

プレストレスト コンクリート
建築構造物の特性 (1)

中 野 清 司*

前回までPC建築物の構造計画の骨子となる諸事項が全体的に解説されており、構造計画の概論としては、さらにつけ加えるべき点はない。そこで今回からは、他種構造物との比較を交えながらPC構造の特色を概観してみたいと思う。

1. 緒 言

PC構造は他の構造にくらべて、さまざまな利点を持っていることは前回までに述べられたとおりであるが、これが真に他の構造に卓越しているかどうかは、一にかかってその安全性のいかによるといってよいだろう。この点については例えば耐震性などがあるが、PC構造はまだ大地震にあったことがないので、確実な判断を下すことはできない。われわれとしては、ただ構造計画にあたって、現在入手しうるデータをもとにして、できるだけ安全な設計を行なうようにつとめるべきである。そこで、安全性に関して a) 現行建築学会規準におけるPC構造の位置、b) 動的設計上のPC構造の特性について以下に述べてみることにする。

A. PC 構造の安全性

2. 現行建築学会規準における PC 構造の位置

建築学会のPC規準と他構造の規準との要点を比較すると表-1のとおりである。

表-1 PC 規準と他規準との比較

事 項	他 規 準	PC 規 準
応力の計算法	弾性計算	同 左
長期応力に対する安全度のとり方	各断面の応力度が許容応力度をこえぬこと	同 左 かつ、 $1.2G+2.4P$ & $2(G+P)$ 以下の応力で破壊しないこと かつ、 1.3 or $1.15(G+P)$ 以下の応力できれつを生じないこと
短期応力に対する安全度のとり方	同 上	$1.2(G+P)+1.5K^*$ 以下の応力で破壊しないこと *(または S, W)

2.1 主要な相異点

2.1.1 長期応力について 他規準で長期応力を計算し各部応力が所与の許容応力度を越えないように断面設計を行なう目的は次のとおりである。

(a) 常時使用状態において、たわみ・振動・不同沈下・きれつなどの使用上の障害を生じないため¹⁾ であって、例えば木造(W)ではクリープ、PCではクリープおよびまだ明確につかまれている種々の原因による思わぬ障害、鉄骨(S)では振動・腐食および静定構造物の計算誤差による障害等が考えられている²⁾。したがって長期応力に対する設計は建物強さそのものの設計ではない。すなわち木造(W)のクリープのようにクリープ強度と応力度との関係が明らかになっているものはクリープの計算をしていることになり、RC, S等では unknown factor を何となくカバーするための計算である。

(b) これは多分に副次的なものであるが、over load に対する安全性を考慮している。しかし、建物が常時設計荷重の何倍まで載荷されても安全かという、ごく primitive なチェックは直接行なわれるわけではなく、材料安全度の中に含まれて間接に行なわれるにすぎない。

PC規準でも上記(a)項はほぼ同じ思想によって設計するものであるが、許容応力度の値が少し異なる。すなわち

① コンクリートの許容応力度は $0.35 F_{28}$ にとる。

これはRCで $0.33 F_{28}$ にとっているのとは意味がちがう (F_{28} の係数が 0.02 だけ異なるのはあまり重要な意味はない)。コンクリートのクリープ限度を75%とみるならば³⁾ クリープの点からはRCでは $0.5 F_{28}$ 程度までとれるはずであるが、“思わぬ障害⁴⁾”に対処して、これを $0.33 F_{28}$ におさえている。PC規準では長期応力度をあまり大きくとるとクリープひずみが増大して不経済な設計になることを考慮して $0.35 F_{28}$ としてある。

② PC鋼材の許容応力度は $0.65 \times (\text{規格強度})$ にとる。

これは主としてPC鋼材のリラクゼーション限界にもとづいて定められたものである。RC鉄筋のそれが $0.66 \times (\sigma_Y)$ であるのはコンクリートの過大なきれつを防ぐため⁵⁾ またS用のそれが同じく $0.66 \times (\sigma_Y)$ であって、意味不明であって、わずかに“振動・腐食の防止、静定構造物が多いことを考慮して、計算誤差に対する安全措施⁶⁾”と説明されているのとくらべて意味がはっきりしている。

次に上記(b)項は表-1からわかるとおりPC規準では直接にチェックするように規定されている。ただしこれは“予想以上の荷重が長期間作用しても安全か”というチェックではなく、“長期応力が予想の何倍までに

なっても破壊しないか”のチェックであるから荷重状態としてはむしろ短期的である。ここで破壊とは建物の崩壊ではないから、いわゆるリミットアナリシスとは一応無縁である。ただ上記の何倍までという表現を数値を与えて明示している点、つまり構造物の安全度を材料安全率（許容応力度）という間接的なもので表わさず、直接荷重係数で与えている点に極限解析の思想との共通点がある。荷重係数の定め方には諸説があるが参考として諸外国規準の値を表-2に示す。

表-2 各国の破壊安全度検討用荷重係数

国 別	常 時	非 常 時	備 考
ベルギー	$G+2.5P$ $2(G+P)$		
ドイツ	$1.75(G+P)$		
フランス	$1.11G+2.22P$		鋼材で破壊するとき
	$1.43G+2.86P$		コンクリートで破壊するとき
イタリア	$2(G+P)$		
オランダ	$1.75G+2.25P$ $2G+3P$		
スイス	$1.5G+2.5P$ $2(G+P)$		
アメリカ (PCI)	$1.8(G+P)$ $1.2G+2.4P$	$1.4(G+P+W)$	建築用
” (ACI)	$1.4G+2.3P$ $1.6G+2.4P$	$1.4G+P+1.8W$ $1.6G+P+2.0W$	” 橋梁用
イギリス	$1.5G+2.5P$ $2(G+P)$		

2.2.2 短期応力について 他規準で短期応力の計算を行なうのは、建物に耐えさせようと期待する荷重外力を与えたとき、はじめて破壊に達するように断面を定めるためである。ここで破壊とは部材応力度が一定の許容応力度をこえることを意味し、建物の崩壊ではない。

RCでは許容応力度はコンクリートで $0.66 F_{28}$ 、鉄筋では降伏点応力度 (σ_y) である。したがって部材破壊時には、鉄筋は降伏状態に入るが、コンクリートはまだ余力のある状態を破壊という。いいかえると局部破壊のために使用上支障のある残留変形、きれつなどが生ずるおそれのある状態を短期設計の基準とする。外力としては例えば地震力はおこりうる最大限をとっているわけではない。そこで、規準値以上の地震力を受けた場合は使用上の障害の発生は止むを得ないことになり、またどの程度の地震力まで完全かという検討もなされていない。

PC規準でも短期設計については、ほぼ同様な思想である。ただし、鋼についても、コンクリートについてもその強度（コンクリートは F_{28} ）を破壊の目標とし、外力は下式によって割増しを行なう。

$$1.2(G+P)+1.5K$$

この場合、許容応力度は定められていない。したがって破壊がコンクリートの圧潰で生じ、これが欠け落ちるような場合は、同じ局部破壊でも、コンクリートの材料安全率をとっていないだけに他規準より不利だと考えられ

図-1

