

鋼板接着床版における滞水検出のためのガイド波法

東京工業大学 ○正会員 廣瀬 壮一 (株)駒井ハルテック 正会員 橋 肇
東京工業大学 学生会員 小原 稔生 東京工業大学 正会員 古川 陽

1. はじめに

道路橋の高齢化が進み、適切な維持管理が重要な課題となっている。特に道路橋では鉄筋コンクリート床版(以下、RC 床版)の損傷が以前から懸念されており、RC 床版の補強方法として床版下面から鋼板を樹脂で接着する鋼板接着工法が導入されてきた。しかし補強後、数十年が経過し、接着した鋼板の剥離などの再劣化が問題となりつつあり、その点検の効率化が求められている。そこで、著者ら¹⁾²⁾は従来のハンマーによる打音検査に代わるレーザー差動干渉を用いた非接触非破壊検査法を開発し、室内実験および実橋梁に適用しその有効性を確認した。しかし、その後、鋼板剥離部を水で満たした試験体を用いてレーザー差動干渉法で損傷の検出を試みたところ、滞水状態における剥離部による計測結果は剥離のない健全部の結果とほとんど差異がなく、剥離部と健全部の区別をつけることが難しいことがわかった。滞水の有無は床版の維持管理上重要な要素である。そこで本研究では、損傷部における滞水を検出するための超音波ガイド波を提案するものである。ガイド波は分散性を示し、適切な周波数を選定すれば滞水の検出を含めた損傷部評価の可能性があることを示す。

2. レーザー差動干渉法と等価な衝撃弾性波法による剥離検出

レーザー差動干渉法では検査対象から離れた位置に設置した1本の加振用レーザーと2本の検出用レーザーを用いて非接触で鋼板裏面の剥離部を検出するものである(図-1)。レーザーを用いた計測原理は加振用レーザーによって発生した擾乱を検出用レーザーで検出するものであり、通常は加振用と検出用1本ずつのレーザーを用いて計測する。しかし、実橋梁の場合、交通荷重などで大きく振動するため検出用レーザー1本では交通荷重による大きな振動のために加振された微小な擾乱が掻き消され、検出が極めて困難となる。そこで、2本の検出用レーザーを用いてその差分をとることによって、交通荷重による大きな振動を差し引き、加振レーザーによる擾乱を検出するレーザー差動干渉法を用いている。このようなレーザー差動干渉法を検証するために、図-2に示すように樹脂未充填の空隙を持つ試験体に対して、加振用レーザーをハンマーによる打撃、変位検出用レーザーを2個の加速度計に置き換えた衝撃弾性波法によって波形の差を計測した。その際、樹脂の未充填部の空隙に鋼板に空けた注水孔から水を注入し、その滞水量の割合を0, 1/3, 2/3, 3/3と変化させて得られた波形が図-3である。空隙における滞水量が多くなるにつれて得られた波形は小さくなり、満水状態における波形は空隙のない健全部での波形とほとんど区別できないものであった。

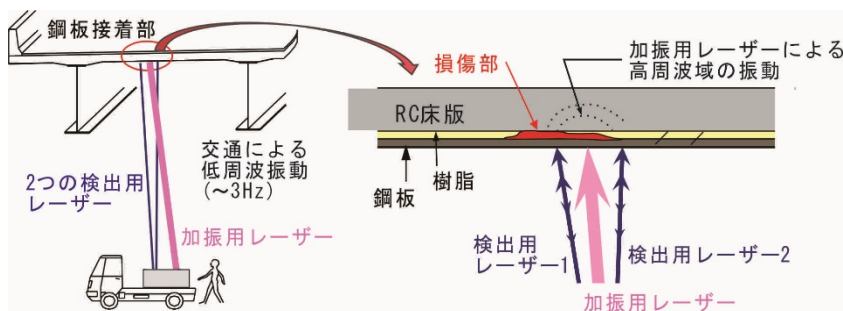


図-1 レーザー差動干渉法の原理

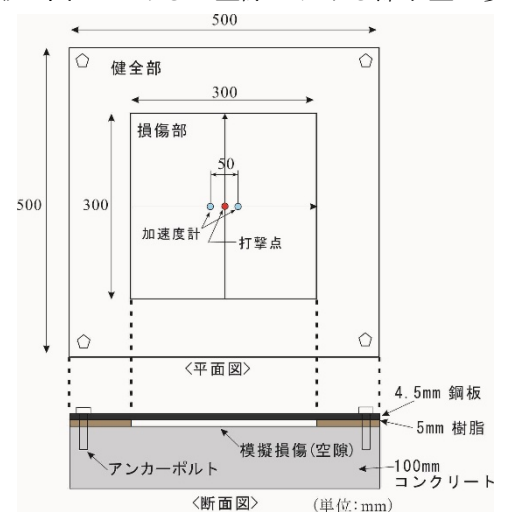


図-2 衝撃弾性波法のための試験体

キーワード 鋼板接着工法, 滞水検出, 超音波, 群速度, 分散性, ガイド波

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1, W8-22 TEL・FAX : 03-5734-2692

3. ガイド波の分散特性による 滞水検出

前節で示したように、衝撃弾性波法で得られる波形はその振幅や継続時間が滞水量とともに変化するものの、ノイズの多い計測環境にある実橋梁ではそれらのパラメータを用いた滞水の有無や程度の判定は困難である。そこで、衝撃弾性波法に代るガイド波の分散特性を利用した滞水検出方法を提案する。

図-3 の損傷部及び損傷のない健全部に対応する層構造として図-4 及び図-5 の挿絵にあるモデルを考える。そして、それぞれのモデルに対してガイド波の基本モードの群速度を計算によって求めた。結果を図-4, 5 に示す。各図の横軸は周波数 f と鋼板厚 d の積である。図-4 の破線と図-5 の黒い実線は鋼板の S_0 モードの分散曲線と同一のものである。図-4 より、 $fd=1.0\sim 1.7$ 辺りのガイド波の群速度が剥離の有無及び滞水の有無層の有無によって大きな相違を示すことがわかる。また、図-5 より、部分滞水の場合はその滞水量によって群速度の分散特性が大きく異なることがわかる。したがって、ガイド波の群速度を計測することによって滞水の検出も含めた損傷状態の推定が行える可能性があることがわかった。なお、図-4 の記号は斜角探触子を用いたガイド波の送受信実験によって得られた群速度であり、計算による曲線とほぼ同様の傾向を示していることがわかる。

4. おわりに

鋼板接着された RC 床版に対する滞水検出のために、衝撃弾性波法に代るガイド波の分散特性を利用した手法を提案した。今後さらなる実験によって提案手法の有効性を示す予定である。

参考文献：1) 橘肇, 中本啓介, 島田義則, 廣瀬壮一, ハツ元仁: 第 8 回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 土木学会, pp.225-228, 2014.10.

2) 橘肇, 山口雄也, 中本啓介, 島田義則, オレグコチャエフ, 廣瀬壮一: 構造工学論文集, 61A, 544-551, 2015.

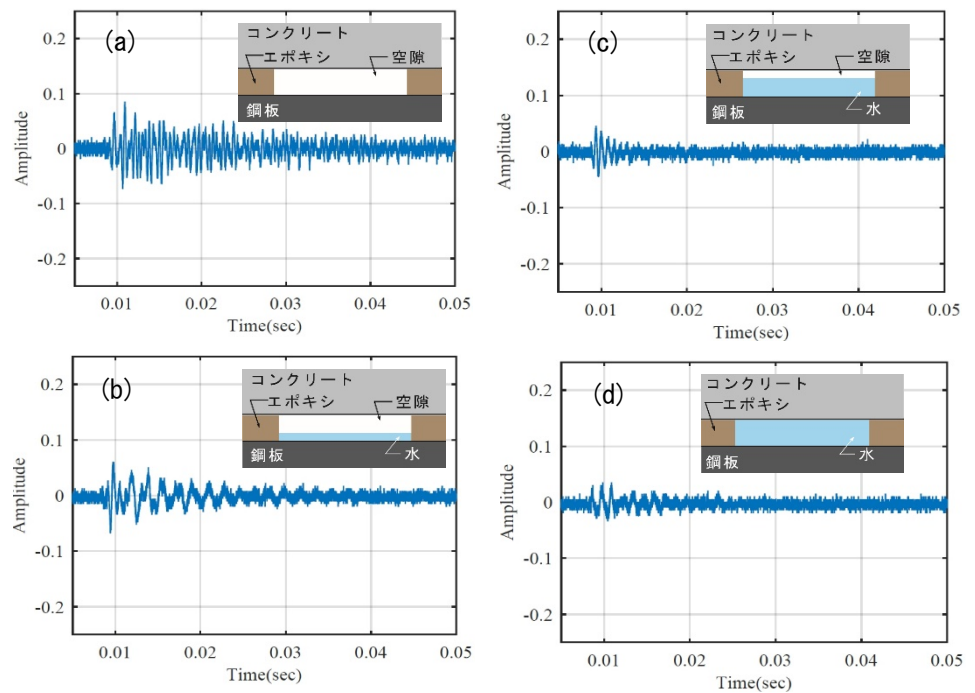


図-3 滞水量の異なる試験体に対する衝撃弾性波法による波形

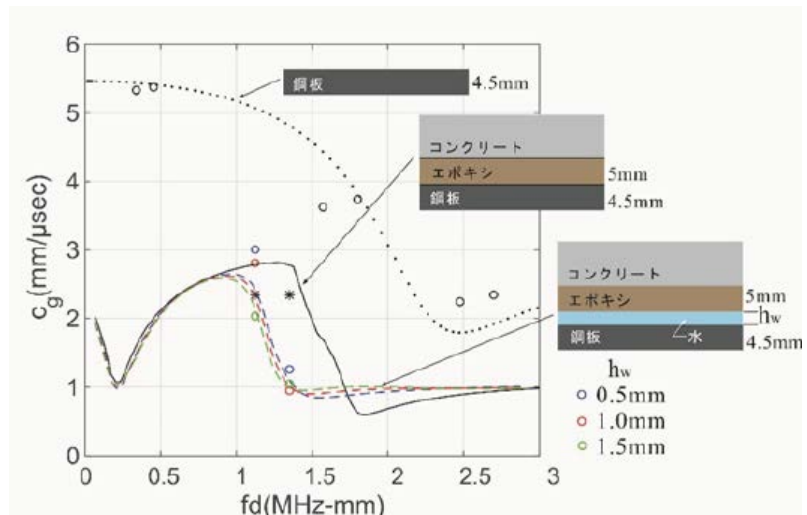


図-4 鋼板-水-エポキシ樹脂-コンクリートの層構造モデルにおけるガイド波基本モードの群速度の分散特性

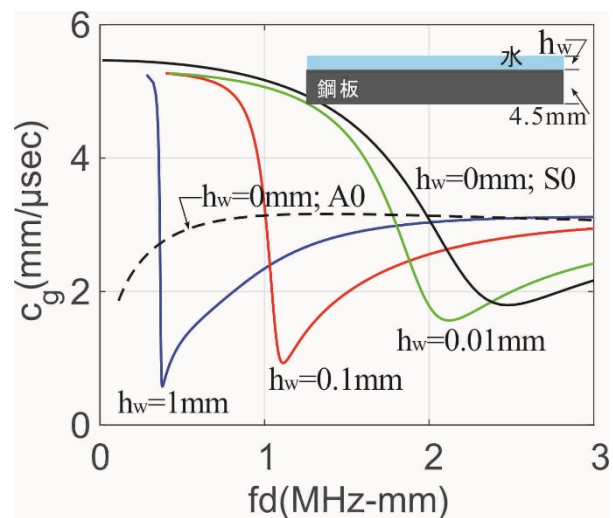


図-5 鋼板-水の層構造モデルにおけるガイド波基本モードの群速度の分散特性