

굴곡진 지형에서 측정한 자연전위마당자료의 역문제풀이 정확도를 높이기 위한 한가지 방법

박경훈, 김기성

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라의 지질조건과 탐사기술의 세계적발전추세에 맞게 우리 식의 앞선 지질탐사기술과 방법, 수단들을 연구개발하며 탐사에 널리 받아들이도록 하여야 합니다.》

우리 나라는 국토의 80%가 산으로 되어있으므로 지구물리탐사자료에는 지형의 영향으로 인한 오차가 포함되게 된다.

선행연구[2]에서는 굴곡진 지형에서 측정한 중자력탐사자료를 어떤 일정한 수평면에서 측정한 자료로 전환시키기 위한 해석연장법을 제기하였다. 이 방법의 부족점은 이상체가 반드시 측정구간에서 해발높이가 가장 낮은 측정점보다 아래에 놓여야 한다는것이다. 또한 비접지식으로 측정한 포텐셜마당에는 적용할수 있지만 접지식으로 측정한 자연전위마당에는 적용할수 없는것이다.

론문에서는 굴곡진 지형에서 측정한 탐사자료를 임의의 높이의 수평면에서 얻은 자료로 전환시키지 않고 직접 해석할수 있는 한가지 방법을 제기하였다.

1. 굴곡진 지형의 영향으로 인한 측정자료의 외곡

자연전위마당자료해석에서는 현재 굴곡진 지형에서 얻은 측정자료를 수평면에서 얻은 측정자료로 가정하고 해석을 진행하고있다.

우리는 굴곡진 지형의 영향으로 인한 측정자료의 외곡정도를 보기 위하여 모형계산을 진행하였다.

모형계산에서 리용한 이상체모형은 주향연장이 무한한 수평원기둥체이고 지형은 단순지형(울리경사)과 복합지형(울리-내리경사)으로 설정하였다. 이때 이상체의 중심위치의 수평자리표 $x_0 = 50\text{m}$, 수직자리표 $z_0 = 20\text{m}$, 분극각 $\alpha = 50^\circ$, 분극세기 $K = 1\,000\text{mV}$, 측정점의 수는 101개, 측정점사이 간격은 1m로 설정하였다.

울리경사와 울리-내리경사에서 지형경사각이 15° 일 때 계산하여 얻은 자연전위이상곡선과 울리경사의 경우에는 경사면을 수평면으로, 울리-내리경사의 경우에는 가장 높은 곳에 위치한 측정점의 수준면을 수평면으로 보고 계산하여 얻은 자연전위이상곡선들을 비교하였다.(그림 1)

그림 1에서 보는바와 같이 굴곡진 지형에서 얻은 자연전위이상곡선에서는 지형의 영향으로 하여 일정한 외곡이 나타난다. 다시말하여 울리경사인 경우 자연전위이상곡선의 왼쪽부분은 위로 올라가고 오른쪽부분은 내려갔다. 그리고 울리-내리경사인 경우에는 자연전위이상곡선의 중심부분에서 곡선형태가 외곡되면서도 전반적으로 위로 올라갔다. 또한 최소값들이 측정면이 수평면인 경우보다 작아졌다. 그러므로 지형이 굴곡진 경우에는 측정자료가 외곡되므로 반드시 지형의 영향을 고려하여 측정자료에 대한 해석을 하여야 한다.

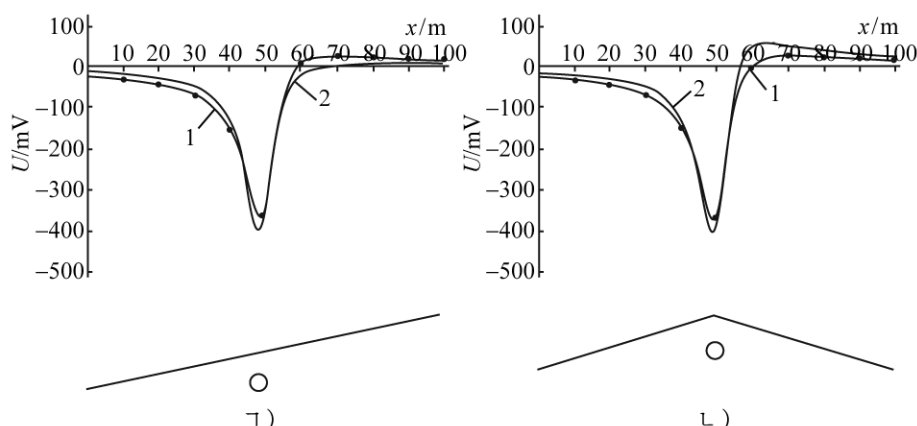


그림 1. 각이한 지형에서 측정한 자연전위이상곡선의 비교
 ㄱ) 올리경사, ㄴ) 올리-내리경사; 1-수평인 경우, 2-굴곡진 경우

2. 역문제풀이에 미치는 지형의 영향과 극복방도

1) 지형영향

굴곡진 지형에서 얻은 측정자료를 측정면이 수평이라고 가정하고 역문제풀이를 하는 경우 해석결과에 미치는 지형의 영향을 평가하기 위하여 이상체모형과 지형모형은 우에 서와 같게 정하고 역문제풀이는 립자무리최량화법으로 진행하였다. 이때 립자수는 30개, 최대반복수는 5 000회, 가속도인자 $c_1 = c_2 = 2$, 판성무게인자 ($\omega_{\max} = 0.9$, $\omega_{\min} = 0.3$)는 선 형적으로 감소시켰다.

단순지형과 복합지형들에서 얻은 자연전위측정자료를 측정면이 수평이라고 가정(지 형영향을 보정하지 않음.)한데 기초하여 진행된 역문제풀이결과의 평균상대오차는 표 1과 같다.

표 1에서 보는바와 같이 지형영향을 보정하지 않은 경우 평균상대오차는 비 교적 큰데 지형경사각이 클수록 평균상 대오차는 더 커진다.

표 1. 각이한 지형에서 얻은 자연전위측정자료에 대한 역문제풀이결과의 평균상대오차

지형경사각 $\theta(^{\circ})$	$\bar{\varepsilon}/\%$	
	올리경사	올리-내리경사
5	2.58	2.79
10	5.73	5.69
15	9.40	8.68

2) 극복방도

주향연장이 무한한 수평원기둥체가 지표면($z=0$)에 만드는 자연전위마당계산공식은 다음과 같다.[1]

$$U(x) = K \frac{(x-x_0)\cos\alpha - z_0\sin\alpha}{(x-x_0)^2 + z_0^2} \quad (1)$$

여기서 x_0 과 z_0 은 수평원기둥체중심의 x 축과 z 축자리표, x 는 측정점의 수평자리표, α 는 분극각, K 는 분극세기이다.

만일 측정면이 수평이 아니고 임의의 형태로 굴곡진 경우 식 (1)을 다음과 같이 고쳐쓸수 있다.

$$U(x, z) = K \frac{(x-x_0)\cos\alpha - (z_0-z)\sin\alpha}{(x-x_0)^2 + (z_0-z)^2} \quad (2)$$

여기서 z 는 측정점의 수직자리표로서 측정구간에서 가장 높은 곳을 기준으로 설정하였을 때의 상대높이다.

식 (2)에서 z 값들은 이미 알고있거나 혹은 측량하여 얻을수 있다. 그러므로 굴곡진 지형에서 얻은 자료를 식 (1)이 아니라 식 (2)를 리용하여 역문제풀이를 진행한다면 측정 자료를 수평면에서 측정한 자료로 전환시키지 않고도 지형의 영향을 고려할수 있다.

3. 모형계산에 의한 방법의 믿음성검증

제기한 방법의 믿음성을 검증하기 위하여 야외조건과 비슷한 지형모형을 설정하고 모형계산을 진행하였다.

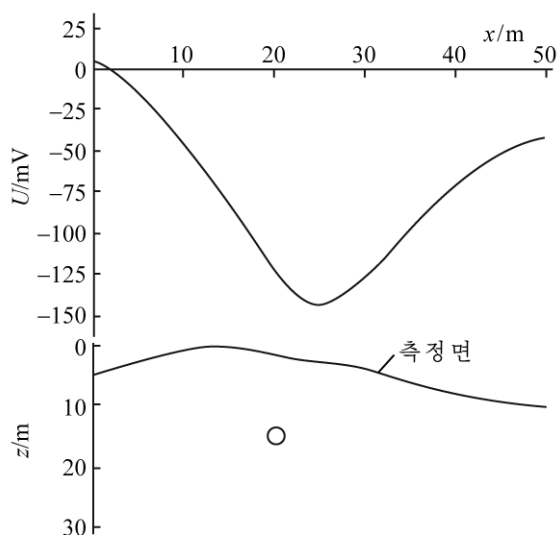


그림 2. 굴곡진 지형에서 얻은 자연전위이상곡선

모형계산에서는 이상체가 측정구간에서 가장 낮은 지형의 높이보다 더 낮은 위치에 놓여있다고 가정하고 자연전위이상곡선(측정자료)을 얻었다.(그림 2) 이때 측정점의 수는 51개, 측정점사이 간격은 1m, 지형상대높이는 10m, 이상체 놓임깊이는 15m, 이상체중심의 수평자리표는 20m, 분극각은 120° , 분극세기는 1 000mV로 설정하였다.

그림 2에서 보는바와 같이 이상체는 3사분구쪽으로 분극되었고 지형의 영향으로 인하여 이상곡선이 외곡되었다.

무보정법(굴곡지형을 수평으로 보고 해석하는 방법)과 논문에서 제기한 방법들을 리용하여 역문제풀이를 진행하고 평균상대오차를 비교하였다.(표 2)

표 2. 굴곡진 지형에서 얻은 측정자료에 대한 역문제풀이결과의 평균상대오차

파라메터	진 값	값범위	무보정법		제기한 방법	
			추정 값	$\bar{\varepsilon} / \%$	추정 값	$\bar{\varepsilon} / \%$
x_0 / m	20	0~50	21.75	8.76	20	0.00
z_0 / m	15	0~50	12.36	17.58	15	0.00
$\alpha / (^\circ)$	120	90~180	114.47	4.60	120	0.00
K / mV	1 000	10~2 000	950.06	4.99	1 000	0.00

표 2에서 보는바와 같이 무보정법에 의한 해석결과의 평균상대오차가 약 9%정도이지만 논문에서 제기한 방법을 리용한 경우에는 모든 파라메터의 진값을 정확히 추정하였다. 이로부터 굴곡진 지형의 매 측정점들에서 측정높이만 정확히 알면 논문에서 제기한 방법을 리용하여 지형영향을 매우 간단하면서도 정확히 고려할수 있다는것을 알수 있다.

맺 는 말

제기한 지형영향제거방법을 리용하면 굴곡진 지형에서 얻은 포텐셜마당자료에 포함된 지형의 영향을 특별한 자료처리를 하지 않고도 정확히 고려할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 리일경; 전기탐사학, 김일성종합대학출판사, 198~200, 주체100(2011).
[2] 徐世浙 等; 地球物理学报, 50, 6, 1811, 2007.

주체109(2020)년 7월 5일 원고접수

A Method for Elevating Correctness of Inversion from Self-potential Field Data Measured on Topographic Relief

Pak Kyong Hun, Kim Ki Song

In this paper, we newly propose the simple method to interpret directly without transpose data measured on relief to horizontal plane.

Keywords: topographic correction, self-potential, inversion