

小型 FWD 試験機を用いた道路橋床版の変位・加速度計測結果

岩手大学大学院 学生員 千田 昌磨 株式会社土木技研 遊田 勝
 岩手大学大学院 学生員 大内 皓平 岩手大学工学部 正会員 大西 弘志

1. はじめに

近年、道路橋の維持管理において床版の健全度評価は重要であると認識されるようになった¹⁾。しかし、従来行われている目視点検や打音検査、車両載荷試験などの手法では多くの費用と労力を必要とするため経済的であるとは言えない。そこで本研究では道路橋床版を対象とした健全度評価を目的とした載荷試験方法として、すでに実施例のある FWD 試験に着目し²⁾、実橋梁においてより簡易的に使用できる小型 FWD 試験機を用いた衝撃振動試験を行った。この試験では床版各所の変位を計測するとともに、加速度計を用いて、衝撃発生時の応答加速度波形を計測した。本稿ではその変位及び加速度計測結果を示し、評価手法の検討を行った。

2. 小型 FWD 試験の概要

(1) 対象橋梁

本研究で調査対象とした橋梁は岩手県北上市の道路橋(写真-1)である。橋長 334m、南側 9 径間は連続 2 主鈑桁(昭和 8 年架設)、北側は 8 径間連続 4 主鈑桁(大正 11 年架設)となっている。この橋梁は平成 27 年に改修工事が完了しており、RC 床版は PC 床版に、単純桁は連結され連続桁に、鋼製支承はゴム支承に、さらに腐食を受けた桁は当て板によって改修されるなど大規模な改修工事が行われた。小型 FWD 試験は改修の前後の両方で行われており本稿では紙面の都合上、改修後の 4 主鈑桁の試験結果について取り上げる。

(2) FWD (Falling Weight Deflectometer) 試験

FWD 試験とは試験機に内蔵されている重錘を計測対象部位に落下させることにより衝撃力を与え、加力時の変位を計測するという形式の試験である。今回の試験では FWD 試験機による変位計測のほかに、サーボ型加速度計を用いた加速度波形データを計測した。

(3) 試験方法

小型 FWD 試験は図-1 に示すように床版を横桁と主桁もしくは縦桁で囲まれた範囲を一つの計測範囲(パネル)とし、10 箇所につて測定を行った。また打撃点はパネル中央部とし、変位計、加速度計の配置は図-2 に示すように変位計は橋軸直角方向に、加速度計は橋軸方向及び橋軸直角方向にパネル長さを等分するように配置した。加速度計の感度方向は鉛直方向である。重錘の重さは 25kg を 1m の高さから落下させ 45kN 程度の衝撃荷重で計測を行う。また、パネルについては重錘の重さを 25kg, 20kg, 15kg, 10kg, 5kg, 落下高さを 100cm, 50cm に設定し、それぞれを組み合わせた計測を行った。

3. 小型 FWD 試験の結果と考察

(1) 変位計測結果

図-3 に 4 主鈑桁部の第 11 径間における 3 パネル(パネル ,)の橋軸直角方向に置かれた外部センサによる変位測定結果をそれぞれ示す。また、図-4 に同



写真-1 試験橋梁



図-1 平面図およびパネル区分

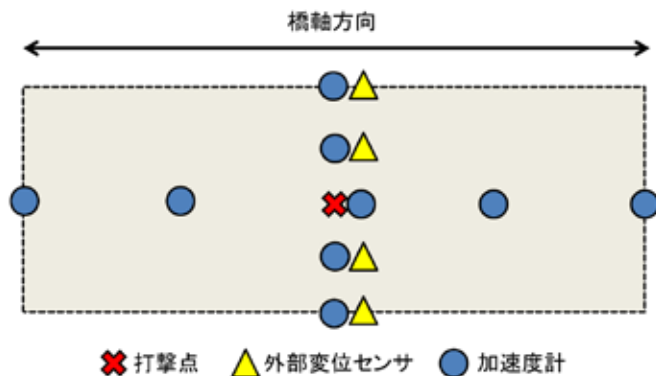


図-2 打撃点と変位センサ・加速度計の配置



写真-2 試験の様子

径間における 2 パネル(パネル ,)の橋軸方向に置かれた外部センサによる変位測定結果をそれぞれ示す。

キーワード：小型 FWD 道路橋床版 衝撃振動試験 構造ヘルスマニタリング

連絡先：岩手大学工学部 社会環境工学科 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL./FAX. 019-621-6437

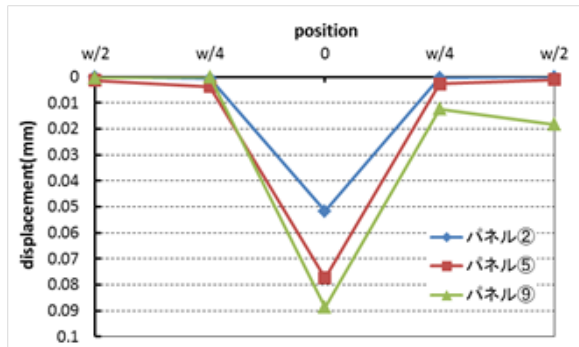


図 - 3 変位計測結果 (橋軸直角方向)

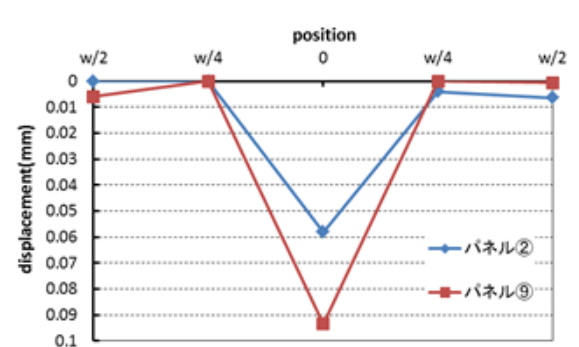


図 - 4 変位計測結果 (橋軸方向)

どちらの方向に外部センサを置いた場合も基本的に打撃点の変位が最も大きく、打撃点から離れるにつれて変位の大きさは小さくなっていく。しかし、一部その傾向を見せていない点もあるが、外部センサの計測誤差であると考えられる。打撃点とそれ以外の測点における変位の大きさの差が改修前より著しく大きくなっており、床版取替により床版が健全な状態になったためと考えられる。図 - 5 は 4 主鈑桁部の第 11 径間パネルにおける衝撃荷重と変位の関係を示す。このグラフより重錘の重さが重く、落下高さが高いほど変位が大きくなることがわかる。

(2) 加速度計測結果

図 - 6 に 4 主鈑桁部、第 11 径間、パネル における打撃点の鉛直方向の加速度波形の計測結果を示す。図 - 6 の矢印に示すように 3 回ほど波形のピークを捉えているのは重錘が一打目のあとに数回バウンドするためである。また、図 - 7 は図 - 6 における 1.00sec.~1.41sec. 間の加速度の高速フーリエ変換を行ったスペクトル図であり、計測の際に配置した加速度計 9 個全てをまとめて示す。分析にあたっては、サンプリング周波数 5kHz、データ数 2048 個でスペクトルを算出した。24Hz、31Hz 付近で全ての加速度計でスペクトルのピークを捉えていることが確認出来る。これはパネル固有のスペクトルであり、このスペクトルを分析することにより床版の健全度を評価出来るのではないかと考えている。またスペクトルの大小を比較すると、打撃点上の CH3 で大きな値を示しているのに対し、打撃点から離れた CH6、CH9 は値が小さく距離による加速度の減衰が確認出来る。一方、図 - 8 に衝撃荷重と最大加速度の関係を示す。重錘重さ、及び落下高さを変えることにより衝撃荷重を変動させた計測を行った。これにより計測される最大加速度は衝撃荷重の大きさに比例することがわかった。

4. まとめ

今回の FWD 試験により大規模改修後の初期値とな

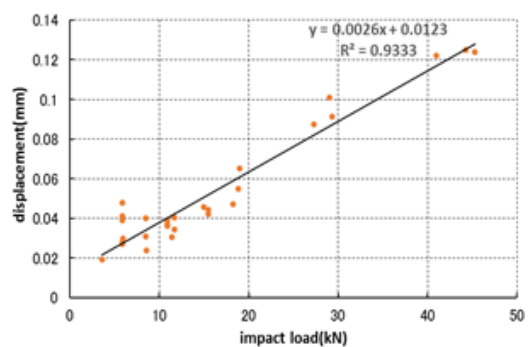


図 - 5 パネル における衝撃荷重と変位の関係

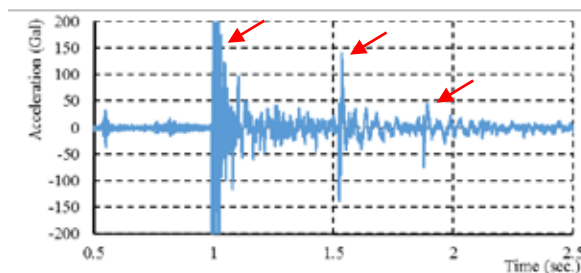


図 - 6 パネル 加速度波形

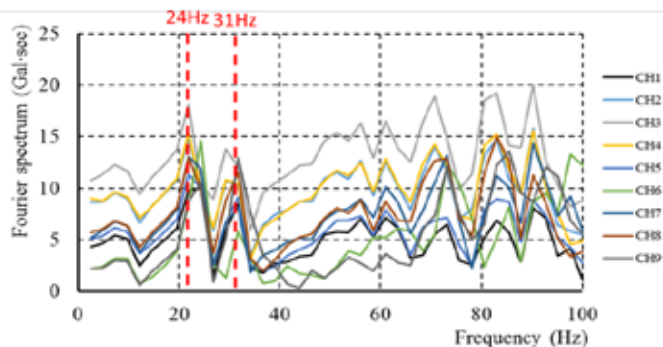


図 - 7 パネル におけるフーリエスペクトル

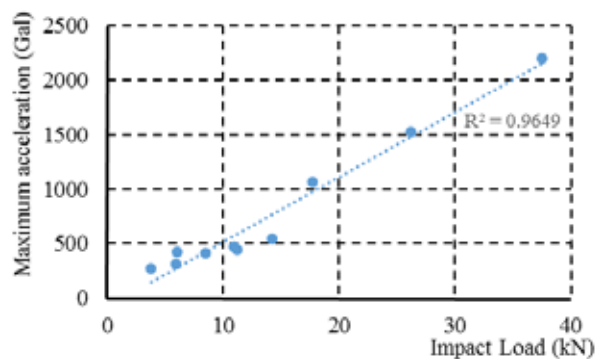


図 - 8 最大加速度の変化

る変位、及び加速度を計測し、各データの特徴を知ることが出来た。加速度においては各パネルの固有スペクトル、また衝撃荷重と最大加速度の比例関係が分かった。今後は床版のパネルごとの固有値解析及び、改修前後でのデータ比較を行い、健全度評価手法の確立を目指したい。

参考文献

- 1) 松井繁之 (2007) 『道路橋床版 設計・施工と維持管理』森北出版
- 2) 山口恭平, 早坂洋平, 曾田信雄, 大西弘志: FWD を用いた既設 RC 床版の健全度評価手法にかんする一提案, 構造工学論文集 Vol.61A, 2015.3