

電磁波レーダによるRC床版上面の状態評価に関する実験的検討

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○小林 大 , 田代 大樹
ニチレキ株式会社 正会員 永塚 竜也, 橋本 竜也

1. はじめに

RC 床版は、舗装をとおして交通荷重を直接支持する重要な部材である。また、橋梁の架替に関する調査¹⁾によれば、床版の破損は、上部構造の損傷による架替理由の上位であることなどから、床版の劣化・損傷を早期に把握して長寿命化を図ることが望まれている。しかし、RC 床版の上面に発生する劣化・損傷は、舗装で覆われていることから目視で発見することが困難であり、舗装の異常として顕在化した時点では、打ち替えなど大掛かりな補修が必要となる場合がある。そのため、筆者らは、平成 26 年より「床版キャッチャー」(写真 1)を用いて RC 床版上面の状態評価に取り組んできた。なお、「床版キャッチャー」とは、自走式の電磁波レーダ装置²⁾を用いて非破壊で RC 床版上面の状態評価を支援するシステムである。本報告は、同システムの精度向上およびスクリーニング調査手法の開発に向けた基礎資料とすることを目的とし、実際に見られる RC 床版上面の状態を模擬した実物大供試体を作成して電磁波レーダ信号を取得し、考察を行なったものである。



写真 1 床版キャッチャー

2. 実験の概要

2.1 供試体および実験ケース

実験ケースを表 1 に示す。供試体の作成にあたっては、S39 鋼道路橋示方書³⁾を参考として作成した 1.5m 四方、厚さ 19cm の鉄筋コンクリート版(以下、RC 版と呼称する)(写真 2 ~4)に対して表 1 に示す RC 床版上面の状態を模擬し(写真 5, 6)、その上に厚さ 8cm のアスファルト版(密粒度アスファルト混合物 2 層)を設置した(写真 7)。



写真 2 RC 版群
アスファルト版設置前



写真 3 健全および
舗装剥離用の外観



写真 4 砂利化および
水平クラック用の外観



写真 5 状態模擬例 No.11
砂利化



写真 6 状態模擬例 No.13
水平クラック



写真 7 アスファルト版
設置状況

表 1 実験ケース

ケース	RC 版上面の状態		アスファルト版と RC 版の接着	水分の寄与
1	健全 ※1	防水なし	有	アスファルト版上面乾燥
2		塗膜系防水	有	アスファルト版上面乾燥
3		シート系防水 t=2mm	有	アスファルト版上面乾燥
4	舗装剥離 ※2	隙間 t=0mm	--	隙間乾燥
5		隙間 t=2mm	--	隙間乾燥
6		隙間 t=4mm	--	隙間乾燥
7	砂利化 ※3 (ザグリ有)	細骨材を充填 t=5mm	--	充填物乾燥
8			--	充填物滞水
9		粗骨材・細骨材の混合物を充填 t=25mm	--	充填物乾燥
10			--	充填物滞水
11		嵌め込みコンクリート版を破碎 t=25mm ※4	--	充填物乾燥
12			--	充填物滞水
13	水平クラック※5 (ザグリ有)	d=30mm	無	クラック面乾燥

※1 アスファルト版、防水、RC 版を接着した供試体。 ※2 アスファルト版と RC 版を接着せず隙間を開けた供試体。防水はなし。
※3 RC 版中央部の 75cm 四方のザグリに骨材や嵌め込んだコンクリート版を破碎してアスファルト版を載せた供試体。防水はなし。
※4 水平クラックに伴う、ういたかぶりコンクリートに発生した格子状のひびわれを再現した初期の砂利化の供試体。防水はなし。
※5 RC 版中央部の 75cm 四方のザグリに同寸法のコンクリート版を嵌め込んだ供試体。防水なし。

キーワード RC 床版, 砂利化, 土砂化, 非破壊試験, 電磁波レーダ, 長寿命化

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 大日本コンサルタント株式会社 インフラ技術研究所 TEL 03-5394-7611
〒343-0824 埼玉県越谷市流通団地 3 丁目 3 番 1 ニチレキ株式会社 道路エンジニアリング部 TEL 048-961-6321

2.2 実験結果および考察

全実験ケースの電磁波レーダ信号に対して、アスファルト版上面、RC 版上面や鉄筋の反射に着目して相違を検討した。その結果、信号波形において RC 版上面付近の振幅（以下、信号強度と呼称する）と縦断面コンター図において鉄筋のコンターに相違点を見出した（図 1）。なお、コンター図とは、信号強度が同じ点を結んで濃淡を付けた図であり、「床版キャッチャー」では、平断面、縦断面、横断面を閲覧可能である。そこで、この 2 点に着目して整理したところ、以下の事項を確認できた（表 2）。

(1) **健全** いずれも信号強度が同程度かつ鉄筋の円弧状のコンターが明瞭であった。

(2) **舗装剥離** 健全と比較して信号強度が小さく、隙間が狭い方がより小さかった。また、鉄筋の円弧状のコンターが不明瞭であった。なお、隙間に水分が寄与する場合は、砂利化と同様に評価される可能性がある。

(3) **砂利化** ケース 7 は、健全と比較して信号強度がやや大きく、鉄筋の円弧状のコンターが不明瞭であった。ケース 11,12 は、健全のケースと比較してレーダ信号取得範囲において信号強度が一樣でなく、平面コンター図においてまだら模様を呈した（図 2）。また、鉄筋の円弧状のコンターを確認できなかった。ケース 8~10 は、健全と比較して信号強度が極めて大きく、水分が寄与するケースが一段と大きかった。また、鉄筋の円弧状のコンターを確認できなかった。

(4) **水平クラック** 健全と比較して信号強度が同程度であったが、鉄筋の円弧状のコンターが不明瞭であった。なお、隙間に水分が寄与する場合は、砂利化と同様に評価される可能性がある。

3. まとめ

今回の実験で得られた知見を以下にまとめる。

- 鉄筋の円弧状のコンターにより健全な範囲をおよそ特定可能である。
- 信号強度や鉄筋の円弧状のコンターについて健全な範囲と比較することにより、水分が寄与したり深かったりする骨材状の砂利化の範囲をおよそ特定可能であるが、乾燥して浅い場合は、舗装剥離と同様に評価される可能性がある。
- 同様に乾燥した舗装剥離の範囲をおよそ特定可能であるが、隙間に水分が寄与する場合は、砂利化と同様に評価される可能性がある。
- 水平クラック（ケース 13）や水平クラックに伴うかぶりコンクリートの格子状ひびわれ（ケース 11,12）の進展段階について電磁波レーダにより評価できる可能性が分かり、筆者らが実橋で行なった調査において同様の傾向が見受けられるため、さらなる実験、検証が必要である。

電磁波レーダは、交通規制が不要かつ非破壊で RC 床版上面のおよその損傷種類・範囲を特定できる。しかし、電磁波レーダのみで状態評価の細かさに限界があることより、RC 床版の診断にあたっては、ASR、塩害や凍害と言った劣化ポテンシャルを含め実際の RC 床版上面の損傷実態を熟知したうえで総合的に行なう必要があると考える。

参考文献など

- 1) 橋梁の架替に関する調査結果（IV）国土技術政策総合研究所資料 NO.444
- 2) 3D-RADAR 社の DX-Series Multi-Channel Air Launched Antenna Arrays
- 3) 鋼道路橋設計示方書 昭和 39 年（社）日本道路協会

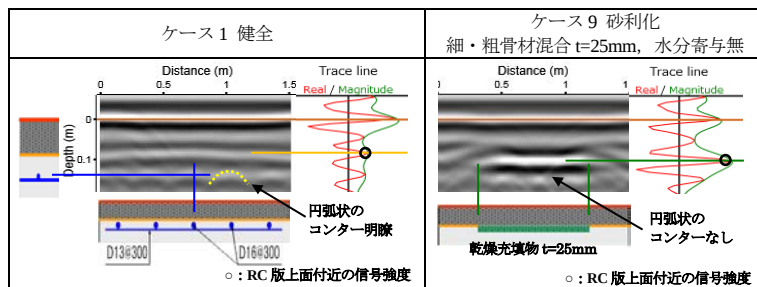


図 1 信号波形と縦断面コンター図における相違例

表 2 実験結果の整理

ケース	RC 版上面の状態		水分 ※1	RC 版上面付近の信号強度		鉄筋の円弧状のコンター
				計測範囲内のバラツキ	No.1 との比較 (※2)	
1	健全	防水なし	無	無	—	明瞭
2		塗膜系防水	無	無	同程度 (1.0)	明瞭
3		シート系防水	無	無	同程度 (1.0)	明瞭
4	舗装剥離	隙間 0mm	無	無	やや小 (0.6)	不明瞭
5		隙間 2mm	無	無	やや小 (0.6)	不明瞭
6		隙間 4mm	無	無	やや小 (0.9)	不明瞭
7	砂利化	細骨材 5mm	無	無	やや大 (1.3)	不明瞭
8		細骨材 5mm	有	無	極めて大 (2.9)	なし
9		細・粗骨材混合 25mm	無	無	極めて大 (2.3)	なし
10		細・粗骨材混合 25mm	有	無	極めて大 (3.1)	なし
11		破碎コン 25mm	無	有	一樣でない	なし
12		破碎コン版 25mm	有	有	一樣でない	なし
13	水平クラック	d=30mm	無	無	同程度 (1.0)	不明瞭

※1 水分の寄与に関する詳細は表 1 を参照。 ※2 ケース 1 との信号強度比率の概略値。

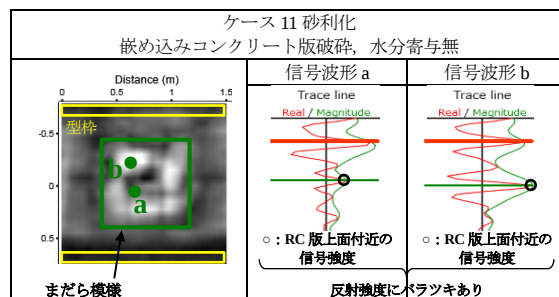


図 2 破碎詰め込みコンクリート版内平断面コンター図