

電磁波レーダによる RC 床版上面の状態評価に関する電子支援システムの検討

大日本コンサルタント (株) 正会員 ○小林 大
大日本コンサルタント (株) 正会員 田代 大樹
ニチレキ (株) 正会員 永塚 竜也
ニチレキ (株) 橋本 竜也

1. はじめに

我が国においては、高度経済成長期に集中的かつ大量に整備された道路橋が高齢化し始めており、H26 年より全国の道路橋 70 万橋において、一斉に近接目視点検が始まったところである。しかし、RC 床版は、輪荷重を直接支持するなど過酷な環境に置かれながら、上面を直接目視することが困難であるため、効果的かつ効率的な調査手法の開発が求められてきた。このような状況のもと、筆者らは、電磁波レーダ法を活用した RC 床版上面の状態評価手法の開発に取り組んできたが、現状では、レーダ画像を人間が目視することにより状態評価を行っており、このプロセスが効率化のボトルネックとなっている。そこで、これまでの研究成果や現場適用経験に基づき、ボトルネックの改善手法として、電子的な状態評価支援システムの検討を行った。

2. 検討概要

表-1 RC 床版上面の状態グループ評価

2.1 現状の課題

グループ 1	アスファルト舗装, RC 床版に損傷がなく接着した状態
グループ 2	乾燥した舗装剥離, 乾燥した浅い砂利化など
グループ 3	乾燥した深い砂利化, 滞水した砂利化, 滞水した水平ひびわれなど

筆者らは、既往研究において、鉄筋

のレーダ画像の特徴や RC 床版上面の電磁波反射強度に着目することにより、RC 床版上面の状態を 3 グループに区分して評価（表-1）が可能であることを報告¹⁾²⁾している。状態評価は、現在、人間がレーダ画像や電磁波反射波形を目視確認することにより行っており、具体的には、「STEP1：レーダ画像平面断面図を深度方向に送りながら RC 床版上面と上部鉄筋位置を推定、電磁波反射強度の変化に基づき概略評価」「STEP2：損傷の可能性が認められる範囲についてレーダ画像縦断面図や電磁波反射波形に基づき詳細評価」の 2 段階評価としている。このような 2 段階評価手法は、レーダ画像や電磁波反射波形の目視確認に要する時間の短縮に効果的である。しかし、STEP1 については、レーダ画像の作成に際して舗装表面を深度 0 とすることから、わだち掘れなどによる舗装の不陸や厚さの変化を考慮しながら行わないと判断を誤る恐れがあり（図-1）、経験と熟練が必要である。

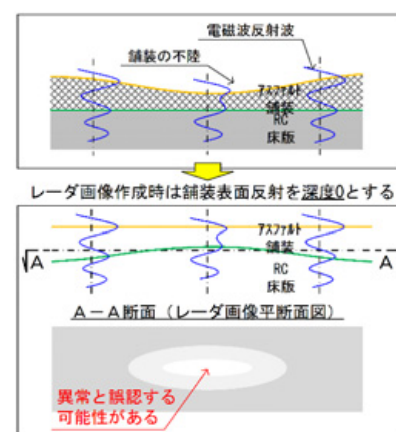


図-1 舗装の不陸による異常誤認

また、即時的と言えない。そこで、本検討においては、電磁波レーダによる RC 床版上面の状態評価の完全電子化を念頭に、人間によるレーダ画像や電磁波反射波形の目視確認作業を支援するための電子システムの検討を行なった。

2.2 電子支援システムの検討

(1) 支援の対象とする RC 床版上面の状態

電子支援システムの対象は、RC 床版上面の電磁波反射強度が顕著に増加する状態評価グループ 3 とした。具体的には、「滞水した砂利化」や「乾燥した深い骨材状の砂利化」が該当し、「隙間に滞水した舗装剥離」、「滞水した水平ひびわれ」や「水平ひびわれによりういたかぶりコンクリートが格子状のひびわれに進展したケース」も該当する可能性がある。

(2) 電子化のためのソース

電子化のためのソースは、電磁波レーダ装置³⁾から計測地点ごとの電磁波反射強度数値をアウトプットして用いた。

キーワード RC 床版, 砂利化, 土砂化, 非破壊, 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 03-5394-7604
〒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

(3) 電磁波反射強度可視化手法およびアルゴリズム

状態評価グループ3は、RC床版上面の電磁波反射強度が健全部に比較して顕著に大きい、2.1で述べたようにレーダ画像を用いて効率的に評価するためには、経験と熟練が必要である。これに対し、一定深度とは限らないRC床版上面の反射を計測地点ごとに抽出して強度を平面的にコンター表示すれば、状態評価グループ3の恐れのある範囲が一目瞭然となる。そのためには、計測地点ごとに舗装の厚さやアスファルトの比誘電率を正確に把握して、反射が出現する時刻を別途算定する必要があるが、電磁波レーダ手法の利点や運用を考慮すると難しい。これまでの研究や現場適用により得られた電磁波計測データを検討したところ、アスファルト舗装とRC床版が接着している健全な場合は、RC床版上面の電磁波反射強度と鉄筋の反射強度が同程度ではかの波形ピークが小さい傾向にあったことから、舗装表面反射より下方における最大の反射強度を採択して(図-2)コンター表示すれば、舗装厚などを正確に把握しなくても状態評価グループ3の恐れがある範囲を可視化できる可能性があると考えた。

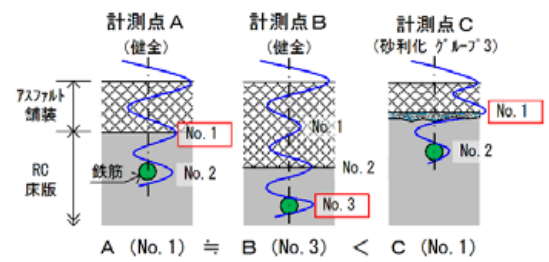


図-2 最大反射強度採択アルゴリズム説明図
比誘電率の大小関係からプラス極性を採択



写-1 RC床版上面
目視確認状況

(4) コンター表示の試行

1) A橋の事例

A橋では、電磁波レーダ調査を行なったうえでアスファルト舗装を撤去してRC床版上面の状態を目視確認しており(写-1)、この中から健全部と砂利化部があわせて確認された範囲に対してコンター表示を試行した(図-3)。赤く図示される範囲がRC床版上面の電磁波反射強度の大きい範囲である。なお、目視確認による砂利化範囲と整合していない範囲が見受けられるが、次の理由が考えられる。コンター表示パラメータのチューニングのほか、目視確認結果にグループ2の乾燥した浅い砂利化も含まれている可能性があること、目視確認による砂利化の範囲を0.5mメッシュに丸めていること、目視確認時点と電磁波レーダ調査時点におけるRC床版上面の滞水状況の相違などである。

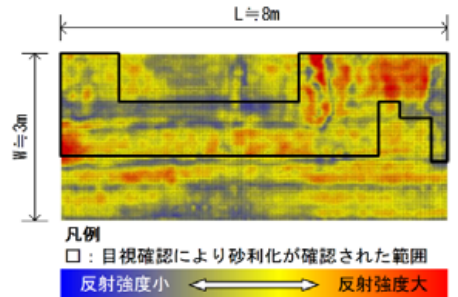


図-3 A橋におけるコンター表示

2) B橋の事例

B橋では、電磁波レーダ調査結果に基づきアスファルト舗装を試掘して、RC床版上面の状態を目視確認した結果、状態評価グループ3の滞水した砂利化や滞水した水平クラックが確認されている(写-2)。これに対してコンター表示を試行した(図-4)ところ、試掘範囲が赤色に図示されており整合が確認された。



写-2 試掘部床版上面
写真

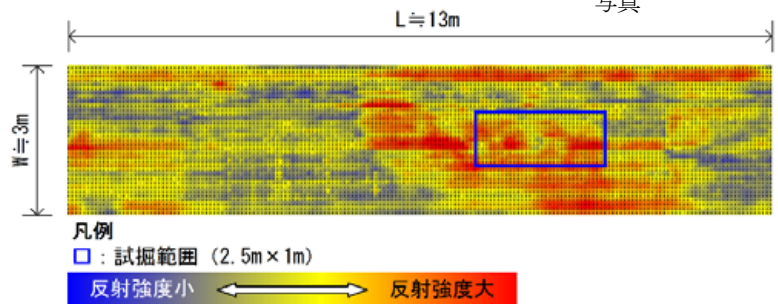


図-4 B橋におけるコンター表示

3. まとめ

本検討により、舗装厚などを正確に把握しなくとも状態評価グループ3の恐れがある範囲を電子的に可視化できる可能性を見出すことができ、スクリーニング作業の適切化(定量化)や効率化に寄与することが期待できる。今後は、現場検証を繰り返しコンター表示に際する各種パラメータの最適化などを行ない、実用化を目指したいと考えている。

参考文献など

- 1) 小林 大：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 H28年度土木学会 第71回年次学術講演会
- 2) 永塚 竜也：RC床版上面の状態グルーピングアルゴリズムの適用事例
- 3) 3D-RADAR社のDX-Series Multi-Channel Air Launched Antenna Arrays