

GPR(Ground Penetrating Radar)의 활용



홍상희 우리협회 건축진단부, 공학박사

1. 서언

해빙기를 맞아 겨울 내내 공사를 하지 못한 현장에서는 기온이 올라가면서 활발한 건설활동이 재개 되었다. 현장 주변의 정리정돈을 시작으로 건설기계의 움직임이 다른 여느때보다 사용빈도는 증가되고 있다. 특히 건설현장에서 수행하는 토공작업 중 일반배관, 흙관 등의 관로 설치를 위하여 굴삭기를 이용하는데 지하매설물의 위치를 파악하지 못한 채 가스관, 상수관, 하수관 및 전기·통신관에 손상을 주어 피해를 주는 경우가 종종 발생되고 있다.

최근에는 사회간접자본시설의 확충 및 지하공간이용의 극대화에 따른 대형 굴착공사들이 많아져 대형붕괴재해 위험이 상존하고 있으며 굴착공사 작업시 사고가 발생하게 되면 인명피해는 물론 인접건물, 지하매설 등에 막대한 피해를 동반하여 불편한 문제를 야기 시키기도 한다.

그러므로 지하매설물의 위치 파악 및 각종 용도로 사용되는 비파괴 장비 중 간단하게 사용할 수 있는 기기가 바로 GPR(Ground Penetrating

Radar)이다. GPR이란 1~1,800 MHz 사이의 전자기파(electromagnetic radio wave)를 송신기(transmitter)로부터 지하로 방사시켜 서로 전기적 특성이 다른 지하 매질간의 경계면(예; 매설구조물과 토양의 접촉면)에서 반사되어 지상으로 돌아오는 전자파를 수신기(receiver)로 수집, 기록한 뒤 PC에 의한 자료처리와 해석과정을 거쳐 지질 및 지중 구조물의 구조와 상태를 규명하여 영상화 하는 비파괴 탐측기기이다.

따라서 본고에서는 GPR의 활용에 관하여 고찰하고자 한다.

2. GPR 원리 및 장비

2.1 GPR의 원리

GPR은 전자기파의 전파(propagation)와 반사(reflection)의 성질을 이용하여 지중의 각종 현상을 밝혀내는 최신의 물리탐사(geophysical survey) 법의 일종으로 GPR을 이용하기 위해

서는 먼저 레이더파의 특성을 이해하는 것이 필요한데 이것은 GPR이 레이더 기술로부터 개발되었기 때문이다.

레이더는 원래 고주파의 전자파를 공기중에 방사하여 목표물에서 반사되어 온 전자기파를 수신하여 목표물의 위치를 알아내는 시스템이다. 이것은 전자기파의 공기 중 전파속도가 빛의 속도(빛도 전자파의 일종임)이므로 전자기파를 반사시키는 목표물의 거리는 전자파기의 왕복 시간에 비례한다는 사실을 이용한 것이다.

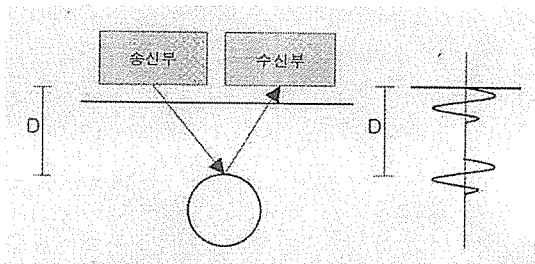


그림 1. GPR의 원리

따라서, GPR 장비는 전자기파를 지표면이나 구조물의 표면으로부터 입사시킨 후, 연속적으로 매질 경계면에서 반사되어 되돌아오는 파를 수신하게 된다. 전자기파는 매질 특성이 달라지는 경계면에서 그 일부가 반사되고 일부는 다른 매질 층으로 투과하여 계속 진행한다. 이 전자기파의 전파속도, 파장은 전자기파가 통과하는 각 매질의 특성(유전상수, Dielectric Constant)에 따라 달라지고, 반사특성은 두 매질간 유전상수 차에 의존한다.

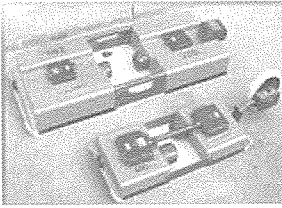
표 2.1 매질에 대한 유전상수

매 질	유전상수	매 질	유전상수
공기	1	얼음	4
금속	1	만년설	1.5
물	81	아스팔트	5
마른콘크리트	5.5	젖은 콘크리트	12.5
마른모래	4	젖은모래	15
포화된모래	25	마른 Loamy/점토질토양	2.5
마른광물/젖은토양	6	유기체 토양	64
젖은 모래질토양	23.5	결빙토양/영구동토	6
표석점토	11	토탄층	61.5
마른 점토	4	젖은 점토	27
마른 모래와 자갈	5.5	언 모래와자갈	5
마른 화강암	5	젖은 화강암	6.5
화산재	13	젖은 현무암	8.5
알칼리 광석	5.5	마른 보크사이트	25
섬장암 반암	6	석탄	4.5
마른 석회석	5.5	젖은 석회석	8
젖은 사암	6	젖은 염	6

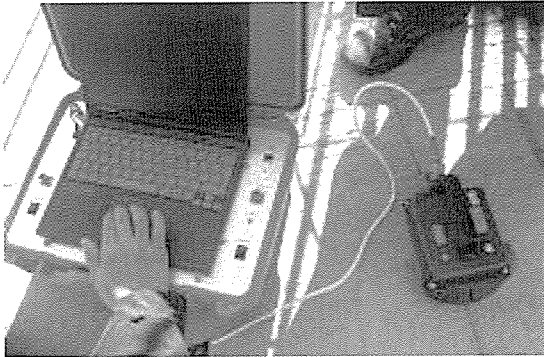
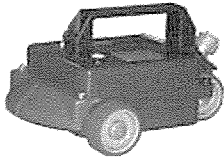
그러므로 매질의 특성(유전상수)과 전자기파가 매질을 통과한 시간을 알 수 있다면 매질층의 두께 및 위치를 파악할 수 있고, 두 매질간 경계면, 내부 균열 및 공동의 존재여부 및 심도, 위치, 규모 등을 밝혀 낼 수 있다.

2.2 GPR의 장비 구성

GPR의 장비 구성은 전자파기를 단속적으로 발생시키고 수신할 수 있는 수신기, 전자기파의 송수신기인 측정안테나, 데이터의 전송, 저장할 수 있는 분석장치 및 출력 장치로 구분할 수 있다.



각종 안테나



분석장치사진 1. GPR장비

3. GPR의 활용 및 용도

3.1 GPR의 활용

GPR은 지층구조 연구 및 탐사로부터 출발한 탐측방법으로, 초기에는 주요한 지질구조 조사 장비로 사용되었다. 이후에는 각종 구조물의 비파괴 검사용으로 응용되기 시작하였으며, 최근에 와서는 토목 구조물 시공시 지하매설물의 급증과 함께 지하매설물 중 매설배관의 위치 및 심도측정용으로 활용되고 있다.

건축에서의 활용은 철근 콘크리트 구조물의 경우 구조내력이나 강성을 산정, 검토하기 위하여 기존 구조물의 기둥, 보, 바닥, 벽 등의 배근에 관하여 조사할 필요성 있다. 특히, 재건축 진단시 구조물의 안전성을 판단하는 목적으로 철근의 배근상태, 배근 유무 및 피복두께 측정에도

이용하기도 하며, 매트 콘크리트 기초 두께 확인도 이 장비를 이용하여 측정 할 수 있다.

이외에도 지반탐사, 교량의 상판 두께 확인, 터널 공사시 벽체 확인 및 도로, 철도부분에도 이용 할 수 있다.

표 2. GPR의 활용

구분	용도
지반탐사	■ 지하매설물 위치, 지하수위, 기반암, 퇴적 상태 등
교량부분	■ 상판두께, 상판 및 교각 균열 상태
터널부분	■ 터널지반, 터널벽체, 배면공동 등
도로 및 철도부분	■ 도로 지반 및 공동, 철도 지반 등
하상 탐사	■ 저수지 및 하천의 수심변동 현황, 조사, 기반암층 심도 확인
기타	■ 폭발물 탐사, 유류누출, 폐기물 매립등으로 인한 환경오염지역 평가, 문화재 지중 위치 확인

3.2 GPR의 용도

(1) 철근 콘크리트 구조물의 철근탐사

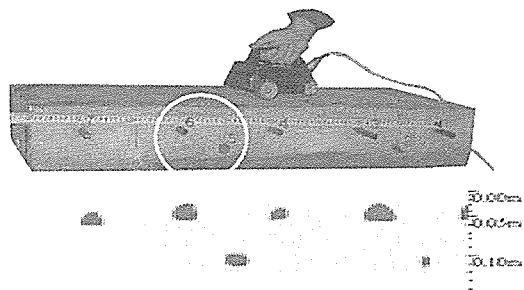


사진 2. 철근 탐사

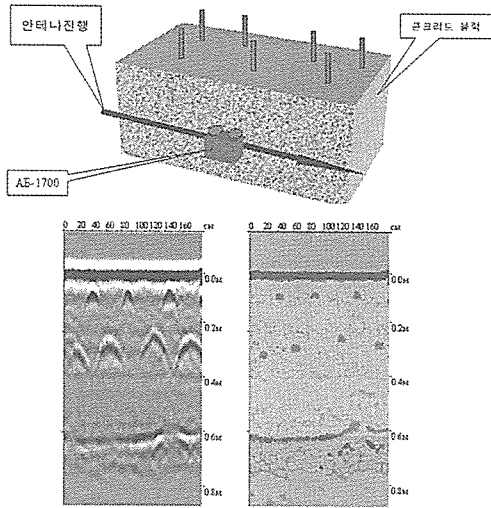
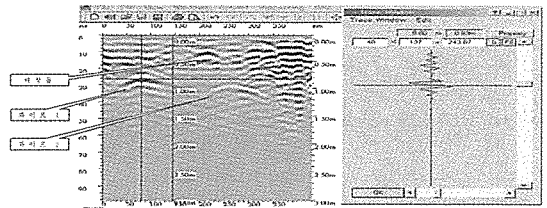
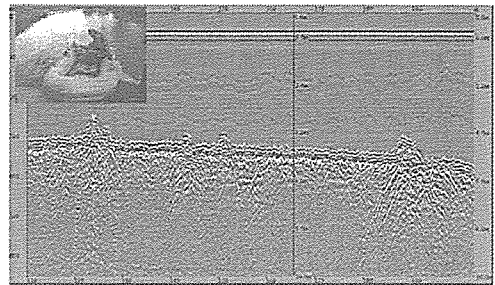


사진 3. 철근의 간격 측정

(3) 도시 및 강바닥 가스관 탐사



도시 가스관 탐사



강바닥 가스관 탐사

사진 6. 도시 및 강바닥 가스관 탐사

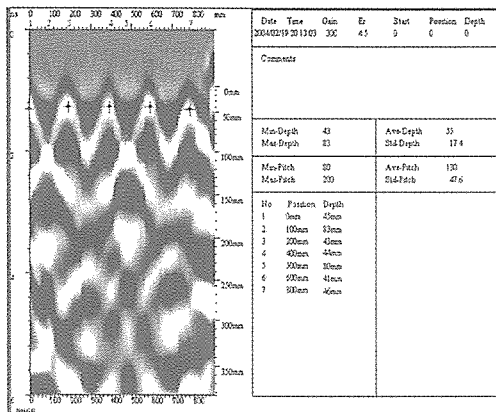


사진 4. 철근의 깊이 측정

(4) 콘크리트 아스팔트 지층 조사

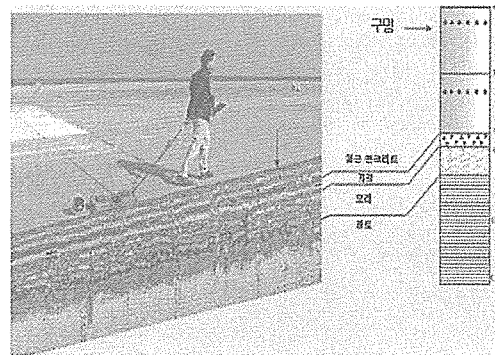


사진 7. 콘크리트 아스팔트 지층 조사

(2) 콘크리트의 균열 및 누수 탐사

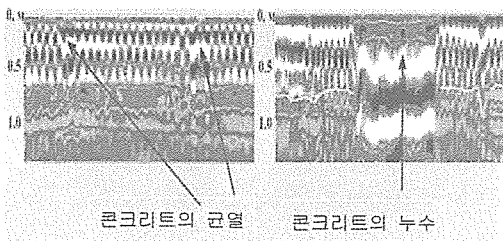


사진 5. 콘크리트 균열 및 누수 탐사

4. 결론

GPR 장비는 토목 및 건축현장에서는 다양한 문제점이 발견되었을시 현장 상황에 맞게 이용할 수 있다. 하지만 장점이 있는 반면 단점도 있다. 데이터의 오차가 발생할 여지가 많고, 어느

정도 측정 대상물에 대한 정보를 알지 못하면 전혀 분석을 할 수 없는 경우도 발생되므로 사전에 구조물 및 측정 대상물을 이해할 수 있는 사전조사가 필요하다. 특히 자료 해석시 숙달된 경험자에 의한 정확한 분석 또한 중요하다.

다양한 활용성을 갖는 GPR 장비를 이용하여 산업분야에 필요한 정보 획득 및 확인작업시 유용하게 이용할 수 있으며, 최근에는 이의 기술적인 응용범위가 확대되고 있다.