

I - 43

動的載荷試験に基づくタイドアーチ式木車道橋の動的特性評価

株式会社 日本製綱所

岩手県遠野地方振興局林務部

岩手大学工学部

正 員 小枝 日出夫 ○奥野 寛人

菊池 伸裕

正 員 出戸 秀明 学生員 荒田 智博

1. まえがき

平成 16 年 1 月、岩手県遠野市のふるさと林道小出一中滝線に架かる小出橋（写真-1）は完成した。橋長 29.4m、幅員 5.0m のアーチ部と床版に県産カラマツ集成材を使用し、その他の吊材、桁部に鋼を用いる複合タイドアーチ式木車道橋である。この近代木橋において完成直後に、「トラック走行試験」、「砂袋落下試験」の動的載荷試験を実施した。完成直後の動的特性を把握し初期データを収集することは本橋を維持管理する上で重要である。今後定期的に振動試験を実施し初期データと比べて本橋の動的特性の変化を検討していくことは、損傷の発生や剛性低下等を予知したり、補修、補強の必要性を判断する材料となる。

2. 試験方法と結果

図-1 に示すように本橋の地覆部に 1 軸加速度計を設置して動的載荷試験を実施する。サーボ型加速度計は D1、D2 点に固定し、ひずみゲージ型加速度計を G1 桁の A3～A10 点に一列に並べて測定を行う。B3～B10 の表示は A3～A10 の加速度計を G2 桁に盛り換えて使用する場合である。各試験の 1 ケースにつき 2 回ずつ計測を行った。トラック走行試験では、約 196kN のトラックを時速 10km、20km で橋上幅員中央を走行させ、その加速度応答を測定する。測定条件は、サンプリング周波数を 100Hz とし、測定時間をトラックの前輪が橋に載った時点から 33 秒間とした。砂袋落下試験では、写真-2 に示すように約 0.3kN の砂袋を高さ 180cm のやぐらから図-1 に示す支間中央の 3 箇所（G1 桁側、中央、G2 桁側）に落下させ、その加速度応答を測定した。測定条件は、サンプリング周波数を 100Hz、測定時間は砂袋衝突時から 27 秒間とした。各試験から得られた加速度応答のフーリエスペクトルの一例を図-2～5 に示す。これらのスペクトル図は、各試験の自由振動に移ったと思われる時点からデータを 2048 個サンプリングして算出している。砂袋落下試験では砂袋衝突時から 1 秒後のデータを、トラック走行試験ではダンブトラックが橋上から退出した後のデータを使用した。図-2 より砂袋落下試験の幅員中央落下では 6.836Hz、12.109Hz に卓越振動数がみられる。図-3 に示す G2 桁側落下の場合は、6.836Hz、11.133Hz、12.012Hz に卓越振動数がみられ中央落下の場合と比べてピークが 1 個増えている。一方、トラック走行試験では図-4、5 に示すように走行速度に関係なく 5.859Hz、6.836Hz に卓越振動数がみられた。本橋における固有振動数を決定するために、これらの卓越振動数における各測定点での振幅の大きさ（パワースペクトル値の平方根）および位相スペクトル値を用いて振動モードの同定を行った。²⁾ 図-6 および図-7 に、同定した鉛直曲げ 1 次および 2 次の振動モードをそれぞれ示す。

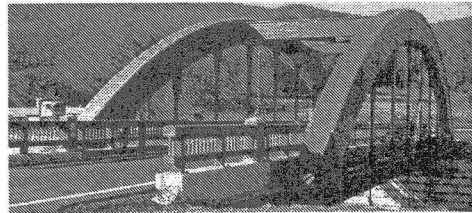


写真-1 小出橋

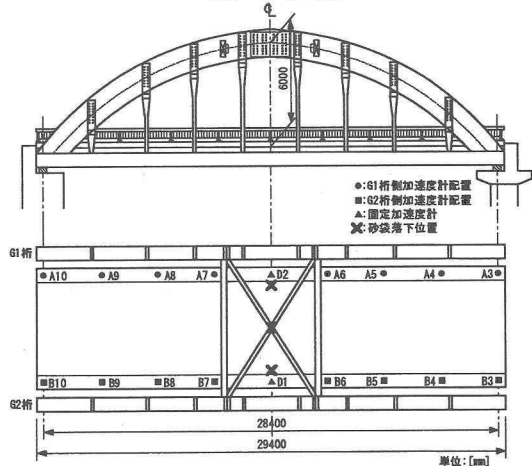


図-1 加速度計配置位置と砂袋落下位置

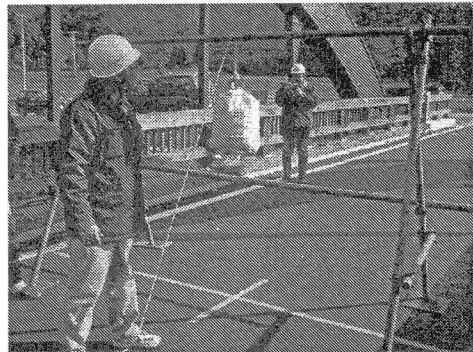


写真-2 砂袋落下試験

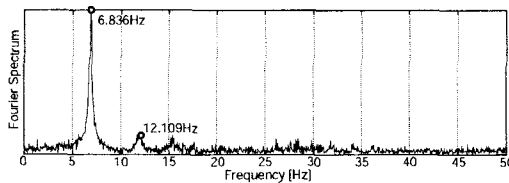


図-2 砂袋落下試験（中央落下）のフーリエスペクトル

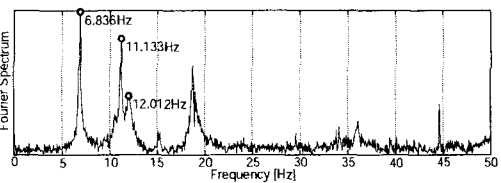
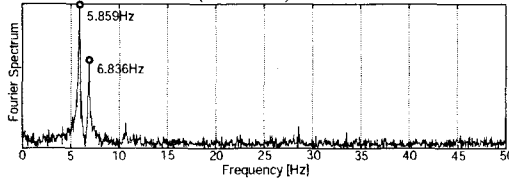


図-3 砂袋落下試験（桁側落下）のフーリエスペクトル

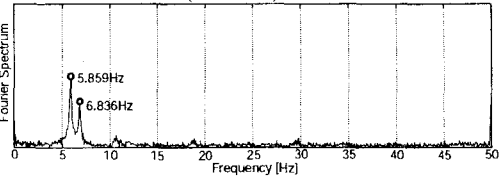


図-4 トラック走行試験（10km/h）のフーリエスペクトル 図-5 トラック走行試験（20km/h）のフーリエスペクトル

表-1 動的載荷試験とFEM解析による固有振動数

振動 次数	振動モード	固有振動数 [Hz]				
		解析値	砂袋落下試験		トラック走行試験	
			中央落下	桁側落下	時速10km	時速20km
1	Arch-Horizontal 1st	2.551	—	—	—	—
2	Vertical 1st	5.539	—	—	5.859	5.859
3	Arch-Horizontal 2nd + Torsional 1st	6.714	—	—	—	—
4	Vertical 2nd	6.872	6.836	6.836	6.836	6.836
5	Vertical 3rd	8.263	—	—	—	—
6	Torsional 2nd	10.569	—	—	—	—
7	Arch-Horizontal 3rd + Vertical 4th	11.063	—	—	—	—
8	Torsional 3rd	11.337	—	(11.133)	—	—
9	Arch-Horizontal 4th	11.952	—	—	—	—
10	Arch-Horizontal 5th + Vertical 5th	12.521	12.109	12.012	—	—

※()はモード分布が得られていない卓越振動数。

3. FEM 解析結果との比較検討

図-6,7は実験から求められた振動モードとFEM解析から求めた振動モードを比較した図である。両図よりアーチ橋の鉛直曲げの1次モードは非対称となり、2次モードが対称となることが分かる。砂袋落下試験では支間中央に砂袋を落下したため支間中央が節となる鉛直曲げ1次モードの固有振動数は測定されなかった。それに対してトラック走行試験では移動荷重となるため鉛直曲げ1,2次モードの固有振動数が両方測定された。また砂袋落下試験（桁側落下）での11.133Hzの卓越振動数は中央落下には見られない卓越振動数のため解析結果によりねじり3次モードの固有振動数と推定した。以上、振動モードの実測値と解析値から推定した本橋の固有振動数を表-1にまとめる。

解析による固有振動数と試験結果とがほぼ同等の値を示していることが分かった。動的な面からみると完成直後の本橋は設計段階での剛性を有していることが確認できた。

参考文献

- 1) 寺田寿, 別所俊彦, 菊池伸裕, 岩崎 正二, 佐藤 純: 静的載荷試験に基づくタイドアーチ式木車道橋の静的剛性評価, 土木学会東北支部技術研究発表会講演要旨, 2004.
- 2) 橋梁振動研究会編: 橋梁振動の計測と解析, 技報堂出版株式会社, pp.38-39, 1993.

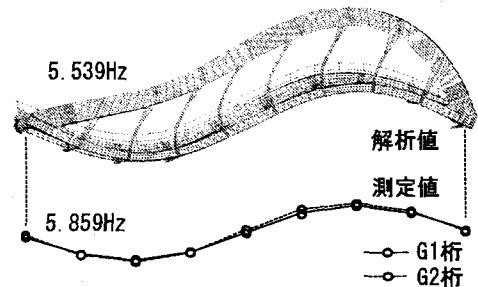


図-6 鉛直曲げ1次振動モードの解析値と測定値

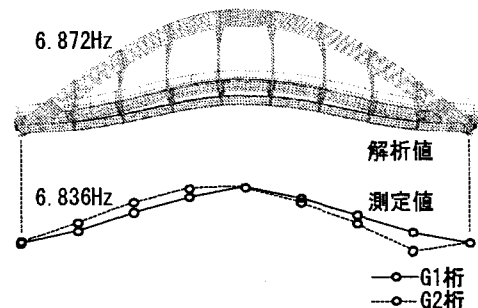


図-7 鉛直曲げ2次振動モードの解析値と測定値