

コンクリート構造物の安全度について

東北大学 ○学生員 守屋健修
正 員 尾坂孝夫

はじめに、

最近、各国のRCおよびPCRに関する示方書等に、限界状態設計法が採用されるようとしており、コンクリート構造物またはその部材の安全性について、多くの研究がなされている。筆者らは、配合強度の割増し係数を、コンクリート構造物の安全性の面から検討しているが、ここでは特に、現場コンクリートの品質の示標となる円柱供試体強度と許容応力度の安全率または材料強度の低減係数、および配合強度の割増し係数との関係について検討を行ったので、その概略を報告する。

(1) 配合強度の割増し係数、許容応力度の安全率または材料強度の低減係数、および荷重作用の割増し係数について、

コンクリート構造物またはその部材の安全性は、設計および施工における各種の要素によって影響を受ける。コンクリート構造物またはその部材の設計計算において、その必要かつ十分な安全性は、コンクリートについては、許容応力度の安全率または材料強度の低減係数、配合強度の割増し係数、および荷重作用の割増し係数によって保障される。コンクリート構造物またはその部材の安全性に影響をおよぼす要素と、設計計算におけるこれらの係数との関係を示せば、大略、次のようになる。

コンクリート構造物またはその部材の安全性に影響をおよぼす要素		
材 料	材料の品質の変動	} 配合強度の割増し係数、
施 工	計量誤差、練り混ぜ 打込み、締固め、養生条件、 円柱供試体とコンクリート構造物 部材との寸法および形状の相違	
設 計	設計上の仮定、設計計算の誤差	} 荷重作用の割増し係数、
	荷重の変動	

配合強度の割増し係数は元来、現場コンクリートの品質の変動が、コンクリート構造物またはその部材に有害な影響を与えないように、コンクリート構造物またはその部材の安全性を保障するものであるが、各国の示方書等を見ると、その内容はバラバラで、統一されていないのが実情である。しかし、各国が採用している設計計算法は、多少とも異なっており、設計計算法と無関係に、配合強度の割増し係数を論じるのは適当ではない。

(2) 各国の、配合強度の割増し係数に関する規定

国 別	配合強度の割増し係数に関する規定	配合強度の割増し係数 f	設計計算法
日本 土木学会 RC標準示方書	(a) 試験値は σ_{tk} の 80% を P_k の確率で下らない。 (b) 試験値は σ_{tk} と P_k の確率で下らない。 一般の場合、 $P_k = 1/20$, $P_b = 1/4$ 。	$f = 0.8 / (1 - 1.645V)$ $f = 1 / (1 - 0.674V)$	弾性設計法

日本、建築学会 建築工事示書	コンクリートの配合強度は設計基準強度に標準偏差を加えたものとする。	$f = 1/(1-V)$	弾性設計法
ACI 318-71.	(i) 連続した3回の試験値の平均値はどれも指定強度を下らない。 (ii) 1回の試験値はどれも、指定強度を500psi以上で下らない。		終局強度設計法
CEB	圧縮強度の特性値は、その値以下の試験値が生じる確率が5%であるような値である。	$f = 1/(1-1.64V)$	同上
BA	許容応力度を求める基準とする強度として便宜的に、各々の供試体の平均値から、その標準偏差の8/10を減じた値とする。	$f = 1/(1-0.8V)$	弾性設計法、 終局強度設計法
DIN 1045	(i) 3個の立方供試体1組の圧縮強度の平均強度は下表第3欄の値に達していること。 (ii) 1個の立方供試体の圧縮強度は、どれも下表第2欄の値に達していること。ただし1/10の確率で最高20%、下回ってもよい。		弾性設計法

	1	2	3
	コンクリート材令28日における各々の指定強度の供試体の最低強度		材令28日における供試体各組の平均強度のうちの最低強度
		kg/cm ²	kg/cm ²
1	B _m 50	50	80
2	B _m 100	100	150
3	B _m 150	150	200
4	B _m 250	250	300
5	B _m 350	350	400
6	B _m 450	450	500
7	B _m 550	550	600

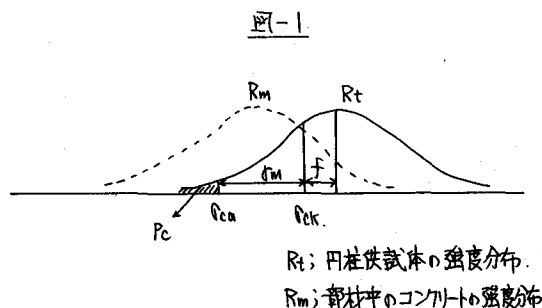
(注1) 配合強度の割増し係数 f の式で V は変動係数である。

(注2) DIN以外はすべて円柱供試体についてである。

(注3) BS/C P110では、配合強度の割増し係数の規定についてはCEBと同じであるが、立方供試体についてである。

③現場コンクリートの品質の変動について

円柱供試体強度と構造部材中のコンクリート強度とは、図-1のような関係がある。図-1で材料強度の低減係数 γ_m と配合強度の割増し係数 f は、現場コンクリートの強度が $f\sigma_m$ を下回る確率 P_c を、十分に小さい一定値以下にするよう定めるべきである。ここに、材料強度の低減係数 $\gamma_m = \text{Const.}$ とした時、配合強度の割増し係数 f の値によって、



確率 P_c が、どう変化するか検討する。なお、荷重作用の割増し係数 γ は一定と1.0。

(3)-1 $\gamma_m = 3$ の時

配合強度の割増し係数 γ は土木学会の規定に従う。

(3)-2 $\gamma_m = 1.5$ の時

配合強度の割増し係数 γ はCEBの規定に従う。

表-1

変動係数	配合強度の割増し係数	$P_c(R_t < \sigma_{ca})$
5%	1.035	~ 0
10	1.072	10^{-12}
15	1.112	2×10^{-6}
20	1.192	2×10^{-4}
25	1.358	10^{-3}

表-2

変動係数	配合強度の割増し係数	$P_c(R_t < \sigma_{ca})$
7%	1.130	2×10^{-9}
10	1.196	4×10^{-6}
15	1.326	5×10^{-4}
20	1.488	3×10^{-3}
25	1.695	7×10^{-3}

(4) 配合強度の割増し係数 γ と材料の低減係数 γ_m の関係

(3)-1および(3)-2で求めた確率 P_c は配合強度の割増し係数 γ よりむしろ材料強度の低減係数 γ_m によって、大きく影響を受ける。確率 P_c を、 $\gamma_m = 3$ 、 $\gamma_m = 1.5$ の、変動係数15%の時の値に1.0時、配合強度の割増し係数 γ と材料の低減係数 γ_m との関係は図-2および図-3のようになる。

図-2

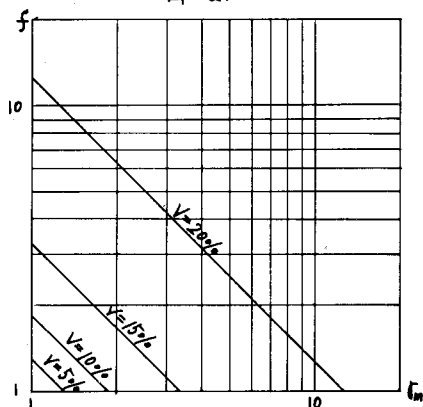


図-3

