

北陸地方の河川に架かる側道橋の振動実態調査

金沢大学工学部 正会員 梶川 康男
金沢大学工学部 学生員 吉川 裕晃
金沢大学大学院 学生員 深田 宰史

1. はじめに

河川に架かる古い道路橋は、車道部の幅員が狭く、歩道部はなく、歩行者を安全に通行させるために歩道橋を設置していることが多い。この種の歩道橋は道路橋に支間長を合わせるため、一般に歩道橋としては支間長が大きくなり、設計荷重との関係から非常にスレンダーな構造となる。そのため、固有振動数が低くなり、ときどき歩行者の通行中に歩調との共振により比較的容易に大きな振動が発生することがある。

そこで、歩道橋の剛性に関する設計条項は現行（1979年制定）の立体横断施設技術基準でつぎのように規定されており、横断歩道橋以外の歩道橋についてもこの基準を準拠し、適用しているのが現状である。

2-12 たわみ；活荷重(350kgf/m²)による主桁の最大たわみは、主桁の支間長の1/600 以下。ただし、利用者への影響について特に配慮を加えた場合は、主桁の支間長の1/600 以下まで緩和できる。

2-13 振動 ；活荷重による主桁の振動は、利用者に不快感を与えないものでなければならない。

ところが、その後、歩道橋の標準設計や基準の解説に、「主桁のたわみ振動の固有振動数は平均歩調 2Hz 前後(1.5-2.3Hz) にならないように」と指示され、かなりの負担を設計実務者にかけている。一方、各国で斬新なデザインの歩道橋が多く建設され、やはり振動が問題になっており、具体的な振動照査方法が示されている。それらに比べて、歩調の範囲を避けるという基準はあまりに時代遅れであるように言われている。

そこで、歩道橋の振動使用性に対する照査方法をもう一度見直し、検討するために支間長の大きい歩道橋の振動の実態を調査することとした。まず最初に、北陸地方の河川に架かる側道橋について調べた。

2. 歩道橋振動の測定と解析の概要

従来から測定してきた北陸地方の歩道橋のうちから、河川に架かる比較的大規模な側道橋でしかも鋼桁形式の1 2 橋（表－1 参照）を選んだ。実験予定の歩道橋に到着すると、まず測定計器と測定車（キャスター付手押車にアンプとコンピュータを積載）の配置を確認し、変位計測用振動計とサーボ型加速度計（積分回路を用いて振動速度と振動変位も出力可能）を各径間の測点に配置、必要なコード類を配線して、増幅アンプに接続し、データ処理用コンピュータを起動させて測定開始となる。一般の通行者がいない時に、まず適当な加振点において、2 人が椅子から同時に飛び下りることによって人力による衝撃加振実験を行った。その代表的な振動結果をその場で即座にFFT によるスペクトル解析をして、卓越する振動数を求めた（図－1 参照）。そして、その振動数前後のピッチ音（カセットテープに録音）を聞きながら2 人が歩調を合わせて歩行（一部の橋では走行）をする実験を行った。連続形式の場合は他の振動モードについても行った。そして、少し歩調を変えるなどして十分に大きく振動し、満足のいく波形が記録ができたことを確認して、実験を終了した。

表－1 調査対象とした歩道橋

歩道橋名	形式	スパン (m)	桁 高 (m)	固有振動数 (Hz)	減衰定数
常願寺川橋	単純箱桁 (鋼床版)	60	2.15	1.9	0.0150
大日橋 (3径間連続桁橋)	鋼箱桁 (鋼床版)	62+62+62	2.2	1.5 2.8	0.0264 0.0151
落合橋 (3径間連続桁橋)	鋼箱桁 (鋼床版)	52+66+52	最小1.4	1.5 2.9	0.0314 0.0232
雄神橋	単純箱桁 (鋼床版)	61	1.8	1.7	0.0153
高岡大橋	単純鋼I 桁 (RC床版)	63	1.6	1.6	0.0301
手取川橋	単純箱桁 (鋼床版)	50	1.5	2.1	0.0237
小松大橋 (3径間連続桁橋)	鋼I 桁 (RC床版)	24+31+24	最小0.8	2.5	0.0142
鳴鹿橋 (2径間連続桁橋)	鋼箱桁 (鋼床版)	66+66	1.4	1.3 1.9	0.0221 0.0175
五松橋	単純鋼I 桁 (RC床版)	39	1.6	2.2	0.0187
木田橋	単純箱桁 (鋼床版)	45	1.1	2.1	0.0228
明治橋	単純鋼I 桁 (RC床版)	47	1.95	2.2	0.0229
九原竜橋	単純箱桁 (鋼床版)	58	1.4	1.3	0.0337

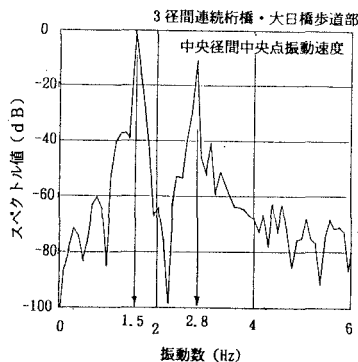


図-1 衝撃試験時のスペクトル

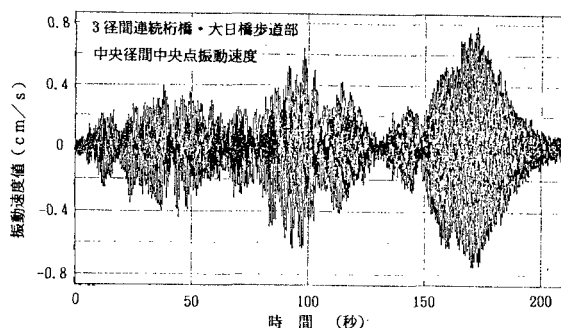


図-2 共振歩調による歩行試験時の振動波形

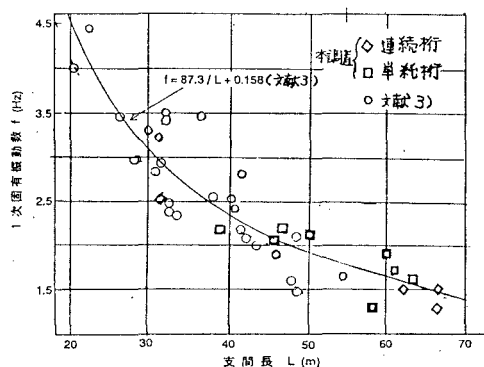


図-3 支間長と振動数の関係

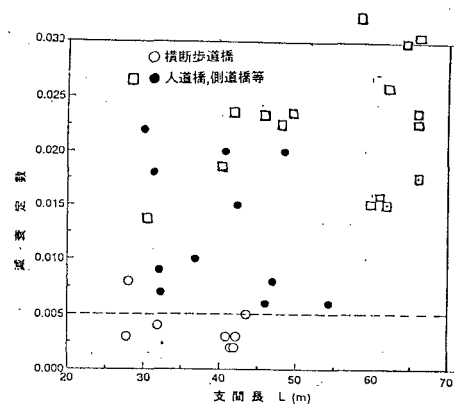


図-4 支間長と減衰定数の関係

なお、本格的なデータ処理としては、衝撃加振の実験結果から卓越振動数と振動モード・減衰定数などを求め、振動振幅については歩行実験の結果(図-2 参照)から求めた。

3. 歩道橋の振動の実態

振動数と減衰定数については、文献3)を参考にして本調査分を加えて図-3と図-4に示した。図-3によると、河川に架かる支間の大きい範囲を加えても振動数と支間長の関係は特別に変化はなく同様の傾向にある。また、今回調査分の減衰定数は1.5-3.5%の範囲にあり、特に支間長が50mを越える範囲でやや大きい。つぎに、振動振幅については、2人の共振歩調加振による歩行試験と走行試験の振幅のうち、各測点のうち最大の振動加速度値を図-5に横軸を振動数として示した。走行試験時には非常に大きな振幅となっているが、歩行時にはほとんどがカナダのOntario codeやWheelerとKajikawaの基準以内にあることがわかり、河川歩道橋であることもあって特に振動に対する苦情は出ていない。

<参考文献> 1) 田中・加藤・鈴木：河川歩道橋の設計と実測に基づく振動特性の検討，構造工学論文集，Vol. 37A, 1991. 2) 梶川・加藤：歩道橋の振動と使用性設計，振動制御コロキウム講演論文集，1991.

3) 田中信治：歩道橋の振動特性と使用性設計手法に関する研究，名古屋大学提出学位論文，1994.

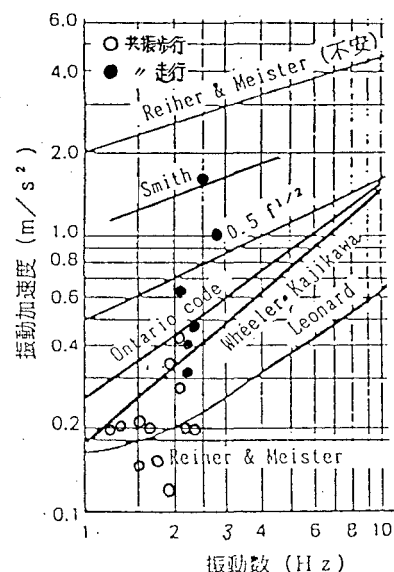


図-5 各橋の最大振幅値と各規準