

V-222

電磁波レーダによる小空洞探査

大成ロテック㈱技術研究所 正会員 菅野 克美
 " " 正会員 伊藤 隆彦

1. まえがき

地下の空洞探査では、電磁波の反射を利用した地中レーダを用いることが多い。電磁波の反射を表す連続した縞模様の乱れから空洞の位置および大きさを判別するが、これには高度の熟練を要する。

アスファルト表面遮水壁などでは、ブリスタリング等が原因で発生するアスファルト混合物層内部の小空洞、路盤の陥没によるアスファルト混合物層下部の空洞を早期に発見して補修する必要がある。そこで、地中レーダよりも分解能の高い舗装厚レーダを用い、判別に高度の熟練を要することなく小空洞を探査する方法を検討し、これによる探査可能な最小空洞を求めた。

2. 測定の原理および方法

電磁波は電氣的性質（比誘電率）の異なる境界面で反射する性質を有しており、反射係数Rは式-1で表される。上下層の比誘電率の大小により、図-1に示すように反射波の位相が反転する。

アスファルト舗装体各層の概略の比誘電率は表-1であり、本研究で使用了舗装厚レーダ（日本無線社製、JEJ-10A）は、アスファルト混合物内部または下部に空洞が生じた場合（ $\epsilon_1 > \epsilon_2$ ）にはマイナス側で、空洞が滞水している場合（ $\epsilon_1 < \epsilon_2$ ）にはプラス側でピークを持つように設定されている。

したがって、空洞の生じていない健全箇所をあらかじめ記録し、コンピュータに取り込まれた測定波形から健全箇所の波形を差し引くと、正負の境界値を越えた箇所が空洞または滞水箇所となる。境界値は健全箇所での測定波形のバラツキに基づいて設定し、境界値を越えた箇所について、正負それぞれの区分で画像をディスプレイ上に描画することにより、容易に空洞または滞水箇所を判別できる。測定波形は、図-2に示すように5mm間隔で連続的にコンピュータに取り込みができ、取り込みと同時に波形処理・画像表示が可能である。

$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}} \quad \text{..... 式-1}$$

ここで、
 ϵ_1 : 上層の比誘電率
 ϵ_2 : 下層の比誘電率

表-1 比誘電率の概略値

材料	比誘電率
アスファルト混合物	5程度
碎石	8~9
粘性土	30程度
空気	1
水	80

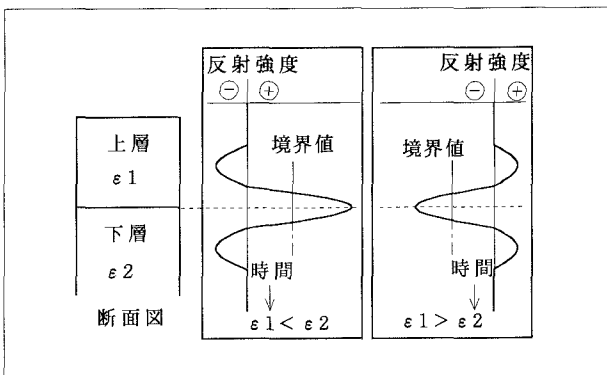


図-1 電磁波の反射

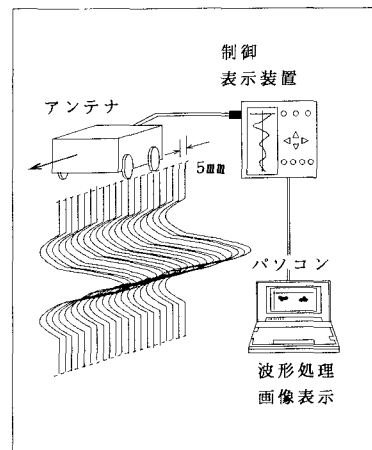


図-2 反射波形の連続測定

3. 測定結果

探査可能な空洞の大きさ・深さを求めるために、中心部に直径5cmおよび2cm、厚さ10mm、5mm、2mmの凹部の空洞を有する直径60cmの供試体を表面遮水壁用アスファルト混合物で作製した。同材料で同寸法の凹部のない供試体を重ね、図-3に示すように凹部の位置を表面から2.5cm、5cm、7.5cm、10cmとした。空洞中心を横切るように連続測定を行い、測定結果をコンピュータに送信して波形処理および画像表示を行った。

測定結果は図-4であり、直径5cmで厚さ10mmおよび5mmの空洞は探査可能であったが、表面からの深さ、空洞の厚さに関わりなく直径2cmの空洞は探査することができなかった。

空洞が滞水している状態を想定し凹部に含水した高分子吸水性ポリマーを充填して測定を行った結果を図-5に示す。直径5cmで厚さ2mmの滞水箇所を探査することができたが、空洞と同様に直径2cmの滞水は探査できなかった。

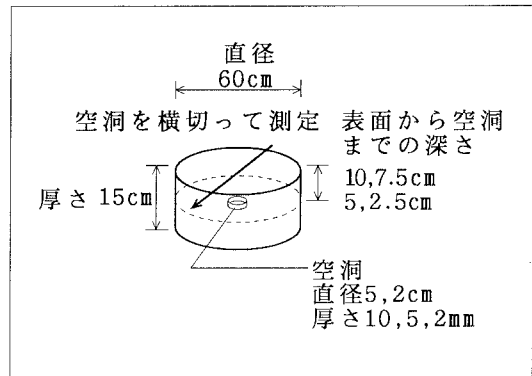


図-3 空洞探査用供試体

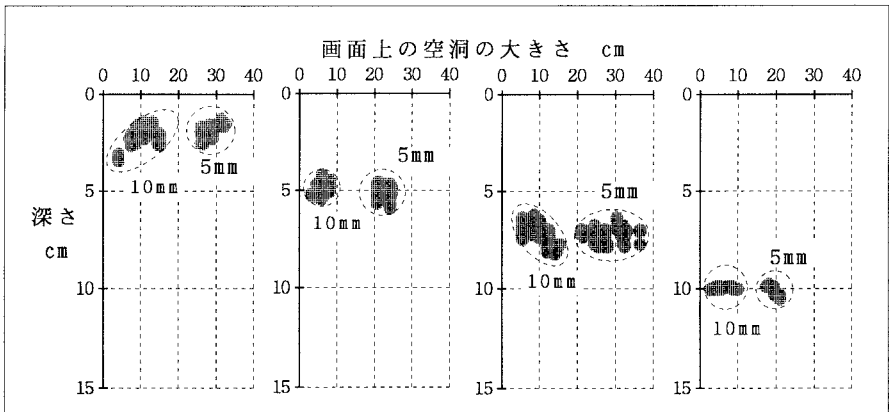


図-4 直径5cmの空洞の画像表示

4. あとがき

室内試験より、直径5cmで厚さ5mm程度以上の空洞であれば探査可能であることが確認できた。今後、現場での測定を重ね、探査の信頼性を高めるために波形処理方法の検討を行うとともに、他手法との併用によって探査の効率化を図る予定である。

参考文献 山下栄吉；電磁波工学入門、産業図書

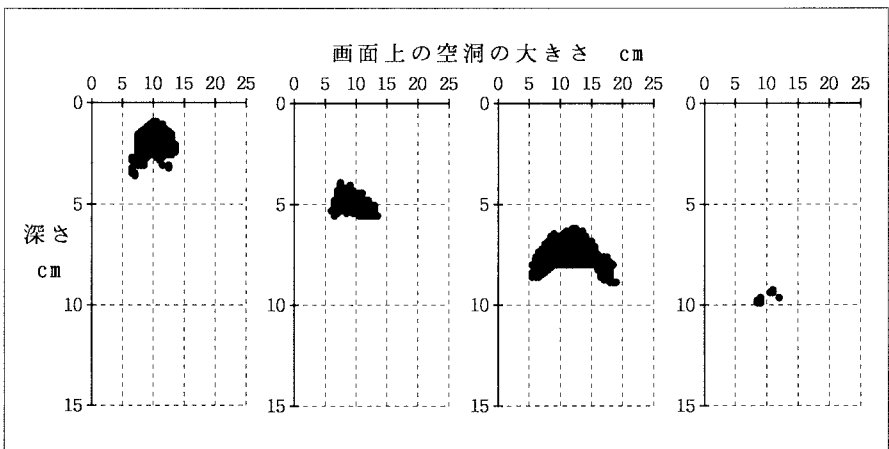


図-5 直径5cm・厚さ2mmの滞水箇所の画像表示