

鋼フィーレンデル橋の振動特性について

金沢大学大学院 学生員 唐下 善文
金沢大学工学部 正会員 梶川 康男

1. はじめに

鋼フィーレンデル橋、馬見原橋(写真-1)は、レンズ形をした2層構造となっており、車道としての上路橋、歩道としての下路橋の両面機能を合わせ持った橋梁である。主構造は、レンズ形の上、下梁部材を片側4本の鉛直部材で剛結したものを横桁だけの床組みでつなぎ合わせたもので、格点が剛結となっているフィーレンデル形式であるために、部材に曲げモーメントが働かないピン結合のトラス橋とは相違がある¹⁾。

今後はこのような形式の橋梁が増えてくるものと思われ、アーチ系橋梁で問題となっている逆対称振動に起因する鉛直部材と主桁部の隅角部における疲労損傷問題に関して明確にしておく必要があるといえる²⁾。そこで本研究では、アーチ系橋梁とフィーレンデル形式の橋梁における隅角部の疲労損傷を比較検討することを主目的とし、本報告では本橋の解析モデルの鉛直部材を90°回転させることによりフィーレンデル形式からローゼ形式に変わることを利用して、本橋をローゼ形式に変えたものと本橋の振動実験により得られた振動特性とをシミュレーションで比較検討することにした。

2. 振動試験の概要

本橋の振動試験として、サーボ型の速度計を図-1のように配置し衝撃加振試験と車両走行試験を実施した。図-2に衝撃加振実験の結果として、スパン中央において高さ50cmほどの椅子から約60kgの人間2人が路面に衝撃力を与えたときのスペクトルを示す。さらに、図-3(a)、(b)には約2tfの一般車が橋上を走行したときの上床版スパン中央において得られた速度応答波形とそのスペクトルをそれぞれ示す。以上の結果から卓越振動数と振動モードを表-1にまとめた。これより、1、3次には曲げによる鉛直たわみモードが卓越し、2次にはねじれモードが出現し、たわみ1次とねじれ1次が近接している。また、図-3から車両が走行した際には、ねじれモードの励起が見られず、曲げ振動のみが卓越する結果となっている。さらに、衝撃加振後の自由減衰波形から得られた1次モードの減衰定数は約0.5%であった。

3. 固有振動解析

3次元骨組構造有限要素モデル(図-4)を用いた固有値解析によって固有振動数とモードを求めた。表-1に本研究において得られた実測値と解析値を、またこの表に対応したモード図を図-5に示す。表-1における解析Iは、本橋を本来のフィーレンデル形式

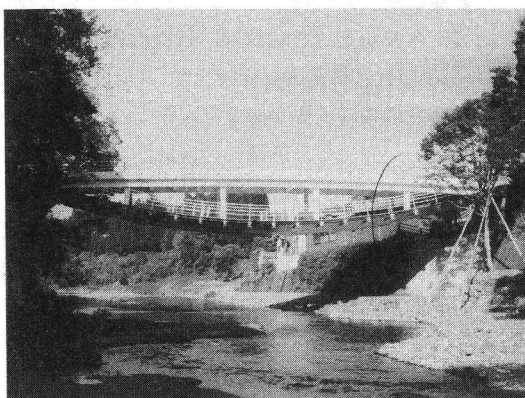


写真-1 馬見原橋

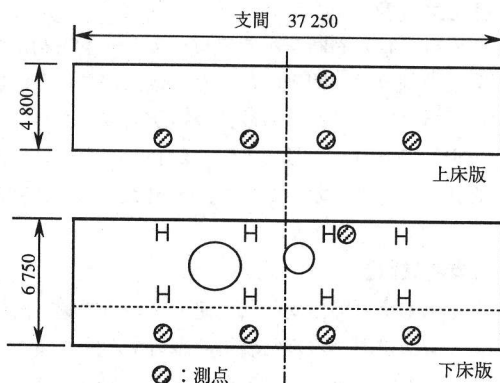


図-1 測点配置図

のままで固有値解析した結果であり、実測結果と類似しており、妥当な結果が得られている。また解析Ⅱは、鉛直部材の主軸角度を 90° 回転させる事によりローゼ橋とみなして固有値解析した結果である。解析Ⅰと解析Ⅱの結果を比較すると、たわみ2次の振動数が下がっていることが分かる。このように、垂直材などの部材の配置や剛性によって振動特性を制御可能であることから、下床版の歩行空間の快適性や構造全体の疲労などを配慮するには、フィーレンデルやローゼは自由度の高い形式であり、今後さらに検討する必要がある。

表-1 卓越振動数と振動モード

次数	振動モード	実測 (Hz)	解析Ⅰ (Hz)	解析Ⅱ (Hz)
1	たわみ1次	4.54	4.34	4.31
2	ねじれ1次	4.69	4.50	4.51
3	たわみ2次	4.96	5.11	4.37

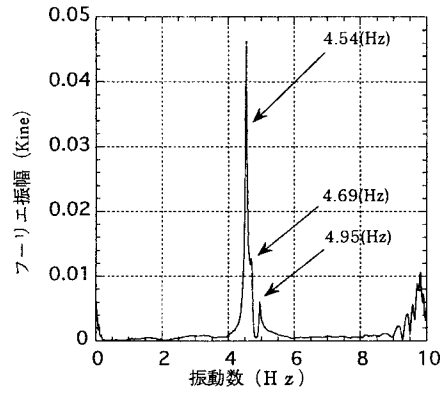


図-2 衝撃試験時のスペクトル

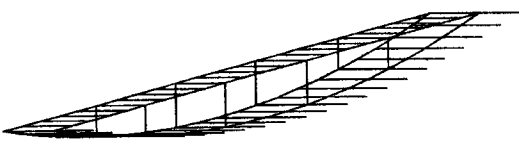


図-4 有限要素モデル

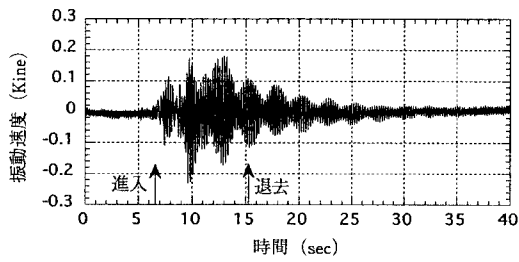


図-3 (a) 車両走行試験時の速度応答波形

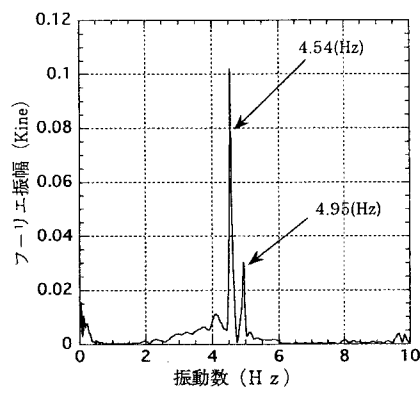


図-3 (b) 車両走行試験時のスペクトル

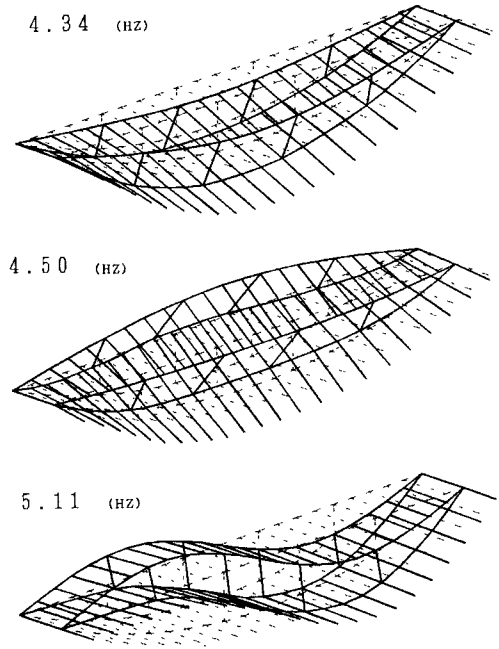


図-5 固有振動数とモード

参考文献

1)吉尾英春：珍しいフィーレンデル形式の橋,日経コンストラクション,pp.93～97,1996.3
2)小堀為雄・本田秀行・城戸隆良：中島大橋(ローゼ桁)の補強に関する調査,Vol.79,No.9,pp.16～22,1979.9