

표준화된 원천세기를 리용한 이상체의 위치와 구조지수결정의 한가지 방법

김성준, 권순일

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《원료와 연료, 동력문제를 해결하기 위한 과학기술적문제를 푸는데서 중요한것은 우리 나라의 자원을 널리 개발하기 위한 과학기술적문제를 푸는것입니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 134페이지)

최근 자력탐사자료해석에서는 이상체의 위치와 구조지수를 결정하는데 오일러르거꿀문제풀이방법을 리용하고있다. 그러나 이상체가 강한 잔류자화의 영향을 받은 경우 자기이상완전성분을 리용하여 오일러르거꿀문제풀이를 진행하면 자기이상곡선이 심히 이지러지는것으로 하여 해석결과의 믿음성이 떨어진다.[1-4]

론문에서는 이상체의 자화방향과 독립인 표준화된 원천세기를 리용한 오일러르거꿀문제풀이방법을 제기하고 모형계산실험을 통하여 방법의 믿음성을 검증하였다.

1. 표준화된 원천세기를 리용한 오일러르거꿀문제풀이방법

2차원 및 3차원원천들에 의하여 생기는 표준화된 원천세기는 오일러르동차방정식을 만족시킨다.[2]

$$(r - r_0)\nabla\mu = -n(\mu - C) \quad (1)$$

여기서 r_0 과 r 는 각각 자리표원점으로부터 관측점과 원천점으로 향하는 동경벡토르, μ 는 표준화된 원천세기(NSS), n 은 구조지수, C 는 주어진 자료창문안에서의 지방이상을 나타내는 상수이다.

식 (1)을 전개하면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \left(\frac{\partial\mu_1}{\partial x}\right) & \left(\frac{\partial\mu_1}{\partial y}\right) & \left(\frac{\partial\mu_1}{\partial z}\right) & \mu_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \left(\frac{\partial\mu_m}{\partial x}\right) & \left(\frac{\partial\mu_m}{\partial y}\right) & \left(\frac{\partial\mu_m}{\partial z}\right) & \mu_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ -n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1\left(\frac{\partial\mu_1}{\partial x}\right) + y_1\left(\frac{\partial\mu_1}{\partial y}\right) + z_1\left(\frac{\partial\mu_1}{\partial z}\right) \\ \vdots \\ x_m\left(\frac{\partial\mu_m}{\partial x}\right) + y_m\left(\frac{\partial\mu_m}{\partial y}\right) + z_m\left(\frac{\partial\mu_m}{\partial z}\right) \end{bmatrix} \quad (2)$$

여기서 $[\mu_1, \dots, \mu_m]$ 은 관측면우에서의 표준화된 원천세기벡토르, $x_i, y_i, z_i (i = \overline{1, m})$ 들은 각각 관측점의 x, y, z 자리표, x_0, y_0, z_0 은 이상체의 위치를 나타내는 자리표이다.

m 개의 자료점들을 포함하는 창문이 주어지면 미지파라미터들인 이상체의 위치와 구조지수는 식 (2)를 리용하여 결정할수 있다.

식 (2)에서 표준화된 원천세기는 측정값(자기이상완전성분)의 자기구배텐소르(MGT)의 고

유값들로부터 계산할수 있다.[3]

$$\Gamma = -C_m \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{xx} & B_{xy} & B_{xz} \\ B_{xy} & B_{yy} & B_{yz} \\ B_{xz} & B_{yz} & B_{zz} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\mu = \sqrt{-\lambda_2^2 - \lambda_1 \lambda_3} \quad (4)$$

여기서 Φ 는 자기스칼라포텐셜, Γ 는 완전자기이상의 구배텐소르(MGT), B 는 완전자기이상, $C_m = 10^{-7} \text{H/m}$, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 는 Γ 의 고유값들이다.

식 (3)에서 B 의 2계도함수들과 μ 의 1계도함수들은 주파수영역에서의 성분간변환식[1]을 리용하여 계산할수 있다.

표준화된 원천세기를 리용한 오일레르거꼴문제풀이방법의 알고리즘은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 자기구배텐소르(MGT)에 기초하여 표준화된 원천세기와 그것의 도함수를 계산한 다음 표준화된 원천세기의 최대값을 중심으로 하는 정방형창문을 설정하고 거꼴문제풀이를 진행한다. 이때 창문의 크기가 설정한 한계크기를 넘지 않을 때까지 점차 증가시키면서 매 자료창문에 대한 풀이들을 계산한다. 그리고 얻어진 풀이들가운데서 최소불확신성을 가지는 풀이를 진풀이로 선택한다.

표준화된 원천세기를 리용한 오일레르거꼴문제풀이방법에서는 표준화된 원천세기의 최대값을 중심으로 하여 자료창문을 설정함으로써 풀이의 믿음성을 높일수 있다.

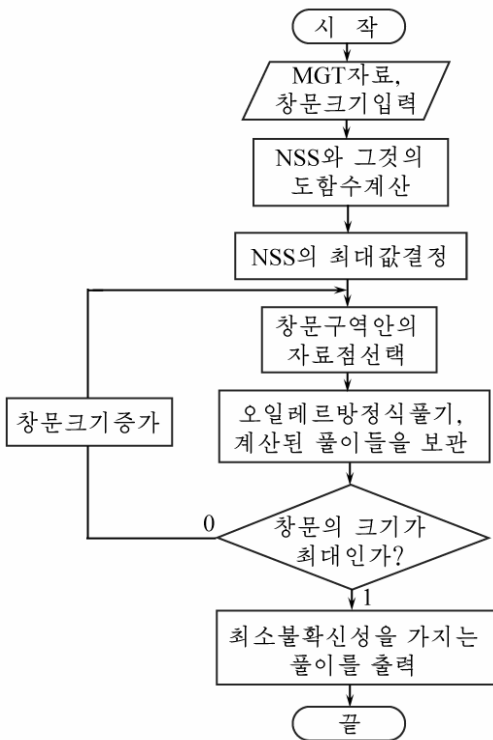


그림 1. 표준화된 원천세기(NSS)를 리용한 오일레르거꼴문제풀이알고리즘

2. 모형계산실험을 통한 방법의 믿음성검증

모형계산실험에서는 25m 깊이에 놓여있는 크기가 200m×200m×200m인 립방체모형이 만드는 표준화된 원천세기를 계산하고 그것을 리용하여 오일레르거꼴문제풀이를 진행하고 모형의 위치와 깊이, 구조지수를 결정하였다. 이때 수직감응자기마당속에서 모형의 자화경사각은 45°, 편각은 0°라고 가정하고 매 완전자기이상성분들에 20%의 가우스우연장애를 추가하였다.

먼저 장애의 영향을 줄이기 위하여 오일레르거꼴문제풀이에 앞서 완전자기이상성분들

을 5m우로 해석연장하였다. 다음 계산창문의 크기를 30m×30m로 설정하고 창문의 중심은 표준화된 원천세기의 최대값점과 일치시켰다. 그리고 창문크기를 점차 늘이면서 오일러저꿀문제풀이를 진행하였다. 이때 창문크기의 윗한계는 150m×150m로 하였다.

오일러저꿀문제풀이를 진행한 후 깊이와 구조지수의 빈도수기둥도표를 작성하였다.(그림 2)

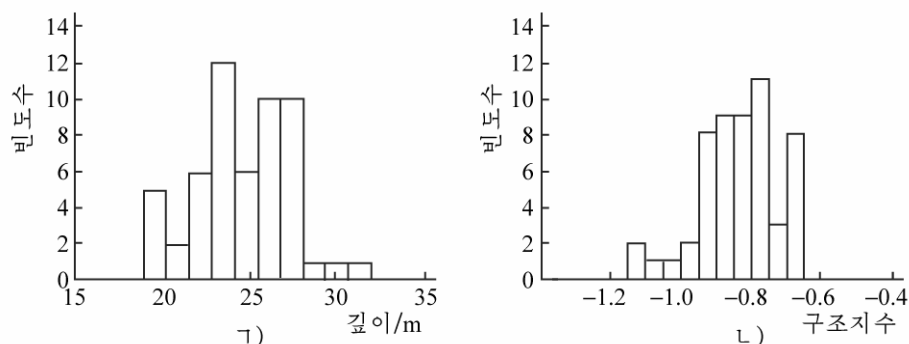


그림 2. 모형의 깊이(L)와 구조지수(L)의 빈도수기둥도표

그림 2에서 보는바와 같이 빈도수가 제일 큰 이상체의 추정깊이와 구조지수는 각각 $(24.5 \pm 2.8)m$, -0.83 ± 0.12 이다.

이로부터 이상체의 깊이와 구조지수를 각각 $(24.5 \pm 2.8)m$, -0.83 ± 0.12 이라고 평가하고

깊이와 구조지수값들이 이 범위에 있는 풀이들을 진 풀이로 선택하였다.(그림 3)

그림 3에서 보는바와 같이 오일러저꿀이들의 집중위치가 이상체의 위치와 거의 일치한다는것을 알 수 있다.

맺 는 말

표준화된 원천세기를 리용한 오일러저꿀문제풀이방법은 이상체가 강한 잔류자화를 가지고있는 경우에도 자기이상체의 위치 및 구조지수를 비교적 정확히 평가할수 있는 효과적인 방법이다.

참 고 문 헌

- [1] 채수호 등; 자력탐사학, 김일성종합대학출판사, 99~120, 주체97(2008).
- [2] M. Haney et al.; Geophysical Journal International, 152, 251, 2013.
- [3] Majid Beiki et al.; Geophysics, 77, 6, 1993, 2012.
- [4] Xiong Li; Geophysics, 71, L13, 2006.

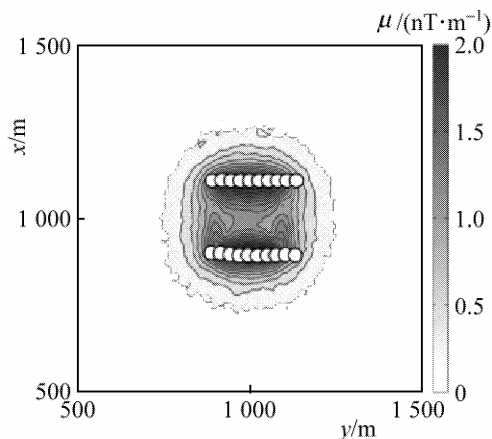


그림 3. 표준화된 원천세기를 리용한 오일러저꿀문제풀이결과

A Method for Estimating Magnetic Source Location and Structural Index using NSS

Kim Song Jun, Kwon Sun Il

We have introduced an estimating method of magnetic source location and structural index using NSS.

The Euler deconvolution using the NSS is an effective method to exactly estimate the magnetic source location and structural index for anomaly bodies which have relatively strong remanent magnetization.

Key words: NSS, Euler deconvolution