

表面弾性波可視化技術による表面被覆下のコンクリートひび割れの検出

京都大学大学院 学生会員 ○山名晋平 清水建設(株) 正会員 辻岡章雅
(株) 島津製作所 島堀貴秀 京都大学 正会員 松本理佐, 服部篤史, 河野広隆

1 はじめに

表面被覆を施されたコンクリート構造物は、表面被覆下のひび割れの進展を目視で確認することができないという問題点がある。本研究では光学的表面弾性波可視化技術¹⁾(以下、本技術)に注目し、それらの検査への適用性を検討した。

2 実験概要

まず载荷によりひび割れを発生させ、ひび割れ面を表面被覆することで、ひび割れが発生した場所を目視では確認できない状態にする。その表面上で本技術を用いて表面弾性波を計測した。

2.1 供試体

W/C=80.2%のコンクリートを用いた供試体を使用した。寸法は100×100×380mmとし、かぶり30mmで長さ400mmの異形鉄筋D10を配置した。4点曲げ载荷により1~2本のひび割れを導入した。

2.2 実験要因

表2.1に実験要因を示す。各要因2体ずつ、計48体作成した。使用する表面被覆材は6種類とし、膜厚により比較する3種類、繊維シートに使用されている繊維の種類・配向により比較する3種類がある。それぞれの表面被覆の層構造を図2.1、2.2に示す。

膜厚は、上塗りと中塗りの膜厚の和を90、190または510 μ mとした。繊維シートは、ビニロン製を2種類(CC(2方向)、HB(3方向))、カーボン製を1種類(CF(1方向))使用した。また、比較対象として表面被覆材を使用しないものも作成した。いずれの供試体でもひび割れ部に塗布材が入らないようにした。

2.3 表面弾性波の計測

計測の様子を写真2.1に示す。計測は、供試体をたわみ振動の節で支持し、その真上から撮影するという形で行った。振動子は供試体の端に設置した(写真2.2)。ひび割れが2本発生した供試体は、振動子を逆側にも設置して計測した(写真2.3)。

表 2.1 実験要因

実験要因		値など
ひび割れ幅(目標値)		0mm, 0.05mm, 0.10mm, 0.20mm
表面被覆材	膜厚	90 μ m, 190 μ m, 510 μ m
	繊維シート	CC, HB, CF
励振位置		写真2.2, 2.3
励振周波数		30kHz, 50kHz

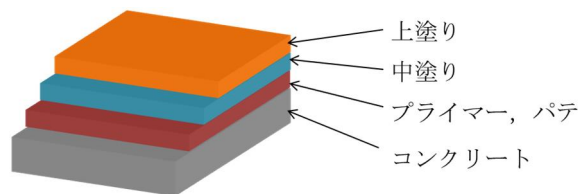


図 2.1 膜厚によって比較する表面被覆の層構造

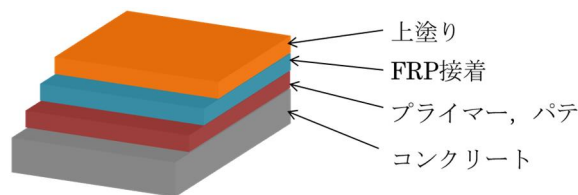


図 2.2 繊維シートによって比較する表面被覆の層構造

写真 2.1
表面弾性波の計測写真 2.2 励振位置
(ひび割れ 1, 2 本)写真 2.3 励振位置
(ひび割れ 2 本)

3 実験結果

図3.1~3.5に各実験要因による比較の一例を示す。実際の音場像は表面弾性波が空間的・時間的に伝播し、ひび割れ箇所では位相が急変し線状構造をなす様子を映像化した動画形式であるが、ひび割れが確認しやすい瞬間で動画を停止し、静止画像化した。

キーワード 表面弾性波可視化技術 表面被覆 コンクリート ひび割れ

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-227 京都大学桂キャンパス 075-393-3321

それぞれの図中の音場像から、いずれの場合でもひび割れを検知できていることが分かる。

図 3.1～3.3 より、ひび割れ幅、膜厚、繊維シートを変えても音場像の見え方に差異が見られなかった。

図 3.4 より、ひび割れが 2 本存在する場合、励振位置から離れた側のひび割れは近い側のひび割れよりも線状構造が不明瞭となり、検知しづらくなっている。表面弾性波がひび割れを通過することで減衰したことが原因と考えられる。

図 3.5 より、励振周波数 50kHz の音場像では、30kHz では検知されなかったくぼみのような形状が検出された。50kHz の方が 30kHz よりも表面弾性波の波長が短いために、30kHz では確認されなかった小さなギャップが確認されたと考えられる。

4 結論

- 1) 0.05mm 以上のひび割れならば、本技術を適用すると、表面被覆下のひび割れであっても、その有無を検知することができた。したがって、本技術はコンクリート構造物の表面被覆下の欠陥の有無を検知する手法として非常に有効な手法である。
- 2) 複数のひび割れが存在する場合は、ひび割れを通過することで表面弾性波が減衰し、励振位置から離れた側のひび割れは検知しづらくなった。そのため本技術を適用して、コンクリート構造物に発生している複数の欠陥を検知する場合は、振動子を様々な位置に設置して、欠陥の有無を確認することが必要である。

今後、表面被覆後に発生・進展したひび割れに本技術を適用した場合の適用性について、検討する予定である。また、ひび割れ幅の判別の可能性についても今後の課題である。

参考文献

- 1) 畠堀貴秀, 長田侑也, 田窪健二, 服部篤史: 光学的表面弾性波可視化技術のコンクリート検査への適用, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, 2016.7

謝辞

本研究においてご協力していただいた(株)島津製作所の田窪健二様, 長田侑也様および(株)ショーボンド建設の三村典正様, 竹村学様に感謝いたします。

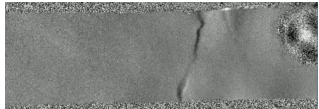
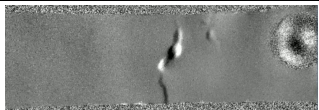
ひび割れ幅	音場像
0.05mm	
0.20mm	

図 3.1 ひび割れ幅による比較
(膜厚 190 μ m, 周波数 30kHz)

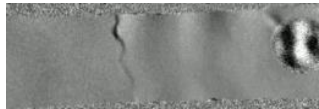
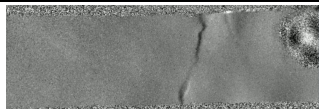
膜厚	音場像
90 μ m	
510 μ m	

図 3.2 膜厚による比較
(ひび割れ幅 0.05mm, 周波数 30kHz)

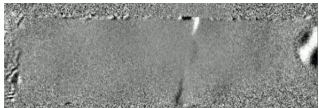
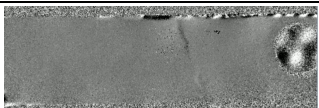
繊維シート	音場像
CC	
CF	
HB	

図 3.3 繊維シートによる比較
(ひび割れ幅 0.05mm, 周波数 30kHz)

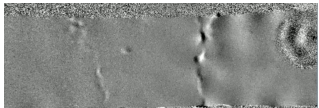
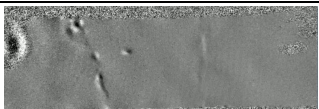
励振位置	音場像
右	
左	

図 3.4 励振位置による比較
(ひび割れ幅 左 0.20mm 右 0.13mm, 膜厚 190 μ m, 周波数 50kHz)

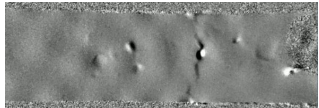
周波数	音場像
30kHz	
50kHz	

図 3.5 周波数による比較
(ひび割れ幅 0.05mm, 膜厚 190 μ m)