

鉄筋を緊張材として用いた プレキャスト部材に関する基礎的研究

九州工業大学 正 員 出光 隆
九州工業大学 学生員 ○ 岩上 恵治
九州工業大学 学生員 細羽 利幸

1. まえがき

建設工事の省力化, 迅速化のためプレキャストRC製品の生産量は, 年々増加している。プレキャスト製品を工場で製作し, 現場施工する場合, 運搬・据え付け時の外力, あるいはコンクリートの乾燥収縮等により, 製品にひびわれを生じることが少なくない。RC部材は, 使用時に0.2mmのひびわれは許容されてはいるが, 製品としてひびわれが発生することは好ましくない。そこで筆者らは, ひびわれを防止・抑制する目的で, あらかじめ鉄筋を緊張し, プレストレスを与えてひびわれを制御する方法について実験的研究を実施した。

2. 供試体および試験方法

試験用供試体は, RC床版用埋設型枠として用いられるプレキャスト部材である。図-1にその断面を示す。鉄筋にはSD30を使用した。降伏点に対する緊張力の割合をプレテンション率(r_p)と呼ぶことにし, r_p を0, 20, 40, 60, 80%の5種類に変化させて供試体を製作した。 $r_p = 0\%$ は従来の鉄筋コンクリートのことである。緊張開放までは蒸気養生を行ない, それ以後試験日までは屋外に放置した。鉄筋の緊張開放時および試験日におけるコンクリートの圧縮強度を表-1に示す。曲げ試験はスパン2.7mの3等分2点載荷で行なった。試験時の測定項目は, コンクリートのひずみ・たわみ, ひびわれ発生曲げモーメント, ひびわれ幅・本数および最大曲げモーメント等である。参考のため異なる条件で製作した材令40, 180日の結果¹⁾を以下に示す。

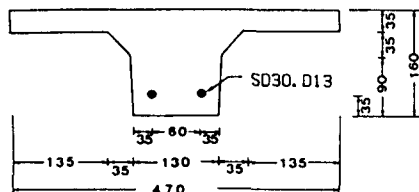


図-1 供試体断面

3. 試験結果および考察

ひびわれ発生曲げモーメント・ひびわれ発生時下縁応力(以下ひびわれ応力と呼ぶ)およびひびわれ幅0.1mm時の曲げモーメント等を表-1に併記した。ひびわれ応力は, 荷重～ひずみ曲線の急変点より求めたひびわれ曲げモーメントを断面係数で除して求めた。ここで, 鉄筋を緊張してプレストレスを与えることが, 如何にひびわれ発生を防止し, かつひびわれ幅の拡大を抑制するかを明らかにするため, 仮に, ひびわれ発生防止指数(α_{cp})およびひびわれ拡大抑制指数(α_{cr})

表-1 試験結果

材 令 (days)	鉄筋緊張応力 (kg/cm ²)(r_p)	導入時の 圧縮強度 (kg/cm ²)	試験日の 圧縮強度 (kg/cm ²)	ひびわれ発生 曲げモーメント (t-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 (t-m)
2	0 (0%)	193	238	0.251	32.4	0.741
	1200 (40%)			0.434	56.0	0.865
	2400 (80%)			0.627	80.9	1.117
8	0 (0%)	172	313	0.293	37.8	0.664
	1200 (40%)			0.472	60.9	0.819
	2400 (80%)			0.682	88.0	1.135
40	0 (0%)	188	399	0.248	32.0	0.721
	1200 (40%)			0.434	56.0	0.974
	2400 (80%)			0.602	77.7	1.176
1) 40	800 (20%)	216	410	0.366	47.2	0.856
	1600 (80%)			0.535	69.0	1.074
	0 (0%)	155	349	0.282	36.4	0.728
1) 180	1200 (40%)			0.431	55.6	0.916
	2400 (80%)			0.579	74.7	1.109
1) 180	0 (0%)	155	379	0.340	43.9	0.754
	1200 (40%)			0.368	47.5	1.021
	2400 (80%)			0.546	70.5	1.199

等を次のように定義することにする。

$\alpha_{cp} = M_c / M_c^-$ ここに M_c : 緊張を加えた場合のひびわれ発生曲げモーメント

M_c^- : $r_p = 0\%$ のひびわれ発生曲げモーメント

$\alpha_{cr} = M_{0.1} / M_{0.1}^-$ ここに $M_{0.1}$: 緊張を加えた場合のひびわれ幅 0.1mm 時の曲げモーメント

$M_{0.1}^-$: $r_p = 0\%$ のひびわれ幅 0.1mm 時の曲げモーメント

図-2 に材令と α_{cp} ・ α_{cr} の関係を示す。同図より、1 週間程度の若材令下での α_{cp} は、 $r_p = 40\%$ で RC の 6~7 割増し、 $r_p = 80\%$ で約 2.4 倍となっている。同様に α_{cr} も $r_p = 40\%$ で 2~3 割増し、 $r_p = 80\%$ で 6~7 割増しとなっている。 $r_p = 40, 80\%$ のひびわれ幅の拡大は、 $r_p = 0\%$ に比べて小さく、降伏点近くまで 0.1mm 以内であった。以上のことから、鉄筋を緊張材として用いる本工法は、プレキャスト部材のひびわれの防止・抑制に極めて顕著な効果のあることが明らかとなった。

図-3 に示した有効プレストレスは、ひびわれ応力からその時点の材令におけるコンクリートの曲げ強度を差し引いたものである。PC 同様、材令が進むにつれてコンクリートの乾燥収縮・クリープ等により、プレストレスは、減少している。 $r_p = 20\%$ の場合、約 1 ヶ月で、 $r_p = 40\%$ の場合、半年でそれぞれプレストレスはなくなり、鉄筋コンクリートとして取り扱えるようになる。しかしながら、 $r_p = 60, 80\%$ では、有効プレストレスが残るから鉄筋にも引張応力が残留することになり、部材が RC で設計されている以上、荷重次第では鉄筋応力が許容値を越えることもある。したがって、それらの場合は、Ⅲ種 PC として設計し直せば良いのであるが、その煩わしさをさけたい場合は r_p を 40% 以下に押さえておけば、RC 部材として極めてひびわれの生じ難い設計上も問題のないプレキャスト RC 製品ができるようになる。

4. あとがき

プレキャスト RC 部材を製作する際、鉄筋に緊張力を与えて、ひびわれを制御する工法が極めて有効であることが明らかとなった。特に本実験に用いた埋設型枠の場合、 $r_p = 20, 40\%$ とすれば、それぞれ材令約 1 ヶ月および半年で、設計上 RC 部材とみなしえるようになることが分かった。 $r_p = 60, 80\%$ の場合は、長期材令においてもプレストレスが残るので、Ⅲ種 PC 部材として適用できるのではないかと考えられる。

1) 参考文献 出光 隆, 岩上恵治, 渡辺 明, 村上義彦 鉄筋緊張によるプレキャスト RC 部材のひびわれ制御 セメント技術年報 39, 昭和 60 年 (1985)

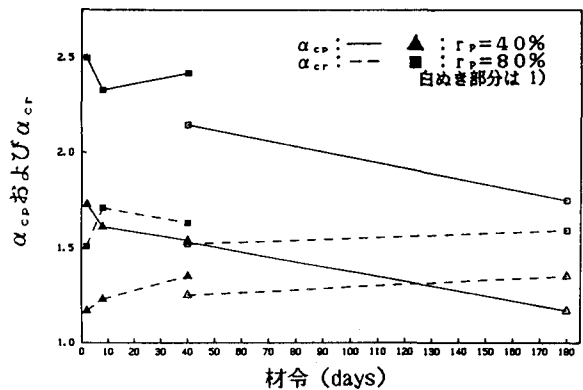


図-2 材令と α_{cp} および α_{cr} の関係

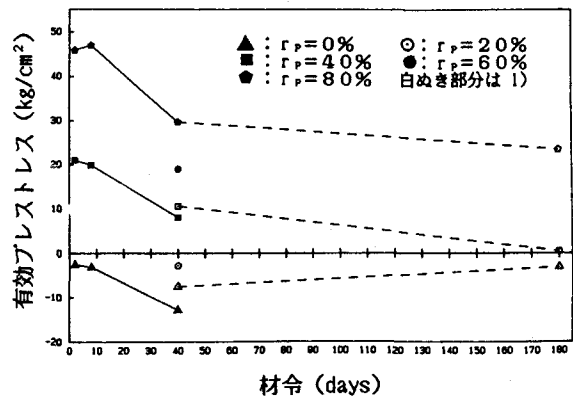


図-3 材令と有効プレストレスの関係