

道路橋活荷重のシミュレーション解析

大阪大学工学部 正員 前田幸雄
 大阪大学工学部 正員 松井繁之
 大阪大学工学部 学生員 ○谷野 聡

1. まえがき 近年終局強度設計法や限界状態設計法の採用について論議されている。この場合、安全性は部材の抵抗値および荷重作用のバラツキを考慮する必要があるが、荷重作用についての研究はまだ充分行われていない。橋梁規模が大きくなると、構成部材の応力などの応答値は連行や併走の影響を受けるため個々の自動車荷重だけを知っても正確には評価できない。そこで自動車の到着時間間隔、速度などの交通特性は確率統計的に取扱いうるという立場に立ち、乱数を使用したシミュレーション法により活荷重の応答解析を行ない、荷重作用を直接見い出すことにした。本研究では主に自動車の連行を考慮した疲労安全性評価への適用を考えて通常走行時のシミュレーションを行なった。

2. シミュレーションプログラム シミュレーションプログラムのフローチャートは図-1に示すとおりである。プログラムの流れは次の4つの段階からなっている。

- (1) 単位時間交通量 Q 、および大型車混入率 B を入力する。
- (2) Q 台の車両について自動車重量、走行位置、速度、到着時間(車頭間隔時間)を決定する。
- (3) 得られた自動車荷重列を応答値の影響面に載せ、0.25秒間隔で進行させてその都度発生する応答値を求める。
- (4) 応答値の統計学的性質を検討するため、単位時間に発生する応答のピーク値の頻度分布を求める。

以上の Q 台の試行を繰り返して応答値頻度の統計的データを得る。車両重量分布は、既往の実測結果をもとに大型車は平均5tの指数分布、小型車は一律に1.2tとする。

3. シミュレーションの結果 対象橋梁は建設省の標準設計橋のうち支間長30mの2車線4本主桁の活荷重合成桁橋とし、外桁支間中央に発生する曲げモーメントに着目した。

この場合、対向車線の影響は無視できることが影響面からわかる。交通特性として通常走行、単位時間(1時間)交通量2000台、大型車混入率55%としてシミュレーションを行ない速度その他のパラメーターの違いによる応答値の変化を調べた。比較は、得られた頻度分布を適合する関数で示し、その関数から限界モーメントの超過確率で行なうことにした。通行位置、自動車重量、応答値のヒストグラムの1例を図-2~4に示す。分布関数および超過確率の結果を図-5と表-1に示した。

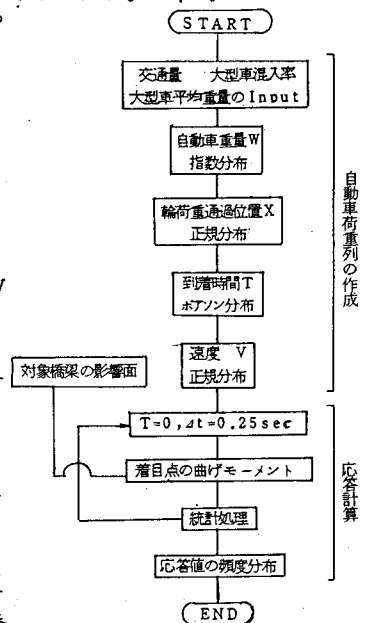


図-1 フローチャート

(1) 平均速度と応答値の関係 平均速度38.66 km/hr (標準), 54.0 km/hr, 72.0 km/hr のそれぞれと、時間項を無視した非連行状態の4つを比較した。交通量が一定の場合、平均速度の低下とともに連行頻度が増加し、応答値が大きくなる。

(2) 交通量と応答値の関係 交通量2000台(標準)と交通量1500台を比較した。交通量の増加によっても連行頻度が増加する傾向は明らかである。

(3) 通行位置と応答値の関係 軸荷重通行位置が正規分布のバラツキを持つもの(標準)と平均通行位置に固定したものを比較した。対象橋梁の主桁の応答値は通行位置のバラツキの影響をほとんど受けないという興味ある傾向を示している。

(4) 重量と応答値の関係 大型車混入率30%, 55% (標準), 100%, および大型車混入率55%で大型車平均重量4.5tを比較した。大型車混入率、大型車平均重量の影響が大きく影響し、これらの正確な情報の必要性が伺える。

4. おわりに シミュレーションによる応答値解析のプログラムを作成しシミュレーションした結果、橋梁部材の応答について以下のことが解った。(1) 平均速度と交通量で決まる連行の影響が大きく、連行・併走を考慮して橋梁安全性の評価を行なうべきである。(2) 大型車混入率と大型車平均重量の影響は大きく、実測による正確な情報が特に必要である。なお、今後実橋測定によるシミュレーションの妥当性の検討を行なう予定である。

最後に本研究において正田正一氏(阪神高速道路公団)、石崎茂氏(酒井鉄工所)の御協力を得たことを記し謝意を表します。

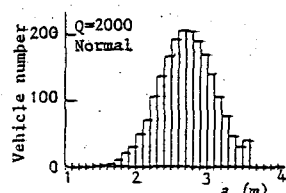


図-2 走行位置頻度分布(左側後輪)

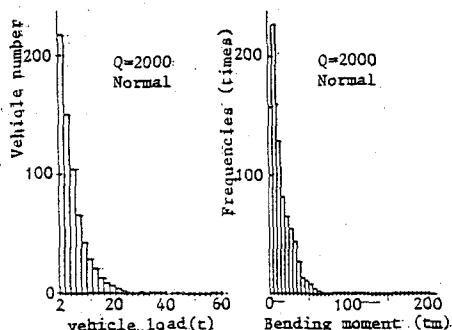


図-3 自動車重量頻度分布 図-4 応答値頻度分布

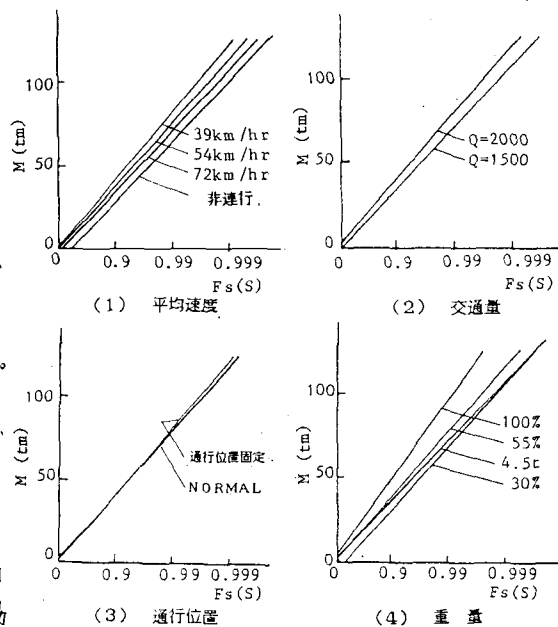


図-5 応答値の累積確率 (指数確率紙)

表-1 限界モーメントの超過確率

	NORMAL	平均速度 54 km/h	平均速度 72 km/h	非連行	交通量 1500台	通行位置固定	大型車混入率 30%	大型車混入率 100%	大型車平均重量 4.5t
My (748t·m)	1.0×10^{-19}	1.3×10^{-20}	2.9×10^{-21}	6.7×10^{-21}	2.0×10^{-21}	2.1×10^{-19}	5.8×10^{-21}	4.6×10^{-17}	4.8×10^{-22}
Ma (323t·m)	6.6×10^{-9}	2.5×10^{-9}	1.2×10^{-9}	1.2×10^{-9}	1.2×10^{-9}	7.6×10^{-9}	1.5×10^{-9}	1.6×10^{-7}	7.0×10^{-10}
Ml (191t·m)	1.5×10^{-5}	8.0×10^{-6}	4.9×10^{-6}	3.6×10^{-6}	5.7×10^{-6}	1.8×10^{-5}	5.2×10^{-6}	1.4×10^{-4}	4.2×10^{-6}