

I-48 動的載荷試験に基づく下梅田橋の動的特性評価

北光コンサル株式会社

正会員 ○熊谷 清一

日本大学工学部

正会員 五郎丸 英博

岩手大学工学部

亀井 亮

1. はじめに

経済の長期低迷による国、地方の公共事業の予算縮小のため、社会資本の新規更新は難しくなり、既設橋梁を補修・補強しながら、いかに延命させるかが課題となっている。そのためには、既設橋梁の健全度評価が必要であり、調査方法の中に動的載荷試験がある。本論文では、岩手県紫波町にある架設後24年経過した単純鋼桁橋の下梅田橋で、20tfトラックを用いた車両走行試験を実施し、動的特性を明らかにした。

2. 橋梁概要と試験内容

動的載荷試験の対象橋梁である下梅田橋は、岩手県紫波町にある昭和57年3月竣工の2連単純合成鋼桁橋である。図-1に示すように支間長27.74m、橋長28.34m、幅員5.08m、桁高1.5m、3主桁の二等橋(TL-14)である。支承は支承板支承である。

測定は、地覆の1/2点、各主桁の1/2点の下フランジに加速度計を設置し、各主桁の1/2点の下フランジに垂直に変位計を設置して行った。各主桁の支点近傍の動的ひずみも測定したが、それらの結果は文献1)を参照して頂きたい。試験車両は20t車両を耳桁及び中桁に10km/h及び20km/hで各2回走行させた。

3. 動的載荷試験結果と考察

1) 動的変位

変位計により得られた動的たわみの代表例として、20tトラックが20km/hで中桁上を走行した場合の、中桁1/2点の変位を図-2に示す。試験開始から3.52秒後に車両が橋上に進入、9.97秒後に退出した。本来であれば、車両退出後の変位は0mmになるはずだが、実際には車両退出後に正の変位が表れた。これは、他径間の車両走行時に可動支承の拘束により橋脚に水平変位及び水平反力が生じたためと考えられる。なお、同時に行われた静的載荷試験において橋脚に水平変位が生じることを確認している。これらの結果より、下梅田橋は支点拘束のため各径間が橋脚を介して互いに影響を及ぼし合う橋梁であると思われる。

2) 動的応答倍率

変位計により得られた中桁1/2点の動的最大変位を、静的変位と比較することにより動的応答倍率(衝撃係数)を求めた。結果を表-1に示す。道路橋示方書に示される衝撃係数は以下の式で表される。

$$i = \frac{20}{50 + L} \quad (L: \text{支間長} \quad i: \text{衝撃係数})$$

下梅田橋(L=27.74m)の場合、0.257となる。たわみによる動的応答倍率は全平均で0.295となり、道路橋示方書に示される衝撃係数より大きい値を示した。しかし、10km/h・20km/hについて動的応答倍率の各平均を見れば、0.247・0.343となり、下梅田橋の動的応答倍率は車両速度の影響が大きいことが分かった。

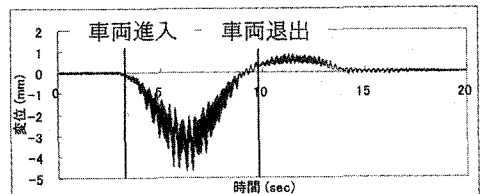
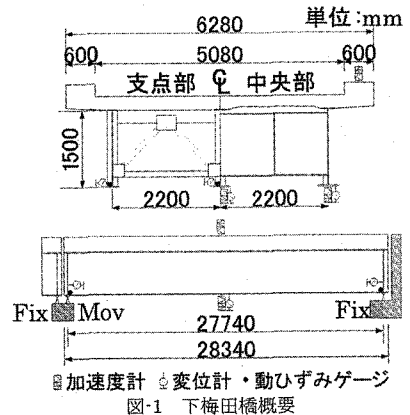


図-2 動的変位(20km/h・中桁走行・中桁1/2点)

表-1 動的応答倍率

走行状態	速度 (km/h)	動的応答倍率				
		G1	G2	G3	平均	
G1桁走行	9.9	0.217	0.239	0.309	0.255	0.250
	8.6	0.221	0.233	0.281	0.245	
	18.3	0.288	0.315	0.380	0.328	
	18.3	0.343	0.352	0.409	0.368	
G2桁走行	9.4	0.265	0.247	0.180	0.231	0.244
	9.2	0.267	0.258	0.246	0.257	
	17.7	0.408	0.396	0.339	0.381	
	18.3	0.355	0.297	0.232	0.295	

3) 基本固有振動数

加速度計より得られた応答加速度データからFFT方式によりパワースペクトルを算出し、卓越固有振動数により動的特性を評価した。代表例として走行車両が20km/h・中桁走行時の応答加速度波形を図-3に示し、図-4・図-5にはそれぞれ車両走行中・退出後のパワースペクトル図を示す。パワースペクトル図によると卓越固有振動数は3.22Hz、4.69Hzであるが、走行車両による影響が少ない車両退出後に3.22Hzが減少しているため3.22Hzは車両の影響によるものと考えられる。よって、曲げ振動に関する基本固有振動数は4.69Hzとなる。簡易性を考慮し、地覆上にも加速度計を設置して計測したが、得られた実測固有振動数は同様の結果となった。次に、3次元FEMプログラム(ANSYS)を用いて、支点拘束条件がFix-Mov(固定・可動)、Fix-Fix(固定・固定)の2ケースについて固有振動解析を行い、実測結果と比較した。3次元FEM解析値はFix-Movの場合で3.58Hz、Fix-Fixの場合で5.56Hzとなり、実測値はFix-Movの場合とFix-Fixの場合の解析値の中間の値となった。図-6は、単純鋼鈹桁橋の支点拘束がある場合(Fix-Fix)と無い場合(Fix-Mov)の支間長と基本固有振動数の関係を示したものである²⁾。なお、鋼とコンクリートのヤング係数比は $n=10.5$ を用いている。本研究で得られた実測結果と解析結果が図中に示されているが、妥当な結果が得られていると思われる。同橋梁において行われた静的載荷試験では、可動支承の水平変位は、ほとんどゼロに近い値が得られた。それに対して橋脚上端の水平変位は極めて大きな値が得られた。これらのことから、下梅田橋は可動支承が十分に機能していないため、実測基本固有振動数はFix-Mov時の固有振動数より高くなる。しかし、橋脚が水平に変形することにより可動支承が橋脚と一体になって動くため、Fix-Fix時の基本固有振動数の値まで至らなかったと思われる。

4. おわりに

動的載荷試験結果から、下梅田橋の動的特性に支点状態が大きな影響を与えていることが明らかになった。支点状態を考慮したFEM解析モデルの作成を今後検討したい。

【謝辞】 本研究は平成17年度科学研究費補助金(基盤研究(C))、代表：岩崎正二から援助を受けました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 岩崎 正二, 上野 大介, 山村 浩一: 支点拘束を有する既設鋼鈹桁橋の支点近傍動的ひずみ挙動について, 平成17年度土木学会東北支部技術研究発表会公演概要(I-18)
- 2) 新銀 武, 岩崎 正二, 出戸 秀明, 宮本 裕, 保 憲一: 支点拘束を考慮した既設鋼鈹桁の計測・評価手法の提案, 土木学会構造工学論文集, Vol.51A, pp.1081-1092, 2004

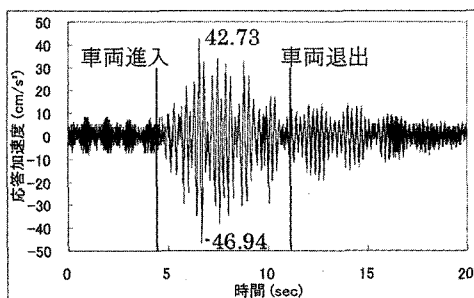


図-3 応答加速度 (20km/h・中桁走行・中桁 1/2 点)

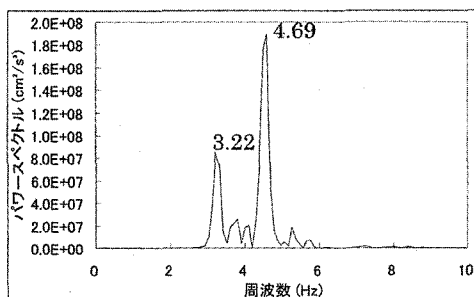


図-4 車両橋上走行中パワースペクトル図

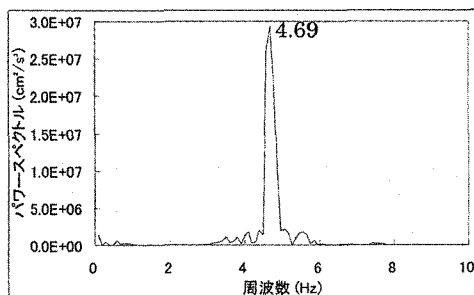


図-5 車両橋上退出後パワースペクトル図

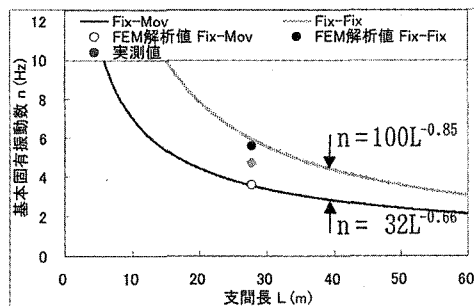


図-6 支点条件による支間長と基本固有振動数