

建設省 〇正員 大石龍太郎

京大大学 正員 岡田 清 小村和夫

1. はじめに 本研究は、従来のPCとRCの中間に位置し最近その特性が注目され有効な構造が期待されているⅢ種PC部材について種々載荷条件下における曲げ変形特性、ひびわれ性状、耐力などを検討したもので、持続荷重下の性状は既報¹⁾のとおりであるが、ここでは高応力レベルの繰返し載荷下の挙動について考察した。

2. 実験概要 本実験では高荷重繰返し載荷下におけるⅢ種PCはりの力学特性とほぼ同一の軽荷耐力を有するように配筋したI種PC、RCはりと比較するため表-1に示す供試体と作製した。各はりの断面・載荷位置は図-1に示すとおりである。Ⅲ種PCはり(ⅢP-A, B)は、最大ひびわれ幅が0.2mmとなるよう全設計荷重を設定し(死荷重は土木学会PC標準示方書の許容引張応力度値より算定)、これに対して所要の破壊安全度(荷重係数は日本道路協会・道路橋示方書コンクリート橋篇)を有するよう設計した。一方、I種PC(IP-A, B)、RC(RC-A, B)はりは全設計荷重をそれぞれコンクリート応力が0、鉄筋がその許容引張応力度に達するときの荷重とし、これに対して所定の破壊安全度を満足する

表-1 供試体の種類

供試体 記号	鋼 鉄筋	材 質	鋼鉄 比 ^α	弾性率 λ^{**}	下欄の σ_{ts} $\text{kg/cm}^2(\text{MPa})$	載荷方法 *
IP-A	—	φ11	0.144	1.00	104 (10.2)	L1, L2, L3, L4
IP-B	—	φ13	0.200	1.00	144 (14.1)	L1, L2
ⅢP-A	2-D10	φ74	0.130	0.49	30 (2.9)	L1, L2, L3, L4
ⅢP-B	2-D13	φ74	0.182	0.35	30 (2.9)	L1, L2
RC-A	2-D10 φ74	—	0.130	0	—	L1, L2, L3, L4
RC-B	2-D13 φ74	—	0.182	0	—	L1, L2

*) L1: 定荷重一方向繰返し L2: 定変位増分一方向繰返し
L3: 定変位二方向交替繰返し L4: 変位増分二方向交替繰返し

$$g = (P_0 G_{py} + P_0 G_{sy}) / G_{cr}$$

$$\lambda = \frac{P_0 G_{py}}{P_0 G_{py} + P_0 G_{sy}}$$

よう(死荷重はⅢ種PCと同一と仮定)設計した。なお、Ⅲ種PCはりにおけるプレストレスの導入効果と直接接合するため、RCはりの主筋の一部としてⅢ種PCはりと同一のPC鋼棒(異形)を非緊張状態で配置し用いている。

コンクリートの設計基準強度はいづれも $500 \text{ kg/cm}^2 (50 \text{ N/mm}^2)$ とし、I種、Ⅲ種PCはりは枚令8~9週で表-1に示すプレストレスを導入してグラウトを実施した後、枚令約14週で以下のような載荷試験を実施した。

L1: コンクリート圧縮係数 μ が 2×10^{-3} に相当する荷重

P_0 と上限荷重、死荷重と下限荷重として繰返し載荷(10回)

L2: 上記 P_0 と死荷重に対するスパン中央たわみの差と

を繰返しとすることで、変位と漸次増加して破壊させる

なお、 P_0 の値は

表2のように静的

新增破壊耐力の80

~90%に相当する。

L3: RCはりの

降伏変位 δ_y の

3倍のたわみと両

方向に交替繰返し

載荷(定変位)

L4: δ_y の1, 2, 3

…倍と変位を順次

増加させて両方向

に交替繰返し載荷

表-2 載荷試験結果

供試 体	載荷 方法	P_0 t (KN)	曲げひびわれ 発生荷重 t (KN)	曲げ破壊荷重 t (KN)	静的な増載 荷による破壊 荷重 t (KN)
IP-A	L1	7.30 (71.5)	4.25 (41.7)	9.20 (90.2)	9.18 (90.0)
	L2	7.50 (73.5)	4.00 (39.2)	8.80 (86.2)	
	L3		3.75 (36.8)	9.43 (92.4)	
	L4		4.25 (41.7)	9.00 (88.2)	
IP-B	L1	8.15 (79.9)	4.25 (41.7)	10.45 (102.4)	11.70 (114.7)
	L2	9.00 (88.2)	5.25 (51.5)	10.83 (106.1)	
ⅢP-A	L1	7.65 (75.0)	2.50 (24.5)	8.75 (85.8)	7.94 (77.8)
	L2	7.23 (70.9)	2.25 (22.1)	8.40 (82.3)	
	L3		2.50 (24.5)	9.30 (91.1)	
	L4		2.50 (24.5)	9.12 (89.4)	
ⅢPB	L1	10.15 (99.5)	2.75 (27.0)	11.12 (109.0)	11.20 (109.8)
	L2	10.15 (99.5)	2.50 (24.5)	11.30 (110.7)	
RC-A	L1	6.02 (59.0)	1.25 (12.3)	7.86 (77.0)	8.13 (79.7)
	L2	6.15 (60.3)	1.25 (12.3)	7.95 (77.4)	
	L3		1.50 (14.7)	9.05 (88.7)	
	L4		1.50 (14.7)	9.25 (90.7)	
RC-B	L1	9.25 (90.7)	1.75 (17.2)	10.75 (105.4)	10.95 (107.3)
	L2	8.80 (86.2)	1.75 (17.2)	10.40 (101.9)	

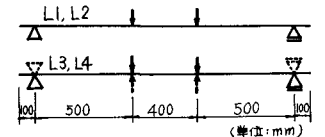
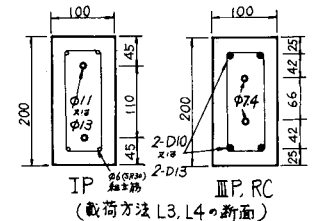
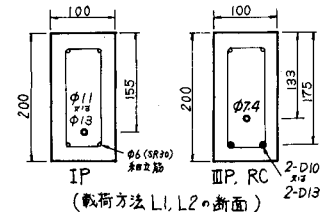


図-1 供試体断面と載荷方法

なすし、L3, L4 載荷はりは図1のようによ下対称な複筋断面とし、
 いづれのはりもせん断スパン内には適量の矩形スターラップを配置し、せん断補強を行なった。載荷試験にあつては、スパン中央位置におけるひきわめ、コンフリート・鉄筋・PC鋼筋のひきわめ、鉄筋位置でのひきわめ幅を測定した。なお、以上の諸試験と併行し別途静的増載荷試験を実施した。

表3 復元特性と等価粘性減衰定数

供試はり	載荷方法	復元性 μ	等価粘性減衰定数	供試はり	載荷方法	復元性 μ	等価粘性減衰定数
IP-A	L1	0.76	0.08	IP-A	L3	0.07	
IP-B	L1	0.73	0.05	IIA-A	L3	0.18	
IIA-A	L1	0.43	0.13	RC-A	L3	0.19	
IIA-B	L1	0.62	0.08				
RC-A	L1	0.29	0.16				
RC-B	L1	0.40	0.13				

*) 初載荷時最大ひきわめに初回復元ひきわめの比
 (いづれも初載荷時の値)

3. 試験結果 表2に破壊荷重を示すが、L1のようによわめて高レベルの荷重繰返しと10回程度作用させし後も、II種PCはりの破壊耐力の低下はみられない。L2 載荷でも同様である。さらに、I種PC, II種PC, RCはりの静的増載荷下での終局耐力が同程度の場合には、高荷重の交替繰返し作用下(L3, L4)においても終局耐力にはほとんど差が生じない。なお、L3, L4の逆方向載荷時のひきわめ発生耐力は初耐力に較べ5~20%低下することが認められる。一方、図2, 3はL2, L3 載荷における荷重~ひきわめ関係の一例と、表3は荷重~ひきわめ曲線から求めた復元性と等価粘性減衰定数²⁾を示したものである。

一方向繰返し載荷においては、L1の場合II種PCはりは初載荷時にかなり大きな残留変形が生ずるが、10回程度の繰返し内ではその後の残留変形の増加はきわめて小さかった。また、表3, 図2のように復元力特性はI種PC, II種PC, RCの順に優れており、等価粘性減衰定数はこの順に小さく特にI種PCは後二者に比し著しく小さい。

二方向交替繰返し下においては、図3のようによ、荷重~ひきわめの履歴特性にはプレストレスの影響が明瞭に表れ、II種PCはRCより復元性に富むこと、また繰返し回数の増加によともなう耐力力の低下はRCと殆んど相異しないが、I種PCでは両者に較べて耐力力の低下がきわめて著しいことが認められる。

なお、静的増載荷試験から求めたじん性率と鋼鉄指数の関係を図4に示す。

土木学会建設部
 1) 岡田, 小林, 大石: 鋼鉄複合部材 (1980)
 2) 中野: フォレスト・コンクリート Vol.14, No.6 (1972)

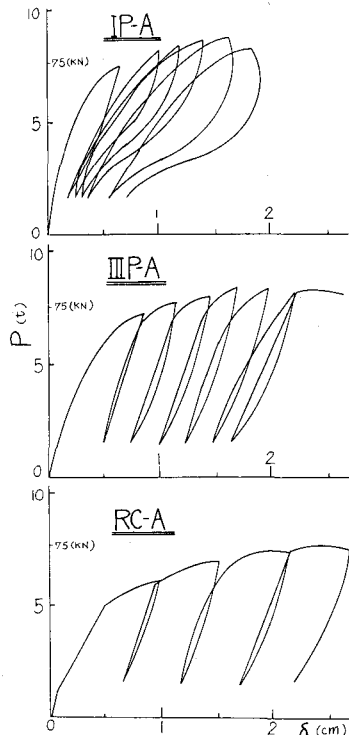


図2 荷重~ひきわめ (L2 載荷)

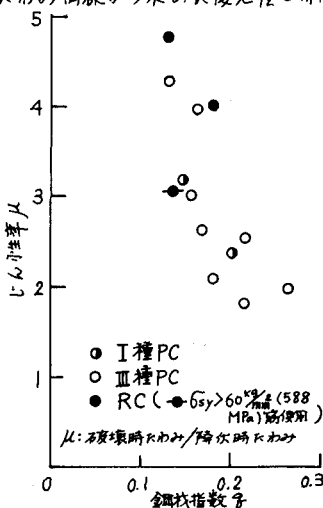


図4 じん性率~鋼鉄指数

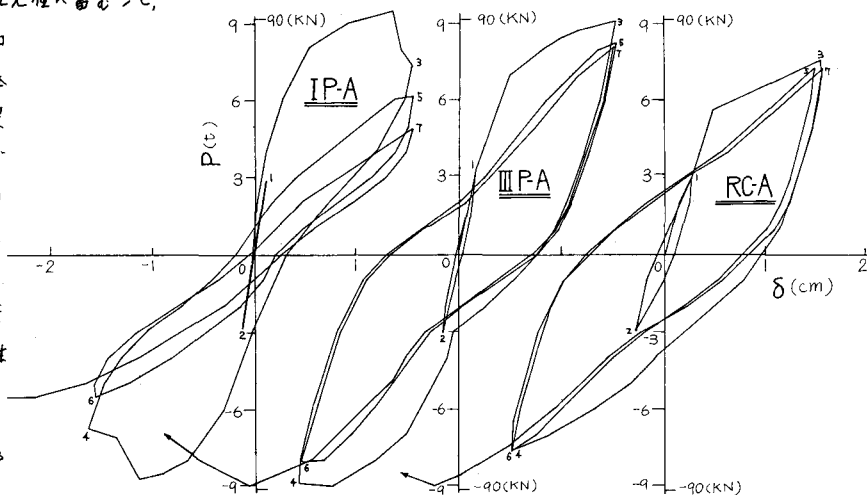


図3 荷重~ひきわめ (L3 載荷)