

PC梁の疲労限界状態の照査について

九州大学工学部 ○学生員 中村 順
九州共立大学工学部 正 員 松下博通
九州大学工学部 正 員 牧角龍憲
九州大学工学部 仙石博嗣

1. まえがき

昭和61年制定コンクリート標準示方書では、PCはRCと本質的には同じ範ちゅうに属するものとされ、ひびわれを許すPC梁については、RC同様に疲労限界状態に対する検討が規定された。梁の曲げ疲労性状を考えた場合、主鉄筋の応力振幅が主たる要因となるが、RC梁ではその振幅が常に引張応力の領域であるのに対し、ひびわれを許すPC梁では圧縮と引張の2つの領域にまたがる。そこで本研究では、主鉄筋の応力振幅の領域の違いによる梁の疲労性状への影響に着目し、ひびわれを許すPC梁の疲労限界の設計に関する照査を行った。

2. 実験概要

実験で使用した梁の形状寸法と载荷状態を図-1に示す。プレストレスは導入時の梁上縁の応力がゼロになるように配置し、PC鋼棒の引張強度の70%を導入した。各鋼材の特性を表1に示す。疲労試験前に静的試験を行い、各载荷荷重

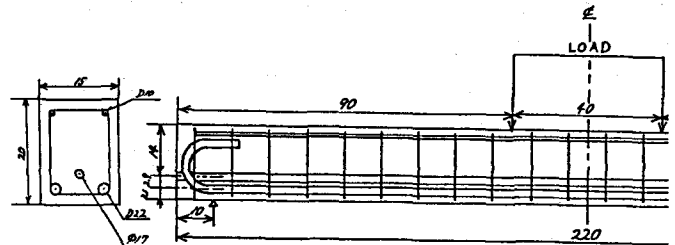


図1：供試体の形状寸法及び载荷状態

表1・使用材料

	種 類	引張点 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
鉄 筋	SD 30	3518.7	5398.1	2.1×10 ⁴
PC鋼棒	SPP20-110	10791.0	11864.4	2.05×10 ⁴

による鉄筋応力を求め、疲労試験の振幅荷重を定めた。1体目は最小荷重をひびわれ荷重以上とし、主鉄の応力振幅がRCと同様に片振りになるようにした。2及び3体目は、最小荷重をひびわれ荷重以下とし、1体目の鉄筋の最大応力と応力振幅のどちらかを合わせるように、それぞれの最大荷重を定めた。等モーメント区間中央の位置の下縁には、切り欠きを設けることによりひびわれを誘発させ、その位置の断面の鉄筋及びPC鋼棒それぞれのひずみを測定した。測定は、任回数繰返し後、一旦除荷し、残留ひずみから最大繰返し荷重時のひずみまで数段階において行なった。

3. 実験結果及び考察

疲労試験の結果、梁はすべて鉄筋の疲労破断により破壊した。それらの疲労寿命の推定値と実測値を表2に示す。梁の推定疲労寿命は、N=2回目の鉄筋応力を用い、二羽の式(1)、示方書の疲労強度算定式(2)からそれぞれ求めた。表に示すように、いずれの繰返し条件下でも二羽の式では十分な精度で疲労寿命を推定できることがわかる。示方

表2・疲労試験結果

NO.	有効プレ ストレス (%)	シンダー 圧縮強度 (kg/cm ²)	実測 疲労寿命 LogN	N=2 鉄筋応力 (kg/cm ²)	(1)推定 疲労寿命 LogN [*]	実測値 推測値	(2)推定 疲労寿命 LogN [*]	実測値 推測値
1	59.9	730.0	5.81	25~280	5.60	1.06	4.81	1.21
2	59.7	730.0	5.63	554~2665	5.39	1.04	4.72	1.19
3	59.6	731.0	6.11	602~2046	6.12	1.00	5.46	1.12

定できることがわかる。示方 $f_{srd}=10.197 \frac{10^{\alpha}}{N^k} (1 - \frac{\sigma_{sp}}{f_{ud}}) \dots \dots (1)$
書の疲労強度算定式は二羽の $\alpha = (3.17 - 0.003 \phi) \quad K=0.12 \quad \sigma_{sp} = \text{最小応力} \quad f_{ud} = \text{引張強度}$
式の疲労強度を安全率1.2 $f_{srd}=1900 \frac{10^{\beta}}{N^k} (1 - \frac{\sigma_{sp}}{f_{ud}}) / r_s \dots \dots (2)$
で除したものであり、十分な $\beta = (0.82 - 0.003 \phi) \quad K=0.12 \quad r_s=1$
安全性を有することが認めら

れる。次に、鉄筋の $N=2$ における最小荷重時ひずみ及び振幅ひずみを 1 としたときの、荷重繰返しともなうひずみの伸び ($\Delta x/x$) を図 2 に表す。図より振幅ひずみの変動はほとんど見られず最大で 5 %であった。それに対し、最小荷重時ひずみはかなり変動し、 $N=0.3$ の梁では 75 %に達した。図 3 に、その最小荷重時ひずみ及び振幅ひずみの変動による、 $N=2$ の鉄筋応力を用いた推定寿命の変化率 ($\Delta \text{Log}N/\text{Log}N'$) を示す。図より、それぞれの梁のひずみの変動が推定寿命の変化率に及ぼす影響は 5 %以下であることがわかる。

4.まとめ

荷重振幅内にひびわれ荷重がある場合、すなわち主鉄筋の応力振幅が圧縮域と引張域両域にまたがる場合でも RC 梁と同様の疲労設計法が適用できる。また、繰返し荷重下において主鉄筋の応力は変動するが、それによる疲労寿命推定値の変動はたかだか 5 %である。

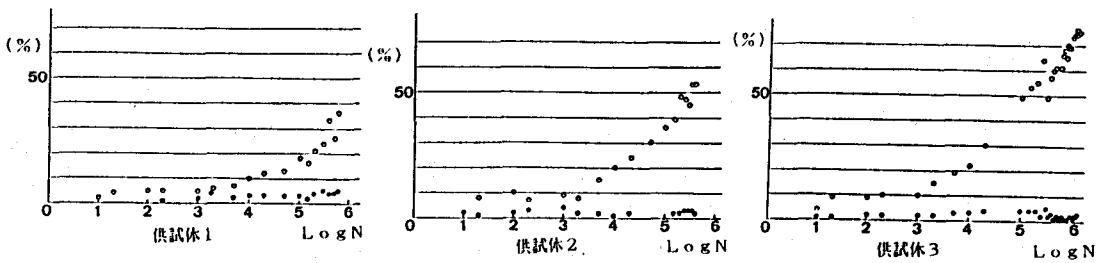


図 2：繰返し荷重下における最小ひずみ及び振幅ひずみの変動
○ $\Delta \varepsilon_{\min}/\varepsilon_{\min}$: $\varepsilon_{\min}$ =最小荷重時ひずみ
● $\Delta \varepsilon_s/\varepsilon_s$: ε_s =振幅ひずみ

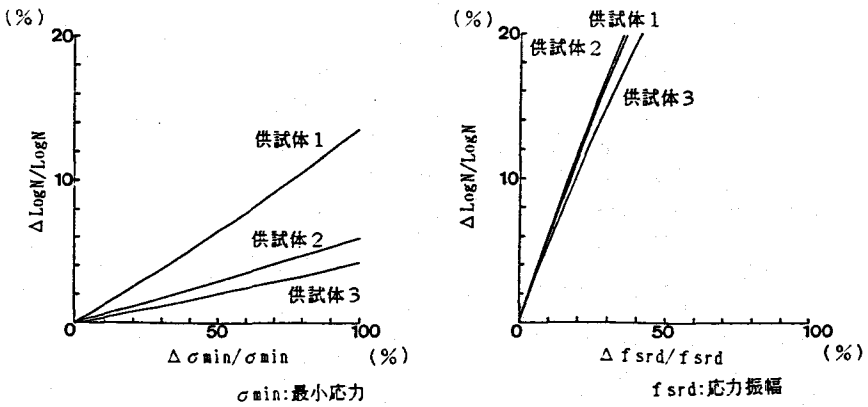


図 3：最小応力及び応力振幅の変動による疲労寿命の変化率

(参考文献)

1) 異形鉄筋の疲労強度算定、二羽ら
土木学会論文概要集 第354号/V-2