

## 鋼連続トラス・RC 橋脚剛結橋の振動特性

日本道路公団 正会員 内山 芳治 神戸製鋼所 正会員 岡本 安弘  
 日本道路公団 正会員 高橋 義治 神戸製鋼所 正会員 山田 岳史

## 1. まえがき

鋼トラスとRC橋脚を剛結した太郎谷橋は、建設コストの縮減、維持管理の軽減、耐震性能の向上などの効果を期待した複合ラーメン橋である。そのうち、耐震性能については、概念的に「不静定次数が高いために、耐震性が向上する」とされており、定量的把握を行った例はない。そこで、剛結構造橋梁の耐震性能向上を定量的に把握するために、

太郎谷橋を対象に実橋振動実験を行い、固有値、減衰定数などの動的構造特性の把握を実施した。

## 2. 試験項目

太郎谷橋に対して実施した実橋振動実験は以下のとおりである。

- ・ 急速解放ジャッキを用いた水平加振実験
- ・ 試験車両の走行による鉛直加振実験
- ・ 試験車両の段差乗り越え鉛直加振実験

水平加振実験では、A2側下弦材端部に急速解放ジャッキ(180ton×150mm)8台を設置し、初期変位を15,30,50mmとして加振を行い、変位や加速度を計測した。この実験で得られるデータはノイズを拾う可能性がほとんどなく、信頼

性が高いといえる。したがって、解析的検討ではこの実験で得られた固有値、振動モード、減衰定数を使用し、その他の試験で得られたデータは、その補完という位置づけと考えた。

## 3. データ分析結果

急速解放加振実験の結果を時刻歴解析、周波数分析によって整理すると以下のとおりとなる。また、そのデータの一例を図-2に示す。時刻歴解析結果によれば、初期変位15mmでは-200gal~200gal、30mmでは-400gal~400gal、初期変位50mmでは-600gal~600galであった。

橋軸(X軸)方向の測定点では、0.76Hzおよび6.8Hz付近に卓越周波数が存在する。A1およびA2ポイント以外では、2.65Hzにも周波数が存在する。

橋軸直角(Y軸)方向の測定点では、A1およびA2ポイントでは1.94Hzおよび2.65Hz付近に卓越周波数が存在する。それ以外では、先ほどの周波数以外に0.95Hz付近が卓越する。

鉛直(Z軸)方向の測定点では、低い方から1.94Hz、2.65Hz、3.03Hz、4.05Hz付近に卓越周波数が存在する。

## 4. 固有値解析結果

固有値に関する試験結果と解析結果の比較を図-3に示す。また表-1に一覧を示す。これらより、1次モー

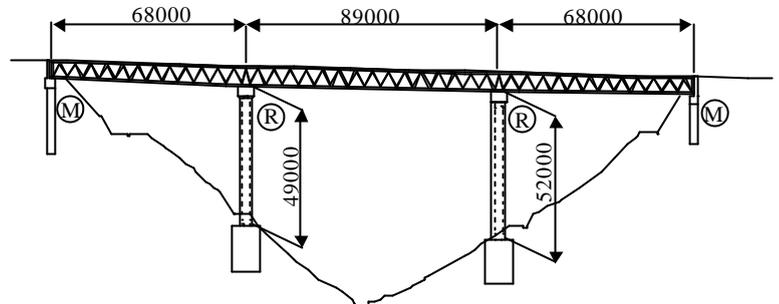


図-1 対象橋梁一般図

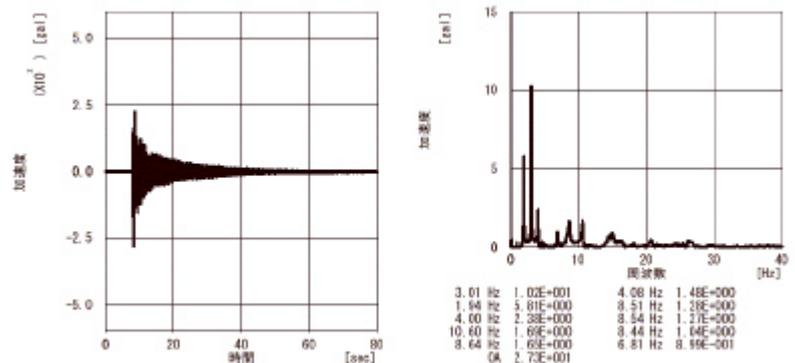


図-2 初期変位 50mm 時の支間中央の鉛直加速度

キーワード：剛結構造，トラス，固有振動数，減衰，振動モード

連絡先：〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町 4-2-15 TEL 078-261-7815 FAX 078-261-7799

ドにおいて 13% 程度解析結果が小さな値を示しているが、2次～5次にかけてはほぼ一致していることが確認できる。特に、上部工の振動モードである3次～5次では、精度良く一致していることから上部工の剛性については全く問題ないものと判断できる。ただし、橋脚の橋軸方向の曲げ剛性の影響が卓越する1次モードでは13%程度の差があることから橋脚に関して再度検討を要すると判断し、

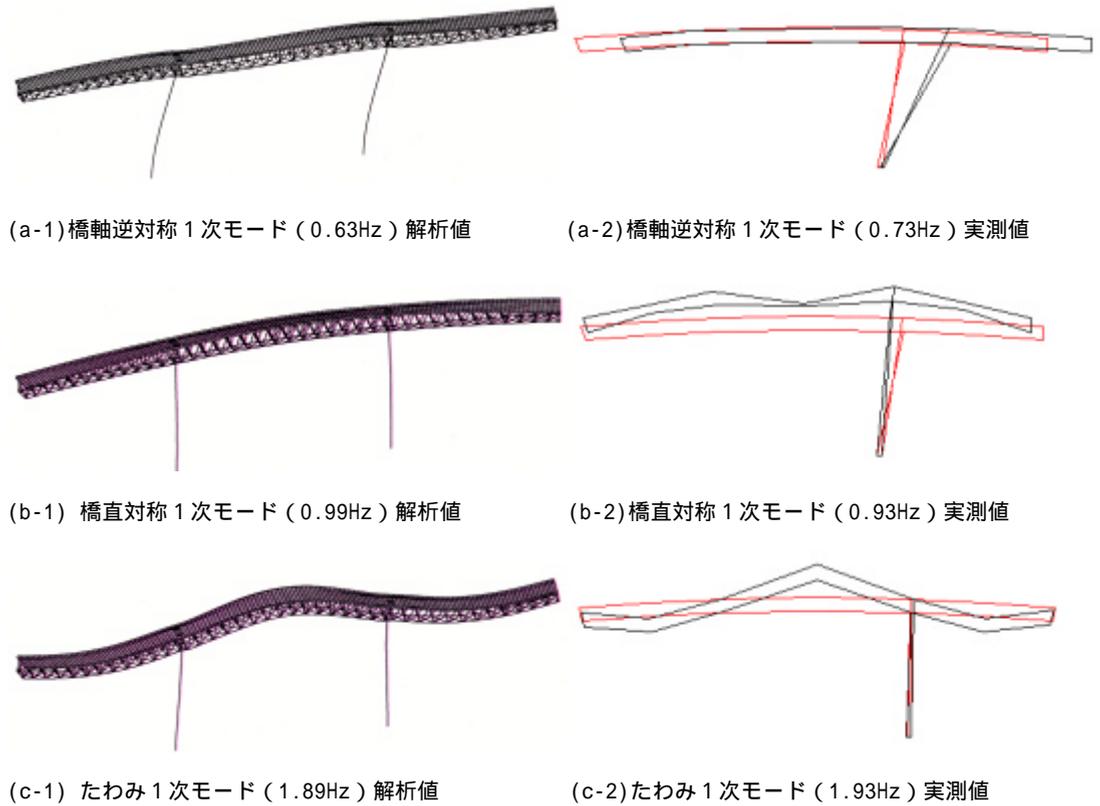


図-3 固有振動モード（解析値と実測値）

表-1 固有値（解析値と実測値）

モード	モード形状	固有値(Hz)		解析/試験
		解析	試験	
1次	橋軸1次	0.63	0.73	0.863
2次	橋直1次	0.99	0.93	1.065
3次	たわみ1次	1.89	1.93	0.979
4次	たわみ2次	2.59	2.65	0.977
5次	たわみ3次	2.95	3.02	0.977

急速解放直前のジャッキ反力から橋梁全体の静剛性（橋軸方向）を検討した。この結果、試験結果では、106tonの反力であり、解析結果では110tonの反力であった。すなわち、橋脚の曲げ剛性についても問題はないと判断した。

5. 急速解放水平加振試験の再現

太郎谷橋の減衰特性について、暫定的に急速解放ジャッキを用いた水平加振試験による桁端部の振動波形より、対数減数率を算出した。

$$= \ln ( A_n / A_{n+1} ) = 0.22$$

ここに、ln：自然対数、 $A_n / A_{n+1}$ ：一波分の振幅比

したがって、減衰定数hは、

$$h = / 2 = 0.22 / 6.283 = 0.035$$

参考のため、種々の形式の橋梁における減衰定数と支間長との関係<sup>1)</sup>に本橋をプロットすると図-4 のようになり、本橋が高い減衰特性を有することが確認された。全橋モデルに上記の減衰定数  $h=0.035$  を用いて、急速解放水平加振試験（水平強制変位 50mm）の再現を行った。なお、減衰はレーリー減衰とした。今後は試験結果より減衰定数を特定し、解析モデルの精度を向上させ、急速解放水平加振実験の再現を行う予定である。

6. あとがき

有限要素解析による固有振動数は実験値に概ね一致し、解析の妥当性が確認できた。また、概略の減衰特性と低次モードでの振動特性について把握ができた。

参考文献

1) 加藤, 島田: 橋梁実測振動特性の統計解析, 土木学会論文報告集第 311 号, 1981.7.

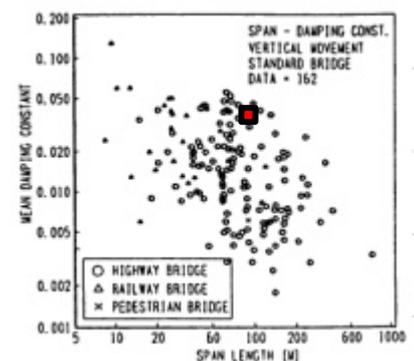


図-4 一般橋梁との対数減衰率の比較

(■ 太郎谷橋)