ある PC 斜張橋の動特性

日本大学大学院	学生員	河田	真悟
日本大学理工学部	正会員	仲村	成貴
日本大学理工学部	正会員	鈴村	順一
日本大学理工学部	正会員	花田	和史

2500 12500

21000

11500

7000

126500

16@7000=112000

単位(mm)

600

1150

2000

50000

500

1.はじめに

斜張橋は、主塔、桁、ケーブル等にそれぞれ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。そこで斜張橋の振動実験を把握することを目的として、実在斜張橋で振動実

126500

(1)側面図

1150

500

16@7000=112000

験を行った。ここでは斜張橋の振動実験とその<u>1</u>極 結果、さらに3次元PC 斜張橋のモデルを作成し、 これを用いて解析した結果と動的実験により得 られた結果を比較することを目的とした。

2.対象橋梁と実験概要

対象橋梁の概略を図1に示す。橋長255.0 m (支間126.5 m+126.5 m)、主塔高さ63.0 m、橋脚高さ50.0 m、主塔形状は逆 Y 形、斜材形状はセミファン形2面吊り、1 径間片側17本合計68本の斜材によって支えられている2径間連続PC斜張橋である。この橋梁にて次の振動実験を行った。

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²⁰ 88 kN)と油圧制御型起振機(同 9.8 kN)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 では橋軸直角方向とし、定常起振、ランダウン起振、スイープ起振を行った。

車両踏台落下法によるインパルス加振実験 P1 点でダンプ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 CL た。

常時微動観測

全計測点を同時に約30分間の観測を行った。 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

| 1500 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500

キーワード : 実在斜張橋、モード特性、数値モデル、振動実験、実験モード解析

連絡先 : 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8、tel / fax 03-3259-0689

央(P2)の 2箇所とした。主塔の計測点は、主塔の下から 1/8 の点、1/2 の点および主塔上端とし、橋脚の計測点は 1/2 の点とした。各計測点にはムービング型速度計(固有周期 1 s)およびサーボ型加速度計を設置し、鉛直方向、橋軸および橋軸直角方向の水平 2 成分に設置した。

3.数値シミュレーション

解析モデルの概観を図3に示す。桁を Mindlin シェル要素、主塔および橋脚を梁要素、ケーブルを弦要素としてモデル化した。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。総接点数は388点、総要素数は577個である。桁と橋脚および主塔は鉛直方向と橋軸直角方向を結合し、桁および主塔とケーブルをピン接合とした。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を接合した。桁両端部は可動支承であるため橋軸方向をローラー支持とし、橋脚の最下点を固定支持とした。

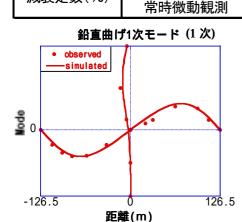


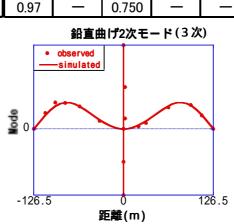
図3 モデル構造

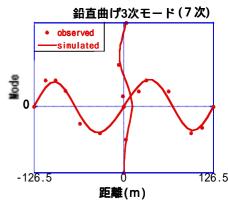
表1にサブスペース法を適用した固有値解析より得られた固有振動数とランダウン起振実験における伝達 関数から得られた鉛直方向の曲げ振動時の卓越振動数、インパルス実験および常時微動観測結果から Ibrahim の手法により得られた鉛直方向の曲げ振動時の固有振動数と減衰定数を併せて示す。また、ランダウン起振実 験結果と解析結果を比較した鉛直曲げ振動の1次~3次モード形状を図4に示す。

次数 1次 3次 5次 6次 7次 8次 9次 2次 4次 解析值 2.477 0.473 0.886 1.002 1.121 1.146 1.576 1.628 1.898 ランダウン起振実験 0.496 0.860 1.451 1.563 固有振動数(Hz) インパルス実験 0.464 0.854 1.465 常時微動観測 0.492 0.860 1.467 1.569 インパルス実験 1.41 0.57 0.66

表 1 固有振動数と減衰定数







0.43

0.22

4. おわりに

減衰定数(%)

図4 ランダウン起振実験結果と数値モデルのモード形

ランダウン起振実験結果から得られるモード形状を表現できる数値モデルを作成した。固有振動数などその 他の実験結果を表現できるモデルを作成し、耐震性に関する検討を今後行う予定である。

参考文献

- 1) 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
- 2) 古閑徹也、PC 斜張橋の振動特性、平成 16 年度日本大学理工学部卒業論文、2005