

小型加振器を用いた RC 床版の劣化度評価手法について

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 法人会員 ○加藤 諒  
 東日本高速道路(株) 東北支社 非会員 倉持 尚子  
 東北大学 大学院 工学研究科 正会員 内藤 英樹

1. はじめに

既存のコンクリート構造物の多くが老朽化を迎える中、合理的な維持管理を行うために構造物の点検技術と評価手法の高度化が必要とされている。その中で、RC 床版の劣化を評価する手法として、ホワイトノイズを入力波とした局所振動装置(以下、「小型加振器」という)に着目した。この非破壊調査を用いた RC 床版の劣化度評価手法について、調査手法として確立させるためには測定点を増やす必要があり、1 点当たりの測定時間の短縮が求められた。本報文では、①1 点当たりの測定時間短縮のために行った解析手法の改良と、②改良手法による RC 床版の劣化度評価手法の効果検証について報告する。

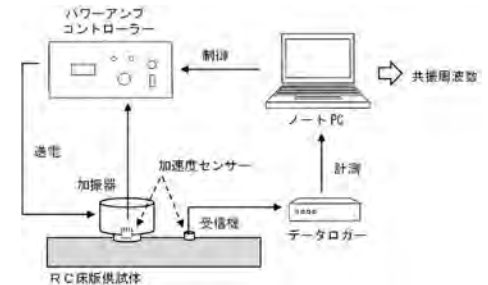


図-1 機器編成図

2. 測定方法の概要

本検討で使用した小型加振器の機器編成を図-1 に示す。指定したホワイトノイズを加振器にて入力し、加速度センサで測定された時刻歴波形の応答波をフーリエ変換する。変換して得られる周波数応答より、共振周波数の値を評価することで RC 床版内部の空隙やひび割れを推定するものである。

3. 測定方法の改良概要

(1) 従来手法と改良手法の比較

従来と改良後の測定フローを図-2 に示す。従来手法では I、II、III の手順で測定を行っていた。この手法では点検者がセンサを押さえながら測定点ごとに測定、解析、ファイル保存を行うため、1 点約 15 秒の時間を要していた。

改良手法では I、III、II に手順を入れ替えて、一連の加速度波形を連続的に測定してファイル保存を行う。その後、現場または現場離脱後に一括して解析する形に変更した。測定点ごとの解析を後処理とし、1 点当たりの測定時間を 1 秒程度に短縮することができた。ただし、全測定が終了して解析実施後にしか状態を把握することはできないが、測定のごとに従来手法との使い分けは可能である。

(2) 改良手法のデータ処理方法

改良手法における測定後に行う取得データ処理方法について図-3 に示す。①波形の切り出しでは、床版にセンサを接触させた瞬間の振幅が大きい部分を 0.5 秒だけを切り出す。②高速フーリエ変換を 50 回連続で行い、周波数応答関数を求める。③50 個分の周波数応答関数のばらつきを低減のため、平均化処理を行い 1 点ごとの共振周波数の精度を確保している。

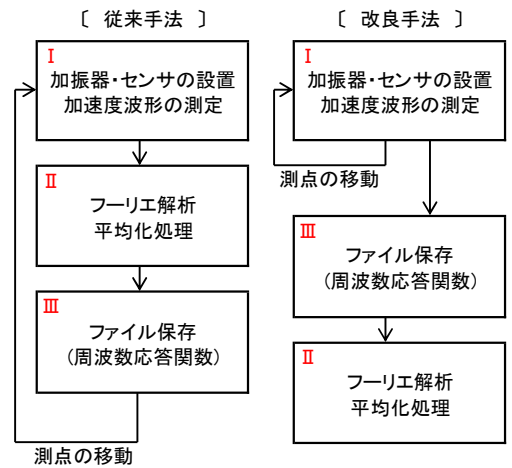


図-2 従来および改良手法の測定フロー

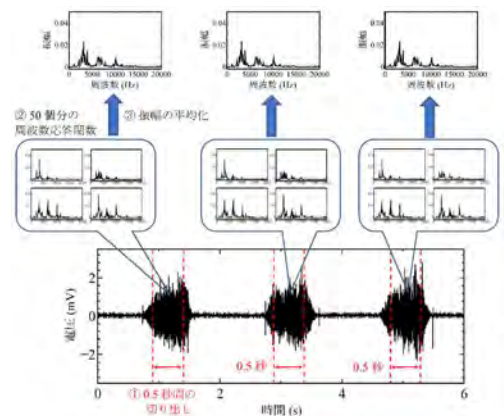


図-3 改良手法の波形処理

キーワード 橋梁、RC 床版、劣化度評価、非破壊調査、小型加振器

連絡先 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2-1-65 ネクスコ・エンジニアリング東北 TEL022-713-7290

#### 4. 実橋 RC 床版を用いた検証

改良手法による RC 床版の劣化度評価手法の効果検証のため、供用中の RC 橋において床版上面および下面から測定を実施した。その中で、高速道路の追越および走行車線の舗装撤去後の床版上面を測定した A 橋と、上り線と下り線を床版下面より測定した B 橋についての結果を代表として示す。

効果検証のため、劣化度判定の目安を設定する。床版の共振周波数の理論値は式(1)によって算定される。ここで、 $f_0$ は縦振動の 1 次共振周波数、 $T$ は部材両端の往復時間、 $L$ は振動長さ、 $v$ は縦波伝搬速度である。

$$f_0 = \frac{1}{T} = \frac{v}{2L} \quad \text{式(1)}$$

A 橋の測定結果では健全部の平均が約 7760Hz であり、床版厚 0.22m、舗装なしのため式(1)よりコンクリート中の音速は  $v=3410\text{m/s}$  となった。物性値としてはやや低いが、床版の健全部を共振周波数 8000Hz 以上、標準偏差の 2 倍を考慮して劣化部を 6000Hz 以下とした。B 橋については健全部のデータはなく、床版厚 0.21m、舗装厚 0.075m のため、その影響を考慮して健全部を共振周波数 6000Hz 以上、劣化部を 4000Hz 以下として測定結果の考察を行った。

##### (1) A 橋測定結果

床版取替工事に合わせて、宮城県にある東北道の A 橋(下り線) A1~P1 の舗装を撤去した床版上面で測定を行った。主桁上を避けた追越および走行車線の各センターを直線上に 1m 間隔で測定した。測定結果を図-4 および図-5 に示す。打音による確認の結果、共振周波数が低い値を示した点と、打音結果で浮きがあった箇所とが概ね合致しており、整合性が取れている。追越と走行を比較すると、共振周波数が平均して低い走行側の方が劣化している結果となった。また、健全部の測定ではばらつきも少なく、測定時間も 108 点で従来約 30 分程度かかるところを約 10 分程度に短縮できた。

##### (2) B 橋測定結果

福島県にある東北道の B 橋上下線の検査路から床版下面を直線上に 1m 間隔で測定した。結果について図-6 と図-7 に示す。上下線共に共振周波数の平均値が 4000Hz 程度と低くなっていた。B 橋の床版は上下線とも全体的に著しい劣化状態という結果となり、本橋梁は床版取替が予定されていることから、健全状況とも合致している結果となった。測定時間に関しては、床版下面からの測定であり、移動に時間を要したことから上下線 124 点で従来約 40 分程度のところを約 30 分程度に短縮した結果となった。

#### 5. まとめ

本検証から RC 床版の劣化を評価する非破壊調査手法として改良型の小型加振器は、目的通り作業時間の短縮が図れる結果となった。また、床版下面からの測定も容易に調査可能となり、本線橋の調査範囲の拡大にも資する結果となった。本調査手法を用いた測定データを収集することで、舗装面からの調査において更なる効率化および測定精度の向上を目指していく予定である。本報文は、東北大学との共同研究の成果であり、ご協力頂いた東北大学大学院工学研究科の皆様にご感謝申し上げます。

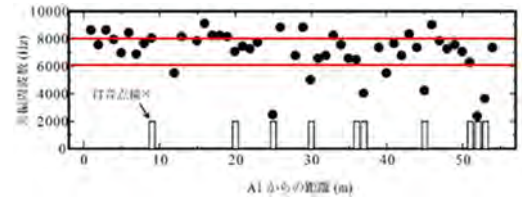


図-4 A橋(下り線)追越側各測定の共振周波数

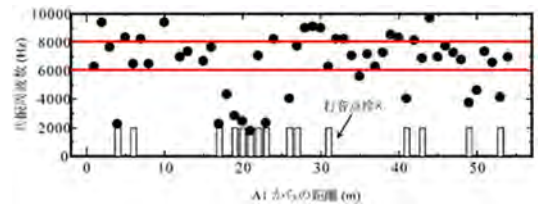


図-5 A橋(下り線)走行側各測定の共振周波数

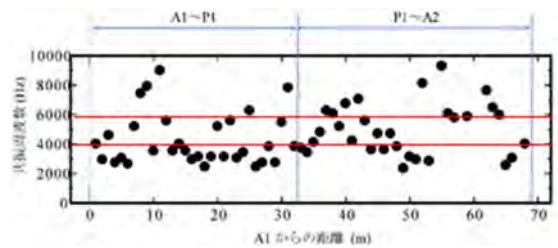


図-6 B橋(上り線)各測定の共振周波数

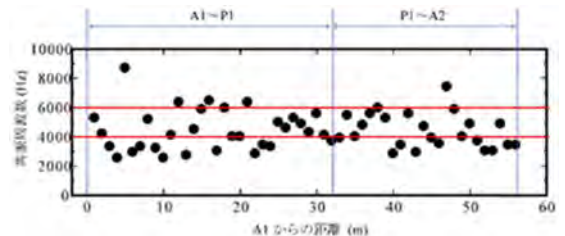


図-7 B橋(下り線)各測定の共振周波数