

I-379 下部工補強に伴う橋梁振動特性の解析

建設省 正 高 宮 進
名古屋大学 正 加 藤 雅 史
中部復建機 正 田 中 信 治

1. まえがき

近年、橋梁の診断が重要な課題となっており、維持管理を合理的に行うためには老朽化や地震等による損傷の程度を評価・判定するとともに、補修・補強による効果の確認をする技術の確立が必要である。こうした橋梁の診断調査の方法の1つとして、振動測定による方法が考えられ、研究が進められている。

本文は、架橋後60余年を経たトラス橋に対する下部工補強を対象とし、これに付随して実施した振動調査から得られた振動特性の変化¹⁾を固有値解析により検討したものである。

2. 対象橋梁概要

対象とした橋梁は図-1に示す曲弦ワーレントラス3連よりなる鉄道・道路併用橋である。本橋橋脚は見た目にも弱小で、橋脚天端では人体に感じられる程度の長周期振動が認められていた。そこで各種調査に基づき、橋台及び橋脚の大規模な補強工事が行われた。工事は2期に分けて行われ、まず橋台2基とP1橋脚、さらにP2橋脚の順に補強された。橋脚については2本の円柱の上部を簡単なトラス部材でつないだ構造から、この橋脚全体を包み込むように補強を行い、P1、P2橋脚とも小判型の構造に変更した。

3. 上部工トラスの数値解析

ここではまず下部工補強に関与しない上部工トラス独自の振動性状について検討を加える。

対象橋梁は、同一構造の三径間よりなるトラス橋である。そこで、数値解析対象をそのうちの一径間として、3次元固有値解析により、固有振動数、振動モードを検討する。解析に用いた構造モデルを図-2に示す。このモデルは、鋼部材を梁、床版部分を平板として扱ったものである。また、節点はすべて剛結とした。

表-1に実測と解析の比較結果を示す。実測値は対象橋梁の振動調査結果の平均値である。表-1においてNo. 1, 3, 5で示す橋軸直角方向振動、ねじれ振動については、モデル化の問題として、床版を等方的な平板として扱ったこと、梁と平板との間の結合条件の問題等から、まだ検討の余地があると思われる。しかしこの解析により、各振動について実測に近い固有振動数、振

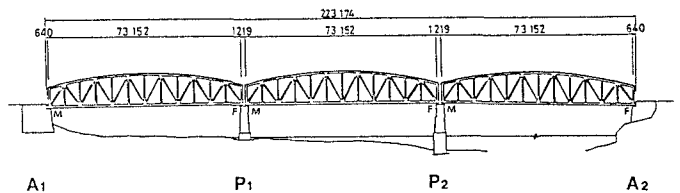


図-1 対象橋梁一般図

表-1 実測及び解析の比較
(上部工トラス)

No	モード形	実測値(Hz)	解析値(Hz)
1	面外1次	2.43	1.98
2	鉛直1次	2.64	2.87
3	ねじれ1次	4.11	5.49
4	鉛直2次	4.64	4.80
5	ねじれ2次	6.55	8.23
6	橋軸	—	6.95

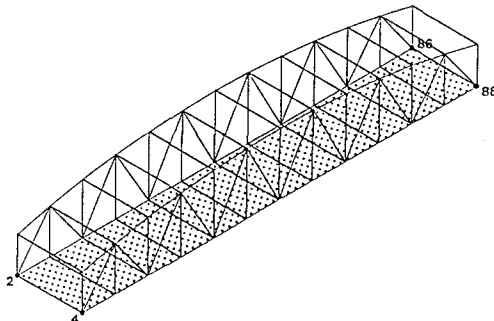


図-2 構造モデル

動モードが得られた。

4. 全橋構造の数値解析

補強前後において変化のみられる、下部工を含めた全橋振動について検討する。ここでは計算時間の増大を避けるため、簡略化した別のモデル化を行う。構造モデルを図-3に示す。ここで(a)は対象橋梁の概形を表しており、(b)は実際にここで用いたモデルである。これはトラス構造及び橋脚をそれぞれ重心を通る梁材でモデル化している。このようにトラス構造を一連の梁材としてモデル化した場合、振動特性をすべての確にシミュレートするのは難しい。そこでここでは、実測で補強前後に大きな違いの得られた振動モードに着目することとし、上部工振動のうち振動性状として、橋軸直角1次、鉛直1次、橋軸方向振動について、振動数、振動モードが同等と思われる梁材を用いることにする。

最終結果として、表-2に実測値とともに解析結果を示す。ここでは工事の進ちょくに合わせて、補強前、一部補強後（橋台、P1 橋脚補強後）、補強完成後（P2 橋脚補強後）と段階を区分する。このとき補強前橋脚については、橋脚底部は洗掘によってロッキング・ピアーのような状態であったと考えられるため、ここでは橋脚底部を回転バネ支持とし、実測との比較検討から回転バネ定数は、

P1 橋脚 3.0×10^{11} kgf・cm/rad、P2 橋脚 2.0×10^{12} kgf・cm/rad を得た。また、補強後橋脚については底部を固定支持としている。さらに、解析から得られた上部工の振動性状を合わせて示すが、これらは各段階について共通に現れたものである。実測と解析の比較から次のことがわかる。

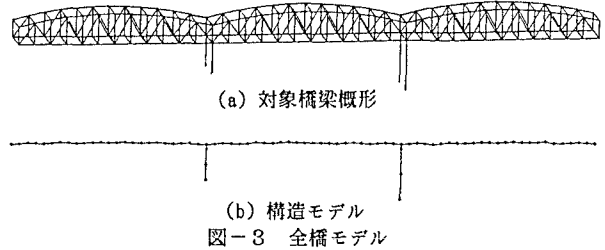


表-2 実測及び解析の比較（全橋）

	実測値(Hz)	解析値(Hz)	解析モード形
補強前	2.19	2.249	面外1次
	3.30	3.169	面外2次
	4.03	4.578	橋軸水平
一部補強後	3.13	3.097	面外
	測定されず	5.872	橋軸水平
補強完成後	6.36	7.274	橋軸水平
上部工振動	2.43	2.425 ~ 2.428	橋軸直角方向1次（面外）
	2.64	2.633 ~ 2.641	鉛直方向1次

a) 補強完成後の全橋振動は、バネ支持等の不確定要素が含まれないため、モデル化の検討については有益な情報となり得る。この結果をみれば、モデル化の精度の問題は多少あるものの、実測と解析では同等の結果を示しているものと解釈して良い。

b) 補強前には下部工が堅固でなかったため、下部工が振動する全橋の面外振動がみられた。しかしP1 橋脚の補強により、面外方向にはP1 橋脚の振動するモードが消え、補強完成後には下部工の振動する面外振動は現れなくなった。

c) 全橋の橋軸方向水平振動は補強に伴い振動数が高くなった。

以上のように下部工補強に伴う振動特性の変化が固有値解析によっても確認できた。このことは今後の下部工補強に際して、有益な情報を与えるものと考えられる。

参考文献

- 1) 加藤、高宮ら：犬山橋下部工補強に伴う振動測定、土木学会中部支部研究発表会、1990年3月。