

수자광산설계지원체계에서 무연탄층모형 작성을 위한 한가지 방법

최 광 우

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《현행탐사부문에서는 당면한 생산에만 치우치는 현상을 없애고 탄광, 광산의 심부와 주변탐사를 책임적으로 조직하여 10년, 20년이상 캘수 있는 매장량을 확보하여야 합니다.》
(《김정일선집》 제14권 증보판 501페이지)

인민경제 여러 부문에 절실히 필요한 석탄에 대한 수요를 원만히 보장하기 위한 중요한 방도의 하나는 지금 있는 탄광들의 심부와 주변탐사를 강화하여 석탄매장량을 결정적으로 확보하는것이다.

지난 시기 지리정보체계 ArcView에서 구축한 갱평면도와 채굴자름면도자료기지에 기초하여 크리그보간에 의한 무연탄층형태결정방법[2]과 도면작성프로그램 Surfer에 의한 탄층형태시각화방법[3]들이 제기되였다. 그러나 이 방법들은 지표와 갱도에서 측정한 무연탄층의 경사자료와 상하반관계자료들을 리용하지 못하였다.

본문에서는 무연탄층의 위치자료, 경사자료, 상하반관계자료들을 리용하여 무연탄층수학모형을 작성하고 수자광산설계지원체계 Surpac를 리용한 무연탄층3차원모형작성방법을 제기하였다.

1. 무연탄층수학모형

무연탄층수학모형을 작성하기 위하여서는 먼저 모형작성에 리용할수 있는 자료들을 구분하여야 한다. 우리는 무연탄탐사와 개발과정에 리용하는 자료들을 분석한데 기초하여 다음과 같이 입력자료를 세가지로 구분하였다.

① 무연탄층의 위치자료이다.

이 자료는 지표에 로출된 무연탄층의 위치자료, 추공에서 무연탄층착맥깊이자료와 갱도에서 무연탄층깊이자료이다.

② 무연탄층의 경사자료이다.

이 자료는 지표 및 갱도에서 측정한 무연탄층면의 주향 및 경사자료이다.

③ 무연탄층의 상하반관계자료이다.

갱도가 무연탄층의 내부를 통과하는 경우 무연탄층상반에 대해서는 +1로, 무연탄층하반에 대해서는 -1로 설정한다.

다음 무연탄층수학모형을 Horizon2000[1]에 기초하여 다음과 같이 작성하였다.

무연탄층모형은 계산구역 Ω 를 x 축방향으로 $(N_x - 1)$ 등분, y 축방향으로 $(N_y - 1)$ 등분한 다음 매 살창점 (x_i, y_j) ($i = \overline{1, N_x}, j = \overline{1, N_y}$)에서 계산하는데 무연탄층의 상반 또는 하반의 위치자료 (x, y, z) 가 주어졌을 때 매 살창점에서 무연탄층모형 $z = f(x, y)$ 는 다음과 같이 표시된다.

$$z = f(x, y) = a_{00} + a_{10}\xi + a_{01}\eta + a_{20}\xi^2 + a_{11}\xi\eta + a_{02}\eta^2 \quad (1)$$

여기서 $\xi = (x - x_i)/\Delta x$, $\eta = (y - y_j)/\Delta y$, (x_i, y_j) 는 점 (x, y) 로부터 가장 가까운 살창점의 위치, Δx 와 Δy 는 살창간격, a_{00} , a_{10} , a_{01} , a_{20} , a_{11} , a_{02} 는 요소살창구역에서 구하려는 2차 함수의 결수들이다.

무연탄층의 경사자료 $(x_k, y_k, z_k, \phi_k, \theta_k)$ 가 주어졌을 때 무연탄층모형 $f(x_k, y_k)$ 에 대한 x, y 방향편도함수 $f_x(x_k, y_k)$, $f_y(x_k, y_k)$ 와 경사자료사이의 관계는 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{cases} f_x(x_k, y_k) = -\sin \phi_k \tan \theta_k \\ f_y(x_k, y_k) = -\cos \phi_k \tan \theta_k \end{cases} \quad (2)$$

여기서 ϕ_k 와 θ_k 는 지층면의 경사방위와 경사각이다.

무연탄층의 상하반관계자료 (x_k, y_k, z_k, l_k) 가 주어졌을 때 무연탄층모형 $f(x_k, y_k)$ 와 무연탄층의 깊이값 z_k 사이의 관계는 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{cases} f(x_k, y_k) - z_k = 0, & l_k = 0 \\ f(x_k, y_k) - z_k < 0, & l_k = -1 \\ f(x_k, y_k) - z_k > 0, & l_k = +1 \end{cases} \quad (3)$$

계산구역 Ω 에 놓이면서 입력자료들을 만족시키는 곡면들가운데서 가장 원활한 무연탄층모형의 확대목적함수 $Q(f)$ 를 다음과 같이 작성할수 있다.

$$Q(f) = J(f) + \alpha R(f) \quad (4)$$

여기서 $J(f)$ 는 곡면의 원활성정도를 평가하는 함수, $R(f)$ 는 입력자료의 적합도를 평가하는 함수, α 는 $J(f)$ 와 $R(f)$ 를 조절하는 파라메터이다.

무연탄층모형의 확대목적함수는 외부벌칙함수법과 같은 최량화방법으로 풀수 있다.

2. 무연탄층지질조사자료기지구축

무연탄층수학모형에 기초하여 무연탄층모형작성을 진행하기 위하여서는 지질조사자료에 기초하여 무연탄층지질조사자료기지를 구축하여야 한다. 우리는 삼신지구 무연탄층지질조사자료(지표지질조사자료, 추공조사자료와 갯내지질조사자료)들에 기초하여 자료기지를 구축하였다.

먼저 지표지질조사자료와 갯내지질조사자료에 기초하여 작성한 지질도면들로부터 얻은 지질정보들을 벡토르자료형식으로 변환하여 자료기지를 구축하였다.

지리정보체계 ArcGIS/ArcMap에서 지질도면들에 기초하여 지층(면), 갯도(중심선), 지형(등값선), 단층(선), 놓임요소(점)들의 공간위치를 수자화하고 매 벡토르대상들의 다음과 같은 속성들을 입력하였다.

- ① 지층(지층명, 지층코드)
- ② 갱도(갱도명, 수준, 암석명, 탄층시작깊이, 탄층끝깊이, 탄층상하반관계)
- ③ 지형(해발높이값)
- ④ 단층(단층명, 단층류형, 주향, 경사각)
- ⑤ 지층농입요소(주향, 경사각)

다음으로 수자광산설계지원체계 Surpac에서 리용하기 위한 추공자료기지를 구축하였다.

Surpac의 추공자료기지는 두가지 형태의 관계표 즉 필수표와 선택표로 구분되는데 여기서 필수표에는 추공의 위치정보와 추공만곡정보가 반영된 관계표들이, 선택표에는 추공에서의 자료수집형식에 따르는 간격자료표와 점자료표가 포함되어있다.[4, 5]

우리는 삼신지구의 추공자료기지구축을 위한 필수표들을 다음과 같이 설계하였다.

① 추공위치표(추공번호, x 자리표, y 자리표, z 자리표, 계획심도, 완공심도, 탐사구역, 탐사단계, 착공날자, 완공날자, 담당조사원, 비고)

② 추공만곡표(추공번호, 심도, 방위, 경사각)

그리고 삼신지구의 추공자료기지구축을 위한 선택표들은 간격자료표형식으로 다음과 같이 설계하였다.

① 암심표(추공번호, 시작깊이, 끝깊이, 암석명)

② 착탄결과표(추공번호, 시작깊이, 끝깊이, 대상탄층, 거짓두께, 경사각, 실제두께, 평균발열량, 채취깊이, 채취률)

3. 무연탄층모형작성과정

우리는 무연탄층수학모형과 무연탄층지질조사자료기지에 기초한 3차원무연탄층모형을 작성하기 위하여 지리정보체계 ArcGIS와 수자광산설계지원체계 Surpac를 동시에 리용하였다.

삼신지구에서 무연탄층모형작성과정은 다음과 같다.

① 추공자료기지에서부터 Surpac에서 리용할수 있는 자료기지를 구축하고 추공자름면들에서 개별적인 무연탄층의 상반과 하반위치들을 String형식으로 수자화하여 3차원ShapeFile로 변환한다.

② ArcGIS에서 무연탄층의 경사자료들을 3차원ShapeFile로 변환한다.

③ ArcGIS에서 갱도자료들에 기초한 무연탄층의 상하반관계자료를 3차원ShapeFile로 변환한다.

④ 무연탄층수학모형에 기초하여 매 무연탄층의 상반과 하반을 계산한다.

⑤ 계산결과들을 Surpac에 입력시키고 무연탄층의 상반과 하반에 대한 DTM(수치지형모형)을 작성한다.

⑥ DTM/DTM사킴연산에 의하여 매 무연탄층의 3차원실체(Solid)를 생성한다.

⑦ ArcGIS에서 작성한 갱도자료를 Surpac에 입력시키고 3차원적으로 현시한다.

⑧ 추공, 갱도, 무연탄층실체들을 동시에 현시하고 계산정확도를 평가한 후 매장량을 계산한다.

이 방법을 적용하여 작성한 삼신지구 청년갱의 어느 한 구역의 무연탄층실체는 그림과 같다.

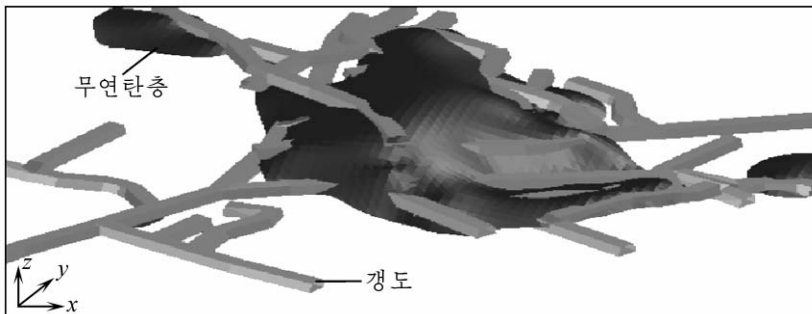


그림. 갱도와 무연탄층실체

맺 는 말

- 1) 무연탄층에 대한 위치자료, 경사자료, 상하반관계 자료들을 동시에 리용하여 무연탄층수학모형을 작성하였다.
- 2) ArcGIS에서 무연탄층자료기지를 구축하고 Surpac에서 갱도자료와 함께 무연탄층수학모형에 기초하여 무연탄층실체를 작성하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 54, 8, 197, 주체97(2008).
- [2] 림광남 등; 지질탐사, 4, 4, 주체96(2007).
- [3] 김영일 등; 지질탐사, 2, 23, 주체100(2011).
- [4] 周凯锋; 有色金属, 60, 5, 28, 2008.
- [5] 伍伟; 有色金属, 61, 4, 5, 2009.

주체103(2014)년 4월 5일 원고접수

A Method for Modelling the Anthracite Coal Layer based on Surpac

Choe Kwang U

I made the mathematical model of anthracite coal layer and studied a method for building 3D anthracite coal model based on Surpac.

The mathematical model of anthracite coal layer is made by positional data, inclined data and relational data of anthracite coal layer.

At ArcGIS I constructed the database of anthracite coal layer and made those solid with mathematical model with tunnel based on Surpac.

Key words: Surpac, ArcGis, mathematical model, anthracite coal