

○日本大学大学院 学生会員 尾崎 充弘
日本大学理工学部 正会員 花田 和史
日本大学大学院 学生会員 武田 修治

1 まえがき

構造物振動を表現する値として、固有振動数と固有振動形状とともに減衰特性が極めて重要である。減衰特性は動的実験により推定されることが多いが一般には各次モード減衰を求めるに留まり、構造材料との関係を明確にした例は少ない。

本報告では、2種の異なる歩道橋を対象として振動実験を行い、これらのモード減衰から材料減衰の値を検討した。

2 研究手法

2-1 数値モデルの作成および実験

対象構造物として国道4号線に架設されている和泉歩道橋（桁橋）と浦安市舞浜の見明川歩道橋（トラス橋）を選んだ。両歩道橋とも鋼構造、鉄筋コンクリート造の構造物である。桁橋については橋桁部分を両端ヒンジのはりとして多質点系置換法によりモデル化し、トラス橋では桁モデルに加えトラス部分を2次元でモデル化した。両歩道橋とも設計図面より質量、剛性行列を作成した。両モデルの主要な諸元を図1に示す。

実験では常時微動観測と擬似インパルス実験を行い、応答波形を速度計を用いて計測した。

2-2 減衰定数の推定

桁橋の振動実験結果より得られたモード減衰定数と各部材の減衰定数が以下のひずみエネルギー比例関係を満足すると仮定して、各部材の減衰定数を求める。

$$s_h = \frac{\sum 1/2 \cdot k_i \cdot (sX_i - sX_{i-1})^2 \cdot h_i}{\sum 1/2 \cdot k_i \cdot (sX_i - sX_{i-1})^2} \quad (1)$$

ここに、 s_h はS次のモード減衰定数、 k_i は各部材の剛性、 sX_i はS次のi点の固有モード変位、 h_i は各部材の減衰定数、 Σ はiに関する加算記号である。

トラス橋については、桁橋で得られた各部材の減衰定数を用いてモード減衰定数を求める。ただし、曲げせん断型の部材減衰と軸力型部材減衰は異なると仮定している。

3 結果と考察

3-1 桁橋

支点付近部材は支点部による影響を受け、減衰が大きいと考えるため2.0~7.0%で減衰定数を与えた。また

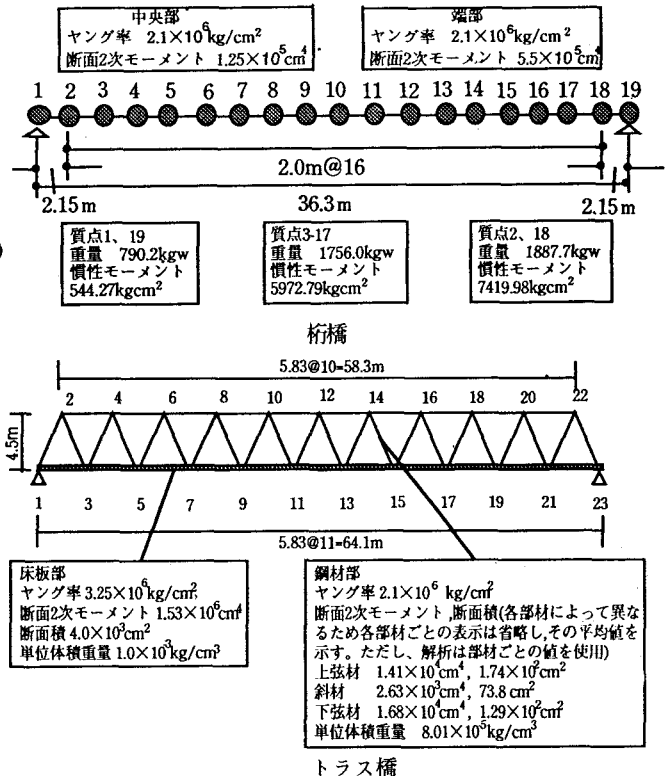


図1 解析モデル主要諸元

中央部では1.0～1.1 % の減衰定数を与えた。式（1）より求めた各次のモード減衰定数を表1に示す。推定した減衰定数を組み合わせた数値モデルの振動数応答関数と計測値を比較して図2に示す。これを見ると支点部付近部材に2.0、5.0、7.0 % の減衰定数を与えたときの数値モデルの振動数応答関数はほぼ同様な形状を示している。ピーク間の形状に計測値と違いが見られるが、数値モデルのピーク値は計測値を良く模擬している。

以上のことから、支点部付近部材には、2.0～7.0 % 程度の減衰定数を与えれば数値モデルの振動数応答関数と計測値との誤差も僅少である。

3-2 トラス橋

桁橋で得られた各部材の減衰定数をトラス橋の橋桁部に適用した。支点部付近下弦材の減衰定数を2.0～7.0 %、下弦材の減衰定数を1.0～1.1 % で与えた。また上弦材と斜材の減衰定数は0.5 % で与えた。式（1）により求めた各次の減衰定数を表2に示す。図3に、推定した減衰定数を組み合わせた数値モデルの振動数応答関数と計測値を比較して示す。これを見ると2.0、5.0 %、7.0 % の場合の数値モデルのピーク値と曲線形状は計測値と良く一致している。

以上の結果から、曲げせん断型の部材減衰は概ね妥当な値が推定されたと思われる。さらにその部材減衰を用いて推定されたトラスの上弦材と斜材の減衰定数値も妥当な値と判断される。

4 まとめ

ここで述べた手法は、今後の桁橋やトラス橋の耐震設計に有効な資料を与えるものであろう。

表1 桁橋のモード減衰定数

支点部 付近部材 減衰定数(%)	モード減衰(%)		
	1次	2次	3次
2.0	1.11	1.13	1.16
5.0	1.13	1.22	1.35
7.0	1.15	1.29	1.48

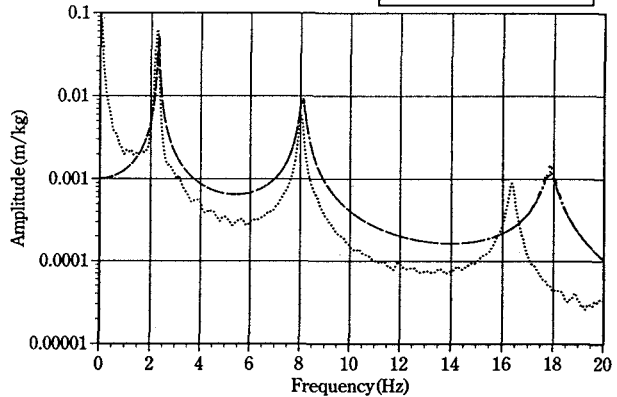


表2 トラス橋のモード減衰定数

支点部 付近部材 減衰定数(%)	モード減衰(%)		
	1次	2次	3次
2.0	0.82	0.85	0.89
5.0	0.85	0.98	1.11
7.0	0.87	1.07	1.26

図2 桁橋の振動数応答関数

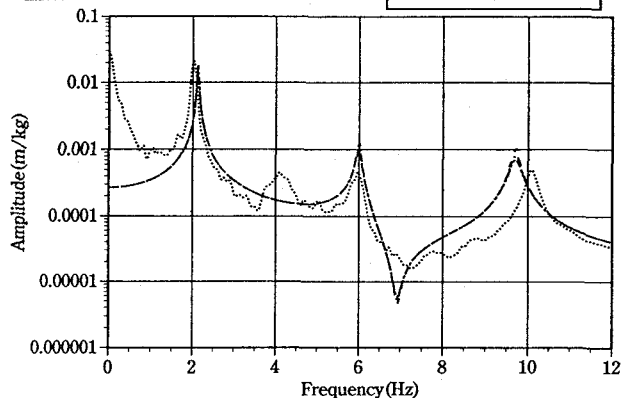


図3 トラス橋の振動数応答関数