

○ 名古屋大学 正 加藤雅史
 名古屋大学 学 佐藤正明
 名古屋大学 正 島田静雄

1. はじめに 橋梁の現地振動実験は、耐震・耐風性の検証あるいは健全度調査の一方法として、数多く行われている。振動性状のうち、特に減衰性状については、種々の要因が複雑にからみ合い、実測によるおぼろげの性状を知ることができない。そこで、橋梁の振動性状の定量化を目的とした研究の一部として、収集した実測資料から、鉛直方向の振動減衰について統計分析した結果を報告する。

我が国の橋梁で鉛直方向の振動減衰の測定値が公表されているものとして収集したデータ件数は、190橋であるが、そのうち、i)老朽化してあらず健全と考えられる橋梁 ii)上部工主材が鋼あるいはコンクリートの橋梁、iii)平面形状が極端な曲線橋や斜橋でなく直線橋とみなして、構造形式が一般的橋梁の162橋を標準的橋梁として、分析の主要対象とした。

2. 振動次数と減衰定数の関係 振動次数と減衰定数の関係は、理論的には減衰力の仮定によって異なる結果が得られるが¹⁾²⁾ 収集データの中で、同一橋梁について複数の振動次数データのあるものをプロットすると、図-1のようである。この図でもその傾向は様々で、橋梁の形式等の特性による傾向もみられない。また減衰定数の算定の際の誤差も相当考えられることから、通常の振動実験においては、減衰定数は振動次数に対してほぼ一定とみなすことができる。そこで以下の分析には、複数の減衰定数の値の得られている橋梁は、特定の値を除いた平均値を代表値として用いる。

3. 支間長および基本振動数と減衰定数の関係 支間長と減衰定数の関係を図-2に示す。減衰定数は、ほぼ0.003~0.06の間にあり、従来から言われるように、短支間の橋梁ではバラツキが大きく、長支間になるほど小さな一定値に近づいている。また、基本振動数と減衰定数の関係を図-3に示すが、基本振動数が高くなると減衰定数は大きな値となりバラツキも大となる。しかしこのことは、支間長と基本振動数との間に強い相関性があることから当然とも言え、表-1の相関係数の値からも明らかである。最小2乗法によって関係式を求めると支間長と基本振動数は(1)式、支間長と減衰定数は(2)式のようなものである。

$$F = 86.65 \cdot L^{-0.887} \quad (1)$$

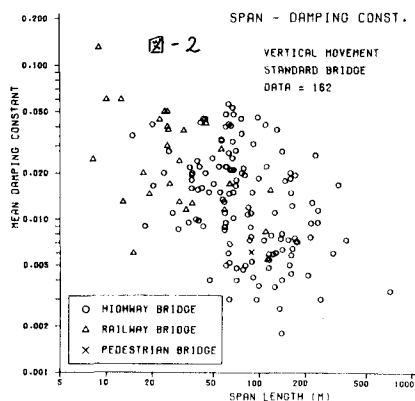
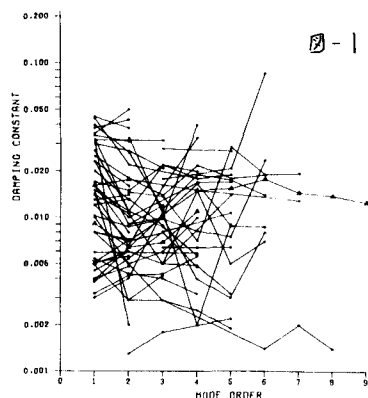
$$\eta = \frac{0.12}{\sqrt{L}} \quad (2)$$

ここで F : Hz, L : m (1)式の決定係数が0.80であるのに対し、(2)式は0.23と低く、減衰定数が支間長で代表される要因以外のものに、大きく影響されていることが、想像される。

表-1

	単純相関係数		偏相関係数
	$\log L$	$\log F$	$\log L$
$\log \eta$	-0.4834	0.4401	0.0657
$\log F$	-0.8946		$\log F$ の影響を除いた

η : 減衰定数
 F : 基本振動数
 L : 支間長



4. 上部工特性と減衰定数の関係 橋梁の目的別分類および上部工の形式による分類別に、各カテゴリーについて計算した単独相関係数、偏相関係数を表-2に示す。また支間長以外にも各分類別の影響を除去した偏相関係分析の結果を表-3に示す。表-3では有蓋性の認められる分類は、その高い順に左から並べてある。表-2、3に基づいて、収集データの各形式による減衰定数の相違を表-4に示す。これより、次の点が認められる。

- i) 目的別分類は、支間長の影響を除去すると、相関性があまりみられなくなり、減衰定数を規定する要因とは考えられない。
- ii) 主材別分類は相関性が高く、RC造、PC造、S造の順に減衰定数は小さな値を示す。
- iii) 構造形式別分類が最も相関性が高い。減衰定数の値からみると、構造形式は、①桁・トラス ②ランガ桁・ローゼ桁・アーチ ③吊橋・斜張橋の3つタイプに分類され、支間長つ違いの影響を除いても、この順に減衰定数の値は小さくなる。
- iv) 上部工支持形式別分類については、ゲルバー桁の減衰が小さいと言われるが、ここではその特性が明確でない。
- v) 床版別分類にも相関性が認められる。RC床版、床版なしに対し、鋼床版の減衰定数は小さな値を示す。これは、床版と桁との間の摩擦の有無と、質量の大小の関係を示しているものと考えられる。

5. その他の要因との関係 上記以外の要因としては、下部工特性、地盤特性等が考えられる。水平方向の振動減衰については、橋脚長との関係を分析した例も示されているが、鉛直方向については、橋脚特性との相関性はみられなかった。また、地盤特性については、ラーメン構造などで相関性が強いと言われるが、収集データ上の制約もあってその他の構造についてはあまり明確でなかった。

尚、減衰定数は測定上での誤差も相当大きいため、その値を比較するにあたっては、測定法の違いにも十分な注意を要する。

(参考文献)

- 1)小西・山田：土木学会論Vol.41 No.2 PP49~53
- 2)伊藤・片山：土木学会論文集 No.117 PP12~22
- 3)栗林・岩崎：土木研究所報告 No.139 PP63~165

表-3 減衰定数と各形式の偏相関係分析

影響を除去した変数	有蓋性の認められる分類
支間長・目的別	構造形式別・床版別・主材別
支間長・主材別	構造形式別・床版別
支間長・構造形式別	主材別・床版別
支間長・主材別・構造形式別	———

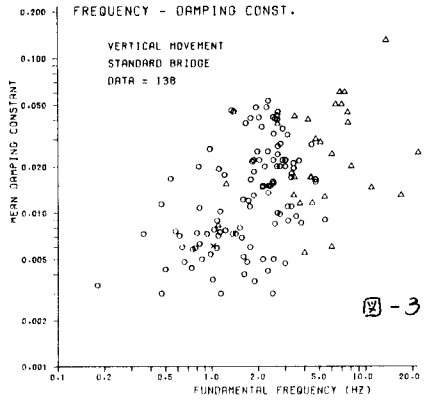


図-3

表-2

目的別	単独相関係数	偏相関係数				
		r	log r	r	r	log r
目的別	道路橋	-0.291	-0.260	-0.215		
	鉄道橋	0.308	0.281	0.233		
	人道橋					
主材別	S 造	-0.269	-0.219	-0.241	(-)	(-)
	RC 造	0.295	0.166	0.262		
	PC 造	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
構造形式別	桁	0.226	0.270	(+)		
	トラス	0.155	0.188	0.155	0.294	0.235
	ランガ・ローゼ					
	アーチ					
	吊橋	-0.237	-0.306	(-)	(-)	(-)
	斜張橋	-0.181	-0.228		(-)	
上部工支持形式別	単 独					
	連 続					
床版別	有ヒンジ		(+)			(+)
	RC床版	(+)	(+)	(+)	0.174	(+)
	鋼床版	-0.167	-0.227	(-)		(-)
影響を除去した変数	床版なし				(-)	
				L	1/L	log L

r: 減衰定数 L: 支間長

表-4 各形式による減衰定数の相違

道路橋・鉄道橋 L=99.8		0.0191			
鋼 橋 L=95.0	0.0170	桁・トラス L=60.2	0.0222	RC床版 L=72.9	0.0176
		ランガ・ローゼ・アーチ L=87.1	0.0156	鋼床版 L=154.7	0.0105
		吊橋・斜張橋 L=125.7	0.0077	床版なし L=30.3	0.0185
コンクリート橋 L=68.2	0.0281	R C 橋 L=40.0	0.0389	L: 平均支間長 (m)	
		P C 橋 L=77.8	0.0237		