

九州大学 学生員○野本 高憲

同上 正 員 松下 博通

1. まえがき

コンクリート構造物の限界状態設計法では、新しく疲労限界状態について安全性の照査項目が設けられ、プレストレスコンクリート構造物においても、ひびわれ発生を許すいわゆるⅢ種PCについて疲労破壊についての安全性の照査が規定される予定である。しかしⅢ種PCの曲げ疲労を考えた場合、疲労破壊に至るまでの過程における各構成材料の応力変動に関する研究は少なく、疲労限界状態の照査方法については未だ不明確な点が多いのが現状である。そこで、実験として、曲げ圧縮破壊および曲げ引張破壊を起こす2種類のPC梁の曲げ疲労試験を行い、鉄筋、PC鋼棒、コンクリートのひずみ変化から、Ⅲ種PC梁の曲げ疲労性状を明らかにすることが本研究の目的である。

2. 実験概要

3種類の断面の梁を作製した。形状寸法と載荷状態を図1に示す。プレストレスは断面の3分点に配置したPC鋼棒を引張り導入し、導入時の梁上縁のプレストレスがゼロになるようにした。

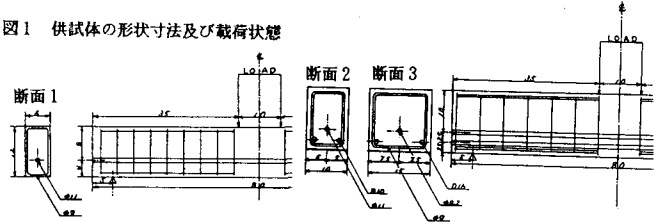
配合は断面1が $w/c = 65\%$ 、 $s/a = 53\%$ で、断面2、3が $w/c = 40\%$ 、 $s/a = 50\%$ で、ともに粗骨材最大寸法を10mmにした。

破壊様式を制御するため、鋼材指数を断面1で0.4、断面2で0.24、断面3で0.21に設定した

表1 使用材料

	断面	径 (mm)	降伏点 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
鉄筋 SD30	2	10	3680	5360	2.1×10^6
	3	16	3340	5020	
PC 鋼棒 SBPR S5-110	1	11	11020	11330	2.06×10^6
	2	11	19200	14900	2.04×10^6
	3	9.2	15000	15000	

図1 供試体の形状寸法及び載荷状態



3. 実験結果及び考察

表2に疲労試験結果を示す。断面1の供試体は全て曲げ圧縮破壊、断面2、3の供試体は全て曲げ引張破壊を起こした。鉄筋の破断面は疲労破断の特徴である脆性破断であった。

表2の断面1の推定疲労寿命は、弾性計算による三角形分布の応力の合力位置と同位置に合力位置がくるようにした矩形応力分布の応力度を用いた。

断面2、3の疲労寿命推定値は二羽の式を用いた。弾性計算による応力で充分妥当に疲労寿命が推定できる。

次に梁の構成材料の応力変動を検討する。図3、4より断面2、3の鉄筋のひずみは、 $n/N = 0.1$ 未満で増加を終え、その後はほぼ一定値を保つことがわかる。最初の増加はコンクリートの引張強度が失われることに起因すると思われる。また図5に最大荷重時と最小荷重時の鉄筋ひずみの差の変化を示す。最初減少

表2 疲労試験結果

断面	No	有効プレストレス	シリンダー強度	荷重 (t)	疲労寿命 LogN	計算応力	推定 LogN	実測値推定値
1	1	40	413	1.4-2.96	6.55	等価圧縮応力	109-326	4.87 1.34
	2	38	413	0.6-3.0	4.18		47-339	3.44 1.22
	3	37	413	1.64-3.44	2.76		128-398	0.89 3.10
	4	55	398	0.6-3.28	3.73		47-327	3.44 1.08
	5	54	398	1.6-3.6	2.66		125-374	1.49 1.79
	6	55	398	1.36-3.16	5.38		107-310	5.14 1.05
2	1	65	594	1.1-9.0	5.77	弾性計算による鉄筋応力	-529-3094	5.25 1.10
	2	67	613	2.2-9.0	5.49		-374-3003	5.41 1.01
	3	67	605	3.4-9.0	5.45		-186-2935	5.51 0.99
3	1	66	619	1.6-12.0	5.99	弾性計算による鉄筋応力	-165-2847	5.55 1.08
	2	66	619	1.6-13.8	5.03		-174-3443	4.89 1.03
	3	66	632	3.4-13.8	5.49		-12-3432	4.95 1.11
	4	66	617	0.8-13.6	5.19		-253-3365	4.94 1.05

しその後一定値を保つ傾向がある。この減少後の応力振幅は表2の弾性計算による応力振幅よりも小さくなっている。よって荷重繰り返しの大部分において、鉄筋の受ける応力振幅は弾性計算による応力振幅より小さいことがわかる。本実験の範囲では、鉄筋の応力変動は安全側の影響を与え、その効果は無視できると言える。

一方、断面1の場合、PC鋼棒のひずみの減少が見られ、また $N=1$ の上縁ひずみが 2000×10^{-4} 以上で、その後もひずみが増加していることより、断面2、3に比べ、圧縮域コンクリートは応力再分配の影響が大きいことが予想される。コンクリート上縁応力の変化を、一定繰り返し応力下の縦ひずみ変化曲線を利用して、上縁の測定ひずみの変化から推定すると図7～9に示す通りである。各断面ごとに上縁応力比の低減の傾向が似ている。この事より、応力再分配の進行の違いの因子の1つとして、鋼材比が考えられる。

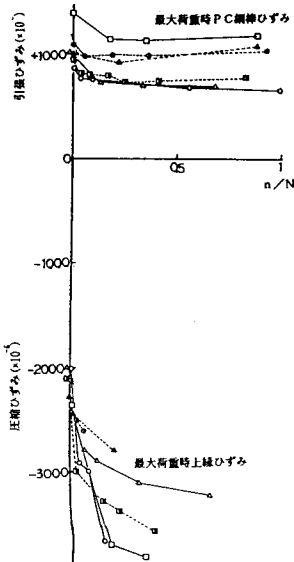


図2 断面1のひずみ変化

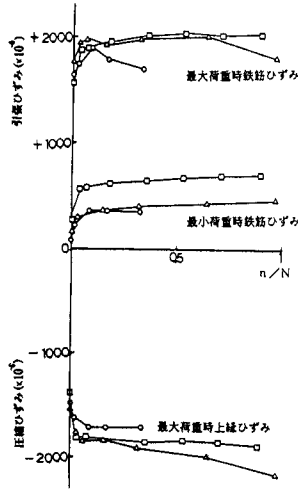


図3 断面2のひずみ変化

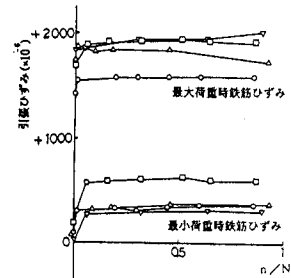


図4 断面3のひずみ変化

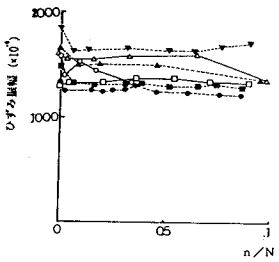


図5 断面2、3のひずみ振幅

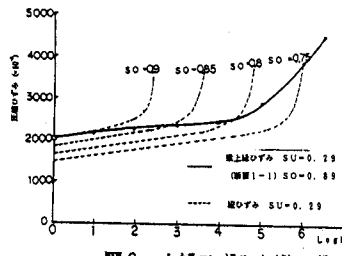


図6 上縁ひずみと縦ひずみ

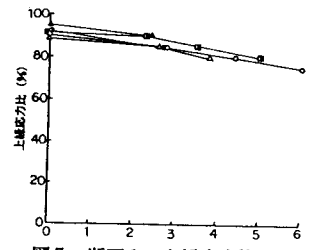


図7 断面1の上縁応力比 Log N

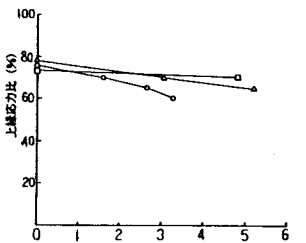


図8 断面2の上縁応力比 Log N

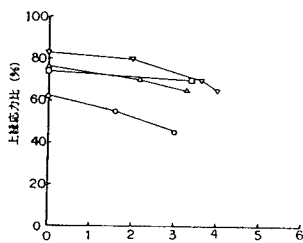


図9 断面3の上縁応力比 Log N

参考文献

- 1) 異形鉄筋の疲労強度算定式、二羽淳一朗 土木学会論文概要集 第354号/V-2
- 2) 限界状態設計法におけるRCおよびPCはりの疲労耐力設計用値、松下ら 昭和59年度土木学会西部支部講演概要集