

(22) プレストレスト コンクリート設計 施工 指針 について

日本国有鉄道施設局特殊設計室 川 口 輝 夫

昭和28年7月より、土木学会においては、「プレストレストコンクリート委員会」を設置し、「プレストレスト コンクリート設計施工指針」を審議中である。

約1年間審議された事項中主な点について述べる。

本指針は、4編13章62条よりなつている。第1編総則においては、適用の範囲、定義、記号について規定し、第2編材料においては、使用材料の品質および試験について、第3編施工においては、プレテンショニングおよびポスト テンショニングにおける施工上の基本事項を、第4編設計においては、設計方針および許容応力度について規定したものである。

本指針の審議に当つては、主としてドイツのDIN4227により、この外イギリスのセメント コンクリート協会の First Report on Prestressed Concrete およびフランス建設省の示方書案その他の文献を参考とし、本邦における実情を考へて、定めたものである。

本指針は、示方書という形をとらず、指針という形にしたのは、プレストレスト コンクリートは新しい技術であつて進歩もはげしく、未だよくわからない点も多いので、RECOMMENDED PRACTICE の意味をもたせて指針としたものである。

本指針においては、現在本邦で実施されている高強度鋼線によるプレストレスト コンクリートに適用の範囲を限定し、棒鋼やケーブルを用いるものについては、考へていない。

記号については、さきにコンクリート常置委員会で定めたものを主体として、多少の修正を加えたもので、その考へ方は、添字によつて意味を表わすドイツの方式をとつている。〔附録参照〕

コンクリートについては、プレテンショニングの場合、 $400\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上、ポスト テンショニングの場合、 $350\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上のコンクリートを用いることとした。これはDIN 4227およびIst Reportによつたものである。

鋼線については、PC鋼線と呼ぶこととし、直径 $1.0\text{mm}\sim 5.0\text{mm}$ のものについての規格を与えている。

表 - 1 PC鋼線の品質

直 径	引張強度 (Kg/mm^2)	1) 降伏点応力度 (Kg/mm^2)	2) 伸び (%)
1.0	240以上	190以上	1.5以上
1.6	225 "	180 "	2.0 "
2.0	215 "	170 "	2.5 "
2.9	195 "	160 "	3.0 "
5.0	165 "	130 "	4.0 "

注 1) 降伏点応力度は残留歪が0.2%の応力度とする。

2) 伸びの測定長は100mmとする。

コンクリートの試験については、圧縮強度試験をその目的に従つて養生その他を行うように規定し、材料は、これを用いる前に、すべて試験を行うこととした。

施工については、プレストレスを与えるときのコンクリートの最低強度について定め、プレストレスの注意事項を述べてある。

設計においては、設計図に記載する事項を明記し、応力度の計算については、その基本仮定を明らかにしている。

またコンクリートに関する設計上の数値として、強度に応じたヤング係数、クリープ係数、収縮ひずみ度を与えている。

表 - 2 計算に用いるクリープ係数

状 態		ク リ ー プ 係 数	
水 中		0.50 K	または 1.00 K
空 気 中	非常に湿つた場合	1.50 K	2.00 K
	一般の場合	2.00 K	3.00 K
	乾燥した場合	2.50 K	4.00 K

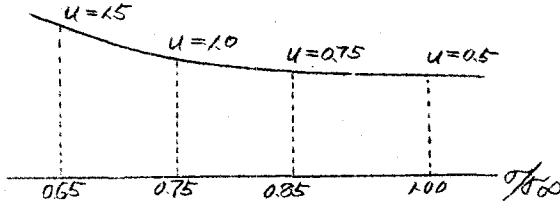


表-3 収縮ひずみ度 (10^{-5} 単位)

状 態		部材最小寸法 (cm)		
		20未満	20以上～75未満	75以上
水 中		0	0	0
空 気 中	非常に湿つた場合	12.5	10	7.5
	一般の場合	25	20	15
	乾燥した場合	37.5	30	22.5

注 ポストテンショニングのときは表の値に0.6 Kをかけたものを用いる。

断面の設計については、コンクリートの引張応力を無視して、断面に引張応力がおこる場合には、全て引張鉄筋を配置することとし、鉄筋コンクリートと同じ考え方をしている。

安全度の検討については、コンクリートとPC鋼線との間に付着のある場合およびコンクリートに引張応力がおこることを許さない設計 (Full Prestressing) の場合には、ひびわれの安全度を検討しなくてよいが、付着のない場合およびコンクリートに引張応力がおこることを許す設計 (Partial Prestressing) の場合には、 $\{ (\text{プレストレス}) + (\text{クリープおよび収縮}) + 1.35 \times (\text{静荷重、動荷重および温度変化の最悪の組合せ}) \}$ の荷重状態のときにひびわれのおこらないことを確かめることとし、破壊の安全度にたいしては、静荷重、動荷重および温度変化の最悪の組合せの荷重の2倍の荷

重にたいして安全であることを確かめるように規定してある。

主引張応力については、コンクリートにひびわれがないとした断面について計算した主引張応力度が、設計荷重をうけた場合には与えられた許容応力度をこえてはならず、破壊の検討に用いた荷重にたいして、最大値をこえてはならないと規定している。破壊にたいする荷重にたいして、主引張応力度が許容値をこえた場合には、腹鉄筋を配置することとしてある。この考え方はDIN 4227に従ったもので、現在鉄筋コンクリートで考えている方法と同じ考え方のものである。

コンクリートの許容応力度については、表-4、PC鋼線については表-5のように規定してある。

表-4 コンクリートの許容応力度

種 別	適 用 範 囲	$\sigma_{\text{容}}(\text{Kg/cm}^2)$	
		400	500
曲 げ 圧 縮	く形断面における部材圧縮部	140	160
	I型及び中空断面における部材圧縮部	130	150
	く形断面における部材引張部(プレストレスを与えた直後)	180	210
	I型および中空断面における部材引張部(プレストレスを与えた直後)	170	200
軸方向圧縮引張	軸方向圧縮部材	110	130
	部材引張部に引張応力を許さない場合		
	すべての静荷重が作用するまでの圧縮部	38	45
	すべての静荷重が作用した後の圧縮部	0	0
	部材引張部に引張応力を許す場合		
	すべての静荷重が作用するまでの圧縮部	38	45
	設計荷重が作用したときの圧縮部	38	45
	軸方向引張	15	18
支 圧	引張部における曲げ引張	38	45
	設計荷重をうけた場合	110	130
	引張応力を許さない場合		
	引張応力を許す場合	9	10
	破壊荷重をうけた場合	16	20
	最 大 値	40	48
	許 容 値	16	20
	主 引 張		

表-5 PC鋼線の許容応力度

適 用 範 囲	許 容 応 力 度
設計荷重をうけたとき	降伏点応力度の75%以下 破壊応力度の55%以下
プレテンションングの場合 引張台に張るとき	降伏点応力度の80%以下

適 用 範 囲	許 容 応 力 度
ポスト テンションングの場合	
摩擦の影響のあるとき	降伏点応力度の80%以下
摩擦および定着部に滑りのあるとき	降伏点応力度の85%以下
摩擦、滑りがあり、PC鋼線を順次に引張るとき	降伏点応力度の90%以下

附 録 プレストレストコンクリートの計算に用いる記号

A_c	= コンクリートの断面積
A_e	= 鋼線断面積の n 倍とコンクリート断面積との和(換算断面積)
A_s, A_s'	= それぞれ部材引張部および部材圧縮部に配置したPC鋼線の断面積
A_{sm}, A_{sm}'	= それぞれ部材引張部および部材圧縮部に配置した鉄筋の断面積
e_s, e_s'	= それぞれ部材引張部および部材圧縮部に配置したPC鋼線の図心とコンクリート断面の図心との間の距離
E_c	= コンクリートのヤング係数
E_e	= PC鋼線のヤング係数
n	= E_s / E_c
I_c	= コンクリート断面2次モーメント
I_e	= 換算等価断面の断面2次モーメント
M	= 曲げモーメント
M_l	= 動荷重による曲げモーメント
M_d	= 静荷重による曲げモーメント(自重を除く)
M_{do}	= 自重による曲げモーメント
M_u	= 破壊曲げモーメント
P_i, P_i'	= それぞれ A_s, A_s' に最初に加えた引張力
P_t, P_t'	= プレストレスをおこさせた直後それぞれ A_s, A_s' に作用している引張力
P_e, P_e'	= それぞれ A_s, A_s' に作用している有効引張力
γ, γ'	= $\frac{P_e / P_t}{\sqrt{I_c / A_c}}$ および P_e' / P_t'
γ_c	= $\frac{P_e / P_t}{\sqrt{I_c / A_c}}$
S	= せん断力
S_e	= 動荷重によるせん断力
S_d	= 静荷重によるせん断力
S_{do}	= 自重によるせん断力
S_u	= 破壊せん断力
γ_c, γ_c'	= コンクリート断面の図心からそれぞれ、部材の引張線および圧縮線までの距離
σ_{ca}	= コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
σ_{ta}	= コンクリートの許容曲げ引張応力度
$\sigma_{ct}, \sigma_{ct}'$	= プレストレスをおこさせた直後それぞれ部材の引張線および圧縮線におこっているコンクリートの応力度

$\sigma_{ce}, \sigma_{ce}'$	= それぞれ部材の引張線および圧縮線における有効プレストレス
σ_c, σ_c'	= それぞれ部材の引張線および圧縮線における有効プレストレスと荷重による曲げ応力度との合成応力度
σ_{sa}	= PC鋼線の許容引張応力度
σ_{su}	= PC鋼線の引張強度
σ_{st}	= プレストレスをおこさせた直後のPC鋼線の引張応力度
σ_{sw}	= 設計荷重が作用したときのPC鋼線の応力度
σ_{sm}	= 鉄筋の降伏点応力度
σ_{se}	= PC鋼線に作用している有効引張応力度
σ_y, σ_y'	= コンクリート断面の図心から、それぞれ y, y' の位置における有効プレストレスと荷重による曲げ応力度との合成応力度
σ_z, σ_z'	= コンクリート断面の図心から、それぞれ z, z' の位置におけるせん断応力度
σ_p	= 主引張応力度