

원거리기준점을 이용한 탄성파 측정시스템 연구

이태섭¹ · 황학수² · 성낙훈¹ · 이상규² · 김양수³

서론

최근 탄성파탐사는 구조물 설치를 위한 천부 지질조사 및 지반 안정성 평가 등과 같은 토목분야에 많이 사용되고 있다. 우리나라의 대부분 지역과 같이 도시화된 인구밀집 지역에서의 탄성파탐사는 주위여건상 그 송신원을 무한정 증가시킬 수 없으며, 또한 인공적 잡음(예, 소음, 진동, 전력선 잡음 등)에 의해 양질의 자료를 얻기가 매우 어렵다. 본 논문은 양질의 탄성파 자료를 얻기 위한 연구의 일환이며, 잡음제거의 기초가 되는 방법으로는 원거리/근거리 기준점을 이용하여 상관 측정을 하였다. 본 논문에서는 상관측정을 위해 개발된 측정시스템, 잡음 시계열 그리고 스펙트럼 분석에 대한 설명을 하였다. 기준점의 센서로는 마이크(Microphone)와 EM(Electromagnetic)루프로서, 각각 소음에 의한 잡음과 전력선에 의한 잡음 측정에 사용하였다.

자료측정 시스템

자료측정 시스템은 크게 3부분, 즉 센서부, 필터부 그리고 A/D변환기(Analogue-to-Digital converter)를 포함한 컴퓨터로 구성되었다(Fig.1). 잡음측정 센서로는 선택형 증폭기(selectable pre-amplifier)가 내장된 마이크와 EM루프를 사용하였으며, EM루프의 크기와 권수는 각각 45cm×45cm와 100이다. 필터부는 신호를 100배까지 증폭할 수 있는 선택형 증폭기와 차단주파수가 1kHz와 100kHz인 선택형 저주파수통과필터로 구성되었다. 사용된 A/D변환기는 National Instrument사의 12-bit A/D변환기인 AT-MIO/AI E-1으로서, 초당 최대 1.2M sample까지 측정할 수 있다. 또한, 자료측정 시스템의 모든 조정은 그래픽 프로그램 언어인 LabView를 사용하였고 측정 컴퓨터는 Pentium 166 MHz로서, 측정시스템의 잡음을 최소화하기 위하여 직류전원을 사용하였다.

자료측정 및 분석

소음의 상관측정(correlation measurement)이 수행된 지역은 김포공항부근으로 두 측정시스템의 센서는 마이크와 수진기이고, 사용된 차단주파수는 1kHz 그리고 동시측정을 위하여 디지털 트리거를 사용하였다. Fig.2는 두 센서에서 측정된 잡음의 시계열을 도시한 것으로서, 두 시계열은 높은 상관성을 보이고 있다. 수진기에 측정된 잡음의 진폭은 약 $\pm 4mV$ 이며, 이에 비하여 마이크에 측정된 잡음의 진폭은 상대적으로 큰 약 $\pm 20mV$ 이다. Fig.3은 수진기와 마이크에서 측정된 잡음의 파워 스펙트럼으로서, 두 스펙트럼의 가장 큰 차이는 상대적인 저주파수 대역에서 일어나고 있다. 전체적으로 수진기에 측정된 잡음의 스펙트럼 파워는 주로 600Hz이하에 분포하고 있는 반면에 마이크에 측정된 잡음의 파워는 주로 200Hz이상에 분포하고 있다. 예로서, 100과 700Hz에서 두 스펙트럼의 차이는 각각

- 1) 한국자원연구소, 자원연구부
- 2) 한국자원연구소, 자연재해방재단
- 3) 충남대학교, 지질학과

20dB(수진기에 측정된 잡음이 큼)과 30dB(마이크에 측정된 잡음이 큼)이다. 그러므로 두 센서에 측정된 잡음의 스펙트럼 분석으로부터 간단한 스케일링(scaling)기법으로는 수진기에 야기된 잡음을 제거할 수 없다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 전력선에 의해 발생하는 잡음에 대한 상관 측정의 예로서, 사용된 센서로는 수진기와 EM루프이며, 루프의 passive면적은 20.25m^2 이다. 사용된 인공적 잡음원으로는 DC-AC인버터로서, 측정시간은 20초이며, 샘플링은 초당 5000이다. 두 다른 센서에 측정된 잡음의 상관성은 매우 높으며, 그 파형은 매우 일정하다.

결론

송신원의 파워증가가 제한되고 인공적 잡음(예, 전력선, 소음 등)이 존재하는 지역에서 양질의 탄성파 자료를 얻기 위한 연구의 일환으로 탄성 송신원에 반응을 나타내지 않는 센서를 사용한 상관측정 및 자료분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 소음에 의한 두 센서(마이크와 수진기) 반응은 높은 상관성을 갖고 있으나, 두 센서 반응의 가장 큰 차이는 상대적인 저주파수 대역에서 일어나고 있다. 전체적으로 수진기에 측정된 잡음의 스펙트럴 파워는 주로 600Hz이하에 분포하고 있는 반면에 마이크에 측정된 잡음의 파워는 주로 200Hz이상에 분포한다.

둘째, 두 센서(EM루프와 수진기)에서 측정된 전력선잡음은 그 상관성이 매우 높으며, 또한 각 센서에 측정된 잡음의 파형은 매우 일정하다.

셋째, 두 센서에 측정된 잡음의 스펙트럼 분석으로부터 스케일링(scaling)기법으로는 수진기에 야기된 잡음을 제거할 수 없으며, 잡음제거를 위하여 다른 통계적(ARIMA) 또는 인공지능 기법이 필요하다.

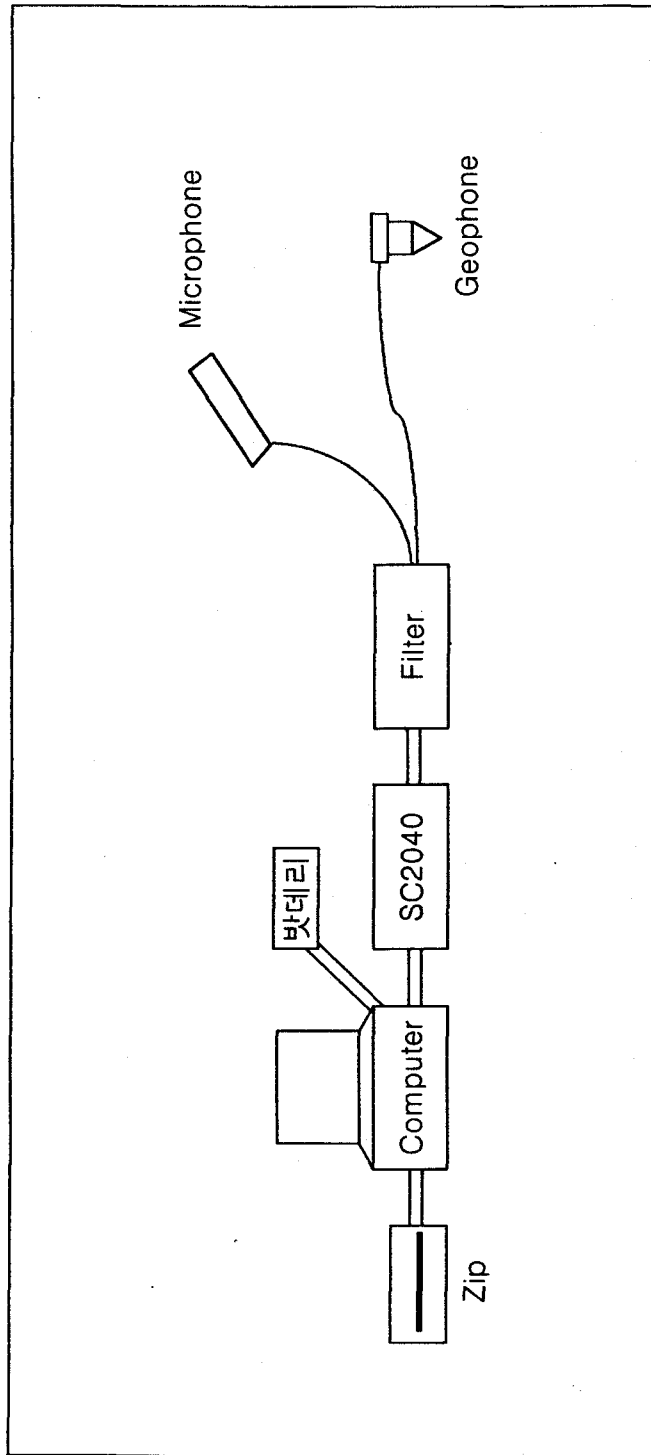


Fig. 1 Data acquisition system

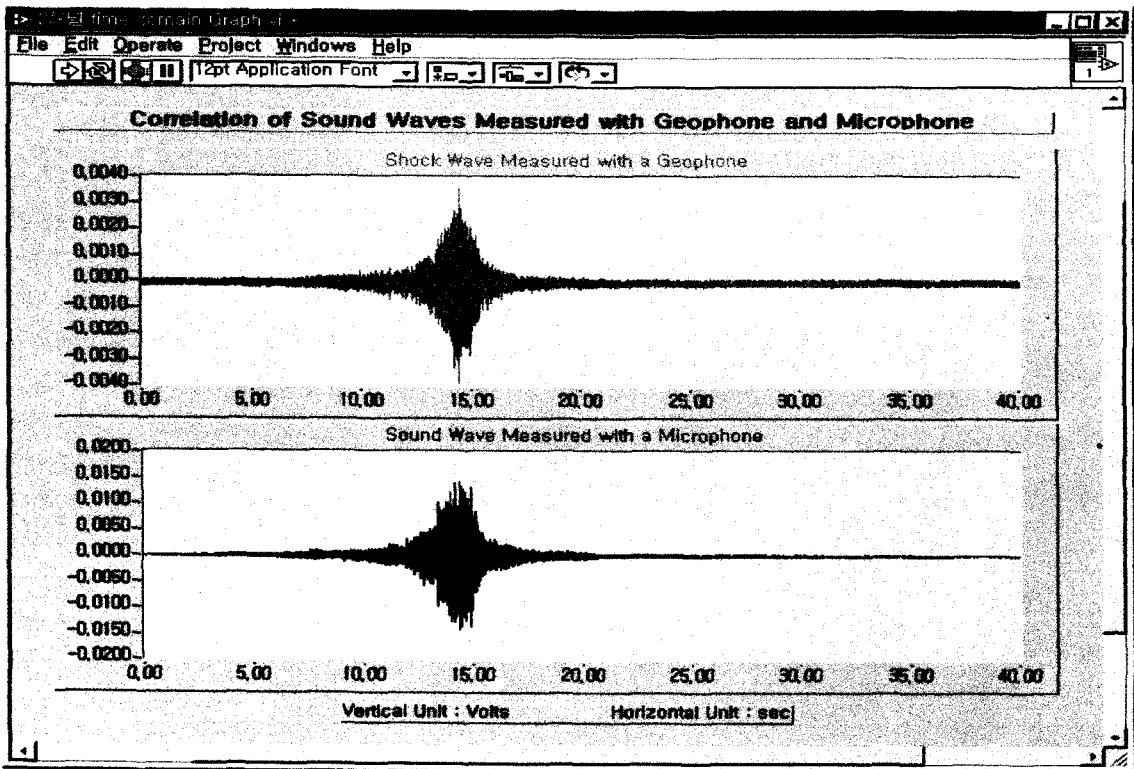


Fig. 2 Correlation measurements of sound waves measured with geophone and microphone.

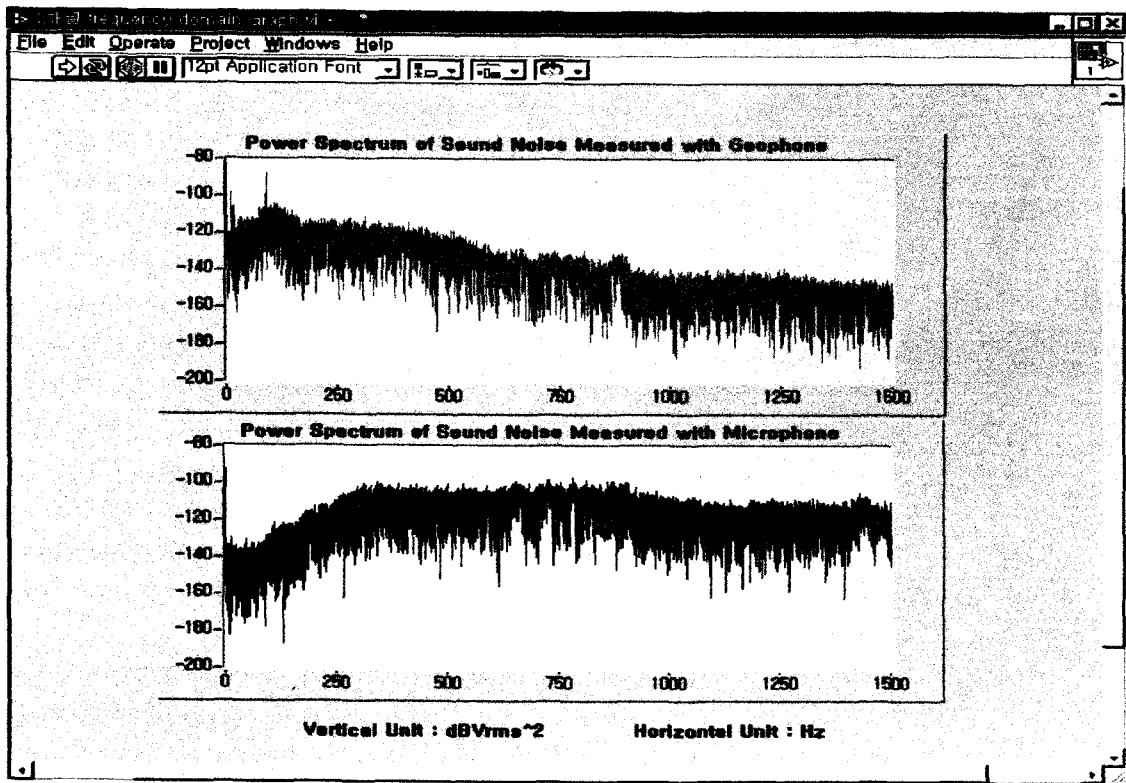


Fig. 3 Power spectra of sound waves measured with geophone and microphone.

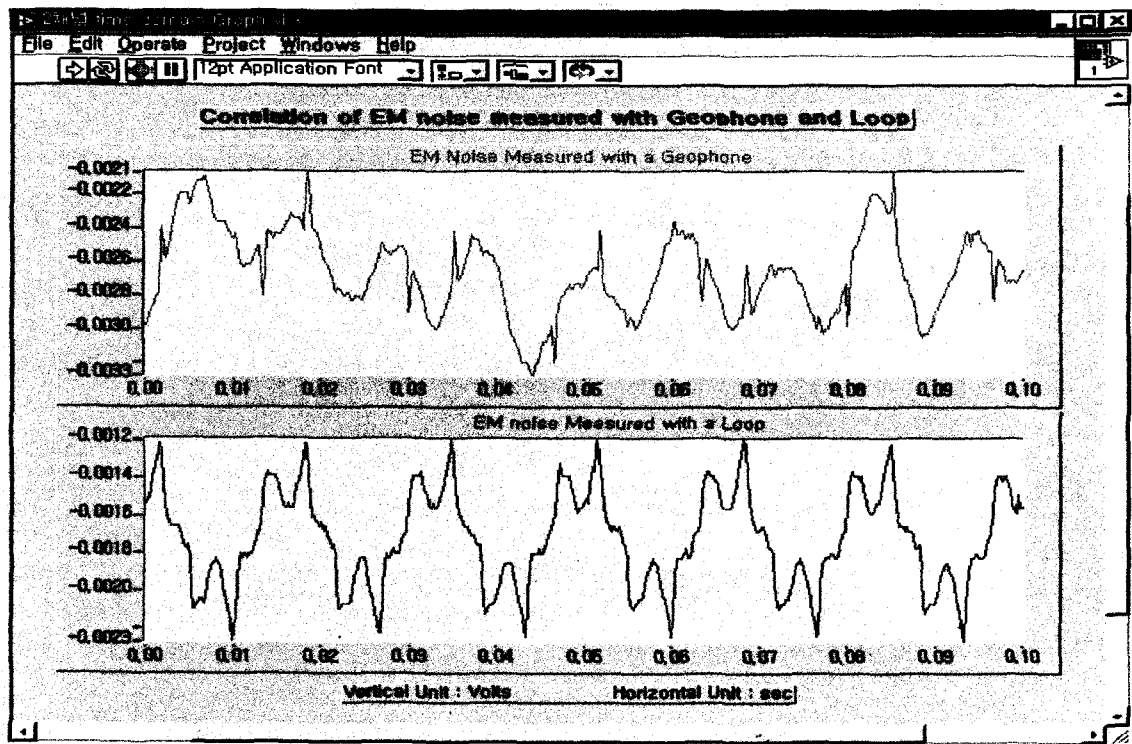
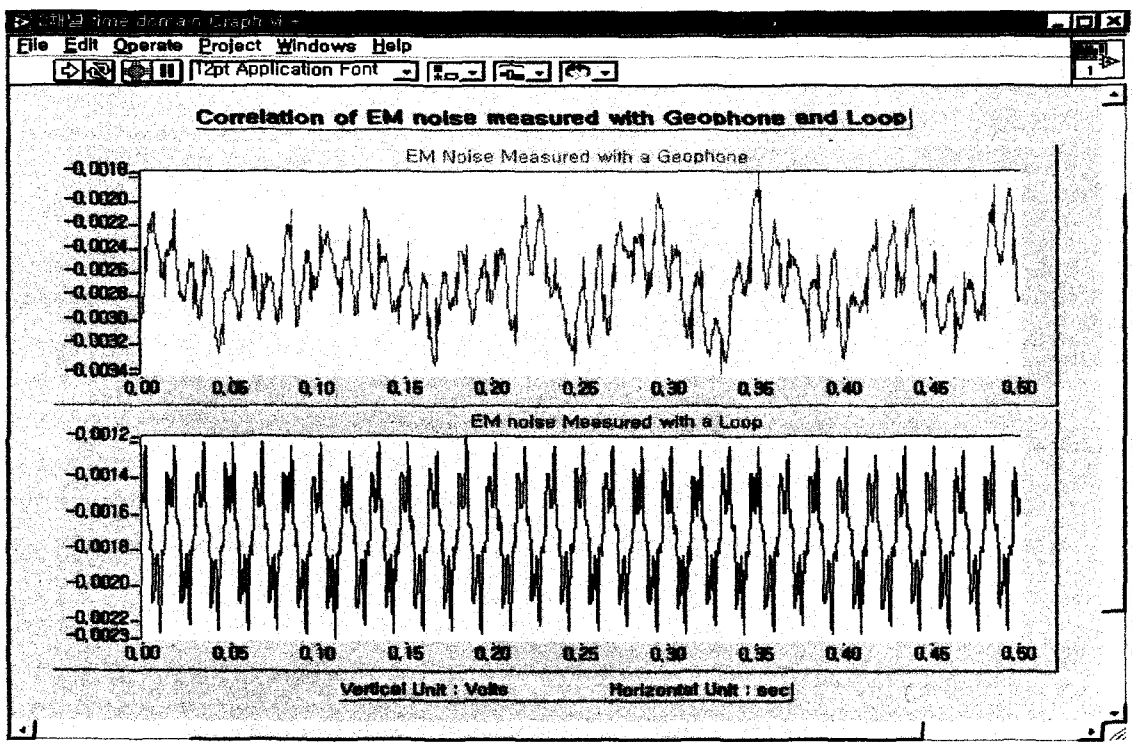


Fig. 4 Correlation measurements of EM noise measured with Geophone and EM loop