

金沢工業大学 正会員 ○本田 秀行
金沢大学工学部 正会員 小堀 為雄

1. まえがき 走行自動車による道路橋の動的応答に及ぼす路面性状の影響は大きい。道路橋保全の観点からも、その動的応答の評価のみならず、道路橋の動的性状からみた路面の維持管理に関しても重要な検討事項の一つであろう。そこで、本研究では、道路橋の動的性状からみた路面の維持管理に対する基礎的な一資料を得る目的から、単純鋼桁橋の動的応答解析を行い、路面性状が橋梁の動的応答におよぼす影響、およびその動的影響評価に基づいた路面の維持管理に対する一考察を行った。

2. 動的応答解析 図-1に自動車-橋梁の振動系モデルを示す。この場合の運動方程式をエネルギー法から求め、New

markの β 法($\beta=1/6$)で数値積分を行った¹⁾。表-1に計算に用いた橋梁の諸元を示す。本論に先立ち、路面性状が橋梁の動的応答におよぼす影響を検討したのが図-2である。20トンの車両が速度10m/sで支間長40mの単純桁橋を単独走行した場合である。なお、着目点は支間中央点である。図中、(a)と(c)はたわみと曲げモーメント応答を、(b)と(d)はそれらの動的成分である。また、曲線①は路面凹凸がない場合、曲線②は路面凹凸を振幅±1.0cmで凹凸波長を1.0mのsin

波にモデル化した場合、曲線③は曲線②と同様、振幅±1.0cmで凹凸波長を2.5mのsin波にモデル化した場合である。なお、この2.5mは自動車、あるいは橋梁の固有振動数に近い値としている。この図から、路面性状が橋梁のたわみや曲げモーメント応答におよぼす影響は、路面凹凸の振幅もさることながら、路面凹凸の波長の因子も極めて大きいことが認められる。このことは、実際の路面性状には多くの周波数成分が分布しており計算に用いたsin波モデルと異なるものであるが、振幅が小さくて極めて滑らかな路面であっても、その摩耗状態によっては自動車、あるいは橋梁の固有振動数に近い周波数が卓越している路面では、橋梁の動的応答量が非常に大きくなることを示していると思われる。

図-3は、著者らの道路橋の路面性状に関する実態調査²⁾に基づき、ISOの評価基準に対応した路面凹凸パワースペクトル密度の平滑度パラメータa値による路面状態の各カテゴリを示している。また、図-3の各カテゴリに対応するスペクトルを示したのが図-4である。本研究では、この各カテゴリの境界を示す4つのスペクトルを用いて、モンテ

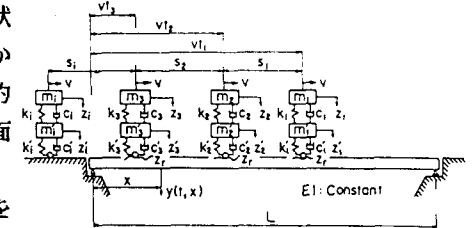


図-1 自動車-橋梁の振動系モデル

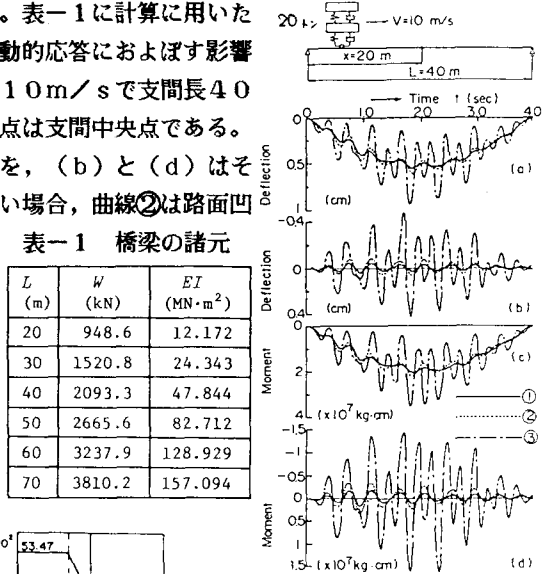


図-2 動的応答例

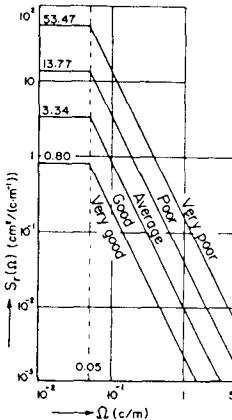


図-4 a値による道路橋路面状態の各カテゴリ

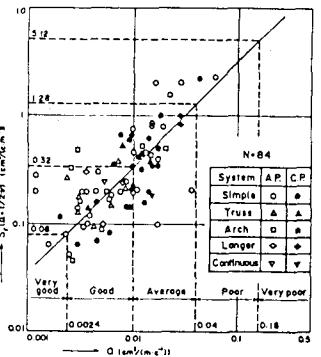


図-3 路面状態の各カテゴリに対応するスペクトル

カルロ法からそれぞれ10個ずつの路面凹凸サンプル波形を求めた。そのサンプル波形を路面状態がVery goodの方からRoadway case 1, 2, 3, 4とした。図-5は、L-20荷重に相当する自動車荷重列の計算モデルを示している。各自動車の走行速度は10m/s、自動車の載荷台数はL-20荷重と等価になるように決めた。走行自動車に対する橋梁の動的影響を動的係数と呼び、曲げモーメントに着目した動的係数を $i_m = (M_{d,max} - M_{s,max}) / M_{s,max}$ のように、静的最大値に対する動振幅の最大値の比に定義した¹⁾。ここに、 $M_{d,max}$ 、 $M_{s,max}$ は動的小よび静的曲げモーメントの最大値である。

3. 各路面状態に対する動的係数 図-5に示した等価自動車荷重列の走行による単純鋼桁橋の曲げモーメントに着目した動的係数と支間長の関係を各Roadway case 1~4ごとに示したのが図-6~9である。なお、応答計算の着目点は支間中央点である。これら図中の○は10個の路面凹凸サンプル波形に対して計算された動的係数の平均値で、 σ はその標準偏差である。動的係数の平均値に標準偏差をプラス・マイナスした範囲は、各Roadway caseとも支間長の増大に従って 図-5 自動車荷重列の計算モデル 狭くなる傾向が見られることから、短スパン橋梁では特に路面性状の影響が大きいことがわかる。また、各Roadway caseが1から4に増えるにつれ、すなわち路面状態が<極良>から<良好>、<普通>、<悪い>、<極悪>になるに従って、動的係数の値も相対的に大きくなる。

図-10は、動的係数の平均値と支間長の関係をRoadway caseをパラメーターに示している。図中の太線は衝撃係数の現行規定である。いま、多く架設されている単純鋼桁橋の支間長の範囲を20~40m程とすると、Case 2の場合は衝撃係数とほぼ等しい数値を示しており、動的性状からみた路面の維持管理に対する一つの評価基準を与えるものであろう。すなわち、このCase 2の路面状態は図-4に示した<良好>と<普通>の境界のスペクトルを、またそれに対応する平滑度パラメーターa値は、図-3から、 $a = 0.01 \text{ cm}^2 / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ を示している。従って、日常の交通量で具現化する確率は非常に小さいが、L-20荷重に近い荷重が橋梁を走行した時、前述したそれらのスペクトル値を越えるような路面状態では、設計時に用いられた衝撃係数の値を超過することになる。

<参考文献>

- 1) 本田他, 土木学会論文 集第350号 / I-2.
- 2) 本田他, 土木学会論文 報告集, 第3 15号.

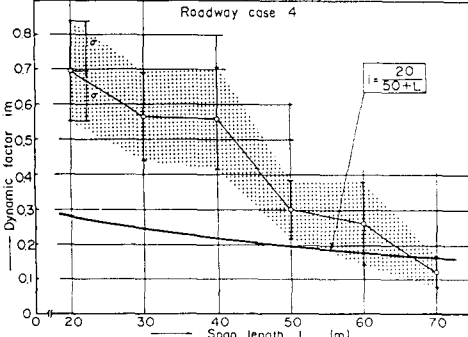


図-9 Case 4に対する動的係数

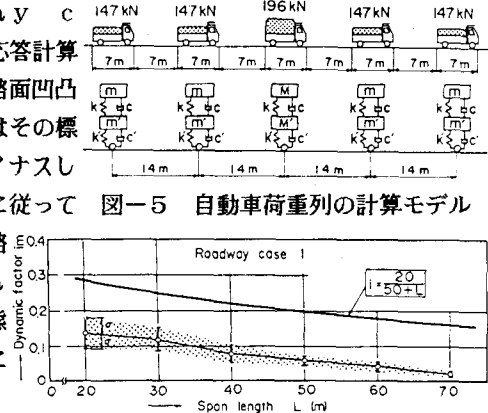


図-6 Case 1に対する動的係数

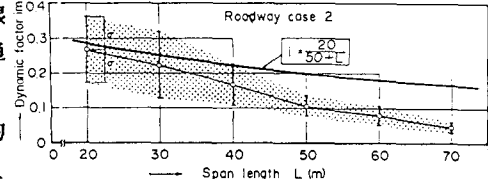


図-7 Case 2に対する動的係数

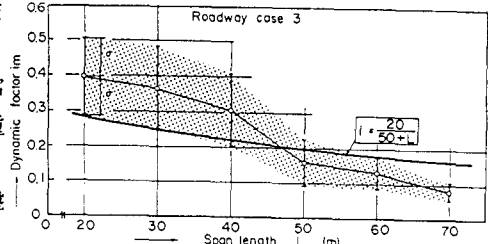


図-8 Case 3に対する動的係数

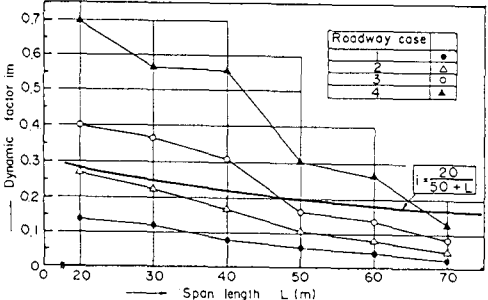


図-10 各Caseに対する動的係数