

近代木車道橋の動的応答特性と衝撃係数

日本交通技術（株）正会員 ○水野 寿行
 金沢工業大学 フェロー 本田 秀行

1. はじめに 現在の近代木車道橋の設計に用いられる衝撃係数は、支間長に関係なく一律 0.25 が採用されているのが現状である。そこで、複数の近代木車道橋を対象橋梁として、走行車両が通過した際における橋梁の動的応答解析を実施し、近代木車道橋の動的性状の把握と衝撃係数の妥当性を検討した。

表-1 対象橋梁

橋名	構造形式	橋長(m)	支間長(m)	設計活荷重
神の森大橋	中路式2ヒンジアーチ橋	26.0	23.0	TL-20
木のかけはし	4径間連続プレストレス床版橋	40.5	10.0	25(A)
みどりばし	π ラーメン橋	30.0	28.0	25(A)
杉の木橋	上路式2ヒンジアーチ橋	38.6	34.0	25(A)
金峰2000年橋	上路式2ヒンジアーチ橋	42.0	36.9	25(A)
おおさる橋	中路式2ヒンジアーチ橋	28.0	25.6	25(A)

2. 対象橋梁 対象橋梁は、表-1 に示す近代木車道橋 6 橋とし、各対象橋梁の 3 次元構造解析モデルを作成した。図-1 に各対象橋梁の一般図および動的応答解析における着目点の位置を示す。

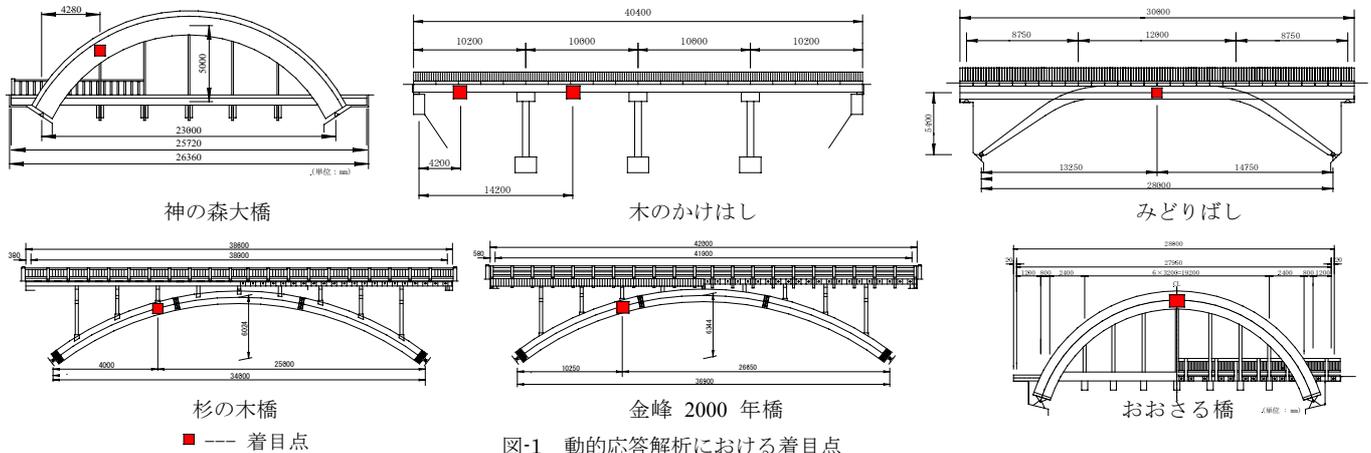


図-1 動的応答解析における着目点

3. 動的応答解析 (1) 動的応答解析法 本研究においては、路面凹凸を考慮した車両-橋梁系の運動方程式を直接積分法による Newmark's β 法を用いて計算した。 $\beta=1/4$ 、計算時間間隔は $\Delta t=0.01\text{sec}$ である。減衰については Rayleigh 減衰を仮定し、係数については各対象橋梁における実橋実験より得られた固有振動数および減衰定数から決定している。

(2) 路面凹凸 本田らによる橋面凹凸の実態調査の平均値を用いてモンテカルロ法により 30 通りの路面凹凸サンプル波形を作成した。**(3) 車両モデル** 3次元 11 自由度系車両モデル¹⁾を用いて数値計算を行った。車両モデルを図-2 に示す。**(4) 車両の走行条件および着目点** 衝撃係数は最大応力度に対する割増し係数であるから、妥当性について検討する場合、設計活荷重相当の自動車荷重列が走行した際の動的応答解析を行う必要がある。そこで本研究においては、25tf 車 1 台単独 30km/h 走行および設計活荷重相当の自動車荷重列 30km/h 走行の 2 つの走行ケースにおける動的応答解析を実施した。着目点はアーチ系橋梁についてはアーチリブ、 π ラーメン橋については主構、床版橋については床版の曲

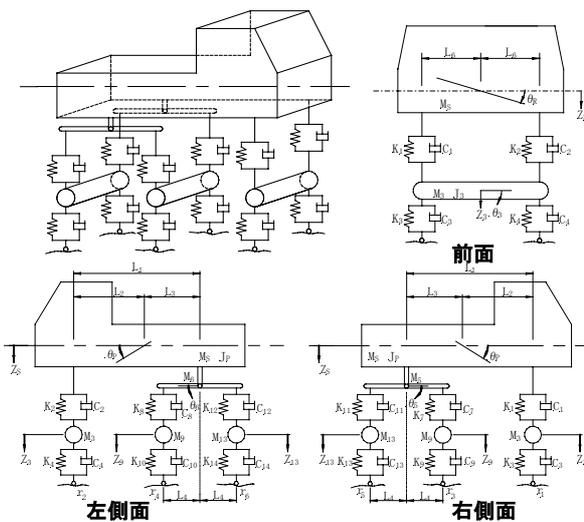


図-2 3次元11自由度系車両モデルの図

キーワード 近代木車道橋, 動的応答解析, 衝撃係数

連絡先 〒110-0005 東京都台東区上野 7-11-1 日本交通技術（株） Tel. 03-3842-9170(代) FAX. 03-3842-9177(代)

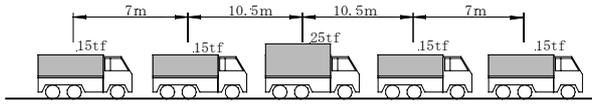


図-3 A活荷重(L荷重)相当と仮定した自動車荷重列

の前後 10.5m 間隔で 15tf 車を配置し、その他は 15tf 車を 7m 間隔で満載する荷重列である。動的応答解析を実施するにあたり、各対象橋梁の着目点において正の曲げモーメントが最大となるような載荷状態となるように橋軸、幅員方向の車両の台数を決定した。

4. 動的増幅率の定義 本研究においては、式 (1)、(2) から動的増幅率を算出した。

$$i_y = (y_{d,max} - y_{s,max}) / y_{s,max} \quad \dots (1)$$

$$i_M = (M_{d,max} - M_{s,max}) / M_{s,max} \quad \dots (2)$$

ここに、 $y_{d,max}$ は動的最大たわみ値、 $y_{s,max}$ は静的最大たわみ値、 $M_{d,max}$ は動的最大曲げモーメント、 $M_{s,max}$ は静的最大曲げモーメントを示す。

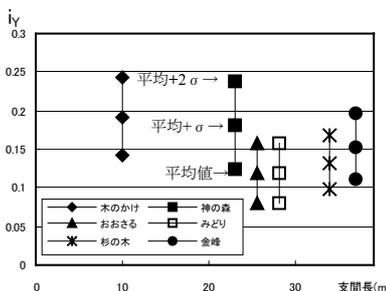


図-4 1台単独走行時における動的増幅率 i_y

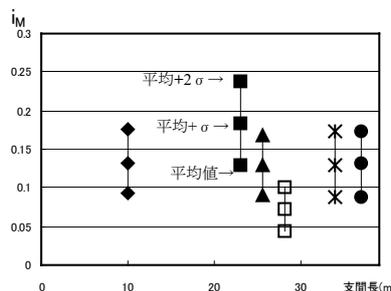


図-5 1台単独走行時における動的増幅率 i_M

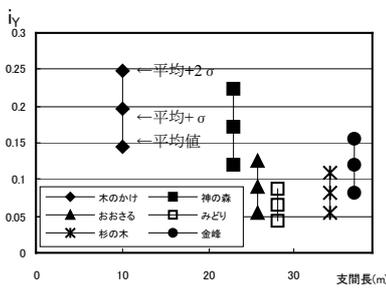


図-6 自動車荷重列走行時における動的増幅率 i_y

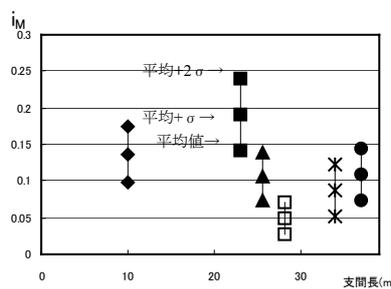


図-7 自動車荷重列走行時における動的増幅率 i_M

5. 衝撃係数の妥当性の検討 走行ケース

ごとにサンプル路面凹凸を 30 通り変化させた動的応答解析の結果から、動的増幅率の平均値および動的増幅率の変動を考慮した平均 + σ (標準偏差)、95%の変動を考慮した平均 + 2σ を算出して検討することとした。動的増幅率と支間長の関係を図-4～図-7に示す。25tf車1台単独30km/h走行の場合において、たわみ応答に着目した動的増幅率 i_y 、曲げモーメント応答に着目した動的増幅率 i_M の両者とも、変動を考慮した平均値 + 2σ は 0.25 を下回る結果となった。また、自動車荷重列 30km/h 走行の場合においては、全体的に 1 台単独走行時よりも小さくなる傾向を示しており、平均値 + 2σ は 0.25 を下回っている。実橋実験より得られた支間長と動的増幅率 (i_y)³⁾ と自動車荷重列走行時における動的増幅率 (i_y) の関係を図-8に示す。着目点の位置、車両重量、走行速度等の条件が異なっていることから厳密な比較は困難であるが、実橋実験から得られた実験値とは差異が生じている。このことから、解析モデルの妥当性については検討の余地があるものと考えられる。

参考文献 1) 本田秀行, 橋野智洋, 田中孝

義: 振動実験による 20tf および 25tf 大型貨物車の振動特性と 3 次元車両モデルの諸元, 橋梁振動コロキウム'97 論文集, pp147-152, 1997.10. 2) 川谷充郎・鴨田玲志: 桁橋の自動車走行による不規則振動と衝撃係数, 土木学会論文集, No.398, pp303~309, 1988年3月. 3) 草薙貴信・小川史彦・北城章・本田秀行: 近代木橋の動的特性評価, 橋梁振動コロキウム'01 論文集, pp.71-77, 2001年10月.

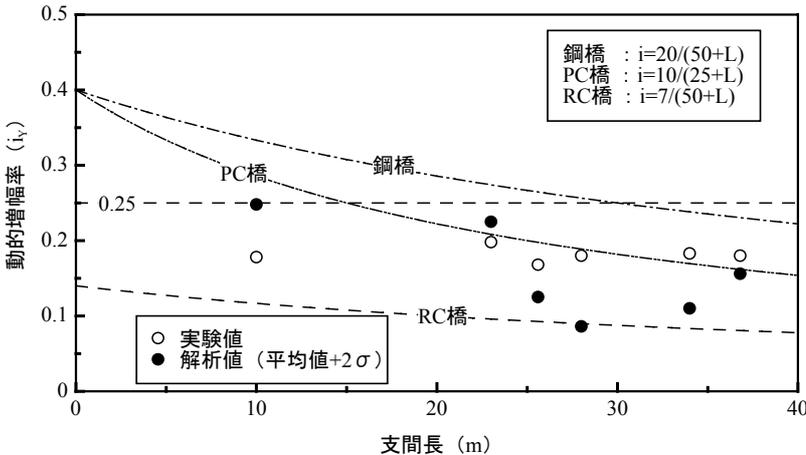


図-8 支間長と動的増幅率 (i_y)