

レーダー探査技術を用いた橋梁床版の損傷状況の事前把握と補修工事について

前田 岬¹

¹中部地方整備局 名古屋国道事務所 管理第二課 (〒467-0833 名古屋市瑞穂区鍵田町2-30)

電磁波地中レーダーにより橋梁床版内部の損傷状況確認ができるレーダー探査の技術を利用し、舗装修繕工事施工前に床版の劣化状況の把握を試みた。本論文では、レーダー探査を行ったことにより解決したことや今後の展望を述べる。

キーワード 新技術、レーダー探査、橋梁補修

1. はじめに

高度経済成長期に建設された多くの橋梁については、長年の供用期間を経て老朽化が進んでおり、2014年4月の社会資本整備審議会 道路分科会建議での「今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切らなければ、近い将来、橋梁の崩落など人命や社会システムに関わる致命的な事態を招くであろう」との発言からもわかる通り、管理の時代へと移行している。

そのような中、2014年に定期点検に関する省令・告示が公布され、5年ごとに定期点検を行うことが義務付けられ、定期点検においてⅢ判定とされた橋梁については、次回点検までに修繕することが義務付けられた。

点検要領では目視確認を基本としているが、橋梁においては舗装より下の損傷の目視確認が難しく、舗装を切削をしてはじめて、その損傷に気づくことも少なくない。

本論文においては、当事務所発注の、令和5年度 第二出張所管内橋梁補強補修工事（以下、本工事）にて、切削オーバーレイ実施前にレーダー探査を行い、床版の損傷状況の事前把握を試みた際の効果と、今後の展望を述べる。

2. レーダー探査技術について

本工事で利用した技術はスケルカビューDX（NETIS登録番号：HK-230016-A¹⁾）（以下、本技術）（図-1）である。本技術の特徴としては、車線規制を行わずに調査ができる点であり、電磁波地中レーダーを活用することで目視では確認できない、舗装下の劣化状況の把握が可能なことである。

(1) レーダー探査技術の仕組み

橋梁床版内部のデータ取得には、電磁波地中レーダーを使用する。電磁波は、比誘電率の異なる物質の境界で反射する性質を持っているため、橋梁床版内部に向かって電磁波を送信すると、舗装境界や鉄筋などで反射が生じる。その反射波を、受信アンテナで受信することで床版内部のデータが取得できる。

(2) レーダー探査の特徴

本技術は、前述した通り、電磁波地中レーダーを使用して探査を行うため、目視では確認できないような舗装下の砂利化や鉄筋腐食、滞水などの劣化状況を把握できる。また、最大速度80km/時での走行中も調査可能なため、車線の規制を行わずに短時間で調査が可能である。



図-1 スケルカビューDX

3. 活用状況

本工事では、全7橋の補修工事を実施したが、そのうちの愛知用水橋（下り）（26.6m）、塔野地橋（下り）（40.0m）の2橋について記述する。

両橋梁については、2015年に実施した定期点検におい

て、Ⅲ判定となっている。その主な原因は漏水による鉄筋等の腐食であり、その対策として本工事では切削オーバーレイと橋面防水を実施することになっている。漏水の原因の一つとして、点検調書内では床版コンクリートのうきが指摘されており、「床版全面の劣化調査を行った上で、床版耐荷力の回復措置を早期に実施する必要がある」と記載されている。

当該路線は交通量が35千台／日以上であり、床版上面補修を行う際、時間規制での施工が必要であるため、事前の点検情報だけではなく、床版全体の劣化状況を把握したうえで品質や工程を確保した妥当性のある施工計画を立案する必要があった。そこで、車線規制を行わず床版の劣化状況が把握ができる本技術を、本工事にて活用

した。

(1) データの収集

両橋梁とも、全面の補修工が必要であることから、レーダー探査も、全面において実施し、床版内部のレーダーデータ（図-2）を得た。

(2) データの解析

レーダー探査で得たデータを用いて、床版内部の解析を行った。

図-3のうち、赤色で囲っている箇所が劣化判定範囲であり、電磁波の反射応答が周辺と比べて不明瞭である範囲を検出した。

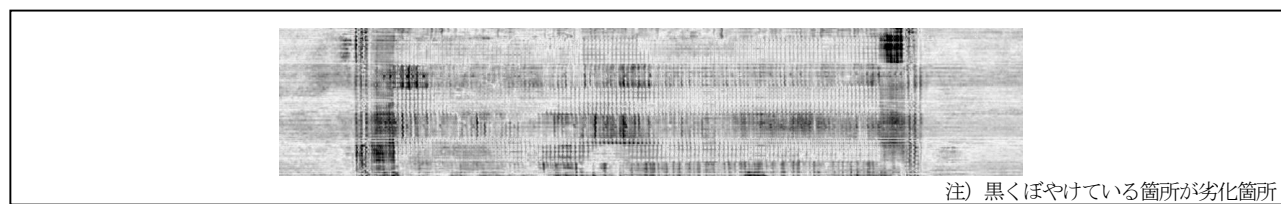


図-2 愛知用水橋レーダーデータ（上部鉄筋深度付近）

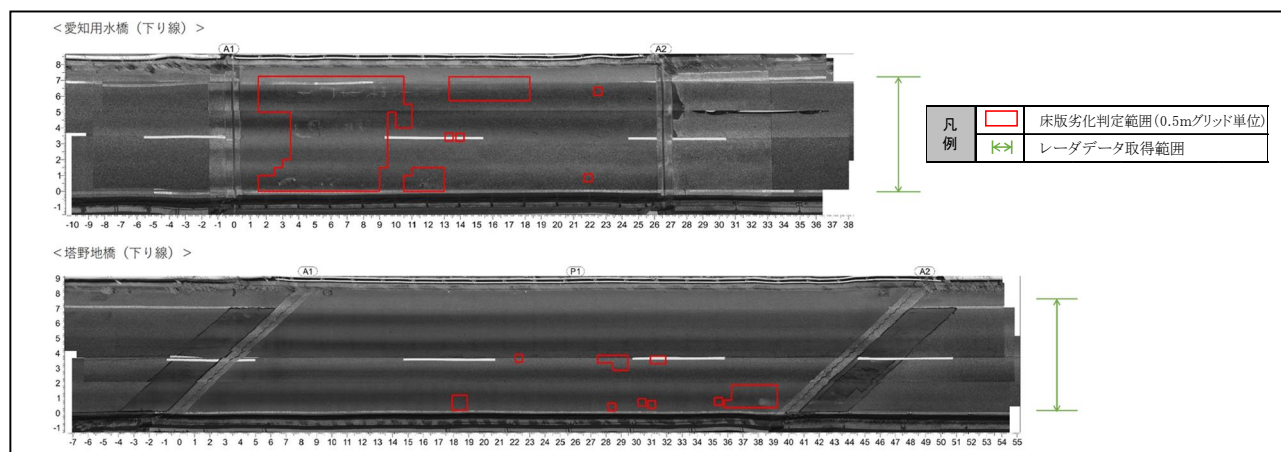


図-3 レーダー探査結果

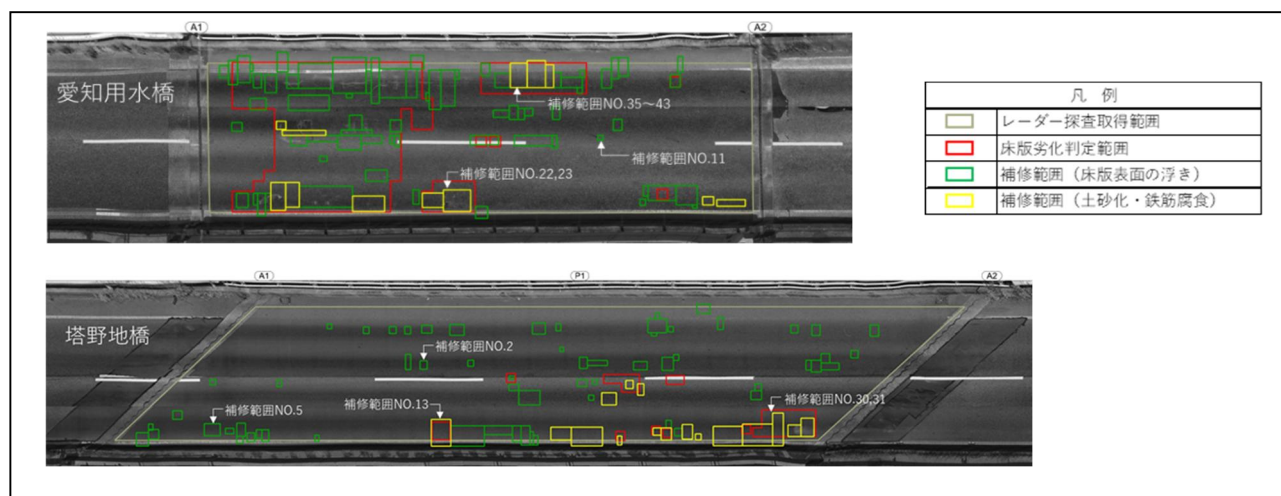


図-4 補修対象範囲とレーダー探査結果の照合

(3) 実際の劣化状況との比較

舗装撤去後、打音調査により、補修範囲の決定を行った。確認した床版劣化の内訳は「床版表面の浮き」、「上部鉄筋の腐食」、「床版上面の土砂化」の3つである。決定した補修範囲と、レーダー探査結果の照合結果図を図-4に示す。

また、レーダー探査により、劣化判定となった箇所の面積、打音検査により補修が必要と判明した（実際に補修を実施した）箇所の面積をそれぞれ求め、表-1の通り整理した。

(4) 精度について

愛知用水橋において、劣化箇所の検出率は76%の精度であった。ただし、レーダー探査により劣化判定をした範囲のうち、実際に劣化していた箇所が少ない傾向にあった。これについては、劣化箇所が細かく点在しており、それ等の範囲をまとめて劣化判定したことが原因と考えられる。

塔野地橋においては、劣化検出率が18%となり、愛知用水橋と比較すると低い精度であった。劣化判定できなかった箇所の大部分は、図-5の通り、損傷内容が「床版表面の浮き」であり、こちらについては軽度な浮きの場合、電磁波が鉄筋まで透過し、反射波が正常に得られる（図-6）ため、健全箇所と判定され、劣化箇所の検出率が低くなったことが想定される。

表-1 レーダー探査にて取得した範囲における精度確認結果

分類	面積 (㎡)		比較結果 指標 百分率	
A:レーダー探査取得面積	愛知用水橋	塔野地橋	→正解率 (F+G)/A*100	
	186.7	295.6	76%	91%
B:補修対象面積 (劣化箇所)	39.9	26.6	→劣化検出率 F/B*100	
	F:レーダー探査で検出	30.4	4.7	76%
	H:レーダー探査で非検出	9.5	21.9	18%
C:補修対象外面積 (健全箇所)	146.8	269.0	→健全検出率 G/C*100	
	G:レーダー探査で検出	111.7	264.7	76%
	I:レーダー探査で非検出	35.1	4.3	98%
D:レーダー探査による劣化判定面積	65.5	9.0	→劣化的中率 F/D*100	
	F:劣化合致	30.4	4.7	46%
	I:劣化不一致	35.1	4.3	52%
E:レーダー探査による健全判定面積	121.3	286.6	→健全的中率 G/E*100	
	G:健全合致	111.8	264.7	92%
	H:健全不一致	9.5	21.9	92%

※ レーダー探査取得範囲外である路肩部の面積は含まない



図-5 床版の浮き

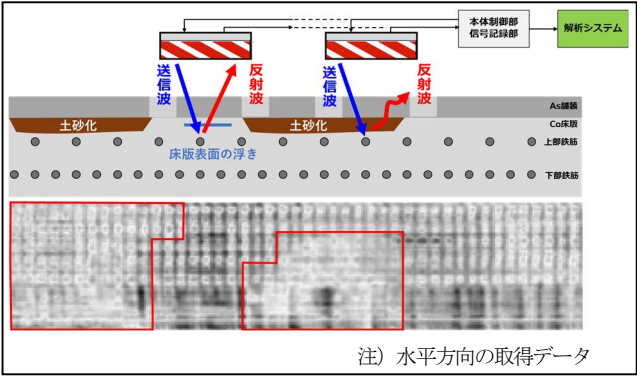


図-6 床版劣化に対する電磁波の反射応答イメージ

4. 本技術活用による効果

以上、レーダー探査が「軽度な床版の浮き」を除き、高い精度で劣化判定できることがわかったが、本技術を活用したことにより得られた効果について記述する。

(1) コストについて

今回、1橋当たり50万円程度の調査費がかかっているのに対し、表-2の通り、本技術を活用したことにより、約270万円安く施工できた計算となる。

(2) 適切な補修材料の発注および施工計画立案

従来であれば、舗装を撤去し、床版の状態を確認してからでないと床版の補修面積がわからないため、補修材料を多めに手配する必要があった。しかし、本技術を活用することでおよそその補修面積を事前に把握できるため、適切な材料手配が可能となった。

また、全面の舗装を撤去して補修範囲を調査するよりも規制時間が少なくなり、かつ施工数量の目安がわかることで、交通規制計画も、適切に計画を立案することができた。

表-2 経済性比較

愛知用水橋 (下り線)		既面積	200㎡	
		レーダー探査劣化判定面積	65.5㎡	
		補修面積	41.8㎡	
		従来の開閉調査	レーダー探査および試験調査	
調査費	床版状況確認のための調査	内容	全面舗装撤去→打音調査→舗装の仮復旧	レーダー探査 (規制不要)
		日数	4日 (50㎡/日)	1日 (総延長98.4m、2車線)
		金額	440万円 (2万2千円/㎡)	49万円 (147万/3車線)
	試験調査	内容	上記調査時あわせて実施のため	部分舗装撤去→床版状況確認→舗装の仮復旧
		日数	追加費用なし	1日 (4箇所/日)
		金額		28万円 (7万/箇所)
	規制	内容	昼間規制	昼間規制 ※試験調査時のみ
		日数	4日	1日
		金額	80万円 (20万/日)	20万円 (20万/日)
	準備する補修材料費		内容	41.8㎡×厚み0.08mの補修材
		金額	268万円 (80万/㎡)	420万円 (80万/㎡)
調査から補修材の手配までの総コスト		788万円	517万円	
差額		レーダー探査を活用することで、従来の開閉調査より 271万円 コストを抑えることができた		

※費用は全て経費込みの金額

5. 課題と今後の展望

今回は、工事施工時においてレーダー探査を実施し、補修範囲の調査を行った。

床版の浮きが軽度な場合、レーダー探査では発見しに

くいが課題であった。また、現時点での本技術では劣化の種類まで特定することはできない。これらの課題については、試行回数を増やし、様々なデータの解析を実施していくことで、今後、さらなる精度の向上が期待できる。

今後は、点検時や補修設計の実施時に本技術を活用することで、適切な工事発注を行うことを目標とする。これにより点検時及び補修設計の精度が向上することで、工事発注後の調査量削減や精度の高い交通処理計画の立案が可能になると考える。

また、本技術は、AR技術の活用により、調査結果を現地で確認できるようになる（図-7）。これにより、点検やパトロール時の現地判断に役立つツールとなると予想される。

管理の時代へと移行している現在、橋梁点検の正確性や省力化へ本技術が寄与できれば幸いである。



図-7 AR化イメージ

謝辞：本論をまとめるにあたり、多大なご協力をいただきました、株式会社ヒメノ様及びジオ・サーチ株式会社様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省: 新技術情報提供システム, <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/> (2025年6月4日取得)