

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 正会員 高木 宣章
立命館大学大学院 学生員 ○望月 秀朗

1. はじめに

R C部材に圧縮強度 1000kgf/cm^2 程度の高強度コンクリートを用いた場合、コンクリート強度の増加に比較して、はりの曲げ耐力は一般に増加しない。しかし、P R C、P C部材で高プレストレスを導入することによって、部材断面の縮小化と軽量化、スパンの長大化および耐久性の向上など多くの利点が期待できる。本研究では、高強度コンクリートを用いたP R Cを作製し、はりに 200kgf/cm^2 程度の高プレストレスを導入したときの曲げ挙動について実験検討するものである。

2. 実験概要

供試体の形状寸法および荷重条件を図-1に示す。実験に用いたはり供試体の寸法は、 $12 \times 20 \times 200\text{cm}$ である。引張側鉄筋にはD16(SD345)を、緊張材には $\phi 26$ のPC鋼棒(SBPR110/125)を使用した。緊張材位置は断面下縁から 7cm とした。スターラップにはD6(SD295)を用い、せん断スパンに 5cm 間隔で配置した。P R Cはりの鋼材量、コンクリート強度は

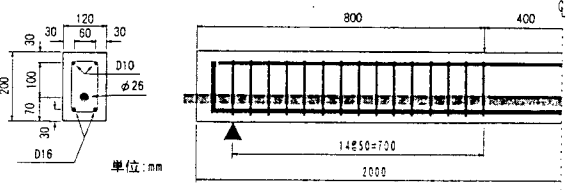


図-1 供試体の寸法および荷重条件

一定とし、導入プレストレス量を変化させた。目標導入プレストレス量は $100, 200, 250\text{kgf/cm}^2$ の3水準とした。なお、比較用としてコンクリート強度の等しいR Cはりも作製した。使用鋼材の機械的性質を表-1に示す。プレストレスの導入はポストテンション方式で行い、緊張材に貼付したひずみゲージから有効プレストレス量を求めた。

表-1 鋼材の機械的性質

種類	SBPR 110/125 $\phi 26$	SD345 D16	SD295 D6
径 (mm)	26.21	16	6
降伏強度 (kgf/cm^2)	11540	3940	3500
引張強度 (kgf/cm^2)	12600	5760	5530
伸び (%)	8.0	22.8	16.1

セメントには早強ポルトランドセメント、また、コンクリートの高強度化をはかるためにシリ

表-2 コンクリートの特性

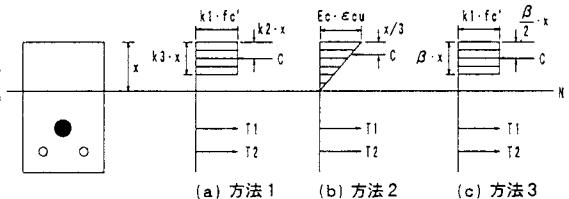
目標強度 (kgf/cm^2)	f_c (kgf/cm^2)	f'_c (kgf/cm^2)	f_t (kgf/cm^2)	E_c (kgf/cm^2)	ϵ_{cu} (μ)
1200	1240	100.8	73.5	5.0×10^5	3080

カフュームを使用し、設計基準強度は 1200kgf/cm^2 とした。はり荷重試験時のコンクリートの特性を表-2に示す。

供試体名	断面下縁の有効プレスト力量 $\sigma_{pe}(\text{kgf/cm}^2)$	ひびわれ発生荷重 $P_{cr}(\text{tf})^*$		終局曲げ耐力 $P_u(\text{tf})$						
		実験値	理論値	等価応力ブロック		三角形分布		SF(案)**		
				実験値	理論値	実/理	理論値	実/理	理論値	実/理
PR-10	92.8	6.0	4.91	21.7	20.93	1.04	19.72	1.10	18.44	1.18
PR-20	157.9	8.50	7.47	21.4	22.09	0.97	21.29	1.01	19.79	1.08
PR-25	223.7	10.50	9.27	23.1	23.41	0.99	23.10	1.00	21.56	1.07
RC	—	2.0	2.25	8.74	7.33	1.19	7.29	1.20	7.32	1.19

*:簡易法 $M_{cr}=(\sigma_{pe}+f_b) \cdot I/y$; **:シリカフュームを用いたコンクリートの設計・施工指針(案)

試験方法は、支持スパン 180cm 、曲げスパン 40cm 、せん断スパン有効高さ比 4.1 の2点集中静的荷重とした。たわみ、スパン中央の鉄筋とP C鋼材のひずみ、曲率およびひびわれ幅の測定を行った。



(a) 方法1 (b) 方法2 (c) 方法3

$k_1=0.85, k_2=0.4, k_3=0.8, \beta=0.72$

3. 実験結果および考察

静的試験結果を表-3に示す。部材の終局曲げ耐力

図-2 圧縮部コンクリートの応力分布の仮定

は、3種類の方法で算定した。方法1として従来の土木学会コンクリート標準示方書による等価応力ブロック法(図-2. a)を用いた。圧縮強度試験から得られたコンクリートの応力-ひずみ曲線が、図-3に示すように破

壊までほぼ線形性を保っている、方法2として圧縮部コンクリートの応力分布を三角形分布と仮定して求めた(図-2. b)。方法3として、シリカフェームを用いたコンクリートの設計・施工指針(案)

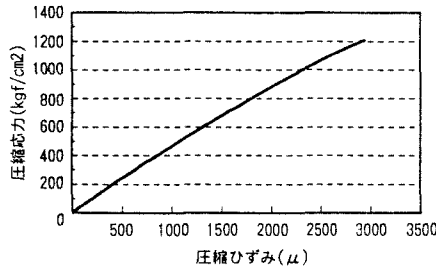


図-3 コンクリートの応力-ひずみ曲線

による終局曲げ耐力の算定式を用いた(図-2. c)。なお、コンクリートおよび鋼材の特性値は実測値を用いた(表-1, 2)。方法2で用いたコンクリートの終局ひずみは、圧縮強度試験では、3080 μであったが、終局曲げ耐力の算定には2500 μを用いた。実験値/理論値を比較すると、方法1では0.97~1.19、方法2では1.00~1.20、また方法3では1.07~1.19となった。3方法ともR/Cはりでは、終局曲げ耐力の算定方法に関わらず算定値は同じで、実験値より約20%小さい値となった。方法3による計算値は、他の方法による計算値より安全側の値となった。

また、3つの計算方法とも、プレストレス量の増加に伴い計算値は実験値に近い値になる傾向にあった。導入プレストレス量の影響は受けるものの、3方法とも高強度コンクリートを用いたはりの終局曲げ耐力をかなりの精度で推定できるものと考えられる。荷重-たわみ曲線を図-4、荷重-ひずみ曲線を図-5、ひびわれ状況図を図-6に示す。破壊形式は、いずれのはりも圧縮部コンクリートの圧壊であった。圧壊時の破壊状態は、コンクリートの圧縮強度試験の破壊時と同じように非常に脆性的で、曲げ耐力に達した直後、急激な荷重の低下がみられた。P R CはりではR/Cはりに比べ、鉄筋降伏時の圧縮ひずみが大きく、破壊までの靱性に乏しい結果となった。導入プレストレス量が増加するに従ってたわみ量は減少した。また、ひびわれが生じた範囲も狭くなった。

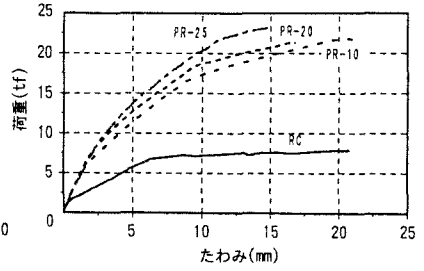


図-4 荷重-たわみ曲線

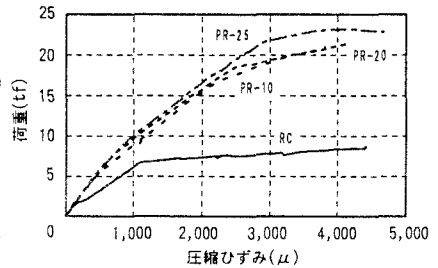


図-5 荷重-圧縮ひずみ曲線

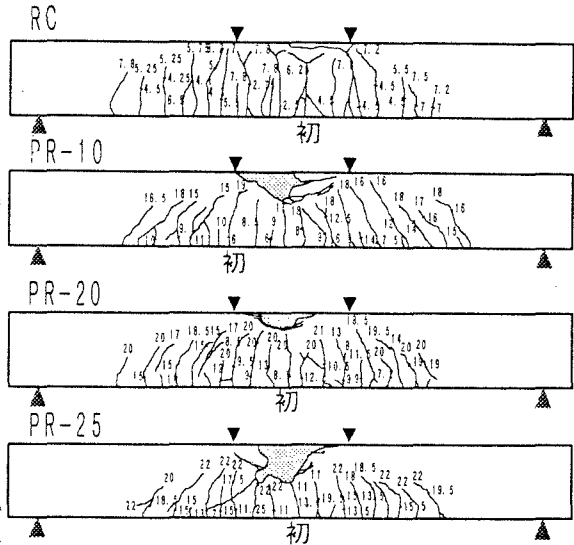


図-6 ひびわれ状況図

4. まとめ

1) 圧縮強度1000kgf/cm²以上の高強度コンクリートを用いたP R Cはりの終局曲げ耐力は、従来の土木学会式、圧縮部コンクリートの応力分布を三角形と仮定する方法あるいはシリカフェームを用いたコンクリートの設計・施工指針(案)で示されている方法でかなりの精度で推定が可能である。

2) 高強度コンクリートを用いたP R C部材の破壊は、非常に脆性的であるので、靱性を向上させることが必要である。