

鉄筋を緊張材として用いたPCはり のひびわれ性状

九州工業大学 正 員 渡辺 明

九州工業大学 学生員 内田博之

九州工業大学 学生員 宮崎 太

富士ビーエスコンクリート(株) 正 員 村上義彦

1. まえがき

近年、ひびわれを許さないプレストレスコンクリートに加えRCと同様ひびわれを許すPCが登場してきた。この種のPCでは、プレストレスの目的はひびわれ制御にあるため必ずしも大きなプレストレス力は必要でない。そこで筆者らは、PC鋼材の代わりに鉄筋を緊張材として適応できるのではないかと考え実験的研究を行ってきた。鉄筋を緊張材として用いる場合、プレストレスの計算方法の骨子は通常のものとは変わらないが、高張力鋼とは材質が異なるため両者のリラクセーション(率)に差がありその影響がプレストレス量に現われてくるものと考えられる。そこで、この点に着目し以下の実験的検討を行った。

2. 供試体および実験方法

試験供試体はRC床版用埋設型枠を用いた。その断面形状・寸法等を図-1に示す。鉄筋にはSD30(降伏点 3000 kg/cm^2)、 $\phi 13 \text{ mm}$ を2本使用した。鉄筋に導入した緊張力は降伏点の0(RC)、20、40、60およびび80%の5種類に変化させて供試体を作製した。以下この値をプレテンション率(r_p)と呼ぶ。曲げ試験はスパン2.7mの3等分2点載荷で実施した。まず一旦ひびわれ発生荷重まで載荷した後除荷し、次いで再キレツを観察しながら破壊まで載荷した。測定項目は中央点のたわみ、中央断面でのコンクリートひずみ分布、ひびわれ幅、本数、ひびわれ発生モーメントおよび最大曲げモーメント等である。

3. 鉄筋のリラクセーション試験

リラクセーションはクリープによって生じるのであるから、ここでは実験の都合上リラクセーション試験の代わりにクリープ試験を実施した。要領は以下の通りである。センターホールジャッキにより鉄筋に一定の引張力を与え、鉄筋中央4方向に貼付したひずみゲージの値を1時間毎に120時間連続して測定した。

表-1 実験結果

経 時 (days)	鉄筋緊張応力 (kg/cm^2) (r_p)	導入時の 圧縮応力 (kg/cm^2)	コンクリート強度(kg/cm^2)		ひびわれ発生 曲げモーメント (l-m)	下縁応力 (kg/cm^2)	ひびわれ幅0.1(mm) 時の曲げモーメント (l-m)
			圧縮	曲げ			
2	0 (0%)	193	238	28	0.249	32.1	0.741
	1200 (40%)				0.428	55.2	0.865
	2400 (80%)				0.604	77.8	1.117
8	0 (0%)	172	313	26	0.289	37.3	0.664
	1200 (40%)				0.453	58.4	0.819
	2400 (80%)				0.628	81.0	1.135
40	0 (0%)	186	399	38	0.263	34.1	0.721
	1200 (40%)				0.367	47.4	0.974
	2400 (80%)				0.614	79.2	1.176
180	600 (20%)	216	410	39	0.362	46.7	0.856
	1800 (60%)				0.524	67.8	1.074
	0 (0%)	193	384	39	0.239	30.9	0.754
	1200 (40%)				0.367	49.9	0.789
	2400 (80%)				0.610	78.7	0.997
360	600 (20%)	216	430	45	0.374	48.2	0.715
	1800 (60%)				0.523	67.5	0.908
	0 (0%)	172	420	41	0.228	29.4	0.557
	1200 (40%)				0.421	54.3	0.854
	2400 (80%)				0.553	71.4	0.888
360	0 (0%)	186	427	42	0.216	27.8	0.572
	1200 (40%)				0.342	44.1	0.736
	2400 (80%)				0.556	71.8	0.958

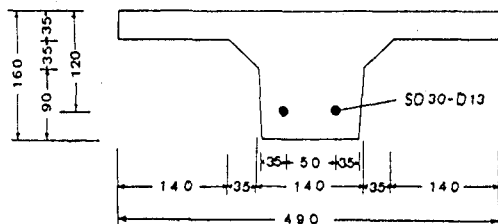


図-1 供試体断面形状・寸法

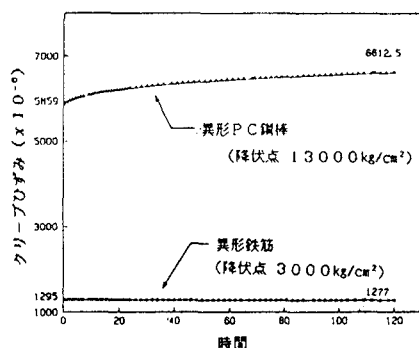


図-2 クリープ試験結果

試験結果を図-2に示す。同図には異形PC鋼棒のクリープ曲線も示しているが、それに比べてみると鉄筋にはほとんどクリープは生じないことが分る。すなわち鉄筋のリラクセーション率は0と考えることができる。

4. 実験結果および考察

<有効プレストレス> はりの曲げ実験結果を表-1に示す。ひびわれ発生時の下縁応力(ひびわれ応力)はひびわれ発生モーメントを断面係数で除して求めた。図-3に有効プレストレスの経時変化を示す。実線で示す実験値はひびわれ応力から曲げ強度を差引いたものである。破線はそれぞれ理論値を示しているが、前記したクリープ試験の結果を参考にリラクセーション率を0として求めたものである。筆者らはこれまで、有効プレストレスを求める際、鉄筋のリラクセーションとしてPC鋼材と同様7.9%(ただし蒸気養生)を、また曲げ強度として限界状態指針(案)の算定式より求めた計算値をそれぞれ用いてきたため、実測値と理論値とにかなりの差があった。今回、鉄筋のリラクセーション率を0とし実測の曲げ強度を用いることで、実測値と理論値とがよく一致するのが確認された。表-2に各プレテンション率の結果から求めた材令無限大での有効プレストレスと有効率を示す。この表より $r_p = 60\%$ 、 80% では十分プレストレスが残っており、ひびわれを許すPCとして取扱い可能なことが明らかとなった。また材令無限大で $r_p = 20\%$ はRCとみなして良いが、図-4に示すように材令180日ではひびわれ抑止に対して十分にプレストレスの効果が出ていることが分る。

<ひびわれ性状> 最大ひびわれ幅とディコンプレッション(載荷により導入プレストレス量を打消す曲げ引っ張りがかかった状態)後の鉄筋の増加応力との関係を図-5に示す。図中の一点破線および破線は新示方書および限界状態指針(案)のひびわれ算定式等を用いた計算値である。同図より、鉄筋の降伏以前においては、最大ひびわれ幅は鉄筋の増加応力と比例関係にあることが分りまた $r_p = 0\%$ (RC)と $r_p = 80\%$ の回帰直線はほとんど同一と見なすことができる。このことから、プレテンション率が変化しても鉄筋の増加応力を求めさえすればひびわれ幅を、新示方書の式でほぼ推定できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 出光 隆、岩上恵二他：鉄筋を緊張材として用いたプレキャスト部材に関する研究 土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1986
- 2) 出光 隆、渡辺 明他：鉄筋を緊張材として用いた皿種PCはりに関する研究 第8回コンクリート工学年次講演会論文集 1986

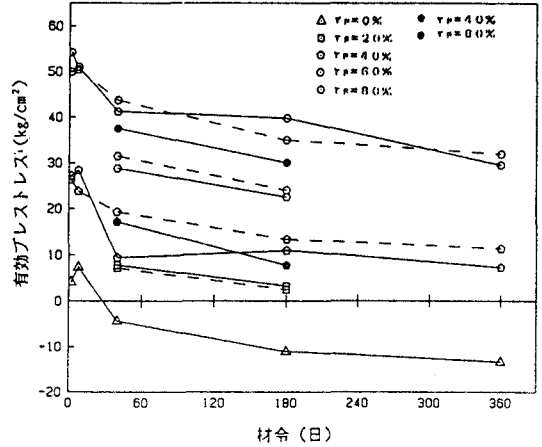


図-3 有効プレストレスの経時変化

表-2 有効プレストレスと有効率

r_p	20%	40%	60%	80%
材令無限大での有効プレストレス (kg/cm²)	-7.42	1.36	12.78	24.20
有効率 (%)	—	3.7	23	33

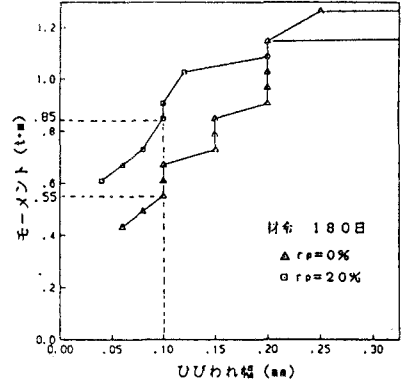


図-4 モーメントとひびわれ幅の関係

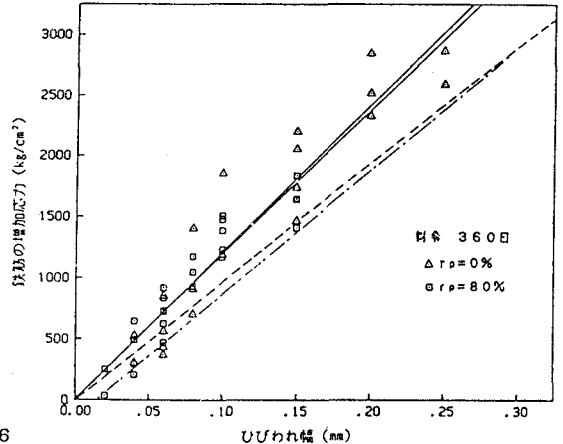


図-5 鉄筋の増加応力とひびわれ幅の関係