

大阪大学大学院	正 員 川 谷 充 郎	大阪大学大学院	学生員 下 村 和 也
大阪大学工学部	学生員 〇下村 公一朗	大阪市建設局	山 内 堅 次
片山ストラテック㈱	正 員 山 口 史 夫	日立造船㈱	正 員 矢 幡 武 人
㈱ニチゾウテック	正 員 小 林 義 和		

1. まえがき 大阪市建設局では都市計画事業による橋梁の架け換えに際し、景観とシンボル性を考慮して単弦ローゼ桁を採用した。本橋は歩行者容量を確保するために広幅員となり、支間長 64.7m に対して全幅員 35.8m を有し、かつ、一方の橋台側で約 60° の斜角を有する特殊な形状である¹⁾。さらに、桁下空間の制約から主桁の高さが 1.3m に制限されるため、ねじれ振動に起因する交通振動の歩行者感覚に与える影響が懸念された。そこで、事前に固有振動解析が行われ、1次振動がねじれモードで 1.02Hz とかなり小さいと予測され、動的応答解析による振動使用性も検討された^{2), 3)}。さらに、本橋完成直後に現地振動実験を行い、自由振動特性を明らかにするとともに、歩行者の振動使用性を検討した^{4), 5)}。しかし、実験から得られた固有振動数(1次固有振動数 1.67Hz)は事前に予測していたものよりかなり大きく、解析モデルを見直して動的応答解析を行った⁶⁾。これまでの解析では応答を求める位置が支間中央位置の外桁であり、支間中央の両側歩道端で応答を測定した実験と異なっていたため、新たに歩道部の耳桁を含む解析モデルを作成する。さらに地覆、高欄、プレキャスト床版を詳細に考慮するモデルに改めて動的応答解析を行い、大型車両の単一走行時、二台連行時における実験と解析の結果を比較し、解析の妥当性を検証し、本橋の振動使用性について検討する。

2. 動的応答解析手法 本橋を Fig.1 に示すような有限要素にモデル化する。すべて一節点 6 自由度を有する三次元はり要素であり、鋼床版の換算せん断剛度を考慮して斜め部材要素を設ける。斜め部材は断面積のみ考慮し、曲げ剛性とねじり剛性は十分に小さく設定している。質量は節点集中質量にモデル化する。主桁および横桁の変断面を考慮し、耳桁の部材要素を新たに付け加える。本橋では、主桁支点上において橋軸周りのねじれを拘束する方が、実際の挙動に近いことが分かり⁶⁾、動的応答解析ではそのモデルを用いる。橋梁の減衰定数は 1 次と 2 次振動モードに対して実測値の 0.0146 とする。

車両モデルは実験で使用した 20tf のダンプトラックを三次元の 8 自由度系車両にモデル化する。モード法による橋梁と走行車両の連成振動の微分方程式を Newmark's- β 法により逐次積分して時系列応答を求める。

3. 解析結果 **3.1 固有値解析結果** 今回の解析モデルについての固有値解析結果を実測より求めた固有振動数とともに Table 1 に掲げる。今回のモデルでは、1次振動、2 次振動の固有振動数は実測と比べて 6~10% 程小さい。しかし、以前の解析モデルに比べると、実測との差は小さく、今回の解析モデルで動的応答解析を行う。

3.2 動的応答解析結果 橋梁を北行きに速度 5.17m/sec で車両が単一走行するときの実験および解析結果を Fig.2 に示す。支間中央の両側歩道端における加速度応答波形の振幅およびフーリエ振幅による卓越振動数は一致しており、解析において実験の振動状態がよく表せている。

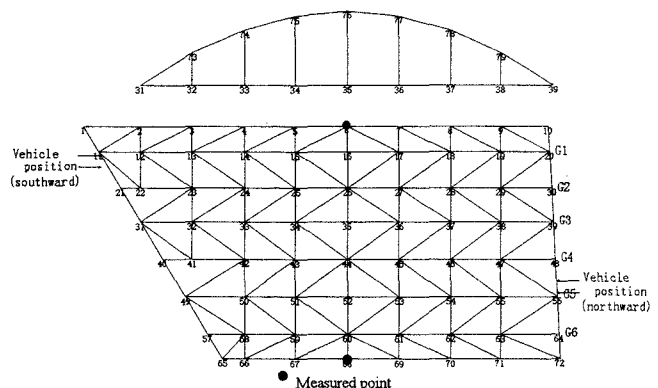


Fig.1 Analytical model of bridge

Table 1 Natural frequency of bridge

	Analysis		Experiment	Ratio (Ana./Exp.)
	Previous model ^{2), 3)}	New model		
1st (torsion)	1.02	1.50	1.67	0.90
2nd (bending)	1.97	2.66	2.82	0.94

橋梁の振動使用性は通常速度応答で評価されるので、加速度記録から速度応答を求める。車両走行側の速度応答の RMS 値を Fig.3 に示し、実験と解析の結果を比較する。解析値と実験値はよく一致していると言え、解析の妥当性がうかがえる。応答の特徴として、実験・解析ともに南行き走行の方が北行き走行より応答が大きく、また二台連行時の方が単一走行する場合より応答は大きくなっている。

4. 振動感覚の評価基準 振動感覚の評価基準として、ここでは、実橋における振動測定結果とその際の振動感覚を用いる。測定は大阪市内の橋梁で行い、振動基準を定めるため、測定点毎に最大振幅前後約1秒、計2秒間において速度応答の RMS 値を求める。その結果として、速度応答 0.96cm/sec を現地における歩行時の振動感覚から、振動使用性の評価基準「はっきりと振動を感じる程度」の振動限度と定める⁷⁾。

5. 振動使用性の評価 今回の解析および実験における速度応答の RMS 値を、4. で述べた振動使用性の評価基準における振動限度と比較すると、振動の大きい二台連行、南行きにおいても「はっきりと振動を感じる程度」の限度値 0.96cm/sec 未満であり、大型車両の単一走行時および二台連行時において振動使用性が問題となることは無いといえる。

参考文献

- 1) 夏秋義広・山口史夫・森本美智男・福田良夫：岩松橋の設計と施工，片山技報 No.16，pp.33-40，1996.11.
- 2) 川谷充郎・下村和也・野寄一郎・山口史夫・矢幡武人：広幅員単弦ローゼ桁橋の走行荷重下における振動使用性，平成9年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，I-100，1997.5.
- 3) 川谷充郎・下村和也・野寄一郎・山口史夫・矢幡武人：広幅員単弦ローゼ桁橋の走行荷重下における振動使用性実験，土木学会第52回年次学術講演会講演概要集，I-B225，1997.9.
- 4) 川谷充郎・下村和也・野寄一郎・山口史夫・矢幡武人・小林義和：広幅員単弦ローゼ桁橋の走行荷重下における振動使用性実験，土木学会 橋梁交通振動コロキウム'97 論文集，pp.285-292，1997.10.
- 5) 川谷充郎・下村和也・河瀬和哲・野寄一郎・山口史夫・矢幡武人・小林義和：広幅員単弦ローゼ桁橋の走行荷重下における振動使用性評価，平成10年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，I-53，1998.5.
- 6) 川谷充郎・下村和也・河瀬和哲・野寄一郎・山口史夫・矢幡武人・小林義和：広幅員単弦ローゼ桁橋の走行荷重下における振動使用性，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集，I-B446，1998.10.
- 7) 川谷充郎・小林義和・下村和也：非定常連成不規則振動解析による単純桁橋の振動使用性の確率論的評価，平成11年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，I-39，1999.5.

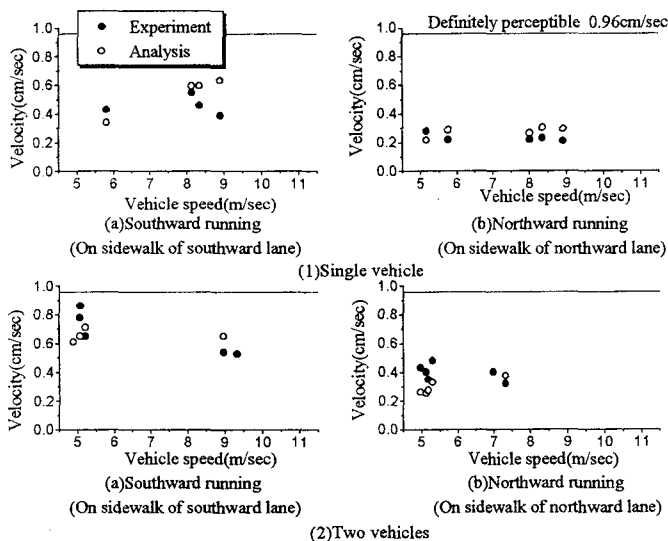


Fig.3 RMS of velocity

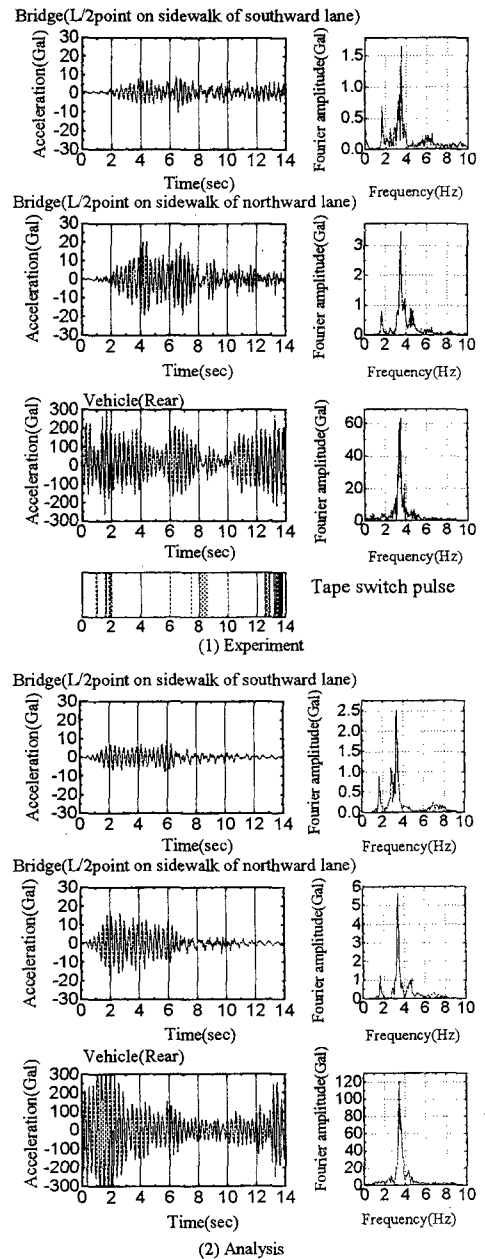


Fig.2 Acceleration of bridge and vehicle
(Single vehicle, northward, speed 5.17m/sec)