

## 限界状態設計法の安全係数の選択について

信州大学工学部 正 員 長 尚  
 信州大学工学部 学生員 ○片桐 健  
 神戸電鉄(株) 肥塚 二郎  
 大都工業(株) 須江 浩二

1. まえがき 土木学会のコンクリート示方書(設計編)で水準-Iの限界状態設計法が採用されたが、経済性と安全性に直接関係する安全係数( $\gamma$ )などは数値の範囲が示されているだけで、具体的な数値をどのようにして決定するかについて明示されていない。当然これらの係数の選び方によって、経済性と安全性は大きく変動する。したがって、限界状態設計法への移行によるメリットを発揮させるためには、安全係数の適切な選択が不可欠である。筆者の一人はこれまでこの問題について数値的な検討を発表し、若干の提案もしてきた<sup>1)2)</sup>が、本文では常時荷重作用時の終局限界状態における安全係数の選択のための判断資料を示す。

2. 経済性と安全性の評価 既に発表しているので、その根拠の詳細については省略するが、経済性は許容応力度設計法によった場合の費用に対する、限界状態設計法によった場合の費用の比 $\eta$ (この値が1より小さいと限界状態設計法によった場合の費用の方が安い)で、安全性はその相対的な物差しとしての信頼性指標 $\beta$ (許容応力度設計法によった場合の、2.9~4.9(道路)、4.6~5.4(鉄道)との比較で判断)で評価する。これらの計算結果の一部を、総死荷重係数 $\gamma_m'$ を横軸に、総活荷重係数 $\gamma_n'$ を縦軸に取り、それぞれ $\eta$ 、 $\beta$ の等高線の形で、図-1~2(道路を対象)、図-3~4(鉄道を対象)に示す。ここに、 $\gamma_m' = \gamma_i \gamma_b \gamma_a \gamma_m \dots$ (1)、 $\gamma_n' = \gamma_i \gamma_b \gamma_a \gamma_n \dots$ (2)で、限界状態設計法でのトータルとしての安全性と経済性の水準を支配するものである。示方書ではこれらの内、 $\gamma_i$ 、 $\gamma_b$ 、 $\gamma_a$ はそれぞれ1~1.2、1.15~1.3、1~1.2という範囲で標準的な値が示されているので、 $\gamma_m' = \gamma_n' = 1.15 \sim 1.872$ の範囲で示した。なおこれらの $\gamma_m'$ と $\gamma_n'$ のある組み合わせを採用した場合に、 $\eta$ 、 $\beta$ はある幅を持った値となるので、ここでは以下の議論に必要な最小値だけを示した。

3. 適切な安全係数の選択 安全性の水準を合理的に決定するための判断基準を、例えば破壊確率と絡めた $\beta$ の値とすることがあるが、筆者らはこれはまだ時期尚早だと考えている。そこでこれまでの許容応力度設計法の水準をやや下げた水準を一応の目安とすることを提案している。そしてどの程度下げるかを判断するために、限界状態設計法の水準のものを、許容応力度設計法で設計するとした場合の、許容応力度の割増し係数 $\alpha$ と対応させて判断することを提案している。図-1~4に対応する $\alpha$ の等高線を図-5、6に示す。例えば、図-5において、 $\gamma_m' = 1.55$ 、 $\gamma_n' = 1.65$ とした場合、許容応力度設計法では許容応力度を現行より最大20%割増すことに相当し、これは図-1より最大8%の費用源になることを意味している。さらに図-2より $\beta$ の最低値は3.5で、現行の水準の最低値2.9より高い水準であることも分かる。

ところで、許容応力度の割増し係数 $\alpha$ で評価した場合の水準をどの程度とすべきかについては、種々議論があろうし、また対象とする構造物によって値を変えることも考えられる。筆者の一人は、通常の場合は最大20%前後の値を一応の目安とすることを提案している。ここでは25%の割増し、すなわち $\alpha = 1.25$ に相当する所を破線で示している。この破線よりやや右上の領域の適当と思われる水準に相当する総死荷重係数 $\gamma_m'$ 、総活荷重係数 $\gamma_n'$ となるように、 $\gamma_i$ 、 $\gamma_b$ 、 $\gamma_a$ を選択すると、図-1、3より $\eta$ の最小値は0.89で最大約10%の費用源となり、図-5、6より $\beta$ の最小値は3.1(道路)、3.6(鉄道)となる。道路構造物は現行の最低の安全水準(2.9)より高い。鉄道構造物は最低の水準(4.6)を下回ることになるが、道路構造物の現行の最低の安全水準(2.9)よりかなり高いので、問題はないように思う。

参考文献 1) 長尚、松田武久：限界状態設計法の安全係数について、コンクリート工学論文集、2巻2号、pp.107-116、1991. 2) 長尚：構造信頼性設計、山海堂、1993.

