

재령강지역에서 진원밀도분포와 단층운동특성

리덕승, 전원석

지난 시기 재령강단층과 황주—사리원단층주변에서 여러차례의 크고 작은 지진들이 일어났다. 안악지진등진선의 긴 축방향이 재령강단층의 잇달림방향과 일치되는데 이로부터 재령강단층의 활동에 의하여 지진이 일어났다는것을 알수 있다.

현재 재령강지역에서 수많은 지진이 관측되었고 재령강단층이 활동단층특성을 가진다는것이 지진지질학적으로 완전히 해명되었지만 지진발생의 원인으로 되는 단층면의 공간적놓임특성과 단층운동성격은 구체적으로 해명되지 못하였다.

우리는 재령강지역에서 진원밀도분포특성을 해명하고 이에 기초하여 단층운동성격을 밝혔다.

연구지역은 재령강분지를 중심으로 송림, 황주, 사리원, 재령, 안악일대를 포괄하는데 연구기간은 1978년~2010년으로 하였다.

연구지역은 지체구조적으로 평남요곡지 해주침강대 안악—신천돌출대와 서흥요함대에 해당되며 구체적으로 재령강분지를 중심으로 하고있다.

재령강단층의 서쪽에 있는 안악—신천돌출대는 주로 시생대층과 압록강암군, 단천암군으로 이루어져있고 재령강분지에는 봉수주층이 발달되어있으며 재령강분지의 동쪽에 위치하고있는 서흥요함대에는 고원생대층과 하부고생대 황주군층과 연산암군들이 분포되어있다.

연구지역에서 응력집중지역을 해석하기 위하여 GIS를 리용하여 진중점밀도분포도를 작성하고 진원밀도분포특성을 해명하였다.(그림 1)

진중점밀점들의 위치는 선행한 연구[1, 3, 4]에 의하면 지각의 응력이 집중될수 있는 장소들이다.

그림 1에서 보는바와 같이 연구지역에서 진중점의 최밀점들은 근 북서방향의 재령강단층과 동서방향의 신환포단층이 사귀는 부분에, 사리원—송림단층과 황주—사리원단층의 사귀는 부분인 침촌리, 순천리지역에 놓인다. 따라서 연구지역에서는 재령강단층과 신환포단층이 사귀는 지역과 사리원—송림단층과 황주—사리원단층이 사귀는 침촌리, 순천리지역이 응력이 집중될수 있는 장소들이라는것을 알수 있다.

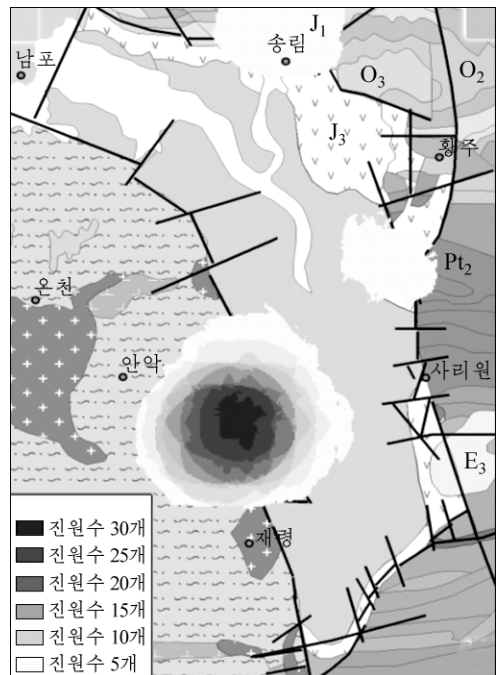


그림 1. 연구지역에서 진중점의 밀도분포(축척 1 : 50 000)

단층의 운동성격은 지역에 작용하는 구조응력마당과 밀접한 관계를 가진다. 그러므로 우리는 구조응력해석결과에 의하여 단층운동성격을 해명하였다.

구조응력을 해석하는 방법에는 여러가지가 있는데 여기서는 지진파초동에 의한 진원물림새응력거꿀풀이법[2]에 의하여 해석한 결과를 리용하였다.

진원물림새응력거꿀풀이법의 일반원리는 진원물림새해석에 의하여 얻어지는 마디면상에서 이론적으로 예측되는 자름응력방향과 실지 관측된 미끄럼방향사이의 불일치가 최소로 되도록 구조응력상태를 해석하는것이다.[1, 2]

주응력 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 (\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3)$ 이 작용하는 공간을 해석할 때 주응력 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 과 각각 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 의 각을 이루는 법선 n 을 가진 면에 작용하는 자름응력벡토르 τ_n 은 주축자리표계에서 다음과 같이 표시된다.

$$\cos \beta_1 = n_1 \frac{-\sin^2 \alpha_1 + n_2^2 (1 - \phi_0)}{\sqrt{n_1^2 \sin^2 \alpha_1 + n_2^2 (1 - \phi_0)^2 \sin^2 \alpha_2 - 2n_1^2 n_2^2 (1 - \phi_0)}}$$

$$\cos \beta_2 = n_2 \frac{n_1^2 - (1 - \phi_0) \sin^2 \alpha_2}{\sqrt{n_1^2 \sin^2 \alpha_1 + n_2^2 (1 - \phi_0)^2 \sin^2 \alpha_2 - 2n_1^2 n_2^2 (1 - \phi_0)}}$$

$$\cos \beta_3 = n_3 \frac{n_1^2 + n_2^2 (1 - \phi_0)}{\sqrt{n_1^2 \sin^2 \alpha_1 + n_2^2 (1 - \phi_0)^2 \sin^2 \alpha_2 - 2n_1^2 n_2^2 (1 - \phi_0)}}$$

여기서 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 은 τ_n 과 주응력 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 사이의 각이고 n_1, n_2, n_3 은 주응력방향에 대한 법선 n 의 방향코시누스, $\phi_0 = (\sigma_2 - \sigma_1)/(\sigma_3 - \sigma_1)$ 은 주응력크기들사이의 비이다.



그림 2. 연구지역 단층들의 이동방향
(축척 1 : 50 000)

우의 식들로부터 자름응력방향은 주응력방향에 대한 법선 n 의 방향코시누스(n_1, n_2, n_3)와 주응력들의 상대크기비율 ϕ_0 에 관계되며 주응력의 절대크기에는 무관계하다는것을 알수 있다. 이 관계식들에 기초하여 진원물림새해석에 의하여 얻어진 단층면의 형태와 미끄럼벡토르(자름응력방향)로부터 지진을 발생시킨 주응력을 결정할 수 있다.

연구지역 진원물림새자료들에 대하여 진원물림새응력거꿀풀이법을 적용하면 평균 회전모순각이 최소로 되는 텐소르 σ_1 의 경사방위와 경사각은 $36^\circ \angle 8^\circ$ 이고 σ_2 의 경사방위와 경사각은 $270^\circ \angle 76^\circ$, σ_3 의 경사방위와 경사각은 $128^\circ \angle 11^\circ$ 이다.(그림 2)

재령강지역에서 진원밀도분포특성에 의한 단층운동성격을 보면 재령강단층과 송림-사리원단층은 좌평이적운동성격을 가진다.

맺 는 말

재령강지역에서 진중점의 최밀점들은 근 북서방향의 재령강단층과 동서방향의 신환포 단층이 사귀는 부분에, 사리원－송림단층과 황주－사리원단층의 사귀점인 침촌리, 순천리 지역에 놓인다.

구조응력해석결과에 의한 재령강단층과 송림－사리원단층의 운동성은 좌평이적성격을 가진다.

참 고 문 헌

- [1] 성군호; 지질과 지리, 3, 5, 1987.
- [2] 성군호; 지질 및 지리과학, 4, 4, 주체99(2010).
- [3] N. Kato; Journal of Geophysical Research, 113, 1, 187, 2008.
- [4] 王海云 等; 地震工程与工程振动, 25, 6, 1, 2005.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

Distribution of the Seismic Center Density and Fault Movement Features in Jaeryonggang Region

Ri Tok Sung, Jon Won Sok

We have analyzed the fault movement features with the distribution of the seismic center density in Jaeryonggang region.

The place that stress was concentrated in Jaeryonggang region is the place crossing Jaeryonggang fault and Sinhwanpho fault and the place crossing Songrim-Sariwon fault and Hwangju-Sariwon fault

Jaeryonggang fault and Songrim-Sariwon fault is the left-lateral faults.

Key words: fault, seismic center density