

I-359 支間40mを超える歩道橋の振動調査

（その2）不快固有振動数に着目して

○ 中部復建棟 正 田中信治
名古屋大学 正 加藤雅史
名古屋大学大学院 学 鈴木森晶

1. まえがき

昭和54年に立体横断施設技術基準〔以下基準と略す〕が発刊され、はじめて公的文書に横断歩道橋を設計するにおいて、歩行者に不快感を与える固有振動数を避けることが明記された。そして10年以上経過した今日でもこの振動数を避けるため、設計段階においていろいろ悩まされているのが実状である。

筆者らは、今までに幾つかの歩道橋の振動測定と解析および検討を行ってきた¹⁾²⁾。そこで今回はこれら実測してきた歩道橋の中で不快固有振動数に入ってしまった3橋（A、B、C橋）について、不快振動に対する検討を行ったので以下に報告する。

2. 対象橋梁

いろいろなタイプの歩道橋の振動測定をした結果、1次の面内固有振動数が不快固有振動数（1.5Hz～2.3Hz）に入ってしまった3橋の歩道橋の諸元を表-1に示す。また表-1には測定結果と設計値も示す。なおA、B橋はともに基準設定以後に架けられた比較的新しい橋梁であり、C橋は基準が発刊される以前のものである。

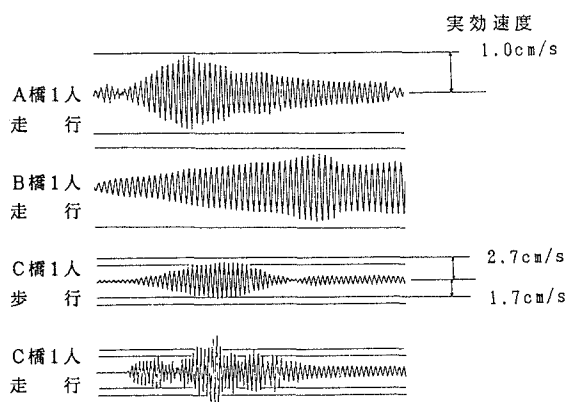
表-1 対象橋梁の諸元

	形式	スパン (m)	有効幅員 (m)	実測値 (Hz)	設計値 (Hz)
A	3径間連続鋼箱桁	46.00	2.50	1.88	1.47
B	単純鋼床版箱桁	49.50	4.00	1.66	1.29
C	単純鋼板桁	42.20	1.50	2.07	1.96

3. 不快振動の調査

不快固有振動を持つ歩道橋が即、歩行者に不快感を与える歩道橋ではない。このことは基準にも触れられており、文献3)に詳述されている。この文献によれば、歩行者が不快感を感じ始めるのは活荷重による応答速度の実効値が0.42cm/sを越えたときで、これ以下にすることが望ましく、歩行者の最頻歩調による応答速度の実効値が1.7cm/sを越えると多くの人が不快と感ずるとされ、2.7cm/sを越えるとはほとんどの人がおおいに歩きづらいつと感じるとされている。そして最頻歩調と共振歩調の両方から照査がされており応答速度の最大実効値を1.7cm/s以下にすることが望ましいとされている。これに従うとA橋とB橋は実行速度は最大でも1.0cm/s以下でありこの範囲内に収まっている（図-1参照）。従って不快固有振動数については基準を満足していなくても不快感を与えるとは考えられない。実際に測定をしていてもこれら2橋についてはこれといって不快感は感じられなかった。

図-1 3橋の振動波形



そこで問題になるのがC橋である。これは不快固有振動数はもちろんのこと、図-1に示すように応答速度の実効値についても、基準を大きく上回っており何等かの対策が必要である。実際に測定をしていても1人が歩行しただけで心理的不快感は大きかった。このことは筆者だけでなく測定をしていた測定員全員の共通の意見であった

4. 不快振動の対策の検討

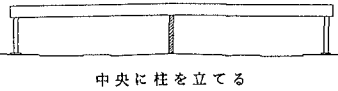
先に述べたがC橋に関しては早急になんらかの対策が必要になってくる。そこでC橋に限らず、こういった歩道橋について、対策方法として考えられる例を図-2に示す。対策方法の中にはプレストレスを与えることも考えられるが、主桁自体の許容値に余裕がないこと、維持管理面で弱点となることから今回は考えないこととした。図-2の中には周辺の物理的制約などにより実際に実現可能かどうかが問題になる場合もあるが、この4つの例について検討した。

1) 中央に柱(橋脚)を立てる。

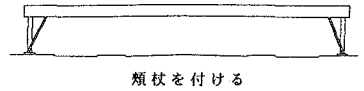
2) 手すりを大型にして断面二次モーメントを大きくする。

3) 頬杖を付ける。

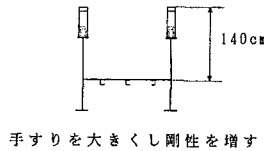
4) 両脇にアーチを造り上から吊る。



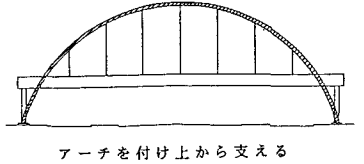
中央に柱を立てる



頬杖を付ける



手すりを大きくし剛性を増す



アーチを付け上から支える

図-2 対策工法

上記の例を固有値解析した結果を表-2に示す。これより判断できることはまず1)の場合については確実に固有振動数は基準を満足することが出来る、同時に振幅についても満足すると思われる。

2)については既設構造物を補強するケースとなり主要部材の強度を考慮すると、あまり大きなものは付けられない。従って現在使用されている手すりの替わりに一般に使用されているものより多少大きなものにして、通常設置されている手すりよりも20cm程度高い位置(路床面より140cmの高さ)に設置して解析した。しかしこの程度では固有振動数を期待できるほど高くすることはできない。

3)の場合は最も設置が簡単で、しかも道路の建築限界を侵すことも少なく先に示した対策例の中では最も有効であろう。

最後に4)の場合であるが、固有値解析の結果だけに限れば基準を満足している、しかし図-2に示したように構造物として大きくなりすぎる可能性がある。

表-2 対策に対する固有値解析結果

	1次		2次	
	振動数	モード	振動数	モード
実測値	2.07 Hz		7.76 Hz	
1) 柱	7.92 Hz		12.41 Hz	
2) 断面	2.43 Hz		9.59 Hz	
3) 頬杖	3.97 Hz		11.16 Hz	
4) アーチ	3.42 Hz		3.85 Hz	

5. 結語

1) 実測によって不快固有振動数をもつ歩道橋でも、A橋やB橋のように歩行者に不快感を与えるような挙動を示さない歩道橋もある。

2) 1次または2次の固有振動数が不快固有振動数の間に入ってしまうのは、スパンが40m前後の歩道橋が多い。そういった場合には、なんらかの方法でスパンを短かくするのが有効な対策手法である。

参考文献

- 1) 田中、加藤：歩道橋の固有値解析と測定値の比較，第44回土木学会講演概要集I(1989)
- 2) 田中、加藤：歩道橋の固有振動数の測定と解析による検討，構造工学論文集Vol.36A(1990)
- 3) 梶川：振動感覚を考慮した歩道橋の使用性照査法に関する考察，土木学会論文報告集，No.325(1984)