

### 非破壊調査を用いた鋼橋 RC 床版の損傷度合いの把握

(株)エイト日本技術開発 正会員 ○木村 真也 (株)エイト日本技術開発 正会員 小野 和行  
 (株)エイト日本技術開発 中村 圭秀 (株)土木管理総合試験所 正会員 垂水 稔

1. はじめに 我が国の橋梁は、約 15 万橋（橋長 15m以上）あり、そのうち、鋼橋（RC 床版）は 39%程度である。また、建設後 50 年経過した高齢化橋梁は全橋梁数の 8%あり、それが 10 年後には 20%、20 年後には 50%以上が高齢化を迎えることになる。今後、これら橋梁の損傷に対する修繕計画、補修工事が必須となる。

この様な中、鋼橋 RC 床版の損傷は、基本的に大型車両の繰り返し走行に起因した疲労損傷<sup>1)</sup>、凍結防止剤の塩化カルシウムを含んだ水の影響による鉄筋腐食による損傷等が大多数を占める。

ここで、橋梁定期点検では直接目視による損傷度合いの確認が基本となるが、RC 床版上面は舗装で覆われていることから、RC 床版下面からの直接目視、打音点検となる。しかし、上記に示したような床版の損傷は、写真-1 に示すように鋼板接着、表面保護工、炭素繊維シート貼り付け等による補修・補強対策工が床版下面に実施されている場合、直接目視を行なうことができない。

そこで、本検討は、目視確認が困難な RC 床版上下面の損傷状態の確認手法として、非破壊調査による調査事例を紹介するものである。

### 2. 調査概要

(1)対象橋梁 一般国道における延長 57km 区間にある RC 床版を有する鋼橋 11 橋（橋梁総延長約 850m）を対象とする。

(2)調査方法 非破壊調査は、写真-2 に示す「ロードスキャンビートル」を用いる。本手法は、自走しながら電磁波を地中に向けて放出することによって地中からの反射波を捉えるものであり、地中からの反射波を受信することで埋設管や空洞などの周辺地質と電気的性質が異なる対象物を検出してその位置や深度の推定を行うことが可能である。なお、使用した調査車両は、アンテナ部を地上より 50cm 離すことによって、最大速度 80km/h での走行が可能であり、幅 2.1m、深度 2.0m までの探査を行うことができる。図-1 のシステム概念図に示す通り、アンテナ部は、並列した複数のアンテナで構成されるマルチチャンネルアンテナアレイ方式を採用しており、ステップ周波数方式を採用することによって、各深度のデータを 1 つのアンテナアレイから取得する。取得したデータは距離計と GPS を併用することによって、精度の高い位置情報を取得（50cm 精度）できる。

### 3. 調査結果

(1)データ解析 図-2 に示すとおり、非破壊調査データの解析には、舗装床版境界面、上部鉄筋付近、鉄筋、鋼板接着付近からの反射応答を捉え、三次元データに画像処理したものをを用いる。電気的性質が均質な成分中では無反射であるが、電気的性質の異なる境界面では、異常な反射波形が受信され画像データに反射対象物として反映される。



写真-1 床版下面状況



写真-2 ロードスキャンビートル

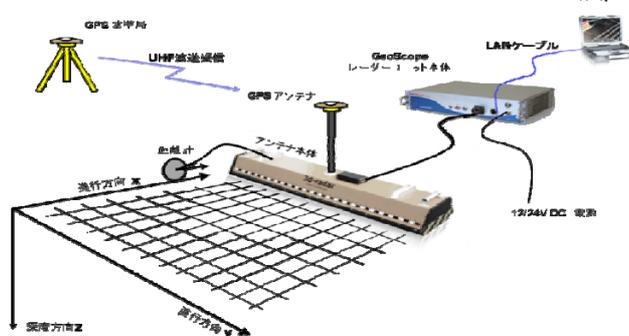


図-1 システム概念図

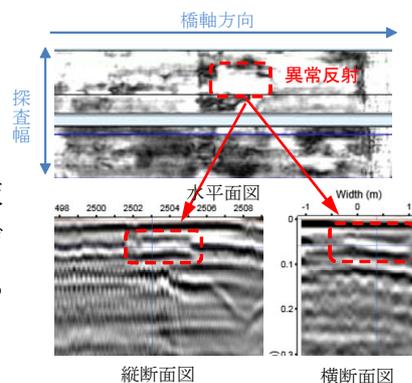


図-2 3D レーダデータ

キーワード：RC 床版、損傷状況、土砂化、非破壊調査、橋梁定期点検  
 連絡先：〒532-0034 大阪市淀川区野中北 1-12-39 株式会社エイト日本技術開発

Phone:06-6397-0804

(2)解析例 図-3 に示すとおり、RC 床版が健全である場合は RC 床版に異常な反射波形が検出されないが、RC 床版に劣化等が発生している場合は、境界面に異常反射が顕著に見られる。図-3 において、黒い棒状に見える部分が鉄筋の反射反応である。白色化している部分（赤太線の範囲内）については、RC 床版の劣化等の恐れがある範囲である。図-4 は、3D レーダで取得した波形データを深度毎の最大反射強度の平均値に対する各反射強度の分布をチャート化したものである。反射強度が平均値より大きい箇所は、劣化の可能性があると考えられる。なお、劣化判定の閾値を±70%以上、±30%以上の2段階で設定し、各劣化箇所を抽出している。この解析結果から、床版損傷が懸念される範囲に対しはつり調査を実施した結果を写真-3 に示す。この写真のとおり、解析結果は現状の損傷を的確に捉えていることがわかる。

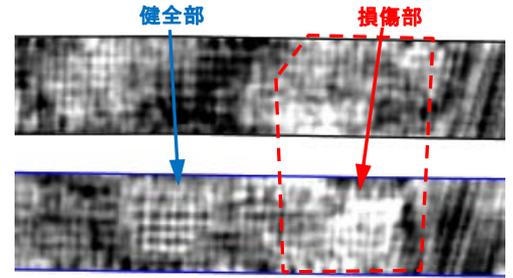


図-3 3D レーダ水平画像

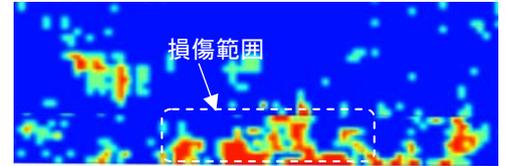


図-4 損傷範囲推定図



写真-3 はつり調査状況

(3)調査結果 まず、RC 床版上面の床版劣化度の事例について述べる。図-5 には対象橋梁の1橋に対し、三次元処理データを作成、劣化範囲の抽出を行った結果を示す。図中赤点線で囲まれた範囲が劣化判定範囲である。図中下部に示したカラーチャートと水平画像の劣化範囲は概ね一致している。なお、床版損傷は活荷重の影響を受け易い支点部付近に集中していることが確認できる。

一方、RC 床版下面の損傷度合いとして鋼板接着のうき範囲の推定について述べる。図-6 に示す鋼板接着付近の3D レーダ探査結果より、過年度定期点検結果で損傷が確認されていない箇所において損傷の可能性が確認された。そのため、現地にて打音調査を行い、うき発生範囲にて実際にうきが生じていることを確認した。

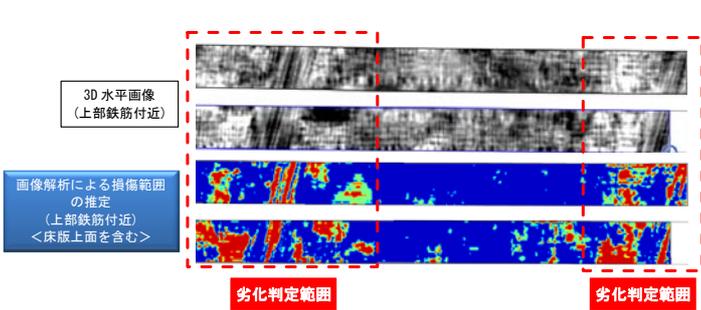


図-5 3D レーダ調査結果

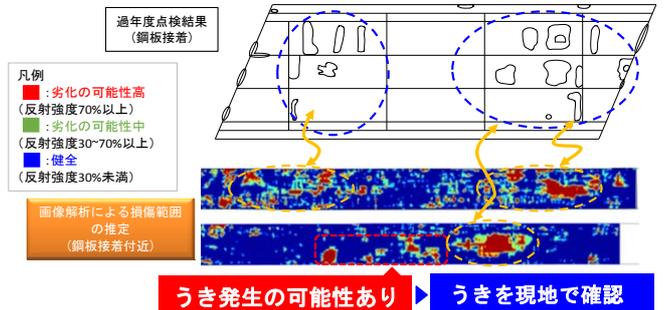


図-6 現地での損傷確認

4. まとめ 本検討では、非破壊調査によって RC 床版の劣化を検知することができ、非破壊調査が橋梁の RC 床版劣化確認として有効であることが示された。以下には、非破壊調査の利点と今後の課題を示す。

- ✓ 本検討では対象橋梁 11 橋のうち、広範囲にわたり床版上面の損傷が懸念される橋梁が 3 橋確認された。
- ✓ 非破壊調査を適用することで、表面に異常が顕在化していない橋梁についても床版内部の健全性を簡易に診断・評価することができ、早期に対策をすることが可能となる。
- ✓ 非破壊調査は、交通規制や現況撤去等を必要とせず、床版劣化範囲を特定することができるため、補修設計においては直接目視や打音調査結果と組み合わせ、総合的に判断することで、有効な基礎資料となると考えられる。また、短時間で調査・診断を行うことができることから、一般交通への負担や費用を抑えることができる。
- ✓ 解析には、探査結果のデータ整理（ノイズの除去、特異な波形の除外等）が必要であり、解析者の技量と経験に左右されるため、解析者に影響されない定量的な解析手法の確立が必要である。
- ✓ 探査結果の精度をさらに向上させるために、異常反応確認箇所での的確な現地調査（はつり）を行い、直接目視、打音調査等を実施するとともに解析手法をキャリブレーションして行く必要がある。

【参考文献】

1) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 維持管理編 2013 年制定