

단층농임요소자료에 기초한 고기응력복원방법

리명성, 김진혁, 김동철

일반적으로 고기 응력을 복원한다는것은 고기 주응력축들의 방향과 함께 응력비값을 계산한다는것을 의미한다.

선행연구[2, 3]에서는 단층면과 단층조선자료를 리용하여 주응력축들의 방향과 응력비를 계산하였다. 또한 선행연구[1]에서는 농임요소자료만을 리용하여 주응력축들의 방향을 결정하였다.

본문에서는 단층의 농임요소자료를 리용하여 주응력축들의 방향과 주응력비를 계산하여 단층형성의 구조응력조건을 해명하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

1. 구조응력복원방법

1) 이론적기초

선행연구[1]에서는 자름파열이 취성조건에서 σ_1 축과 30° 의 각을 이루고 생겨난다는 성질을 리용하여 단층형성의 주응력축들의 방향을 결정하는 방법을 제기하였다.(그림)

단층의 미끄럼은 접선응력의 방향과 평행인 방향에서 일어나므로 단층면에 응력 σ 가 작용할 때 접선응력 τ 는 다음의 식들에 의하여 결정된다.

$$\tau = s - \sigma_n \quad (1)$$

$$s = \sigma \cdot n \quad (2)$$

$$\sigma_n = [n^T \sigma n]n \quad (3)$$

여기서 s 는 단층면에 작용하는 총응력, σ_n 은 단층면에 작용하는 법선응력, n 은 단층면의 법선방향코시누스, σ 는 응력 텐소르로서 자리표축을 주응력축들의 방향과 일치시키면 다음과 같이 표시된다.

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{bmatrix} \quad (\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3) \quad (4)$$

식 (1)–(3)에 의하여 단층의 미끄럼방향을 나타내는 접선응력을 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\tau = \sigma n - [n^T \sigma n]n \quad (5)$$

단층의 미끄럼방향이 결정되면 응력비를 계산할수 있다.

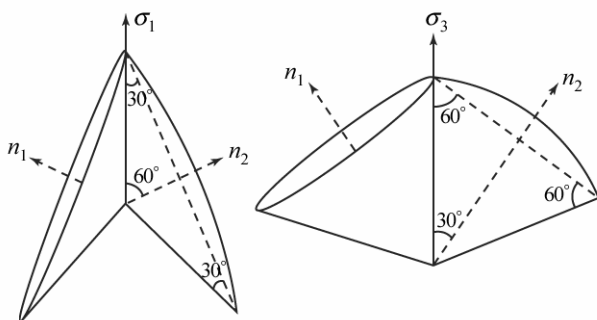


그림. 주응력축의 방향을 구하는 방법
 n_1, n_2 는 각각 단층 1과 2의 법선벡토르

단층의 미끄럼방향은 응력텐소르의 편차응력에만 관계되므로 응력텐소르를 다음과 같이 표시할수 있다.

$$\sigma = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & R & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서 R 는 응력비로서 다음식으로 계산한다.

$$R = \frac{|\sigma_2| - |\sigma_3|}{|\sigma_1| - |\sigma_3|} \quad (7)$$

2) 구조응력복원방법

- ① 지역에 발달하는 취성단층자료들을 수집한다.
- ② 취성단층자료에 기초하여 연구지역에 작용한 주응력축들의 방향을 결정한다.
- ③ 결정한 주응력축들의 방향에 기초하여 응력계에서의 이론적인 자름파열의 방향을 계산한다.
- ④ 응력비를 계산한다.

2. 평양룡기대지역에서 단층형성의 구조응력조건 해명

평양룡기대지역에는 북동, 북서, 동서계렬의 단렬구조들이 발달하는데 규모에 따라 심부단렬과 대단층, 단층으로 구분할수 있다.

조선서해안단렬과 평성대단층은 평원돌출대와 경계를 이루고있으며 압록강암군의 관입통로로 된다. 이 단렬들은 수백m 너비의 압쇄대, 파쇄대로 나타나는데 돌출대의 동쪽변 두리에서는 피복단층의 형태로 나타난다.

장림, 남강, 증산—강서, 진지동대단층들은 북서방향으로 잇달리며 북동계렬의 단렬들을 절단시켰다.

장림, 남강대단층, 례성강단렬들사이에 생긴 여러 방향의 작은 단층들에 의하여 룡기대 지역은 보다 작은 블록들로 갈라졌으며 습곡날개부에는 충상단층들이 많이 형성되었다. 양덕룡기구의 남서부에 발달한 충상단층은 연, 아연광체탐사의 주요한 구조적전제로 된다.

우리는 제기한 방법의 효과성을 검증하기 위하여 평양룡기대지역에서 단층형성의 구조응력조건을 복원하였다.(표)

표. 평양룡기대지역에서 단층형성의 구조응력조건

구분	무리번호	σ_1 축방향		σ_3 축방향		R
		경사방위/(°)	경사각/(°)	경사방위/(°)	경사각/(°)	
정 단층	1	248	75	44	15	0.61
	2	158	26	263	30	0.66
	3	282	34	61	56	0.08
	4	351	27	237	39	0.82
역 단층	1	134	77	30	42	0.78
	2	110	8	19	56	0.69
	3	0	18	97	46	0.40

맺 는 말

단층농입요소자료만을 리용하여 단층형성의 고기응력상태를 복원할수 있다. 원리는 주어진 응력상태에서 단층들의 리론적인 조선벡토르들의 합벡토르의 방향이 자름파렬의 방향과 일치한다는것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 59, 7, 141, 주체102(2013).
- [2] Atsushi Yamaji; Journal of Structural Geology, 22, 441, 2000.
- [3] Shengyuan Song; Journal of Structural Geology, 80, 16, 2015.

주체106(2017)년 4월 5일 원고접수

Reconstruction Method of the Paleostress by Orientation Data of Faults

Ri Myong Song, Kim Jin Hyok and Kim Tong Chol

We can reconstruct the paleostress by only orientation data of faults.

The principle is that direction of shear friction is equal to the vector sum of the theoretical slickenlines in the given stress state.

Key words: stress, shear friction