小型 FWD 試験を用いた床版架け替え前後の小規模橋梁全体振動特性の比較検討

岩手大学大学院　学生会員　○石川　遼祐　　岩手大学理工学部　正会員　大西　弘志
(株)昭和土木設計　正会員　岩崎　正二　　岩手大学大学院　正会員　千葉　陽子
岩手大学大学院　学生会員　八重樫　大樹　　岩手大学理工学部　非会員　木村　如水

1.　まえがき

既設橋梁の維持管理において，簡易かつ定量的な健全度評価手法が必要である．健全度を評価するための手法として，近年衝撃振動試験に関する研究が進められている．本研究では，小型 FWD 試験による衝撃振動試験を小規模橋梁の床版架け替え前後で行い，床板架け替えが橋梁全体振動特性に与える影響について検討した．

2.　対象橋梁の概要

本研究で対象とした橋梁は山形県上山市に位置する赤山橋である．赤山橋は，橋長 16.0m，幅員 8.2m，桁高 700mm，3 主桁と RC 床版(床版厚 160mm)を有する鋼合成単純 H 型桁橋である．また，床版架け替え前はコンクリート舗装厚 50mm，アスファルト舗装厚 30mm であり，架け替え後はアスファルト舗装厚 50mm である．また，本橋梁は斜角 83°を有する斜橋であり，床版架け替え後の断面図を図-1 に示す．なお，本論文では床版架け替え前を改修前，架け替え後を改修後として記す．

3.　小型 FWD 試験概要

本研究では，対象橋梁の RC 床版に対して小型 FWD 試験機を用いて 25kg の重錘を 1m の高さから落下させる重錘落下試験を行った．また，3 主桁のそれぞれ支間 1/4，1/2，3/4 点に加速度計を配置し，鉛直方向加速度を計測した．写真-1 に小型 FWD 試験の実施状況を示す．なお，架け替え後の試験では数本の延長ケーブルに不具合が見られたため，改修後は 1 つの打撃点に対して加速度計を 1/4 点と 1/2 点，1/2 点と 3/4 点の 2 パターンに配置して計測を行った．図-2 に，加速度計の配置図例を示す．

また，得られた応答加速度からサンプリング間隔 0.0001 秒，データ数 32768 個をサンプリングし，FFT 方式によりフーリエ変換を行い，振幅スペクトルと位相差スペクトルをそれぞれ求めた．

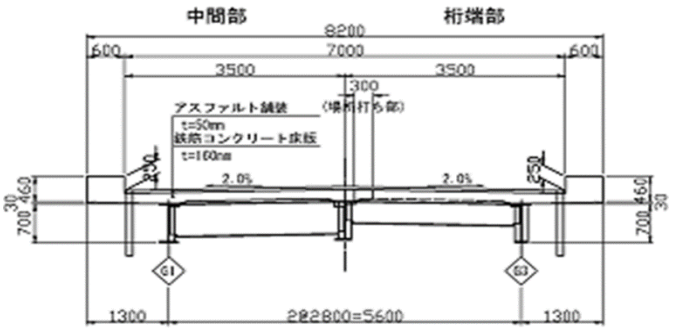


図-1 対象橋梁断面図

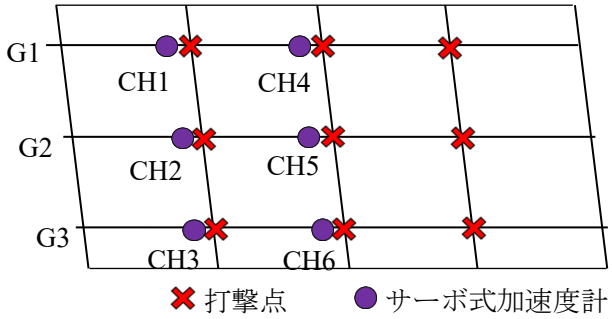


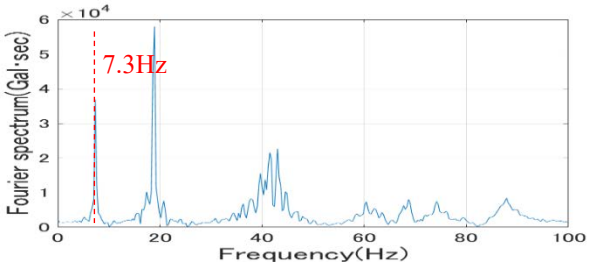
図-2 打撃点，加速度計配置図例

写真-1　小型 FWD 試験実施状況例

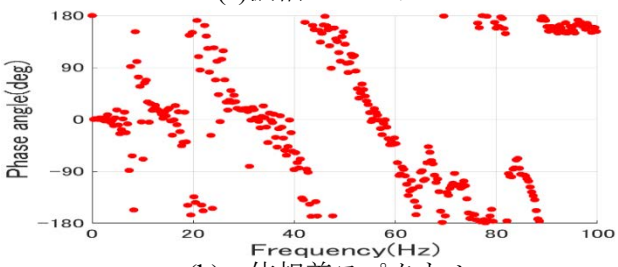
4.　試験結果の比較検討と考察

図-3, 図-4 にそれぞれ改修前と改修後の G2 桁支間 1/2 点を打撃した際の打撃点における振幅スペクトルと位相差スペクトルを示す．振幅スペクトルでは複数のピークが見られたため，位相差スペクトルが 270°(-90°)付近を示す周波数を卓越周波数として抽出した．その結果，改修前は 7.3Hz，改修後は 7.6Hz

キーワード　衝撃振動試験，健全度評価，小型 FWD
連絡先　　g0119004@iwate-u.ac.jp

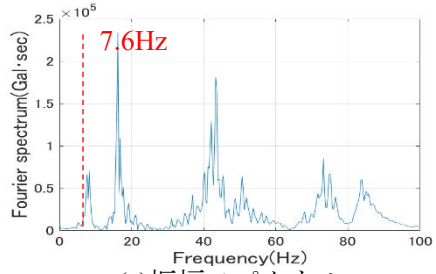


(a)振幅スペクトル

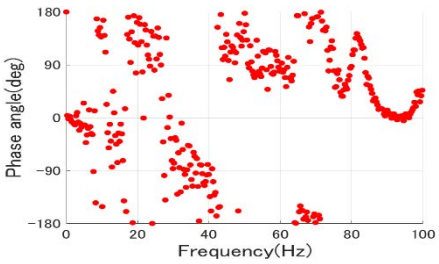


(b)　位相差スペクトル

図-3　改修前 G2 支間 1/2 点打撃



(a)振幅スペクトル



(b)位相差スペクトル

図-4　改修後 G2 支間 1/2 打撃

を最低次の卓越周波数として抽出した.

また，得られた振幅スペクトルと位相差スペクトルから実測値による橋梁全体系の振動モードの推定を試みた. 振動モード図の描画については, 加振位置における位相差スペクトルの位相角 270°付近を示し，かつ振幅が卓越している振動数を読み取った後，他の観測点での同様の振動数での振幅 a_n，位相差 b_n を読み取り，式(1)により求めた値を，加振位置を 1.00 としたときの各測点の比率として描いた.

$a_1\sin(b_1) : a_2\sin(b_2) : \ldots : a_n\sin(b_n)$(n：CH 番号)　(1)

図-5，図-6 にそれぞれ改修前と改修後の同一地点(G2 桁支間 1/2 点)打撃時の振動モード図を示す．丸印は打撃点を示す．これらの結果から，改修前は 7.3Hz，改修後は 7.6Hz が曲げ 1 次振動数であることが分かった. また, ねじれ振動モードの一例として，図-7 に改修後 G3 支間 1/2 点打撃時の振動モードを示す．この結果から，8.9Hz が改修後のねじれ 1 次振動数と考えられる．その結果，曲げ 1 次モードにおいては振動数で 0.3Hz(約 4%)の向上がみられたため，床版架け替えにより橋梁全体の剛性は上がったものと考えられる. また, ねじれ 1 次モードでは 0.4Hz(約 5%)程度の向上がみられた.

5.　あとがき

本研究では小規模橋梁の床版架け替え前後で，RC 床版に対して小型 FWD 試験機を用いて重錘落下試験を行い，応答加速度を得た．その結果，各観測点のスペクトル図から低次の振動モードの特定を行うことが可能であることが分かった. また, 改修前後の結果から橋梁全体の曲げ剛性が少し上がったと評価できる．今後は 3 次元 FEM 解析を用いて床板架け替えによる橋梁全体振動特性に及ぼす影響を検討する必要があると考えられる.

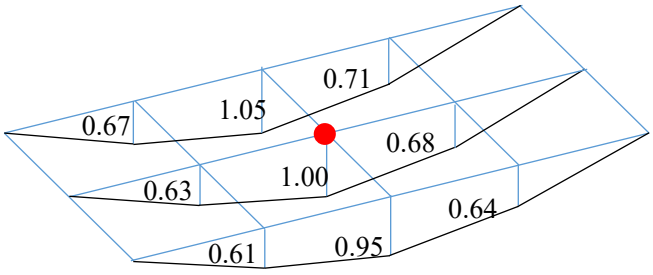


図-5　改修前 G2 支間 1/2 点打撃時の振動モード図 (7.3Hz)

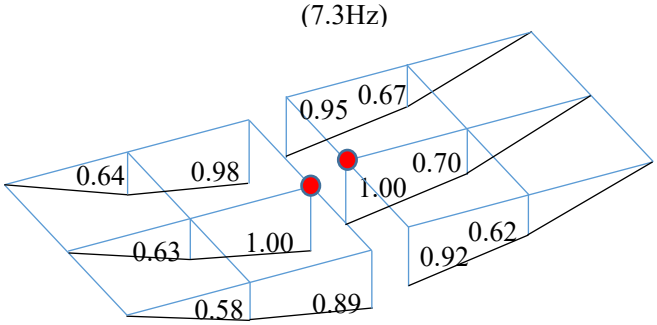


図-6　改修後 G2 支間 1/2 点打撃時の振動モード図 (7.6Hz)

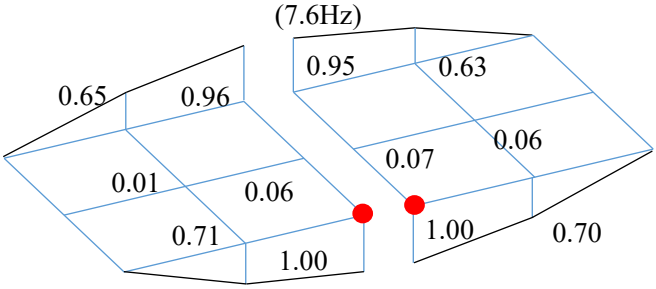


図-7　改修後 G3 支間 1/2 点打撃時の振動モード図 (8.9Hz)