

## I-8

## 各種橋梁の振動実測と解析

岩手大学工学部 学生員 菅原 透 正員 宮本 裕  
 日本大学工学部 正員 五郎丸英博  
 岩手大学工学部 正員 岩崎 正二 正員 出戸 秀明

## 1. まえがき

橋は交通路の拡大に必要不可欠のものである。形式にも様々なものがあるが挙動も形式、設計基準により異なってくる。ここでは橋の挙動のうち、動的な挙動である振動について述べる。橋が振動した場合の固有振動数は理論的に解析算出されるが桁の形式、材料により、解析値と合わない場合がある。そこで実測も行なって比較検討する。

## 2. 実測と解析

今回測定した橋は、盛岡市近郊にある5つの橋で、歩道橋2橋を含む。表1に今回実測した橋の仕様を示す。加速度計の設置は図1に示す矢印点とし、上下方向の振動を対象に測定する。加振条件は道路橋の場合、大型車を対象とし、車両通過後の自由振動を測定する。歩道橋は学生に走ってもらい、加振終了後測定する。

表1 測定した橋の概要

| 橋名   | 橋形式     | 支承条件  | 主桁材料 | スパン<br>m | 全幅<br>m | 死荷重<br>t/m | 用途  |
|------|---------|-------|------|----------|---------|------------|-----|
| 夕顔瀬橋 | ゲルバートラス | 2径間   | 鋼    | 48.00    | 18.50   | 10.00      | 道路橋 |
| みつや橋 | 斜張橋     | 2径間   | PC   | 43.50    | 4.60    | 5.39       | 歩道橋 |
| 太田橋  | PC箱     | 3径間連続 | PC   | 59.00    | 21.50   | 25.54      | 道路橋 |
| しだ内橋 | コンクリート  | 1径間   | 鋼    | 105.90   | 5.00    | 5.00       | 歩道橋 |
| 繫大橋  | 鋼箱桁     | 3径間連続 | 鋼    | 62.6     | 13.5    | 13.77      | 道路橋 |



図1 各橋の加速度計設置点と解析モデル

図2に各橋の(図1の太い矢印点)振動波形と<sup>2)</sup>パワースペクトルを示す。連続桁と斜張橋は複数次の振動が現れ、複雑になる。ゲルバートラスは張り出しトラスと単純トラスで支間の長さが違うが、共に同じ固有振動数が現れた。歩道橋は2橋とも歩行周期と同調し、応答加速度が荷重に比べて大きく現れた。

各橋のある時間での実際の動きを図4に示す(床版部のみ、パソコン上で変位のリアルタイム出力を行い評価)。連続桁では時刻により径間同士の変位関係は崩れる。斜張橋はどの時刻をとっても左右の桁の

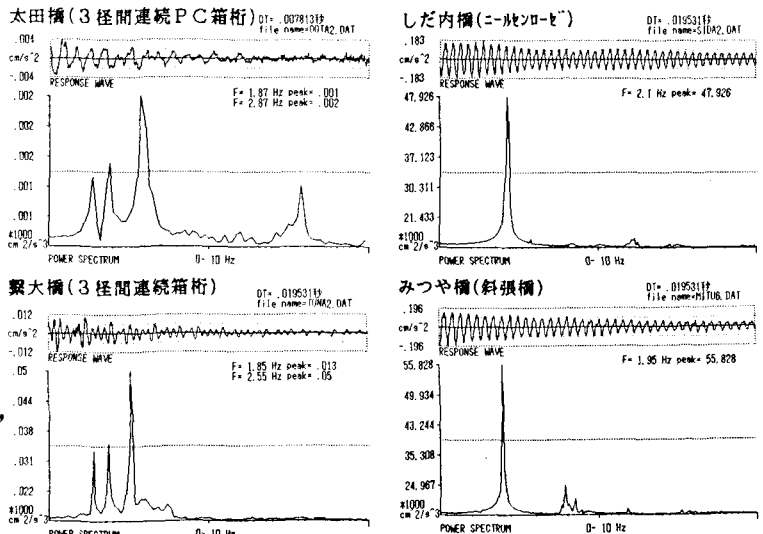


図2 各橋の減衰振動波形とパワースペクトル

変位に関連性がある。ニルセンロ-ゼの変位は不明瞭になった。

各橋の解析モデルを図1とし、多質点多自由度系構造物として解析<sup>1)</sup>を行なった結果と実測結果をまとめると表2のようになる。太田橋の減衰定数が他の橋に比べて高いが、その原因は弾性支承になっているからである。実測値と解析値の差が大きいものは、ヤング係数、断面2次モーメントを再検討して再解析を行なった。箱桁、PC橋共、設計よりも剛性が高いようである。

夕顔瀬橋では、張り出しトラスと単純トラスを独立解析した場合と、一体として解析にした場合について比較した。独立解析の場合張り出しトラスの固有1次振動数は2.97Hz、単純トラスは5.82Hzとなったが、一体解析の場合の3.02Hzと比較すると、一体解析のほうがよい結果となった。

### 3. あとがき

一般的には計算書から拾った断面値を使つて計算すると妥当な結果が得られはざであるが、今回の結果では閉断面となる箱桁の場合はIを50%高く、PC橋の場合はコンクリートのEを20%高く見積ることで解析値と実測値がよく合うことがわかった。

又、新たな問題として歩道橋の歩行時共振があげられる。歩道橋のたわみ固有振動数を歩調域の2Hz前後にならないようにする規定があるが<sup>3)</sup>、歩道橋の規模自体がが2Hz前後に振動ピークを発生してしまうので対策が難しく、今回測定した歩道橋は2橋共に2Hz前後に固有振動が現れた。今後歩道橋設計時には経済性、景観的なもの他に固有振動数の検討が必要であり、そのためには設計書から固有振動数を正確に把握することが必要である。又、既にできた橋には振動数変更か、加速度低減の対策を施したほうがよい。

今後の課題として同じIで断面形状が違う場合の固有振動の特性実験、弾性支承による橋の振動の低減について検討したい。

謝辞：設計書を出して頂いた岩手県庁土木部道路建設課、盛岡土木事務所の方々に感謝致します。

- 参考文献 1)渡辺 昇・宮本 裕：時刻歴地震応答解析法：技法堂  
2)大崎順彦：地震動のスペクトル解析入門：鹿島出版会  
3)日本道路協会：立体横断施設技術基準・同解説

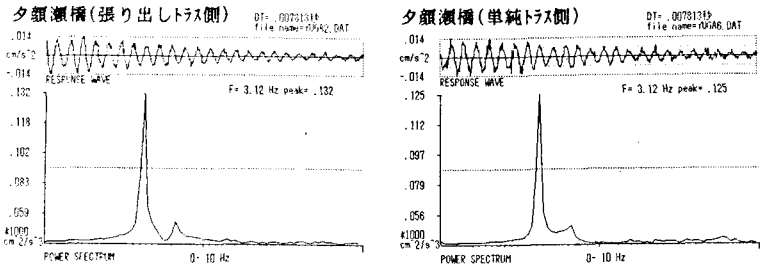


図2 各橋の減衰振動波形とパワースペクトル

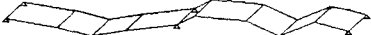
太田橋(3径間連続PC箱桁)



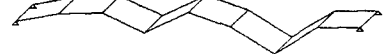
繫大橋(3径間連続箱桁)



夕顔瀬橋(ケルハ-トラス)



しだ内橋(ニルセンロ-ゼ)



みつや橋(斜張橋)



図4 各橋の変位

表2 実測結果と解析結果

| 橋 名   | 構 造 形 式     | 減 衰 数<br>h | 固有振動数 Hz             |                      |                      | 定 数 考<br>備 考   |
|-------|-------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|
|       |             |            | 実測値                  | 解 析 値                |                      |                |
|       |             |            |                      | 設計書<br>通り            | 定数変<br>更後            |                |
| 夕顔瀬橋  | ケルバー<br>トラス | 0.012      | 3.12                 | 3.02                 | —                    | —              |
| みつや橋  | 斜張橋         | 0.009      | 1.95<br>3.90         | 1.84<br>3.46         | 1.98<br>3.74         | E+20%          |
| 太 田 橋 | PC<br>箱 桁   | 0.020      | 1.37<br>2.87         | 1.05<br>2.45         | 1.40<br>3.00         | E+20%<br>I+50% |
| しだ内橋  | ニルセン<br>ローゼ | 0.009      | 2.11<br>2.85         | 2.15                 | —                    | —              |
| 繫大橋   | 鋼箱桁         | 0.010      | 1.41<br>2.85<br>2.55 | 1.21<br>1.68<br>2.66 | 1.40<br>1.94<br>3.07 | I+50%          |