

コンクリート構造物の設計に用 いる活荷重係数に対する一考察

近畿大学理工学部 正会員 水野 俊一

正会員 柳下 文夫

熊野工業高等専門学校 正会員 ○柴床 征治

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の設計において、長年使われてきた許容応力度設計法が、昭和61年の土木学会コンクリート標準示方書の改訂によって、その座を限界状態設計法に譲ることになった。前者は現在も使用が認められておるが、後者において大きな問題となるのは、安全係数の値とくに荷重係数の値のとりかたであると思われる。そこで、ここでは活荷重係数の値について考察を行うことにした。

2. 安全度の考え方

許容応力度設計法が使用されなくなる理由の一つには、これにより設計された部材の安全度が、部材の種類・断面の形状・鉄筋量等により大きく変わることがあげられる。一般に、安全度を表すには、破壊の確率 P_f および安全性指標 β が用いられるが、ここでは破壊の確率を「構造物がその期待寿命期間中に破壊する確率」と定義することとし、安全性指標もこの定義に基づく指標を取ることにする。図-1において P_f あるいは β は $\phi(S)$ と $\psi(R)$ から求めるのではなく、 $\phi_m(S)$ と $\psi(R)$ から求めるべきであると考えらる。

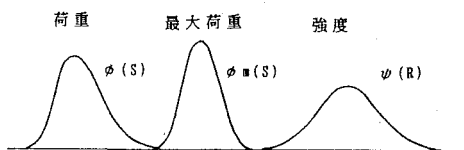


図-1

3. 許容応力度法を用いて設計した構造物の安全度

ここでは対象とした構造物は、単純スラブ道路橋（幅員3.0m、スパン3.8m）と、幅員3.2m スパン8.0mのT型道路橋を受ける柱式橋脚である（図-2）。荷重は死荷重および活荷重を考慮した。

表-1 自動車荷重の分布（単軸重）[tf]

荷重群 NO	1	4	2	3	5
分布型	EX1	LOG(N)	EX1	LOG(N)	LOG(N)
平均	15.19	9.20	13.4	9.91	7.35
標準偏差	1.34	3.57	1.40(1.20)	3.03	3.07
台数	20	113	20	102	302
1日最大値	19.6	15.3	18.0	17.6	17.0
6年間 観測値	最大 25.4 22.0以上 7軸 18.7以上 26軸	最大 19.7 15.0 以上 4 軸	最大 22.7 20.4以上 5軸 17.9以上 16軸		

EX1: 1型極値分布、LOG: 対数正規分布、N: 正規分布

3・1 活荷重 自動車荷重は阪神道路公団の資料¹⁾を用いた。このデータの中から対象構造物に支配的な影響を与えられる車両群を抜きだしたものを表-1に示した。此の資料に示されている分布型を用いて、1年間および50年間の最大荷重の分布を理論計算およびシミュレーションで求めたところ、6年間のデータと合わないものがあり、また1日の測定値の分布から50年間の最大値分布を推定する不正確さを考慮して、6年間の観測値を用いてデータに多少の修正を加えた（表-1中の括弧）。い

ま、前記5種の荷重群の50年最大値の分布を極値確率紙上に示すと図-3のようになる。図中の破線は32tを制限値としてそれ以上を除いた分布を示す。この荷重群が全て作用したときの分布を図-3中に示したが、これは荷重の小さい部分を除けば荷重①とよく一致している。

3・2 断面力 スラブ橋については道路橋示方書に従い定めた断面を用い50年最大荷重による活荷重曲げモーメントの分布を求めた。これには衝撃係数の変動（図-4）・車両走行位置の変化（図-5）を考慮し、Guyon-Massonnetの方法を用いた。曲げモーメントの大きい裾の分布はI型極値分布で表すことができた。

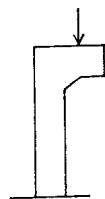


図-2 柱

死荷重は、スラブ厚は30.0+2.1±1.06cm、舗装7.0+0.5±0.5cm、地覆・高欄 500±25kgf/m

Shun-ichi MIZUNO, Fumio YAGISHITA, Seiji, SHIBATOKO

とした。ここで、±の値は標準偏差である。死・活荷重作用時には $M = 11.52(12.75) \pm 0.93(0.57) \text{ tfm}$ (括弧内は裾近似分布の値) となった。

柱については、これに作用する活荷重の裾の部分は対数正規分布に近似できることが分かった。死荷重の影響を考慮した柱の底部の曲げモーメントは、 $19.0 \pm 1.94 \text{ tfm}$ であった。

3・3 耐力 スラブの断面の耐力の変動は厚さ $32.1 \pm 1.06 \text{ cm}$, $A_s = 39.81 \pm 1.59 \text{ cm}^2$, $F_{sy} = 3720 \pm 223 \text{ kgf/cm}^2$ 、かぶり $6.6 \pm 1.52 \text{ cm}$, $F_c = 228 \pm 22.8 \text{ kgf/cm}^2$ を用いて、二次モーメント法およびシミュレーションで求めた。ここで、鉄筋量の分布は、鉄筋量が部材断面算出時の所要量を上回るように鉄筋径および間隔を定めたときのばらつきをシミュレーションによって求めたものである。前述の A_s は二次モーメント法で用い、シミュレーションでは乱数を用い棄却法で求めた。両者の結果は $33.1 \pm 3.4 \text{ tfm}$ でよく合い正規分布で近似できることが分かった。なお、断面の厚さおよび A_s が所要最小値で、かつ $F_{sy} = 3000 \text{ kgf/cm}^2$ の場合を最小断面として計算した。

柱については、幅 $50.4 \pm 0.2 \text{ cm}$, 厚さ $51.9 \pm 0.2 \text{ cm}$, $A_s = 10.62 \pm 0.6 \text{ cm}^2$ とし耐力を求めたが、この分布も正規分布に近似することができた。ここで A_s はスラブの場合と同様に求めたものである

3・4 安全度 上記の計算結果をもとに安全性指標を求めると、スラブでは5.8 柱では3.8程度で何れも安全度が高かった。つぎに、限界状態設計法で

$\gamma_b = \gamma_r = 1.15$, 死荷重係数を1.10 とし活荷重係数を変化させた場合の β を、スラブについて図-6、7、柱について図-8、9 に示した。ここで α はT荷重による設計曲げモーメントの割増し係数である。計算の結果、ここに取り上げた構造物では β から推定される破壊の確率とシミュレーションによる P_r とは大差のないこと、構造物の種類によって同じ安全度を有する γ_r の値が異なり、柱では大きくとる必要があることが分かった。最後に、交通車両調査データの充実を切望している。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究、昭和61年12月
- 2) 石里吉男：コンクリート構造物の寸法誤差、コンクリートライブラリー N0.41 昭和50年11月

〔極値確率紙〕

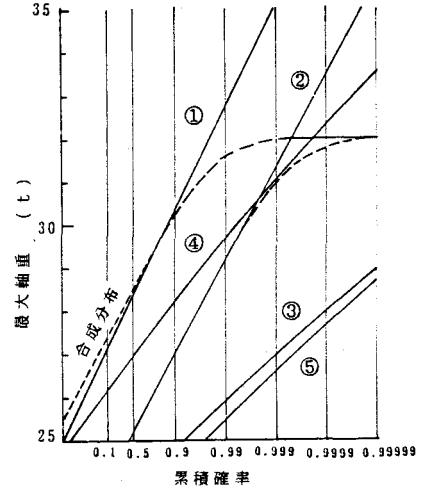


図-3 軸重の50年間最大値分布

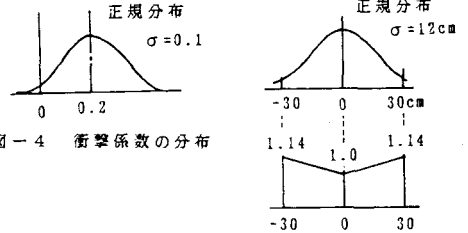


図-4 衝撃係数の分布

図-5 走行位置の分布

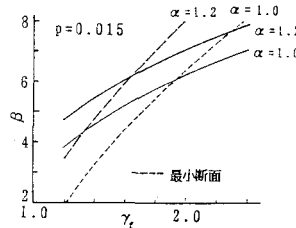


図-6 活荷重係数と安全性指標との関係 (スラブ)

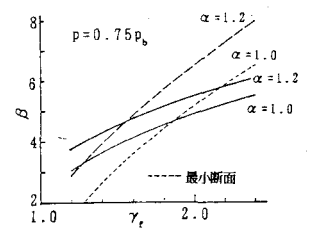


図-7 活荷重係数と安全性指標との関係 (スラブ)

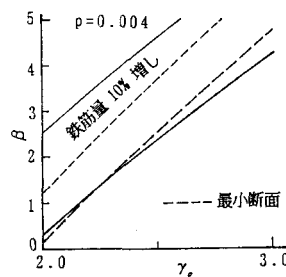


図-8 活荷重係数と安全性指標との関係 (柱)

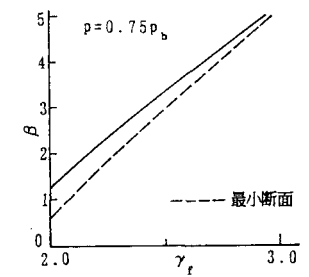


図-9 活荷重係数と安全性指標との関係 (柱)