

鋼2ヒンジアーチ小原橋の振動実験とその解析

金沢大学大学院 学生員 中野 博文

金沢大学工学部 正会員 梶川 康男

1. 補修補強の経緯

小原橋は、昭和38年に架設された上路式鋼2ヒンジアーチ橋（図-1）で、アーチ径間85m、橋長106.5m、偏平な単一箱断面リブと3本のI断面補剛桁を有する橋梁である。

近年の車両の大型化と交通量の増加に伴い、昭和57年には、端支柱上補剛桁腹板、および中間支柱取付部に亀裂が発見された。そこで同年、応急処置として端支柱補剛桁の亀裂に対し、ストップホール、ブラケットの設置、また中間支柱取付部に対しては、取付ガセットの形状改良を行った（図-2）。その後、浸透探傷試験、また載荷試験による調査が行われ、端支柱上補剛桁腹板の亀裂は、補剛桁の支承が橋軸方向に両端可動であった上に、さらに車両振動による補剛桁の過大な橋軸方向変位による切り欠き部のせん断応力集中が主要因であると、中間支柱取付部の亀裂はせん断力に伴った大きな曲げモーメントが作用していたことが原因であるとされた。この調査により昭和59年に本格的な補修工事が行われた。この補修工事において制振対策として、橋軸直角方向には端支柱上補剛桁腹板付近に横構の増設を行い、橋軸方向には補剛桁両端に弾性支承を設置した。この弾性支承は、ゴム支承と粘性せん断型ストッパー（温度変化による補剛桁の伸縮は吸収できる）とからなり、橋台のコンクリートに引張力が作用しないように、常時両者は戻しバネによって接触状態を保持し、動荷重作用時にゴム支承は常に圧縮側にのみ働く構造になっている（図-3）。また中間支柱取付部は現状のままにした。平成3年に行われた調査によると、端支柱上補剛桁には亀裂は見つからなかったが、中間支柱取付部での亀裂は進行速度は遅くはなっているが引き続き進展性がうかがわれる結果であると報告されている。これに伴って、平成5年に中間支柱材の亀裂の補修及び中間支柱取付部に補強ガセットを設置した（図-4）。以上の経緯をたどり現橋に至っている。

そこで、本研究では現橋での振動実験を行い、その卓越振動数と弾性支承の挙動を把握し、さらに本橋を3次元にモデル化し、固有値解析を行った。

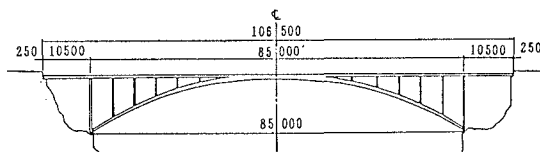


図-1 一般図

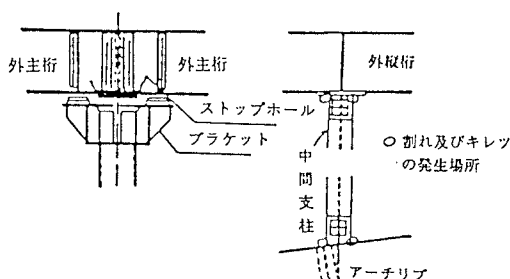


図-2 端支柱上補修図及び中間支柱の亀裂発生箇所

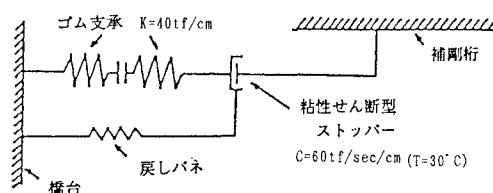


図-3 弾性支承の原理と特性

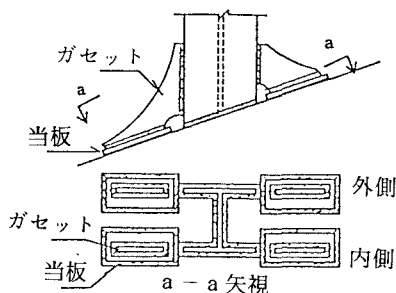


図-4 中間支柱取付部の補修図

2. 振動実験

振動実験は、加速度計、速度計、変位計、振動計を用いてアーチ部の1/4点、1/2点、3/4点に、さらに両端の支承部（弾性支承）に変位計を設置して、一般交通時に行った。表-1に測定した結果より本橋において卓越していると思われる振動数を示し、さらにその振動数の減衰定数も同時に示しておく。また支承部の橋軸水平方向の変位の波形を図-5に示す。これを見ると、制振対策直後に比べて、支承部は弾性支承としての滑らかな動きがなく、残留変位が多く残っており、摩擦の影響が表れていると思われる。

表-1 卓越振動数（実測値）

	振動数	減衰定数
逆対称1次	1.6～1.8(Hz)	0.042～0.058
対称1次	2.2～2.4(Hz)	0.027～0.040
面外対称1次	3.8～4.0(Hz)	0.018～0.036

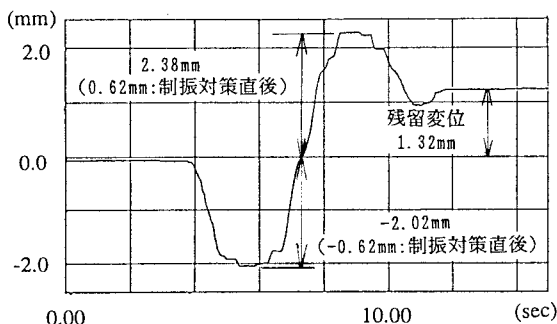


図-5 大型車走行時の補剛桁端の橋軸水平方向変位

3. 固有値解析

本橋の固有値と固有モードを求めるために骨組にモデル化し、有限要素法（サブスペース法）により固有値解析を行った。本解析における境界条件と固有値、固有モードを表-2に、また各モードを図-6に示す。これらの中で現状の橋に最も近いのはCase.5であり、バネ定数は異なるが、両端バネの状態がほぼ現状を表している。

表-2 境界条件による固有振動数の比較（計算値）

境界条件			逆対称1次	対称1次	面外対称1次
Case. 1	両端可動		1. 0144	2. 003	3. 477
Case. 2	一端固定・他端可動		2. 7135	2. 000	3. 490
Case. 3	両端固定		3. 1284	2. 003	3. 514
Case. 4	一端バネ・他端可動	K=40tf/cm	1. 3159	2. 003	3. 478
Case. 5	両端バネ	K=40tf/cm	1. 546	2. 004	3. 479

:単位Hz

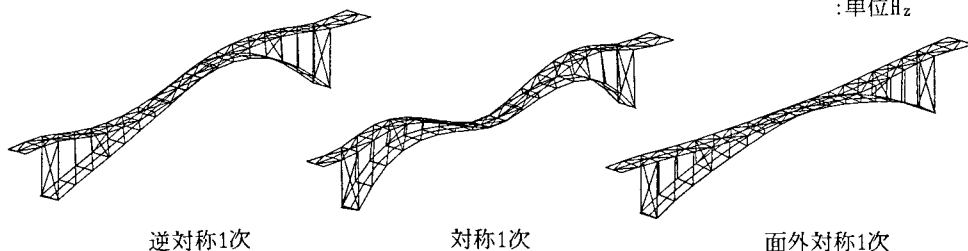


図-6 橋の固有モード

4. まとめ

今回の振動実験で、本橋の卓越振動数とモード及び弾性支承部の挙動を測定し、現在の状態を把握したが、補剛桁の支承部は、初期の弾性的な挙動を示しておらず、摩擦の影響がでている。このことからアーチや補剛桁の剛性、床版の取扱いなどの橋のモデル化と支承部の摩擦の影響を含めた解析を検討しなければならない。

<参考文献>

- 1) 水木ら：疲労亀裂を生じた鋼アーチ道路橋の実橋調査と補修，川田技報，Vol. 4, 1985.
- 2) 前田ら：疲労クラックを生じた鋼アーチ道路橋の制振対策，振動制御コロキウム講演論文集, 1991.