

낙동강변 충적층 시추자료와 지구물리탐사자료의 연관성

함세영, 황학수*, 김형수**, 정재열, 문창규*, 차용훈, 장성

부산대학교 지질학과

*한국지질자원연구원 지하수지열연구부

**한국수자원공사 수자원연구소

hsy@pusan.ac.kr

<요약문>

창원시 대산면 갈전리의 강변여과수 취수지역의 8개의 시추공의 시추자료로부터 파악된 지하지질과 물리탐사자료를 비교하여 둘 간의 연관성을 검토하였다. 본 연구에서는 이미 얻어진 시추공 자료와 비교·검토하기 위하여 지구물리탐사를 실시하였다. 수행된 지구물리탐사는 쌍극자배열 전기비저항 수평탐사, 솔렘버저배열 전기비저항 수직탐사, 지하투과레이다탐사이다. 전기비저항 수평탐사에 의하면 저비저항치의 두께는 낙동강변에 가까울수록 두꺼워지는 경향성을 보이고 있다. 전기비저항 수직탐사 결과는 시추자료와 비교적 잘 일치하고 있으며 지표로부터 세립질 모래층, 중립질 모래층, 세립질 모래층의 구분이 수직탐사 결과에서 잘 나타나고 있다. 또한 GPR탐사와 전기비저항 수직탐사 결과에 의하면, 지하수면은 6m 부근에 위치하고 있음을 알 수 있다.

key word : 창원, 쌍극자배열 수평탐사, 솔렘버저배열 수직탐사, 지하투과레이다, 충적층 대수층, 강변여과수

1. 서론

강변여과수는 일종의 간접인공함양 방식으로 강물을 강변에 분포하는 충적층을 통과시켜 불순물을 제거하여 취수하는 방식이다. 우리나라에서는 낙동강변의 창원시 북면 신촌리와 대산면 갈전리 지역에서 강변여과수를 각각 3,000m³/일과 2,000m³/일씩 취수하여 주민들에게 식수로 공급하고 있다. 그 외에도 낙동강변의 함안군 칠서면 용성리 및 이룡리과 김해시 생림면 마사리 지역에서도 강변여과수 개발 사업이 진행 중에 있다.

본 연구의 목적은 경남 창원시 대산면 갈전리 강변여과수 취수장 주변지역의 8개의 관측공에서 심도 3m 간격으로 채취된 토양시료로부터 얻어진 충적층 지질과 지구물리탐사자료를 비교·분석하는데 있다. 이를 위하여 전기비저항 수평탐사(쌍극자-쌍극자 배열), 전기비저항 수직탐사(솔렘버저 배열) 그리고 지하투과레이다탐사를 실시하였다.

2. 지 질

연구지역의 지질은 하위로부터 중생대 백악기 유천층군의 화산암류(팔용산응회암, 주산안산암질암)를 기반암으로 하고, 그 위에 제 4기 충적층이 부정합으로 피복하고 있다(주식회사 삼중엔지니어링, 1999). 팔용산응회암은 일동, 상리, 상남, 죽동부락의 야산 일원에 분포되어 있으며, 주로 녹회색응회암으로 구성되어 있다. 시추공(D1 ~ D8) 주변(Figure 1)의 지질은 지표로부터 차례로 세립질 모래층, 중립질 모래층, 세립질 모래층, 모래질 자갈층으로 구성되어 있다(함세영 외, 2003). 각 층의 두께를 보면, 모래층이 평균 25.6m이고, 모래자갈층은 평균 2.4m이다. 그러나, 대부분의 관측공의 심도는 30m 정도이므로 모래자갈층을 완전히 관통하지는 못하였다.

3. 물리탐사

본 연구에서 수행한 물리탐사는 전기비저항 수평탐사(쌍극자-쌍극자 배열), 전기비저항 수직탐사(술림버저 배열)와 GPR이다. 전기비저항 수평탐사의 경우 전극간 간격을 10m로 전극전개수 $n=8$ 로 하였고, 측선수는 4개, 탐사심도는 약 60m이다(Figure 1). 수직탐사의 경우 측점수는 10개이며 탐사 심도는 약 80m이다. 탐사기기로 sting R1을 사용하였다. GPR 탐사는 100MHz 안테나를 사용하여 송수신기간의 간격은 1m, 측정간격은 0.1m로 하여 측정을 실시하였다. 탐사기기로는 PulseEkko 100을 사용하였다.

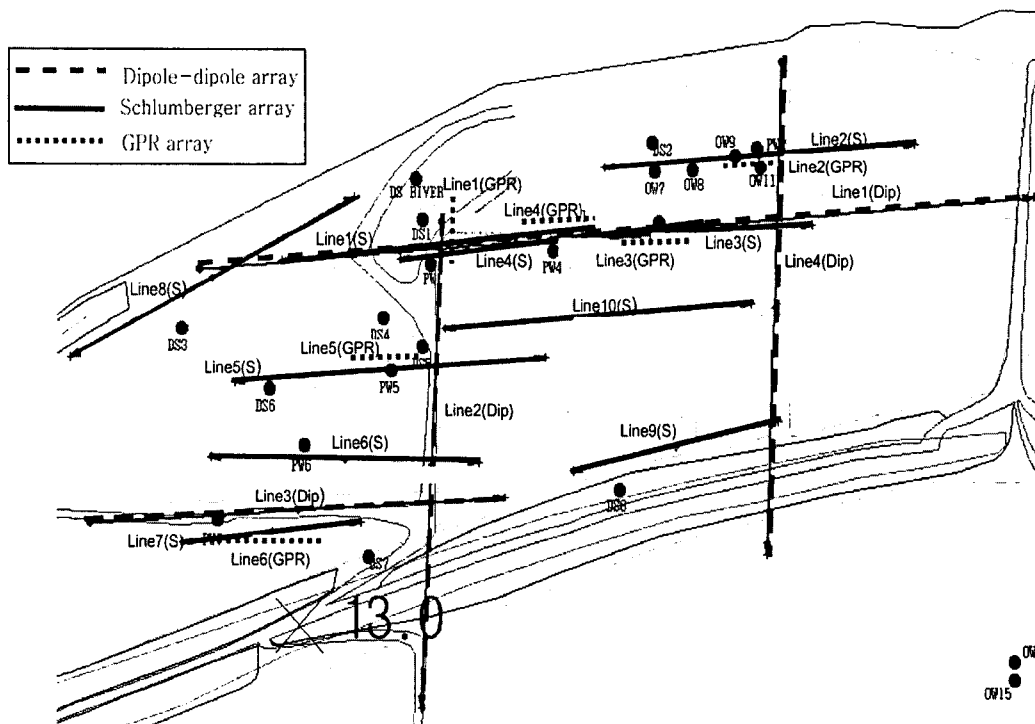


Figure 1. Survey lines of geophysical prospecting.

1) 전기비저항 수평탐사 결과

전기비저항 수평탐사결과를 보면(Figure 2), 측선 1에서는 100~300ohm-m의 저비저항치가 나타나고 있으며, 그 아래에는 1000ohm-m이상의 고저비저항치가 나타나고 있다. 그리고 고저비저항치의 하부에서는

다시 100~300ohm-m의 저비저항치가 나타나고 있다. 또한, 저비저항치의 두께는 낙동강변에 가까울수록 두꺼워지는 경향성을 보이고 있다. 이는 낙동강에 가까울수록 대수층이 잘 발달되어 있음을 나타내는 것이다. 측선 2에서도 낙동강변에 가까운 지역에서 저비저항치의 두께가 두껍게 나타나고 있다. 그러나, 측선 3에서는 낙동강변으로부터의 거리에 따른 저비저항치의 두께 변화가 별로 나타나지 않고 있다. 측선 4에서는 측선 1과 마찬가지로 낙동강변에 가까울수록 저비저항치의 두께가 두꺼워지는 경향성을 보이고 있다.

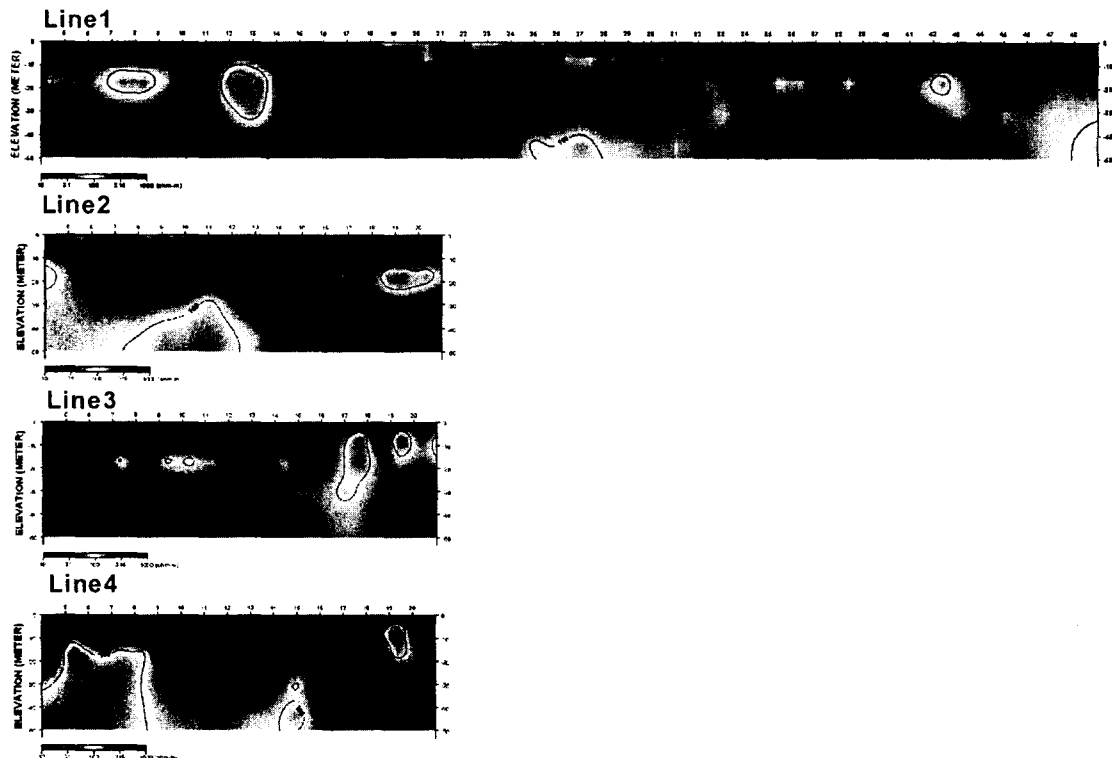


Figure 2. Reversed interpretation of dipole-dipole array.

2) 전기비저항 수직 탐사 결과

10개 지점의 술럼버저 배열의 전기비저항 수직탐사 중 대표적인 측점인 측점 4에서의 전기비저항 수직탐사 결과는 Figure 3의 B와 같다. Figure 3에서 1층은 지표에서 6m까지이며 600ohm-m의 전기비저항치를 보인다. 이 지역은 불포화대로서 고비저항치를 나타내는 것으로 판단된다. 2층은 6~12m이며 400ohm-m를 나타낸다. 3층은 12~22m이며 41ohm-m를 나타낸다. 그리고 4층은 22~80m이며 150ohm-m를 나타낸다.

3) 지하투과레이다탐사 결과

지하투과레이다(GPR, Ground Penetrating Radar)탐사는 물리적인 교란없이 층적층 대수층의 지하구조를 수 미터 깊이까지 탐사하는데 적당하다(Hoehn, 2001). 외국에서는 GPR에 의한 천부 층적층에 대한 퇴적상 연구가 활발하게 진행되고 있다(Beres and Haeni, 1991; Corbeanu et al., 2001; Neal and Roberts, 2001). GPR을 이용한 국내의 층적 대수층에 대한 연구 사례로는 김형수 외(2002)가 있다.

본 연구지역에서 GPR탐사는 6개 측선에 대해서 실시되었다. GPR 탐사 결과, 심부 5~6m 내외에서 반사면이 관찰되며, 이 반사면 아래로는 신호의 감쇄가 보이고 있다(Figure 3의 D). 이 반사면은 지하 수면에 의한 반사면으로 판단되어진다.

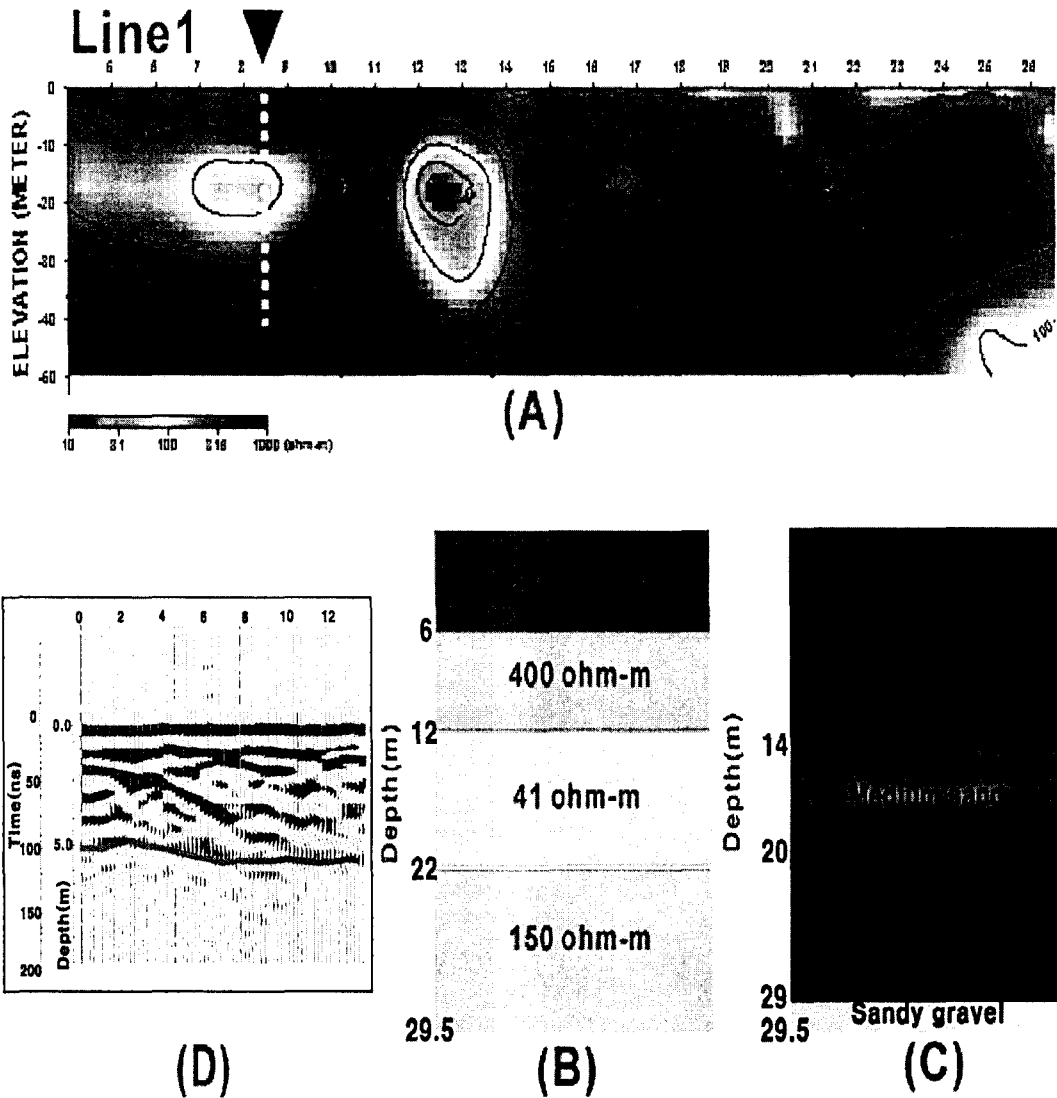


Figure 3. Interpretation geologic section using geophysical data (A, B and D) and borehole log (C).

4. 각 물리탐사와 시추자료의 비교

PW1 근처에서 수행한 쌍극자 수평탐사 측선 1(Figure 3의 A), 수직탐사 측점 1(Figure 3의 B), GPR 탐사 측선 1(Figure 3의 D), 시추공 DS1의 자료(Figure 3의 C)를 비교하여 지하구조를 분석하였다. 전기비저항 수직 탐사와 시추공 자료를 비교해 보면, 시추공 자료에서 0~14m의 세립질 모래층은 수직탐사결과에서는 0~6m구간은 600ohm-m 그리고 6~12m구간은 400ohm-m로 나타나고 있다. 따라서, 6m 부근에 지하수면이 분포하고 있음을 알 수 있다. 그리고 시추공 자료에 의하면 14~20m는 중립질 모래층이며, 수직탐사결과는 12~22m구간이 41ohm-m로 나타나고 있다. 따라서, 중립질 모래층의 전기비저항치는 41ohm-m에 대비됨을 알 수 있다. 시추공 자료에 의하면 20~29m에서 다시 세립질 모래층이 나타나고 있으며, 29m부터는 모래질 자갈층이 나타난다. 그러나, 수직탐사 결과에서는 22m부터 150ohm-m가 나타나고 있다. 따라서, 29m에서 나타나는 세립질 모래층과 모래질 자갈층의 경계가 수직탐사에서는 식별되지 않고 있다. 이는 연구지역의 수직탐사에서는 지하 22m보다 깊은 심도의 지층 구분이 어렵다는 것을 나타낸다.

전기비저항 수평탐사의 결과(Figure 3의 A)에서도 전기비저항 수직탐사에서와 같이 10~20m 사이에 저비저항층이 관찰되며, 이는 중립질 모래층과 대체로 일치한다. GPR 탐사 속도 반사면(Figure 3의 D)에 의하면, 심부 5~6m 내외에서 반사면이 관찰되며, 수직탐사결과와 마찬가지로 지하수면에 의한 것으로 판단된다.

5. 결론

- 1) 전기비저항 수평탐사에 의하면 저비저항치의 두께는 낙동강변에 가까울수록 두꺼워지는 경향성을 보이고 있다.
- 2) 전기비저항 수직탐사 결과는 시추자료와 유사하게 나타나고 있다. 1층(0~12m)은 세립질 모래층, 2층(12~22m)은 중립질 모래층, 그리고 3층(22~80m)은 세립질 모래층을 나타나고 있다. 따라서, 약간의 오차는 있으나, 전기비저항 수직탐사 결과가 시추자료와 비교적 잘 일치함을 알 수 있다. 그러나, 22m보다 깊은 심도에 대해서는 수직탐사에 의한 지층 구분의 정확도가 떨어진다.
- 3) GPR탐사와 전기비저항 수직탐사 결과에 의하면, 지하수면은 6m 부근에 위치하고 있음을 알 수 있다.

6. 사 사

본 연구는 21세기 프런티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제 번호 3-4-1)에 의해 수행되었다. 연구비를 지원해주신 프런티어 사업단에 감사드립니다.

7. 참고문헌

- 김형수, 이철우, 백건하, 지하투과레이다(GPR)을 활용한 천부 충적 대수층 퇴적상 연구, 한국지하수 토양환경학회 추계학술발표회, 144-147 (2002).
- 함세영, 한정상, 정재열, 장성, 차용훈, 류수희, 김형수, 창원 대산지구 강변여과수 취수지역의 충적층 지질과 수리전도도, 한국환경과학회 2003년도 봄 학술발표회, 237-241 (2003).
- Beres, M. Jr. and Haeni, F. P., Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies, *Groundwater*, 29, 375-386 (1991).
- Corbeanu, R. M., Soegaard, K., Szerbiak, R. B., Thurmond, J. B., McMechan, G. A., Wang, D., Snelgrove, S., Forster, C. B., and Menitove, A., Detailed internal architecture of a fluvial channel sandstone determined from outcrop, cores, and 3-D ground-penetrating radar: Example from the middle Cretaceous Ferron Sandstone, east-central Utah, *AAPG Bulletin*, 85(9), 1583-1608 (2001).
- Hoehn, E., 2001, Hydrogeological issues of riverbank filtration - a review, *Riverbank filtration: Understanding contaminant biogeochemistry and pathogen removal*, NOTO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, v. 14, 17-41(2001).
- Neal, A. and Roberts, R. J., Internal structure of a trough blowout, determined from migrated ground-penetrating radar profiles, *Sedimentology*, 48, 791-810 (2001).