

RC床版における衝撃振動試験の加速度計測結果

岩手大学大学院 学生員 ○大内 皓平
 岩手大学大学院 学生員 千田 昌磨
 岩手大学理工学部 正会員 大西 弘志

1. はじめに

近年、我が国において建設後 50 年以上が経過した老朽化橋梁が増えてきている。道路橋の維持管理では床版の健全性を評価することが重要であると認識されている。従来行われてきた車両載荷試験や目視検査、打音検査等の手法は多くの費用と労力を必要とするため効率的であるとはいえず、より効率の良い試験方法が求められている。本実験では小型 FWD (Falling Weight Deflectometer) 試験機によって床版に衝撃を与え、加速度計を用いて衝撃発生時の加速度を計測した。小型 FWD 試験機は可搬性に優れており、これを用いた衝撃振動試験は短時間で多数点での測定が可能であることから、従来方法と比べて簡易的に測定を行うことができると考えられる。また、打音検査や目視検査と異なり、定量的な検査を行うことができると考えられる。本研究は、小型 FWD 試験機を用いた、新たな橋梁床版の健全度評価手法の確立を目的としている。写真 1 に小型 FWD 試験実施状況を示す。



写真1 小型 FWD 試験実施状況

2. 衝撃振動試験の概要

2.1 対象橋梁

調査対象とした橋梁は岩手県胆沢郡金ヶ崎町の下渋川橋である。下渋川橋は渋川にかかる跨川道路橋であり、昭和 49 年竣工である。橋梁形式は上部工が鋼単純合成 H 橋、下部工が逆 T 式橋台で、橋長は 20.0m、全幅は 6.3m である。RC 床版で、床版厚さは 160mm、コンクリート舗装で、舗装厚さは 50mm となっている。写真 2 に下渋川橋の外観を示す。



写真2 下渋川橋外観

2.2 試験方法

本試験では2つのパターンの小型 FWD 試験を行った。1 つは主桁上を打撃点として橋梁全体を計測するパターンである。打撃点は各主桁の 1/4 点および 1/2 点で、加速度計設置位置は各主桁の 1/4 点、1/2 点、3/4 点で、全 9 点である。2 つ目は、床版の主桁と横桁で囲まれた範囲を 1 パネルとして分割し、パネルごとに計測したパターンである。パネルの中央を打撃点とし、加速度計を打撃点から橋軸方向および橋軸直角方向のパネル両端点と、打撃点と両端点の中央点、そして打撃点の

全 9 点に設置した。パネル計測における打撃点と加速度計設置位置を図 1 に示す。本試験において重錘の重さは 25kg、落下高さは 1000mm、載荷板は直径 200mm に設定した。また、加速度計の感度方向はすべて鉛直方向である。

3. 衝撃振動試験の結果と考察

3.1 データ処理について

計測した加速度データには重錘のバウンドによる複数のピーク加速度がある。これを除去することにより、加速度の減衰部のみに注目した。さらに、FFT (高速フーリエ変換) を行い、フーリエスペクトル波形を得た。

3.2 主桁上計測

図 1 は G1 桁 1/2 点を打撃した際の G1 桁上に配置された加速度計 CH1, 2, 3 のフーリエスペクトルを示す。G1 桁の固有振動数は 6.8Hz, 36.1Hz, 50.8Hz, 78.6Hz

付近と推定される。ここでは紙面の関係上、G2桁、G3桁上を打撃した際のフーリエスペクトル図は省略するが、G1桁と同様にG2桁の固有振動数は6.8Hz、24.9Hz、36.6Hz、83.0Hz付近、G3桁の固有振動数は6.8Hz、36.1Hz、74.7Hz、85.0Hz付近と推定された。各桁において、6.8Hz、36Hz付近の固有振動数が見られた。また、モーダル解析の結果、橋梁全体の固有振動数は1次モードで6.7Hz、2次モードで13.6Hz、3次モードで32.6Hzとなった。物性値は想定値であり、誤差が発生するため、1次および3次モードに関してはこの計測から推定することが出来たと考えられる。この測定においては打撃点が支間中央であるため、2次モードを推定することは出来なかった。以上より、小型FWD試験によって橋梁の固有振動数を測定することは可能である。

3.3 パネル計測

図2はパネル③と⑦のCH6におけるフーリエスペクトルの比較を示す。この2つのパネルは橋軸直角方向に隣り合っており、図3に示すとおりCH6において非常に似た挙動を示している。パネル③CH6のピーク振動数は6.3Hz、25.4Hz、38.1Hz、45.9Hz、55.2Hz、69.8Hz、84.5Hz、パネル⑦CH6のピーク振動数は6.8Hz、21.5Hz、36.1Hz、45.4Hz、53.7Hz、70.3Hz、84.9Hzである。およそ9割のピーク振動数が近似しており、本結果からパネル③およびパネル⑦の固有振動数は6.8Hz、38.1Hz、53.7Hz、69.8Hz、84.5Hz付近と推定される。一方、図3はパネル②CH1とパネル⑦CH5のフーリエスペクトルの比較を示す。これらのパネルは支間中央に対して対象である。パネル②CH5のピーク振動数は6.8Hz、27.8Hz、39.1Hz、53.7Hz、67.8Hz、69.3Hz、83.5Hz、パネル⑦CH1のピーク振動数は6.8Hz、27.3Hz、39.5Hz、53.7Hz、84.5Hz、91.0Hz、93.3Hzである。6.8Hzや39.5Hz付近など同様のピーク振動数も見られる一方、異なる点も見られ、一致率は約7割であった。同様のピーク振動数は橋梁全体の固有振動数であり、異なるピーク振動数が表れた部分においては床版に損傷がある可能性が考えられる。損傷があると振動が減衰し、加速度が小さくなるため、異なるピーク振動数を示したと考えられる。

4. まとめ

今回の小型FWD試験による結果から以下の結論および今後の展望を得られた。

- (1) フーリエスペクトル振幅から主桁上および各パネルにおける固有振動数を推定した。1次および3次モードにおいては主桁上計測の実験値と解析値がほぼ一致し、橋梁全体の固有振動数を推定できた。
- (2) 構造的に同条件であるパネル同士の比較において、

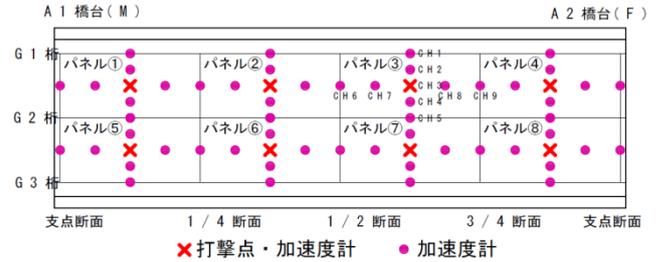


図1 打撃点および加速度計設置位置（パネル計測時）

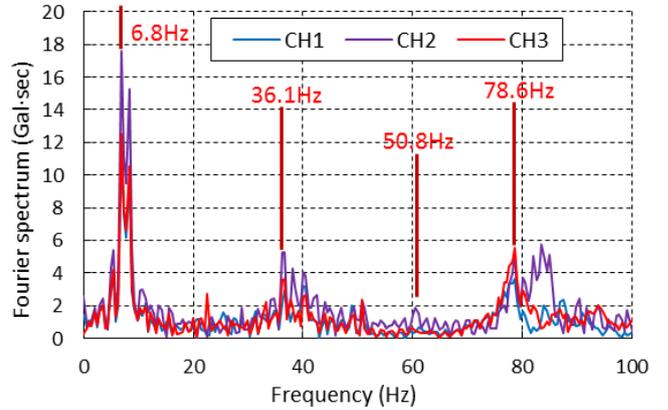


図2 G1桁 1/2点打撃時のG1桁フーリエスペクトル

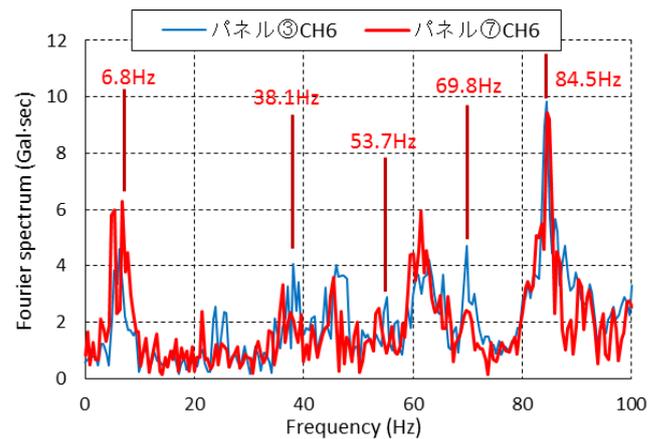


図3 パネル③、⑦CH6のフーリエスペクトル

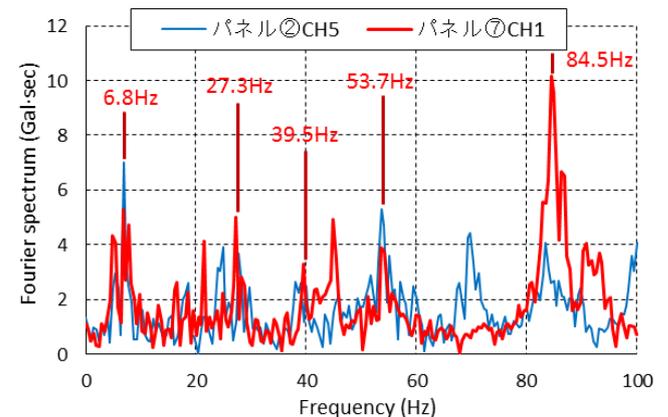


図4 パネル②CH1、⑦CH5のフーリエスペクトル

ほぼ同一のピーク振動数を示すスペクトルと、異なるピーク振動数を示すスペクトルとがあった。同一条件下であれば同様のピーク振動数を示すと考えられるため、異なるピーク振動数を示したパネルにおいては床版の劣化が発生している可能性が推測された。