

I - B 273

伸縮継手部近傍路面凹凸の道路桁橋交通振動への影響

大阪大学大学院 正会員 〇川谷 充郎 大阪大学大学院 学生員 川木 秀昭
 阪神高速道路公団 正会員 徳永 法夫

1. まえがき 近年、自動車重量の増大とそのような大型車交通量の増加に伴い、道路橋の走行車両による動的挙動が構造部材の疲労損傷や振動使用性あるいは周辺環境振動などの問題を引き起こしている。橋梁の走行車両による動的応答は、橋梁と自動車の動的特性および走行速度などと共に路面凹凸の影響を大きく受ける。特に桁端継手部段差を通過するときの自動車の衝撃的な振動の影響が大きい。ところが、供用間もない新設路線や舗装の打ち替え補修の直後で、継手部周辺に段差が認められない状態であっても、大型車両が走行する際に車体が上下に波打つ現象が認められる場合がある。このような個所では継手部の周辺で比較的波長の長い路面凹凸があり、それが振動の発生に影響を与えていることが報告されている。これらの比較的長波長の路面凹凸が周辺地盤振動に与える影響を検討するため、三次元動的応答解析を行う。動的反力に着目し、路面凹凸の形状、車両走行速度によりそれらがどのように変化するか検討する。

2. 解析手法と解析モデル **2.1 橋梁モデルと車両モデル** 対象橋梁は都市高速道路の支間長 26.3m(主桁 6 本)の PC 桁橋である。本橋梁を Fig.1 に示すように、1 節点 6 自由度の有限要素を用い、主桁を梁要素、床版を板要素としてモデル化する。また、走行車両として後軸がタンデム軸のトラックを 8 自由度系三次元システムとしてモデル化する¹⁾。走行車両の諸元を Table 1 に示す。

2.2 路面凹凸 解析対象の路面の基本形状は、Fig.2 に示すとおりであり、この基本形状の長さとおきのパラメータを変化させる。路面凹凸のパラメータを Table 2 に示す。路面凹凸の基本形状は sin 半波とし、橋梁両端の継手の両側に設ける。また、その sin 半波形状の中間は伸縮装置として 50cm の平坦部を設ける。解析では、路面凹凸スペクトルを $S_r(\Omega) = \alpha / (\Omega^n + \beta^n)$ 、 $\alpha = 0.003$ 、 $\beta = 0.02$ 、 $n = 2.5$ で表したシミュレーション路面を左右タイヤ位置において独立に発生させ、基本形状に重ね合わせて路面凹凸とする。このスペクトルから得られる路面凹凸は、これらの凹凸によって大きな振動が発生しないような比較的滑らかな(良好な)凹凸形状である。

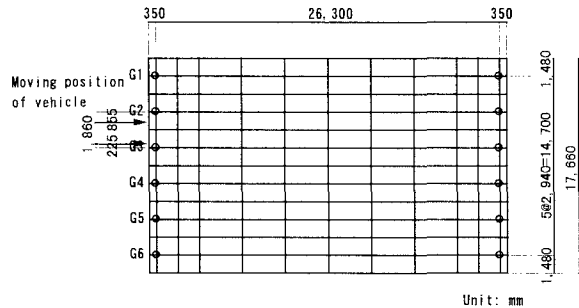


Fig.1 Analytical model of bridge

Table 1 Dynamic properties of vehicle

諸元	単位
総重量	20.0 tf
ばね上質量	3.9 tf
前軸質量	1.3 tf
後軸質量	1.9 tf
車体ばね(前軸)	168.0 tf/m
車体ばね(後軸)	485.0 tf/m
タイヤばね(前軸)	1030.0 tf/m
タイヤばね(後軸)	1495.0 tf/m
ばね上振動数	3.0 Hz
ばね下振動数	10.0 Hz
前軸-後軸距離	18.0 m
タンデム軸距離	0.5 m
トレッド	1.5 m

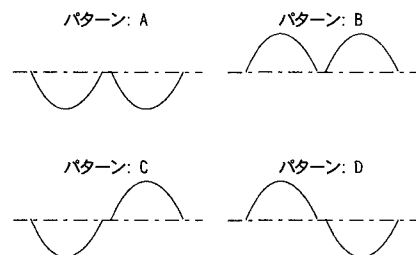


Fig.2 Patterns of road surface

Table 2 Parameters of road profile near joint

凹凸の長さ (l)	凹凸の高さ (h)	凹凸のパターン
2m	10mm	A 凹凹(-, -)
4m	20mm	B 凸凸(+, +)
5m	30mm	C 凹凸(-, +)
-	-	D 凸凹(+, -)

キーワード：道路橋交通振動、三次元解析、長波長路面凹凸、動的反力

連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, phone 06-6879-7598, fax 06-6879-7601

2.3 交通振動三次元解析 桁橋と走行荷重との連成振動の微分方程式をモード法により定式化し, Newmark's- β 法を用いて逐次積分して動的応答を求める. このとき車両接地力が負になる場合は, 車両がジャンプしたとして収束計算過程で車両接地力を0にする. 減衰マトリックスは質量マトリックスと剛性マトリックスの線形和で与えられるものとする. この方法では高次の減衰はモード次数と共に大きく評価することになる. 解析において考慮するモード次数を60次 ($f_{60}=65.3\text{Hz}$) までとする. 車両の走行速度は, 60km/h, 80km/h, 100km/hを対象とする. また, 車両走行位置は追越車線 (Fig.1参照) とする.

3. 解析結果 3.1 動的反力の時系列 解析結果の一例として動的反力の時系列を Fig.3 に示す. 追越車線を走行していることから車両の左右タイヤに近いG2桁, G3桁の支点反力が大きく卓越し, その他の桁では横桁の分配による反力が生じていることが分かる. Fig.3 の最下段は1支承線上での支点反力の合計を示している. 進入側の支点反力は, 車軸の進入と共に大きくなり, 動的成分を伴いながら次第に小さくなっている. また, 退出側の支点反力は, 進入側の場合とは反対に車軸が近づくにつれて動的成分を伴いながら大きくなっている. しかし, 退出側では, 進入側ほど動的成分は大きくなく, 退出側の凹凸の影響もはっきりとは認められない.

3.2 動的反力最大値の変化 解析結果より, 1支承線上の支点反力の合計に着目して検討をする. 路面凹凸の各種パラメータと支点反力の最大値 (最大反力) の関係を調べる. Fig.4 に車両速度毎, 不陸長別に不陸量と反力の関係を示す. この図より不陸長, 不陸のパターンにかかわらず, 増加の傾向は異なるものの, 不陸量が大きくなると反力は増大することが分かる. 不陸長が短いときは ($l=2.0\text{m}$) 不陸量の増大と共に, 不陸パターンが逆位相 (凹凸, 凸凹) のときの反力は, 同位相 (凹凹, 凸凸) のときの反力よりも大きくなる. しかし, 不陸長が長いとき ($l=4.0\text{m}, 5.0\text{m}$) はこの傾向が逆転し, 同位相のときの方が大きくなる. 仮に, 対象橋梁の衝撃係数 0.26 を基準値にして最大反力の許容される最大値を $25f_t$ とすると, 路面凹凸が 10mm 以上になると, ほとんどのケースでそれを超えてしまうことになる.

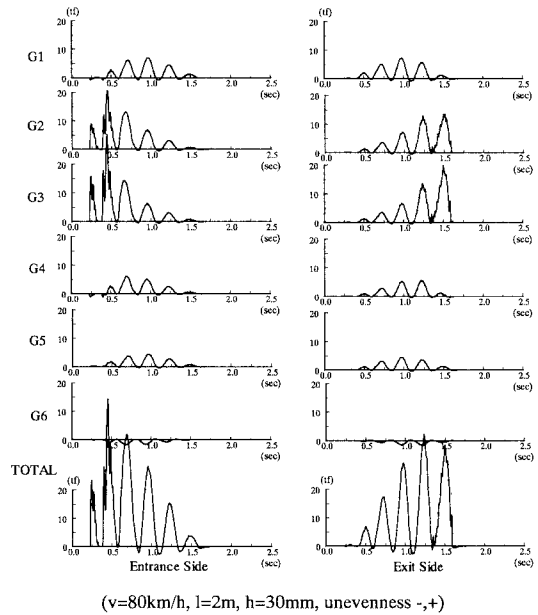


Fig.3 Time histories of reaction forces

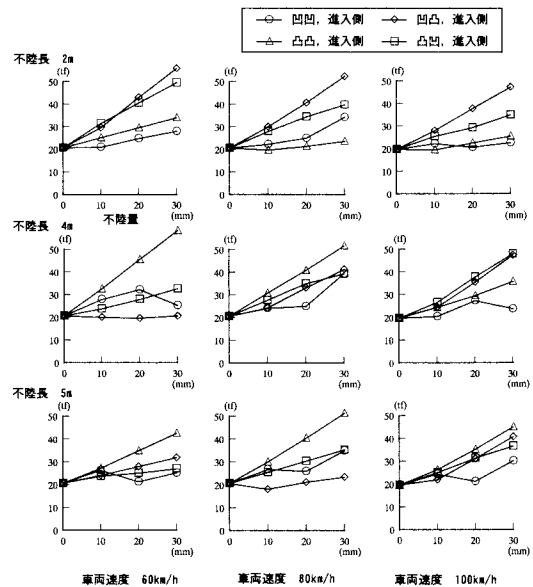


Fig.4 Reaction forces

【参考文献】

- 1) 川谷充郎・山田靖則・嶽下裕一: 三次元車両モデルによる桁橋の動的応答解析, 土木学会論文集, No.584/I-42, pp.79-86, 1998.1.