

Ⅲ-A417

電磁波トモグラフィによる岩盤の亀裂探査について

鹿島技術研究所 正会員 戸井田 克 升元 一彦
同 上 宮嶋 保幸 日比谷啓介

1. はじめに

岩盤構造物の設計・施工に際しては、岩盤構造や各種物性値を精度良く把握することが必要であり、特に、水平方向や深度方向の広い範囲を対象のとして亀裂の分布状況を知る必要に迫られることが多い。筆者らは、これまでに原位置での各種トモグラフィ測定結果による水理地質構造、特に水みち等の評価について研究を進めてきた¹⁾²⁾³⁾。とりわけ、電磁波は含水状況に対して鋭敏であり、さらに他手法よりも分解能が高いため、水みちとなる可能性の大きい亀裂の探査には最適手段と考えている。

今回は、電磁波トモグラフィによる亀裂探査の適用性を確認するために実施した試験結果について報告する。具体的には、まず室内水槽において電磁波の伝播時間や振幅減衰の変化から亀裂に見立てた水中の物標(コンクリート板)を検出するための実験を行い、次に実際の岩盤における亀裂密集部の検出性能を確かめるために原位置試験を実施したので、その結果について示す。

2. 室内水槽における基礎実験

本項では、室内の実験用水槽で実施した基礎的な物標検出の結果について述べる。

(1) 探査システムの概要と実験方法

使用した電磁波探査システムは、2本のボーリング孔を用いて電磁波を送・受信し、孔間の地質状況を把握するための透過法(トモグラフィ法)が行える能力を備えており、使用アンテナは 80MHz と 150MHz の2通りである。透過法による障害物の検出性能を確認するため、水槽内(9m×9m×9m)にて実験を行った。その実験方法の概要を以下に示す。図-1に示すように、送・受信ゾンデを水槽内の等深度(3m)に置き、ゾンデ間の距離を3mに固定した。2つのゾンデの中間に、亀裂に見立てたコンクリート板(50cm×50cm 厚さ5cm)を1枚設置し、コンクリート板の角度を水平から4通りに変化させ、各々の角度の場合について伝播時間と振幅減衰を測定した。

(2) 実験結果

図-2は、縦軸に実験から得られた伝播速度や振幅減衰を、横軸にコンクリート板の水平からの角度を各々示したものである。ゾンデの発信周波数は 80MHz と 150MHz の2種類であり、図-2中の測定値はコンクリート板を水平にした時の測定値で基準化してある。これより、コンクリート板の影響は伝播時間よりも振幅減衰に大きく表れており、その傾向は 80MHz よりも 150MHz の方が顕著であることがわかる。

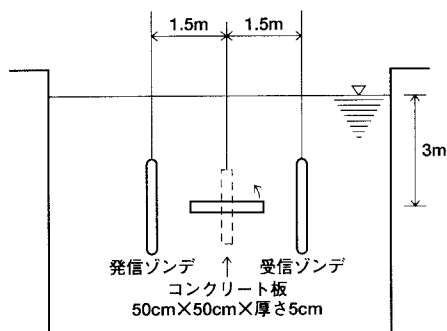


図-1 基礎実験方法

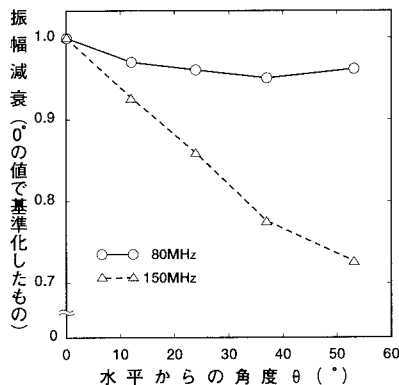
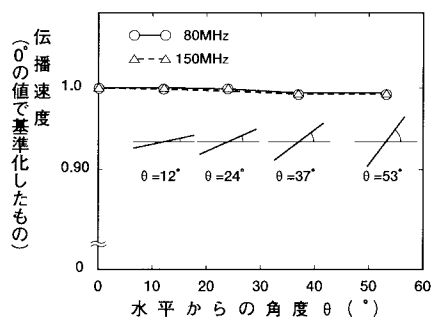


図-2 基礎実験結果

キーワード：岩盤、電磁波、トモグラフィ、亀裂

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7081 FAX 0424-89-7083

3. 原位置における適用試験

本項では、原位置に掘削された2孔のボーリング孔間を利用して実施した亀裂密集部の検出結果について述べる。

(1) 試験方法

試験は、土被り約 500mの岩盤中に掘削されたトンネル内で実施した。このトンネル底盤から鉛直下向きに2本のボーリング孔（孔長7m）を削孔した。岩盤は新鮮堅硬な花崗岩で亀裂頻度は平均5本/mである。図-3中に示すように、電磁波トモグラフィは各ボーリング孔の深度1～7m区間で発受振点の間隔を0.5mとし、150MHzのアンテナを用いた測定を行った。また、孔内試験としてボーリングコア観察とP波速度検層を実施した。図-3中には各ボーリング孔ごとのコア観察結果による亀裂頻度や速度検層結果に基づくP波速度分布と共に、別途実施したトレーサー試験で確認した亀裂の連続性を併記した。図中に示したようにA孔の深度1.5～2.5m付近からB孔の深度5.5～6.5m付近に連続する亀裂の存在があらかじめ判明していた。このような亀裂密集部が電磁波トモグラフィによって検出可能か否かについて検討した。

(2) 試験結果

図-4～5は、電磁波トモグラフィの解析結果による速度分布と振幅減衰分布を各々示したものであり、これらと図-3を比較すると、図-4の速度分布よりも図-5の振幅減衰分布の方が原位置岩盤の亀裂分布状況を精度良くとらえていることがわかる。これは、室内水槽で亀裂を模擬した物標が速度よりも振幅に大きな影響を与えていた事実と整合的である。

4. おわりに

本報文では、ボーリング孔を利用した電磁波トモグラフィ探査により、岩盤中での連続性が顕著な亀裂密集部を対象とした検出事例を示した。今後も本手法をさらに多くの水理地質構造に対して適用し、測定結果の評価精度向上に努める予定である。

参考文献

- 1) 日比谷, 稻生, 升元: 電磁波トモグラフィによる岩盤内の含水状態評価について, 第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.256-260, 1993.
- 2) 升元, 宮嶋, 戸井田: ポアホールレーダー反射法による岩盤内亀裂調査, 第28回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.328-332, 1997.
- 3) 戸井田, 升元, 日比谷: ボーリング孔を利用した電磁波トモグラフィによる水理地質構造評価, 第10回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp.737-742, 1998.

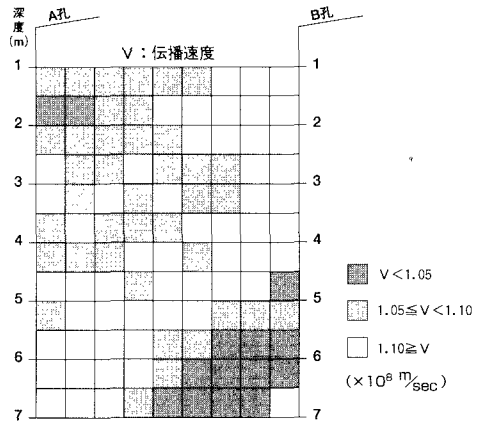


図-4 伝播速度分布

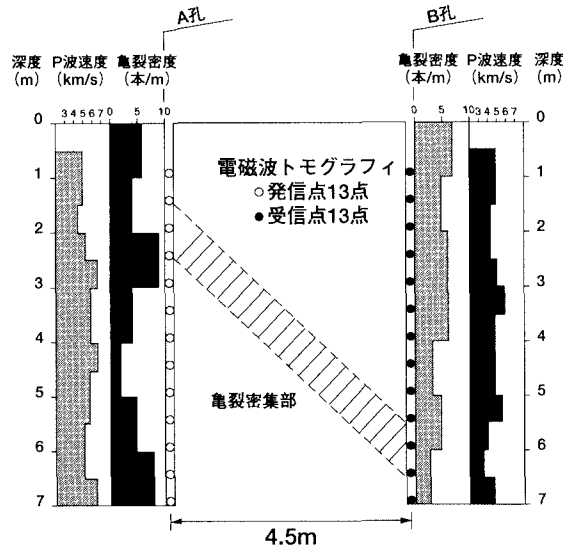


図-3 原位置試験方法

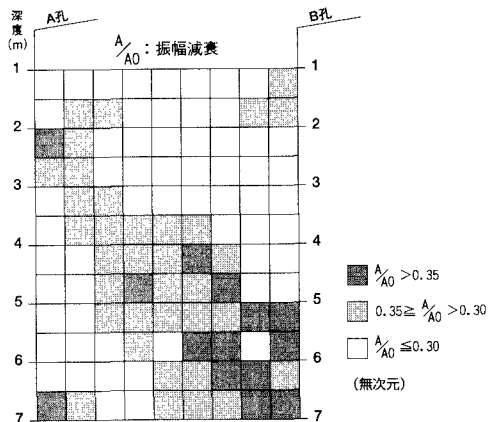


図-5 振幅減衰分布