

串木野木造橋（除福橋及び仙人橋）の振動特性

宮崎大学大学院 学生員 ○鷹羽 誠
宮崎大学工学部 正会員 瀬崎 満弘
山佐木材(株) 村田 忠

1.はじめに

近年、活力ある地域づくりの一貫として、個性ある道路整備が求められており、とりわけ山間地域では、自然との調和や個性ある道づくりのため、橋などの道路施設にも木材を利用する事が考えられている。

従来、木橋は、日本の高温多湿な気象条件等の中では、鋼橋やコンクリート橋に比べ耐久性が劣るため、維持管理面からも、道路橋への採用が控えられてきたが、最近の集成材技術の向上や防腐処理技術の改善等、木造構造物の技術革新が進むとともに、道路橋への採用のニーズが高まってきている。これらを背景として、実際に大断面集成材を用いて橋梁を施工している例も次第に増え始めている。

しかし、日本においての近代木橋の歴史はまだ浅いこともあり、木橋の安全性や快適性を確認する上で重要な振動特性に関する研究例は少ないのが現状となっている。今回、振動実験を行った除福橋と仙人橋（写真-1）は歩道橋として現在使用されており、同型、同寸法（桁長 31.6m、幅員 5.0m）のローゼアーチ橋で、2つの施工業者がそれぞれ個別に木橋を架設している。そこで本実験において、除福橋と仙人橋の振動特性を把握すると同時に、両橋の振動特性を比較し、施工業者が異なる場合の振動特性の相違を考察することとした。



写真-1 除福橋（右）と仙人橋（左）

2.実験概要

加速度計は各種の振動モードを想定し、図-1のように両高欄側桁長 1/6 ごとに合計 10 個設置した。

加振はそれぞれの加振位置において、リズムに合わせて人が屈伸（2名）する方法と、人が一斉にジャンプ（3名）する方法の2つを行った。加振位置 2、4、6 は共に幅員中央でそれぞれ桁長の 1/4、1/2、1/8、加振位置 1、3、5 は共に幅員高欄側でそれぞれ桁長の 1/4、1/2、1/8 である。加振位置 2 は鉛直曲げ 1 次の振動モードを想定し、加振位置 4、6、1、3 はそれぞれ鉛直曲げ 2 次、鉛直曲げ 3 次、ねじれ 1 次、ねじれ 2 次の振動モードを想定している。振動試験の種類を表-1 に示す。

振動の測定時間は 0.01sec 刻みに 5sec 間測定した。

3.実験結果

Case-7（桁長 1/2、幅員中央、屈伸）における加速度計位置 5（以下、No.5）の波形グラフを図-2 に示し、またその波形データを FFT 処理して得られたパワースペクトルグラフを図-3 に示す。

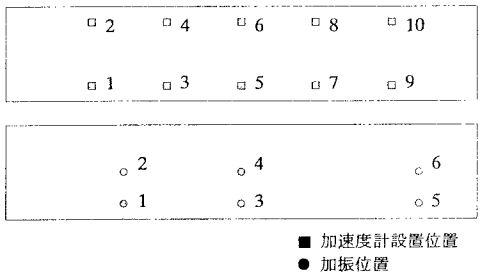


図-1 加速度計設置位置と加振位置

試験	加振位置	加振方法
Case- 1	1	屈伸
Case- 2	1	ジャンプ
Case- 3	2	屈伸
Case- 4	2	ジャンプ
Case- 5	3	屈伸
Case- 6	3	ジャンプ
Case- 7	4	屈伸
Case- 8	4	ジャンプ
Case- 9	5	屈伸
Case-10	5	ジャンプ
Case-11	6	屈伸
Case-12	6	ジャンプ

表-1 振動試験の種類

図-3 より 5.47Hz 付近が卓越していることがわかる。Case-7 の試験は鉛直曲げ 2 次の振動モードを想定して行ったのであるが、この 5.47Hz が鉛直曲げ 2 次の固有振動数であるという確信を得るために、振動モードを同定する手段としてコヒーレンスと位相角を導入した¹⁾。コヒーレンスは 2 波形間の類似性、因果性を振動数領域で求めたもので、2 波形間に完全な相関があると 1 となり、全く相関がないと 0 となる。コヒーレンスが 1 に近い振動数の位相角を調べることで、2 波形間の位相差を知ることができる。

図-4、図-5 にそれぞれ加速度計位置 4 (No.4) と 8 (No.8)、加速度計位置 5 (No.5) と 6 (No.6) のコヒーレンスと位相角のグラフを示す。両グラフともに、5.47Hz 付近のコヒーレンスは 1 に近く、このときの位相角は同位相を示している。これより 5.47Hz は鉛直曲げ 2 次の固有振動数であることがわかる。同様にして、その他の試験においても 2 波形間のコヒーレンスと位相角を用い、振動モードの同定を行い、各振動モードの固有振動数を算出した²⁾。得られた各振動モードを図-6 に示す。

除福橋と仙人橋の各振動モードの固有振動数と減衰定数を表-2 に示す。1 つの試験で得られるパワースペクトルグラフは 10 個となるが、ピーク値に多少のばらつきがあったため、固有振動数はそれらの平均とした。減衰定数はジャンプ試験より得られたデータを用い、Half-Power-Method を適用した。

4.まとめ

橋梁はその安全性や快適性において、低次の固有振動数が問題となるが、除福橋、仙人橋共に鉛直曲げ 1 次の固有振動数は 4Hz 程度となっており、両橋とも歩道橋であることを考慮すると、人が歩く程度（一般に歩調は平均 2.0Hz）では大きく共振しないということがわかった。また、減衰定数は鋼橋やコンクリート橋での一般的な値より大きいことから両橋とも減衰性能は高いといえる。

除福橋、仙人橋の各振動モードの固有振動数を比較すると多少の違いはあるものの、際立った差は見られなかったことから、施工業者が異なる場合の振動特性の相違はないという結論に達した。

参考文献

- 1) 日野幹雄；スペクトル解析、朝倉書店、1977
- 2) 岡林、沖野、原、川村；衝撃加振試験法による道路橋の振動計測、橋梁と基礎、1988.11、pp.39

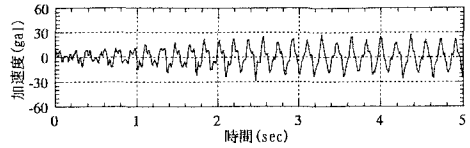


図-2 波形グラフ No.5

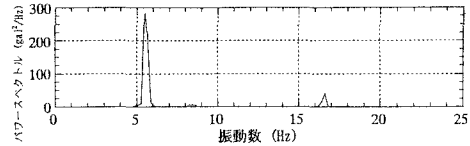


図-3 パワースペクトルグラフ No.5

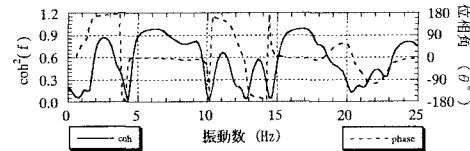


図-4 No.4 と No.8 のコヒーレンスと位相角

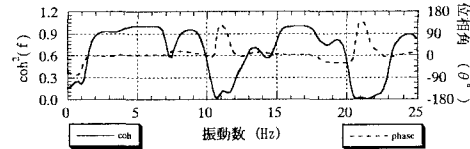


図-5 No.5 と No.6 のコヒーレンスと位相角

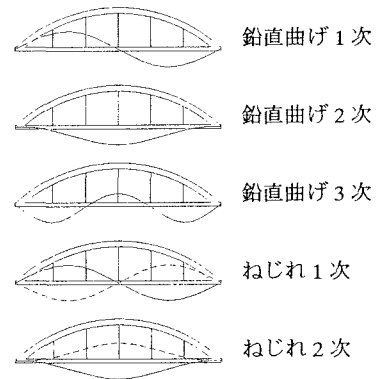


図-6 振動モード

振動モード	屈伸加振		ジャンプ		減衰定数	
	除福橋	仙人橋	除福橋	仙人橋	除福橋	仙人橋
鉛直曲げ1次	4.49	4.10	4.10	4.10	0.0440	0.0459
鉛直曲げ2次	5.47	5.41	5.66	5.43	0.0277	0.0255
鉛直曲げ3次	8.59	8.20	8.59	8.40	0.0211	0.0175
ねじれ1次	5.08	5.08	—	—	—	—
ねじれ2次	7.62	7.42	7.52	7.42	0.0248	0.0213

表-2 各振動モードの固有振動数と減衰定数