

# シミュレーションによる活荷重確率分布に関する検討

日本技術開発株式会社 フェロー会員 吉田 修

## 1. はじめに

性能照査設計の導入にあたっては、活荷重についても交通状況に応じた設計条件の設定が考えられる。本検討は、様々な車両で構成される実際の交通渋滞状態をモンテカルロ・シミュレーションによって再現し、そこから割り出される車列重量の確率分布を求めその特性を分析する。このことから交通状況に応じた活荷重設定とする性能照査設計のためのアプローチとする。

## 2. シミュレーションの基本条件

モンテカルロ・シミュレーション(以下シミュレーション)のベースとなる車種毎の車重分布特性は実測によるデータとして参考文献1)から引用した。5車種区分とし特性値は表1のとおりである。また交通流モデルについては文献1),2)に適用された車種構成を一部引用し、表2に示す3ケースとした。

表1 車重分布特性

(単位: ton)

車種	確率分布関数	平均	標準偏差	最大値	最小値
乗用車	正規分布	1.2	0.8	4	0.5
小型トラック	正規分布	3.1	1.8	9	0.8
大型2軸トラック	正規分布	8.1	3.2	30	1
大型3軸トラック	正規分布	17.7	6.1	45	2
大型トレーラ	対称正規分布	22.2	9.6	66	6

表2 交通流モデル

(単位: %)

交通流モデル	乗用車	小型トラック	大型2軸トラック	大型3軸トラック	大型トレーラ	(大型車率)
C	50	5	20	20	5	(45)
D	65	5	15	12	3	(30)
E	75	12	10	2	1	(13)

## 3. シミュレーションによる分布荷重の推計

シミュレーションの手順は図1のとおりである。各車種毎に確率分布に応じた乱数を発生させる(総数1万個、構成率は交通流モデルによる)。この全サンプルをシャッフルし、ランダムに配列された車間距離1mの渋滞車列を生成する。先頭車から載荷長に相当する長さ分の台数をカウントし、その総重量と車列長を求め、総重量を車列長で除して分布重量を計算する。これを2台目以降順次繰り返す。それぞれの分布重量は図2のように変動するので、これをヒストグラムに表すと図3になる。[交通流(C) 載荷長100mの場合]

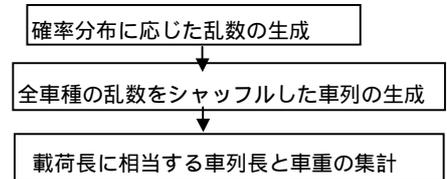


図1 シミュレーション手順

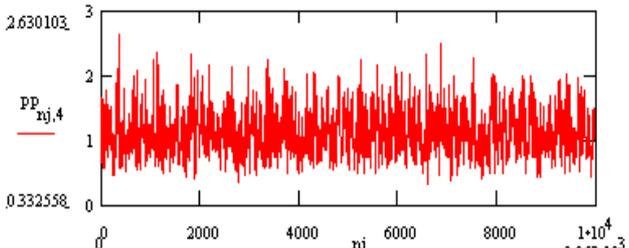


図2 分布車重の変動(単位 tonf/m)

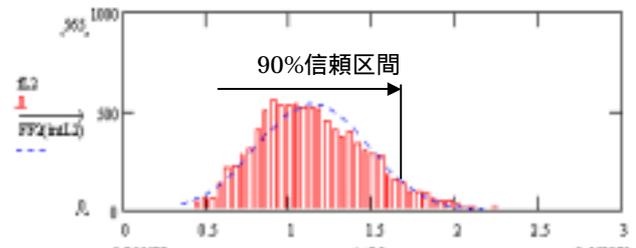


図3 分布車重のヒストグラム (tonf/m)

同様に交通流モデル(D)~(E)についても分布車重のヒストグラムが得られる(図4)。これにフィッティングする正規分布曲線から平均値と標準偏差を求め、これから90%信頼区間を求めることができる。

これを載荷長50m,100m,200m,1000mの場合について90%信頼値を計算し、これを車線巾(3.5m)で除した分布荷重値を図5に示した。ここで拾い出された車列の分布重量は1車線当たりの分布荷重に相当するものとなり、現行の道路橋示方書や本四設計基準とも比較してみた。(図5)

Key words: Live load, Monte-Carlo Simulation, Performance-Based Design, Probability Distribution, Traffic Jam

〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 Phone: 03-5341-5139 Fax: 03-5341-5128

シミュレーションによる分布荷重 90%期待値の一般的傾向としては交通流モデル（車種構成）に大きく支配され、載荷長による変化はさほど大きくない。支間長による荷重の低減は期待できることが確かめられるが、その低減傾向は本四設計基準ほどには大きくない。

特性を整理すると

荷重期待値は車種構成に大きく支配される。  
載荷長による低減は期待できるが本四設計基準ほどには大きく低減していない。  
大型車混入率が 30% の場合の 90% 信頼期待値は道路橋示方書等の L 荷重値を上回っている。

#### 4. まとめ

性能照査設計においては、風や地震と同様に自動車の車重や車種の連行組み合わせが確率を持って生起するとの考えから、荷重の確率分布を推定する手法が望まれる。

大型車両の交通量が多い場合には、確率分布の中心は高くなって荷重期待値は大きくなり、逆の場合には荷重期待値が小さくなる。このような交通状況の特性を定量的に取り扱うことで合理的な活荷重の期待値を求めることが可能と考えられる。

本検討では、渋滞の発生頻度について考慮していないので、この点はさらに検討が必要である。離島架橋のような渋滞発生頻度が非常に低い場合と、都市交通のように渋滞頻度と大型車混入率の高い場合とでは必ずと荷重の期待値は変化して然るべきであろう。また長大橋の場合には車両の連行組み合わせは、支間長が長いほど小型車の混入する確率が高くなり分布荷重は相対的に小さくなると考えられる。

このような活荷重の確率分布を想定することや構造物や路線の重要度を考慮に入れ、性能照査設計の理念と整合する設計法の研究が、構造物の耐久性向上、経済化に資するものと期待される。

本検討では、車両の組み合わせに関する検討のみであるが、性能照査設計として完成度を高めるために今後さらに研究すべき課題は以下のような点が考えられる。

（今後の課題）

- ・ 車両モデル、車種構成の設定に関する普遍化
- ・ 車線渋滞の重ね合わせ（幅員方向の組合せ）
- ・ 発生頻度の反映（再現期間）
- ・ 構造安全度（破壊確率）の設定

#### 【参考文献】

- 1) 三木千壽、館石和雄、杉本一郎：道路橋の疲労照査のための活荷重に関する一考察、土木学会論文集、No.432/-16、1991.7
- 2) Miki C., Goto Y., Yoshida H., and Mori T., : Computer simulation studies on the fatigue load and fatigue design of Highway Bridges, Proc. of JSCE Structural Eng./Earthquake Eng, Vol.2, No.1, April 1985
- 3) 藤野陽三、伊藤学、遠藤元一、：シミュレーションに基づく道路橋設計活荷重の評価、土木学会論文集第 286 号、1979.6

