

I-358 支間40mを越える歩道橋の振動調査

(その1) 支承の挙動に着目して

○ 名古屋大学大学院 学 鈴木 森 晶
名古屋大学 正 加藤 雅 史
中部復建協 正 田 中 信 治

1. まえがき

歩道橋は主に人間が直接歩く構造物であり、道路橋などよりも使用性については厳しい基準が設けられている。支間が40mを越えるような大型の歩道橋については、設計の段階では道路橋示方書に基づいて設計するのであるが、振動照査の時には歩道橋の基準に基づくということが行われることが多い。しかしこのような歩道橋は、地震の時などを除いた通常の使用状態、すなわち人間が歩いた程度ではほとんど揺れない場合も多くある。したがって、設計時における振動照査について、より実際の歩道橋の挙動に基づいた方法を検討することが合理的であると考えられる。

設計時に固有振動数を算定するわけであるが、その際、筆者ら¹⁾も提案しているように断面諸量の求め方が大きな要因となるが、この他に支承条件も大きな要素であると考えられる。そこで本文では、固有振動測定を行うと同時に支承の部分の挙動の測定を行い、そこから考えられ得る支承条件を推定し、さらに支承条件の相違による固有振動数の変化について検討を加えたので、ここに報告する。

2. 振動測定

対象とした歩道橋は、支間40m以上の桁橋で、支承の部分に変位計が設置しやすいという条件から表-1の3橋とした。このうち歩道橋③のみアーチ形状をしている。振動測定の方法としては、砂袋等を落とす衝撃加振法を用い、歩道橋の1/4、1/2、3/4点に加速度計を置いて加速度波形を測定した。また、同時に支承部分に図-1のように変位計を設置し、支承部の橋軸方向および回転の変位波形を測定した²⁾。加速度波形データをスペクトル解析して得られた固有振動数は表-1の実測値の欄のようである。

3. 振動波形

測定により得られた支承部分の振動波形を図-2に示す。図中の上の波形が支承部分の橋軸方向の振動波形、下の波形が支承部分の回転方向の振動波形である。またこれらの波形はいずれも可動支承側での波形の例である。この図より、3橋とも回転方向には衝撃加振による自由減衰振動が見られるが、橋軸方向についてはほとんど振動が見られない。これより設計上は固定支承(以下固定)・可動支承(以下可動)であっても実際に

表-1 対象橋梁の諸元及び固有振動数

No	形 式	スパン (m)	有効幅員 (m)	固有振動数(Hz)	
				実測値	解析値
①	単純合成箱桁 RC床版	48.55	3.00	F1=1.48	F1=1.63
②	単純鋼箱桁 鋼床版	49.50	4.00	F1=1.65	F1=1.64
③	単純鋼箱桁 アーチ形状	42.30	4.00	F1=2.76 F2=6.04	F1=1.34 F2=5.56

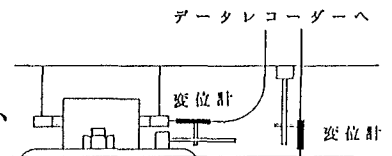


図-1 変位計設置位置

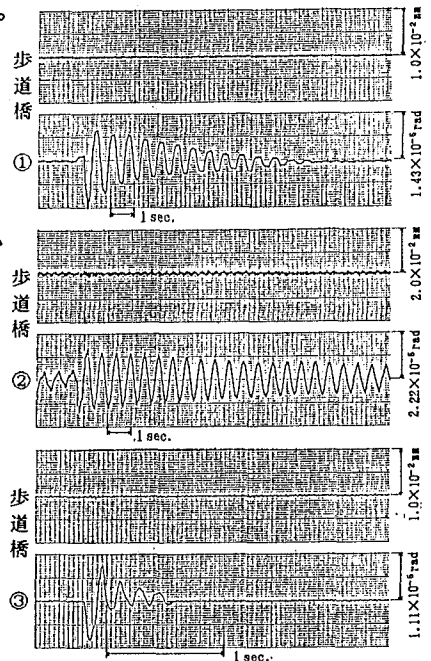


図-2 振動波形

は固定・固定のような挙動を示していると判断できる。

また自由減衰振動の波形から読み取れる振動数は歩道橋①、②では1次固有振動数と一致し、歩道橋③では2次固有振動数とほぼ一致している。

4. 支承条件と固有振動数の関係

3橋について設計通りの支承条件で固有値解析した結果も表-1に示してあるが、歩道橋①、②は実測値とほぼ一致しているものの、歩道橋③では1次固有振動数が異なっており2次固有振動数は実測値に近い値となっている。

そこで支承条件がどの程度固有振動数に影響を与えるかを考えることにする。一般に歩道橋①、②のように直線の梁の形状をしている場合には、支承が回転するかしないかが固有振動数に影響し、橋軸方向に可動か固定かはほとんど影響しない。したがって、歩道橋①、②の支承が実測されたように回転のみで橋軸方向に動かなくても固定・可動の解析値と実測値はほぼ一致してくる。

しかし、歩道橋③のようにアーチ形状をしている場合には事情が異なると考えられ、アーチライズと固有振動数の関係を求めた。実在する支間40mの単純梁の歩道橋の断面諸量を用い、アーチライズを変化させ、表-2のような8ケースの支承条件について解析した。1次固有振動数の結果を図-3に示す。これより、わずかにアーチライズを変化させただけでも、1次固有振動数に関して大きな変化がみられる場合があり、支承が橋軸方向に固定・可動の形式か、固定・固定の形式か、という条件で固有振動数がほぼ決定されることがわかる。また、2次固有振動数については結果は省略するが、逆に橋軸方向に固定・可動か固定・固定かはほとんど影響せず、支承が回転するかしないかが影響を与える。

歩道橋③の支承が測定時に橋軸方向にはほとんど動かず、2次固有振動数で回転したことを、上記の結果と合わせてみると、次のように考えることができる。1次固有振動数は支承が橋軸方向にほとんど動かないために解析値と実測値が大きく異なる。しかし、2次固有振動数は支承が橋軸方向にほとんど動かなくても回転するために解析値と実測値がほぼ一致している。

以上のように、支承が設計条件ではなく実際にどのような挙動をするかが固有振動数に影響し、歩道橋の固有振動数が不快振動数範囲(1.5~2.3Hz)に入るか否かにも大きな要因となることが判明した。

参考文献

- 1) 田中ら：歩道橋の固有値解析と測定値の比較、土木学会第44回年次学術講演会 (第1部)
- 2) 藤澤ら：連続箱桁橋の振動実験時の支承の挙動について、土木学会第39回年次学術講演会 (第1部)

表-2 解析用支承条件

	固定支承・固定支承 (F・F)	固定支承・可動支承 (F・M)	可動支承・可動支承 (M・M)
回転固定 2 個			
回転固定 1 個			
回転固定 無し			

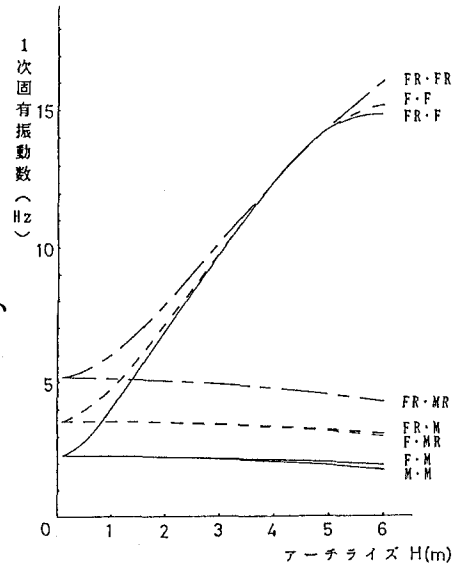


図-3 アーチライズと1次固有振動数の関係