하여 전위분포는 2차원적이며 B전극가까이에 전위구배가 커져 송전전류침투깊이가 작아진다는것을 보여준다. 또한 송전전극거리를 400m 좁혀도 500m까지의 깊이에서 전위감소는 작아지지 않는다는것을 알수 있다.

송전전극위치와 측정전극위치를 각각 옮길 때 전위분포도에서 일부 송전전위차변화를 표 3에 보여주었다.

표 3. 전극위치이동때 측정전극사이의 전위차변화

No.	송전전극위치/m		측정전극위치/m		송전전위차/mV
	B	A	N	M	
1	150	1 000	400	550	49.7
2	150	1 000	450	600	56.2
3	150	1 000	500	650	60.2
4	150	1 000	550	700	63.5
5	150	1 000	600	750	67.5
6	150	1 000	650	800	74.0

측정결과 송전전극위치를 150, 1 000m로 하고 측정전극위치를 450, 600m로 하였을 때 전위변화구배가 가장 크다는것 다시말하여 전극감도가 커지고 이에 따라 상대적으로 신호세기가 커진다는것을 알수 있다.

맺 는 말

스관측소 지하매질은 $200 \sim 700 \Omega \cdot m$ 정도의 마른풍화층이며 그아래는 일정한 깊이까지 위치에 따라 고저항암층 혹은 o단렬의 수반단층으로 인한 저저항체로 볼수 있다.

B전극아래 매질이 상대적인 저저항체이므로 전류침투깊이가 작아지며 주어진 송전전류에서 전류침투를 크게 하기 위하여서는 B전극을 현재위치로부터 A전극쪽으로 150m 옮기고 측정전극을 각각 A전극으로부터 450, 600m 되는 위치에 옮기는것이 신호대잡음비를 크게 하면서도 계절성교란을 줄일수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 리근영 등; 마당리론, 김책공업종합대학출판사, 15~65, 주체98(2009).
- [2] J. Pellerin et al.; Computers & Geosciences, 67, 3, 2015.

주체105(2016)년 9월 5일 원고접수

The Geoelectric Observation Condition of “스” Seismic Station

Pak Chi Bong, Jong Yong Bok

We present 2D geoelectrical resistivity model for the ground medium of “스” seismic station and study the reasonable method for arranging the electrodes for apparent resistivity observation by the forward problem solution method based on the finite difference method.

Key words: geoelectrical resistivity, finite difference method