

設計荷重変更を考慮した既設鋼橋の動的振動実験の測定結果と考察

(社)岩手県土木技術センター 正会員 保 憲一
東北エンジニアリング(株) 正会員 橋 芳明 北光コンサル(株) 正会員 熊谷 清一
アジア航測(株) 正会員 我妻 一亘 中井測量設計(株) 正会員 菊池 毅

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。本研究では、設計荷重変更を考慮して20tfおよび25tfトラックを用いて既設橋梁に対して行った動的載荷試験の結果と荷重変更による動的特性への影響についてまとめたので報告する。

2. 試験概要

車両走行試験を実施する対象橋梁は岩手県雫石町にある昭和55年竣工の鋼2径間単純合成鉄桁橋（有根橋）、支間長2@29.25m、橋長60.00m、幅員8.00m、桁高1.60mで鉄筋コンクリート床版や主桁に損傷箇所が認められない健全な橋梁であった。

測定は、4主桁のうち耳桁・中桁の2つの主桁に対して行い、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、加速度計をスパン1/2、1/4、1/8点の下フランジに設置した。試験は、車両重量、走行位置、走行速度および走行方向を変え、表-1に示す17ケースについて実施した。

表-1 動的載荷試験試験ケース

20tf 車耳桁 20km/h 走行	25tf 車耳桁 50km/h 走行
25tf 車耳桁 20km/h 走行	20tf 車中桁 50km/h 走行
20tf 車中桁 20km/h 走行	25tf 車中桁 50km/h 走行
25tf 車中桁 20km/h 走行	20tf 車耳桁 30km/h 逆走行
20tf 車耳桁 30km/h 走行	25tf 車耳桁 30km/h 逆走行
25tf 車耳桁 30km/h 走行	20tf 車中桁 30km/h 逆走行
20tf 車中桁 30km/h 走行	25tf 車中桁 30km/h 逆走行
25tf 車中桁 30km/h 走行	20tf車+25tf車20km/h 平行走行
20tf 車耳桁 50km/h 走行	

3. 試験結果

1) 応力とたわみの動的増幅率

ひずみとたわみの静的載荷試験結果と動的載荷試験結果の値から動的増幅率を式(1)によって算出した。ひずみとたわみの大きな値が計測された耳桁走行時耳桁中央点について応力度の結果を図-1に、たわみの結果を図-2に示す。

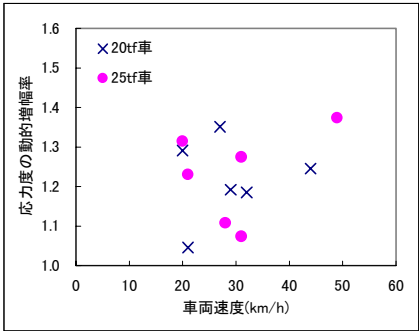


図-1 耳桁走行時耳桁応力度の動的増幅率

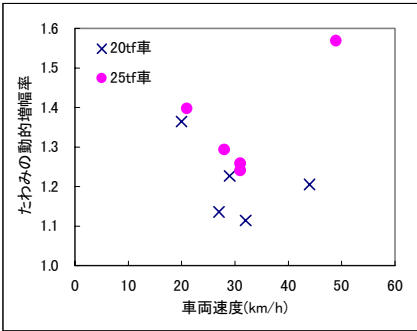


図-2 耳桁走行時耳桁たわみの動的増幅率

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

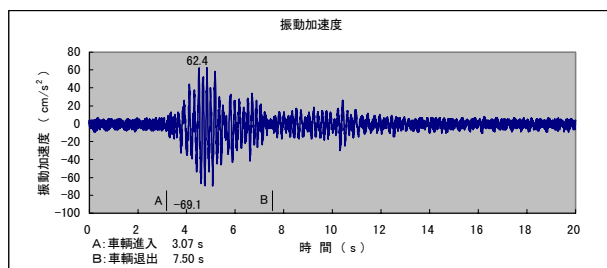
車両速度が低速の時は、車両重量の相違による影響は明瞭に認められないが、比較的高速となる50km/h時には重量の影響が認められ、動的増幅率が増加している。特に、たわみの動的増幅率が大きくなっていることがわかる。この傾向は、耳桁走行時の中桁においても同様な結果となっていた。また、いずれの場合も応力度の増幅率よりもたわみの増幅率が大きいたことが判明した。

2) 振動加速度

振動加速度は、橋梁進入約3秒前から20秒間を測定し、その応答加速度のデータから高速フーリエ変換して、橋梁上を車両が走行中および橋梁を退出後のパワースペクトルを算出した。代表例としてケースの耳桁1/2点とケースの耳桁1/2点を図-3および図-4に示す。

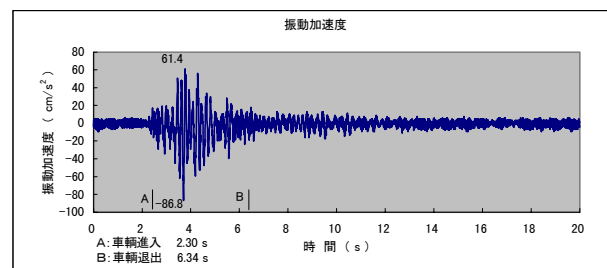
キーワード：耐荷力、耐久性、動的振動、応答加速度、動的特性

連絡先：東北エンジニアリング(株) 橋 芳明（岩手県岩手郡滝沢村字大石渡 2015 番、Tel 019-688-5611）



20t車・耳桁走行・30km/h 耳桁 1/2点

図-3 振動加速度時刻歴とスペクトル ケース⑤



25t車・耳桁走行・30km/h 耳桁 1/2点

図-4 振動加速度時刻歴とスペクトル ケース⑥

卓越振動数は 20tf 車の場合，車両退出後，4.2Hz と 6.0Hz で卓越し，25tf 車の場合も 4.3Hz と 5.9Hz で卓越していた．FEM による固有振動解析を実施した結果，一次から三次モードはそれぞれ 3.7Hz，4.1Hz，5.1Hz であった．測定された二つの固有振動数は，計算結果の一次モードと三次モードに相当すると思われる．

耳桁走行時の支間中央点の最大応答加速度と車両速度の関係を耳桁の場合を図-5 に，中桁の場合を図-6 に示す．耳桁，中桁とも 25tf 車に関しては車両速度の増加は振動加速度の増加をもたらす，20tf 車については弱い相関が認められた．

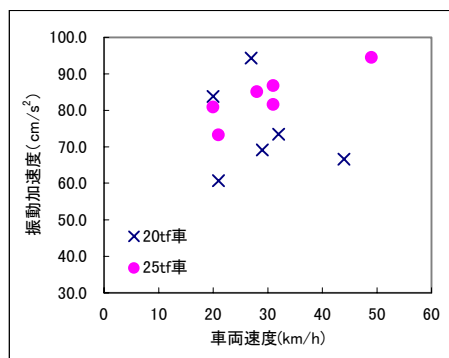


図-5 耳桁支間中央点の最大応答加速度

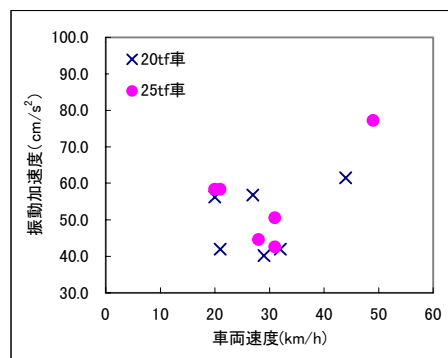


図-6 中桁支間中央点の最大応答加速度

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算術平均は，応力度では 1.215，たわみでは 1.293 であった．道路橋示方書による衝撃係数は， $L=29.25\text{m}$ の場合で 0.252 となり，動的増幅率としては 1.252 に相当することから，今回の試験結果は応力度による動的増幅率はこれより小さい値を示し，たわみによる動的増幅率はこれより大きな値を示した．また，応力度，たわみとも 20tf 車の場合より 25tf 車の場合が大きな値を示した．静的載荷試験の測定値が計算値に比べかなり安全側の結果となったが，動的増幅率は、設定値よりも大きくなる場合があり、静的載荷試験とともに動的載荷試験の必要性が確認された．また，車両重量が動的特性に対して影響が大きいことが判明し，今後，動的特性への影響について精度のよい評価ができるようより多くのデータを蓄積する必要がある．

5．おわりに

設計荷重の変更により，車両の重量化が進むとその動的影響は，既設橋梁に対して大きいことが明らかとなった．このため，今後は既設橋梁の耐荷力および耐久性の評価とともに動的特性の評価も重要となると思われる．本報告では，有根橋の結果のみを示したものであるが，全国大会当日においては，他の 2 橋について実施した結果についても報告する予定である．

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．