Ⅰ－A48　美術館橋梁（逆斜張ケーブルを持つ３角立体トラス斜張橋）の振動特性確認試験

川崎重工業（株）　梅田　聡　　　川崎重工業（株）　恒川昌宏
川崎重工業（株）　岸本好弘

1．はじめに

本橋は、滋賀県甲賀郡信楽町に建設された宗教法人神慈秀明会のMIHO美術館の中に、本館へのアプローチとして架設された、橋長120m、幅員7.5mの歩道橋である。本橋は、美術館の中に建設されるという特殊性から、美術館にふさわしい現代的斬新なデザインであることが求められた。具体的には、図１に示すように、①同一径間に逆斜張ケーブル（キングポスト）と斜張橋とを併用している、②斜張橋の主塔がアーチ形状である、③アーチのまわりに22段、計88本のケーブルが配置されている、などのこれまでにほとんど例を見ない特徴を有している。

一般に、歩道橋は歩行者の歩調と共振しないように、橋梁の固有振動数を1.5～2.3Hzの範囲外、特に2Hz近傍を避けるように設計されることが多い。本橋では、あらかじめ振動解析により固有振動数および振動モードが求められ、解析結果から、特定の振動モードで1.6～1.7Hzの固有振動数が認められた。しかし、デザインを重視する観点から、基本構造を変更することなく、設計条件として、橋上でのダンシング・マーチングの禁止を規定し、場合によっては、完成時に制振対策を実施することとした。

そこで、特殊形式の橋梁振動性状の把握と供用時の歩行者への振動感覚（振動使用性）の確認を目的として、実橋において加振実験を実施した。

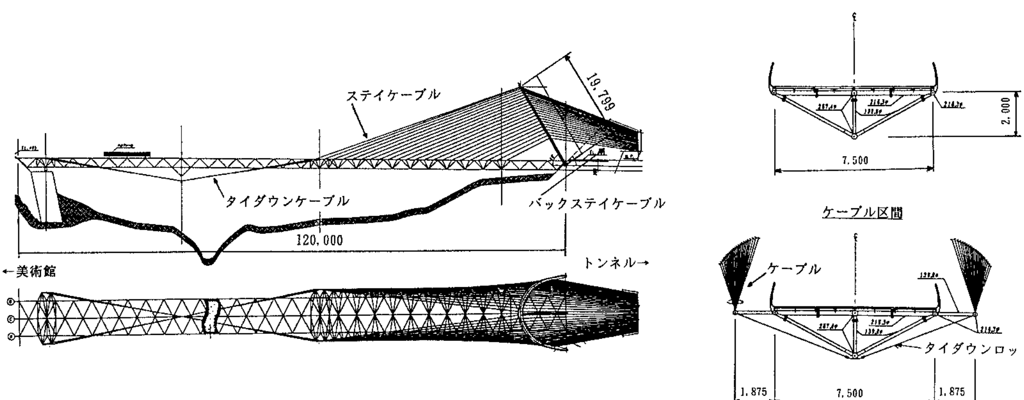

図１　橋梁一般図

2．振動試験内容

振動試験として、大きく分けてインパクトハンマーによる打撃加振実験と歩行による加振実験を実施した。

打撃加振実験では、橋面上にサーボ加速度計を設置し多数の点を打撃することにより、固有振動数、固有振動モードなどを推定する、いわゆる多点加振法を採用した。また、歩行による加振実験では、歩行人数の異なる複数ケースについて振動応答レベルを計測した。歩行パターンは、歩調を合わせない通常歩行（ランダム歩行）と、歩調に比較的近いと予想されるたわみ２次振動を対象とした共振歩行を実施した。

3．振動試験結果

固有振動数と振動モードの解析値と実測値の比較を図２に示す。これより、たわみ１、２次振動の固有振

Keyword：斜張橋、キングポスト、歩道橋、振動試験、共振応答
連絡先：〒675-0155　兵庫県加古郡播磨町新島８　Tel 0794-35-8413　Fax 0794-35-0249

動数の実測値は解析値より10～20％程度高い値を示しており、特に問題としたたわみ２次振動の実測値は1.89Hzであり、さらに歩行者と共振しやすい２Hzの振動数に近いことが明らかになった。また、たわみ１、２次振動の対衰減衰率はそれぞれ0.02、0.025であり、比較的小さい値であることが明らかになった。

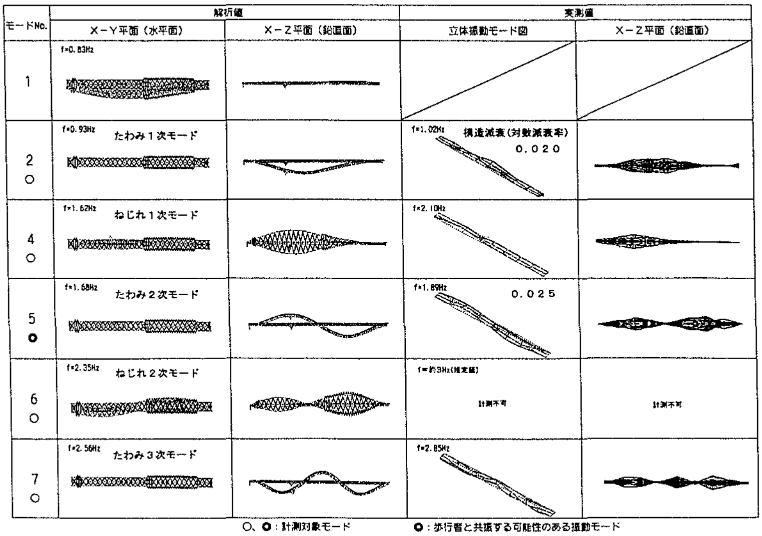

図２　固有振動数と振動モード

歩行による振動振幅の計測結果を図３に示す。図中、速度実効値は、モード最大点での振動速度を計測し、共振応答時の最大振幅を√２で除した値であり、この値を振動感覚評価カテゴリー[1)]と照らし合わせることにより、振動使用性について検討する。共振歩行、通常歩行とも歩行人数が増えるにつれ、速度実効値は高くなる。共振歩行（15人）では、「多いに不快を感じる50%」の振動レベルを越えるが、通常歩行（ランダム歩行）では、「大いに振動を感じる50%」程度で収まることが明らかになった。

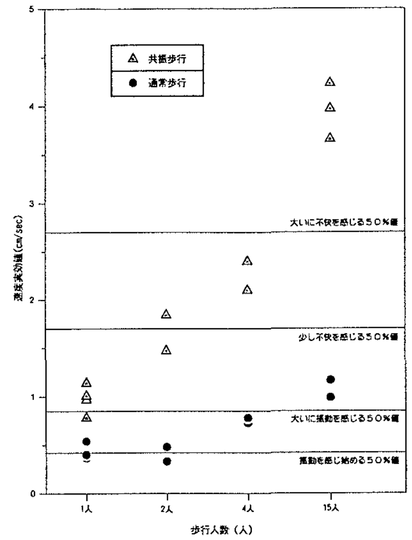

図３　振動モードと構造減衰

４．まとめ

今回のインパクトハンマーによる打撃加振試験および歩行による加振実験より、以下の点が明らかになった。

（１）たわみ２次の固有振動数は解析値よりやや高く1.89Hzであり、歩行者の歩調と共振しやすい２Hz近傍である。

（２）たわみ２次の対数減衰率は0.025であり、比較的小さい値である。

（３）通常歩行時は、共振歩行よりも振動レベルはかなり小さく、「大いに振動を感じる50%」程度となる。

このように、やや揺れやすい歩道橋であることが明らかになったが、一般的に、通常の供用状態では、振動試験時に計測されたような振動レベルに達しない場合が多々ある。本橋においても、オープニングセレモニー等で多数の人が同時に橋上を歩行する状態を調査しているが、振動レベルは「一部の歩行者が振動を感じる程度」であり、供用上問題はなく、制振対策等が不要であることが確認された。

［参考文献］1)小堀、梶川：「橋梁振動の人間工学的評価法」、土木学会論文報告集 1974年10月