

1. まえがき

最近 CEB-FIP 国際指針¹⁾などにみられるように限界状態設計法への移行あるいは検討が各国で行なわれている。そのなかでひびわれ限界状態も重要な限界状態の一つであり、これまでの多くの研究あるいは指針等によれば許容最大ひびわれ幅は $0 \sim 0.3 \text{ mm}$ 程度であるという考え方が一般的である。そこで本研究はⅢ種 PC を中心とし PC (以下Ⅲ種 PC も含む) から RC までの曲げ性状、特にひびわれ性状、変位および強度などに関して実験的に行なった研究結果について前報²⁾に続いて報告する。なお、本研究に際しては岡田清教授から御指導をいただきましたと共に、昭和49年度吉田研究奨励金を授与されましたことに謹んで謝意を表します。

2. 実験計画・供試梁

実験計画を表-1に、示方配合を表-2に示す。コンクリート目標強度は 500 kg/cm^2 である。また、図-1に供試梁の形状・寸法を示す。PC 梁は材令5週でプレストレスを導入・グラウトを行なった後 RC 梁と共に材令6週で実験を行なった。なお有効プレストレス量はコンクリート梁下縁でシリネーより得た圧縮強度の約5%弱である。

3. 実験方法

供試梁はスパン 130 cm で図-1に示す曲げモーメントスパン 30 cm の2点載荷で静的漸増載荷で実験を行なった。なおひびわれ幅の測定は2mm. ホイットモアひびき計によりコンクリート表面の鉄筋位置で行なった。詳細は前報の方法と同一であるので略す。

4. 実験結果および考察

実験結果を表-3、図-2～図-5に示す。

(1) ひびわれ発生モーメント: M_{cr} , ΔM_{cr}

ほぼ同一量の鋼材を用いた PC-a と RC-c とと比較すると前者の M_{cr} の方がプレストレスを導入している為やや大きな値を示すが、PC-a において載荷によりプレストレス量が打ち消された decompression 後のモーメント ΔM_{cr} (以下 PC 梁において decompression 後の値と Δ で略記) と比較すると RC-c の M_{cr} がかなり大きな値を示した。(表-3、図-4) これは PC 鋼棒と異形鉄筋との違いおよびガブリの差によるものと考えられる。また同一異形鉄筋を用いた C シリーズおよび d シリーズと比較すると PC の ΔM_{cr} と RC の M_{cr} との向にはほとんど差違は認められない。(表-3、図-4.5) また付加鉄筋を用いた PC-c および PC-d は PC-a より ΔM_{cr} はやや大きな値を示した。

(2) 最大ひびわれ幅: W_{max} およびひびわれモーメント: $M_{0.1}$ ($\Delta M_{0.1}$), $M_{0.2}$ ($\Delta M_{0.2}$), $M_{0.3}$ ($\Delta M_{0.3}$)

用心鉄筋程度を付加した PC-b と無筋の PC-a を比較すると W_{max} が 0.2 mm 付近までは差違は認められないが、 0.2 mm 以後 PC-b の方がひびわれの分散もよく同一 W_{max} に対して大きなモーメントの値を示した。(表-3、図-3), 又 PC-c, d および RC-c, d はいずれも $W_{max} = 0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 付近で異形鉄筋が降伏しているが、鉄筋降伏以前において

表-1 実験計画

SERIES		PC 鋼棒 C 種 1 号	異形鉄筋 SD35	$\frac{A_p + A_s}{b \cdot d}$ (%)
P C	a-1 -2	$\phi 13^{\text{mm}}$	-	0.614
	b-1 -2	$\phi 13^{\text{mm}}$	D10x1	0.884
	c-1 -2	$\phi 13^{\text{mm}}$	D10x2	1.15
	d-1 -2	$\phi 13^{\text{mm}}$	D13x2	1.59
R C	c-1 -2	-	D10x2	0.553
	d-1 -2	-	D13x2	0.990

表-2 示方配合

配合比 最大寸法 (mm)	スパン (mm)	空気量 (%)	W / C (%)	S / a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					C	W	S	G	混和剤
20	842	3.5±0.5	38.2	35.0	470	174.7	616	1143	4700 cc

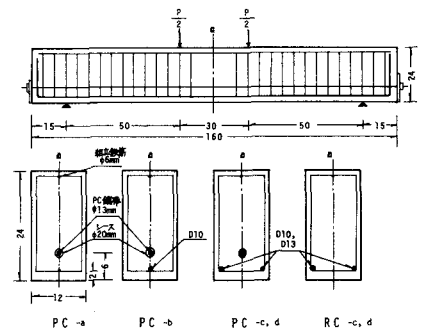


図-1 供試梁の形状寸法

2. 付加鉄筋量の少ないシリーズの方が d/シリーズよりも PC と RC との同一 W_{max} に対するモーメントの値の差は大きい。例えば、 $W_{max} = 0.1\text{mm}$ において c シリーズでは 3 割程度差があるが、d シリーズではほぼ等しいがみられない。(表 3、図 4, 5) また、鉄筋降伏以前において、 W_{max} と decompression 後の鉄筋応力 σ_s との向にはほぼ比例関係が認められた。

(iii) 変位

PC-a と PC-b との間に剛性の差はほとんど認められない(図-3)が、c, d と付加鉄筋径が増すと共にその剛性が增大している。また極点位置はセヤ異なるが鉄筋量のほぼ同じ PC-a と RC-c とは鉄筋降伏以前において decompression 後の剛性はほぼ同一傾向を示した。(図-4) なお、PC および RC 梁共にひびわれ発生、鉄筋の降伏およびコンクリートの圧壊によってその曲率が変化した。

(iv) 終局モーメント: M_u

PC および RC 梁ともやはり鉄筋降伏後コンクリート圧壊部の圧壊によって破壊した。PC 梁に対しては土木学会 PC 指針との比較を表 3 に示した。実験値と計算値との比は PC-a が 0.94~0.97 であったのに対し亜種 PC (PC-b, PC-c, PC-d) は 0.66~0.76 の値を示した。なお RC に対しては参考までに ACI Code 終局強度設計法による計算値を示した。

(参考文献)

- 1) 中印-FIP コンクリート構造物国際指針, 1970 (財団法人土木学会出版)
- 2) 亜種 PC 梁の曲げ耐力試験的研究, 田田清一郎, 建築, 土木第 30 回年次学術発表会要録, 1971, 第 50, 10 頁
- 3) ACI Building Code Requirement for Reinforced Concrete (318-71), 1971, ACI

3) ACI Building Code Requirement for Reinforced Concrete (318-71), 1971, ACI



図 3(b) 変位 ~ ΔP 関係 (PC 梁)

表-3 実験結果

SERIES	コンクリート強度 (kg/cm^2)			M_{cr} (kg-m)		$M_{0.1}$ (kg-m)		$M_{0.2}$ (kg-m)		$M_{0.3}$ (kg-m)		M_{sy} (kg-m)		M_u (kg-m)		$M_{u,cal}$ (kg-m)	
	圧縮	引張	引張	(M_{cr})	(M_{cr})	($M_{0.1}$)	($M_{0.1}$)	($M_{0.2}$)	($M_{0.2}$)	($M_{0.3}$)	($M_{0.3}$)	(M_{sy})	(M_{sy})	(M_u)	(M_u)	($M_{u,cal}$)	($M_{u,cal}$)
PC	a-1	525	56.9	37.0	0.76 (0.44)	1.16 (0.88)	1.20 (0.92)	1.59 (1.31)	1.61 (1.33)	-	-	-	-	3.82	3.92	0.97	
	-2	541	63.5	43.0	0.72 (0.41)	1.04 (0.73)	1.23 (0.92)	1.42 (1.11)	1.42 (1.11)	-	-	-	-	3.76	4.00	0.94	
	b-1	583	57.6	41.8	0.62 (0.31)	1.01 (0.70)	1.44 (1.13)	1.81 (1.50)	1.81 (1.50)	2.11	3.67	5.55	0.66				
	-2	568	52.5	39.3	0.65 (0.36)	1.14 (0.85)	1.52 (1.23)	1.83 (1.54)	1.83 (1.54)	2.14	3.93	5.46	0.72				
	c-1	525	54.7	38.7	0.86 (0.56)	1.49 (1.19)	2.43 (2.14)	2.96 (2.67)	2.96 (2.67)	2.83	4.64	6.08	0.76				
	-2	526	51.7	41.2	0.82 (0.59)	1.47 (1.24)	2.61 (2.38)	2.66 (2.43)	2.66 (2.43)	2.71	4.09	6.08	0.67				
	d-1	528	68.3	37.9	0.81 (0.55)	1.50 (1.23)	3.21 (2.94)	3.75 (3.49)	3.75 (3.49)	3.40	5.08	7.04	0.72				
	-2	516	61.1	42.8	0.94 (0.62)	1.90 (1.58)	3.36 (3.04)	3.76 (3.44)	3.76 (3.44)	3.60	4.86	6.93	0.70				
	c-1	507	56.2	39.6	0.56 (0.31)	0.97 (0.66)	1.47 (1.21)	1.47 (1.21)	1.47 (1.21)	1.47	1.92	1.19	1.61				
	-2	521	62.7	38.6	0.65 (0.34)	0.84 (0.56)	1.21 (0.84)	1.54 (1.11)	1.54 (1.11)	1.54	1.82	1.19	1.53				
RC	a-1	487	63.7	37.6	0.60 (0.34)	1.34 (1.04)	2.56 (2.26)	2.56 (2.26)	2.56 (2.26)	2.56	2.86	1.99	1.44				
	-2	492	60.3	34.5	0.57 (0.34)	1.41 (1.04)	2.43 (2.13)	2.50 (2.20)	2.50 (2.20)	2.50	3.09	1.99	1.55				

M_{cr} : ひびわれ発生モーメント, $M_{0.1}, M_{0.2}, M_{0.3}$: $W_{max} = 0.1, 0.2, 0.3\text{mm}$ のときのモーメントの値を示す。
 M_{sy} : 鉄筋降伏後 M_u までの平均値。
 $M_{u,cal}$: 土木学会 PC 指針による計算値。RC は ACI 終局強度設計法による値。
 () 内 Δ で示したものは decompression 後のモーメントを示す。

図 2 →

載荷荷重/終局荷重と
 W_{max} の関係

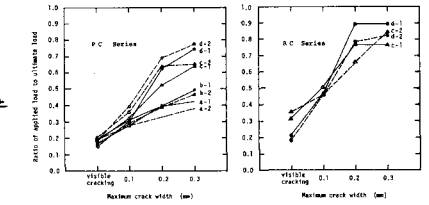


図 4(a) $W_{max} \sim M_u$ 関係 (D10 x 2)

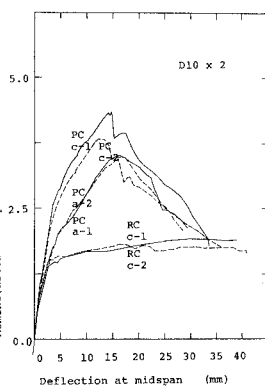


図 4(b) 変位 ~ M_u 関係 (D10 x 2)

図 5(a) $W_{max} \sim M_u$ 関係 (D13 x 2)

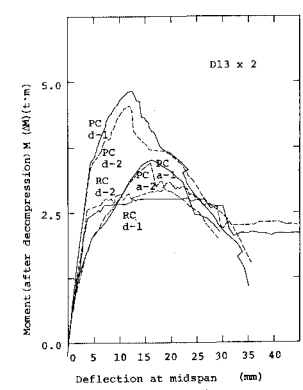


図 5(b) 変位 ~ M_u 関係 (D13 x 2)