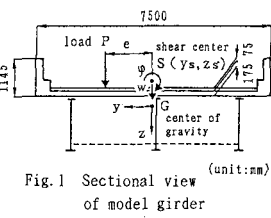


大阪大学工学部
大阪大学大学院
大阪大学工学部

正員
学生員
学生員

川谷 充郎
○西山 誠治
嶽下 裕一

1. まえがき 道路橋の走行荷重による動的応答は、これまで、衝撃係数との関連から振幅特性について調べられたものが大半である。ところで、筆者らによって行われた単純桁橋における試験車走行実験の結果によれば、走行速度が変化すると、主桁の動的応答の周波数が変化していた¹⁾。本研究では、このような実験結果の検証を行うために、不規則な路面凹凸を含めた橋梁と走行車両の連成振動の理論解析を行う。この場合、曲げとねじりの連成振動を考慮する



2²⁾。さらに、路面凹凸の測線の違い、継手部の段差が動的応答に及ぼす影響についても調べる。

Table 1 Structural properties of test bridge

Span length	<i>l</i>	40.4(m)
Weight per unit length	<i>m</i>	7.706×10^2 (kg/m)
Ratio of Young's modulus	<i>n</i>	9.516
Ratio of shear modulus	<i>n_s</i>	8.565
Area of section	<i>A</i>	0.1415(m ²)
Moment of inertia of area	<i>I_x</i>	0.2122(m ⁴)
Polar moment of inertia	<i>J</i>	0.3843×10^{-1} (m ⁴)
× Weight per unit length	<i>mJ</i>	6.0303×10^2 (kgm)
Torsion constant	<i>J</i>	0.3843×10^{-1} (m ⁴)
Warping constant	<i>C_w</i>	0.7900(m ⁶)
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)

2. 桁橋の走行荷重による動的応答解析²⁾ 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と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。

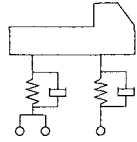


Table 2 Dynamic properties of model vehicle

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

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、直線勾配を除いたものを Fig. 3に示す。中央側の測線では短波長成分の凹凸があり、他方、高欄側の測線では長波長成分が卓越しており、左右輪位置の路面凹凸がかなり異なっている。次に、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から、高速フーリエ変換法によりパワースペクトル密度を算出したものを、ISO の路面凹凸評価基準と共にFig. 4 に示す。これより、全体的に梅田入路の路面凹凸は比較的良好な路面状態であることが分かる。

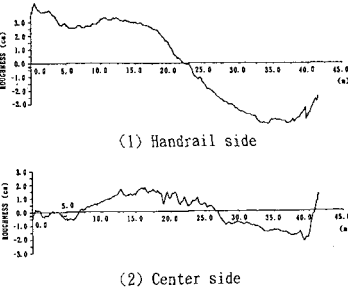


Fig. 3 Profile of road surface roughness

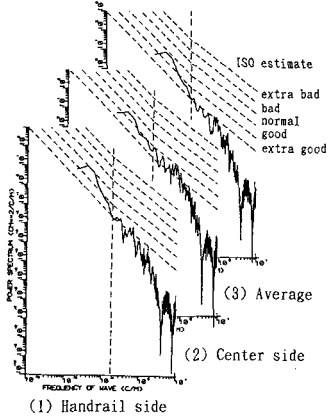


Fig. 4 Power spectrum of road roughness

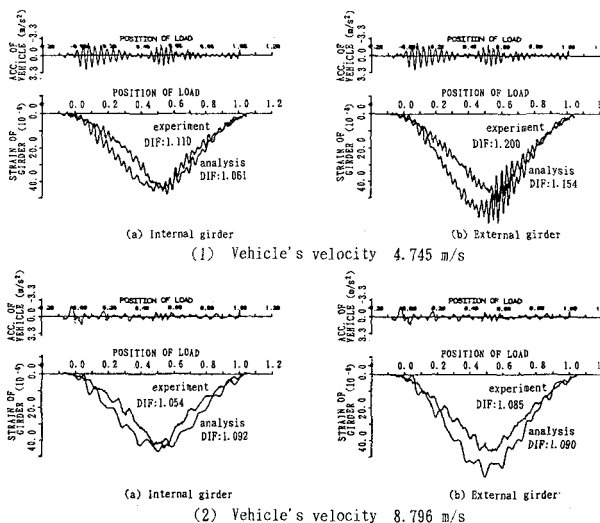


Fig.5 Time history of dynamic response

5. 解析結果 (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.5 に示す。車両の移動に伴い、応答振幅の時間的に変化していく実測における様子が、解析でも表現されていることが分かる。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.6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) 路面凹凸の測線の相違による影響 高欄側および中央側の路面凹凸を用いて解析した場合の応答波形の例を Fig.7に示す。Fig.5(1)の左右輪位置の凹凸の平均値を用いた場合の応答波形は、高欄側および中央側の凹凸を用いた場合の平均的な応答波形になっており、解析において左右輪の平均値の路面凹凸を用いなければならないことが分かる。

(3) 継手部の段差の影響 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。応答波形の例を Fig.8に示す。Fig.5(2)と比較すると、段差により励起された車両の振動は支間中央に達するまでに減衰していることが分かる。次に、これらのDIFをFig.9に示す。これより、今回対象とした支間長40.4 mの単純桁では DIFには段差の影響の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.6(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。

参考文献

- 難波宗行・川谷充郎・林 秀侃・中村一平・西星匡博：各種短支間道路橋における自動車走行実験，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，I-375，1990.9.
- 川谷充郎・小松定夫・佐々木孝：走行自動車荷重を受けるプレートガーダー橋の動的応答特性に関する研究，土木学会論文集，第392号/I-9，pp.351-358，1988.4.

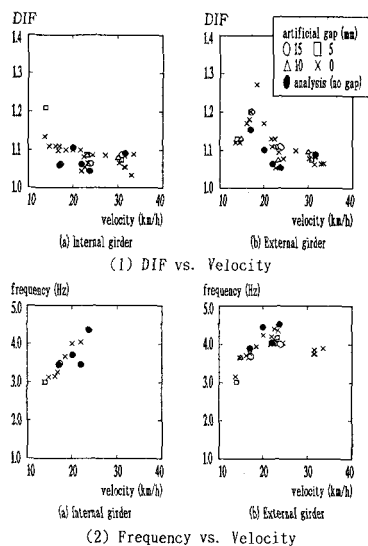


Fig.6 Comparison between field test results and analytical ones

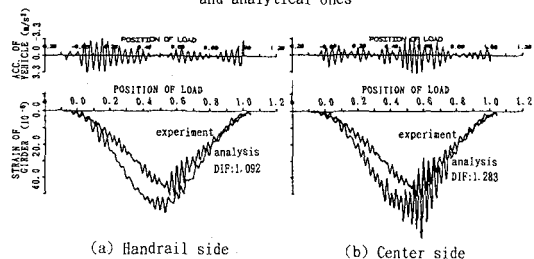


Fig.7 Time history of dynamic response under difference of road surface roughness 4.745 m/s (External girder)

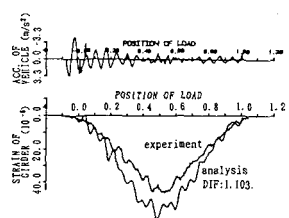


Fig.8 Time history of dynamic response under a gap with 15mm height 8.796 m/s (External girder)

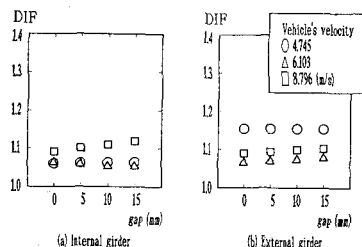


Fig.9 Comparison of DIF