

FRP トラス歩道橋に対する供用5年経過後の観察

豊橋技術科学大学
豊橋技術科学大学
ヒロセ (株)

正会員 ○松本 幸大
吉岩 明彦, 織笠 千春
正会員 熊田 哲規

1. はじめに

近年、軽量・高強度・高耐腐食性といった特徴を持つ Fiber Reinforced Plastics(FRP)材が注目され、構造物への適用に関する検討が進められている。現在国内では FRP 材を歩道橋として利用した例は 10 件程度しかなく、その振動特性の経年調査について報告した例は少ない。本報は、国内で供用されている FRP 橋の一つである京都府舞鶴市の FRP トラス歩道橋を対象に、供用5年が経過した時点での振動実験を行い、その振動特性結果について報告する。また供用開始時の実験結果との比較検討を行う。

2. FRP トラス歩道橋の概要

図1に本研究で対象とする FRP トラス歩道橋の概要を示す。本歩道橋は、支間長約 18m、歩道幅員約 2.0m のポニートラス形式の歩道橋である。表1に使用部材の断面性能、材料定数を示す。上弦材および下弦材は、203x56x10x10の溝型材、ブレース材は 51x51x6x6 の箱形断面を使用しており、そのうち圧縮材には断面内に四角棒が埋め込まれている。断面形状は、FRP 床板デッキを下弦材および縦通材にボルトで締結している。供用5年経過した橋の全景および接合部の写真を図2,3に示す。FRP 材の損傷や表面劣化は確認されなかったが、一部のステンレス・亜鉛メッキボルトで軽微な発錆が確認された。

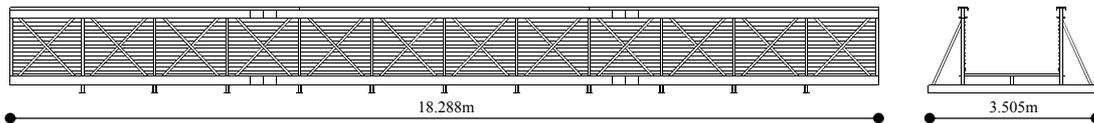


図1 FRP トラス歩道橋の概要



図2 FRP 橋の全景



図3 接合部の状況

表1 部材断面一覧

部位	断面	引張弾性率 [GPa]	引張強度 [MPa]
上弦材	2[-203x56x10x10]	26.1	213
下弦材			
束材	□-51x51x6x6	30.3	
斜材 (引張)			
斜材 (圧縮)	■-38.1x38.1	41.0	

3. 実験概要

振動特性評価は、加振実験とその加速度計測による評価とした。加振方法は、実験員（重量約 750N）がジャンプする、ランダムに走る、2Hz の歩調で歩く、土嚢袋を落とす等の人力による振動を歩道橋に与えた。計測時間を 30 秒間、計測間隔を 500Hz として、十分に揺れが収まった状態で同一加振ケースにつき 3 回の加振を行った。加振ケースを表2に示すような 0~8 の 9 ケースで実施した。人力による加振の例を図4に示す。加速度計は、橋端の下弦材の上面に両面テープで貼り付け設置した。鉛直方向に最大加速度 2G、水平方向に最大加速度 1G を計測可能な加速度計を用意し、図5に示す位置に各々4点に設置した。



加振ケース 0



加振ケース 4

図4 加振の様子

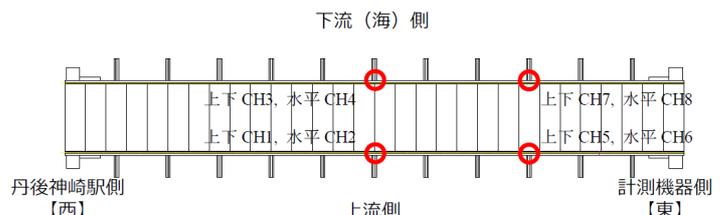


図5 加速度計の設置位置

キーワード FRP 歩道橋 振動実験 固有振動数

連絡先 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 (Tel)0532-44-6845

表2 検出された卓越振動数 (○はフーリエスペクトル値 0.1m/s²s 以上, △は 0.1 以下)

加振ケース	加振種別	加振位置	加振方向	加振方法	卓越振動数 鉛直方向 Hz				卓越振動数 水平方向 Hz			
					4.8-5.0	7.5-8.1	9.5-9.7	17.5-17.7	4.8-5.0	7.5-8.1	9.5-9.7	17.5-17.7
0	衝撃	中央	鉛直	砂袋落下	-	○	-	-	-	-	-	-
1	衝撃	中央	鉛直	1名ジャンプ	-	○	-	-	-	-	-	-
2	衝撃	端上流	鉛直	1名ジャンプ	○	○	○	○	○	-	○	○
3	衝撃	端下流	鉛直	1名ジャンプ	○	○	○	○	○	-	○	○
4	移動	ランダム	-	1名走行	○	○	-	○	○	-	-	-
5	移動	中央	鉛直	1名歩行	△	○	-	-	△	-	-	-
6	移動	端下流	鉛直	1名歩行	△	○	-	-	△	-	-	-
7	移動	中央	鉛直	2名歩行	-	○	○	-	△	-	-	-
8	衝撃		水平	4名手押し	○	-	-	-	○	-	-	-

4. 計測結果

実験は、2014年5月に行った。図6に計測結果の一例を示す。図7は、測定された加速度をフーリエ変換し、平滑化帯幅 0.1Hz の平滑化処理を施したフーリエスペクトルと振動数の関係である。これより、加振ケース2の場合では、鉛直方向4箇所、加振ケース8の場合では、水平方向1箇所の卓越振動数が確認された。各加振ケースで確認された卓越振動数の一覧を表2に併せて示している。これらの結果より、卓越振動数は鉛直方向で7.6Hz、水平方向で4.8Hzとなり、供用直後の値である7.6Hzから変化は見られない。また、振動モードが比較的限定される、衝撃加振（加振ケース0, 1, 2, 3, 8）より評価した減衰定数の値を図8に示す。加振ケース0を除く鉛直振動では減衰定数と最大加速度が概ね比例関係にあり、2%程度の減衰を有していると考えられる。水平方向においては、2~5%の範囲に大きくバラつき、相関性は見られなかった。

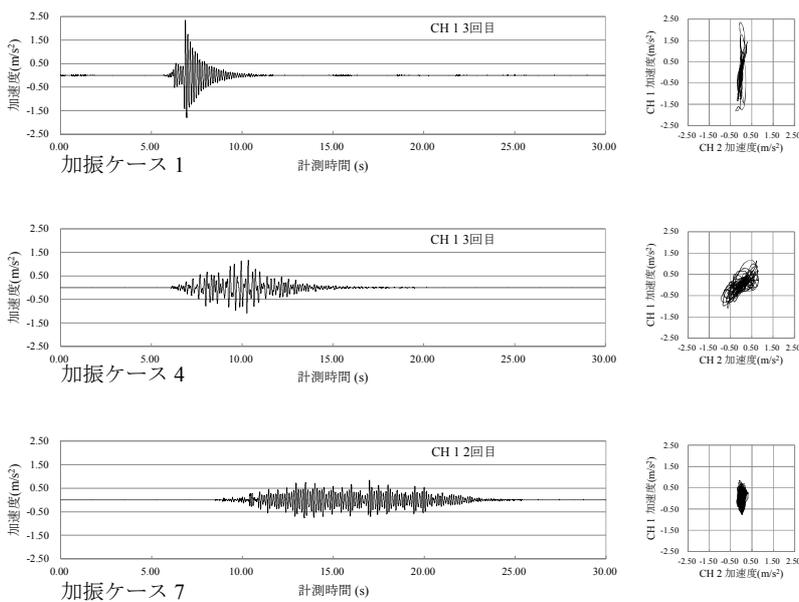


図6 計測結果の一例 (左は時刻歴加速度, 右は相関図)

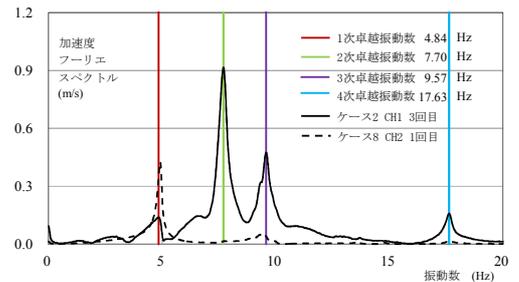


図7 フーリエスペクトルと卓越振動数

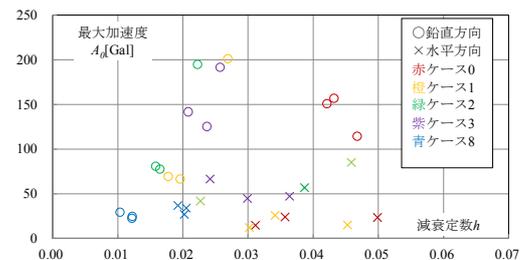


図8 最大加速度応答と減衰定数

5. まとめ

本実験を通して 20Hz 以下で 4 つの振動モードが観測された。計測より求めた FRP 歩道橋の固有振動数は鉛直方向 7.6Hz 以上、水平方向 4.8Hz 以上であることが分かり、供用 5 年経過後においても設計目標値である鉛直方向 5Hz 以上、水平方向 3Hz 以上の基準を満たしているとともに、供用直後に評価した鉛直方向固有振動数と変化がないことが分かった。減衰定数は応答値との関係性も見られるが、鉛直方向で 1~5%、水平方向で 2~5% の値をとる。

参考文献

- 野原正行, 熊田哲規, 宮本成明, 川上盛樹: FRP トラス歩道橋の設計・施工例, 第 3 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム論文集 pp187-194, 土木学会 2009
- 松本幸大, 山田聖志, 齋藤翔, Ngyuen Duc LONG, 熊田哲規: FRP トラス歩道橋の力学特性, 土木学会第 65 回年次学術講演梗概集, pp.989-990, 2010.9