

V-272 セン断補強鉄筋の高応力低サイクル疲労特性に関する実験的研究

清水建設機技術研究所 正会員 滝本 和志
清水建設機技術研究所 正会員 長澤 保紀

1. はじめに

昭和61年10月に改訂された土木学会コンクリート標準示方書は、これまでの許容応力度設計法から限界状態設計法に移行し、より合理的な設計が可能となった。しかし反面、今まで検討する必要のなかった事柄について検討する必要が生じてきた。その一例として、疲労限界状態についての検討があげられる。現在のところ、各材料の疲労強度についての研究は多くなされているものの、鉄筋コンクリートとして複合された場合についての研究は不十分である。

そこで本研究では、施工上避けられない鉄筋の継手に着目し、かつ、せん断疲労場におけるせん断補強鉄筋（スターラップ）の補強効果について、実験的に明らかにすることとした。

2. 実験目的

本研究では低サイクル疲労を対象とし、箱型（A，E）試験体の平均寿命10,000回相当繰返し荷重 V_r （静的耐力 V_{max} の80%）を基準値として鉄筋径が同一の試験体に載荷して、以下の事項を明らかにした。

- ①スターラップの鉄筋比を同一にして鉄筋径を変化させたときの静的曲げせん断耐力と低サイクル疲労寿命及び疲労破壊形態の相違
- ②重ね継手長さ 40ϕ （ ϕ は鉄筋の直径）のスターラップを有する場合、コ型スターラップを有する場合及びOSフープクリップ継手のスターラップを有する場合の静的曲げせん断耐力と低サイクル疲労寿命及び疲労破壊形態

3. 実験方法

試験体の形状寸法を図-1に示す。主鉄筋は複鉄筋として鉄筋比 $P_t=P_c=1\%$ を設定し、D29（ $f_{sy}=4200\text{ kgf/cm}^2$, $f_{sb}=6300\text{ kgf/cm}^2$ ）を2本配置した。せん断補強鉄筋としては鉄筋比 $P_w=0.2\%$ を設定し、D10@28.5cmとD6@12.7cmの2種類を採用した。試験体数は表-1に示すように静的載荷試験体を各1体、疲労載荷試験体を各3体とし、合計24体とした。実験時の材令は345～377日となり材令の影響は十分無視できるものとなった。

載荷方法は図-1に示すようにせん断スパン比 $a/d=2$ 、純曲げ区間 $2d$ の3等分点載荷方式とし、電気油圧サーボ式アクチュエータによって荷重制御で試験体に所定の荷重を載荷させた。繰返し荷重は下限荷重を0tonf、上限荷重を静的耐力の69～86%の片振り振幅とし、繰返し速度を0.2Hzに設定した。測定は、作用荷重・試験体下面変位・せん断補強鉄筋ひずみ・せん断ひびわれ幅・コンクリート圧縮縁ひずみについて行った。

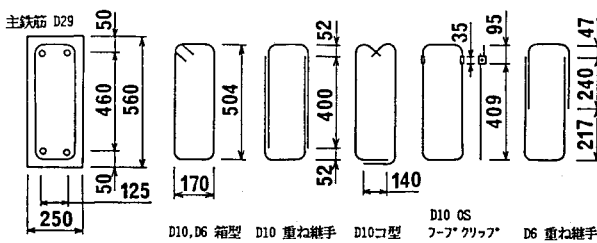


図-2 セン断補強鉄筋の形状（鉄筋中心線で表示）

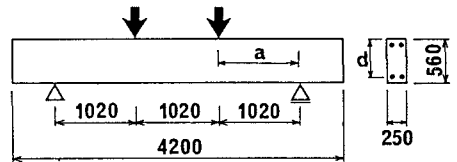


図-1 試験体の形状と載荷モデル

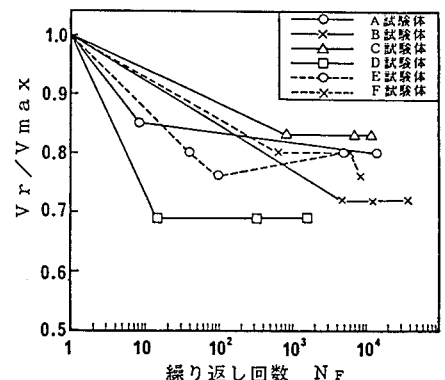


図-3 S-N曲線関係

4. 実験結果

表-1に各試験体の実験結果を示す。静的せん断耐力計算値 V_{ycal} はコンクリート標準示方書の終局耐力算定式を用い、部材係数を1.0として求めた。図-3は疲労実験の結果をS-N曲線で表したものであり、図-4はひびわれの代表例を示したものである。また、図-5は疲労実験におけるせん断補強鉄筋ひずみの経時変化を示したものである。

5. 考察

今回の実験では、鉄筋径及びスターラップの形状の相違が静的耐力に及ぼす影響はあまりみられなかった。疲労寿命に関しては、各シリーズともかなりばらつきが大きかったが、OSフープクリップ継手の試験体は他のシリーズに比べて多少弱い傾向がみられた。

図-6の黒丸は静的荷重15tonf、20tonfにおける各スターラップの分担せん断力を、それぞれの配筋位置にプロットしたものである。岡村・Farghalyの提案している分布（斜線部）に比べて、作用せん断力に対するスターラップの分担せん断力が大きい傾向がみられる。

疲労実験の各繰り返しの最大値からスターラップの分担せん断力を計算すると漸増傾向にありコンクリートの分担せん断力は1回目比べて破壊直前では15%程度減少する結果を得た。

6. おわりに

今後は、重ね継手の重ね合わせ長さの検討や、せん断補強鉄筋のひずみ分布を詳細に調べることにより、施工しやすいスターラップの形状や配筋についての研究を進めてゆきたい。

参考文献

- 1) H. Okamura and S. Farghaly : Shear Design of Reinforced Concrete Beams for Static and Moving Loads, Proceedings, JSCE, No. 287, 1979.7

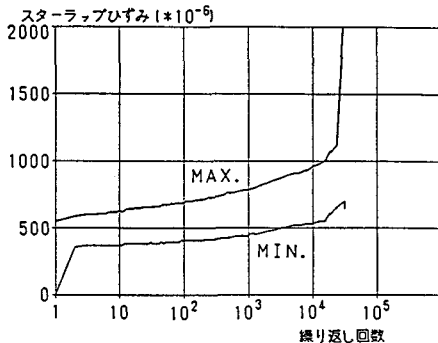


図-5 スターラップひずみの経時変化

表-1 試験体の種類と実験結果

シリーズ名	せん断補強鉄筋の形状及び配筋	コンクリート圧縮強度 f_c' (kgf/cm ²)	静的せん断耐力計算値 V_{ycal} (tonf)	せん断実験結果			
				V_{max} (tonf)	V_r (tonf)	繰り返し回数	$\frac{V_r}{V_{max}}$
A	箱型 D10@28.5 cm	471	18.71	26.9	23.0 (30.0)	8	0.86
					21.5	14579	0.80
B	40φ重ね継手 D10@28.5 cm	428	18.36	29.7	21.5	33397	0.72
					"	4641	"
C	コ型 D10@28.5 cm	443	18.49	26.0	21.5	6673	0.83
					"	799	"
D	OSフープクリップ継手 D10@28.5 cm	443	18.49	31.0	21.5	12022	"
					"	1497	"
E	箱型 D6@12.7 cm	429	17.68	28.3	22.5	14	"
					"	39	"
F	40φ重ね継手 D6@12.7 cm	394	17.40	28.2	21.5	4926	0.80
					22.5	94	0.76
					21.5	8252	0.76
					22.5	627	0.80
						6122	"

注) ・せん断補強鉄筋の強度は、D10で $f_{vy}=3670$ kgf/cm², $f_{wu}=5390$ kgf/cm²

D6で $f_{vy}=3380$ kgf/cm², $f_{wu}=5150$ kgf/cm²

・Aシリーズの $V_r=(30.0\text{tonf})$ の試験体は、63%で14000回、67%で1000回、72%で1000回繰り返した後、残存耐力の確認を行ったものである。

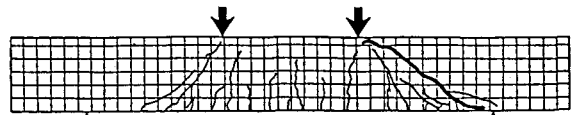
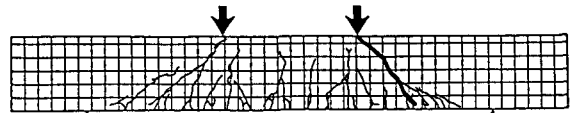
A-1 試験体 ($V_{max}=26.9\text{tonf}$ で静的破壊)D-3 試験体 ($V_r=21.5\text{tonf}$, 1497回で疲労破壊)

図-4 試験体のひびわれ性状

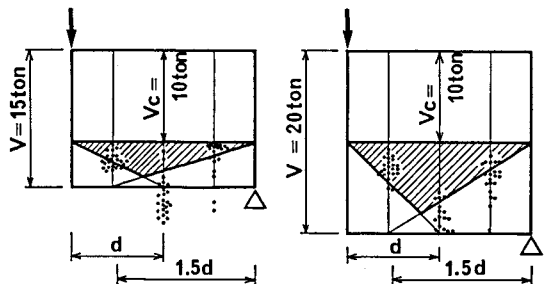
(V_cはコンクリートの分担せん断力)

図-6 せん断力分布