

横波振動法を用いた合成床版の非破壊検査に関する試験

片山ストラテック(株) 正会員 ○山本将士 正会員 大久保宣人
駒井鉄工(株) 正会員 中本啓介 橋 肇
三協エンジニアリング(株) 茨田 匠

1. はじめに

鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版）は、高い耐荷力および耐久性などの特徴を有しており、合理化形式の橋梁構造の採用とともに実橋への適用が増えている。しかしながら、合成床版はコンクリート床版下面が底鋼板により覆われていることから損傷や劣化を直接目視確認できない等の課題が挙げられている¹⁾。合成床版下面から内部の底鋼板上の損傷を検知する手法としてはこれまで様々な手法¹⁾があるものの、有効な手法については確立されていないのが現状である。そこで、本試験では非破壊検査技術である横波振動法に着目し、試験体を対象とした確認試験を行った。

2. 横波振動法による測定

横波振動法は、底鋼板部材を横波超音波の入力により振動させ、その振動状態を受信することで、底鋼板に接触するコンクリートの状態を判別する手法²⁾である。図-1 に示すように、底鋼板とコンクリートが付着した状態（以下、健全部）は、コンクリートにより鋼材の振動を拘束するが空隙や水が存在すれば拘束されず振動が増大する。

本試験では、横波振動により発生する周波数は、一般的に測定対象部材の材質や板厚によって変化することに着目し、人工的な模擬損傷を有する試験体を用いた評価基準の設定を行う。まず、健全部を測定し、基準となる波形を確認できるように測定機器の感度を調整する。これにより基準となる健全部の受信波形が確認でき、損傷が存在する箇所の検出が可能となる。評価に当たっては、最も大きな振幅が確認できる測定波形を記録する。横波振動法の特徴としては、超音波センサーと底鋼板間に接触媒体を必要とせず、点接触で測定することができることから非常に作業効率が良い点が挙げられる。

3. 試験体の概要

試験体は、横波振動法による評価基準の設定ができるよう図-2 に示す形状とした。試験体の底鋼板厚は 6mm とし、孔明き鋼板ジベルを用いて合成床版を再現した。損傷の大きさによる波形の差異、および滞水の有無を確認するため、深さとサイズをパラメータとした模擬損傷を 9 箇所再現した。

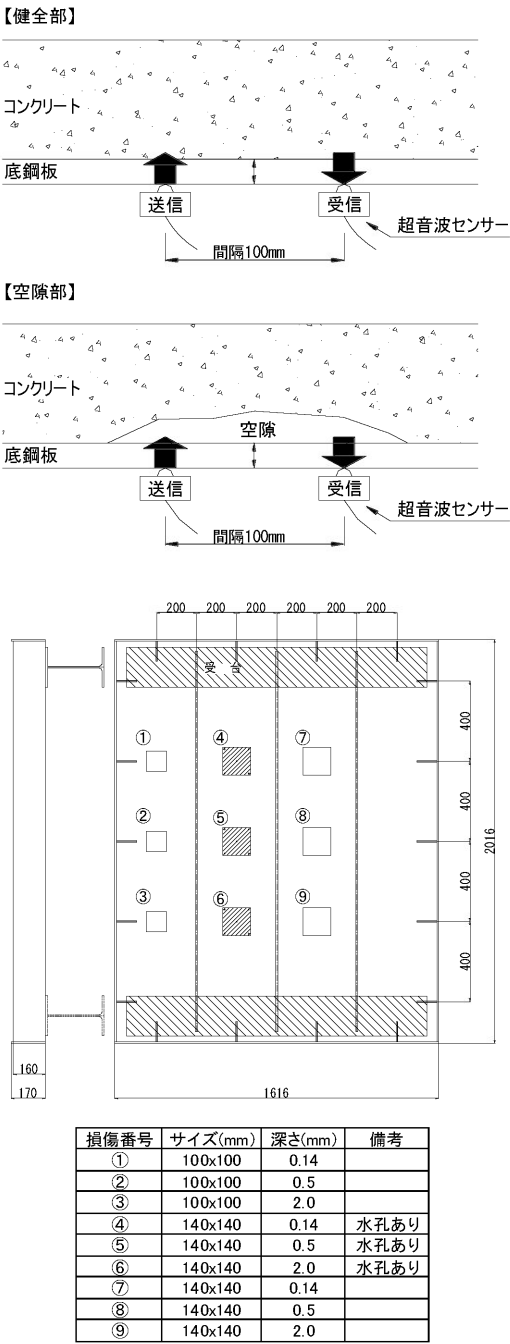


図-2 試験体の形状

キーワード：鋼・コンクリート合成床版、非破壊検査、横波超音波振動法、FFT 解析

連絡先：〒551-0021 大阪府大阪市大正区南恩加島6丁目2番21号 TEL: (06)6552-1235, FAX: (06)6551-5648

模擬損傷は、写真-1 に示すように底鋼板にフィルムを用いて人工的に空隙を設けモルタルブロックをあらかじめ設置した。空隙の深さは 0.14mm, 0.5mm および 2.0mm の 3 ケース考慮し、滞水は底鋼板に設けた孔より水を注入することで再現した。また、損傷サイズは、100mm×100mm, 140mm×140mm の 2 ケースとした。



写真-1 空隙部の再現状況

4. 試験結果

深さ 0.14mm の損傷状態の空隙部および滞水部の測定波形および FFT 解析結果を図-3～図-5 にそれぞれ示す。なお、FFT 解析のパラメータは、サンプリング刻み $1.0\mu\text{sec}$ 、データ数 4096 個および周波数間隔 0.244kHz とする。

測定波形に着目すると、健全部ではコンクリートにより鋼板の振動が拘束されるため振幅が非常に小さいことが確認できる。また、空隙部および滞水部では健全部と異なり拘束されないことから振幅が大きくなっている。

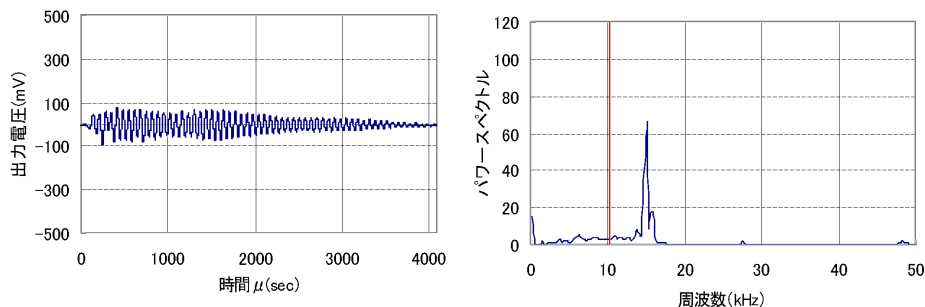


図-3 健全部の測定波形および FFT 解析結果

次に、FFT 解析結果において、周波数が 10kHz 未満の出力および出力差に着目すると、健全部では振幅が小さく 10kHz 未満の出力がほとんどみられない。一方、空隙部では 10kHz 未満の出力が広範囲に出現し、そのスペクトル値の山と谷の差が 40 以上となることを確認できる。また、滞水部でも 10kHz 未満の出力があるが、空隙部とは異なりスペクトル値の山と谷の差が 20 未満となる傾向にある。

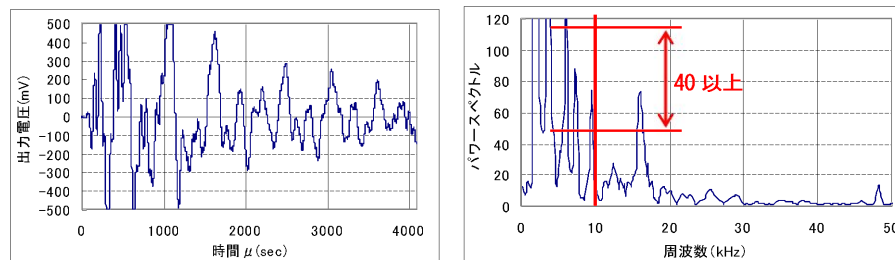


図-4 空隙部の測定波形および FFT 解析結果

以上より、FFT 解析により損傷の種類を定量的に区別することが可能であるものと判断できる。

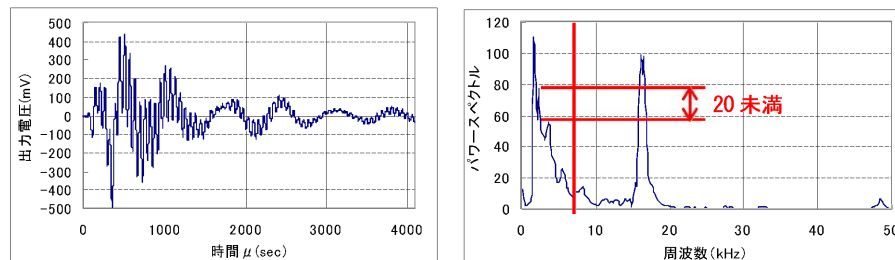


図-5 滞水部の測定波形および FFT 解析結果

5. まとめ

非破壊検査技術である横波振動法に着目し、試験体を対象とした確認試験を行った。その結果、測定波形より健全部と損傷部の判断ができた。また、FFT 解析結果より、損傷部の滞水の有無を判断することができた。

本稿では紹介できなかったが、底鋼板厚および損傷深さをパラメータとした確認試験も実施している。探傷感度の調整や継続的なデータの蓄積をすることで、波形および FFT 解析結果による損傷部の評価基準を確立することが可能であり、有効な非破壊検査手法となりうると考える。

参考文献

- 1) (社) 日本橋梁建設協会：鋼・コンクリート合成床版 維持管理の計画資料，2007 年 3 月。
- 2) 茨田匠，吉村睦，河端俊典，石黒覚：横波超音波共振法による農業用水管路の探傷の有効性，農業土木学会論文集，2005 年 4 月。