김일성종합대학학보 주체109(2020)년
지구환경과학 및 지질학 제66권 제4호

임의의 자기이상원천의 위치를 결정하기 위한 한가지 방법

조만길, 한흥익

위대한 령도자 **김정일**동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《앞선 탐사방법을 받아들이는데서 중요한것은 또한 지질탐사에 물리탐사방법의 최신 성과를 받아들이는것입니다.》(《**김정일**선집》 증보판 제14권 505페지)

최근 포텐샬마당자료해석에 널리 리용되는 방법들은 웬너역축약, 웨블레트법, 오일레르역축약 등이다.

선행연구[1, 2]에서는 $\cos\theta$를 리용하여 자성경계면을 결정하는 방법을 제기하였는데 이 방법의 부족점은 단순한 자성체들이 만드는 자성경계면에 대하여서만 적용할수 있는것이다. 그리고 선행연구[3]에서는 자성경계면에서 얻은 자력탐사자료를 경사깊이법을 리용하여 해석하였다.

론문에서는 경사깊이법을 리용하여 임의의 모양을 가진 자기이상원천의 위치를 결정하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

1. 방법의 원리

경사깊이법은 각이한 국부자성체들이 만드는 자기마당의 수평 및 수직도함수들의 비를 리용하여 경사각을 구하고 그것에 기초하여 이상체의 수평 및 수직위치를 구하는 방법이다.

수평도함수와 수직도함수의 비는 다음과 같이 계산한다.

$$r = -\frac{\partial f}{\partial z}\bigg/\frac{\partial f}{\partial x} \tag{1}$$

여기서 $\partial f/\partial x$는 자기마당의 수평1계도함수, $\partial f/\partial z$는 자기마당의 수직1계도함수이다.

수평도함수와 수직도함수의 비값이 최대인 점을 리용하여 이상체의 수평위치를 결정하고 $\theta = \pm 45^\circ$일 때 측정점들사이의 거리 혹은 그 평균거리를 이상체의 깊이로 규정한다.

관측면이 수평인 경우 임의의 모양을 가진 자기이상원천이 만드는 자기마당세기완전성분 $\Delta T(x)$는 다음과 같이 표시된다.

$$\Delta T(x) = 2J\frac{\sin j_0}{\sin j}\sum_{k=1}^{m}\sin Q(k)\left[0.5\cos E_0(k)\ln\frac{S_2(k)}{S_1(k)} - \sin E_0(k)\theta(k)\right] \tag{2}$$

여기서

$$Q(k) = \frac{\pi}{2} + \varphi - D_0,\ \ D_0 = \frac{\pi}{2} + \tan^{-1}\left(\frac{H_0(k)}{X_0(k)}\right),\ \ X_0(k) = X(k+1) - X(k),$$

$$H_0(k) = H(k+1) - H(k),\ \ E_0(K) = \varphi - (j_i + j) - \frac{\pi}{2} + D_0,\ \ S_1(k) = R_1^2(k) + H^2(k),$$

$$S_2(k)=R_2^2(k)+H^2(k+1),\ R_1(k)=X(k)-x,\ R_2(k)=X(k+1)-x,$$

$$\theta(k)=\tan^{-1}\left(\frac{H(k)}{R_1(k)}\right)-\tan^{-1}\left(\frac{H(k+1)}{R_2(k)}\right)$$

이다. 그리고 $X(k)$와 $H(k)$는 각각 다각형모서리점들의 수평, 수직자리표, k는 시계바늘회전방향으로 정한 모서리점들의 번호, j는 자성체자름면에 투영한 자화세기벡토르분력의 경사각, j_i는 정상자기마당방향으로 향한 감응자화세기벡토르의 탐사자름면에 대한 사영분력의 경사각, x는 측정점의 자리표, φ는 수평면과 다각형의 변들사이의 각, m은 모서리점들의 수이다.

식 (2)로부터 자기마당세기완전성분의 수평, 수직도함수들을 구하면 다음과 같다.

$$\Delta T_x(x)=2J\frac{\sin j_0}{\sin j}\sum_{k=1}^{m}\sin Q(k)\left[\cos E_0(k)\left(\frac{R_1(k)}{S_1(k)}-\frac{R_2(k)}{S_2(k)}\right)-\sin E_0(k)\left(\frac{r_1(k)}{S_1(k)}-\frac{r_2(k)}{S_2(k)}\right)\right] \quad (3)$$

$$\Delta T_z(x)=2J\frac{\sin j_0}{\sin j}\sum_{k=1}^{m}\sin Q(k)\left[\cos E_0(k)\left(\frac{r_1(k)}{S_1(k)}-\frac{r_2(k)}{S_2(k)}\right)-\sin E_0(k)\left(\frac{R_2(k)}{S_2(k)}-\frac{R_1(k)}{S_1(k)}\right)\right] \quad (4)$$

따라서 수평도함수와 수직도함수의 비는 다음과 같다.

$$r=\frac{\cos E_0(k)\left(\frac{r_1(k)}{S_1(k)}-\frac{r_2(k)}{S_2(k)}\right)-\sin E_0(k)\left(\frac{R_2(k)}{S_2(k)}-\frac{R_1(k)}{S_1(k)}\right)}{\cos E_0(k)\left(\frac{R_1(k)}{S_1(k)}-\frac{R_2(k)}{S_2(k)}\right)-\sin E_0(k)\left(\frac{r_1(k)}{S_1(k)}-\frac{r_2(k)}{S_2(k)}\right)} \quad (5)$$

2. 방법의 믿음성검증

우리는 제기한 방법의 믿음성을 검증하기 위하여 모형계산을 진행하였다.

모형계산에서는 임의의 다각형이상체가 만드는 자기마당을 계산하고(그림 1) 그것을 측정자료로 하였다. 이때 탐사선길이는 200m, 탐사점사이 거리는 1m, 이상체의 놓임깊이는 10m, 이상체중심의 수평놓임위치는 100m, 정상자기마당의 세기는 52 000nT, 이상체는 수직자화되였다고 가정하였다.

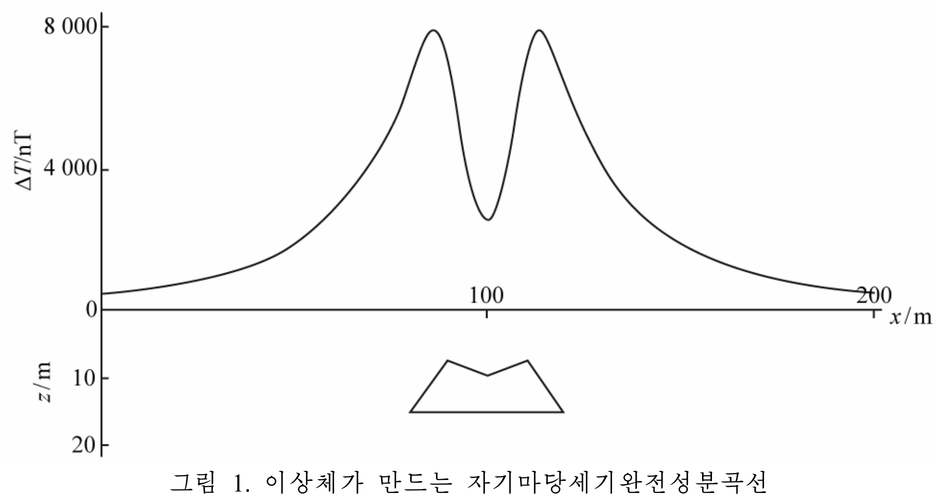

그림 1. 이상체가 만드는 자기마당세기완전성분곡선

식 (3), (4)에 의하여 얻은 자기마당세기완전성분의 수평, 수직도함수곡선은 그림 2와 같다.

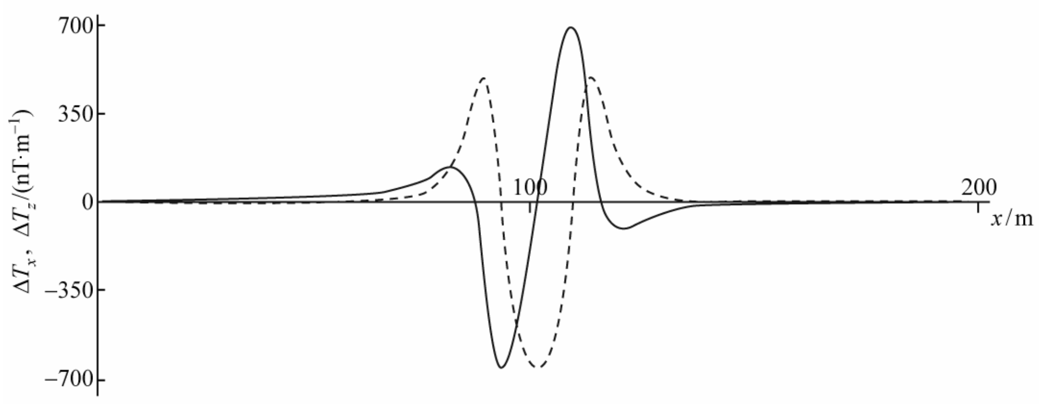

그림 2. 수평(실선) 및 수직(점선)도함수곡선

자기마당세기완전성분의 수평도함수와 수직도함수의 비값을 계산하고 이상체의 수평위치와 놓임깊이를 결정하였다.(그림 3)

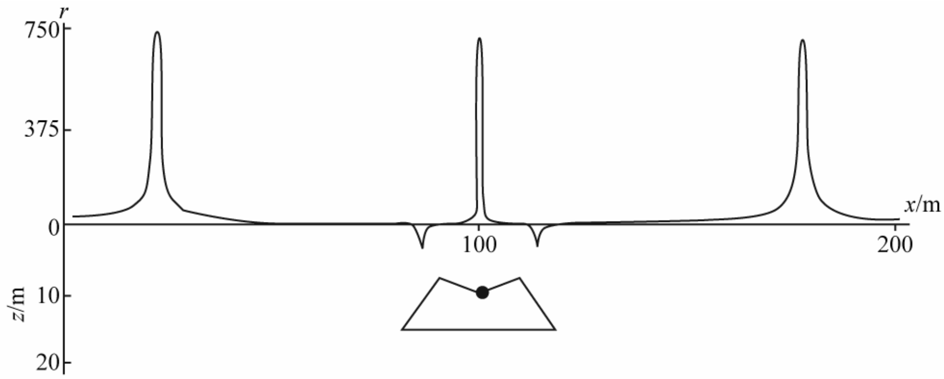

그림 3. r곡선에 의한 이상체의 수평 및 놓임깊이 결정

그림 3에서 보는바와 같이 이상체중심의 수평위치는 100.03m이고 놓임깊이는 10.1m로서 모형자료와 잘 일치한다.

맺 는 말

경사깊이법은 임의의 모양을 가진 자기이상원천의 위치결정에 효과적으로 리용할수 있다. 이때 원천깊이는 근사적으로 이상체의 중심까지이며 측정자료에는 될수록 장애가 섞이지 말아야 한다.

참 고 문 헌

[1] G. P. J. Cooper; Computers & Geosciences, 37, 1102, 2011.
[2] G. P. J. Cooper; Computers & Geosciences, 44, 95, 2012.
[3] H. G. Miller et al.; Journal of Applied Geophysics, 32, 213, 1994.

주체109(2020)년 7월 5일 원고접수

Method for Determination of Location of the Magnetic Anomaly Source with Any Form

Jo Man Gil, Han Hung Ik

In this paper we proposed method for determination of location of a magnetic anomaly source with any form by using tilt-depth method. This method can effectively be utilized for determination of the location of potential field sources.

Keywords: anomaly source, magnetic prospecting