

PC 部材断面の「断面効率係数」等に関する研究

金 丸 豊 典*
藤 島 博 英*

1. ま え が き

PC 部材の設計においても、部材断面の形状・寸法などは、設計条件からの制約や、既往の設計成果に準拠して決められることが多い。しかし、PC 設計者としては、設計成果の質的向上のためにも、より有効な形状・寸法を有する断面を選定するための、何らかの理論的な尺度を考慮に入れることが必要であると考えられる。にもかかわらず、従来、この面での研究は殆んど実施されていないといっても過言ではない。

本文は、このような観点から、主として、PC 部材断面の曲げに対する効率を示す係数——「断面効率係数」——の効用を論じたものであるが、あわせてこの係数の効用の比較基準として用いた、「平均プレストレス量」、「プレストレス・モーメント比」、「曲げモーメント容量（断面と許容応力度・限界値等が与えられた時その断面の負担し得る最大曲げモーメント）」など諸「概念量」についての効用の検討・考察結果をも論じたものである。

これらの係数、「概念量」については、PC 部材の設計成果の評価尺度としての観点から、既に提案済みであるが¹⁾、ここでは、昭和61年10月、土木学会「コンクリート標準示方書」（以下「コン標示」と略称）が改訂されて、コンクリート構造物の設計の基本思想が、「許容応力度設計法」から、世界的潮流である「限界状態設計法」への転換の第一歩が踏み出されたのを機会に「許容応力度設計法」を対象に提案されたこれらの係数、「概念量」の「限界状態設計法」への適用という面からの再検討の必要を覚え、新たに考察・検討し直したもので、先の提案の続編に相当するものである。

現実には、社会における各種構造物の設計は、すべて各設計発注機関の指定する示方書に準拠して実施されることになっており、例えば、国内のコンクリート道路橋は、日本道路協会制定の「道路橋示方書・Ⅲ・コンクリート橋編」（以下「コン道示」と略称）に準拠するのが原則であるが、これもまだ改訂作業中であって、関係各示方書のすべての改訂が終了し、「限界状態設計法」が完全に末端の機関にまで普及するのには、なお暫時の期間が必要と思われる。

* 足利工業大学工学部土木工学科

本文ではこのような事情を勘案し、あえて「限界状態設計法」のみを対象とはせず、むしろ、これらの係数、「概念量」が、両設計法に関係なく適用し得ることを述べることに主眼をおいた。

主として「断面効率係数」の効用について論じたものであるが、説明の都合上、既往の研究成果の一部引用は諒とされたい。

2. 「限界状態設計法」による PC 部材の設計手順

PC 部材の設計においては、プレストレスによって補強されたコンクリートという PC の特質から、一般の鉄筋コンクリート構造物とは異なり、設計の手順は、応力検討を主体とする“使用限界状態に対する検討”が先行し、その後に“終局限界状態に対する検討”を実施することになっていて、従来の「許容応力度設計法」による PC 構造物の設計の場合と、手順上は変わらないことになっている。したがって、使用状態でひびわれ発生を認める場合を除いては、「許容応力度設計法」における許容応力度を、「限界状態設計法」“使用限界状態に対する検討”の応力度の限界値と置き変えるという、多少の観点の変更によって、前述の「許容応力度設計法」に対して提案した係数、「概念量」などは、「限界状態設計法」に対しても十分使用可能であると類推し得るのである。

3. PC 部材設計成果の評価について

ここで、「断面効率係数」の効用検討の前提として、既提案の諸「概念量」をまとめて示すと表—2のとおりである。「曲げモーメント容量」については、その後の検討により低減係数 γ の追加を行っている。これらの「概念量」は、プレストレス導入直後・設計荷重作用時の許容応力度・限界値から求まるものである。しかし、

表—1 荷重作用時の許容引張応力度・使用限界状態限界値の比較

		(単位: kgf/cm ²)		
$\sigma_{ck} (f_{ck}')$		400	500	600
「コン道示」		15	20	—
コン標示	条件 (i) 引張応力発生限界値	0	0	0
	条件 (ii) ひびわれ発生限界値	27	32	36

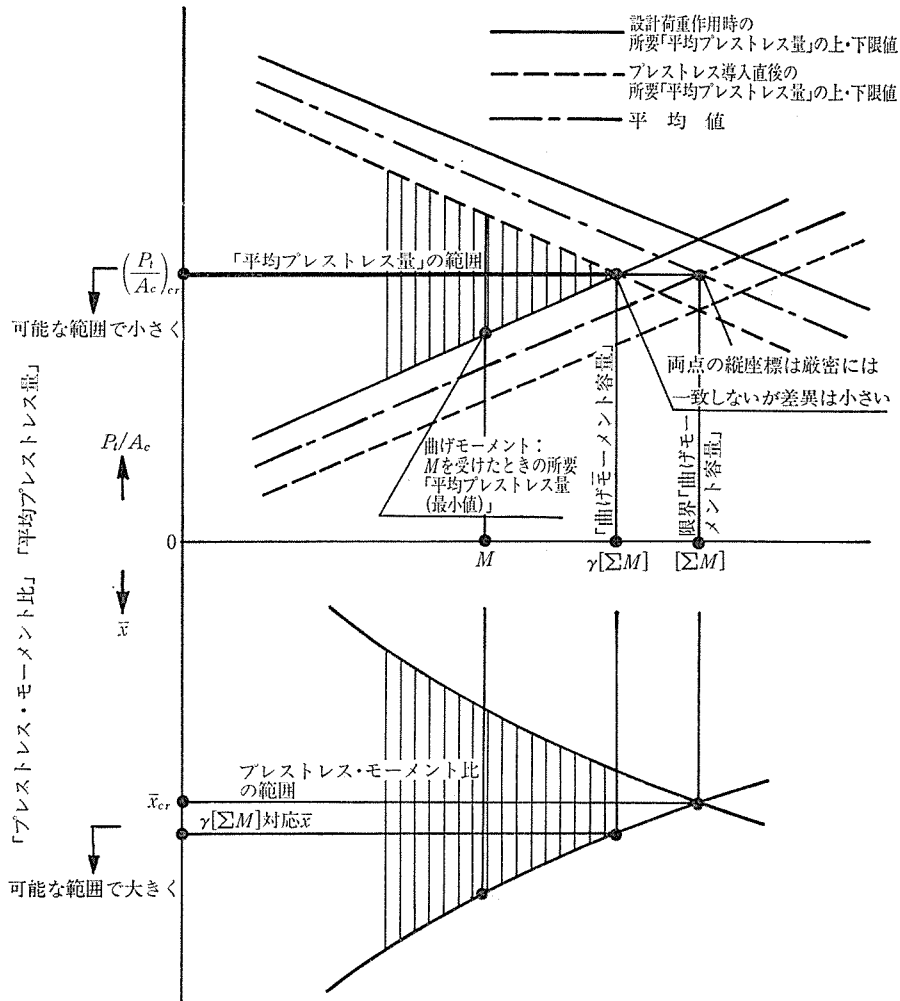
表-2 諸「概念量」算定式

<p>所要「平均プレストレス量」の範囲：</p> $\frac{\Sigma M}{D} \alpha (\bar{x} - \bar{w}) - \sigma_{tat} \leq \frac{P_t}{A_c} \leq \frac{\Sigma M}{D} (1 - \alpha) (\bar{w} - \bar{x}) + \sigma_{cat}$ $\frac{\Sigma M}{\eta D} (1 - \alpha) (1 - \eta \bar{x}) - \frac{\sigma_{ta}}{\eta} \leq \frac{P_t}{A_c} \leq \frac{\Sigma M}{\eta D} \alpha (\eta \bar{x} - 1) + \frac{\sigma_{ca}}{\eta}$ <p>(上2式を満足する範囲)</p>
<p>限界「平均プレストレス量」：</p> $\left(\frac{P_t}{A_c} \right)_{cr} = \frac{1}{2\eta} \left[\frac{[\sigma_a] \{ \eta \alpha (\bar{x} - \bar{w}) + (1 - \alpha) (1 - \eta \bar{x}) \}}{1 - \eta \bar{w}} - (\eta \sigma_{tat} + \sigma_{ta}) \right]$ <p>or</p> $= \frac{1}{2\eta} \left[\frac{[\sigma_a] \{ \eta (1 - \alpha) (\bar{w} - \bar{x}) + \alpha (\eta \bar{x} - 1) \}}{1 - \eta \bar{w}} + (\eta \sigma_{cat} + \sigma_{ca}) \right]$
<p>所要「プレストレス・モーメント比」の範囲：</p> $\frac{1}{\eta} \left[1 - \frac{D}{\Sigma M} (\sigma_{ca} + \sigma_{ta}) \right] \leq \bar{x} \leq \frac{D}{\Sigma M} (\sigma_{cat} + \sigma_{tat}) + \bar{w}$
<p>限界「プレストレス・モーメント比」：</p> $\bar{x}_{cr} - \frac{1}{\eta} \left[1 + \frac{\sigma_a}{[\sigma_a]} (1 - \eta \bar{w}) \right] \quad \text{or} \quad \bar{x}_{cr} = \frac{\sigma_{at}}{[\sigma_a]} (1 - \eta \bar{w}) + \bar{w}$
<p>「曲げモーメント容量」：</p> $r[\Sigma M] = \frac{[\sigma_a]}{1 - \eta \bar{w}} D$ <p>ただし $r = \frac{\sigma_{ta} + \eta \sigma_{cat}}{(1 - \alpha)[\sigma_a]}$ $r > 1$ の場合 $r = \frac{\sigma_{ca} + \eta \sigma_{tat}}{\alpha [\sigma_a]}$ とする</p>
<p>上式において</p> <p>$\frac{P_t}{A_c}$: 「平均プレストレス量」</p> <p>$\left(\frac{P_t}{A_c} \right)_{cr}$: 限界「平均プレストレス量」</p> <p>\bar{x} : $M_{pt}/\Sigma M$: 「プレストレス・モーメント比」</p> <p>\bar{x}_{cr} : 限界「プレストレス・モーメント比」</p> <p>$r[\Sigma M]$: 「曲げモーメント容量」</p> <p>$[\Sigma M]$: 限界「曲げモーメント容量」</p> <p>A_c : 部材断面積</p> <p>P_t : 導入直後のプレストレス力</p> <p>ΣM : 設計曲げモーメント</p> <p>D : I/h</p> <p>α : y_c'/h</p> <p>M_{pt} : 導入直後のプレストレス・モーメント</p> <p>\bar{w} : $M_{d0}/\Sigma M$ (「部材自重曲げモーメント比」)</p> <p>M_{d0} : プレストレス導入時の部材自重曲げモーメント</p> <p>η : プレストレス有効係数</p> <p>r : 低減係数</p> <p>$[\sigma_a]$: $\sigma_{ca} + \sigma_{ta} + \eta(\sigma_{cat} + \sigma_{tat})$</p> <p>$\sigma_a$: $\sigma_{ca} + \sigma_{ta}$</p> <p>$\sigma_{at}$: $\sigma_{cat} + \sigma_{tat}$</p> <p>$\sigma_{ca}, \sigma_{ta}$: 設計荷重作用時のコンクリートの許容圧縮応力度・許容引張応力度</p> <p>$\sigma_{cat}, \sigma_{tat}$: プレストレス導入直後のコンクリートの許容圧縮応力度・許容引張応力度</p>

「コン標示」における「限界状態設計法」では、永久荷重作用時の曲げ圧縮応力度の限界値 $0.4 f_{ck}'$ の規定はあるが、設計荷重作用時のそれについては規定がない²⁾。したがって、「限界状態設計法」にこれら「概念量」を適用する場合には、設計荷重作用時の圧縮応力度の限界値として、私見ではあるが、永久荷重作用時の圧縮応力度の限界値の条件が満足されることを必須条件としたうえで、プレストレス時のコンクリートの圧縮強度の特性値の $1/1.7$ あるいは $1/2$ の値を使用するのが最も簡明で妥当な仮定であろうと考えられる。これは「コン標示」で、緊張材の使用限界状態検討時の引張応力度の限界値 $0.7 f_{puk}$ の値が、プレストレス直後の引

張応力度の制限値にも用いられていることや、施工時のコンクリートの設計引張強度の算出式や安全係数が、使用限界状態検討時のコンクリートの設計引張強度のそれと同一になっていることなど³⁾の思想に準じたものである。

図-1 は、ひとつの断面における諸「概念量」の関係を模式図として示したものである。要するに、断面、許容応力度・限界値、プレストレス有効係数などを設定すれば、その断面が受ける曲げモーメントに対する所要の「平均プレストレス量」、「プレストレス・モーメント比」の組合せの範囲が容易に算定できること、特に、断面が最も有効に使用されたとした場合の関係から、限界



図一1 「平均プレストレス量」・「プレストレス・モーメント比」関係図

「平均プレストレス量」, 限界「プレストレス・モーメント比」, 「曲げモーメント容量」などの「概念量」が求まるというものである。設計成果についてはこれらの値の関係をみれば, その設計成果の質的水準が判明し, 同時に, 設計に際しては, これらの関係を利用すれば, 設計成果の質的水準の向上に資することが可能であると思われるのである。これらの算定(作図)はきわめて容易であって, 特に設計上の労力を著しく増加させるものではない。

断面が「曲げモーメント容量」と等価の曲げモーメントを受けたとし, 「プレストレス・モーメント比」として限界「プレストレス・モーメント比」を適用した場合, 断面に必要な「平均プレストレス量」は,

$$\gamma = \frac{\sigma_{ta} + \eta\sigma_{cat}}{(1-\alpha)[\sigma_a]} \leq 1 \text{ の場合}$$

$$\frac{P_t}{A_c} = \sigma_{cat} - \frac{(\sigma_{ca} + \eta\sigma_{cat})\sigma_{at}}{[\sigma_a]} \dots\dots\dots (1)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_{ca} + \eta\sigma_{tat}}{\alpha[\sigma_a]} < 1 \text{ の場合}$$

$$\frac{P_t}{A_c} = \frac{(\sigma_{ca} + \eta\sigma_{tat})\sigma_{at}}{[\sigma_a]} - \sigma_{tat} \dots\dots\dots (2)$$

となり, 導入直後の所要「平均プレストレス量」は, 断面形状・寸法に関係なく, ただ, 許容応力度・限界値とプレストレス有効係数のみの関数となる。プレストレス有効係数はおおむね0.8前後の値となるので, その前後の値について, 予め2~3ケースの計算をしておけば, 「平均プレストレス量」すなわちプレストレス力の算定目標としての尺度となり得る。また, 設計成果においてこれに近似した「平均プレストレス量」が使用されていて, しかも所要「平均プレストレス量」の上・下限値との余裕の少ない場合には, 断面の使用効率よく, 断面の選定も妥当であったことが直ちに判定し得る。

実際, 断面力: 曲げモーメントも断面の関数であるばかりでなく, 導入プレストレス量自体が断面の関数であるから, 試行錯誤という「設計」の本質からも明らかのように, 断面縁維合成応力度の許容応力度・限界値との比較は, 設計成果の評価のうえからはあまり意義を有しないのである。

図一2は, 建設省標準設計⁴⁾ 20橋について, これらの「概念量」を試適用した場合の結果である。対象とした

20 橋は、標準設計のうちの、幹線道路、主要幹線道路、地域区分：一般部（2車線）C・D、幅員番号①②③の4種類の、それぞれ支間 20 m～40 m の5ケースである。

この標準設計は、許容応力度からみて比較的余裕のあるものになっているが、このことは、「平均プレストレス量（設計値）」と所要「平均プレストレス量」の上・下限値との余裕となって図上に示され、断面下縁の合成応力度と許容応力度の差の小さいもの（設計番号 2179, 980, 2111）は「平均プレストレス量（設計値）」と所要「平均プレストレス量」の下限値との近接となって明白に図示されている。

所要「平均プレストレス量」はプレストレス導入時のものであるから、この標準設計のように、施工途次、床版が合成されて断面が変化するような場合には、その影響を考慮する必要がある。したがって、適用に際しては、断面変化後の荷重による曲げモーメントは、主桁断面と床版合成断面の、断面係数比によって低減している。

4. PC 部材断面の「断面効率係数」

PC 部材断面の曲げに対する効率を示す係数としては、古くから、

$$\rho_1 = \frac{k_c' + |k_c|}{h_c} \dots\dots\dots (3)$$

が用いられてきた⁵⁾。

Y. Guyon は、 $\rho = r_c^2/vv'$ 、ただし v, v' ：断面上下縁から断面図心軸までの距離の絶対値、を示しているが⁶⁾、これは上記 ρ_1 と全く同形の式になる。

また、Hatcher, D.S. は、

$$\rho_2 = \frac{r_c^2}{h_c^2} - \frac{d}{h_c} \cdot \frac{k_c' + |k_c|}{(1+d)^2} \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 $d = y_c/y_c'$

を提案しているが⁷⁾、検討した結果は、 $\rho_2 = \alpha(1-\alpha)\rho_1$ 、ただし、 $\alpha = y_c'/h_c$ の関係があって、 ρ_2 は断面図心軸比との関係によって ρ_1 を補正したものになっており、本質的な差異は認め難い。

PC 部材断面の曲げに対する効率は、「核」の範囲と断面積（寸法比を含めて）との関係で表現するのがより合理的と思われるので、筆者は、限界「曲げモーメント容量」の概念をも併せ考慮して、次のような「断面効率係数」を提案した¹⁾。

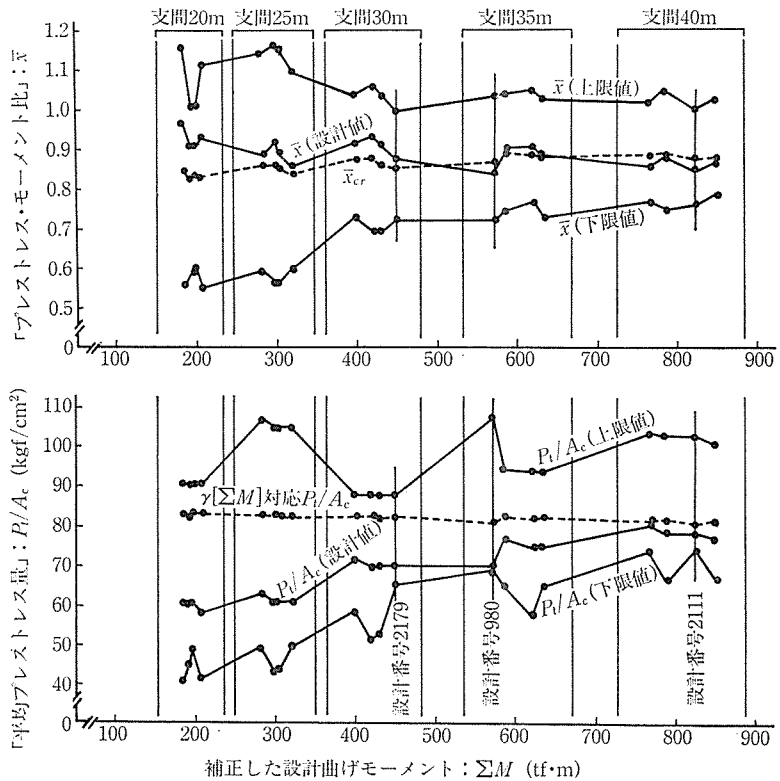


図-2 建設省「標準設計」への試適用結果

$$\rho_3 = \frac{h_c}{A_c} \cdot \frac{k_c' + |k_c|}{h_c} \cdot \frac{D}{A_c} = \frac{k_c' \cdot |k_c|}{A_c} \dots\dots (5)$$

ρ_1, ρ_2, ρ_3 のサフィックスは、区別のため、便宜的に付したものにすぎない。

断面の「核」の範囲の算定には、もちろん、断面積が考慮される。しかし、断面の曲げに対する効率を論ずる場合、結果としての「核」の範囲が直接問題になるのであって、その算定過程における間接的関与は、この場合、二義的な意義しかない。

ここでは、以上の「断面効率係数」の効用を比較するため、

- i) 「断面効率係数」と単位断面積当り「曲げモーメント容量」
- ii) 「断面効率係数」と単位断面積当り同一曲げモーメント (1 000 tf·m/m²) を受けた場合の所要「平均プレストレス量 (最小値)」
- iii) 「断面効率係数」と単位断面積当り「設計断面耐力」

について検討した。

i), ii) については「コン道示」、iii) については「コン標示」に準拠して計算を行った。

使用コンクリートの設計基準強度は 400 kgf/cm²、PC 鋼材の引張強度は 175 kgf/mm²、鉄筋は SD 30 とした。なお、「設計断面耐力」の計算に用いた PC 鋼材量

は、限界「プレストレス・モーメント比」を用いた場合の限界「平均プレストレス量」から算出した。したがって、単位断面積当り PC 鋼材量は一定である。また、使用鉄筋量は、PC 鋼材量に対して、引張鉄筋 20%、圧縮鉄筋 10% とした。

5. 計算対象断面と計算結果

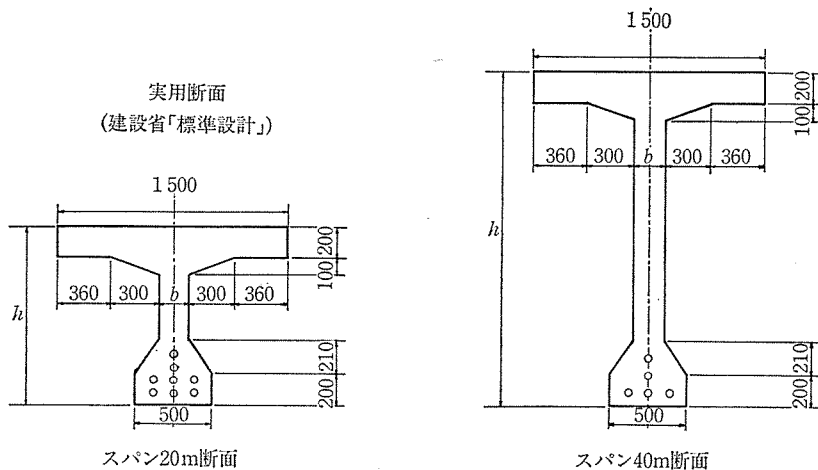
今回計算の対象とした断面は、建設省標準設計の主桁寸法：分類 1 の形状・寸法の異なる桁すべて 14 断面と、実際の断面を理想化した基本断面（対称 I 桁，T 桁，非対称 I 桁）30 断面の合計 44 断面で、一般規模の PC 橋

に対する検討対象としては、ほぼ十分であろうと考える。計算結果をまとめたものが表-3 である。単位断面積当り同一曲げモーメント（1000 tf-m/m²）を受けたときの所要「平均プレストレス量（最小値）」については、「曲げモーメント容量」が 1000 tf-m/m² に満たない断面については、作用曲げモーメントを 500 tf-m/m² とし、（）付きで示した。

図-4~図-6 は、計算結果を図表化して示したものである。図から明らかなように、断面の変化に対する ρ_1, ρ_2 の値の変化はきわめて小さく、今回の計算対象断面に対しては、それぞれ、0.5 近傍、0.1 近傍に集中し

表-3 「断面効率係数」に関する検討計算結果

断面番号	A_c (m ²)	h (m)	k_c' (m)	$ k_c $ (m)	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\left(\frac{P_t}{A_c}\right)_{cr}$ (tf/m ²)	\bar{x}_{cr}	$r[\Sigma M]$ (tf·m)	$\frac{r[\Sigma M]}{A_c}$ (tf·m/m ²)	$\left(\frac{P_t}{A_c}\right)_{min}$ (tf/m ²)	$\frac{M_u}{A_c}$ (tf·m/m ²)	
実 用 断 面	①	0.598	1.15	0.2835	0.3613	0.4911	0.1134	0.1233	802	0.8760	325	543	1 178	
	②	0.617	1.25	0.2283	0.3989	0.5018	0.1162	0.1477			373	605	(631)	1 284
	③	0.626	1.30	0.2045	0.4182	0.4790	0.1110	0.1367			399	637	(591)	1 335
	④	0.635	1.35	0.2527	0.4373	0.5204	0.1208	0.1741			425	669	(554)	1 445
	⑤	0.643	1.40	0.2653	0.4567	0.5157	0.1198	0.1883			452	703	(518)	1 499
	⑥	0.653	1.45	0.2769	0.4746	0.5183	0.1206	0.2014			479	734	(490)	1 548
	⑦	0.662	1.40	0.2614	0.4453	0.5048	0.1177	0.1760			458	692	(526)	1 461
	⑧	0.682	1.50	0.2846	0.4787	0.5089	0.1189	0.2000			514	754	(468)	1 556
	⑨	0.692	1.55	0.2970	0.4977	0.5127	0.1200	0.2138			544	786	(444)	1 671
	⑩	0.712	1.65	0.3206	0.5316	0.5165	0.1212	0.2395			605	850	(396)	1 764
	⑪	0.732	1.75	0.3441	0.5644	0.5191	0.1222	0.2655			667	911	(355)	1 853
	⑫	0.752	1.85	0.3675	0.5967	0.5212	0.1230	0.2915			732	973	(322)	2 019
	⑬	0.782	2.00	0.4022	0.6428	0.5225	0.1237	0.3308			833	1 065	741	2 146
	⑭	0.812	2.15	0.4373	0.6865	0.5227	0.1241	0.3700			939	1 156	669	2 356
対 称 I 形 断 面	①	1.125	2.00	0.6618	0.2288	0.4453	0.0850	0.1346	802	0.8760	681	605	1 960	
	②	1.250	2.50	0.8428	0.3197	0.4650	0.0927	0.2156			1 060	848	(398)	2 486
	③	1.500	2.50	0.8887	0.2768	0.4662	0.0844	0.1640			1 102	735	(488)	2 571
	④	1.375	3.00	1.0060	0.4142	0.4734	0.0978	0.3030			1 508	1 097	716	3 065
	⑤	1.625	3.00	1.0779	0.3155	0.4811	0.0910	0.2424			1 572	967	(324)	3 105
	⑥	1.875	3.00	1.1213	0.3255	0.4823	0.0841	0.1947			1 617	862	(387)	3 134
	⑦	1.500	3.50	1.1552	0.5107	0.4760	0.1012	0.3933			2 029	1 353	545	3 574
	⑧	1.750	3.50	1.2514	0.4578	0.4884	0.0958	0.3274			2 125	1 214	(221)	3 626
	⑨	2.000	3.50	1.3152	0.4127	0.4937	0.0897	0.2714			2 187	1 094	719	3 720
	⑩	2.250	3.50	1.3577	0.3747	0.4950	0.0839	0.2261			2 235	933	(256)	3 745
T 形 断 面	①	0.813	2.00	0.2909	0.5853	0.4380	0.0976	0.2093	802	0.8760	625	769	2 314	
	②	0.938	2.50	0.3878	0.7202	0.4434	0.1009	0.2980			962	1 026	777	2 861
	③	1.063	2.50	0.3590	0.7818	0.4563	0.0984	0.2642			1 025	964	(340)	3 006
	④	1.063	3.00	0.4849	0.8429	0.4426	0.1026	0.3847			1 365	1 284	584	3 387
	⑤	1.188	3.00	0.4563	0.9216	0.4593	0.1017	0.3541			1 434	1 207	633	3 553
	⑥	1.313	3.00	0.4278	0.9814	0.4697	0.0993	0.3199			1 484	1 130	687	3 777
	⑦	1.188	3.50	0.5812	0.9571	0.4395	0.1033	0.4684			1 831	1 541	456	3 898
	⑧	1.313	3.50	0.5538	1.0530	0.4583	0.1036	0.4432			1 920	1 463	488	4 182
	⑨	1.438	3.50	0.5249	1.1241	0.4711	0.1022	0.4105			1 998	1 389	525	4 341
	⑩	1.563	3.50	0.4968	1.1832	0.4800	0.1000	0.3760			2 058	1 317	565	4 411
非 対 称 I 形 断 面	①	0.900	2.00	0.3840	0.6050	0.4950	0.1180	0.2580	802	0.8760	918	1 020	2 167	
	②	1.025	2.50	0.4940	0.7420	0.4940	0.1190	0.3580			1 342	1 309	570	2 706
	③	1.150	2.50	0.4610	0.8140	0.5100	0.1180	0.3260			1 403	1 220	624	2 931
	④	1.150	3.00	0.6000	0.8670	0.4890	0.1180	0.4530			1 829	1 590	436	3 322
	⑤	1.275	3.00	0.5680	0.9540	0.5070	0.1190	0.4250			1 919	1 505	471	3 482
	⑥	1.400	3.00	0.5350	1.0220	0.5190	0.1170	0.3900			1 986	1 419	515	3 628
	⑦	1.275	3.50	0.7040	0.9840	0.4820	0.1170	0.5430			2 378	1 865	396	3 836
	⑧	1.400	3.50	0.6730	1.0840	0.5020	0.1190	0.5210			2 496	1 783	368	4 016
	⑨	1.525	3.50	0.6400	1.1650	0.5160	0.1180	0.4890			2 587	1 696	397	4 176
	⑩	1.650	3.50	0.6070	1.2310	0.5250	0.1160	0.4530			2 655	1 609	428	4 307



実用断面 寸法(mm)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
b	180	"	"	"	"	"	200	"	"	"	"	"	"	"
h	1150	1250	1300	1350	1400	1450	1400	1500	1550	1650	1750	1850	2000	2150

基本断面

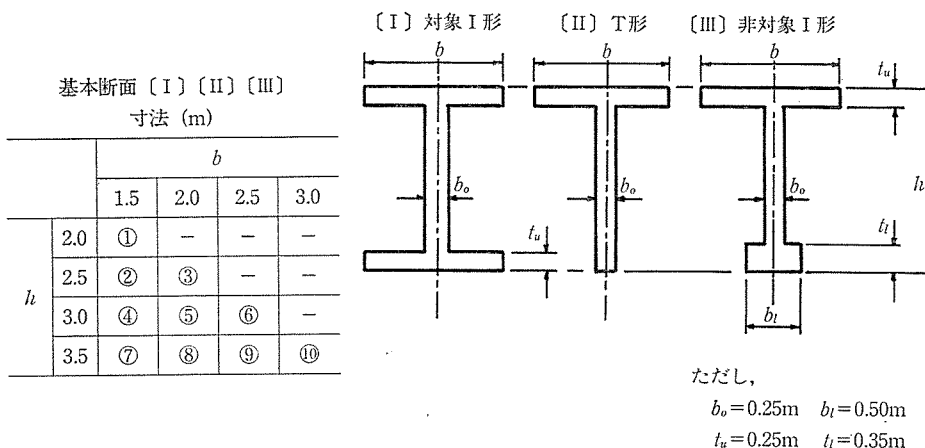


図-3 計算対象断面

ているのに対して、 ρ_3 の場合は、断面の変化に対応してその値がよく変化・分散している。また、図-4 においては、 ρ_1, ρ_2 の両者の場合、その変化に対する断面の単位断面積当り「曲げモーメント容量」との相関性がよくないのに対して、 ρ_3 の場合には、その増加と単位断面積当り「曲げモーメント容量」の増加の相関関係が顕著に示されている。この相関性の良否については、図-5、図-6 についても同様で、図-5 では、 ρ_1, ρ_2, ρ_3 と単位断面積当り同一曲げモーメント (1000 tf-m/m²) 作用時の所要「平均プレストレス量 (最小値)」との相関関係、図-6 では、 ρ_1, ρ_2, ρ_3 と単位断面積当り「設計断面耐力」との相関関係の、両者の場合とも、 ρ_1, ρ_2 に比して ρ_3 の場合が著しくよいことが明白に示されている。これらの結果からみて、「断面効率係数」としては、

ρ_1, ρ_2 よりも ρ_3 の方が優れており、その意義・効用も高いものとしてよいと思われる。

図-4、図-5 においては、「コン道示」の許容応力度の代りに、「コン標示」ひびわれ限界状態の、条件 (i) 引張応力発生限界の限界値、条件 (ii) ひびわれ発生限界の限界値を用いても同様の傾向を示すであろうことは論ずるまでもない。

6. むすび

本文は、先に提案した $\rho = k_c' \cdot |k_c| / A_c$ という簡潔な表現によって示される PC 部材断面の「断面効率係数」が、曲げに対する断面の効率をよく反映し得るものであり、したがって、設計成果の評価尺度として、あるいは設計時の断面形状・寸法の選定などにも資し得るもので

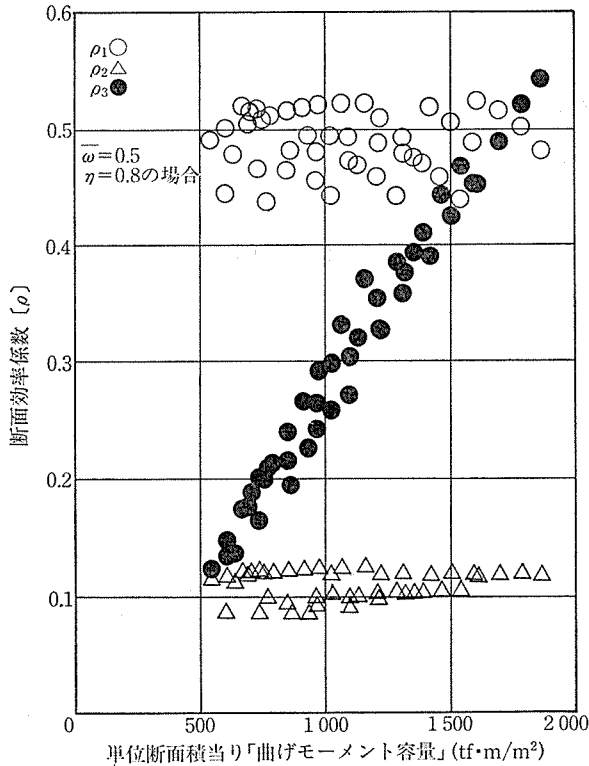


図-4 「断面効率係数」効用比較図(1)

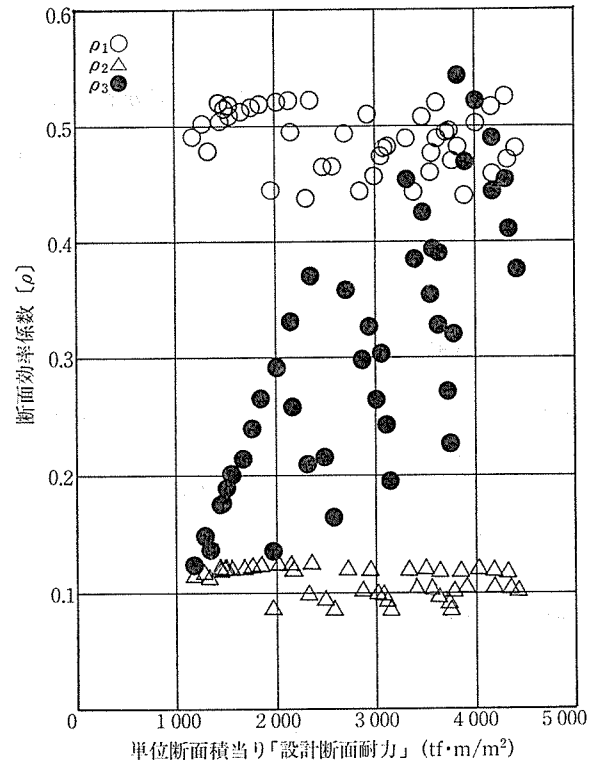


図-6 「断面効率係数」効用比較図(3)

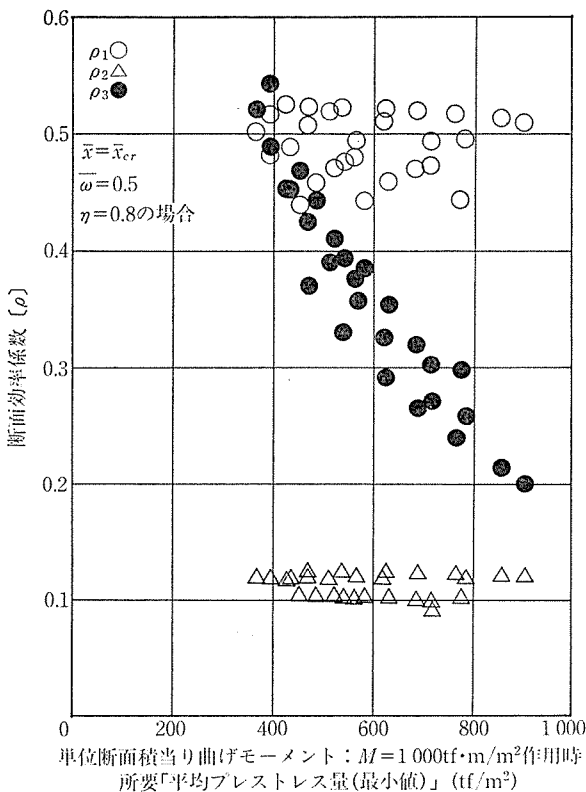


図-5 「断面効率係数」効用比較図(2)

あることを新しい検討結果から述べたものである。
 なお、「断面効率係数」の効用比較基準として用いた
 「平均プレストレス量」, 「プレストレス・モーメント

比」, 「曲げモーメント容量」などの「概念量」の関係や効用についても紙数を用いたが, 新たな検討・考察によって, これらの「概念量」のPC設計上の効用をもさらに明白にし得たものと思われる。

実際の設計においては, このような基本的事項については殆んど省みられないのが実情であるが, 本文で述べた程度の「断面効率係数」や諸「概念量」の関係・数値の範囲などを知っておくことは, 決して無駄にはならないと思われる。簡単な検討で済むことであるから, 今後の設計時の参考とされることを期待するものである。

参 考 文 献

- 1) 金丸豊典:「プレストレストコンクリート部材の設計成果の評価に関する基礎研究」, 日本コンクリート工学協会, 「コンクリート工学」21巻, 6号, p. 79~p. 94, 1983 等
- 2) 土木学会「昭和61年制定コンクリート標準示方書:設計編」, 土木学会, p. 122, 1986
- 3) 同上, p. 18, p. 122, p. 123, p. 126, 1986
- 4) 建設省「土木構造物標準設計第13~17巻(ポストテンション方式PC単純Tげた橋)」, 全日本建設技術協会, 1980
- 5) 岡田 清, 神山 一:「プレストレストコンクリートの設計」, 国民科学社, p. 155~p. 156, 1970 等
- 6) Y. Guyon:「Construction en Béton Précontraint (1)」, Edition Eyrolles, p. 198, 1968
- 7) D.S. Hatcher:「Direct Flexural Design of Prestressed Concrete」—「Proceeding of A.S.C.E.: Journal of the Structural Division: August」所載, 1978

【昭和63年5月2日受付】