

I-13

動的載荷試験とFEM傾向解析に基づく既設鋼鈹桁橋の剛性評価

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
 社団法人 岩手県土木技術センター 平 洋文

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鋼鈹桁橋を対象に実橋載荷試験を行ってきた。その過程で動的載荷試験により求まる橋梁の基本固有振動数が支間長をパラメータとする一定の関係式で表されることに着目し、FEM傾向解析により単純活荷重合成鋼鈹桁橋の支間長と基本固有振動数の関係式を誘導する。また、この関係式による既設単純活荷重合成鋼鈹桁橋の可動支承拘束の有無や経年劣化による剛性低下の判定方法についても合わせて報告する。

2. 基本固有振動数

表-1 単純活荷重合成鋼鈹桁橋の基本固有振動数

実橋載荷試験を行った各橋梁の固有振動数について、動的載荷試験による実測値とFEMによる解析値を曲げ一次モードで比較した結果は、表-1のとおりである。表中の、モデル1～6は、岩手県内で単純活荷重合成鋼鈹桁橋として代表的と思われる幅員（8.0m, 9.5m）の2種類選定し、各幅員モデルに対して、30m, 40m, 5

橋梁名	支間長 (m)	有効幅員 (m)	固有振動数(Hz)		
			FEM解析値		実測値
			ピン・ローラー	ピン・ピン	
西鉛橋	17.84	6.00	4.5	8.5	4.3
正徳橋	25.35	8.00			4.8
矢崎橋	26.30	9.75	3.8	6.3	3.9
梨の木橋	29.20	7.00	3.6	5.2	5.1
有根橋	29.25	8.00	3.7		4.2
落合橋	32.40	5.00	3.5	5.5	3.5
モデル1	30.00	8.00	3.8	5.9	
モデル2	30.00	9.50	3.6	5.6	
モデル3	40.00	8.00	3.0	4.4	
モデル4	40.00	9.50	2.8	4.3	
モデル5	50.00	8.00	2.4	3.6	
モデル6	50.00	9.50	2.3	3.5	

0mの支間長の橋梁を仮想設計したものである。支点条件は、新設時を想定したピン・ローラー支持状態と既設橋で可動支点の水平移動を認めない完全拘束のピン・ピン支持を採用した。

3. 基本固有振動数と支間長の関係式

表-1に基づき基本固有振動数と橋梁の支間長の関係式を導く。この関係式として、

- ① 双曲線（ $n=a^2/L$ ）による方法
- ② 鉄道橋（ $n=C \cdot L^{0.8}$ ）による方法
- ③ 理論式（ $n=A \cdot L^2$ ）による方法
- ④ 累乗回帰曲線（ $n=a \cdot L^b$ ）による方法

等が考えられるが、ここではFEM解析結果に最もよく近似した④累乗回帰曲線による方法を用いて関係式を導いた。なお、支点条件によりFEM解析結果が大きく異なることから支点拘束の無い場合と支点拘束が有る場合の2ケースについて関係式を導くものとする。

(1) 支点拘束が無い場合

支点拘束が無い場合のFEM解析結果を、支点条件ピン・ローラーの値として縦軸に基本固有振動数を横軸に支間長を取り、図-1に回帰曲線の結果とあわせ示す。累乗回帰曲線の関係式は次のようになる。

$$n=32L^{0.66}$$

図中の実測値が累乗回帰曲線より小さくなる橋梁は、現地の目視点検によっても明らかに剛性の低下した橋梁であることが確認されているが、実際には支点拘束による固有振動数の上昇分を考慮すると、剛性低下と支点拘束の影響が相殺されて結果的に近似曲線に近い値になったとも考えられる。一方、実測値が累乗回帰曲線より大きい橋梁

では、主桁下フランジの支点 図-1 支間長と基本固有振動数の関係（支点条件ピン・ローラーの場合）近傍に圧縮ひずみが計測されていることから可動支点が移動拘束を受けていることが推定される。

(2) 支点拘束が有る場合

支点拘束が有る場合のFEM解析結果を支点条件ピン・ピンの値として図-2に回帰曲線の結果とあわせて示す。累乗回帰曲線の関係式は次のようになる。

$$n=100L^{0.85}$$

図-2より実測値のほとんどの値が二つの累乗回帰曲線の間に入ることから、実橋の支点がピン・ピンとピン・ローラーの中間的な支点状態であることがうかがえる。

4. まとめ

以上述べたように、実際の橋梁において動的載荷試験により計測した加速度データを基に卓越固有振動数を算出できれば、

二つの提案式と支点部のひずみ

計測結果や目視点検の結果と合わせて、実橋の支点拘束の有無や経年劣化による剛性低下の状態が推定できるものと考えられる。なお、加速度計測を行う方法として加速度計を支間中央地覆上にのみ設置して行う方法を採用したが、大掛かりな足場工などが不要であり通行止めもせずに計測可能であるため、実橋の固有振動数を知る上で簡易かつ有益な試験方法と思われる。

5. おわりに

維持管理の重要性や既設構造物の延命化が叫ばれる中、既設橋梁の状態を簡易な方法で知ることは非常に有意義なことである。本報告は、単純活荷重合成鋼鈑桁橋について、二つの提案式により支点拘束や剛性低下の有無を判別する方法を述べたものであるが、同様な方法で様々な形式の橋梁に対しても適用可能な式が見出せるものと考えている。そして、支点部の拘束状態と橋梁の剛性低下を定量的に評価する方法を確立して行くことが今後の課題となる。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取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、出戸秀明先生に深く感謝をいたします。

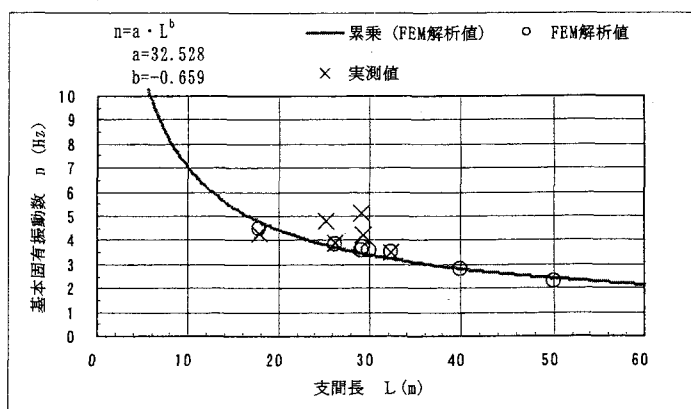


図-1 支間長と基本固有振動数の関係（支点条件ピン・ローラーの場合）

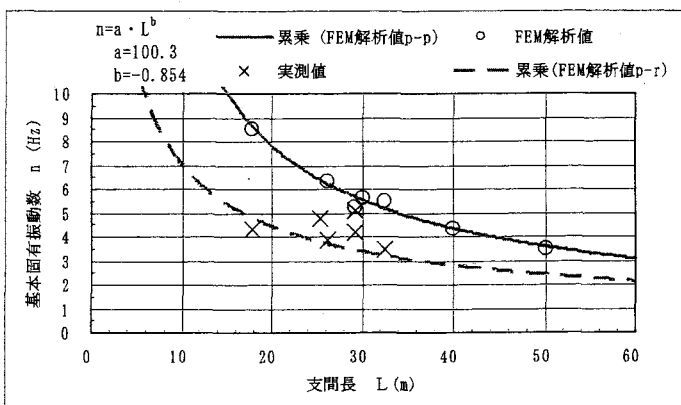


図-2 支間長と基本固有振動数の関係（支点条件ピン・ピンの場合）