

도심지 물리탐사에서 전기·전자탐사에 영향을 미치는 전자기적 잡음의 측정

정지민*, 조성준*, 김정호*, 송영수**

* : 한국지질자원연구원

** : 전북대 지구환경과학과

1. 서론

지금까지의 물리 탐사는 도심지에서는 어느 정도 떨어진 지역에서 주로 행하여 왔다. 따라서 도심지에서 어느 정도 벗어난 지역에서 행하여지는 물리 탐사는 다양한 전자기적 잡음에 어느 정도는 자유로웠다. 그러나 최근 지구 물리 탐사의 활용 범위가 넓어짐으로써 도심지에서 물리 탐사가 수행되는 사례가 점차 증가하고 있는 실정이다. 비도심지와는 달리 도심지에는 다양한 인공 구조물에 의한 전자기적 잡음이 존재하기 때문에 측정 자료가 왜곡되고 또한 그 자료를 해석하는데 있어서도 많은 어려움을 겪게 된다. 따라서 본 연구는 도심지에서 발생하는 전자기적 잡음을 측정하고 그 특성을 파악하여 보다 나은 물리 탐사 자료를 획득하기 위하여 수행하였다.

2. 도심지 물리탐사에 영향을 미치는 전자기적 잡음

도심지내의 수많은 인공 구조물들은 다양한 전자기적 잡음을 발생시킨다. 따라서 현장에서 얻은 자료에는 다양한 잡음이 혼입되어 있으며 신호에서 잡음을 구별하는 것은 쉽지 않다. 특히 도심지에서와 같이 다양한 잡음원이 존재하는 곳에서는 더욱 그렇다.

Szarka(1988)에 따르면 잡음은 크게 Passive noise와 Active noise로 분류된다. 직접적으로 전자기파의 발생과는 관계가 없는 인공적으로 설치된 구조물들에 의해서 나타날 수 있는 잡음은 Passive noise로 분류하였고 인공 구조물들이 전자기파의 발생과 직접 관계가 있는 전기 전력 전송선, 전기 전력 장치, 전기 전력망, 부식 방지 시스템 같은 전기 시스템들은 Active noise로 분류하였다.

Fig. 1은 이론적인 전자기 잡음 스펙트럼과 전력선 조화파(Power line harmonics)를 보여준다. 일반적인 유도 전자기 측정 시스템이 작동하는 5 Hz ~ 25 kHz 범위에서의 자연 잡음 스펙트럼은 낙뢰 등에 의해 발생한 일시적인 자연 전자기 현상인 Sferics 때문이다(Macnae등, 1984). Sferics는 일반적으로 낙뢰 근처에서는 직접 탐사 지역을 통과하고 낙뢰로부터 먼 거리에 있으면 Earth-Ionosphere (E-I) wave guide에 의해 다중 반사되어 탐

사 지역을 통과한다. 약 6 Hz이하에서의 자연 전자기 잡음은 주로 지자기와 천리층 때문이다. 길게 진동하는 신호의 연속인 PC's는 약 1 Hz 이하에서 나타나며 IP 탐사와 고저주

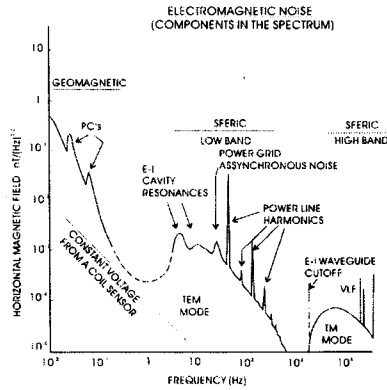


Fig. 1. Theoretical electromagnetic noise spectra, showing power line harmonics among the components (Macnae et al. 1984).

파 전자기 측정을 방해한다.

일반적인 유도 전자기 탐사 시스템은 퇴적 분지나 지열 조사 시에 사용되는 약 0.1 Hz이하에서 작동하는 몇몇의 Large scale 시스템을 제외하고는 5 Hz에서 25 kHz사이에서 작동한다. 그 범위에서의 Sferics는 지전류측정에 있어서 신호원으로 사용하지만 전력선에 의한 조화파(Harmonics)는 전자기 탐사에서 잡음으로써 작용하게 된다. 즉, 전력선에 의한 조화파는 전자기 탐사에 있어서 주요한 인공 잡음이다(Macnae 등, 1984).

Fig. 2는 50Hz 전력선 부근에서의 전자기 조화파이다(Takacs, 1979a; McCollor 등, 1983). 전력선에서 멀어 질수록 전력선에 의한 영향은 줄어든다는 것을 확인할 수 있다.

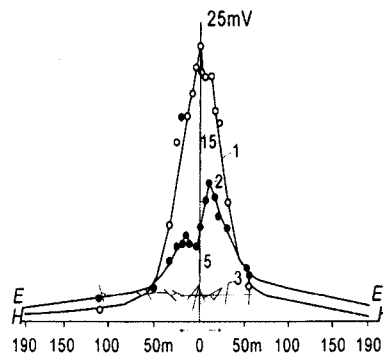


Fig. 2. Distribution of field strength of three-phase power transmission line in the immediate vicinity of the power line (Takacs, 1979a); (1) H_t (Total magnetic field); (2) E_x (Horizontal electric field); (3)Direction of H_t .

3. 실험 결과

본 연구에서는 다양한 전자기적 잡음 중에서 전자탐사를 할 때에 가장 많은 영향을 미칠 것으로 생각되는 전력 전송선에 의한 잡음, 즉 60 Hz와 그 홀수 조화파(Odd harmonics) 그리고 임의의 주파수를 추출하여 잡음의 분포를 고찰하였다.

EMI사의 전자탐사 장비인 ImagEM 장비를 이용하여 전력선에 대한 영향을 조사하였고, 그 후 잡음을 얻기 위해서 PXI를 이용하여 잡음 측정 시스템을 구축하였다(조성준, 2003). BF계열 자기장 센서를 이용하여 자기장을 측정하였으며, 전기장은 금속 전극을 이용하여 전기장을 측정하였다. 조사 지역은 연구단지내 2 km²에서 임의로 20곳을 지정하여 측정하였으며, 조사 지역의 동쪽에는 변전소가 위치해 있다.

처음으로 Fig. 2와 같은 전력선에 의한 영향을 확인하기 위해서 전력선을 제외한 잡음원이 없는 곳을 찾아서 자료를 얻었다. 또한 전력선에 의한 잡음의 크기를 알아보기 위해서 대청호에서 자료를 얻었다.

Fig. 3은 대전 근교 구즉에서의 자료 획득 위치이다. 이 지점은 측정 지점의 북쪽에 동서로 도로가 있으며 이 도로를 따라 전력선이 지나가고 있으며 주위에 전력선 이외의 잡음원은 없다. 측정은 전력선에서 70 m 남쪽에서 그리고 각각 100 m씩 남쪽으로 이동하면서 측정하였다. 이 실험은 전력선이 기존 장비에 영향을 주는지를 확인하기 위해서 실시하였다.

Fig. 4는 구즉에서 측정한 자료의 전자기 잡음 스펙트럼이다. 전자기 잡음 스펙트럼으로부터 60 Hz와 그 조화파를 확인할 수 있으며 1 kHz에서 10 kHz사이의 Dead band의 영향도 확인할 수 있었다. Fig. 3을 보면 전력선이 동서 방향으로 지나가고 있다. 따라서 전력선은 Hx와 Ey에 영향을 줄 것이라고 예상할 수 있었다. Fig. 4의 왼쪽 그림은 Hx의 세기를 나타낸 것으로 거리가 가까울 때는 크고 멀어 질수록 그 세기가 작아짐을 확인할 수 있었다. 또한 Fig. 4의 오른쪽 그림에서도 Ey의 세기가 전력선과의 거리가 멀어 질수록 세기가 작아짐을 확인할 수 있었다. 즉, 전력선에 의한 잡음의 세기가 거리에 반비례한다는 것을 확인할 수 있었다.

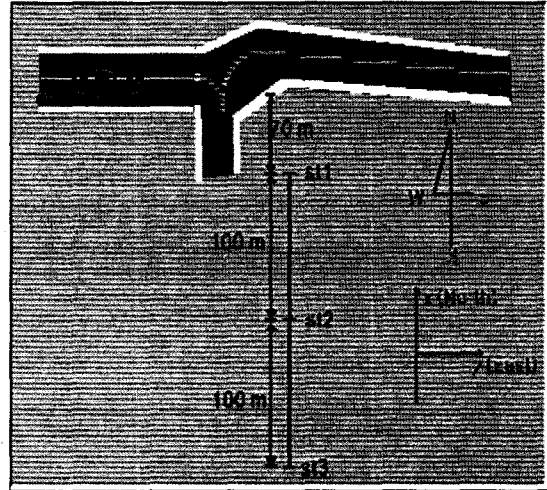


Fig. 3. Location map for measuring electromagnetic noise at Gusk. In this place, electromagnetic noise source seems only electric power cable.

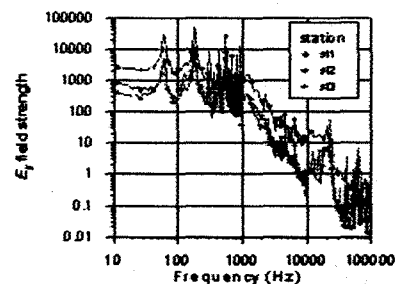
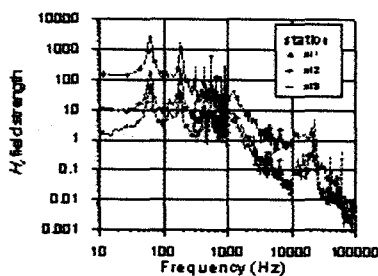


Fig. 4. Graphs of electromagnetic noise spectrum at Gusk. Hx field strength and Ey field strength

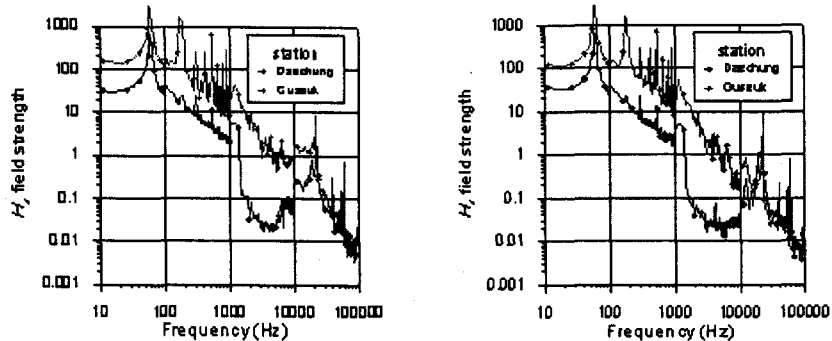


Fig. 5. Graphs of electromagnetic noise spectrum at Daecheongho.

Fig. 5는 대청호에서의 실험에서 얻은 자료의 전자기 잡음 스펙트럼이다. 측정 위치는 대청호 주변 지역에서도 매우 깊숙한 곳으로 전력선이 끝나는 곳에서도 3 km 정도 더 들어갔다. 따라서 외부로부터의 전자기적 잡음의 유입이 비교적 적을 것으로 생각되었다. 대청호에서의 실험에서 얻은 전자기 잡음 스펙트럼은 구죽에서 측정한 전자기 잡음 스펙트럼과 비슷한 경향을 보인다. 하지만 그 세기는 구죽에서 측정한 전자기 잡음의 세기보다 작음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 대청호 주변 지역의 전력 사용이 비교적 적고 대청호에 의해 외부로부터의 전자기적 잡음이 어느 정도 감소되었기 때문이라고 생각할 수 있다.

Fig. 6은 도심지 전자기 잡음 측정 시스템을 사용하여 측정한 자료 중 국립중앙과학관 주차장에서 전자기 잡음 스펙트럼을 도시한 것이다. Fig. 6에서 10 Hz부터 1 kHz까지 60 Hz 잡음이 매우 크게 들어오는 것을 확인할 수 있다. 60 Hz의 경우에는 그 크기가 다른 신호에 비하여 100 ~ 1000배 이상 크다는 것도 확인할 수 있다. 또한 1 kHz에서 10 kHz사이의 Dead band의 영향도 확인할 수 있다. 각 성분별 잡음은 그 크기가 서로 다르지만 전체적인 주파수 특징은 비슷하다. 이러한 경향은 국립중앙과학관 주차장에서 측정한 자료에서만 국한되는 것은 아니며 나머지 19곳에서의 측정 자료에서도 60 Hz와 그 홀수 조화파, Dead band의 영향을 확인할 수 있었다.

Fig. 7은 임의로 정한 20곳에서 측정하여 얻은 자기장 성분중 Hx 성분의 크기를 도시한 것이다. 현장에서 얻은 자료 중에 전력선에 의한 영향으로 발생하는 60 Hz를 추출하였다. 국립중앙과학관 주차장(GPS 15) 바로 옆에는 변전소가 위치하고 있으며 그 결과로써 국립중앙과학관 주차장에서 측정한 자료의 자기장과 전기장 성분이 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있었다. 전체적으로 변전소의 영향 때문에 서쪽보다는 동쪽부분의 자기장과 전기장 성분의 크기가 크다.

또한 한국조폐공사에서는 거의 대부분의 주파수에서 자기장과 전기장 모두 높게 측정되었다. 공원에서는 자기장 성분이 대체적으로 높게 측정되었고 대전광역시 보건환경연구원에서는 전기장 성분이 여러 주파수대에서 높게 측정되었다. 그 외에 한국통신, 한국전자통신연구원, 한국전자통신연구원 부근에서도 높은 전기장이 측정되었으며 위치에 따라서 큰 값으로 측정되는 주파수 대역이 각각 달라 일정한 경향을 찾기는 쉽지 않다.

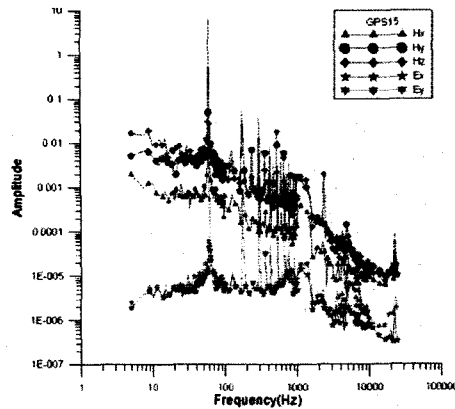


Fig. 6. A graph of Amplitude of H and E field components in frequency domain at GPS 15.

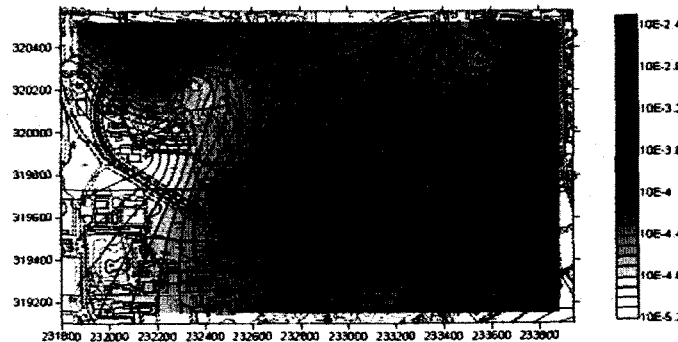


Fig. 7. Noise amplitude map of Hx field components at 60Hz.

도심지에서는 많은 잡음들이 혼재되어 있기 때문에 보다 좋은 측정 자료를 얻기 위해서는 측정에 사용되는 주파수대에 어떠한 잡음이 존재하는지를 파악하고 잡음을 회피할 수 있는 방법을 고려하여 탐사를 수행해야 할 것이다. 잡음을 회피하기가 곤란할 경우에는 잡음을 측정하여 자료 처리 과정에서 잡음을 제거해 주어야 할 것이다.

4. 결론

도심지에서 전자탐사를 수행할 때에 전력 전송선의 영향을 회피하기는 거의 불가능하다고 할 수 있다. 따라서 전자탐사에 영향을 미치는 전력 전송선에 의한 특성을 이해하는 것은 자료의 질을 향상시키는데 있어서 중요하다. 먼저 기존의 전자탐사 장비를 이용하여 구즉과 대청호에서 전력 전송선에 의한 잡음인 60Hz와 그 조화파의 영향에 대하여 알아보았다. 전력 전송선 이외의 잡음이 없다는 가정하에서 전력 전송선에서 멀어질수록 잡음의 세기가 약

해짐을 확인할 수 있었고, 전력 사용이 적을 것으로 예상되는 장소에서는 전력 사용이 많을 것으로 예상되는 장소에 비해서 60Hz와 그 조화파의 세기가 약함을 확인할 수 있었다. 실험을 위해 마련된 시스템으로 도심지에서의 전자기적 잡음을 측정해 본 결과 10 Hz ~ 1 kHz 사이에서는 60 Hz의 영향이 다른 대역의 신호에 비해서 100 ~ 1000배 이상 크다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 60 Hz에 의해 나타나는 조화파도 확인할 수 있었으며 그 크기 또한 다른 대역의 신호에 비해서 10배 이상 크다는 것도 확인 할 수 있었다. 따라서 이 대역의 주파수를 이용하여 전자 탐사를 할 때에는 전력 전송선에 의해 발생하는 60 Hz와 그 조화파에 대하여 충분한 고려가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 현장에서 얻은 자료에서 일곱 개 정도의 주파수를 추가로 추출하여 자기장과 전기장의 분포를 고찰해 보았다. 각각의 주파수의 크기는 어떤 일정한 경향을 갖지 않았으며 위치에 따라 상이하였고 그 크기 또한 일정하지 않았다. 따라서 도심지에서 전자탐사를 할 때에 측정에 사용되는 주파수 영역의 잡음 특성과 크기를 파악한 후 탐사를 하고 자료 처리를 한다면 자료의 질을 향상시키는데 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. 곽두영, 2002, Labview 컴퓨터 기반의 제어와 계측 solution, Ohm사.
2. Laszlo Szarka, 1988, Geophysics aspects of man-made electromagnetic noise in the earth - A review, *Surveys in Geophysics*, 9, 287-318.
3. James C. Macnae, Lamontagne Y., West G. F., 1984, Noise processing techniques for time-domain EM systems, *Geophysics*, Vol 49, No 7, P934-948.