

I-B238 自旋式上路PC吊橋の動的特性

金沢大学大学院

正会員○梶川 康男

オリエンタル建設(株)

正会員 角本 周

金沢大学大学院

学生員 犬島 秀治

1. はじめに

自旋式上路PC吊橋とは、鉛直材を介して主桁を支持する吊ケーブルを主桁両端に定着し、吊ケーブルに作用する張力の水平反力を主桁軸方向に負担させ、その軸力によりコンクリート製の主桁にプレストレスを導入するという、材料特性を生かした合理的な橋梁形式である。この形式の構造上の問題点として、従来のPC桁橋に比べて剛性が低く死荷重が小さいことから、活荷重に対する動的応答が大きくなり使用性が損なわれる可能性がある。そこで、このような形式の橋梁に対して解析方法の妥当性や構造特性を確認するために模型実験¹⁾²⁾と実橋での載荷実験³⁾を実施した。

2. 実験概要と静的特性

対象橋梁の一般図を図-1に示す。実験として、静的載荷実験と振動実験(衝撃加振、定点加振および共振歩行・走行)を行った。静的載荷実験では、本橋の有する剛性の確認および解析モデルの剛性を確認するために、既知重量の荷重(約11.5kN)を各鉛直材位置の主桁上に載荷したときの主桁の鉛直変位および主桁(上縁、下縁)のひずみを測定した。その結果を図-3の解析モデルによる解析値とともに図-2に示した。その結果、主桁は吊形式橋梁の補剛桁と類似する挙動を示していた。

3. 固有振動特性

本橋を図-3に示すように3次元骨組構造にモデル化した。解析モデルは、主桁を梁部材、鉛直材を梁部材(Type1)、トラス部材(Type2)とし、吊ケーブルを幾何剛性を考慮した弦部材、横繫ぎ材をトラス部材としてモデル化した。サブスペース法により固有値解析を行い、実測で得られた結果と比較したものを表-1に示す。

キーワード：自旋式上路PC吊橋、静的特性、振動特性

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4601 FAX 076-234-4632

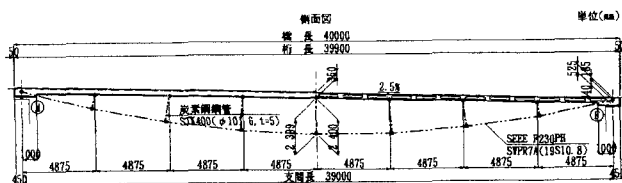


図-1 一般図

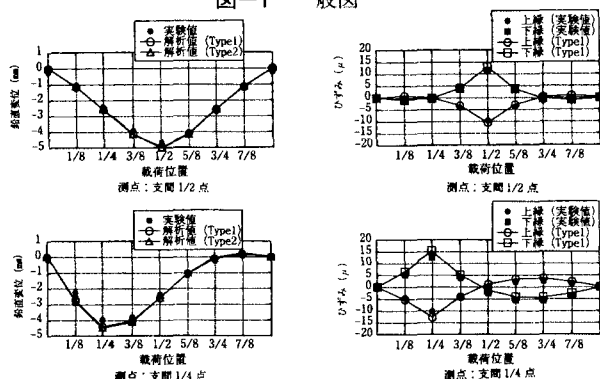


図-2 移動荷重による主桁の鉛直変位とひずみ

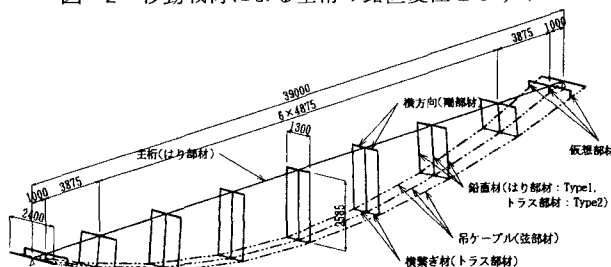


図-3 解析モデル

表-1 固有振動数

次数	振動モード	実験値	解析値	
			Type1	Type2
1	たわみ対称1次	1.17	1.17	1.17
2	たわみ逆対称1次	1.73	1.65	1.62
3	たわみ対称2次	3.86	3.51	3.48
4	ケーブル面外対称1次	4.74	5.38	1.80

(単位: Hz)

また、その振動数に対応した解析により得られた振動モードを図-4に示す。本形式橋梁の座屈モードは逆対称モードが最低次となっているが、固有振動モードは対称モードが最低次となっている。本形式橋梁の吊ケーブルのサグ比は吊床版橋のものより大きいが、吊部材の剛性が主桁の剛性に比べて著しく小さいことから、たわみ対称1次モードが最低次の振動モードになったものと考えられる。実験と解析において得られた1次から3次の各振動モードの固有振動数は、ほぼ一致した値を示しており、吊ケーブルの橋軸直角方向振動が卓越する4次モードの実測値は、鉛直材を梁部材として扱った Type1 とトラス部材とした Type2 の中間に位置している。さらに、この吊ケーブルの橋軸直角方向振動の振動数に合わせて強制加振した際に、主桁上の支間1/2点（鉛直方向）において主桁のねじれ振動を確認している。よって、本実験で行った加振振幅範囲では、鉛直材と主桁の境界条件は完全なヒンジ状態になっておらず、梁部材として扱ったモデルに近い結果になった。

4. 減衰特性

定点加振実験により、各振動モードに共振させた後の自由減衰波形から減衰定数を求め、表-2にまとめた。各振動モードの減衰定数を比較すると、たわみ対称1次モードがその他の振動モードの減衰定数に比べて小さい値となっている。固有振動解析により得られた各振動モードごとの全振動エネルギーに対する各部材のひずみエネルギーの比率を図-5に示す。たわみ対称1次モードは、他の振動モードに比べて吊ケーブルのエネルギー比率が高い結果となっており、モード減衰定数が小さくなる要因と考えられる。

5. 振動使用性

本橋の振動使用性を評価するために、共振歩行・走行実験により、各振動モードに共振させた場合に得られた最大応答値と歩行者の振動に対する心理的な影響から見た振動じよ限度の関係を図-6に示す。これより、2Hz 前後の歩調範囲（1.6～2.4 歩/秒）に存在するたわみ逆対称1次モードは、いずれの振動使用性に対するじよ限度の提案値も超えていないことから、本橋の振動使用性には、特に問題はないと考えられる。

6. まとめ

国内初の自碇式上路PC吊橋において、静的載荷実験と人力による振動実験を行い、この構造形式の橋梁が有する静的および振動特性を把握するとともに歩行者に対する振動使用性を検討した。

＜参考文献＞ 1) 角本・大信田・梶川・南部：自碇式上路PC吊橋の終局挙動に関する実験的検討，構造工学論文集，Vol. 44A, pp. 1341-1348, 1998. 2) 角本・梶川・長谷川・牧：自碇式上路PC吊橋模型の破壊に伴う振動特性の変化，構造工学論文集，Vol. 45A, pp. 641-648, 1999. 3) 梶川・犬島・角本・大沼・堀：自碇式上路PC吊橋の構造特性と振動使用性，構造工学論文集，Vol. 45A, pp. 1377-1386, 1999.

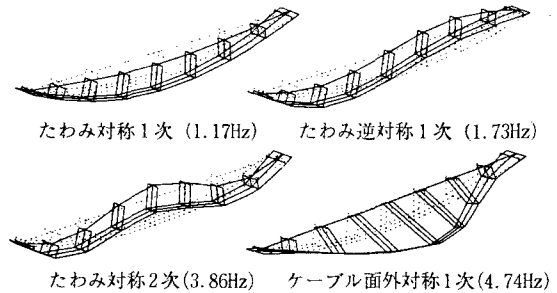


図-4 振動モード（振動数：実験値）

表-2 減衰定数

次数	振動モード	実験値 (%)	最大振幅 (cm/sec)
1	たわみ対称1次	0.67	3.70
2	たわみ逆対称1次	1.20	4.63
3	たわみ対称2次	1.06	2.09

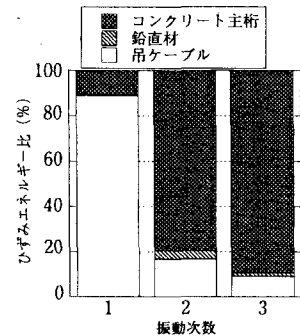


図-5 ひずみエネルギー比

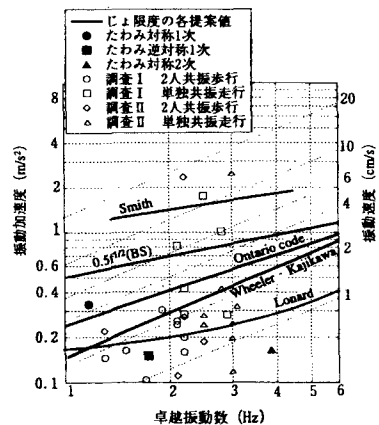


図-6 振動じよ限度