

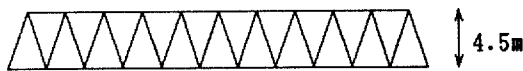
日本大学 学生員 ○横川 英彰
 日本大学 学 生 小郷 卓也
 日本大学 正 員 花田 和史
 日本大学 正 員 鈴村 順一

1. はじめに 設計時のモデルと実際に建設された構造物の動的特性は一般に変わっている。特に構造規準によって設計される歩道橋では設計時の動特性も不明なことが多い。歩道橋は他の道路橋に比べてきわめて小規模な構造物であるが主要道路を跨いで架設されることが多く、地震によって落橋すれば主要道路を寸断して救援活動に多大の影響を与えることが懸念される。本研究は歩道橋の動特性を実験的に検討することを目的としている。

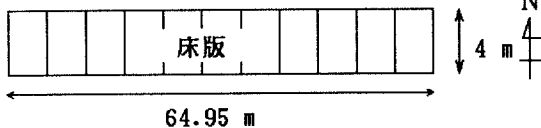
数多くの歩道橋の動特性を把握するために、インパルス外力を与える簡易な実験法を適用した。重錘落下により外力を発生させて計測される応答と、2次元トラスの解析を通じて本実験法の妥当性を検討した結果について報告する。

2. 実験方法 対象とする橋梁は千葉県浦安市舞浜2丁目に架設されている長さ 64.95m、高さ 4.5m、幅 4m の見明川歩道橋である。トラス橋の概要諸元を図1にあわせて示す。同図の節点番号 1, 2, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 23 の位置に動線輪型上下動速度計（固有周期 1 秒）を設置し、節点1, 21, 23 の中央部と節点5, 9, 13, 17 の北側および中央部、南側を重錘落下加振した。節点 1, 21, 23 では各 1 回、その他の各節点では 4 回ずつ加振し応答時刻歴を得た。加振点には 3 個のロードセルをおき、この出力合計をトラスに加わる力とする。増幅器出力を 30Hz のローパスフィルタにかけ、サンプリング間隔、0.01秒、データ数 4096 点をデジタル収録する。

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 節点番号



a) 立面図



64.95 m

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 節点番号

b) 平面図

次数	減衰定数	固有振動数(Hz)	
		実験値	解析値
1	0.01	2.0	2.3
2	0.004	4.0	-
3	0.02	6.0	7.0
4	0.01	10.1	11.7

表1 固有振動数と実験による減衰定数

図1 トラス諸元

3. 実験解析方法

風などによるノイズの少ないデータを時刻歴で確認して次の手法により伝達関数を得る。

入力波を X_0 、応答波を Y_0 とおき、

$\langle Y_0 Y_0^* \rangle$ 、 $\langle X_0 X_0^* \rangle$ をオートスペクトル

$\langle X_0 Y_0^* \rangle$ 、 $\langle Y_0 X_0^* \rangle$ をクロススペクトル

とおく。ここに $\langle \rangle$ はアンサンブル平均のスペクトル、 $*$ は共役操作を表す。このとき

$$H_1 = \frac{\langle Y_0 X_0^* \rangle}{\langle X_0 X_0^* \rangle}$$

$$H_2 = \frac{\langle Y_0 Y_0^* \rangle}{\langle X_0 Y_0^* \rangle}$$

とし、入出力にパワーに比例するノイズを仮定すれば、伝達関数 H_0 は H_1 と H_2 の幾何平均となり次のように表わされる。

$$H_0 = (H_1)^{1/2} (H_2)^{1/2}$$

実験による固有振動数とハーフパワー法による減衰定数を表1に記す。

図1の床版の節点5を加振し、節点9に設置した速度計出力による伝達関数の例を図2に示す。また各次のモード形状を図3に示している。

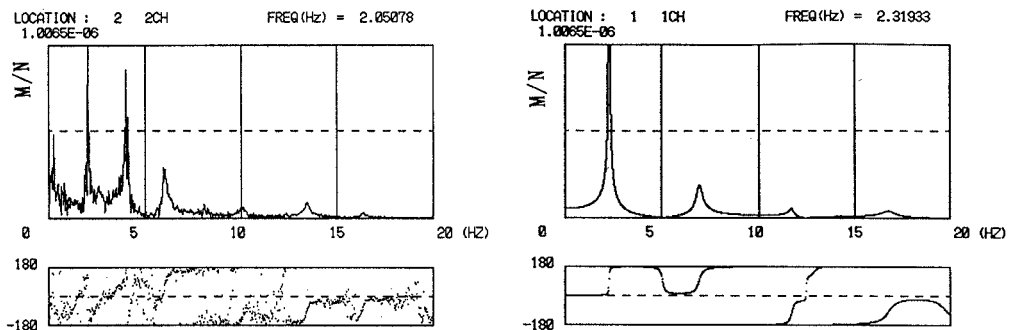
4. 数値模擬結果

数値模擬用のモデルを有限要素法による2次元トラスとし、設計値から得られる質量を各節点に等分に振り分けて集中質量系とした。また剛性には鋼材のみをとり、舗装版は剛性に寄与しないとみなした。また設計より節点1をピン、節点23をローラーとし、橋脚のモデル化を省略し、換算バネ等も考慮していない。

数値解析による各次の固有振動数とモード形状を表1と図3に併せて示している。実験から得られている2次はモード形状からみて2次元モデルでは表現できないねじりモードであることは明かであり、曲げモードを持つ1、3、4次が互いに比較できる。ハーフパワー法による減衰定数を用い、実験値による伝達関数に対応する伝達関数の解析値を図2に併せて示している。

5. まとめ

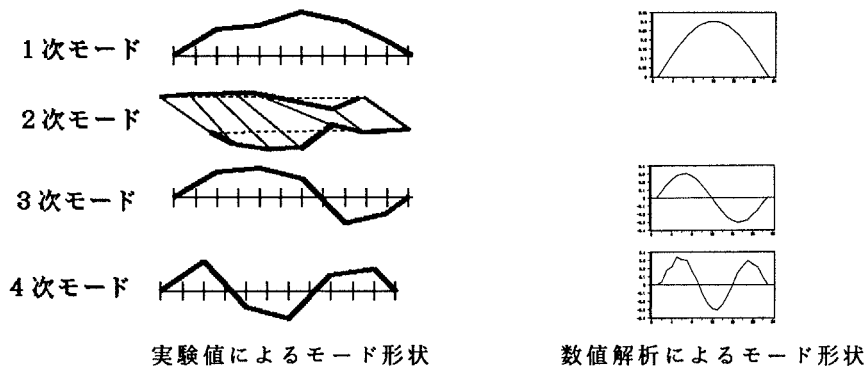
図3より主要な曲げモードを本模擬モデルはよく表現しており、また両者の固有振動数とモード形状もおおよそ一致しているため、模擬モデルに大きな誤りはないとともに、簡易な実験としては的確に歩道橋の動的特性を把握できていると判断する。しかし重錘落下ではねじり振動モードを把握することは難しい。今後、他の実験法を併用し3次元解析モデルを用いて実験結果と比較することによって実験の妥当性を確認する予定である。



実験値による伝達関数

数値解析による伝達関数

図-2



実験値によるモード形状

数値解析によるモード形状

図-3