김일성종합대학학보 JOURNAL OF KIM IL SUNG UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체105(2016)년 제62권 제12호 Vol. 62 No. 12 JUCHE105(2016).

임의의 모양을 가지는 2차원자성체의 중심위치를 결정하기 위한 한가지 방법

조 만 길

위대한 령도자 **김정일**동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

지난 시기 자기이상의 해석신호를 리용하여 이상체의 경사각과 놓임깊이 등을 결정하기 위한 연구[1]가 많이 진행되였다. 그러나 이 방법들은 형태가 알려진 자성체들에 대해서만 적용할수 있는 부족점이 있다.

론문에서는 자기벡토르의 크기(MMVC)와 자기구배텐소르의 해석신호(ASMGT)의 최대값비를 리용하여 임의의 모양을 가지는 자성원천의 놓임깊이를 결정하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

1. 방법의 원리

xy평면에서 z축을 수직아래로 취한 자리표계에서 완전자기이상은 다음과 같이 표시된다.[2]

$$\Delta T=-\frac{\partial W}{\partial t}=-\left[\frac{\partial W}{\partial x}\cdot\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial W}{\partial y}\cdot\frac{\partial y}{\partial t}+\frac{\partial W}{\partial z}\cdot\frac{\partial z}{\partial t}\right]=-(B_x l+B_y m+B_z n) \tag{1}$$

여기서 W는 스칼라포텐샬, t는 지자기마당방향에서의 단위벡토르, I는 정상지자기마당의 복각, D는 지자기편각, B_x, B_y, B_z는 x, y, z방향에 따르는 ΔT의 자기벡토르성분(MVC), l, m, n은 방향코시누스로서 다음과 같다.

$$l=\cos I\cos D,\ m=\cos I\sin D,\ n=\sin I$$

식 (1)은 $\Delta T \ll T_0$일 때 성립한다. T_0은 정상지자기마당의 크기이다.

한편 자기벡토르 B의 해석신호는 다음과 같이 표시된다.

$$A(x, y, z)=B_x\bar{e}_x+B_y\bar{e}_y+jB_z\bar{e}_z \tag{2}$$

여기서 j는 복소수, $(\bar{e}_x,\ \bar{e}_y,\ \bar{e}_z)$는 단위벡토르이다.

자기벡토르의 크기(MMVC)는 다음과 같다.[2]

$$\mathrm{MMVC}=\sqrt{B_x^2+B_y^2+B_z^2} \tag{3}$$

자기구배텐소르(MGT)는 다음과 같이 표시된 포텐샬함수 W의 2계도함수로 구성된다.[3]

$$\mathrm{MGT}=\begin{bmatrix}\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 W}{\partial x\partial y} & \frac{\partial^2 W}{\partial x\partial z}\\ \frac{\partial^2 W}{\partial y\partial x} & \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 W}{\partial y\partial z}\\ \frac{\partial^2 W}{\partial z\partial x} & \frac{\partial^2 W}{\partial z\partial y} & \frac{\partial^2 W}{\partial z^2}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}B_{xx} & B_{xy} & B_{xz}\\ B_{yx} & B_{yy} & B_{yz}\\ B_{zx} & B_{zy} & B_{zz}\end{bmatrix} \tag{4}$$

자기구배텐소르해석신호(ASMGT)는 다음의 식으로 계산한다.

$$|A_x|=\sqrt{B_{xx}^2+B_{xy}^2+B_{xz}^2} \tag{5}$$

$$|A_y|=\sqrt{B_{yy}^2+B_{yx}^2+B_{yz}^2} \tag{6}$$

$$|A_z|=\sqrt{B_{zz}^2+B_{zy}^2+B_{zx}^2} \tag{7}$$

$|A_x|$, $|A_y|$, $|A_z|$의 값들가운데서 최대값을 구하고 $|A_x|_{최대}$, $|A_y|_{최대}$인 측정점의 x방향, y방향자리표를 x_0, y_0으로 한다.

MMVC와 ASMGT의 최대값비를 계산한다.[4]

$$z_0=c_{pd_x}\left|\frac{\mathrm{MMVC}}{A_x}\right|_{x=x_0,\ y=y_0} \tag{8}$$

$$z_0=c_{pd_y}\left|\frac{\mathrm{MMVC}}{A_y}\right|_{x=x_0,\ y=y_0} \tag{9}$$

$$z_0=3\left|\frac{\mathrm{MMVC}}{A_z}\right|_{x=x_0,\ y=y_0} \tag{10}$$

여기서 $c_{pd_x}=3\sqrt{\frac{l^2+n^2}{l^2+m^2+4n^2}}$, $c_{pd_y}=3\sqrt{\frac{m^2+n^2}{l^2+m^2+4n^2}}$ 이다.

식 (8)－(10)을 리용하여 계산한 값의 평균값을 원천의 놓임깊이로 설정한다.

2. 방법의 믿음성검증

우리는 제기한 방법의 믿음성을 검증하기 위하여 원천의 수평위치와 놓임깊이를 결정하기 위한 모형계산실험을 진행하였다. 이때 모형으로 임의의 5각형을 리용하였으며 모형중심의 위치는 $x_0=5\mathrm{m}$, $z_0=3.5\mathrm{m}$ 이다.

우선 자화방향이 거꿀문제풀이결과에 미치는 영향을 평가하였다.

자화방향이 각각 15, 30, 45, 60, 75, 90°인 경우 원천의 수평위치와 놓임깊이를 계산한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 자화방향에 따르는 놓임요소

자화방향 /(°)	계산값		절대오차	
	x_0/m	z_0/m	x_0/m	z_0/m
15	4.960	3.439	0.040	0.061
30	4.970	3.416	0.030	0.084
45	4.980	3.514	0.020	0.014
60	4.962	3.493	0.038	0.007
75	5.015	3.491	0.015	0.009
90	5.035	3.517	0.035	0.017
평균	4.987	3.478	0.030	0.032

표 1에서 보는바와 같이 계산한 수평위치, 놓

임깊이의 평균절대오차는 각각 0.030, 0.032m로서 비교적 작다. 이로부터 제기한 방법이 자화방향의 영향을 적게 받는다는것을 알수 있다.

다음으로 우리 나라 지역에서 복각($I=52\sim58°$)과 편각($D=-6\sim-10°$)이 놓임요소결정에 미치는 영향에 대하여 평가하였다.(표 2)

표 2. 자성체의 놓임요소결정에 미치는 편각과 복각의 영향

I /(°)	D /(°)	계산값 x_0/m	계산값 z_0/m	절대오차값 x_0/m	절대오차값 z_0/m
52	−6	5.102	3.497	0.102	0.003
53	−8	5.021	3.494	0.021	0.006
54	−7	5.018	3.467	0.018	0.033
55	−9	5.089	3.451	0.089	0.049
56	−10	5.062	3.485	0.062	0.015
57	−7	5.053	3.478	0.053	0.022
58	−9	5.058	3.497	0.058	0.003
평균		5.058	3.481	0.058	0.019

표 2에서 보는바와 같이 제기한 방법으로 결정한 자성체의 놓임요소는 복각과 편각의 영향을 크게 받지 않는다는것을 알수 있다.

맺는 말

각이한 자화방향에 따라 계산한 수평위치와 놓임깊이들의 절대오차는 평균 0.05m이하로서 제기한 방법이 자화방향의 영향을 크게 받지 않는다는것을 보여준다.

제기한 방법으로 임의의 모양을 가진 자성체의 놓임요소를 결정할 때 복각과 편각은 큰 영향을 미치지 않는다.

참 고 문 헌

[1] Bulet Oruc; Journal of Applied Geophysics, 70, 27, 2010.

[2] R. G. Henderson et al.; Geophysics, 13, 428, 1948.

[3] L. B. Pedersen et al.; Geophysics, 55, 1558, 1990.

[4] P. Stavrev et al.; Geophysical Prospecting, 48, 317, 2000.

주체105(2016)년 8월 5일 원고접수

A Determinative Method of the Central Location for 2D Magnetic Body with an Arbitrary Shape

Jo Man Gil

This paper presented a determinative method of the central location for 2D magnetic body with an arbitrary shape using the magnitude of magnetic vector components and the maximum ratio of analytic signals of the magnetic gradient tensor.

Through calculating experiments of models it is proved that this method unaffected on magnetization direction and declination of magnetic body.

Key words: magnetic body, analytic signal