

# 지표레이다 탐사자료의 유한차분 구조보정

이명중<sup>1)</sup> · 김정호<sup>1)</sup> · 정승환<sup>1)</sup>

## 1. 서론

지표레이다 (Ground Penetrating Radar; GPR) 탐사자료의 해석을 위해서는 여러 가지 자료처리 과정이 필요하며, 최종적으로는 구조보정 (Migration)을 수행함으로써 지하 단면을 획득하게 된다. 현재 GPR 탐사자료의 구조보정 처리에는 주로 F-K 상속도 구조보정법이 이용되고 있다. 이는 레이더파의 속도를 상속도로 가정하여도 그다지 큰 문제가 발생하지 않는 경우가 많기 때문에 이 경우 상속도 구조보정만으로도 비교적 정확한 지하구조 단면의 획득이 가능하게 된다. 그러나, 지하 매질의 레이더파 속도변화가 현격한 경우에는 상속도 구조보정으로는 정확한 지하구조 단면의 획득이 불가능하며, 이에 따라 지하 매질의 속도 구조 변화를 고려할 수 있는 구조보정 알고리즘이 요구된다. 또한, GPR 탐사자료의 자료처리에 있어서 또 하나의 문제점은 탐사지역에 지형의 변화가 존재하는 경우 지형변화 자체가 구조보정 결과에 왜곡을 발생시킨다는 점으로 이에 대한 고려 또한 필수적이다.

본 연구에서는 이와 같은 두 가지 문제점에 대한 대안으로써 지형을 고려할 수 있을 뿐만 아니라 지하매질의 속도 구조 변화를 정확하게 반영할 수 있는 유한차분 구조보정 프로그램을 개발하고자 하였다. 유한차분 구조보정 알고리즘에는 Berkhout (1979)의 급경사 구조보정 알고리즘을 이용함으로써, 급경사를 나타내는 반사체에 대해서도 근사 파동방정식의 사용에 따른 분산오차를 최소화하여 정확한 구조보정 영상을 획득할 수 있도록 하였다. 또한, 지형변화에 대한 고려를 위하여 Beasley and Lynn (1992)의 영 속도층 (zero-velocity layer) 개념을 유한차분 구조보정 알고리즘에 구현하였으며, 이로부터 지형을 고려한 구조보정이 가능하도록 하였다. 본 논문에서는 개발된 유한차분 구조보정 프로그램을 현장자료에 적용한 결과에 대하여 논의하고 이로부터 그 적용성을 입증하고자 한다.

## 2. 현장 GPR 탐사자료의 유한차분 구조보정

본 연구에서는 유한차분 구조보정 알고리즘을 개발하고 이를 현장에서 획득한 탐사자료에 적용하였다. 먼저 그림 1은 지하 매질의 속도구조 변화가 현격하고, 그 속도 구조 변화를 육안으로 쉽게 확인할 수 있는 경우에 대한 구조보정 결과를 비교한 것이다. 탐사자료가 획득된 지역은 화강암 석산의 채석지역으로서, (a)에 나타난 바와 같이 GPR 탐사축선에 수직인 방향으로 과거 채석에 의한 절개 틈에 물이 차 있는 형태를 보이고 있다. 즉, 지하매질의 속도구조가 화강암 ( $120 \text{ m}/\mu\text{sec}$ ) 과 물 ( $30 \text{ m}/\mu\text{sec}$ )로 뚜렷하게 대비되는 특징을 가지고 있다. (b)는 이 축선 상에서 획득한 GPR 탐사자료에 대하여 통상적인 주파수 필터링 등의 자료처리 후에 상속도 F-K 구조보정을 수행한 결과를 나타난 것으로 축점 8.7 m를 중심으로 하여 물로 차있는 영역에서의 속도구조 변화를 고려하지 못하고 있음에 기인한 과보정 양상이 나타나고 있다. 이에 대하여 (c)와 같은 속도구조 모형을 설정하고, 이를 이용하여

---

주요어: 지표레이다, GPR, 유한차분, 구조보정, 지형

1) 한국지질자원연구원 탐사개발연구부(muse@kigam.re.kr)

유한차분 구조보정을 수행한 결과인 (d)의 영상에서는 (b)의 결과에 비하여 채석 절개 흔적의 하단부에 대한 영상을 뚜렷하게 잘 보여주고 있다. 즉, 지하매질의 속도구조 변화를 정확히 고려함으로써 과보정된 영상이 사라지고 채석 흔적의 하단부로부터의 반사파가 뚜렷하게 모아졌음을 알 수 있다. 이와 같은 GPR 영상의 드라마틱한 개선은 속도구조를 정확하게 반영할 수 있는 유한차분 구조보정의 장점을 잘 보여주고 있다.

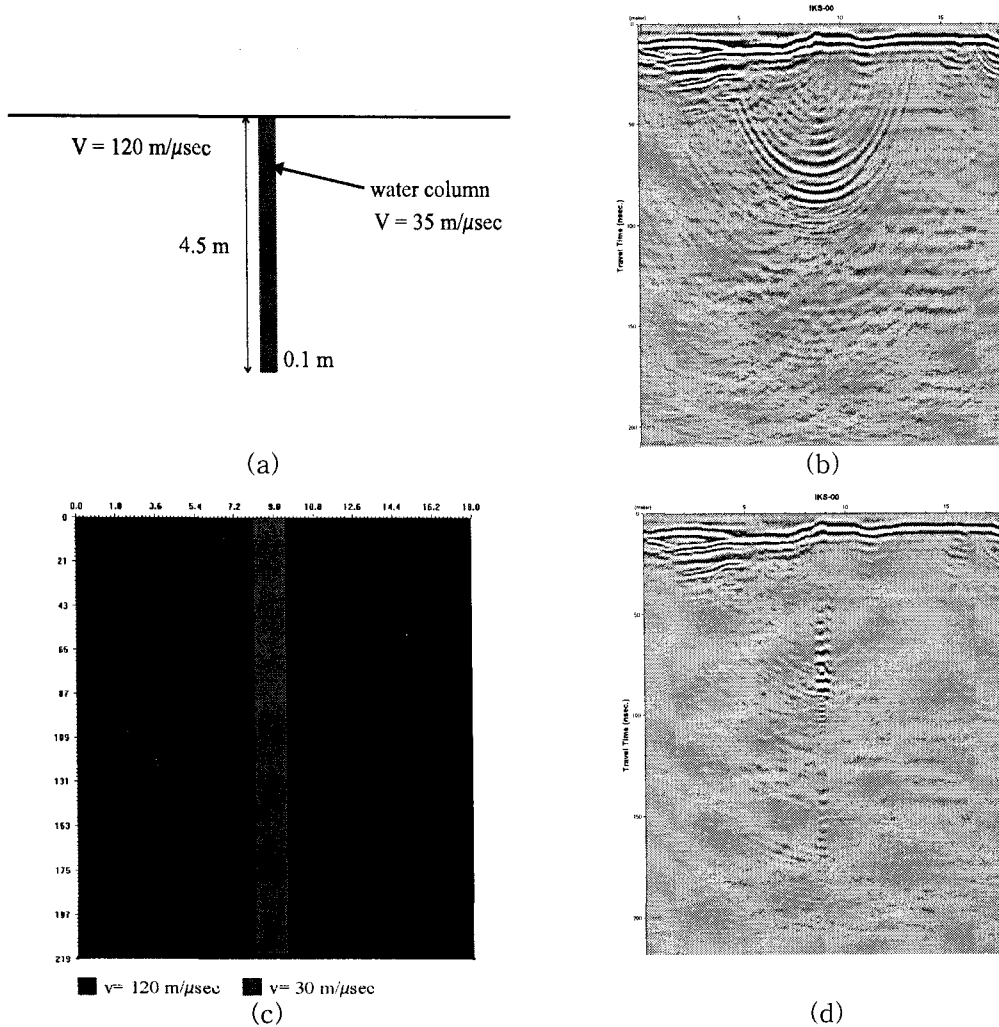


그림 1. 화강암 석산에서 획득한 GPR 탐사자료의 구조보정 결과의 비교. (a) 측선 하부의 속도구조 모식도 (b) 상속도 F-K 구조보정 결과 (c) 유한차분 구조보정을 위한 속도구조 모형 (d) (c)의 속도구조 모형을 사용한 유한차분 구조보정 결과.

그림 2는 유해탐지를 위하여 수행한 GPR 탐사자료로서 탐사 측선이 유해가 매장된 봉분들을 가로지름에 따라 GPR 영상에 나타낸 바와 같이 비교적 심한 지형변화를 보이고 있다. 그림에서 (a)는 통상적인 자료처리 과정을 수행한 후 F-K 상속도 구조보정을 수행한 결과이고, (b)는 지형을 고려한 유한차분 구조보정을 수행한 결과이다. 두 영상의 차이점은 지형의 변화가 급격한 영역에서 잘 보이고 있다. 즉, (a)에서는 지형의 변화가 급격한 곳에서 급경사의 이상대가 존재하는 것처럼 나타남에 비하여 (b)에서는 이들 거짓 급경사 이상대들이 사라지고 각 봉분의 중앙부위에만 반사 이상대가 나타나고 있다. 이들 반사 이상대들은 유해 또는 유해 매장과 관련된 기타 매장물에 의한 영상으로 해석되었으며, 이와 같은 시험 탐사를 통하여 GPR 탐사가 유해탐지에 효과적으로 적용될 수 있음을 입증하였다.

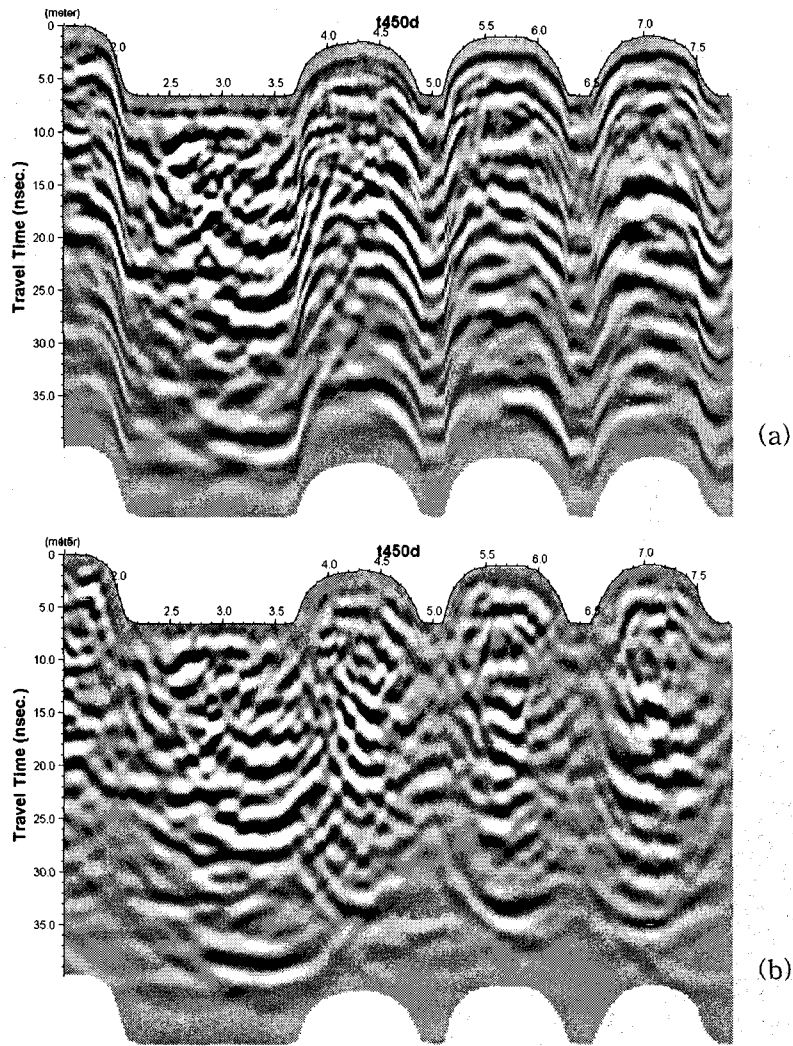


그림 2. 유해탐지를 위한 GPR 탐사자료의 구조보정 결과의 비교. (a) 상속도 F-K 구조보정 수행 결과 (b) 지형을 고려한 급경사 유한차분 구조보정 수행 결과.

### 3. 결 론

본 연구에서는 지하매질의 속도구조 변화 및 지형 변화를 고려할 수 있는 유한차분 급경사 구조보정 알고리즘을 개발하였다. 현장 탐사자료에 대한 실험 결과 지하매질의 속도구조를 고려함으로써 매우 정확한 지하구조 단면을 획득할 수 있었으며, 지형변화에 대한 고려를 통하여 현실에 부합하는 구조보정 영상을 획득할 수 있었다. 향후 본 연구에서 개발된 구조보정 알고리즘의 활발한 적용이 기대된다.

### 4. 참고문헌

- Beasley, C., and Lynn, W., 1992, The zero-velocity layer: Migration from irregular surfaces, *Geophysics*, 57, 1435-1443.
- Berkhout, A. J., 1979, Steep dip finite-difference migration, *Geophysical Prospecting*, 27, 196-213.