

I - 44

既設合成桁橋の動的載荷試験に及ぼす設計荷重変更の影響について

中井測量設計株式会社 正会員 ○菊池 毅
北光コンサル株式会社 正会員 熊谷 清一
東北エンジニアリング株式会社 正会員 橘 芳明
国際航業株式会社 佐々木 真幸
日本大学工学部 正会員 五郎丸 英博

1. はじめに

平成5年に道路橋の設計自動車荷重が改訂されたために、車両の大型化に対応すべく社会的な要請として、既設橋梁の耐荷力および耐久性を定量的に把握し、補修・補強等の要否の判定材料とする必要が生じている。そのためには、実橋載荷試験を行うのが一般的であるが、岩手県土木技術センターでは、平成10年度共同研究において静的載荷試験のほかに、動的載荷試験を同時に実施してこれらの実測結果を併用することで、より信頼度の高い、健全度評価を試みている。¹⁾ ひきつづき行われた平成11年度共同研究でも、20tfおよび25tfトラックを用いて既設橋梁に対して動的載荷試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験概要

車両走行試験を実施する対象橋梁は岩手県花巻市にある架設年度昭和37年度（経過年数38年）の鋼単純合成鉄桁橋（西鉛橋）、支間長17.84m、橋長18.24m、幅員6.00m、桁高1.00mの二等橋（T-14）であった。

測定は、3主桁すべてに対して実施し、変位、ひずみ、振動加速度を測定した。測定器の設置位置は変位計をスパン1/2点、ひずみ計をスパン1/2点の上下フランジ、1/4点の下フランジ、支点の下フランジ、加速度計をスパン1/2、1/4点及び支点の下フランジに設置した。試験は車両重量、走行位置を変え、表-1に示す4ケースについて実施した。

表-1 動的載荷試験試験ケース

①20tf 車耳桁 20km/h 走行
②25tf 車耳桁 20km/h 走行
③20tf 車中桁 20km/h 走行
④25tf 車中桁 20km/h 走行

3. 試験結果

(1) 応力度とたわみの動的増幅率

応力度とたわみの大きな値が計測されたスパン中央において、静的載荷試験と動的載荷試験の結果の値から動的増幅率を式（1）より算出した。図-1と図-2に、試験車が中桁及び耳桁を走行した時の耳桁支間中央の下フランジの応力度から算出した動的増幅率の結果とたわみから算出した動的増幅率を示す。応力度

$$\text{動的増幅率} = \frac{\text{動的応力度（たわみ）の最大値}}{\text{静的応力度（たわみ）の最大値}} \cdots (1)$$

から算出した動的増幅率は1.2から1.7の値を有し、たわみのそれは1.2から3.2の値を示すことが分り、たわみから算出した値が応力度から算出した値より大きくなることが分った。特に、20tf車走行時の耳桁の動的増幅率が大きいのが特徴としてあげられる。

(2) 振動加速度

振動加速度は橋梁進入約7秒前から20秒間測定し、

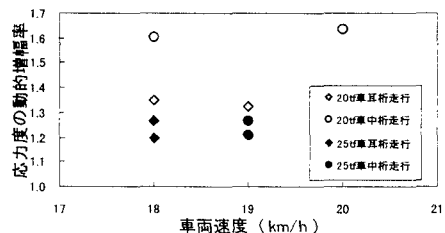


図-1 耳桁応力度の動的増幅率

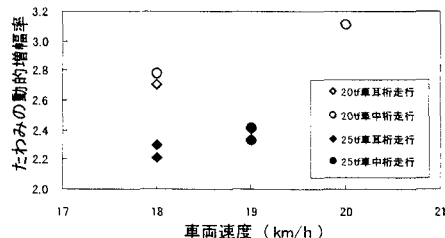


図-2 耳桁たわみの動的増幅率

その応答加速度のデータから高速フーリエ変換して橋梁上を試験車両が走行中と退出後のパワースペクトルを求めた。代表例としてケース①の耳桁 1/2 点を図-3 に示す。車両退出後 4.4Hz が卓越しているのが分る。表-2 に床版をソリッドモデル、桁をシェルモデルで 3 次元 FEM による固有値解析した結果と車両走行時の実測結果を示す。実測値の 4.2 Hz は FEM 解析結果の曲げ 1 次振動数 5.2Hz に対応していることが判明した。実測値に現れている 3.3Hz は試験車のばね上振動数による強制加振振動数の影響と思われる。実測値と FEM 解析結果、本橋は車両走行時にねじり振動モードが卓越する特徴を有していることが認められた。特に耳桁の動的増幅率が大きかった時のモード次数は 6 次と 5 次でそれぞれ耳桁が顕著に振動するモードとなっていた。

4. 動的特性への影響についての評価

試験を行った全ケースの動的増幅率の平均値は応力度が 1.327 であり、たわみが 1.9 であった。道路橋示方書による衝撃係数は支間 17.8m の場合で 0.295 となり、動的増幅率は 1.295 に相当することから、今回の試験結果は応力度の結果がこの値に近似し、たわみによる結果はこれらの値より大きな値を示した。車両重量増加の影響については動的増幅率には明瞭に認められなかった。実測の振動数は、3 次元 FEM 解析と比較していずれも低くなっており、一般に、橋梁の老朽化が進行するとその振動数が減少する傾向にあり、本橋は各モードでこの性状を示していた。

5. おわりに

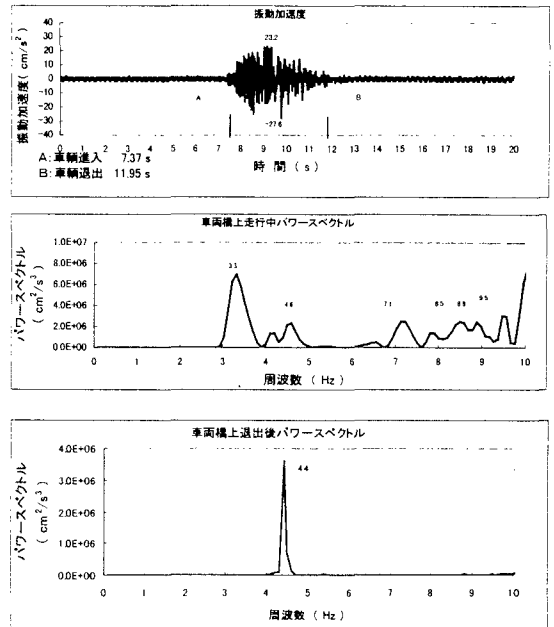
本橋の動的載荷試験結果から、たわみの動的増幅率が主桁の下フランジの応力度より算出した動的増幅率

より大きく算出されており、橋全体の剛性の不足が認められた。重量の変化の面から動的増幅率の変化を見ると、車両重量増加の影響は顕著には認められなかった。しかしながら、25tf 車の走行時には 20tf 車と比較して支間中央点の応力度は約 1.2 倍、たわみは約 1.3 倍大きな値が検出された。

本研究は、社団法人岩手県土木技術センター会員の協力により実施された。本報告はその一部をまとめたものである。本研究にあたり、ご多忙のなか、ご指導とご協力を頂いた岩手大学工学部岩崎正二先生、出戸秀明先生に感謝いたします。

(参考文献)

- 1) 熊谷清一・保憲一・楠芳明・菊池毅：設計荷重変更を考慮した既設鋼橋の動的載荷試験とその評価、平成 11 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、I-5、pp.10-11、2000



耳桁走行・20km/h 耳桁 1/4 点

図-3 振動加速度時刻歴とスペク

表-2 固有振動数

モード	実測値 (Hz)			FEM(Hz)	
	G1 桁	G2 桁	G3 桁		
1	(3.3)	(3.3)	(3.3)	1.9	振り 1 次
2	4.2(4.4)	4.2(4.4)	4.2(4.4)	5.2	曲げ 1 次
3	4.5	4.6	4.6	5.6	振り 2 次
4	7.1	7.2	7.2	9.8	振り 3 次
5	8.5	8.6	8.6	11.2	振り 4 次
6	9.5	9.5	9.5	11.3	振り 5 次