

大阪大学工学部 正員 松井繁之

大阪大学工学部 正員 前田幸雄

大 阪 府 正員 谷野 聡

1. まえがき 近年、構造物の設計法を許容応力度法から終局強度法や限界状態設計法に移行させようとの論議が高まっている。また、既存橋梁構造物の安全性・信頼性の評価法の確立が重要な課題となっている。このため、部材の抵抗強度に関する確率論的評価については多くの研究成果が蓄積されている。しかし一方の重要Factorである荷重に関する調査データ、研究成果はあまり見当たらない。信頼性・安全性に関する論文の多くは昭和46年～47年に行われた建設省の調査データを用いている。荷重の大きさ、頻度は時代とともに変遷し、現在では上記調査データは古いと考えられる。

さて、橋梁規模が大きくなると、構造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、個々の自動車荷重や通行位置を知っても正確な安全性評価は行えない。この連行や併走を考慮した部材の応答値をもって荷重作用としなければならない。このための基礎研究として、乱数を使用したシミュレーションプログラムを作成した。ここに、解析結果の一部を報告する。

2. シミュレーションプログラム プログラムの概要は図-1に示す通りで、4つの段階からなっている。

(1) Input 単位時間交通量 Q 、大型車混入率 β 、大型車平均重量 μ を調査データから与える。

(2) 構造解析 対象とする橋梁を与え、着目する部材の着目する断面力に関する影響面を用意する。

(3) 自動車の時系列の作成 Q 台の車両について、自動車重量、走行位置、到着時間、速度に関する情報を、各々の分布特性に従って与える。各自動車の発生そのものは一様乱数で与えられる。各分布特性は既往の研究から図-1中に示した関数で与えられる。

(4) 応答値の計算 自動車の時系列を(2)で与えた影響面に載せ、部材の応答を求め、ピーク値を採取し応答値の頻度分布を求める。

なお、自動車の構造諸元と輪荷重配分は表-1の通りである。

3. シミュレーション解析結果 解析の対象とした橋梁は図-2に示した建設省の標準設計橋(支間長30m、有効幅員8mの2車線4本主桁の活荷重合成桁橋)とした。着目断面力は外桁の支間中央の曲げモーメントである。本橋梁では幅員方向の影響線の傾向から、対向車線の影響は無視できることがわかり、1車線の交通で応答値が計算できる。

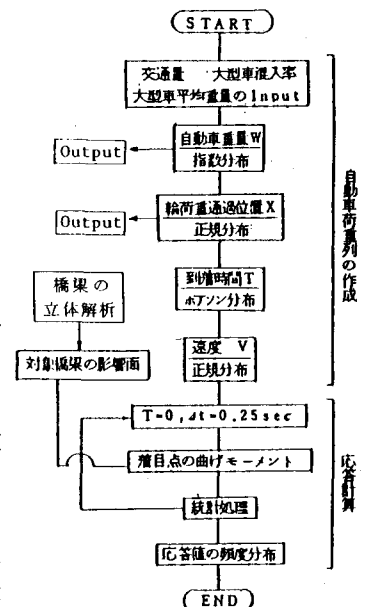


図-1 フローチャート

表-1 自動車の諸元

	軸距	軸長	前後輪の荷重配分
大型車	4.0 m	1.75 m	1 : 4
小型車	2.7 m	1.40 m	3 : 2

表-2 解析条件

	Normal	パラメーター変化
平均速度	38.66km/hr	54, 72km/hr
大型車混入率	55 %	30, 100 %
平均重量	5.0 t	4.5 t
交通量	2000 台	1500 台

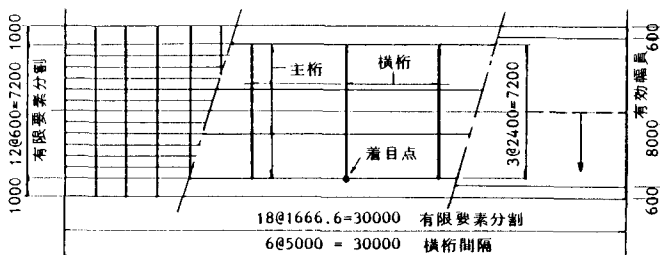


図-2 対象橋梁の諸元

交通特性としては表-2に示した、1時間交通量2000台、大型車混入率55%、平均重量5t、平均速度38.66 km/hrを標準とし、これらのパラメータの違いによる応答値の変化を調べるため、表-2の右欄のように数値を変えて計9種解析した。得られた結果の比較は、応答値の分布関数と、その関数がある設定した値を超過する確率で行うことにした。ここで、設定した値は次の3つである。1 着目断面の下フランジが降伏応力に達するモーメント M_y 、2 同フランジが許容応力に達するモーメント M_a 、および、3 同フランジが設計応力に達するモーメント M_l である。これらの数値を表-2に示す。

さて、通行位置、自動車重量、応答値の得られた各ヒストグラムの一例を図-3に示したが、交通量が2000台程度になると、これらの図のようにほぼ与えた分布関数通りの結果を得た。一般的に、自動車重量に関する分布関数が指数関数であると、応答値も指数関数となる傾向が見られる。

次に、交通特性に関するパラメータの影響度は図-4と表-3によって明らかであろう。これらの結果から次のことが強調できる。

(1) 平均速度の影響 平均速度が遅くなるにつれて連行の影響が大きくなる。平均速度が38.33 km/hrの場合、強制的に非連行とした場合に比べて応答値の平均は約10倍にもなる。

(2) 交通量の影響 交通量が増加すると、やはり連行頻度が大きくなる。

(3) 通行位置の影響 図-4(c)に自動車後輪通過位置分布を正規分布とした場合と、中央値に固定した場合の結果を示したが、あまり大きな差はない。

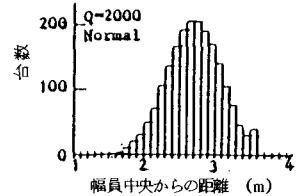
(4) 重量の影響 大型車混入率あるいは大型車平均重量は応答値分布に大きく影響する。

4. 結 語 本研究で自動車交通荷重に関するシミュレーションを行い、橋梁部材の荷重作用に関し、自動車の連行が重要な因子であることがわかった。橋梁の疲労設計や、既存橋梁の安全性評価にはこの影響を是非考慮すべきであると強調したい。

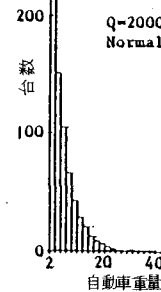
シミュレーション解析の結果、応答値に敏感に影響する大型車混入率、平均重量については正確な情報が必要であることが理解できる。

静的破壊確率に最も影響する渋滞時の交通荷重特性についてはつづいてシミュレーションを行う。

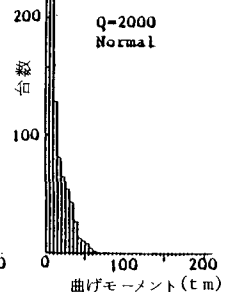
また、今回作成したプログラムの妥当性を評価するため、実測の計画もおこなっている。



(a) 後輪通行位置分布

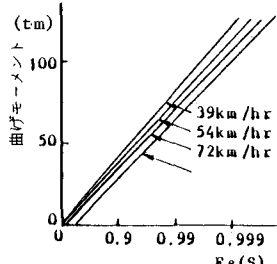


(b) 自動車重量分布

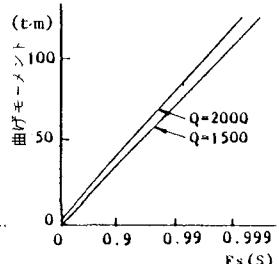


(c) 応答値分布

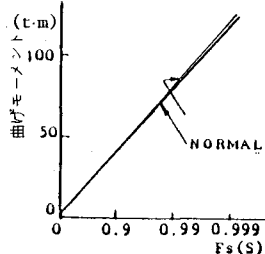
図-3 得られた各頻度分布



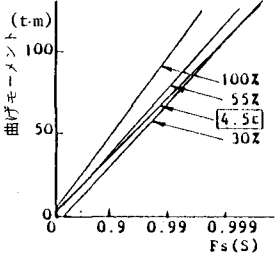
(a) 平均速度の違い



(b) 交通量の違い



(c) 通行位置の違い



(d) 混入率 平均重量の違い

図-4 応答値の累積確率

表-3 限界モーメントの超過確率

	Normal	平均速度 54km/hr	平均速度 72km/hr	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
M_y (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}
M_a (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}
M_l (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}