

기상청 신설 및 이전 지진관측소 배경잡음 특성

전영수^{1)*} · 남성태²⁾ · 신동훈³⁾ · 조범준²⁾

1. 서 론

2004년 12월 인도네시아 지진해일 및 2005년 10월 파키스탄 대규모 피해지진으로 인해서 지진 및 지진해일 대비에 대한 국민적 관심이 증대되었다. 따라서 지진 및 지진해일 피해 경감을 위해서 지진관측망 확충을 통한 지진 인프라 강화의 필요성이 대두 되었다. 이를 위하여 기상청에서는 내륙 정밀 지진감시 체계 구축을 위해서 2006년에 단주기 지진계 각각 4개소를 신설 및 이전하였으며 지진가속도계 10개소를 신설 및 이전하였으며, 동해 지진-지진해일 관측망 확충을 위하여 해저지진계의 신설 및 시추공 지진계와 해일파고계를 교체하였다. 본 연구에서는 내륙 정밀 지진감시 체계 구축을 위하여 설치한 단주기 관측소 8개소와 지진가속도계 9개소에 대해서 설치 부지에 대한 배경잡음 특성을 파악하여 지진관측소 설치과정에서 최적의 부지 선정을 위한 기준을 제시하였고 그 분석 내용 및 결과와 향후 발전계획에 대한 방향을 제시하고자 한다.

2. 본 론

현재 국내의 지진관측망은 지진의 감시, 통보, 연구 등을 위해서 운영되고 있다. 이러한 지진관측망의 구축과정에 있어서 중요하게 다루어야 할 여러 요소들로는 전기, 네트워크, 날씨환경, 안전성, 접근성, 배경잡음, 지형적 조건, 지질학적 조건 등이 있다. 그중에서도 중요하게 다루어야 하는 요소가 바로 지진기록에 지속적으로 포함되는 배경잡음이다. 배경잡음은 지진기록 시스템에 많은 영향을 미치는데, 배경잡음의 원인으로는 조류, 대기의 압력변화, 지표의 계절적인 온도 변화, 지하구조의 특징이나 조건, 인간의 활동 등과 같은 다양한 요소들이 포함되어 있다. 따라서 본 연구에서는 단주기 지진관측소와 가속도 지진관측소의 설치과정에서 설치 부지에 대한 배경잡음 특성을 분석하였다.

새로운 지진관측소의 설치 후보지의 설정을 위해서 해당 지역의 기상대와 사전협조를 통하여 설치 가능한 국유지 및 국공립학교 등을 조사 하여 3 ~ 4 곳의 후보지를 선정하였다. 가장 먼저 수행된 작업은 지진계를 설치할 수 있는 기반암을 찾는 작업이다. 실제로는 전기탐사를 비롯한 다양한 방법을 통하여 기반암의 유무 및 정도를 파악하여나 하나 시간의 제약으로 인하여 충분한 조사를 사전에 시행하기에는 어려움이 존재하였다.

이동식 지진계와 가속도계를 사용하여 해당 부지에 대한 연속적인 배경잡음 자료를 수집하였다. 이렇게 수집된 자료를 사용한 배경잡음의 분석은 크게 시간영역과 주파수 영역으로 나누어 분석하였다. 먼저 시간영역에서는 배경잡음의 평균진폭값을 분석하여 설치부지간의 상대적인 평가를 실시하였고. 주파수 영역에서는 스펙트럼 진폭을 조사하여 우세 주파수를 분석하고 관측소별 스펙트럼진폭을 USGS(U.S. Geological Survey)의 지진관측소 배경잡음 모델

주요어 : 배경잡음, PSD

- 1) 기상청 국립기상연구소 기상연구관 (ysjeon@kma.go.kr)
- 2) 기상청 국립기상연구소 기상연구원 (namst@metri.re.kr, bjcho007@metri.re.kr)
- 3) 기상청 국립기상연구소 기상연구사 (dhsheen@kma.go.kr)

인 NHNM(New High Noise Model)과 NLNM(New Low Noise Model)과 비교하였다

2.1 배경잡음 평균값

먼저 각 관측소에서의 배경잡음 평균값은 포락곡선(envelope curve)으로부터 계산하였다. 포락곡선은 Hilbert transform 방법을 적용하여 구했으며(한국자원연구소,2000), 그 과정은 다음의 식과 같다.

$$E(t) = \sqrt{f(t)^2 + h(t)^2} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} H(w) &= iF(w) && \text{for } w > 0 \\ &= -iF(w) && \text{for } w < 0 \end{aligned} \quad (2)$$

2.2 PSD (Power Spectrum Density)

20sample/sec의 자료를 사용하였으며 하나의 자료를 50%씩 중첩하여 6~8개의 시간창에서 구한 스펙트럼의 평균을 취하는 기법을 사용하였다. 이 기법은 비교적 짧은 시간창에서 안정된 스펙트럼을 얻을 수 있다는 장점이 있다(Chun et al., 1987).

PSD 진폭은 아래의 식으로부터 얻어지며 그 크기는 dB단위로 나타내었다. 시간간격 Δt , 자료수 N인 시계열 자료 $x_m = x(m\Delta t)$ 의 유한 복소수 Fourier계수를 C_k 라 하면, 일반적으로

$$\frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 = \sum_{k=0}^{N-1} |C_k|^2$$

이 성립된다. 이 식의 좌변은 평균 파워(power)를 의미한다.

한편 $C_{N-k} = C_k^*$ ($k=1,2, \dots, \frac{N}{2}-1$)이기 때문에, 위의 평균 파워에 대한 식을 전개하면,

$$\frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 = |C_0|^2 + 2 \sum_{k=1}^{N/2-1} |C_k|^2 + |C_{N/2}|^2$$

이 되며, 우변의 각항은 평균 파워를 각 주파수 성분에 대해 분해한 것이라 할 수 있다. 우변의 각항을 주파수 f 에 대하여 정규화한 값을 파워 스펙트럼 밀도(power spectrum density: PSD)라 부르며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$PSD_k = \frac{|C_k|^2}{f_k}, \quad k=1,2, \dots, \frac{N}{2}-1$$

3. 결 론

본 연구에서는 내륙 정밀 지진감시 체계 구축을 위하여 설치한 단주기 관측소 8개소와 지진가속도계 9개소에 대해서 설치과정에서 수집된 자료를 이용하여 해당 설치부지에 대한 배경잡음 분석을 통하여 최적의 부진 선정의 기준을 제시하였다. 크게 후보지들 간의 배경잡음 평균값을 통한 상대적인 비교와 PSD를 조사하여 우세 주파수 및 USGS의 NOISE MODEL 의

비교를 통하여 배경잡음의 정도를 구분하였다.

단주기관측소 8개소 예정부지의 배경잡음 평균값을 통하여 상대적인 비교를 한 결과 E-W 성분이 N-S성분이나 U-D 성분에 비해서 상대적으로 높게 나타났으며, 특히 추풍령(CPN), 인제(INJ), 문경1(MUG1), 태백(TAB) 관측소가 높게 나타남을 보여주며 거창, 군산, 통영, 여수(YOS) 예정부지는 다른 예정부지에 비해서 낮은 값을 보여주었다. N-S성분과 U-D성분은 전반적으로 예정부지들 간에 배경잡음 수준의 차이를 크게 보여 주지는 않았다. N-S 성분과 U-D 성분에서는 태백(TAB) 과 추풍령(CPN) 예정부지의 배경잡음 수준이 상대적으로 더 높게 나타나며 나머지 관측소들 간의 차이는 크지 보이지 않는다. 문경의 #1과 #2 예정부지 장소 중에서 분석한 결과 예정부지 #2가 더 좋은 것으로 사료되었다.

분석 결과에서 가장 큰 영향을 미치는 요소로는 차량에 의한 노이즈의 유입이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 측정 시간이 짧았던 관계로 날씨나, 바람 등 다른 요인들에 의한 영향에 대해서는 깊은 연구를 할 수 없었다. 지진계의 분실이나 파손 등에 관한 위험 등으로 인하여 측정시간이 충분하지 못했기 때문에 각 관측소의 배경잡음 특성을 대표하기에는 사용된 자료의 양이 불충분하다고 할 수 있지만 관측소들의 상대적인 평가를 통하여 보다 좋은 관측소들의 부지 선별은 가능하였다고 보며, 앞으로 좀더 장기간에 걸쳐서 자료를 습득하여 장기적인 배경잡음을 분석하고 정리하여야 할 것이다.

4. 참고문헌

- 한국지질자원연구원, 2000, 지진연구망 구축 및 운영, 한국자원연구원, KR-00-(T)-07.
- Chun, K.Y., West, G.F., Kokoski, R.J., and Samson, C., 1987, A novel technique for measuring Lg attenuation Result from eastern Canada between 1 to 10 Hz, Bulletin of the Seismological Society of America, 77, 398-419.
- Peterson, J., 1993, Observations and modeling of seismic background noise, U.S. Geological Survey Open-File Report, 93-322.