

電磁波レーダーを用いた床版内部調査

ししどとおる うえのゆうや みずきとおる ひらのみちひと いいど かつよし
矢野 透 ・ 植野 裕也 ・ 水城 亨 ・ 平野 至史 ・ 飯土 井 剛

(株) 復建技術コンサルタント 構造技術部 (〒980-0012 仙台市青葉区錦町一丁目7番25号)

本稿では、橋梁の鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）内部の水平ひびわれの特定を目的とした調査事例について報告する。調査は電磁波の物性の違いにより反射波が異なる特性を利用することで、非破壊によりRC床版内部の水平ひびわれ発生箇所を特定できると考え、IDS Hi-BrightHT Hardware（以下、カート式電磁波レーダー）で調査を行った。また、カート式電磁波レーダーの結果を踏まえ詳細調査として、小径コアを橋面上から削孔し、RC床版内部の状況確認を行った。カート式電磁波レーダー調査及びRC床版内部調査の結果、RC床版内に発生していた水平ひびわれ内の滞水を抽出することで、補修範囲を明確化することができた。

Key Words : 電磁波レーダー, RC床版, 非破壊調査, 水平ひびわれ

1. はじめに

近年、東北地方（積雪寒冷地）において橋梁の鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）の劣化が顕在化しており、劣化に対する詳細調査の方法や再劣化を回避するための補修方法などの社会的ニーズが高くなっている。

東北地方におけるRC床版の劣化要因は、疲労や凍結抑制剤散布による塩害、凍害、アルカリ骨材反応等さまざまであり、劣化の形態として、コンクリート表面のひびわれや土砂化、場合によっては床版内部に水平ひびわれが発生していることがある。

本稿では、RC床版の劣化形態の1つである床版内部に発生する水平ひびわれの特定に着目した詳細調査の事例について報告する。

2. 調査対象

(1) 調査対象橋梁の概要

調査対象は、東北地方の積雪寒冷地に架橋されている2径間連続鋼非合成鈹桁橋であり、供用開始から44年が経過したRC床版を有する橋梁である。（図-1）

本橋のRC床版にはひび割れ、漏水、遊離石灰が確認され、橋梁延命化のための床版上面の橋面防水工、床版下面の炭素繊維シート接着工による補修工事が予定されていた。

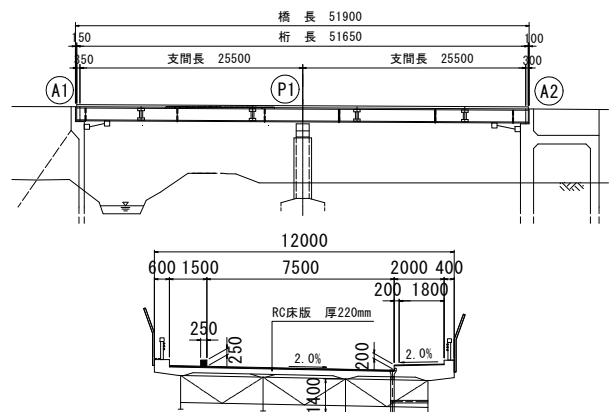


図-1 橋梁側面図、断面図

(2) 課題

補修工事では橋面防水工施工後（上面の止水により下面からの漏水を抑制）、下面の炭素繊維シート接着工を実施予定であった。しかし防水工施工後にも、床版下面からの漏水が継続しており、次工程の炭素繊維シート接着工の施工ができないことが問題となった。（写真-1）

そのため、漏水の原因、経路や範囲を特定するための詳細調査の方法が課題となった。



写真-1 床版下面漏水状況

(3) 現地状況・既往資料からの漏水経路の推定

a) 補修工事資料（橋面水工、床版上面補修）から確認できる事項

補修工事時の資料（写真-2）から、床版上面の部分補修を実施していない箇所では床版鉄筋より上側に水平ひびわれが確認された。

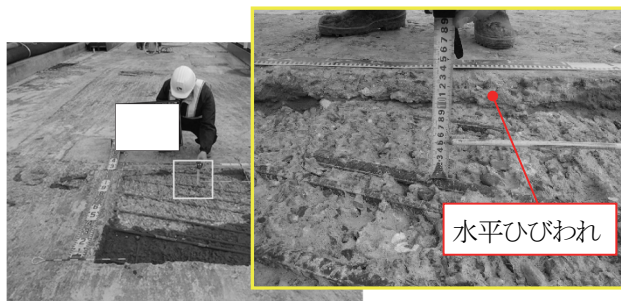


写真-2 床版上面補修工事状況

b) 現地状況から確認できる事項

現地状況から、床版に打継ぎ境界部にジャンカがあることが確認された。（写真-3）

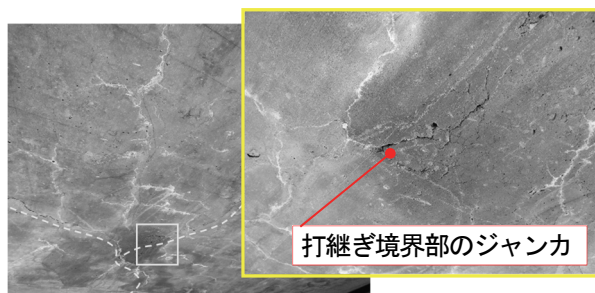


写真-3 床版下面の打ち継ぎ部

c) 漏水経路の想定

漏水経路は、水平ひびわれ内を水が通り、打継ぎ境界部から漏水していることが想定された。（図-2）

部分補修を実施した床版上面箇所と床版下面からの漏水箇所の位置を図-3に示す。

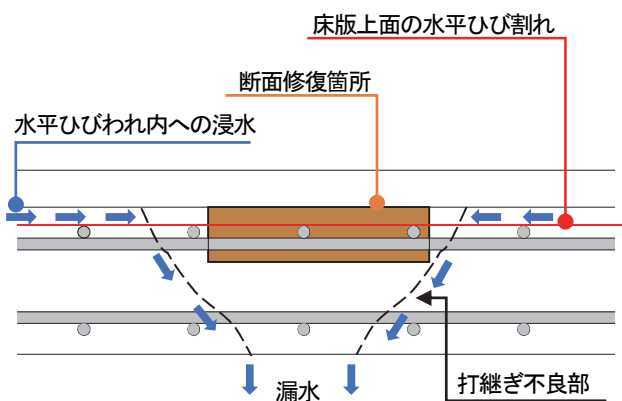


図-2 床版の漏水経路想定図

凡例

■：床版上面補修箇所

■：床版漏水箇所

□：調査結果抽出位置（図-5, 6）

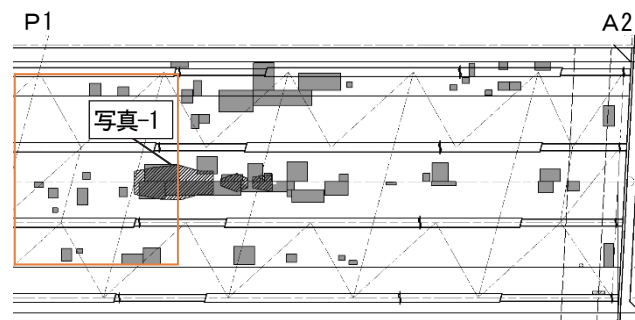


図-3 床版補修箇所及び床版下面漏水箇所

3. 調査方法

(1) カート式電磁波レーダーによる調査

床版内部の水平ひびわれの損傷範囲は面的な広がりがあることが想定されたため、広範囲での異常箇所を非破壊で調査するカート式電磁波レーダーを使用した。

（写真-4）

電磁波レーダーによる非破壊調査は、これまで鉄筋探査等で多く使用されてきたが、電磁波の特性である物性の違いにより反射波が異なることを利用することで床版内部に発生した水平ひびわれに対しても特定が可能と考えた。（図-4）調査範囲は歩道部を含めた橋面全体として調査を実施した。



図-4 カート式電磁波レーダー調査イメージ図



写真-4 調査状況事例

(2) 小型カメラによる内部ひびわれ状況の確認

カート式電磁波レーダーの調査結果、異常と判断された箇所に対して小径コア（φ50）を削孔し、床版内部に水平ひびわれが発生しているか、採取コアの状態と小型カメラを削孔位置に挿入することで調査を行った。

4. 調査結果

(1) カート式電磁波レーダーの調査結果

カート式電磁波レーダー調査の結果、本線の床版部に電磁波の反射波が不明確な箇所が確認された。

カート式電磁波レーダー解析平面図を確認すると舗装表面から深度12cm位置での異常箇所範囲は、床版下面の漏水位置の直上とは重なっていないが（図-5）、深度が14cmになると異常範囲は縦・横断の勾配方向に拡大しており、床版下面の漏水位置まで達していた。（図-6）

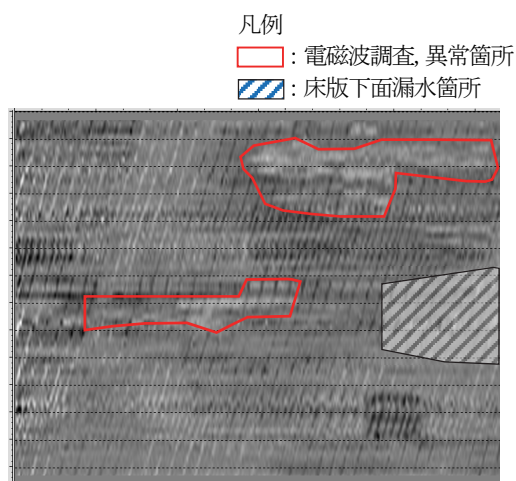


図-5 レーダー解析平面図（抽出箇所）深度12cm

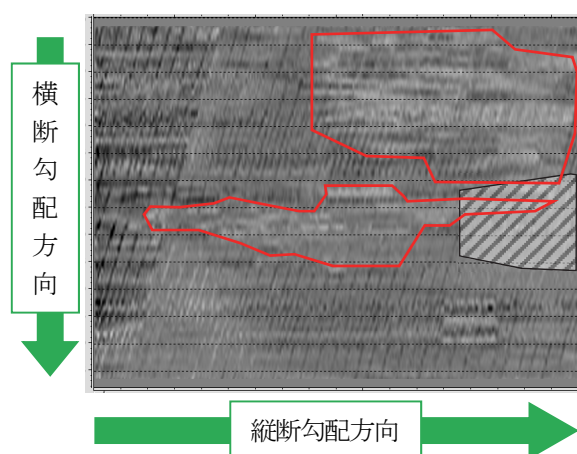


図-6 レーダー解析平面図（抽出箇所）深度14cm

(2) 小型カメラによる内部ひびわれ状況の調査結果

a) 調査位置

電磁波レーダーの異常範囲箇所を含め、床版内部状況を調査するため、図-7に示す位置（No. 1～No. 6）で小径コアの採取と小型カメラで床版内部の調査を行った。

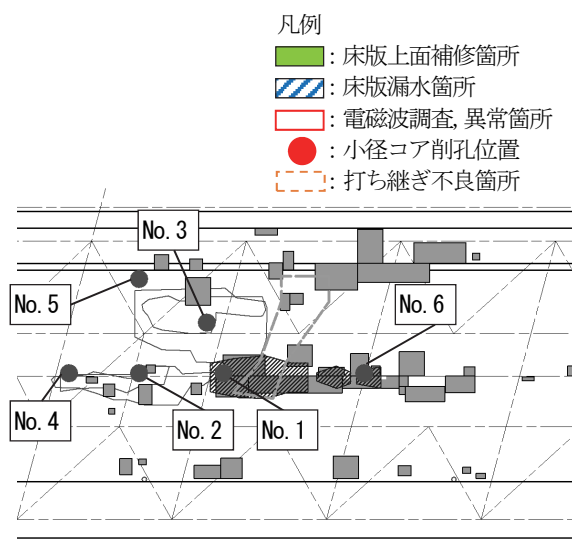
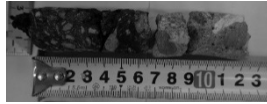
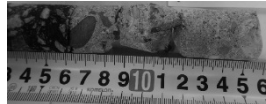
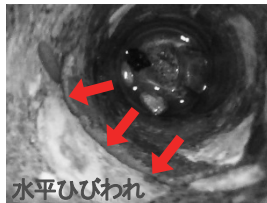


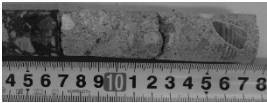
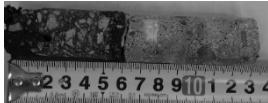
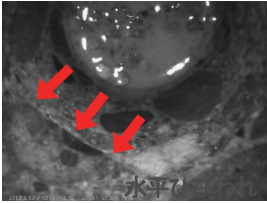
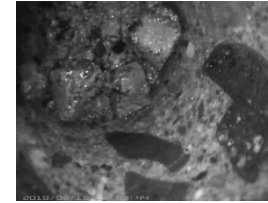
図-7 小型カメラによる内部ひびわれ調査位置図

b) 床版内部確認結果

調査の結果、水平ひびわれが発生していたのは、カート式電磁波レーダー調査で異常が確認されたNo. 1, No. 2, No. 3の位置であった。

一方で水平ひびわれが確認されなかったのは、カート式電磁波レーダー調査で異常が確認されなかったNo. 4, No. 5, No. 6であった。調査位置ごとの採取した小径コア及び床版内部状況を以下に示す。（図-8）

No. 1 ; ひびわれあり	No. 2 ; ひびわれあり
床版上面未補修 床版漏水箇所直上 電磁波調査, 異常箇所	床版上面未補修 電磁波調査, 異常箇所
採取コア 	採取コア 
水平ひびわれで縁切りされるためコアとして採取困難	水平ひびわれで縁切りされるためコアとして採取困難
床版内部 	床版内部 

No. 3 ; ひびわれあり	No. 4 ; ひびわれなし
床版上面未補修 電磁波調査, 異常箇所	床版上面未補修 電磁波調査, 異常箇所
採取コア 	採取コア 
水平ひびわれで縁切りされるためコアとして採取困難	コアにひびわれなし
床版内部 	床版内部 

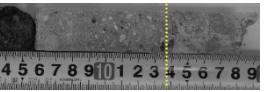
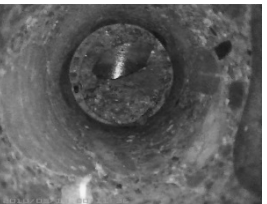
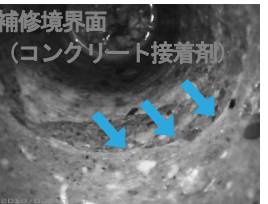
No. 5 ; ひびわれなし	No. 6 ; ひびわれなし
床版上面未補修 電磁波調査, 異常なし	床版上面補修済み 床版漏水箇所直上 電磁波調査, 異常なし
採取コア 	採取コア 
コアにひびわれなし	コアにひびわれなし
床版内部 	床版内部 

図-8 採取コア及び床版内部状況

4. 考察

カート式電磁波レーダー調査と小型カメラによる内部ひびわれ状況調査結果より、カート式電磁波レーダーの異常箇所と水平ひびわれの発生箇所は概ね一致する傾向となった。

漏水経路については、床版内部の深度が深くなるに伴い、異常箇所の範囲が広がり、床版下面の漏水範囲まで拡大していることから、図-2で想定していた漏水経路どおりに床版上面から水が浸透し、水平ひびわれ内部を通水

し、打継ぎ不良部周辺から床版下面へ漏水していると考えられた。

一方で漏水範囲は狭く、カート式電磁波レーダー調査でも異常が確認されなかったNO. 6付近の漏水は、床版内部調査でも水平ひびわれが確認されていないことから、水平ひびわれ内を通水した漏水ではなく、床版上面の劣化部や防水工不良箇所等から狭い範囲で浸水し、漏水したと考えられた。(図-9)

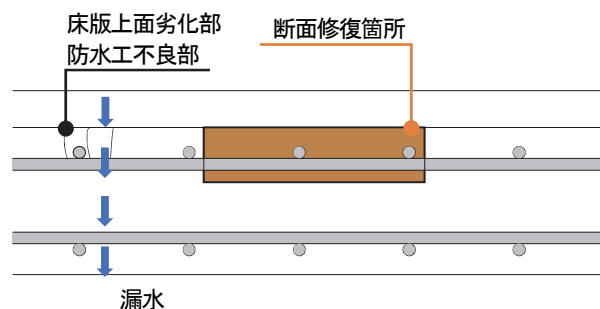


図-9 NO. 6付近漏水経路想定図

したがって、今回の調査結果から床版下面の漏水は、床版内部の水平ひびわれ内を通水して打継ぎ不良部で漏水したパターン(図-1)と狭い範囲での床版上面劣化、防水工不良が原因で漏水した(図-9)2パターンの漏水経路が想定された。

5. 結論

本調査の結果から、床版補修範囲は床版下面の漏水範囲のみではなく、床版内部に発生している水平ひびわれを含めた範囲とすることができ、今後予定している工事を円滑に進めることが可能となった。

今回の調査では、水平ひびわれが広範囲に広がっており、ひびわれ内部に水分が滞水していたため、カート式電磁波レーダーで異常範囲を特定することが可能であった。今後は、滞水が無い状態での異常箇所の抽出や面的な広がりが無い損傷に対する抽出が課題であると考えられる。