

(株) 日 建 設 計 正 員 西 山 誠 治
 大阪大学工学部 正 員 川 谷 充 郎
 大阪大学大学院 学生員 嶽 下 裕 一

1. まえがき 単純桁橋の試験車走行実験結果¹⁾の検証を目的として、筆者らは主桁動的応答解析を行い、振幅特性のみならず周波数特性まで検討した²⁾。ここでは、動的応答波形の実験結果と解析結果の比較に基づいた考察を行い、また継手部の段差が動的応答に及ぼす影響についても調査する。さらに、近年問題となっている高架橋周辺に及ぼす動的影響に関連して支点反力変動にも着目する³⁾。

2. 桁橋の走行荷重による動的応答解析⁴⁾ 曲げ振動およびねじり振動について、それぞれ3次モードまで考慮して連成振動方程式を誘導する。さらに走行車両を前輪1軸ならびに後輪2軸を考慮した2自由度振動系にモデル化する。これより得られる、偏心走行荷重による橋の曲げねじり連成振動の微分方程式を Newmark- β 法を用いて逐次積分し、橋の動的応答を求める。

3. 解析モデル 対象橋梁は阪神高速道路梅田入路橋であり、その解析モデルを Fig. 1 に示す。本橋は橋軸方向に少し曲がっており、従って断面が非対称でせん断中心も内桁上にはない。動的応答解析では橋長にわたって直線の等断面と仮定し、断面諸量は橋軸方向の長さにはわたる平均値とする。橋梁モデルの構造諸元を Table 1 に示す。また、走行車両モデルを Fig. 2 に、モデルの諸元を Table 2 に示す。

4. 路面凹凸 梅田入路橋の路面凹凸を車両の左右輪の2測線について測定した。これらの2測線、およびそれらの平均値の路面凹凸データについて、タイヤの接地長25cmを考慮して平滑化し、FFT 法によりパワースペクトル密度を算出し、Fig. 3 に示す。これより、全体的に梅田入路の路面は比較的良好な状態であることが分かる。なお、各測線毎の路面凹凸の動的応答に及ぼす影響は走行速度により異なるが、左右輪の平均値の路面凹凸を用いることにより実測値と良く一致した⁵⁾。

5. 主桁の動的応答 (1) **実験結果との比較** 走行速度を実測値に合わせて、4.745、8.796m/s と変化させて解析した場合の応答波形を、対応する実測波形と共に Fig. 4 に示す。車両の移動に伴い、応答振幅の時間的に変化する様子、また車両速度4.745m/sの場合、ねじりの影響で外桁の振幅が内桁よりも大きくなる様子が、解析でも表現されている。これらの波形より得られた動的増幅率 DIF と応答の周波数を Fig. 5 に示す。これより、DIF および応答の周波数について、解析結果は実測結果と良く一致していることが分かる。(2) **継手部段差の影響** 桁の車両進入側の継手部に実験と同様に幅20cmの段差を設置し、その高さを 5、10、15mm と変化させて動的応答解析を行った。支間中央のひずみの応答波形の例を Fig. 6 に示す。

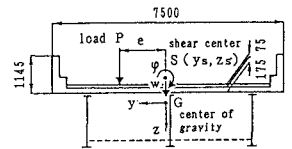


Fig. 1 Sectional view (unit:mm) of model girder

Table 1 Structural properties of test bridge

Span length	l	40.4(m)
Weight per unit length	mA	7.706×10^2 (kg/m)
Ratio of Young's modulus	n	9.516
Ratio of shear modulus	n_s	8.565
Area of section	A	0.1415(m ²)
Moment of inertia of area	I_x	0.2122(m ⁴)
Polar moment of inertia	I_p	6.0303×10^3 (kgm ²)
$\times$ Weight per unit length mI	J	0.3843×10^{-1} (m ⁴)
Torsion constant	J	0.7900(m ⁴)
Warping constant	C_w	
Damping constant for 1st and 2nd modes		0.02536
Natural frequency		
Bending vibration 1st		2.35(Hz)
2nd		9.42(Hz)
3rd		21.19(Hz)
Torsional vibration 1st		3.86(Hz)
2nd		10.16(Hz)
3rd		19.89(Hz)

Table 2 Dynamic properties of model vehicle

Weight		19.47(t)
Degree of freedom		2
Natural frequency		3.3(Hz)
Moment of inertia		58.22(tm ²)
Damping Constant		0.03

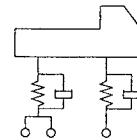


Fig. 2 Model vehicle

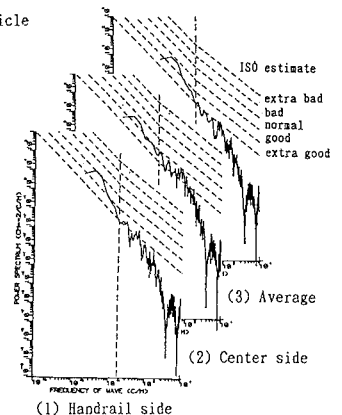


Fig. 3 Power spectrum of road roughness

す。Fig.6とFig.4(2)の比較により、段差により励起された車両の振動は支間中央に達する前に減衰していることが分かる。次に、これらのDIFを

Fig.7に示す。これより、今回対

象とした支間長40.4mの単純桁では、支間中央のひずみのDIFでは段差の影響は少ないことが分かる。このことは、実測値に関してDIFを整理したFig.5(1)においても、段差による明確な傾向が表れていないことから明らかである。

6. 支点反力変動 (1) 動的成分 車両進入側における支点反力の時刻歴曲線の例を Fig.8に示す。支点反力は車両から受ける外力と桁の慣性力との和で表される。車両進入側の支点反力では、継手部の影響により進入直後は、車両からの外力成分が桁の慣性力よりも大きくなっている。

(2) 継手部の段差の影響 継手部段差の支点反力に及ぼす影響について、車両進入側の支点反力の応答波形の例を Fig.9に示し、これらのDIFを Fig.10に示す。車両進入側の支点反力では速度の大きい場合に、段差が大きくなるにつれてDIFも大きくなるが、車両退出側の支点反力では段差の影響は少ない。

参考文献

- 1) 難波・川谷・林・中村・西星：土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，I-375，1990.9.
- 2) 西山・川谷：土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，I-414，1991.9.
- 3) 比江島・藤野：土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，I-206，1992.9.
- 4) 川谷・小松・佐々木：土木学会論文誌，第392号/1-9，pp.351-358，1988.4
- 5) 川谷・西山：構造工學論文集，Vol.39A，pp.733-740，1993.3

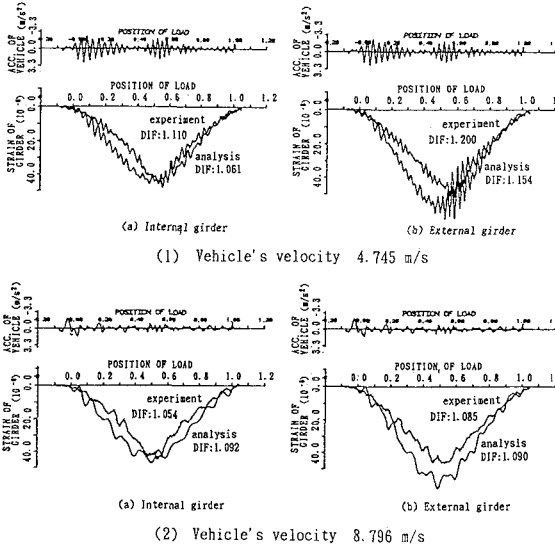


Fig.4 Time history of dynamic response

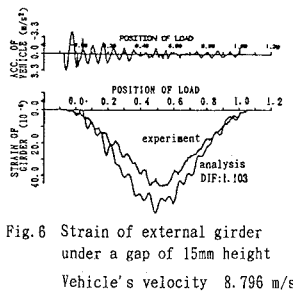


Fig.6 Strain of external girder under a gap of 15mm height
Vehicle's velocity 8.796 m/s

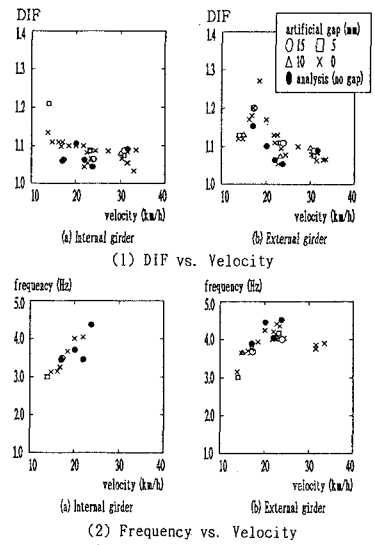


Fig.5 Comparison between field test results and analytical ones

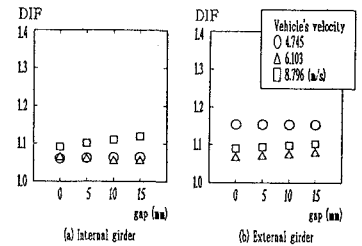


Fig.7 Comparison of DIF of strain of girder

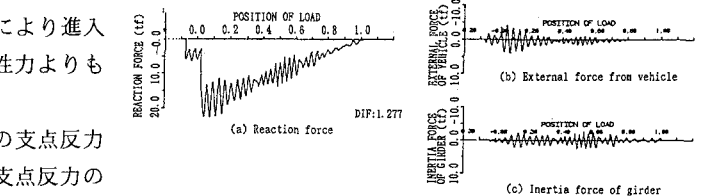


Fig.8 Time history of dynamic response of reaction force
Vehicle's velocity 4.745 m/s

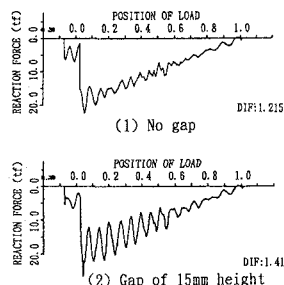


Fig.9 Reaction force at support
Vehicle's velocity 8.796 m/s

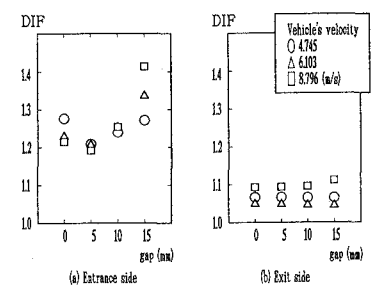


Fig.10 Comparison of DIF of reaction force