

見明川歩道橋の振動特性(その 1)

日本大学大学院	学生会員	○山浦	智美
日本大学	正会員	仲村	成貴
日本大学	正会員	鈴木	順一
日本大学	正会員	花田	和史

1. はじめに

構造物は長期間使用され経年変化によりその強度は劣化する。構造物を有効に利用できる状態に保つためには補修をしていく必要がある。そのため、既設の構造物の地震時や強風時の挙動をシミュレーションし、損傷の可能性があると考えられる部材を見つけ、地震や風による被害に耐えうる的確な補修を施し、被害を未然に防ぐことが求められる。そこで、本研究では、歩道橋の構造特性を把握するための資料を得ることを目的として挙動を計測した。実験データから固有振動数、モード形状、モード減衰率を算出し、その結果を検討する。

2. 実験概要

写真 1 に示す千葉県浦安市に架設されている見明川歩道橋を実験対象とした。橋長 64.1m、幅員 4.00m、高さ 4.50m、総重量 101t の鋼ワーレントラス形式の歩道橋である。計測点配置を図 1 に示す。床版上の各節点に固有周期 1s の動線輪型速度計を、上弦材各節点にサーボ型加速度計を設置し、直流増幅器、遮断周波数 40Hz の低周波遮断器、16bit の AD 変換器を介してサンプリング振動数 100Hz でデジタル収録を行った。実験の概要を以下に記す。

1) 起振実験

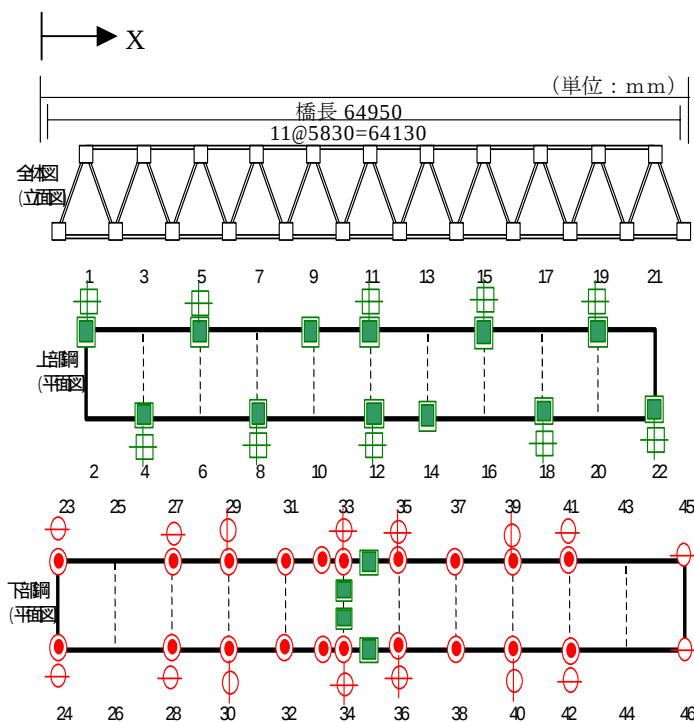
支間中央および 1/4 の場所に最大起振力約 150N の起振機を設置し、上下方向に 1~15Hz の範囲で掃引起振した際の応答を 5 分間計測した。（平成 10 年，平成 12 年の実験データを引用）

2) インパルス加振実験

支間中央および 1/4 の場所の端部にて質量 10 kg の錘を高さ約 1m から床版に自由落下させた後に微振動を 2 分間計測した。（平成 6 年，平成 7 年の実験データを引用）



写真 1 見明川歩道橋



図中の記号

- 加速度(水平成分：橋軸直角方向)
- 加速度(水平成分：橋軸方向)
- 加速度(鉛直成分)
- 速度(水平成分：橋軸直角方向)
- 速度(水平成分：橋軸方向)
- 速度(鉛直成分)

図 1 計測点配置図

キーワード 実在橋梁 振動実験 モード特性 実験モード解析

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL・FAX03-3259-0689

3) 人力加振実験

鉛直曲げ 1 次(2Hz)および 2 次(6Hz)を対象として加振を行った。1 次を励振する際には支間中央(測点番号 11・12)にて質量 60kg の人間が 2 人、2 次に関しては支間 1/4(測点番号 5・6)に質量 60kg の人間 3 人によって加振が行われた。その後の自由振動を 1 分間計測した。(平成 15 年の実験データを引用)

3) 常時微動観測

人為的外乱の少ない深夜に微振動を連続 3 時間計測した。(平成 15 年の実験データを引用)

3. 実験結果

各実験データを用いてモード特性の同定を行った。同定法として Ibrahim 法(ITD)¹⁾と Prony 法¹⁾を用いた。自由減衰振動波形を対象とした時間領域法である。ITD は固有値解析, また Prony 法は高次多項式によってモード特性を同定する手法である。なお, 自由振動波形の推定には, 相関法を用いた。同定された固有振動数を表 1 に, モード減衰率を表 2 に示す。また, 実験による曲げモード図を図 2～4 に示す。

固有振動数に関してはどの実験結果もほぼ同じ値を推定することができた。常時微動観測での減衰は多少バラツキはあるが, ITD・Prony 法の 2 種類の同定法で算出したモード減衰率はほぼ同じ値を推定することができた。しかし, 人力加振実験での結果は大きく離れた。現在, この原因について検討している。

本研究では振動実験の結果から, 見明川歩道橋の動特性の概略を把握出来たと言える。

表 1 固有振動数(単位 Hz)

モード 次数	インパルス 実験	起振実験	人力加振 実験	常時微動			モード形状
				パワースペクトル	ITD	Prony法	
1次	2.00	2.00	2.03	2.02	2.03	2.01	鉛直曲げ1次
2次		2.70	2.69	2.70	2.64	2.76	水平曲げ1次
3次		4.10	3.90	4.05	4.12	3.98	ねじれ1次
4次		4.90	4.86	4.89	4.87	4.92	ねじれ2次
5次	6.00	6.00	5.84	5.96	5.96	5.96	鉛直曲げ2次
6次		6.80	6.74	6.65	6.63	6.68	ねじれ3次
7次		7.60	7.66	7.70	7.69	7.72	ねじれ4次
8次		9.40	9.44	9.46	9.48	9.42	ねじれ5次
9次	10.0	11.1	10.3	10.1	11.0	11.1	鉛直曲げ3次

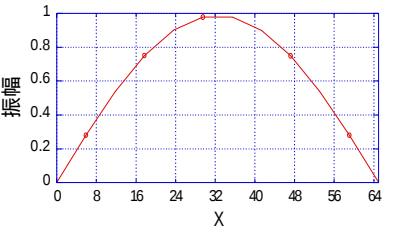


図 2 鉛直曲げ 1 次モード

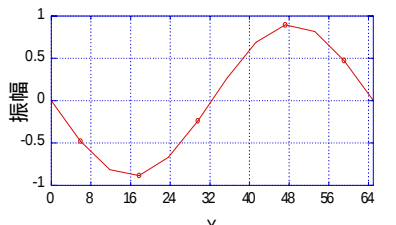


図 3 鉛直曲げ 5 次モード

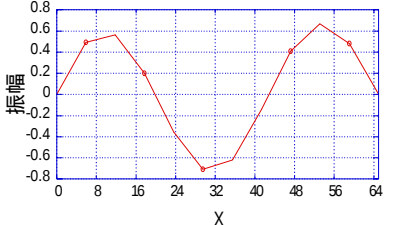


図 4 鉛直曲げ 9 次モード

表 2 モード減衰率(単位 %)

モード 次数	人力加振			常時微動		モード形状
	ITD	RD法	Prony法	ITD	Prony法	
1次	1.80	0.24	0.04	1.40	1.00	鉛直曲げ1次
2次				5.20	6.20	水平曲げ1次
3次				3.10	3.80	ねじれ1次
4次				1.60	1.50	ねじれ2次
5次	1.60	0.27	0.04	1.10	0.70	鉛直曲げ2次
6次				7.20	8.80	ねじれ3次
7次				2.80	2.90	ねじれ4次
8次				1.00	0.80	ねじれ5次
9次				1.10	0.50	鉛直曲げ3次

[謝辞]

本研究を行うにあたり、池田裕美氏(積和不動産 株式会社), 葛生和寛氏(川田建設 株式会社), 金子千鶴氏(テックウエンジニアリング 株式会社) に多大な協力をいただいた。記して感謝致します。

参考文献

1) モード解析ハンドブック, コロナ社, 2000