지진에 의한 단층감시시스템 변형률 값과 지하수위 변화

박원홍, 조현진, 정재열* 한국원자력환경공단 기술연구소, 대전광역시 유성구 가정로 168 *jjy@korad.or.kr

1. 서론

2. 단층감시시스템

한반도는 유라시안판의 내부에 위치하여 지진 및 단층활동으로부터 비교적 안정된 지역으로 인식되어 왔다. 규모 3 이상의 지진은 연평균 약 10회 정도로서 지진학적으로도 조용한 지역에 속한다[1]. 또한 지체구조환경은 계측 값이나 과거 역사기록을 근거로 볼 때 판의 경계위에 위치한 일본, 미국서부와는 달리 상대적으로 안정적이며, 지진 및 지진해일의 발생 횟수와 규모는 비교할 수 없을 정도로 작다. 그러나 최근 한반도 남동부 지역을 중심으로 수행되어온 최근의 연구결과를 보면, 한반도는 제 3기 중기부터 제 4기 중 후반부 까지 활발한 지각운동이 있었던 것으로 나타났다[2].

한국원자력환경공단에서는 경주 중·저준위 방사성폐기물처분장(이하 방폐장) 부근에 위치하는 단층의 거동 감시 및 지진으로 부터의 안전성을 확보하기 위하여 2014년 3월부터 총 3개 관측소에서 단층감시시스템을 운영하고 있다. Table 1은 2014년 3월부터 운영 중인 경주 방폐장 단층감시시스템의 관측소별 계측기를 나타낸 것이다.

본 연구에서는 경주 방폐장 주변에 발생한 지진의 영향을 평가하기 위해 변형률계, 지진계 및 지하수위계에서 계측된 관측자료를 정밀 분석하여 지중응력의 변화 및 지진과의 상관성을 해석하고자 한다.

Table 1. Station and equipments of FMS

FMS Station	Installed equipment
KZF-01	strainmeter, borehole seismometer, GPS, water level meter
KZF-02	strainmeter, borehole seismometer, GPS, water level meter
KZF-03	seismometer, accelerometer, GPS

2.1 단층감시시스템 소개

단층감시시스템(Fault Monitoring System : FMS)은 "현재 지속·단속적 움직임이 관측 되거나 가까운 장래에 움직임이 예상되는 단층(또는 단층대)의 변형을 계측하기 위하여 대상 단층과 주변지역에 설치하여 하나의 체계적인 네트워크로 연결한 감시장비 일체와 절차화된 일련의 운영활동"으로정의 된 바 있다[3]. 본 시스템은 지각운동에 의한 단층(또는 단층대)의 변형을 정밀하게 측정하기 위한 설비이며, 데이터 로거로부터 실시간 계측 데이터를 수집·이력을 저장하는 계측시스템과 계측 데이터 및 장비 상태 감시를 위한 감시시스템, 사용자프로그램(웹서비스)으로 구성 되어있다.

또한, 계측자료 전송 및 디스플레이가 실시간으로 이루어지며, 이벤트 또는 이상신호 발생시 운영자가 즉각적으로 통보받을 수 있도록 알람기능을 구현하여 단층거동을 실시간으로 감시·분석할 수 있는 최적의 시스템을 구축하였다.

2.2 지진 영향에 의한 변형률 값의 변화

부지 주변에서 발생한 지진의 영향을 평가하기 위해서 시추공 변형률계, 시추공 지진계 및 지표지 진계에서 계측된 관측자료를 정밀 분석하여 지중응력의 변화와 단층과의 상관성을 확인하고자 한다. 2015년 동안 발생한 지진 신호를 분석한 결과 경주 방폐장 단층감시시스템 반경 약 50 km 이내에 발생한 지진(규모2.0 이상)은 총 8회 발생하였다. 지진 발생시 변형률계에서는 지진이나 단층운동에 의한 갑작스런 지중응력 변화와 누적현상은 나타나지 않았고, 다만 주위에서 발생하는 지진에 의한 영향들은 양호하게 감지되며 실제 파형은 지진계와 유사한 모양을 보였다. GPS 관측역시 지구조 운동에 의한 갑작스런 변위 양상이 관측되지 않았고, 향후 단층활동으로 인한 지진발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.

2.3 지진 영향에 의한 지하수위의 예측변화

지하수위계는 부지 내 지하수위 변동에 따른 간

극수압 변화를 계측하여 지중응력 변화 시 참고자 료로 활용된다. 특히 지진과의 연관성을 분석하기 위하여 지하수위, 수온, 전기전도도의 관측자료를 연계하여 분석할 필요가 있다.

2015년 발생한 지진(규모 2.0 이상, 부지반경 50 km 이내)과 KZF-01, KZF-02 관측소 시추공지하수위계 관측 데이터의 지하수위 변화 양상을 분석해 보았다. 장기적 지하수위의 상승과 강하는 겨울에 발생하는 강수 부족현상과 여름 장마철 강수현상으로 기인한 것으로 판단되었으며, 단기적 지하수위변화는 지진 발생시 지진파 에너지 확산에 따른 공극압의 변동에 의한 지하수위변화 매카니즘으로 해석되어진다.

지진의 규모 및 발생위치와 관측공까지의 거리, 지하수 변동의 크기에 대한 연구는 진행 중이며 보다 정밀한 해석이 가능할 것으로 기대하고 있다.

3. 결론

향후 단층감시시스템은 단층 거동에 대한 장기간의 관측자료를 제공함으로써 경주 방폐장 지진안전성을 재확인하고, 장기적 모니터링을 통해 지하공간 안전성 확보와 기반정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 단층관련 각종 자료제공을 통해 단층운동과 지진의 연관성 분석, 지진발생 매커니즘 분석 등 다양한분야의 연구에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 감사의 글

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행 한 연구 과제입니다(No. 20141720100570).

5. 참고문헌

- [1] 한국원자력안전기술원, 2006, 원전부지 지진안전성 평가기반 기술개발: 활성단층 평가기술 기반 및 DB구축 연구, 한국원자력안전기술원, KINS/GR-333, p.631.
- [2] Kyung. J.B. and Okada, A., 1995, Liquefaction phenomena due to the occurrences of great earthquake: Some cases in central Japan and Korea. Journal of the Geological Society of Korea, 31, 237–250.
- [3] Lee, H., 2011, Technical Trend Analysis of a Fault Monitoring System. The journal of Engineering Geology, 21(1), p.87-95.