

舞鶴高専

正会員○松保 重之

鳥取大学工学部 正会員 白木 渡

鳥取大学大学院 学生員 安福 教晃

鳥取大学工学部 正会員 高岡 宜善

1. まえがき 先の報告¹⁾では、比較的長スパンの道路橋の主桁部分の安全性を支配すると考えられる渋滞時活荷重を橋軸方向の不規則性のみに注目してモデル化した。しかし、実際の道路橋は通常、複数車線であることを考えれば、より現実に近い活荷重のモデル化を行うためには、橋軸方向のみならず橋軸直角方向の荷重の不規則性をも考慮した荷重のモデル化が必要である。そこで、本研究では、橋軸方向ならびに橋軸直角方向の荷重の不規則性を考慮した渋滞時活荷重のモデル化について考える。対象とする道路橋としては、図-1に示すような主桁5本で支えられる2車線道路橋を例にとり、各主桁 G_k ($k=1, \dots, 5$) に作用する活荷重の確率特性値を評価する方法について考える。

2. 橋軸直角方向の不規則性をも考慮した渋滞時活荷重モデル ここでは、道路橋活荷重の不規則要因の確率特性値を活荷重実態調査の観測データ²⁾に基づいて決定し、モンテカルロ・シミュレーション法によって橋軸方向ならびに橋軸直角方向の不規則性を考慮した渋滞時活荷重の確率特性を評価する。本研究では、1台の車両を図-2に示すように車両の前後で段がある2ボックス形の分布荷重でモデル化し、それが2車線道路上に満載される2車線完全渋滞時の荷重列を考える。図中の x 、 y は、それぞれ橋軸方向および橋軸直角方向の座標を示す。2車線の考え方としては、上、下車線のいずれか片側のみで2車線とする場合を考える。さらに、同じ方向に向う道路上で車線の別によって荷重列の不規則性を与える要因が異なるということは考えにくく、また渋滞時を考えているために車両の車線変更もほとんどないと考えられるので、1車線の車重列を2つ与えて2車線の荷重列を発生させることにする。したがって、各車線での荷重列の不規則性を表す各要因の確率特性値は、全く同じものを用いる。シミュレーションを行う際、橋軸方向に対して荷重が無相関となる距離（相関距離） A だけ離れた点ごとに y 軸方向に観測線を設け、その線上の荷重強度を観測してゆく。これをアンサンブル的に処理して、橋軸方向の任意断面 x における各主桁に作用する荷重の確率特性値を求める。ここで行うシミュレーションは、先に報告した研究¹⁾における「基本I」の 패턴のシミュレーションと基本的には同じものであるが、車両の幅、橋軸直角方向の走行位置といった橋軸直角方向の不規則要因をも考慮してシミュレーションを行う。すなわち、車幅については文献²⁾の自動車車両諸元表を参考にして、乗用車1.4m、中型車類1.6m、大型車類2.0mおよびトレーラー2.0mの確定量として扱う。さらに、車両の橋軸直角方向の走行位置については観測データ²⁾により各車線の中央から平均値0m、標準偏差0.3mの正規分布に従う確率変量として扱う。シミュレーションの流れ図を、図-3に示す。図中、 $\square$ は乱数の発生を意味する。STEP 4では、STEP 2、3でそれぞれ決定された車重、車長とSTEP 1で決定された車種に対応する車幅、

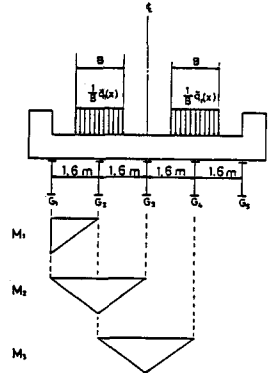


図-1

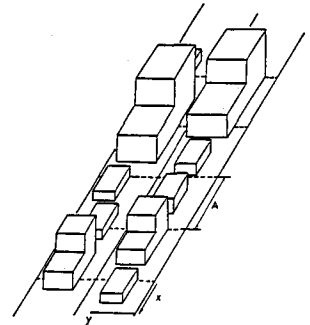


図-2

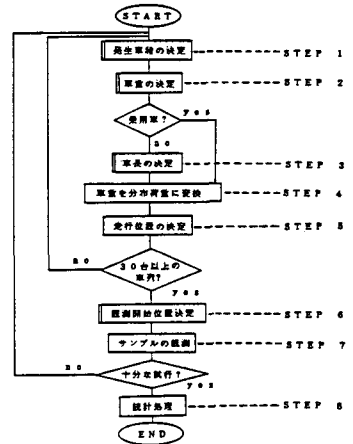


図-3

さらに車種別前後荷重比の条件とによって、前後に段のある2ボックス型分布荷重の荷重強度を計算する。またSTEP 7の各主桁に作用する荷重強度の計算には影響関数が必要であるが、本研究では簡単のために、正の部分のみを図-1に示すような簡単な形で近似したものを考える。以下、図-3の流れ図に従ってシミュレーションを行った結果を示す。各主桁 G_k に作用する荷重 $\tilde{R}_k(x)$ ($k=1, \dots, 5$)についても、先の報告¹⁾での道路橋上の荷重 $\tilde{q}(x)$ についてのシミュレーション結果と同様に、橋軸方向の定常性を確認することができた。すなわち、各主桁 G_k に作用する荷重 $\tilde{R}_k(x)$ の期待値 $\bar{R}_k$ および分散 D_{R_k} ($k=1, \dots, 5$)は、表-1の「不規則性考慮」の欄に示すような一定値となった。また、各主桁に作用する荷重に関する自己相関関数も橋軸方向の座標に関する距離の差 τ のみで表すことができ、主桁 G_1 に関する自己相関関数 $K_{R_1}(\tau)$ についてのみシミュレーション結果を示すと、図-4のようになる。図中の曲線は、シミュレーション結果を式(1)の指数関数の形 $K_{R_1}(\tau) = D_{R_1} \exp[-\alpha_1 |\tau|]$ (1) に回帰近似したものである。ここに、 α_1 は長さの逆数の次元をもつ正定数である。式(1)の形に回帰近似したときの各主桁についての α_k ($k=1, \dots, 5$)の値も、表-1の「不規則性考慮」の欄に示す。

3. 橋軸直角方向の荷重の不規則性を考慮しない場合との比較
ここでは、橋軸直角方向の不規則性を考慮しない場合の各主桁に作用する荷重の確率特性値の評価を行い、2.の考慮した場合の結果との比較を行う。まず、車種別混入率で重みをつけた車幅 B を式(2)によって求める。式中、 m は車種の数で、ここで $B = \sum_{i=1}^m \beta_i b_i$ (2) は $m=4$ である。 β_i および b_i は、それぞれ車種 i の混入率および車幅である。式(2)より $B=1.488(m)$ となる。つぎに、車両の走行位置は、確定量として車線の中央を走行するものとする。このとき、各主桁に作用する荷重 $\tilde{R}_k(x)$ ($k=1, \dots, 5$)は、図-1に示す影響線において分布荷重の載荷する部分の影響面積を求めることによって式(3)のように求まる。式(3)において $\tilde{q}_1(x)$ 、 $\tilde{q}_2(x)$ は、それぞれ2車線道路橋上の左車線、右車線に関する渋滞時活荷重を表し、その確率特性値は先のシミュレーションによって求めることができる。式(3)の $\tilde{R}_k(x)$ は橋軸直角方向の荷重の不規則性すなわち荷重の作用位置のバラツキを考慮しない場合の各主桁に作用する荷重で、式(3)の関係を確率演算を施すことによって、その確率特性値 $\bar{R}_k$ 、 D_{R_k} 、 α_k ($k=1, \dots, 5$)を表-1の「不規則性考慮せず」の欄に示すように求めることができる。表-1を見ると、主桁 G_2 、 G_4 については、橋軸直角方向の不規則性を考慮しない場合の主桁に作用する荷重の期待値、分散の方が橋軸直角方向の不規則性を考慮した場合の結果よりも大きくなっていて、 G_1 、 G_3 、 G_5 の各桁についてはその逆となること分る。これは、橋軸直角方向の不規則性を考慮しない場合、活荷重の走行位置を主桁 G_2 および G_4 の影響が最も大きくなる位置にとっているからであると思われる。このように、橋軸直角方向の活荷重の不規則性を考慮するか否かによって主桁に作用する荷重の確率特性値に差異を生ずることが分る。このことは、より実的な道路橋の信頼性解析を行うためには、橋軸直角方向の荷重の不規則性を考慮して解析する必要があることを示唆しているものと思われる。最後に、貴重な資料を提供していただいた阪神高速道路公団設計荷重(HDL)委員会関係各位に感謝いたします。

表-1

	期待値 $\bar{R}$ (t/m)		分散 D_R (t ² /m ²)		α (1/m)	
	不規則性考慮	不規則性考慮せず	不規則性考慮	不規則性考慮せず	不規則性考慮	不規則性考慮せず
主桁 1	0.0691	0.0538	0.0158	0.00557	0.2591	0.3047
主桁 2	0.3241	0.3550	0.1879	0.2426	0.3229	0.3047
主桁 3	0.1383	0.1075	0.0316	0.0111	0.2597	0.3047
主桁 4	0.3228	0.3550	0.1877	0.2426	0.3254	0.3047
主桁 5	0.0687	0.0538	0.0159	0.00557	0.2602	0.3047

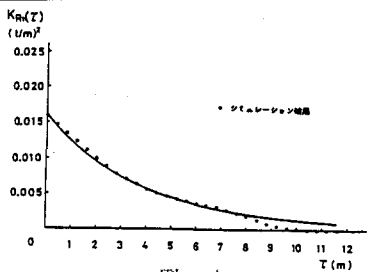


図-4

$$\left. \begin{aligned} \tilde{R}_1(x) &= 0.11625 \tilde{q}_1(x) \\ \tilde{R}_2(x) &= 0.76750 \tilde{q}_1(x) \\ \tilde{R}_3(x) &= 0.11625 [\tilde{q}_1(x) + \tilde{q}_2(x)] \\ \tilde{R}_4(x) &= 0.76750 \tilde{q}_2(x) \\ \tilde{R}_5(x) &= 0.11625 \tilde{q}_2(x) \end{aligned} \right\} (3)$$

参考文献：1) 山本他，第39回年講，I-231，1984。 2) HDL委員会：HDL委員会報告書，第2,4編，1984。