

木更津工業高等専門学校 正員 黒川章二
同上 正員 石垣慶次

1. まえがき

異形棒鋼のフシの根元につけられた円弧は耐疲労性に好影響をおよぼすが、RC部材において異形鉄筋のくさび作用およびせん断力によるダウエル作用に起因してかぶりコンクリートの付着割裂破壊が起こることが報告されている¹⁾。繰返し荷重を受けるRC部材においてはかぶりコンクリートの疲労によりその破壊の危険性の増大が懸念される。本研究では、それに着目したRCはりの疲労試験を行ない、その結果について検討した。

2. 供試体および実験方法

供試体は、図1のような、設計基準強度が 450kgf/cm^2 のコンクリートと異形棒鋼SD30-D19を用いて許容応力度つり合い鉄筋比で設計し、せん断補強鉄筋を配置しないRCはりである。コンクリート用材料は、早強ポルトランドセメント、富津産山砂身延産碎石、ボゾリスであり、コンクリートの示方配合を表1に示した。異形棒鋼の性質を表2に示すとおりである。

4本のはりを同時に製造して、材令が105～148日の間に、最初に静的荷重試験をして、そのデータに基づき疲労試験を行った。疲労試験は、単一荷重ではりがコンクリートの付着割裂により破壊しないような荷重形式(図1)とした。終局荷重に対する繰返し荷重の上限および下限荷重の比を、それぞれ上限および下限荷重比とし、下限荷重比を0.10に設定、上限荷重比を実験因子とした。荷重は250cpmの正弦波荷重である。測定項目は、ひずみ、たわみ、ひびわれである。

3. 実験結果と考察

RCはりの静的荷重試験結果とコンクリートの性質を表3に示した。荷重間隔を30cmとした場合に図2のような破壊が生じ

表1 コンクリートの示方配合

スラ ンプ cm	粗骨 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	ボゾリ スNo5L
4±1	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 RCはりの静的荷重試験結果とコンクリートの性質

供 試 体 記 号	荷 重 間 隔 cm	コンクリートの性質			耐 力		RCはりの 破壊形式
		圧縮 強さ kgf/cm ²	引張 強さ kgf/cm ²	弾性係 数	ひび われ tf	終局	
S1	30	579	35.7	366000	1.00	7.54	コンクリート付着割裂
S2	15	579	35.7	366000	0.80	7.33	コンクリート曲げ圧縮
S3	15	562	39.3	361000	0.60	6.80	コンクリートせん断



図2 RCはりにおけるコンクリートの付着割裂破壊の状況(S1の場合)

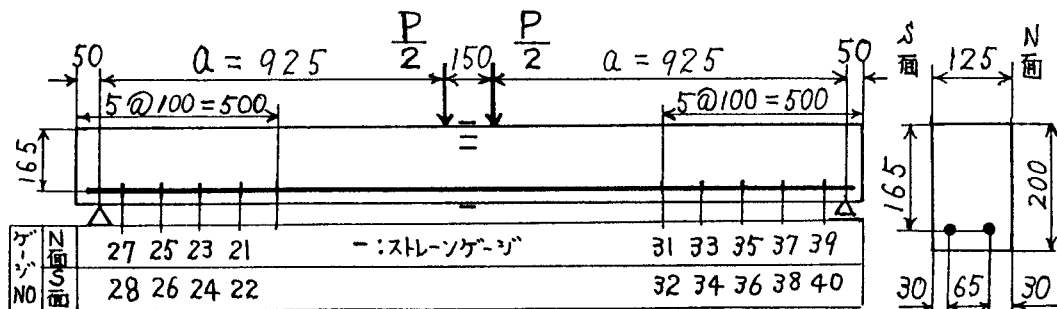


図1 RCはりの寸法と荷重方法およびストレインゲージ貼付位置

たので、荷重間隔を15cmに狭めたところ、表2に示したようにコンクリートの付着割裂によるRCはりの静的破壊を避けることができた。

図3は供試体

S3において図1に示した位置のかぶりコンクリートのひずみ測定結果である。これは、鉄筋と垂直方向に小荷重のときに圧縮ひずみが生じ、荷重の増大につれて引張りひずみに変動して、ついには割裂へとたどる過程を表わしている。せん断ひびわれの先端で割裂が始まり進行するが、端部のかなりの区間長で付着が保持され、はりがせん断破壊を起した。

疲労試験の結果をまとめて表4に示した。はりの破壊形式は上限荷重比が0.59～0.79の実験の範囲で、すべてが異形鉄筋によるかぶりコンクリートの付着割裂破壊である。図4にひびわれ状況、図5にかぶりコンクリートのひずみ振幅と載荷回数との関係を示した。全般的にみて、疲労による付着割裂は、上限荷重比が大きい場合にせん断ひびわれの延長線と鉄筋との交点から始まるが、上限荷重比が小さい場合には曲げひびわれ断面の鉄筋位置に発生し、せん断ひびわれに先行して鉄筋圆心線に沿って進行するようである。

図6は上限荷重比と疲労寿命との関係を示す。ここで、実験によるコンクリートの付着割裂疲労強度を、上田・岡村らのせん断疲労強度算定式²⁾による計算値と比較した。計算値は、上限荷重比が大きい場合に安全側にあるが、それが小さくなるにつれて危険側に移行して疲労寿命の差が拡大する傾向にある。供試体S3について計算した静的せん断耐力が、3.58tfであり、実験値3.40tfの1.05倍になることを考慮すれば、RCはりにおよぼすコンクリートの付着割裂の危険性がさらに増すことになる。この傾向は、前述のかぶりコンクリートの変形状とよく対応しており、曲げひびわれの影響を大きく受けるといえる。

4. おわりに

せん断補強鉄筋のないRCはりでは、繰返し荷重により静的荷重作用下とはかなり異なる性状を示し、付着割裂疲労の問題が生じた。付着割裂はRC構造物の耐久性にも影響するので、今後、その補強方法について研究したい。

(参考文献)

1)角徹三・山田守：付着割裂作用を受けるコンクリートの応力解析、土木学会論文集、396/V-9, pp. 159-168, 1988

2)上田多門・岡村甫・Sabry A. Farhaly・榎本公司：せん断補強鉄筋のないはりのせん断疲労強度—荷重振幅のせん断強度に及ぼす影響—、コンクリート工学、20巻9号、pp. 89-98, 1982

表4 RCはりの疲労試験結果

供試体記号	荷重間隔cm	対応の静的試験供試体	上限荷重比	上限荷重tf	下限荷重tf	疲労寿命×10 ⁴ C	RCはりの疲労破壊の形式
F1	15	S2	0.79	5.79	0.73	0.60	コクリートの付着割裂
F4	15	S3	0.75	5.10	0.68	1.04	コクリートの付着割裂
F3	15	S3	0.68	4.65	0.68	19.99	コクリートの付着割裂
F5	15	S3	0.65	4.42	0.68	83.05	コクリートの付着割裂
F2	15	S2	0.59	4.30	0.73	217.08	コクリートの付着割裂

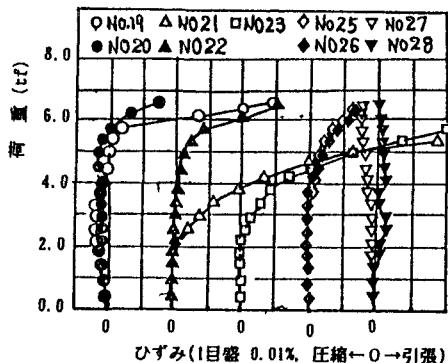


図3 荷重とかぶりコンクリートひずみの関係



図4 ひびわれ状況 (F2の場合)

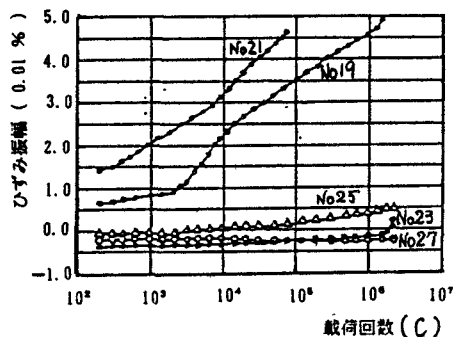


図5 かぶりコンクリートのひずみ振幅と載荷回数との関係 (F20 場合)

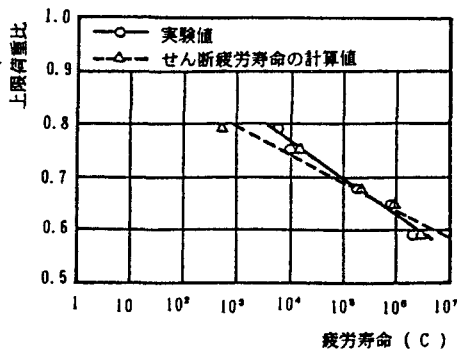


図6 上限荷重比と疲労寿命との関係