

PC吊床版橋の振動特性に関する考察

金沢大学大学院 学生員 吉川 裕晃
 同上 学生員 深田 宰史
 金沢大学工学部 正会員 梶川 康男

1. はじめに

近年、山間部や公園内に吊構造として自然に調和したスレンダーな景観性、施工時の簡便さの優位性などから、吊床版橋が多く建設されている。すでに数橋が支間長100mを越えており、この形式の歩道橋はさらに長大化や多径間化などの傾向にあることから、振動特性が問題となることが予想される。吊床版橋は桁形式の歩道橋に比べ重量は軽くフレキシブルであり、その動特性は、スパンや質量や剛性、サグ、ケーブル本数などのパラメータによって影響を受けるがそれらの因果関係は明確でない。そこで、数橋のPC吊床版橋について振動特性の実測をおこない、三次元骨組構造解析より考察した。

2. 吊床版橋の振動の測定

今回、振動特性を把握するため、全国に建設されている十数橋の吊床版橋において実験をおこなった。実験ではサーボ型の速度計(最大10点)を用い、人間による衝撃加振試験、減衰振動実験、歩行試験などをおこなった。そしてスペクトル解析を行い、卓越振動数、振動モード、減衰定数などを求めた。表-1に対象とした吊床版橋の測定結果の一部を示す。それらの結果より、支間長と卓越振動数の関係について図-1に示す。

低次の振動モードのたわみ対称1次、逆対称1次については卓越振動数と支間長の関係は比較的ばらつきが小さく、図-1に実線で示した双曲線によく近似できる。サグの影響により逆対称1次の振動数が対称1次の振動数より低くなっている。また、水平やねじれの振動はサグの影響よりそれぞれ連成しており、幅員の大きさによる影響が大きいと考えられる。

3. シミュレーション解析

次に、スパンやサグや剛性などのパラメータによる吊床版橋の振動特性の影響を明確にするために、床版要素とケーブル要素と横方向ダミー要素からなる3次元骨組み構造モデル(図-2)を用い、固有値解析をおこなった。計算の対象としたであい橋を図-3に示す。表-2に示した実測によって得られた卓越振動数と計算値の結果はよく類似しており、妥当な結果が得られた。

この解析モデルを用い、サグや剛性などの影響を考慮したパラメータ解析を行った。ケーブル理論よりサグ量、幅員や床版厚を決定した。サグ量を小さくすれば水平張力が大きくなり、大きくすれば吊床版端部での勾配が急になり、使用性が問題となる。サグ量を変化させた場合(サグ量1.0~4.0m、サグ比1/97~1/24.3)の振動数の関係を図-4に示す。サグが大きい場合(サグ支間比1/50以上)、対称1次より逆対称1次の振動数が低くなっている。また、水平方向の振動に関しては

表-1 測定したPC吊床版橋

橋名	支間長 (m)	有効幅員 (m)	サグ量 (m)	サグ比	モード形状	振動数 (Hz)
夢吊橋	147.6	2.5	3.5	1/42.2	逆対称1次	0.65
					対称1次	0.71
陣屋の森吊橋	123.0	1.5	4.10	1/30.0	逆対称1次	0.63
					対称1次	0.86
うさぎ橋	115.0	1.5	3.50	1/32.9	逆対称1次	0.71
					対称1次	0.93
梅の木公園吊橋	105.0	1.3	3.10	1/33.9	逆対称1次	0.70
					対称1次	0.94
であい橋	97.0	1.5	2.50	1/38.8	逆対称1次	0.90
					対称1次	1.05
首海橋	91.0	3.3	2.2	1/41.4	逆対称1次	0.95
					対称1次	1.03
滝波吊床版橋	79.0	2.5	2.5	1/31.6	逆対称1次	0.90
					対称1次	1.22
京伝橋	78.0	1.5	2.25	1/34.7	逆対称1次	0.93
					対称1次	1.29
縄文橋	76.5	1.5	2.2	1/34.8	逆対称1次	1.03
					対称1次	1.27
あじさい橋	45.0	2.0	1.105	1/40.7	逆対称1次	1.71
					対称1次	1.93
ふれあいのかけはし	33.0	2.0	0.90	1/36.7	逆対称1次	2.64
					対称1次	2.73
金原の滝橋	23.0	1.5	0.60	1/38.3	逆対称1次	4.93
					対称1次	4.32

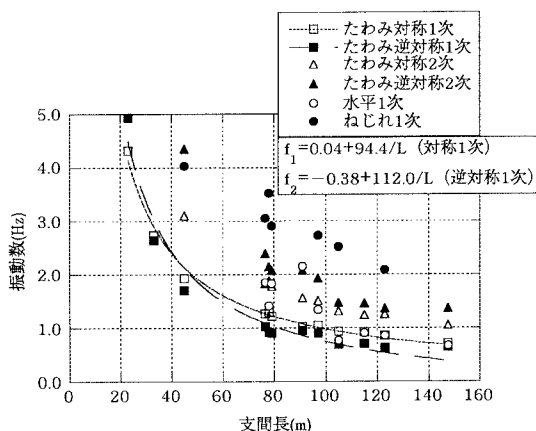


図-1 支間長と卓越振動数の関係

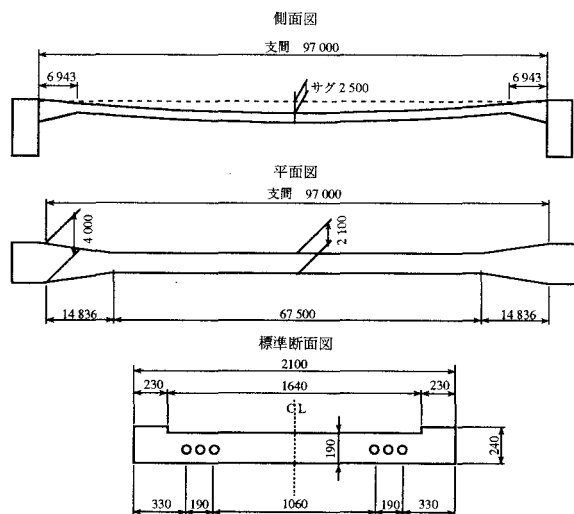


図-3 であい橋一般図

サグの影響がほとんどない。建設されている吊床版橋は歩行者の使用性などからサグスパン比が1/30～1/50程度であり、対称1次より逆対称1次の振動数が低くあらわれている。

次に、幅員(0.5～2.0倍、1.0～4.0m)や床版厚(1.0～2.0倍、19～38cm)を変化させた場合の関係を図-5に示す。幅員や床版厚の変化は、低次のたわみ振動においてはあまり影響しないが、水平やねじれ振動では床版の剛性による影響を大きく受ける。水平やねじれ振動は吊床版橋特有の連成振動となっている。コンクリート床版がケーブルの保護をしているだけでなく、吊床版橋の全体の剛性に大きく影響を与えていることがわかる。

4. あとがき

今後、PC吊床版橋はさらに長スパン化や多径間化などにおける形式の複雑化から振動モードもかなり複雑なものとなる。吊床版橋においては多くの卓越する振動数が存在し、それらは近接していることが多く、歩行者の歩行範囲内に含まれ、歩行者の使用性についても検討する必要がある。今後、さらに吊床版橋において調査をおこなっていく予定である。

<参考文献>

- 1) 梶川・津村・角本：PC吊床版橋の振動とその使用性，構造工学論文集，Vol.36 A，pp.685-695，1990。
- 2) 下山・松本・新井：PC吊床版橋「であい橋」について，プレストレスとコンクリート技術協会 第4回シンポジウム論文集，pp.95-98，1994

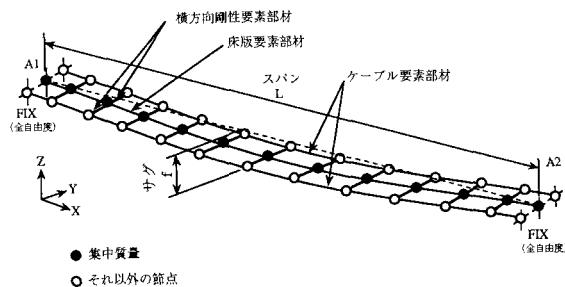


図-2 解析モデル図

表-2 実測値と計算値の比較

振動モード	実測値 (Hz)	計算値 (Hz)
たわみ逆対称1次	0.903	0.928
たわみ対称1次	1.045	1.159
水平1次	1.342	1.390
たわみ対称2次	1.509	1.574
たわみ逆対称2次	1.928	1.948
たわみ対称3次	2.527	2.533
ねじれ1次	2.727	2.759
たわみ逆対称3次	3.150	3.128

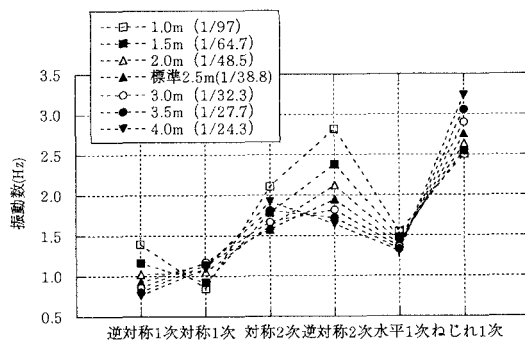


図-4 サグ量と固有振動数

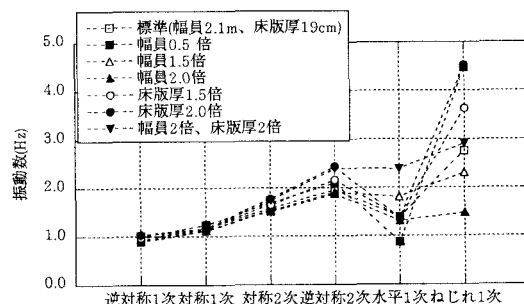


図-5 幅員、床版厚と固有振動数