

I - 35

支点拘束を受ける単純鋼合成鈹桁橋の動的挙動特性

東北エンジニアリング株式会社 正会員 ○橋 芳明

北光コンサル株式会社 正会員 熊谷 清一

中井測量設計株式会社 正会員 菊池 毅

1. はじめに

平成10年度から始められた既設橋梁の耐荷力評価を目的とする（社）岩手県土木技術センター主催による共同研究会で岩手県内の単純活荷重合成鈹桁橋を対象に実橋載荷試験を行った結果、可動支承が十分に機能していないと判断される橋梁が確認された。そこで本論文では、既設単純鋼合成鈹桁橋の動的挙動特性が支点拘束によりどのような影響を受けるかを、竣工後23年経過した岩手県久慈市梨の木橋と架設年度が新しく支点機能の健全な葛巻町落合橋において動的載荷試験を実施し比較検討した。特に、架橋年度が新しいほぼ新設橋に近い落合橋においては、可動支承側を強制的に水平拘束した支点拘束状態を作り出し、動的載荷試験を行って、その支点拘束の動的挙動特性への影響について検討したので報告する。

2. 動的載荷試験の概要

1) 落合橋

本橋梁は、岩手県葛巻町にある平成12年3月竣工の単純鋼合成鈹桁橋である。支間長 32.40m、橋長 33.20m、幅員 5.00m、桁高 1.70m、3主桁で鉄筋コンクリート床版の橋梁であり、設計荷重はA活荷重、支承はゴム支承であった。測定は、各主桁の1/2点、1/4点の下フランジに加速度計を設置して行った。支点条件は、可動支承側の拘束状態により、フリー（拘束無し）とピン（拘束有り）状態とし、25t車両を10km/hおよび20km/hで各2回走行させた。また、走行位置は、中桁・耳桁それぞれに対してもっとも不利に働くようにした。以上の試験ケースをまとめたものが表-1である。

表-1 落合橋動的載荷試験試験ケース

支点	荷重状態	支点	荷重状態
フリー	① 中桁 10km/h 走行	ピン	⑤ 中桁 10km/h 走行
	② 耳桁 10km/h 走行		⑥ 耳桁 10km/h 走行
	③ 中桁 20km/h 走行		⑦ 中桁 20km/h 走行
	④ 耳桁 20km/h 走行		⑧ 耳桁 20km/h 走行

2) 梨の木橋

本橋梁は、岩手県久慈市にある昭和55年11月竣工の単純鋼合成鈹桁橋である。支間長 29.20m、橋長 30.00m、幅員 7.00m、桁高 1.60m、3主桁で鉄筋コンクリート床版の橋梁であり、設計荷重は TL-20、支承は支承板支承であった。測定は平成12年度に行われ、20tと25tを使用し、落合橋と同様の測定箇所となっている。

3. 動的載荷試験結果と考察

試験結果は、加速度計から得られた応答加速度のデータを高速フーリエ変換して、パワースペクトルを算出し、卓越振動数により動的特性を評価することとした。合わせて、別途行ったFEM解析による結果と比較を行った。

1) 落合橋

図-1および図-2は、走行車両の影響が少ない車両橋上退出後のパワースペクトルのグラフであ

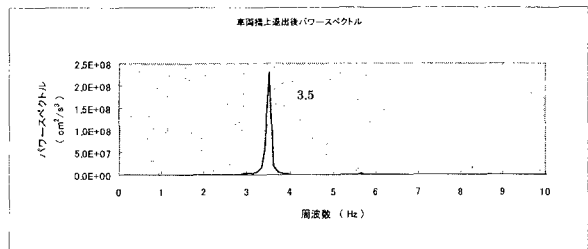


図-1 支点拘束無しの場合のパワースペクトル図（G3桁1/2点）

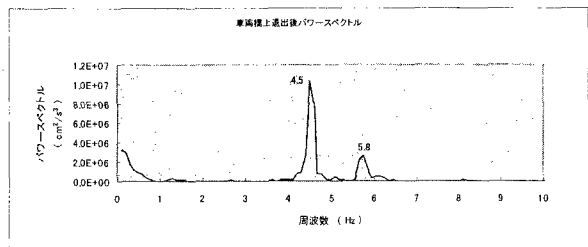


図-2 支点拘束有りの場合のパワースペクトル図（G3桁1/2点）

る。図-1 は支点拘束無し（フリー）の場合、図-2 は支点拘束有り（ピン）の場合である。これによると、曲げ1次モードの固有振動数は支点拘束の無い場合と有る場合でそれぞれ3.5Hz および4.5Hz になっている。一方、FEMによる解析値は、それぞれ3.5Hz および5.5Hz となった。これらの結果により、支点が拘束されることにより、曲げ1次モードの固有振動数が大きくなることが確認された。また、支点拘束の無い場合は、曲げの基本固有振動数の実測値とFEM解析値は一致するものの、支点拘束の有る場合は実測値とFEM解析値に差があることも判明した。

2) 梨の木橋

本橋梁の平成12年度の実橋載荷試験の結果、外見的には健全であったにもかかわらず、可動支承が十分に機能していないことが試験結果から判明した。そのため、実験結果の妥当性を検証する目的で比較的新しく竣工した落合橋で実橋載荷試験を行ったものである。

ここでは、卓越振動数の実測値とFEM解析値の結果のみ可動支承をローラー（支点拘束無し）とピン（支点拘束有り）にした場合について、表-2 にまとめた。この結果、実測値とFEM解析値（支点拘束有り）がほとんど一致していることがわかる。

表-2 梨の木橋卓越振動数（単位：Hz）

実 測 値	FEM (支点拘束無し)	FEM (支点拘束有り)
3.7	3.0	3.7
5.1	3.6	5.2
5.9	5.6	5.9

4. 支点拘束の動的特性への影響について

梨の木橋の固有振動数の実測値と解析値を比較すると実測値とFEM（支点拘束有り）の解析値がほとんど一致することから、梨の木橋の可動支承は経年変化により全く機能しておらず、橋梁全体の構造系に影響を与えているものと考えられる。

一方、落合橋の固有振動数の実測値とFEM解析値では、支点拘束の無い場合に値が一致することから、落合橋は最近架設されたこともあり、支承が設計時の仮定どおり十分に機能しているものと考えられる。一方、支点拘束の有る場合は差が生じ、実測値はFEM解析の可動側支点条件がローラー（3.5Hz）とピン（5.5Hz）の中間値になっている。このことから、今回の載荷試験では支点拘束により支点条件が十分にピン状態になっておらず、支承ゴムの変形によりローラーとピンの中間的な支点条件になったものと考えられる。支承の固定方法としては本研究では、可動支承の遊間に鋼製プレートを挿入し固定した上で、ジャッキにより桁の回転を制御する方法で行ったが、十分な固定状態を作り出すことができなかったものと考えられる。

以上のように支点条件の変化が固有振動数に影響を与えることが判明したが、このことが橋梁全体の構造系に変化を生じさせ、予想しない応力発生が部材に悪影響を与えることが懸念される。これは、同時に行われた静的載荷試験の結果から両橋とも支点部近傍に負のヒズミが観測されていることから裏付けられる。

具体的な動的挙動特性への影響は、今後の研究により詳細に解明したいと考えるものであるが、少なくとも既設橋梁の耐荷力評価を検討する場合に、動的載荷試験により卓越振動数を算出してFEM解析値との比較を行うことにより、支承の健全性が判断できることが確認できたと思われる。

5. おわりに

既設橋梁の支承状態は、橋梁全体系へ大きく影響をすることが明らかとなった。今後、動的評価の観点から影響を解明する予定である。

また、これらの結果を踏まえ動的な橋梁の健全度評価を定量的に行う手法を確立することが必要である。さらに、動的載荷試験をいかに簡便な方法で行い、的確な結果を把握するかという命題も視野に入れ、研究を行う予定である。

本報告は、社団法人岩手県土木技術センター会員有志による共同研究の一部をとりまとめたものである。本研究にあたってご指導とご助力を頂いた岩手大学工学部岩崎正二先生、出戸秀明先生、日本大学工学部五郎丸英博先生に深く感謝をいたします。