

建設省土木研究所 正員 横山 功一
 “ “ “井上 純三
 “ “ 藤城 隆

1. まえがき

現行の道路橋示方書の活荷重体系は、ある渋滞時を想定した活荷重とこの活荷重に対して定められた衝撃係数とから構成されている。すなわち、車両の走行に伴う動的な影響は衝撃係数という形で表現されている。しかし、活荷重と衝撃とは自動車列の走行状態との関連で独立には取り扱えないものであると考えられる。

実交通流では、交通量が変化するとそれに伴って車速も変化するため、渋滞状態（車速＝0）と走行状態（車速≠0）の異なる走行モードが生じる。橋梁の設計活荷重を検討する際には、各走行モードの違いに対しても検討しておく事が重要であろう。ここでは、その手がかりとなる基礎資料を得るために異なる走行モードを持つ自動車荷重列に対する単純桁の動的応答数値計算を実施したのでその概要を報告するものである。

2. 自動車列の走行モードと橋梁応答

走行モードの違いが橋梁応答に及ぼす影響程度を検討する際に考慮すべき、自動車列パラメータとしては次のものが考えられる。

- 1) 車両の配置密度 主として静的応答に係わり、横軸及び幅員方向の車両配置密度を指している。
- 2) 車両列の速度 動的応答に係わり、1)の配置密度とは逆比例的な関係がある。

今回の検討では、一方向一車線の自動車荷重列に対し、車両列の速度と橋軸方向の密度（車間距離）を変化させて数値計算を行なった。また、スパン長、路面凹凸の良否などで代表される橋梁諸元の違いにより、最も厳しい荷重条件となる走行モードが異なってくることも予想されるため、いくつかの橋梁条件、路面条件に対して上記の計算を行った。

3. 数値計算の方法と条件

1) 動的応答解析：車両のモデル化を行ない、車両一橋梁の連成系の運動方程式（連立微分方程式）を立て、数値積分により時刻歴応答を求めた¹⁾。

2) 自動車荷重列：自動車荷重列は車両長が7 m、総重量が20 tの車両からなる連行車両列とした。完全渋滞及び走行状態における車両列の速度と車間距離との関係を土木研究所で行われた活荷重実態調査を参考に、表1のように設定した。ただし、速度が40 km/hrのときは仮定値である。

表1 走行速度と車間距離

走行モード	完全渋滞	走行状態		
速度 (km/hr)	0.0	10.0	20.0	40.0
車間距離 (m)	2.2	4.3	6.2	7.0

3) 橋梁諸元：スパン10 mからスパン70 mの鋼道路橋の諸元を建設省土木構造物標準設計2車線道路のデータより表2に示すように設定した。ただし、スパン70 mの鋼床版箱桁橋については実設計例より引用した。橋梁を1本の棒部材にモデル化するため、単位長当りの重量は橋梁全断面の重量を、断面2次モーメントは、各桁の剛性を合計した値とした。

表2 橋梁諸元

スパン長 (m)	10	20	30	40	50	70
単位長さ当りの重量 (kg/m)	18340	10640	10730	11190	12000	7350
断面2次モーメント (m ⁴)	0.0321	0.0593	0.1970	0.3800	0.6180	2.7000
1次固有振動数 (Hz)	12.558	4.207	3.393	2.596	2.046	1.420
備 考	片形鋼橋		応荷比合成桁橋		鋼床版箱桁橋	

4) 路面凹凸：路面性状を示す路面凹凸のパワースペクトルにより路面凹凸のサンプル波形を求めた。パワースペクトル密度関数は、路面性状の良否をある程度カバーできるように、 $S(\Omega) = a(2\pi\Omega)^{-2}$ (mm²/c/m) において $a = 20, 80$ (ここでは凹凸B, Cと呼ぶ) の2種の凹凸波形を用いた。

4. 数値計算結果

1) 衝撃係数 各走行モードに対して得られたスパン1/2点の変位応答に着目した衝撃係数の値をスパン長の関数として図1に示す。得られた衝撃係数の値そのものについては、今回の計算で用いた計算条件の仮定のため、直ちにこれを設計衝撃係数と比較して議論することはできないが、大まかな傾向としては、速度が大きい方が衝撃係数の値は大きくなっている。しかし、その差はスパン20mの場合を除きそれほど大きくはない。またスパン長が10mの場合を除き、スパン長が長くなる程衝撃係数の値は減少する傾向が認められる。

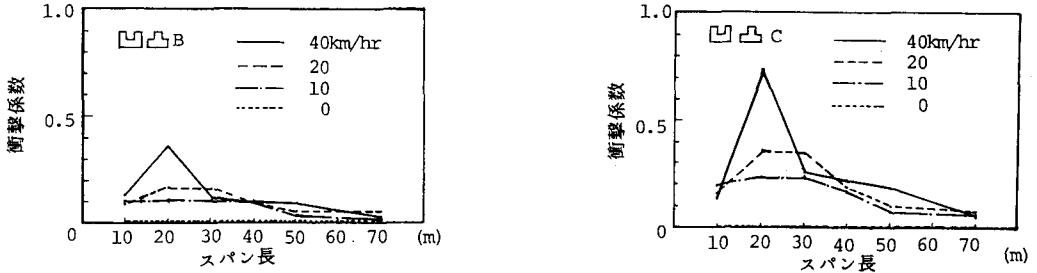


図1 走行モードと衝撃係数

2) 橋梁応答 衝撃係数と同様にスパン1/2点の変位応答に着目し、その最大値と走行モードとの関係を図2に示す。スパン長の増加と共に最大変位は増加するが、最大応答を与える走行モードは短スパン橋梁では走行状態、中～長スパン橋梁では渋滞状態となる傾向がある。これはスパン長、車両の載荷台数による橋梁の応答特性のために、速度による衝撃係数値の差が短スパンでは大きいのにに対し、中～長スパンでは小さくなることと対応している。

最大応答を与える走行モードが変化する境界スパン長は路面凹凸の良否(図3参照)、走行条件、すなわち速度と車間距離の設定の仕方によっても変化する。

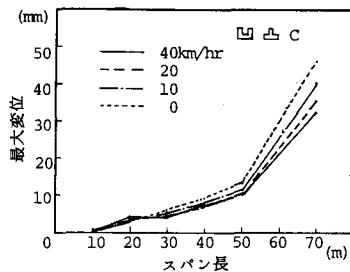
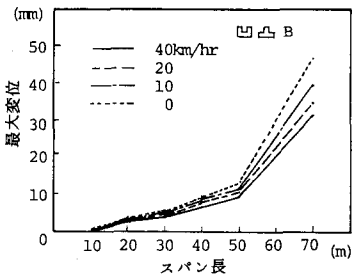


図2 走行モードと最大変位

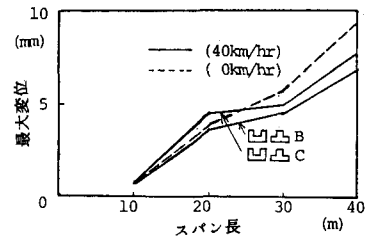


図3 拡大図

5. まとめ

異なる走行状態にある自動車列に対する単純桁の動的応答計算を行った。今回の計算で仮定した条件では次のような結果が得られた。

- 1) 短スパンでは走行時、中～長スパンでは渋滞時が最も厳しい自動車荷重条件となる傾向を示した。
- 2) 最大応答値には、走行条件(速度と車間距離)と路面凹凸の良否が関係している。

なお、今回は橋梁を1本の部材としてモデル化し横方向の車両の分布を考慮していないが、今後設計衝撃係数についての検討を行う際には、対向車線の走行モードの影響や横方向の荷重分配についても検討が必要であろう。

参考文献 1) 水上、永原、藤城 道路橋のT荷重に関する一考察、第39回土木学会年次講演会概要集。