

九州東海大学	正	加藤雅史
中部復建(株)	正	田中信治
名古屋大学大学院	学	鈴木森晶
(株)朝日住建		高寺伸明

### 1. まえがき

橋梁の減衰特性は、その振動性状を左右する大きな要因の1つであり、耐震安全性や耐風安定性など様々な面から重要な振動特性である。道路橋の減衰特性については、伊藤・片山<sup>1)</sup>、栗林・岩崎<sup>2)</sup>、筆者ら<sup>3)</sup>、川島ら<sup>4)</sup>によって統計的にもある程度明かとなってきている。しかし、歩道橋については、その振動が歩行者に与える振動感覚の面から減衰特性が重要であるが、減衰定数の実測例は少ない。そこで、支間長28~54mの一般的な構造形式である桁橋20橋の歩道橋での振動測定データから減衰定数を算定し整理したので、以下に述べる。

### 2. 減衰定数の算定方法

対象とした歩道橋では、振動計を支間1/4、1/2、3/4点に設置し、人が歩行または走行する人力加振、衝撃加振機や砂袋落下あるいは人がジャンプする衝撃加振を組み合わせる複数回実施した。そして、その振動測定データから減衰定数を算定した。算定方法としては、①減衰自由振動波形から求める方法、②スペクトル解析結果から求める方法、の2種類を用いた。①では、加振後の減衰自由振動部分の波形を用いた。この波形に含まれる対象とする固有振動以外の振動数成分を除去するためにバンドパスフィルタを用い、得られた減衰自由振動波形の振幅から算定した。この際に、1波ごとの振幅から算定する方法や波形の山の包絡線を求めて算定する方法などもあるが、ここでは波形から10波の複数組を取り出し、この10波ごとの振幅から算定する方法を用いた。②では、加振時測定データをスペクトル解析し、パワースペクトルデータから近似パワースペクトル曲線を計算した。これに Half-Power-Methodを適用し、更に解析手法上の誤差を補正する減衰定数補正式で補正を加えた<sup>5)</sup>。

### 3. 算定結果

それぞれの歩道橋で、各測定ごと各測定点ごとに算定した減衰定数を、特異な値を除いて2種類の算定方法ごとに平均値を求めた。その結果の1次および2次固有振動の減衰定数を表-1に示す。表-1より全体として次の点が認められる。

- 1)減衰自由振動波形より求めた値とスペクトル解析結果より求めた値を比較すると、それほど差はなくほぼ同一の減衰定数となっている。
  - 2)1次固有振動と2次固有振動の減衰定数の値はほぼ一致しており、振動次数による差は見られない。
- なお、歩道橋No.17とNo.18の減衰自由振動波形から求めた減衰定数は、波形が Beatingをおこしていたために大きな値となったと考えられ、参考値として扱うこととした。

### 4. 構造形式と減衰定数の関係

表-1において、2種類の算定方法による値にそれほど差がないことから、両者を平均して1次固有振動の減衰定数を求め、これを構造形式によって分類した。その結果を表-2に示すが、これより以下の点が認められる。

- 1)横断歩道橋では、標準設計I桁、鋼床版箱桁とも減衰定数は0.002~0.005程度である。
- 2)鋼床版I桁の人道橋では、減衰定数は0.006~0.010程度である。
- 3)遊歩道橋、側道橋のRC床版を有する桁では、減衰定数は0.006~0.022の範囲にあるが、1橋を除いて0.02程度である。

5. まとめ

ここでは、20橋と少ないデータによる分析結果であり、明確なことは言えない。しかし以上より、一般の横断歩道橋の減衰定数は小さく、道路橋と同じような橋台を有する人道橋、遊歩道橋、側道橋の減衰定数の方が大きな値である。特にRC床版を有する場合には減衰定数の値はかなり大きいようである。

ただし、RC床版を有する鋼桁で減衰定数が0.02程度というのは、値が少し大きすぎるようにも思われる。これは加振による振動振幅が小さいため、良好な減衰自由振動波形が得られず、ノイズ等による誤差も考えられるため、更に実測を多く行う必要があるだろう。

表-1 減衰定数の算定結果

No.	構造形式	最大支間長(m)	1次固有振動			2次固有振動		
			振動数(Hz)	減衰定数①	減衰定数②	振動数(Hz)	減衰定数①	減衰定数②
1	単純鋼床版I桁	41.50	2.17	0.002	.....	7.87	.....	.....
2	単純鋼床版I桁	43.50	1.99	0.003	0.007	7.29	0.003	.....
3	単純鋼床版I桁	42.20	2.07	0.003	0.003	7.75	0.006	0.004
4	単純鋼床版I桁	40.86	2.27	0.001	0.004	8.22	.....	.....
5	2径間連続鋼床版箱桁	32.00	3.40	.....	0.004	4.95	.....	0.005
6	3径間連続鋼床版箱桁	27.80	4.44	0.003	0.003	5.58	.....	0.003
7	単純鋼床版箱桁	42.00	2.81	0.002	.....	.....	.....	.....
8	単純鋼床版I桁 (門型形状)	28.00	2.97	0.007	0.009	7.50	0.006	0.007
9	単純鋼床版箱桁 (アーチ形状)	31.50	5.25	0.014	0.012	9.29	0.016	0.010
10	単純鋼床版I桁	36.80	3.46	0.014	0.005	7.81	0.003	0.002
11	単純鋼床版I桁	32.14	3.48	0.009	0.009	9.55	0.007	0.004
12	3径間連続鋼床版I桁	32.36	2.62	0.008	0.005	3.92	.....	0.010
13	単純鋼床版箱桁	54.30	1.65	0.006	.....	5.08	0.006	.....
14	単純鋼床版箱桁 (アーチ形状)	42.30	6.48	0.015	0.015	13.40	0.027	0.027
15	鋼床版箱桁固定アーチ	46.95	6.95	0.008	0.006	8.11	0.055	0.006
16	単純合成鋼箱桁	48.55	1.48	0.019	0.020	5.08	0.011	0.008
17	単純非合成版桁	30.13	3.31	(0.034)	0.022	.....	.....	.....
18	単純非合成版桁	31.38	3.25	(0.048)	0.018	.....	.....	.....
19	3径間連続合成版桁	46.00	1.87	0.005	0.006	3.85	.....	0.006
20	4径間連続合成版桁	40.75	2.43	.....	0.020	2.95	.....	0.014

注) 減衰定数①は減衰自由振動波形による値、②はスペクトル解析結果による値を示す。

参考文献

- 1)伊藤・片山：橋梁の振動減衰、土木学会論文集、No.117、1965.5.
- 2)栗林・岩崎：橋梁の耐震設計に関する研究(Ⅲ)、土木研究所報告、No.401、1971.2.
- 3)加藤・島田：橋梁実測振動特性の統計解析、土木学会論文報告集、No.311、1981.7.
- 4)川島ら：斜張橋の耐震性に関する研究(その1)、土木研究所資料、No.2388、1986.6.
- 5)加藤ら：PC橋梁の破壊に伴う振動性状の変化に関する実験的研究、土木学会論文報告集、No.341、1984.1.

表-2 構造形式と1次減衰定数の関係

構造形式		歩道橋No.	1次減衰定数	減衰定数の範囲
横断歩道橋	標準設計I桁	1	0.002	0.002   0.005
		2	0.005	
		3	0.003	
		4	0.003	
	鋼床版箱桁	5	0.004	0.002   0.004
		6	0.003	
		7	0.002	
人道橋	鋼床版I桁	10	0.010	0.006   0.010
		11	0.009	
		12	0.007	
		13	0.006	
遊歩道橋	RC床版鋼箱桁	16	0.020	0.006   0.022
側道橋	RC床版版桁	17	0.022	
		18	0.018	
		19	0.006	
		20	0.020	