

## 지표지진탐사를 이용한 단층조사

김우석, Takao MIYATA\*, 장태우\*\*, 고용권, 최중원  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111  
 \*Kobe University, 1-1 Rokko-dai, Nada-ku, Kobe, Japan  
 \*\*경북대학교, 대구광역시 북구 산격동 1370  
[kim\\_wooseok@hotmail.com](mailto:kim_wooseok@hotmail.com)

### 1. 서론

방사성폐기물 지층처분을 위한 처분부지 선정을 위한 안정지질환경지역을 평가하기 위해서는 다양한 평가인자를 대상으로 조사 및 평가를 실시하여야 한다. 그 중 하나로 예비선정 부지내에 발달하고 있는 단층들에 대한 전반적인 고찰이 필요하다. 단층의 분포, 규모, 운동시기 등은 중요한 요건이 된다. 본 연구에서는 이런 단층을 조사하기 위한 한 방법으로 지표지진탐사를 이용하여 단층의 분포특성을 밝히고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 연구지역

우리나라 남동부 지역에는 특징적으로 제3기 분지들이 동해와 근접해서 발달하고 있다. 이들 분지에는 단층들이 발달하고 있으며, 이들 단층들은 자연상태에 노출이 되어 어느 정도는 단층의 정보를 얻어서 연구가 가능하지만, 일부는 주거지역에 발달하고 있어서 단층의 방향성이나 연장성에 대하여 연구하기 힘든 경우가 많다. 그래서 본 연구에는 GPR(Ground-Penetrating Radar)을 이용하여 주거지역에서의 지하에 발달하고 있는 불연속면에 대하여 조사하여 그 결과를 연구하는 그 목적으로 한다. 연구대상은 현재 중저준위방사성폐기물 처분장 부지가 건설중인 월성지역의 남쪽에 위치하고 있는 하서분지내 발달하고 있는 읍천단층의 북쪽 부분을 대상으로 실시하였다 (Fig. 1).

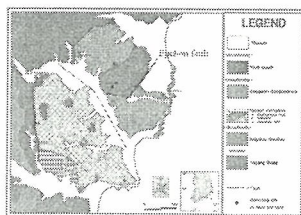


Fig.1. Geological map of the Haseo basin (modified from Lee et al., 2006).

#### 2.2. 연구방법

지하의 구조를 관찰하기 위한 물리탐사 조사법의 하나로 지표지진탐사법(GPR)이 있다. 이 GPR 조사는 전자파의 파동의 성질을 이용하여 지하의 구조를 파악하는 조사법을 말한다. 전자파를 지표에서 지하로 방출하여 지하의 전기적 성질이 변화하는 부분이 전자파의 반사면이 되고 이 반사면으로 부터의 반사파가 지표로 돌아오는 것이다. 지하천부의 지반이나 지질학적 구조를 연구하는데 많이 이용할 수 있는 방법이다. 측정방법으로는 프로파일 측정과 와이드앵글 측정법으로 나눌 수 있다. 프로파일측정은 송수신안테나의 간격을 일정하게 맞춘 후 측정하는 방향으로 일정한 속도로 동시에 이동하면서 측정하는 방법이다. 와이드앵글 측정은 송신안테나를 고정한 후 수신안테나만 이동하면서 일정한 간격을 벌이면서 측정하는 방법이다.

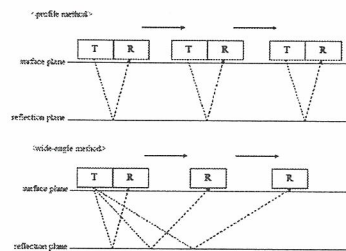


Fig. 2. GPR measuring method (T; transmitting antenna, R; receiving antenna, Arrow; survey direction).

본 연구에서는 프로파일 측정법을 사용하였다. 측정기로는 GSSI회사의 SIR System10을 이용하여 100MHz와 35MHz의 안테나를 사용하여, 400ns과 500ns의 range로 측정하였다. 100MHz의 안테나 보다는 35MHz의 안테나의 경우가 조금은 더 깊은 심도까지 탐사가 가능하였다. 야외에서 조사하여 취득한 데이터는 [RADAN6 for Windows NT] (GSSI사 제품)소프트웨어를 이용

하여 데이터 정리 및 해석을 실시하였다.

### 2.3. 탐사 결과

GPR조사 결과는 다음과 같다.

조사는 먼저 초등학교 운동장에서 측정하였으며, GPR profile은 500ns range로 필터링 후 결과물을 얻었다. 측정거리 70~80m지점에서 불연속면을 발견하였다 이 불연속면의 경사는 동쪽으로 불연속면의 경사는 동쪽으로 약 65도 경사각을 가진다.

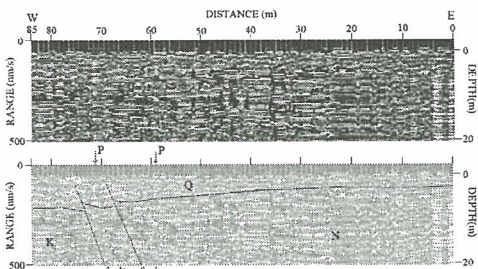


Fig. 3. GPR profile and its interpretation. K; Cretaceous, N; Neogene, Q; Quaternary, Solid line; Geological boundary, Dotted line; Fault line, P; Pipe.

와이드앵글 측정에 의하여 측정되는 평균 속도는 8.08 cm/ns 이다. GPR조사를 통하여 육천단층의 북동부 지역에 단층이 존재함을 알 수 있으며, 또한 이는 단층이 인지되는 지층의 연대와 연관지어 최종운동시기에 대해서도 다시 고찰해 볼 수 있다. 또한 보링데이터를 조합한다면 조금은 더 신뢰도 높은 결과물을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

### 3. 결론

우리나라의 남동부 지역에는 제 3기 분지가 현저히 발달하고 있다. 이들 분지 내에서 발달하고 있는 단층들 중에는 신생대 제 4기 퇴적층을 절단하는 제 4기 단층으로 재활성 되어 발달하고 있다. 예로서, 하서분지 일대에서는 육천 및 수렴 단층이 존재하고 있다. 조사지역의 불연속면을 기준으로 지층이 상반쪽은 위로, 하반쪽은 아래로 휘어져(drag) 있는 것이 보여진다. 이는 역단층 성분임을 알려준다. 이는 또한, 지구조운동(tectonics)에 의하면 태평양판의 강한 섭입으로 인한 동-서 방향의 압축응력(compressional stress regime)의 영향으로 생성된 남-북 방향의 역단층(reverse

fault)의 기하를 보여주는 것과 일치한다. 이 응력장은 Pleistocene시기부터 현재까지 동-서압축 응력의 영향을 가지고 제4기 단층운동이나 지진활동을 유발하고 있다. 따라서 이들 단층은 단층의 최후기 운동시기를 결정하여 단층의 활동성(activity)을 결정하는 중요한 자료가 된다. 제4기 단층의 활동성은 이 지역의 처분장 부지의 안정성 평가와 관련이 있으므로 국내외의 많은 학자들이 관심을 기울이고 있다.

그리고 이번 조사를 통하여 조사지점의 지층의 연대와 비교하여 볼 때 최소한 육천단층은 21만 4천년 ~ 10만년 이내에 1회 이상 활동한 활동성 단층에 해당한다고 볼 수 있다. 또한 우리는 주거 지역의 지하에서 발달하고 있는 불연속 구조를 GPR 을 이용하여 확인하는 것이 유용함을 알게 되었다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다 (No.201017102002D).

### 5. 참고문헌

- [1] Choi, P.Y., et al., Paleostress analysis of the Pohang-Ulsan area, Southeast Korea : tectonic sequence and timing of block rotation, *Geosciences Journal*, 5(1), 1-8, 2001.
- [2] Lee, J., et al., Tectonics of Tertiary Haseo basin, southeast Korean Peninsula, the annual meeting of the geological society of Korea. 2006.
- [3] Miyata, T., et al., Ground-penetrating Radar Survey for Urban Active Fault in Kobe, *Proc. 8th Symp. on Geo-Environments and Geo-Technics*, 119-124, 1998.
- [4] Otsuki, K., Westward migration of the Izu-Bonin Trench, northward motion of the Philippine Sea Plate, and their relationship to the Cenozoic tectonics of Japanese island arcs, *Tectonophysics*, 180, 351-367, 1990.