

東京大学工学部 正会員 ○ 伊藤 学
茨城県土木部 // 谷口博昭

1. まえがき

将来の構造設計手法の方向や、現行の許容応力度設計法から荷重係数設計方式へ移行し、安全率の評価も従来の経験的、決定論的なものから、たとえ部分的であるにせよ、統計確率論的取扱いを指向するであろうことは最近しばしば指摘されているところである。周知のように、この種の概念は決して新しいものではなく、わが国でも既に十数年前小西一郎、西村昭らが研究対象としてとりあげたことはあったが、実用化への橋渡しありとされていない。しかし国外では近年構造設計手法の実用面での改革にきわめて積極的な動きがあり、それぞれ未完の部分を残しながらも、CEB/FIPのコンクリート構造物の限界状態設計法、AASHTOの鋼道路橋の荷重係数設計法などは規準への具体化の一例として注目されている。理論的研究面での成果も最近いくつか現れつつあるので、設計に用いる数値を評価するための各種資料の蓄積、現在入手しうる成果の工学的判断を加えながらの処理がさしつかての課題となる。

ここに報告する内容は、手法は既往の研究成果を利用したという点で新味が少なく、用いた数値には裏付けのない仮定も含まれて現実性には若干乏しいが、死荷重と活荷重の組合せを考慮に場合の荷重係数の動向を探る意味で試みた数値解析例である。

2. 設計に用いる活荷重

道路橋の設計に用いる活荷重の評価については昭和30年頃西村が行なった理論的アプローチ¹⁾があり、さらに最近では建設省が主要道路における交通調査から設計活荷重と実際活荷重との関係についての検討²⁾を行なっている。ここでは文献1)にならってモデル活荷重を設定する。すなわち自動車の流れを大型車と小型車の二要素より成る母集団からの無作為抽出標本であるとし、橋梁にもっとも大きな影響を与えるのは完全放済時（したがって衝撃なし）であるとして、このような荷重列による单纯化したとしての曲げモーメントを求める。このさい前記の車両混合率（大型車 p 、小型車 $q = 1-p$ とする）のほか、支間長 l (m)、車線数 n をパラメータとした。

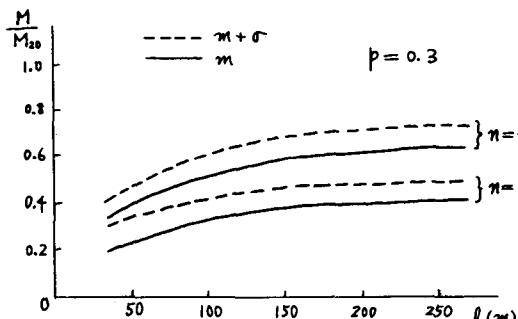


図-1 活荷重モーメントの変化

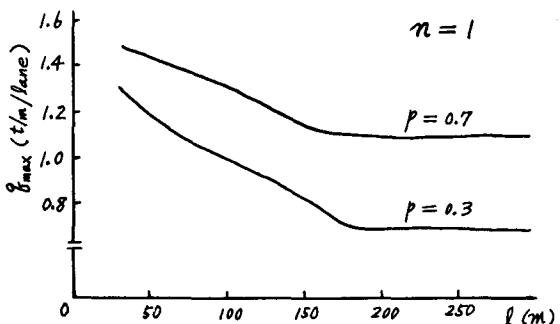


図-2 换算等分布活荷重の変化

図-1は建設省による結果と対比すべく、現行のL-20荷重による曲げモーメント M_{20} との比で示したもの、図-2は換算等分布荷重を示したものである。図-1の曲線は車両群が走行している状態で逆に支間長が大きくなるほど減少の傾向をたどる。図-2の換算等分布荷重は載荷長約150mを境にしてそれ以上ではほぼ一定となる。変動係数の支間長による変化もこれに似ている。車線数による変化の一例を図-3に示すが、各車線とも完全荷済といふことはあまり現実的とは扱いではなかろう。ただ、この低減の傾向は当然のことながら確率的推論によく合致する。

ここでは載荷長30m以下にはられていないが、支間が短い部材についての事情が異なるであろう。²⁾

3. 活荷重係数

荷重係数設計法において、死荷重 D と活荷重 L の組合せを例にとれば、最大設計荷重は $T = F_D \cdot D + F_L \cdot L$ の形で与えられる。構造物の強度、荷重作用それぞれにばらつきのあるとき、H. C. Shah は次のようないわゆる荷重係数評価式³⁾を導いている。

$$F_D = \frac{1 + \lambda' V_D}{1 - \lambda V_D}, \quad F_L = \frac{1 + \lambda' V_L}{1 - \lambda V_L} \quad \text{ただし } \lambda' = \frac{\sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_L^2}}{\sigma_D + \sigma_L} \lambda, \quad \lambda = \frac{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_D + \sigma_L}}{\sigma_R + \sigma_D + \sigma_L} \lambda^*$$

で、 λ^* は構造物に要求される信頼性（ある一定の破壊確率 P_F ）から定められる信頼性係数、 σ は標準偏差、 V は変動係数、脚注の R 、 D 、 L はそれぞれ強度、死荷重、活荷重に関する量であることを示す。荷重係数の対象は、いわゆる設計荷重ではなく、荷重の平均値である。

いま死荷重は経験的に支間長の一次関数であるとして、2. で求めた活荷重の平均値および変動係数とともに活荷重係数 F_L を求めたみと図-4のようになる。死荷重係数 F_D も支間長などの変化に応じて若干変化するがここでは結果を省略した。他のパラメータが同じ場合、もし一定の荷重係数を用いて設計すれば支間長の短い方が高い破壊確率をもたらすことばかりかがえる。別に各要素の変動係数の変化が荷重係数におよぼす影響についても調べたが、死荷重の変動にくらべると、構造物の強度の変動が荷重係数をかなり大幅に変化させる。

実際に設計規準に採用しうる荷重係数の値については、ここに考慮されていない他の要因も含めてさらに慎重な検討が必要であるし、上述の扱いにもまだ疑点はあるので現在なお研究を続けている。

結果の整理には東大大学院生 砂川孝志君の労をわざわらわしたことと記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 西村 昭：道路橋の設計活荷重について、第6回日本道路会議論文集（昭37.8）
- 2) 建設省土木研究所資料第701号、設計活荷重に関する研究（昭46.11）
- 3) Shah, H. C., Statistical Evaluation of Load Factors in Structural Design, Univ. of Waterloo (1969)

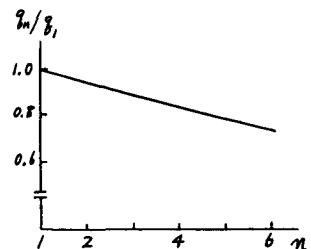


図-3 車線数による低減

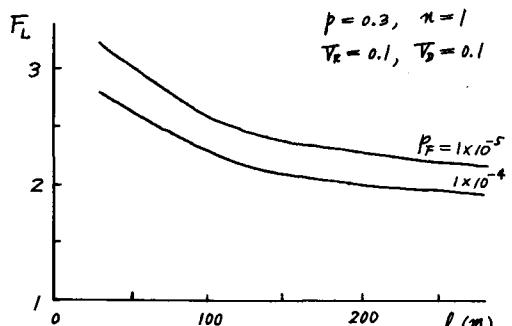


図-4 活荷重係数の数値例