

# コンクリート中の垂直ひび割れ診断

榊原大志, 南春輝, 岡田雄一郎, 田中俊幸  
(長崎大学大学院総合生産科学研究科)

## 1. はじめに

近年のコンクリートひび割れ探査は、道路表面を破壊し目視で評価する破壊探査が主流である。しかし、破壊部の修復コストや探査作業に伴う渋滞発生が課題である。これまでは水平ひび割れの検出に関して研究を行った(1)。本研究では、表面から垂直にひび割れが入ったコンクリートを作製し、そのコンクリートの比誘電率の測定ならびに垂直ひび割れの影響がどのように得られるかを述べている。

## 2. 実験方法

図1に示すように厚さ5mmの発泡スチロールでひび割れを再現したコンクリート試験体と、それと同サイズのひび割れなしの試験体を作製し、図2,3の二種類の電磁波レーダを用いて用いてVNAによるS21の測定を行う。図2のレーダは、発泡スチロールでアンテナを固定する構造で、アンテナ間の距離は11cmである。

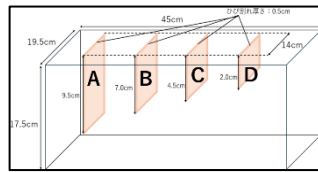


図1 コンクリート試験体

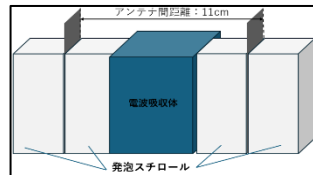


図2 電磁波レーダ①

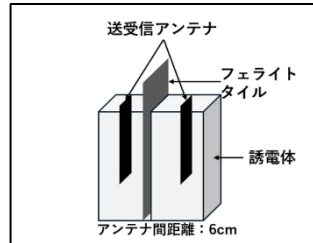


図3 電磁波レーダ②

図3のレーダは、比誘電率6の誘電体でアンテナを固定する構造で、アンテナ間の距離は6cmである。なお、アンテナはビバルディアンテナを使用している。S21周波数特性に中心周波数8GHzのパルスを掛けて時間特性に変換する。次に、3Dグラフで表示することにより、ひび割れの有無や位置を測定する。なお、VNAは、中心周波数8GHz、周波数帯域1GHz~15GHz、ポイント数2000と設定している。

## 3. 実験結果

二つの試験体と二種類のレーダを用いて、4つの測定方法で実験を行った。

1. 図4のようにレーダ①を試験体から6cm離して配置しS21を測定すると、図6のように直達波やコンクリート表面からの反射波などの影響によりひび割れによる影響を確認できなかった。

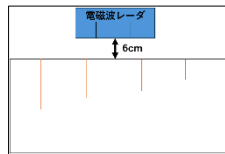


図4 測定方法1

2. レーダと試験体を密着させた状態で測定を行う。また、作製した試験体のひび割れが機能しているか確かめるために、ひび割れが地面と水平となるように測定を行った(図5)。その結果、図7のように約2.9nsあたりでひび割れなしの試験体と明らかな相違が生じ、ひび割れからの反射波は理論上3.14nsで得られることから、試験体①のひび割れ

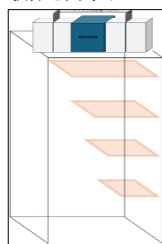


図5 測定方法2

を認識できると判断した。

3. 二つの試験体に対してレーダ②を用いて垂直ひび割れの測定を行った。比較すると図8のようになり、ひび割れありのグラフには強い負の振幅が現れた。しかし、図9のように異なるひび割れに対して測定を行うと強い負の振幅は現れなかった。

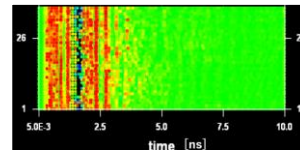


図6 1の測定結果

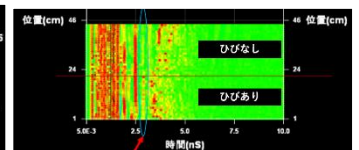


図7 2の測定結果

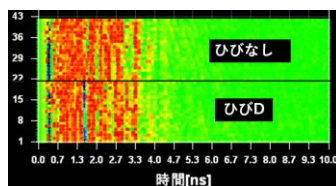


図8 3の測定結果①

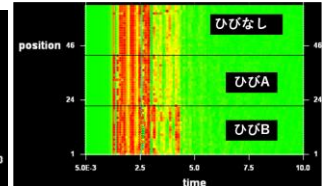


図9 3の測定結果②

4. 3Dではなく2Dで解析を行い、ひび割れありの波形からひび割れなしの波形を引くことによって、同条件である表面反射波や直達波の影響が除去されたひび割れの影響のみのグラフを作成した。なお、測定点は図1におけるひびB上である。その結果、図11のグラフが得られた。減算前のグラフ(図10)と比べ振幅が極めて大きい表面反射波や直達波の振幅を減衰でき、3nsあたりに大きな振幅が連なる波形が得られた。この波形は、ひび割れによる多重反射の影響によるものだと考える。

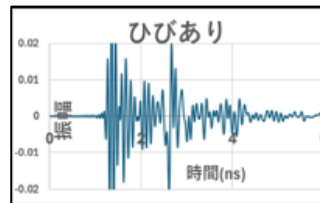


図10 ひびありのグラフ

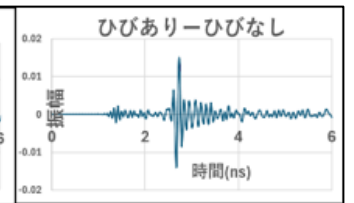


図11 減算後のグラフ

## 4. まとめ

コンクリート中の垂直ひび割れに対して電磁波レーダを用いてS21の測定を行った結果、ひび割れの影響とみられる信号を得ることができた。しかし、垂直ひび割れの位置の推定ならびにひび割れの深さの探査には課題が残った。今後は、S11での測定、アンテナの配置の変更などを行い、ひび割れ探査装置の開発に取り組む予定である。

(1) 平井順也。アスファルト舗装高速道路中の水平ひび割れ探査に関する研究。2025

## 謝辞

本研究は科研費(23K03990)の助成を受けたものである。