

(I - 32) シミュレーションに基づく荷重組合せ係数の評価

山梨大学大学院 学生員 岡本治 山梨大学工学部 正員 杉山俊幸

1. はじめに

土木構造物はその供用期間が長く、また自然環境下に設置されるため種々の荷重が作用する。しかも、これらの荷重が単独に作用するのみでなく、複数の荷重が同時に作用する場合も多い。従って構造物の設計に際しては、①考慮すべき荷重の組合せの種類、②各々の荷重の組合せに対する安全係数の評価、が重要課題となってくる。わが国の現行道路橋示方書等においては、(1) 生起頻度の低い荷重どうしの組合せは無視する、(2) 許容応力度の割増しをする、等の方法で荷重の組合せに対処している。ところが許容応力度の割増しで荷重組合せに対処する場合には、個々の荷重の有する変動特性を十分に考慮できないという欠点が生じる。そのため、欧米諸国で採用されてきている荷重係数設計法的な照査様式を導入して、荷重組合せに対処していく方向にある。

そこで本研究では、荷重組合せに関するシミュレーションの結果に基づいて荷重係数を算出する方法を提案し、荷重係数の確率論的な立場からの決定を試みることにする。

2. シミュレーション手法による荷重の組合せ

土木構造物に作用する荷重は、図1に示すように3種類に大別される。そこで、これらの荷重を矩形波としてモデル化し、図2に示すように、個々の荷重は荷重強度 X_i 、継続時間 D_i 、発生時間間隔 T_i の3種類の確率変数で表されるものと仮定する。そして、各々の変数に適当な分布形およびパラメータ値を与えることによって単一荷重モデルを作成する。この単一荷重モデルを複数個作成した後、時間軸上で重ね合わせることでより組合せ荷重モデルを作成し、供用期間 T_0 での最大値を求める(図2参照)。この操作を100回繰り返すことによって得られるデータから、組み合わされた荷重の供用期間最大値分布を求める。

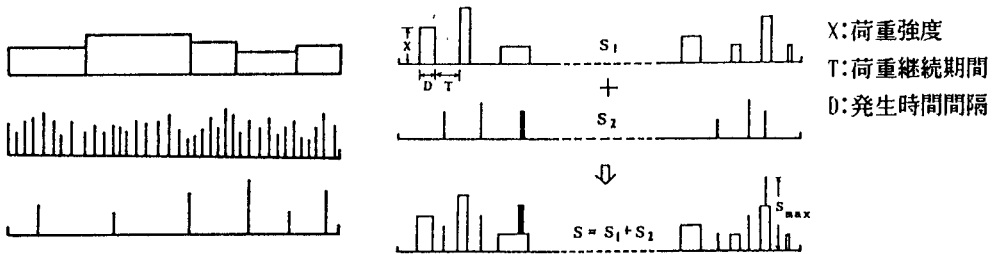


図1 単一荷重モデル

図2 荷重の組合せの概略図

3. 荷重組合せ係数 γ_i の算出

常時発生している荷重や発生頻度の多い荷重どうしの組合せの場合は、そのすべての荷重が発生して最大荷重を構成している。しかし、発生頻度の低い荷重どうしの組合せの場合、または、3荷重以上の組合せの場合では、その組合せ荷重が最大になった時にすべての荷重が発生しているとは限らない。すなわち、組合せ荷重の最大になった時において発生している荷重の構成状況に応じて組合せ係数の算出を考える必要がある。

そこで、荷重が最大になった時の構成要素別の各々の荷重組合せ係数を式(1)で決定する。

$$\gamma_i = \Sigma V_i / (N * S_i) \quad (1)$$

ΣV_i : 対象とする組合せに関する荷重 i の総和 N : 荷重 i の個数 S_i : 荷重 i の設計値

ここで、 $\Sigma V_i / N$ は、対象とする組合せに関する荷重 i の平均値にあたる。

なお、荷重の設計値はp%超過確率値（本研究ではP = 10）としている。

4. 数値実験結果及び考察

死荷重（D）+活荷重（L）+温度の影響（T）+風荷重（W）の組合せについて示す。

シミュレーションに使用した諸数値、分布形を表1に示した。

表1 シミュレーション上の仮定

荷重	発生時間間隔		荷重強度			荷重継続時間		
	分布形	平均発生率	分布形	平均	変動係数	分布形	平均	変動係数
死荷重（D）	常時発生し荷重変動なしとする							
活荷重（L）	ポアソン 過程	1回/日	極値1型 最大値分布	1.0	0.10	対数正規 分布	2時間	0.15
温度の影響（T）		2回/年		1.0	0.10		2時間	0.15
風荷重（W）		2回/年		0.5 ~ 1.5	0.10		1日	0.20

図3は最大荷重値及び荷重構成要素別の発生状況を示した。

図4に最大荷重値の上位にあたる組合せL + T + Wの場合における各荷重設計値に対するシミュレーションで求めた荷重との比を示した。

表2には、L + T + Wの組合せの場合の荷重構成別の各々の式（1）による荷重組合せ係数を示した。

表1の条件下の場合には、荷重組合せ係数を、それぞれ
活荷重としては0.55
温度の影響としては0.70
風荷重としては0.70
と決めることができる。

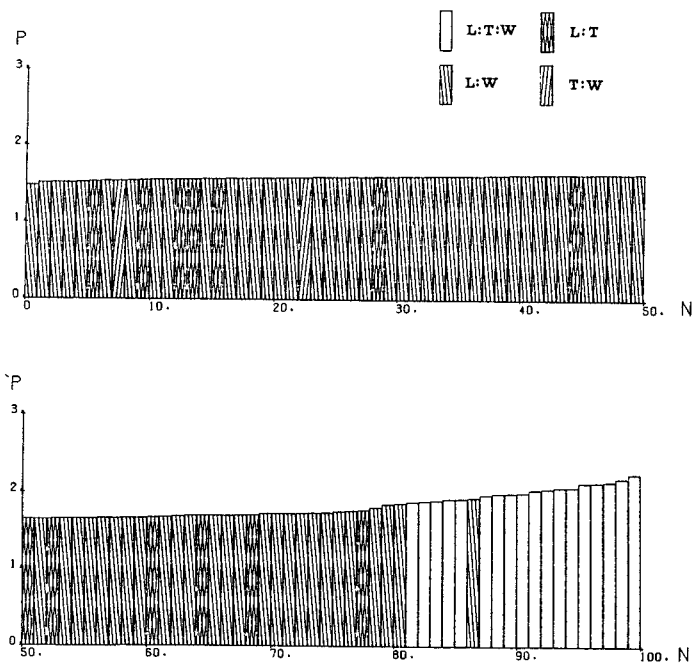


図3 最大荷重値及び荷重構成要素別の発生状況

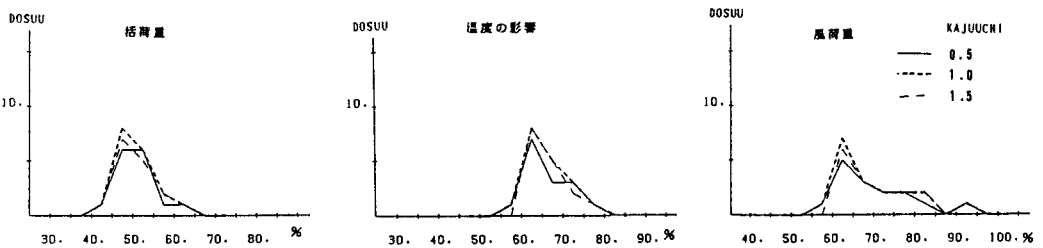


図4 L + T + Wの各荷重の発生状況分布図

表2 荷重組合せ係数

C.O.V.	KAJUUCHI	L	+	T	+	W (%)
0.10	0.5	50.8		66.2		69.7
	1.0	50.9		66.1		69.2
	1.5	51.1		66.1		70.5