

자기마당완전세기의 진폭을 리용한 자력탐사자료의 3차원해석방법

최영남

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《컴퓨터에 의한 탐사자료의 처리와 해석, 위성화상자료해석기술을 새롭게 연구도입하고 여러가지 응용프로그램들을 개발하여 지질탐사사업에 널리 리용하여야 합니다.》

지금까지 자력탐사자료해석에서는 잔류자화를 무시하고 감응자화만을 고려하여 해석을 진행하였다.[3] 그러나 유적조사나 일부 광물들에 대한 자력탐사자료해석을 진행할 때에는 자화방향을 반드시 고려하여야 한다.

본문에서는 자화방향의 영향을 크게 받지 않는 자기마당완전세기의 진폭을 리용하여 자력탐사자료를 해석할수 있는 한가지 방법을 제기하고 모형계산을 통하여 방법의 믿음성을 검증하였다.

1. 잔류자화가 자기마당완전세기의 진폭에 미치는 영향

2차원해석신호의 진폭은 자화방향의 영향을 받지 않는다.[1]

3차원문제의 경우 자기마당완전세기의 진폭이 자화방향의 영향을 적게 받는다는것을 검증하기 위하여 서로 다른 방향으로 자화된 이상체가 만드는 자기마당을 계산하고 자기마당세기의 완전성분과 자기마당완전세기의 진폭의 특성을 비교하였다.

모형계산에서는 지자기정상마당의 복각은 $i_0 = 55^\circ$, 편각은 $d_0 = -8^\circ$ 로 설정하였다. 그리고 직6면체모형(이상체)의 자화세기는 1 000mA/m, 자화방향은 각각 $j = 50^\circ$, $d = -65^\circ$ 와 $j = 75^\circ$, $d = 25^\circ$ 로 서로 다르게 설정하였다.

서로 다른 자화방향에 따르는 자기마당세기의 완전성분의 특성은 그림 1과 같다.

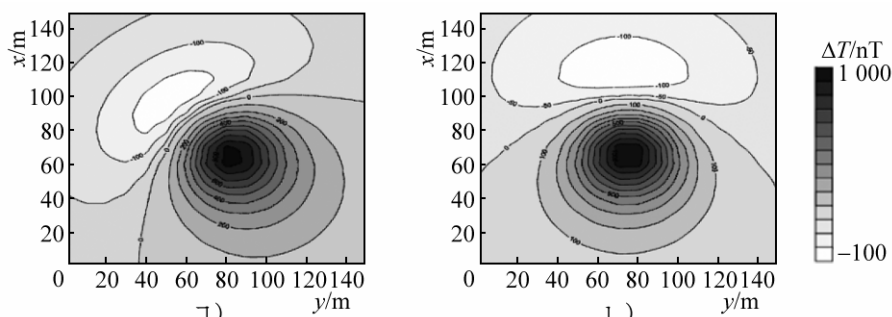


그림 1. 자화방향에 따르는 자기마당세기의 완전성분의 특성

ㄱ) $j = 50^\circ$, $d = -65^\circ$ 일 때, ㄴ) $j = 75^\circ$, $d = 25^\circ$ 일 때

그림 1에서 보는바와 같이 자화방향에 따라 자기마당세기의 완전성분의 형태와 세기는 심하게 차이난다.

서로 다른 자화방향에 따르는 자기마당완전세기의 진폭의 특성은 그림 2와 같다.

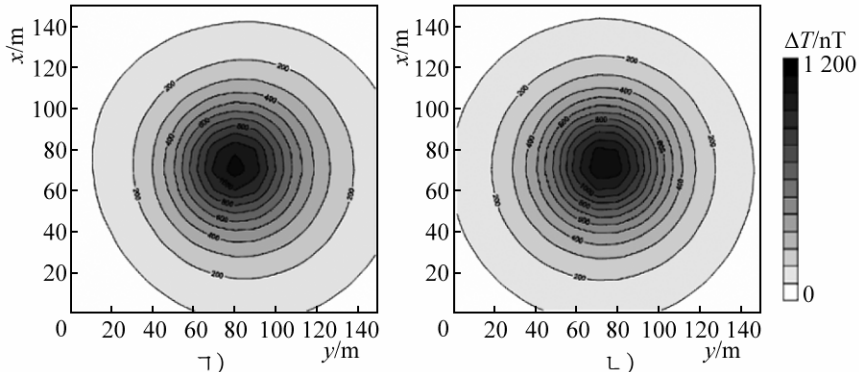


그림 2. 자화방향에 따르는 자기마당완전세기의 진폭의 특성

ㄱ) $j=50^\circ$, $d=-65^\circ$ 일 때, ㄴ) $j=75^\circ$, $d=25^\circ$ 일 때

그림 2에서 보는바와 같이 자화방향에 따라 자기마당완전세기의 진폭은 형태와 세기가 크게 차이 나지 않는다. 이로부터 자기마당완전세기의 진폭을 리용하면 이상체의 잔류자화세기가 큰 경우에도 자력탐사자료에 대한 3차원해석을 진행할 수 있다는 것을 알 수 있다.

2. 자기마당완전세기의 진폭을 리용한 3차원해석방법과 믿음성검증

자기마당완전세기의 진폭은 다음과 같이 표시된다.[3]

$$|\vec{T}| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (1)$$

여기서 B_x , B_y , B_z 는 3차원직각자리표계에서 자기마당완전세기의 성분들이다.

일반적으로 야외에서 자력탐사를 진행하여 얻은 측정자료는 자기마당세기의 완전성분이다. 그러므로 푸리에변환을 리용하여 자기마당완전세기의 세 성분들을 결정한 다음 식 (1)에 의하여 자기마당완전세기의 진폭을 계산하여야 한다.

자기마당완전세기의 진폭을 리용하여 자력탐사자료의 3차원해석을 진행하기 위하여서는 우선 식 (1)을 리용하여 정문제풀이를 진행한다.

정문제풀이를 위하여 해석구역을 요소직6면체들의 모임으로 근사시키고 요소직6면체가 만드는 자기마당을 계산한다. 이때 자화방향은 임의로 설정할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} B_x &= J \left[\frac{N}{2} \ln \left(\frac{r+v}{r-v} \right) + M \cdot \ln(r+w) + L \cdot \arctan \left(\frac{uv}{u^2 + w^2 + rw} \right) \right] \Bigg|_{u_0}^{u_1} \Bigg|_{v_0}^{v_1} \Bigg|_{w_0}^{w_1} \\ B_y &= J \left[\frac{N}{2} \ln \left(\frac{r+u}{r-u} \right) + L \cdot \ln(r+w) + M \cdot \arctan \left(\frac{uv}{r^2 + rw - u^2} \right) \right] \Bigg|_{u_0}^{u_1} \Bigg|_{v_0}^{v_1} \Bigg|_{w_0}^{w_1} \\ B_z &= J \left[\frac{M}{2} \ln \left(\frac{r+u}{r-u} \right) + \frac{L}{2} \cdot \ln \left(\frac{r+v}{r-v} \right) - N \cdot \arctan \left(\frac{uv}{rw} \right) \right] \Bigg|_{u_0}^{u_1} \Bigg|_{v_0}^{v_1} \Bigg|_{w_0}^{w_1} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

여기서 $r = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$, $u_i = x_i - x$, $v_j = y_j - y$, $w_k = z_k - z$, J 는 요소직6면체의 자화세기, $i, j, k = \overline{0, 1, L, M, N}$ 은 J 의 방향코시누스들이다.

다음으로 역문제풀이를 진행한다.

우리는 제기한 방법의 믿음성을 검증하기 위하여 모형계산을 진행하였다.

모형계산에서는 경사저놓여있는 3차원자기이상체가 만드는 자기마당을 측정마당으로 리용하였다. 이때 지자기정상마당의 방향은 $i_0 = 55^\circ$, $d_0 = -8^\circ$ 이고 자성체의 자화방향은 $j = 75^\circ$, $d = 35^\circ$, 자화세기는 $J = 1000 \text{ mA/m}$ 로 설정하였다. 그리고 측정자료의 수는 256개, 측정점들사이의 간격은 10m로 설정하였다.

측정마당과 그것에 기초하여 계산한 자기마당완전세기의 진폭의 등값선도는 그림 3과 같다.

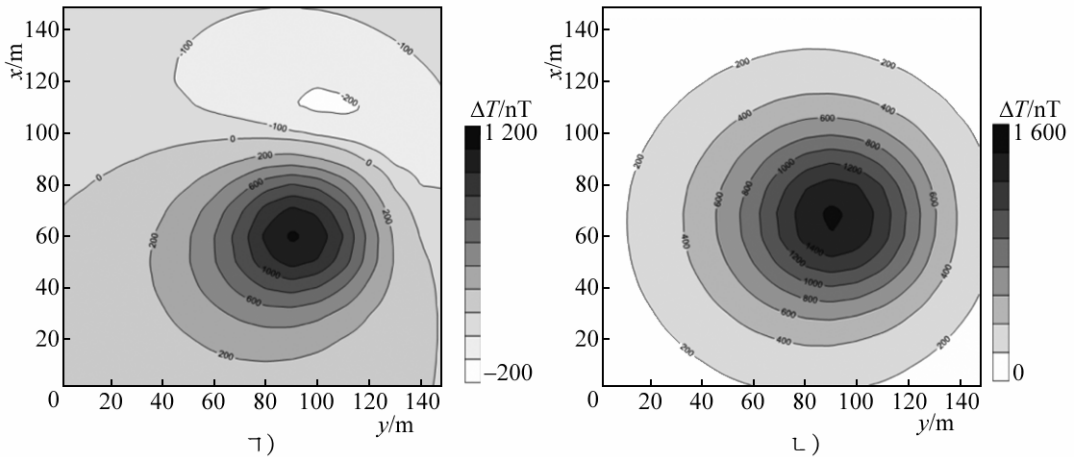


그림 3. 측정마당(Γ)과 자기마당완전세기의 진폭의 등값선도(Λ))

역문제풀이를 진행하기 위하여 해석구역을 x , y 축방향에서 각각 16개, z 축방향에서 10개로 분할하였다. 요소직6면체의 크기는 $10\text{m} \times 10\text{m} \times 10\text{m}$ 이다. 요소체의 자화방향은 모르므로 지자기정상마당의 방향과 일치시켰다.

SIRT법[2]을 리용하여 역문제풀이를 진행하였다.

자기마당완전세기의 진폭을 리용한 3차원해석결과는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 자기이상체가 잔류자화를 가지고있는것으로 하여 그것의 자화방향을 모르는 경우에도 3차원이상체의 위치와 놓임깊이는 물론 그 형태가 비교적 정확히 반영된다. 그러나 추정된 자화세기의 최대값은 800 mA/m 로서 실제자화세기의 값보다 작다.

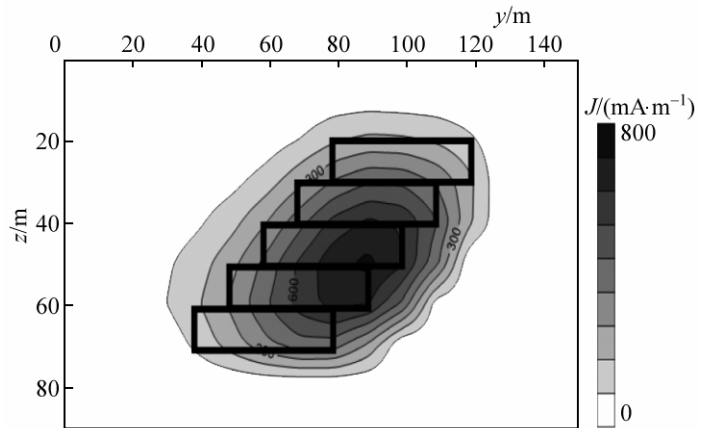


그림 4. 자기마당완전세기의 진폭을 리용한 3차원해석결과($x=70\text{m}$ 에서의 수직자름면)

맺 는 말

자기마당완전세기의 진폭을 리용한 자력탐사자료의 3차원해석방법은 자화방향을 고려하지 않고도 이상체의 위치와 놓임깊이, 형태를 비교적 정확히 밝힐수 있는 효과적인 해석방법이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 54, 6, 156, 주체97(2008).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 47, 1, 142, 주체90(2001).
- [3] Li Yaoguo et al.; Geophysics, 75, 1, L1, 2010.

주체109(2020)년 10월 5일 원고접수

Three-Dimensional Interpretation Method of Magnetic Data by Using Amplitude of Anomalous Magnetic Field

Choe Yong Nam

In this paper has been suggested 3D interpreting method using amplitude of anomalous magnetic field on base of finding the possibility capable of regarding remanent magnetization in interpreting of magnetic data and has been proved the reliability of the method via model calculation.

Keywords: remanent magnetization, magnetic anomaly, amplitude