

(V-29) 鉄筋コンクリート桁の疲労性状に及ぼすスターラップの影響

木更津工業高等専門学校 正員 ○黒川章二
同上 正員 嶋野慶次

1. まえがき

鉄筋コンクリート(RC)桁において、異形鉄筋に添って発生するコンクリートの付着割裂ひびわれは、酸化環境における鉄筋の腐食、鉄筋とコンクリートとの定着破損による耐力低下の原因になる。付着割裂は、鉄筋とコンクリートとの相対変位に伴って生じる鉄筋のふしによるコンクリートへのくさび作用、せん断力に対して抵抗する鉄筋のだば作用による現象である。繰返し荷重を受ける場合の付着割裂ひびわれ制御に及ぼすスターラップの影響を明らかにするために、スターラップ量とせん断スパン比 a/d を実験因子として47本のRC桁の疲労試験と静的載荷試験を行なった。本文はその実験の概要について述べる。

2. 供試体および実験方法

実験は、スターラップ使用量と a/d の組合わせを変えた図1に示す5種類について行なった。コンクリートの示方配合は表1のとおりであり、早強セメントを用いた。引張主鉄筋に表2のSD30異形棒鋼、スターラップに表3のSR24丸鋼を使用した。実験Iにおいてはスターラップなしとした。他の実験のスターラップ間隔は、実験IIにおいて28cm、実験IIIおよびVにおいて8cm、実験IVにおいて10cmである。 a/d は、実験I、II、IIIで5.61、実験IVで4.24、実験Vで3.64とした。4本の桁を同時に製造して、1本を静的載荷試験し、残りについて、静的耐力に対する下限荷重比を10%に定め、上限荷重をパラメータとした疲労試験を実施した。繰返し荷重は $4.2H_u$ の正弦荷重である。35本の疲労試験桁の上限荷重比は表4に示すとおりである。

表1 コンクリートの示方配合

細骨材の最大寸法 mm	水セメント比 %	細骨材率 %	単位量 (kg/m ³)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	ポゾリス No. 5L
20	40	41	143	358	735	1096	0.895

表2 異形棒鋼の性質

公称径 mm	降伏強さ kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %	絞り %	弾性係数 kgf/mm ²
19.1	37.2	56.3	22.1	46.0	21000

表3 丸鋼の性質

実径 mm	降伏強さ kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %	絞り %	弾性係数 kgf/mm ²
6.00	35.3	47.0	22.1	46.0	21000

表4 静的耐力試験結果と疲労試験結果と上限荷重比

実験 種類	試験 番号	コンクリートの性質					静的載荷試験結果		静的耐力に対する 上限荷重比	
		圧縮強さ (kgf/cm ²)	引張強さ (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	亀裂発生 (mm)	終局の 耐力 (kgf)	耐力 (kgf)	耐力 (kgf)	耐力 (kgf)	(%)
実験 I	1	579	35.7	366000	0.80	7.33	曲げ圧縮	79.0	69.0	
	2	562	39.3	361000	0.60	6.80	せん断	75.0	68.0	65.0
実験 II	1	486	34.1	311000	0.60	6.80	曲げ圧縮	85.0	80.0	75.0
	2	604	45.3	402000	0.60	7.18	曲げ引張	86.9	78.0	70.0
実験 III	1	531	37.4	368000	0.80	7.78	曲げ圧縮	80.0	71.0	67.0
	2	506	34.3	330000	0.60	7.48	曲げ圧縮	86.0	75.0	60.0
実験 IV	1	609	41.3	382000	0.80	7.58	曲げ圧縮	88.0	77.0	63.0
	2	526	37.3	312000	1.00	9.11	曲げ引張	85.0	80.0	65.0
実験 V	1	508	35.2	319000	0.80	9.46	曲げ引張	77.5	75.0	72.5
	2	549	37.4	355000	1.20	10.75	曲げ圧縮	90.0	85.0	81.5
実験 V	1	520	39.0	329000	1.20	10.70	曲げ圧縮	75.0	72.5	70.0
	3	586	38.6	364000	0.80	10.52	曲げ圧縮	73.0	72.5	72.0

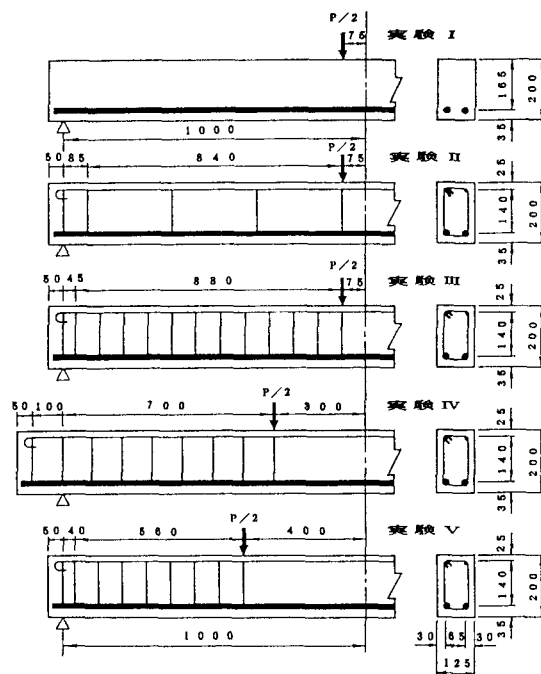


図1 各実験の供試体と載荷方法

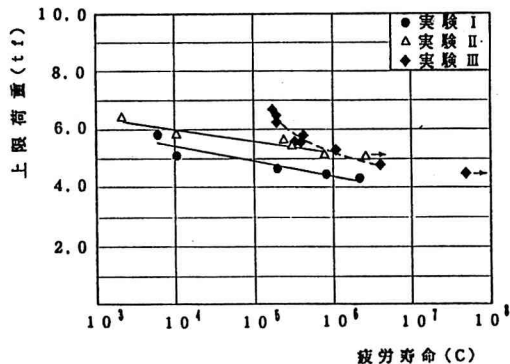


図2 上限荷重と疲労寿命との関係 (実験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)

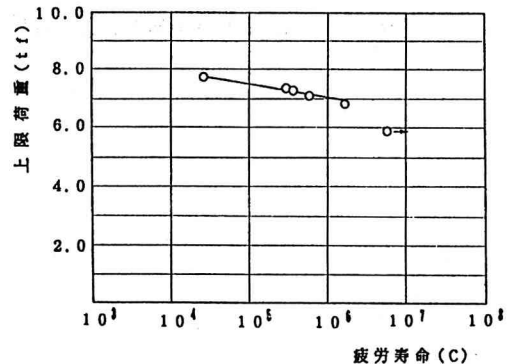


図3 上限荷重と疲労寿命との関係 (実験Ⅳ)

3. 実験結果と考察

表4に静的荷重試験結果を示した。疲労試験結果について、上限荷重と疲労寿命との関係を図1～4、ひびわれ状況を図5に示した。図中の矢印はプロット時点で疲労試験を中止した試験データである。疲労破壊形式は実験Ⅳの2本を除いたすべての桁で静的破壊形式と異なる。図1によれば、スターラップがRC桁の疲労強度に大きく影響する。実験Ⅰでは全ての桁の疲労破壊が図5(a)のように斜めひびわれに連続なコンクリートの付着割裂による破壊である。実験Ⅱでも桁の疲労破壊が全て図5(b)のようにコンクリートの付着割裂により生じた。実験Ⅲの場合、鉄筋の破断または鉄筋の降伏後のコンクリートの曲げ圧縮破壊により桁が疲労破壊した。全ての桁に付着割裂ひびわれが発生したがスターラップによる抑制効果が現れてひびわれの成長がスターラップ位置付近で停止した。上限荷重と疲労寿命との関係が他の場合と異なっており曲線になるのは、図5(c)に見られるように大きい上限荷重作用で荷重点近傍に付着割裂ひびわれが発生し、鉄筋の付着破壊区間が延長されて生じる応力緩和が原因と考えられる。200万回以上の疲労強度は、実験Ⅲと比べてスターラップが少ない実験Ⅱの方が高くなる傾向にある。これも付着割裂に起因する鉄筋の応力緩和によると思われる。実験Ⅳの場合、疲労破壊形式は上限荷重比が80%以上においてコンクリートの曲げ圧縮破壊、77.5%と75%において引張主鉄筋の破断、72.5%において支点まで付着割裂ひびわれが生じたコンクリートのせん断破壊である。実験Ⅴの場合、終局限界状態において曲げ耐力とせん断耐力とを等しく設計した。上限荷重が7.76tf以上において鉄筋の破断または降伏、7.68tfおよび7.63tfにおいて引張主鉄筋との交差位置においてスターラップ折曲げ部の破断が生じた。全ての桁に付着割裂ひびわれが発生したが、図5(d)に示すようにスターラップにより成長が妨げられた。

コンクリートの付着割裂ひびわれを効果的に制御するためにはスターラップ間隔を狭める必要がある。

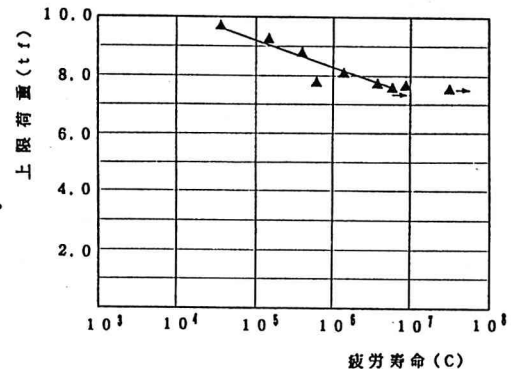


図4 上限荷重と疲労寿命との関係 (実験Ⅴ)

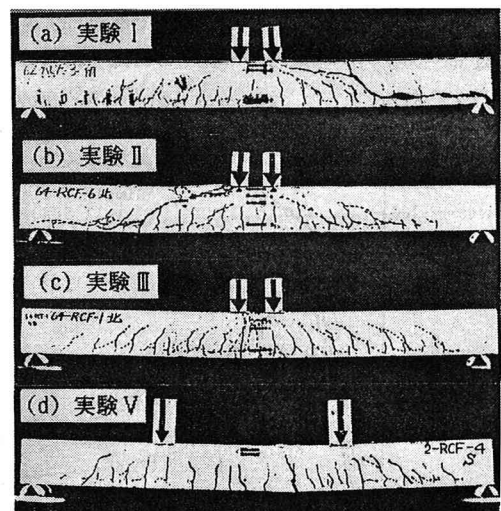


図5 ひびわれ状況