

電磁波를 이용한 計測

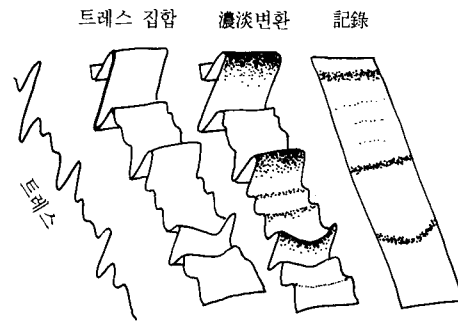
稻垣 正晴 技術士(建設)

1. 序 言

電磁波法을 이용한 物理探査란 터널覆工背面, 포장構造, 路面밑의 空洞 등의 調査를 위한 地中레이더를 사용하는 電磁波反射法으로서 物質의 比誘電率의 해석이 가장 중요하다. 최근에는 지진時的 해일 予知에 關連되는 電磁潮位計나 湖水 밑바닥의 堆積層두께 測定 등의 環境,防災관계에도 應用할 수 있게 研究開發이 進行되고 있기도 하다. 電磁波의 適正 用途에 對하여 紹介하면 다음과 같다.

2. 電磁波法の 原理

電磁波法은 物理探査法の 일종으로 地中레이더 장치를 이용한 地中の 탐사법이다. 地中레이더의 안테나로부터 放射된 펄스狀의 電磁波는 材質이 다른 層境界에서 일부가 反射되고 나머지는 透過한다. 透過波는 다음의 層境界에서 다시 부분적으로 反射된다. 電磁波는 內部로 進行되면서 發散과 吸收에 의하여 감쇄함으로 무제한으로 觀測 可能的 強度를 가질 수는 없지만 어느 深度까지는 層境界



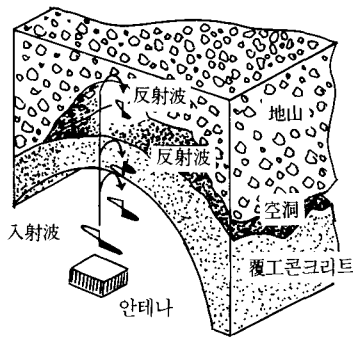
〈그림 2〉 記錄의 出力

의 數만큼 發生한 反射波가 다시 안테나에 受信된다. 〈그림 1〉에 이 原理를 나타낸다. 안테나를 構造物의 종단 方向으로 이동시키면서 受信 記錄을 얻어 표시하면 〈그림 2〉에 나타난 기록이 된다.

電磁波의 움직임에 영향을 주는 것은 比誘電率이다. 특히 反射係數는 두 개의 層을 구성하는 물질의 比誘電率의 콘트라스트에 依存한다. 콘트라스트가 클수록 反射波의 強度는 크다. 콘트라스트가 負가 되면 反射波의 極性は 反轉한다. 이 性質이 地中空洞을 찾아내는데 있어서의 電磁波法 최대의 특징이 된다. 〈표 1〉에 主된 물질의 比誘電率의 값을 나타내었다.

〈표 1〉 主된 물질의 比誘電率

物質	比誘電率
空氣	1
水	81
砂(습윤)	10-25
砂(건조)	2-6
흙(습윤)	10-40
콘크리트	7-20
아스콘	4-6



〈그림 1〉 電磁波法 原理

電磁波는 眞空中 또는 空中을 秒速 30万Km로 傳達되나 物質中에서는 그 比誘電率에 의한 速度를 갖게 된다. 그렇기 때문에 地中레이더로 얻은 수치 그대로로는 진짜 深度를 알 수 없다. 深度스켈로 變換하는데는 比誘電率을 가지고 校正을 할 必要가 있다.

3. 電磁波法の 適用對象

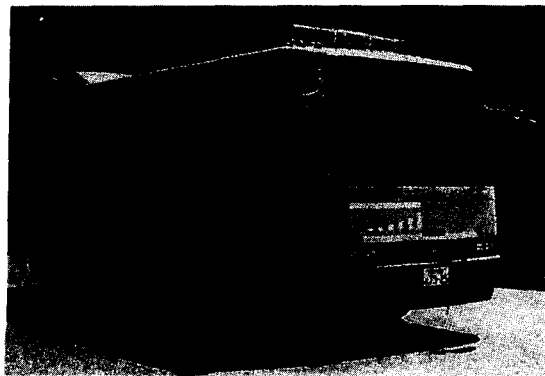
電磁波法の 適用對象은 人間の 눈으로 보이지 않는 물질이다. <표 2>에 主된 適用對象을 나열하였다.

<표 2> 電磁波法の 適用對象

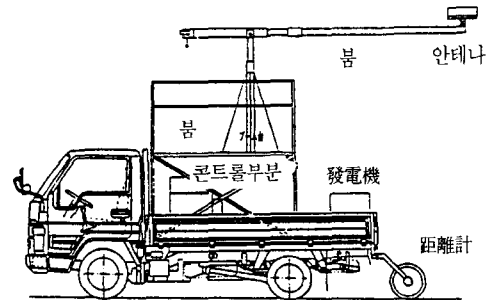
對象	目的	探查項目/計測項目
水路터널	유지·보수를 위한 現況調査(주로 發電所)	覆工 두께 覆工背面狀況(空洞, 崩積土, 滯水層, 支保工, 鐵筋, 地山性狀)
道路터널	유지·보수를 위한 現況(특히 空洞)調査	覆工厚 覆工背面空洞
道 路	포장 구조 조사(특히 PMS用)	아스콘 두께, 路盤 두께 設計別 區間나누기
	路面 밑의 空洞조사	路面下空洞
橋 梁	鐵筋調査	鐵筋配列(핏치, 피복 두께)
堤 防	法面下空洞調査	法面 밑 空洞조사
川, 못	유지·관리를 위한 現황조사	堆積物 두께, 水深測量
海 洋	潮位計	潮位
	波高計	波高
기 타		雪氷 두께

4. 探查裝置

探查裝置는 地中레이더 機器 자체와 이것을 搭載하는 探查車로 構成된다. <그림 3>에 道路探查車, <그림 4>에 터널探查車의 例를 볼 수 있다.



<그림 3> 道路探查車



<그림 4> 터널探查車

5. 探查記錄例

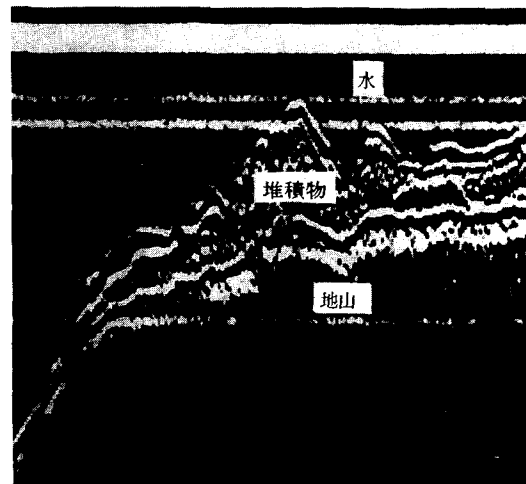
地中레이더 調査에서 가장 중요한 것은 地中에서 얻은 情報記錄을 최대한 抽出하는 일이다. 反射波의 強度와 極性이 判讀의 要點인 電磁波探查의 경

우는 信號處理보다 判讀 能力 自身을 높이는 일이 중요하다. 기록은 항상 判讀하기 쉽다고만 할 수 없다. 여기에 설명코자 하는 것은 取得된 데이터 가운데서 比較的 알기 쉬운 것을 例를 들어 설명코자 한다. <그림 5>에 터널覆工背面的 기록, <그림 6>에 포장구조의 기록, <그림 7>에 堆積物 두께를 포착한 기록을 나타낸다.

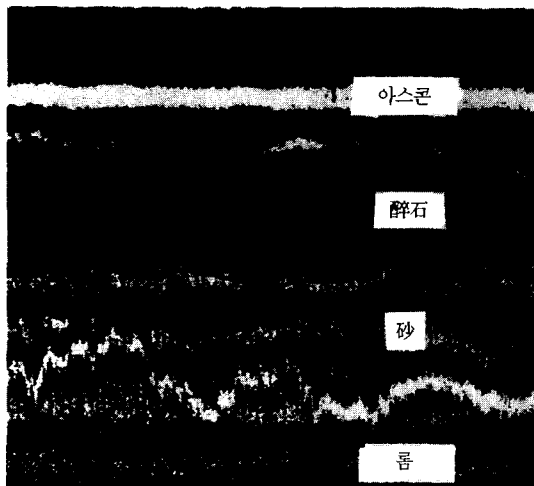


<그림 5> 터널의 기록

<그림 5>는 連續한 背面空洞을 확실하게 포착한 기록이다. 기타 崩積土나 滯水層 등의 상태도 파악할 수 있게 되어있다. <그림 6>은 각종 層狀의 포장구조가 잘 나타나있다. 碎石과 砂의 比誘電率의 차는 작아서 反射波는 일반적으로 대단히 弱하다. 이 例에서는 미묘한 含水상태의 差異가 있었던 것으로 보인다. <그림 7>은 본래 투과가 어려운 水中의 기록인데 低周波를 使用하고 있으며 堆積層이



<그림 7> 물 밑 堆積物의 기록



<그림 6> 포장구조의 기록



<그림 8> 보아홀 카메라 畫像

명확히 認識된다.

地中레이더 기록의 校正에는 「보아홀 카메라」畫像을 活用한다. 〈그림 8〉은 代表點의 削孔後 카메라로 터널覆工背面的 모양을 잡은 孔壁畫像이다. 覆工背面空洞안에 崩積土가 堆積되어 있는 모양이 손에 잡힐 듯이 觀測된다.

6. 今後的 展望

地中레이더를 사용한 電磁波探査는 근래 10년간

상당히 적용범위가 넓어졌다. 畫像處理는 基礎研究 단계에서는 여러 研究機關에서 행해지고 있으나 實用단계에서는 데이터 取得작업의 效率化와 기록의 判讀能力向上이 가장 중요한 요소가 된다는 것을 염두에 두고 探査를 實施하여야 한다. 앞으로는 地中探査原理를 응용한 探査機器 그 자체를 地中以外의 對象에 적용하도록 試圖해 봄직도 하다. 潮位計 등도 이 응용의 일환이며 防災, 環境分野에 로의 적용도 장차 기대가 되는 分野임으로 應用의 길을 적극적으로 터보고 싶다.