

I-281 シミュレーションを用いた荷重組合せ係数の決定

東京都庁 正員 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作用を受ける。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係数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。しかしながら、荷重組合せ係数の算出根拠は示されていないのが実情である。

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、荷重係数の純確率論的な立場からの決定を試みることにする。なお荷重組合せに関するシミュレーションについては、参考文献1)と同様に行っているため、ここでは説明を省略する。

2. 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高い荷重どうしの組合せでは、組合せの対象となる全ての荷重が同時に発生して最大荷重を構成している場合が大部分を占めている。しかし、発生頻度の低い荷重どうしの組合せ、あるいは3個以上の荷重の組合せでは、組合せ荷重が最大となったときに全ての荷重が同時に発生しているとは限らない。すなわち、組合せ荷重が最大となったときにその最大荷重がどのような構成状況となっているかを十分に考慮して組合せ係数の値を算出すべきである。

このことを考慮して、ここでは式(1)を用いて荷重 i に関する荷重組合せ係数 γ_i を決定する方法を提案する。

$$\gamma_i = \frac{\sum V_{ij} / N}{Sd_i} \quad (1)$$

$\sum V_{ij}$ ：最大荷重の構成状況が同一のものについての荷重 i の総和

N ：最大荷重の構成状況が同一のものの個数、 Sd_i ：荷重 i の設計値

なお本研究では、荷重の設計値として10%超過確率値を採用している。

3. 数値実験結果および考察

数値実験結果の一例として、死荷重 D +活荷重 L +温度変化の影響 T +風荷重 W の組合せについて示す。なお、表1には、シミュレーションに用いた諸数値、分布形を示してある。

表1 シミュレーションに用いた諸数値・確率分布形

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	平均値	変動係数	分布形	平均値	変動係数
死荷重 D	常時発生し、荷重変動なし							
活荷重 L	ポアソン過程	1回/日	極値I	1.0	0.10	対数正規分布	2時間	0.15
温度変化の影響 T		2回/年	型最大	1.0	0.10		2時間	0.15
風荷重 W		2回/年	値分布	.5~1.5	0.10		1日	0.20

図1は、100回のシミュレーションによって得られた最大荷重値を小さいものから順に並べたもので、横軸は順位を、縦軸は最大荷重の値を示している。また同図には、100個の最大荷重がどのような荷重の組合せによって構成されているのかも記入してある。ただし、死荷重は常時発生していると仮定しているので最大荷重の値には含めていない。これより、最大荷重の上位を占めているのはD+L+W+Tであることがわかる。そこで、この最大荷重値の上位を占める組合せ（D+）L+T+Wに着目し、L、T、Wの各々がその設計荷重 S_{dL} 、 S_{dT} 、 S_{dW} の何％程度の値で最大荷重を構成しているかを調べたのが図2

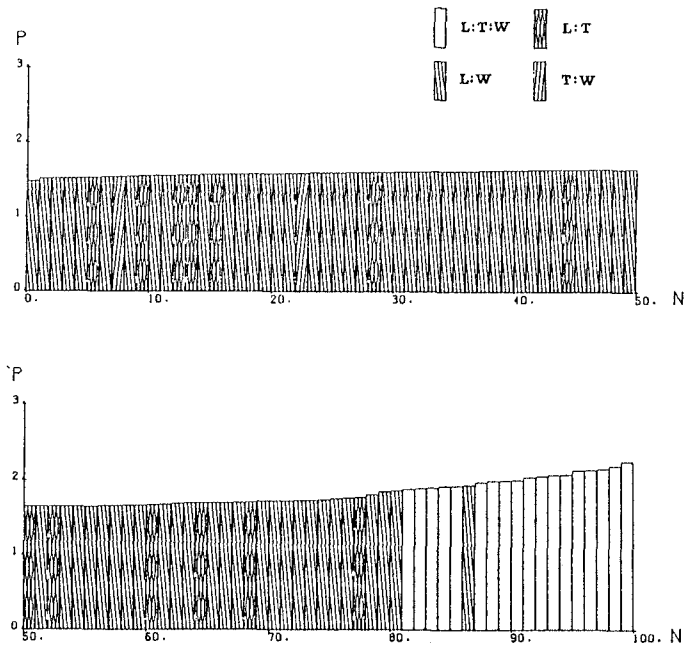


図1 小さい順に並べた最大荷重値とその構成状況

である。この図より、平均的にLは S_{dL} の50％、Tは S_{dT} の65％、Wは S_{dW} の70％程度の値で同時に発生していることがわかる。式（1）は、この値を算出するために定式化したものである。表2には、L+T+Wの組合せにおける荷重組合せ係数の値を、式（1）により算出した結果が示してある。従って、表2に示した値を丸めると、表1に示した条件下での荷重組合せ係数は、 $\gamma_L=0.55$ 、 $\gamma_T=0.70$ 、 $\gamma_W=0.70$ となる。

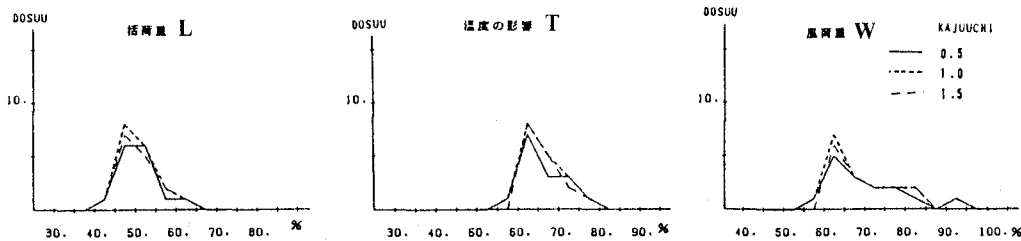


図2 L+T+Wの荷重組合せにおける各荷重の設計荷重に対する比の頻度分布

表2 式（1）より算出した荷重組合せ係数

風荷重の荷重強度		荷 重 係 数		
変動係数	平均値	活荷重 L	温度変化の影響 T	風荷重 W
0.10	0.5	0.508	0.662	0.697
	1.0	0.509	0.661	0.692
	1.5	0.511	0.661	0.705

〔参考文献〕1) 杉山：許容応力度の割増し係数に関する確率論的考察，第40回年次学術講演会 I-124，昭和60年。