

I - B 440

斜張橋の挙動特性

日本大学大学院 学生員 仲村成貴
 日本大学大学院 新岩吉昭
 日本大学理工学部 正会員 花田和史
 日本大学理工学部 正会員 鈴木順一
 JR 東日本 上田修司

1. はじめに

斜張橋は、主塔、桁、ケーブル等それぞれが大きく異なる動特性を持つ要素により構成されている。このように構造的に特徴のある要素に加え、ケーブル張力の均一性などの施工要因によって、橋体の動的挙動特性は通常の桁橋に比べて複雑であることがこれまでも報告されている。そこで斜張橋の振動特性を把握することを目的として、実在斜張橋で振動実験を行った。ここでは、斜張橋の振動実験とその結果、数値シミュレーション結果について報告する。

2. 諸元

実験対象とした斜張橋は埼玉県秩父郡小鹿野町に架設された合角連大橋である。その諸元を図1に示す。本橋梁は1径間片側17本、合計68本のケーブルによって支えられており、設計上では完全な左右対称の2径間連続PC斜張橋である。

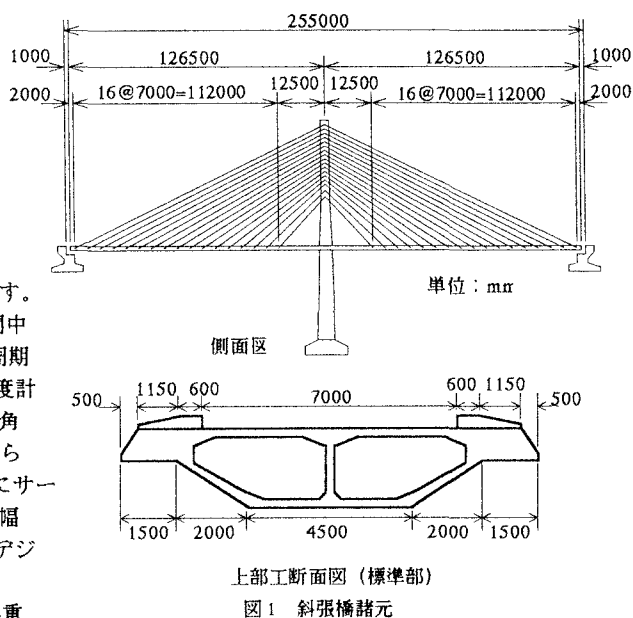
3. 実験概要

起振機および各センサーの配置を図2に示す。起振機の設置位置を主桁中央(P1)と右側支間中央(P2)の2箇所とした。各計測点には固有周期1秒の動線輪型速度計、またはサーボ型加速度計を設置し、鉛直成分と橋軸方向および橋軸直角方向の水平2成分を計測した。両桁端部側から5本目のケーブルに下から1/6と1/2の位置にサーボ型加速度計を設置した。各センサーから増幅器、低周波数遮断回路、AD変換器を介してデジタル収録を行った。以下に実験内容を示す。

- 1) 起振機による起振実験 起振機には、偏心重錘型起振機（最大起振力 10 tonf）と油圧制御型起振機（同 1 tonf）の2種類を使用した。起振方向を P2 点では鉛直方向および橋軸直角方向、P1 点では橋軸直角方向とした。
- 2) 車両踏台落下法によるインパルス加振実験 P1 点でダンブトラックの後輪を高さ 10 cm の段差から落下させ、その衝撃によって発生する自由振動を計測した。計測時間は約 1 分間とした。
- 3) 常時微動観測 全計測点同時に約 30 分間の計測を行った。

4. 実験結果

図2中A点における常時微動観測データを用いたフーリエ・スペクトルに 0.1 Hz の Parzen ウ



上部工断面図（標準部）

図1 斜張橋諸元

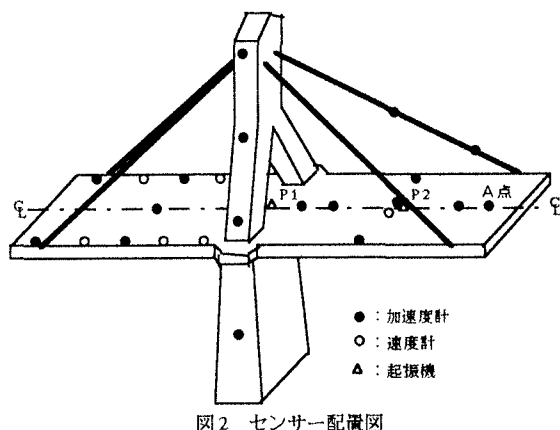


図2 センサー配置図

キーワード：斜張橋，挙動特性，起振実験，インパルス加振実験，常時微動観測
連絡先：東京都千代田区神田駿河台 1-8, tel and fax 03-3259-0689

インドウ処理を行ったものを1例として図3に示す。0.5, 0.8, 1.5, 2.7, 4.6 Hz付近で卓越振動数が得られている。常時微動観測結果から多点参照型のIbrahimの手法を用いて表1に示す固有振動数、減衰定数と図4に示すモード形状を得た。モード形状は1, 3次では左右逆対称形となり、2, 4次モードでは左右対称形となっている。本結果から得られた諸定数は他の実験結果とも概ね一致している。

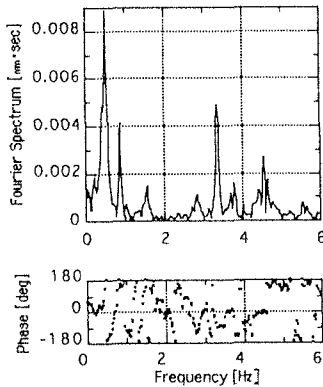


図3 伝達関数 (case 8)

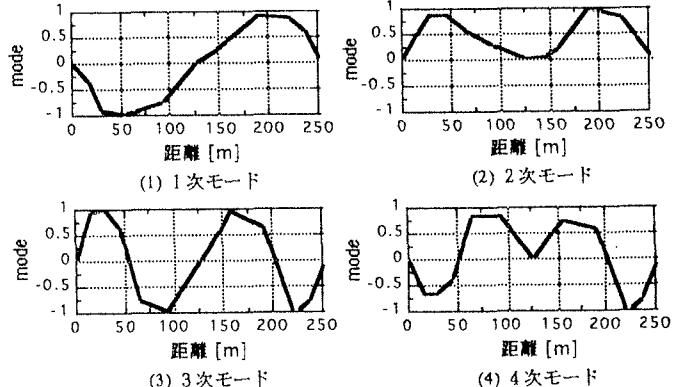


図4 曲げモード形状 (実験)

5. 数値シミュレーション

解析モデルの概要を図5に示す。桁をMindlinシェル要素、主塔および橋脚、ケーブルを梁要素によってモデル化した。1節点当たりの節点自由度は両要素とも6自由度である。桁体と橋脚および主塔を剛結合、桁体および主塔とケーブルをピン接合とし、ケーブルの曲げ剛性を無視して張力による剛性のみを考慮した。主塔の幾何学的形状を表すために、主塔の幅に相当する剛体の梁要素を主塔に組み合わせてケーブルと接合した。なお橋本体の振動を対象とするためケーブルには中間節点を設けていない。桁両端部は可動支承であるため橋軸

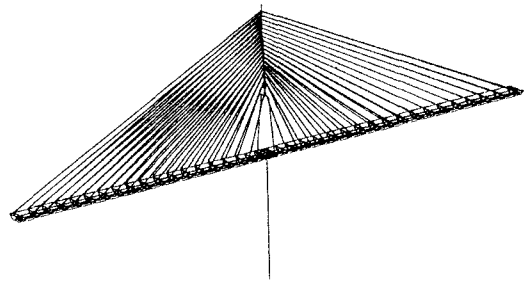


図5 解析モデル

表1 固有振動数 f と減衰定数 h

次数	解析値	実験値	
		f (Hz)	h (%)
1次	0.444	0.488	0.97
	0.626	—	—
	0.837	—	—
	0.850	—	—
2次	0.911	0.855	0.75
	1.216	—	—
3次	1.406	1.465	0.43
	1.721	1.563	0.22
4次	2.309	—	—

方向のローラー支持とし、橋脚の最下点を固定支持とした。表1に示す解析値はサブスペース法を適用した固有値解析より得られた固有振動数であり、実験で得られた鉛直方向の曲げ振動の固有振動数に、鉛直方向の曲げ振動モードが現れる次数を対応させている。鉛直曲げ振動の1次～4次モード形状を図6に示す。

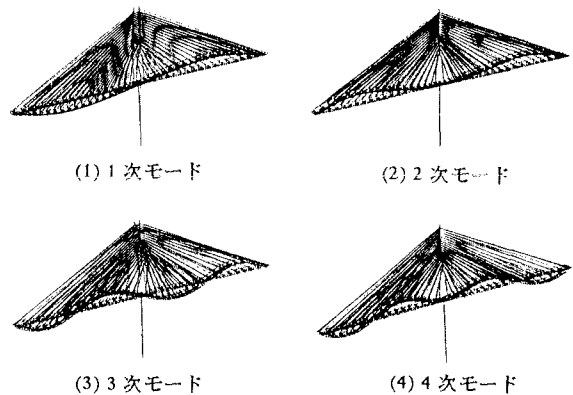


図6 モード形状 (シミュレーション)

5. おわりに

実大斜張橋において振動実験を行った。常時微動観測の結果から、多点参照型のIbrahimの手法を用いて固有振動数、減衰定数とモード形状を算出した。その実験結果を模擬できる数値モデルを作成した。

【参考文献】上田修司, 時系列データに基づく減衰評価と斜張橋への適用, 平成9年度日本大学大学院修士論文, 1998