

鮎の瀬大橋の自動車走行試験

鹿児島高専 正員 内谷 保 九州産業大学 正員 水田 洋司
 熊本県上益城事務所 永木 卓美 住友建設(株) 瓜生 正樹

1. はじめに

鮎の瀬大橋は熊本県上益城郡矢部町菅の緑川渓谷に架設された、柔な斜張橋と剛なY型橋脚を持つラーメン橋が連続した3径間の特異な複合構造形式橋梁である。また、斜張橋部のスパン割りは左右非対称で、左岸側側径間の支点付近にはカウンターウエイトを有し、かつ高い橋脚を有しているため極めて非対称性が強く、地震や風に対する動的応答は通常の斜張橋やラーメン橋などの単一形式橋梁とは異なった複雑な挙動を示すことが予想される。このため、かかる橋梁の振動特性や動的挙動の把握を目的として、架設段階から一連の実橋振動試験が実施された。本報告は、その一環として行われた自動車走行試験の結果を示すと共に若干の考察を加えたものである。

2. 試験概要

走行試験に使用した自動車は前輪が1軸、後輪が2軸の砂利を満載した大型ダンプトラック1台で、その車軸間隔等を図-1に示す。総重量および前輪、後輪の重量はあらかじめ検量場にて測定し、固有振動数と減衰定数は10cm程度の枕木からの前輪落下および後輪落下による前輪車軸、後輪車軸および後部車体に取り付けた加速度計の応答波形から求めた。前輪落下および後輪落下とも3回計測し、その平均値を重量と共に表-1に示す。総重量

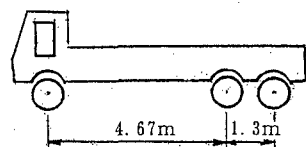


図-1 自動車の概略図

は21.23tfと若干過載荷気味であるが、固有振動数および減衰定数の値は大型重車両における従来の測定結果¹⁾と大差はなく妥当な値といえよう。

自動車は橋梁のセンターラインに沿って図-2の矢印方向に走行させ、そのときの主桁の鉛直方向の加速度応答およびひずみ応答を測定した。測定位置を図-2に示し、測点①～④は加速度応答、⑥⑧はひずみ応答の測定点である。なお、ひずみゲージの貼付箇所は主桁下フランジである。

表-1 自動車諸元の実測値

	前輪	後輪	全体
重量 (tf)	4.810	15.510	21.230
固有振動数 (Hz)	3.342	2.737 (2.737)	3.030
減衰定数	0.034	0.073 (0.079)	0.062

()内は後部車体の実測値

走行速度は20km/h(試験区分20)、40km/h(試験区分40)、60km/h(試験区分60)の3種類とし、各試験区分に対して3回以上の試験を行なった。

3. 試験結果

図-3に、一例として測点①、②および④における試験区分40-2(2回目の試験)の加速度応答波形を示す。なお、測点③における応答波形は測点②とほぼ同じであった。この図より、ラーメン橋部側径間の測点④での加速度は自動車が斜張橋部を走行する場合はほとんど生じないことがわかる。また、斜張橋部側径間の測点①での加速度も自動車がラーメン橋部を走行する場合はかなり小さくなっている。このことより、Y橋脚より右側のラーメン部分は単独の橋梁のような挙動をしていると考えられる。表-2は各測点の鉛直方向加速度の応答波形から得られた最大加速度振幅と卓越振動数を示したものである。ただし、表中の値は各試験区分で行なった試験結果の平均値である。一般的に走行速度が大きくなるにつれて最大加速度振幅も大きくなっているが、中央径間中点近傍の測点③では走行速度の変化による影響は他の測点ほど大きくは現れないようである。卓越振動数については各測点とも走行速度による変化はそれ程大きくはなく、斜張橋部では自動車の固有振動数に近い3Hz前後が卓越しており、ラーメン橋部では1.9Hz(ラーメン橋側径間の自由振動モード振幅が大きくなる固有振動数に近い値)が卓越しているようである。なお、測点③の卓

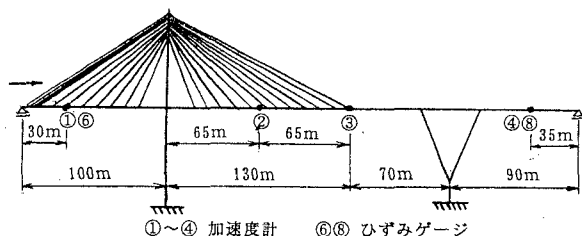


図-2 加速度計とひずみゲージの設置位置

①～④ 加速度計 ⑥⑧ ひずみゲージ

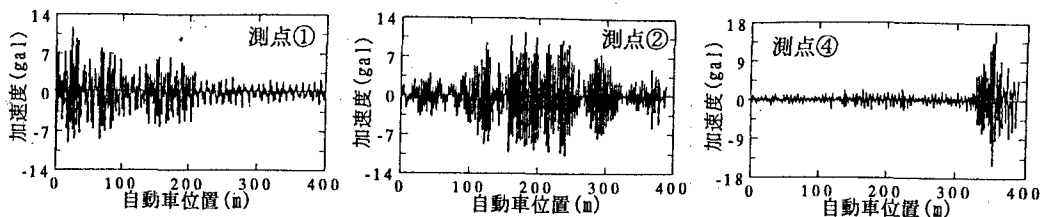


図-3 加速度応答波形（試験区分40-2）

越振動数が試験区分60で極端に小さくなっているが、図-4に示した加速度応答波形のフーリエスペクトル（試験区分60-2）を見ると3 Hzあたりの振動数も卓越していることがわかる。これより、比較的揺れやすい斜張橋部の揺れは走行する自動車の固有振動数にかなり影響されるのに対して、揺れにくいラーメン橋部の揺れはあまり影響されないと考えられる。

表-2 最大加速度と卓越振動数

試験区分		20	40	60
測点①	最大加速度 (gal)	9.407	13.050	18.060
	卓越振動数 (Hz)	2.668	3.105	2.004
測点②	最大加速度 (gal)	14.860	14.750	19.570
	卓越振動数 (Hz)	2.998	3.032	3.079
測点③	最大加速度 (gal)	12.939	9.978	13.270
	卓越振動数 (Hz)	2.998	2.983	1.532
測点④	最大加速度 (gal)	12.118	13.445	19.255
	卓越振動数 (Hz)	1.939	1.907	1.906

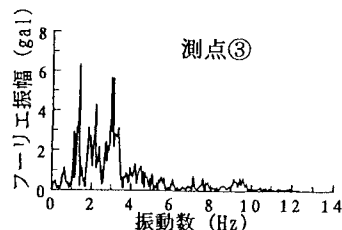


図-4 フーリエスペクトル（試験区分60-2）

図-5は、一例として斜張橋部側径間の測点⑥とラーメン橋部の測点⑧における試験区分40-4で得られた主桁下フランジのひずみ応答波形を示したものである。これらの波形からも先に述べたように、Y橋脚より右側のラーメン部分は全く単独の橋梁のような挙動をすることがうかがえる。表-3は、測点⑥と⑧における動的最大ひずみと $DIF = \varepsilon_d / \varepsilon_{st} - 1$ （ここに、 DIF は動的増幅率、 ε_d は動的最大ひずみ、 ε_{st} は静的最大ひずみ）から求められた動的増幅率および設計に用いられた衝撃係数値を示したものである。なお、表中の動的最大ひずみおよび動的増幅率の値は各試験区分で行なった試験結果の平均値である。一般に走行速度が大きくなれば動的効果も大きくなり動的最大ひずみも増大すると考えられるが、本試験では走行速度による動的ひずみ応答の変化は小さく、動的最大ひずみもほとんど近接した値となった。これは本橋の死荷重が大きく20tf程度の自動車荷重によるひずみは表-3からわかるように極めて小さな値となり、走行速度の影響が現れにくかったためと考えられる。また、動的増幅率は設計衝撃係数に相当するが、本橋の設計に用いられた衝撃係数値よりもかなり小さな値となっている。

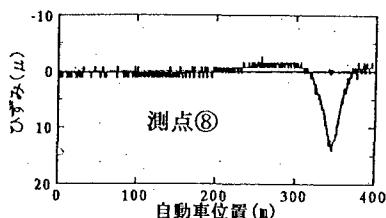
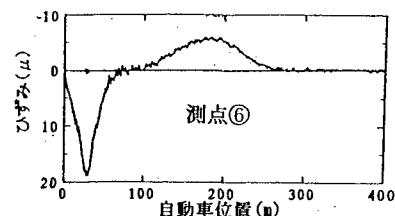


図-5 ひずみ応答波形（試験区分40-4）

表-3 動的最大ひずみと動的増幅率

試験区分		20	40	60
測点⑥	動的最大ひずみ (μ)	18.657	18.706	18.328
	動的増幅率	0.032	0.035	0.014
	設計衝撃係数	0.081		
測点⑧	動的最大ひずみ (μ)	14.313	14.183	14.171
	動的増幅率	0.072	0.062	0.061
	設計衝撃係数	0.107		

4. あとがき

自動車走行による主桁の鉛直方向加速度応答の卓越振動数は、比較的揺れやすい斜張橋部では自動車の固有振動数に近い値となり、揺れにくいラーメン橋部では自由振動モード振幅が大きくなる振動数に近い値となるようである。また、主桁のひずみ応答から得られた動的増幅率は設計衝撃係数値を十分下回っているようである。

最後に、本試験にご協力いただいた九州産業大学工学部土木工学科の吉村教授、熊本大学工学部環境システム工学科の崎元教授および荒巻所長をはじめとする鮎の瀬大橋作業所の方々に深く感謝申し上げます。

【参考文献】 1) 川谷他：土木学会論文報告集、第275号、pp. 292～307、1978