

鉄筋コンクリート梁の水中せん断疲労に及ぼす下限荷重値の影響

Effect of lower Load on Shear Fatigue of RC Beam under Water

室蘭工業大学大学院 ○学生員 安田 健二 (Kenji Yasuda)
室蘭工業大学 正会員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)

1. はじめに

本研究では、せん断補強筋を用いた場合の鉄筋コンクリート梁の水中せん断疲労に及ぼす下限荷重値の影響を明確にするため、鉄筋コンクリート梁の水中せん断疲労試験を行い、せん断疲労耐力、ひずみ変化およびせん断抵抗機構について検討を行った。

2. 試験概要

供試体の形状寸法を図-1 に示す。軸方向鉄筋にはSD295A D19 を2本使用し、鉄筋比は3.47%である。荷重の載荷はせん断スパンを48cm、せん断スパン比を2.91として行った。せん断補強筋にはSD295A D6 を使用し、破壊スパンのせん断補強筋比をシリーズ1では0.53%、シリーズ2では0.79%とした。コンクリートの圧縮強度の平均は33.3N/mm²であった。疲労試験中のひずみの変化を計測するために図-1 および2 に示すようにひずみゲージを貼り付けた。コンクリート側面のC4、C5は主ひずみを求めるためのゲージであるが、ひずみの鉛直方向成分がほぼ0であったため部材軸方向と斜め方向のみとした。疲労試験は水中で行い、載荷荷重は載荷速度が3Hzの正弦波とし、シリーズ1の V_{max} は V_y の35~55%、シリーズ2では34~47%とした。また、シリーズ1の V_{min} は V_y の5.1%および10%、シリーズ2では4.1%および10%に設定した。

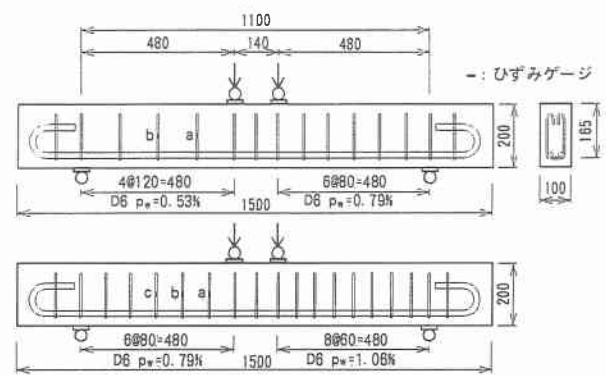


図-1 供試体およびスターラップのゲージ貼り付け位置

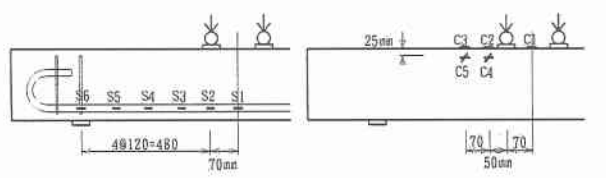


図-2 ゲージ貼り付け位置

3. 試験結果および考察

梁の破壊性状は主に斜めひび割れ部コンクリートの剥離、せん断スパン載荷点近傍のコンクリートの圧壊を伴う、せん断圧縮型の破壊であった。

各シリーズのS-N直線を求めると、シリーズ1では

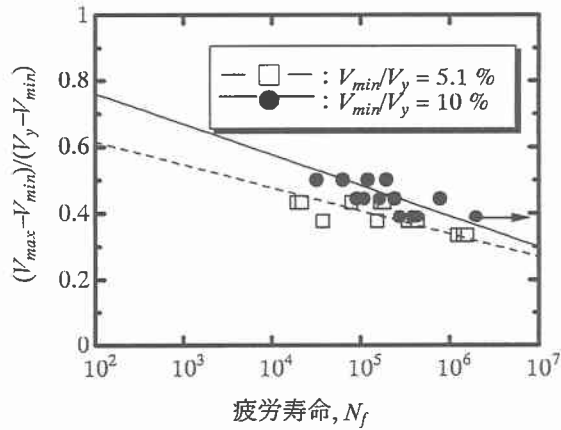


図-3 S-N線図($p_w=0.53\%$)

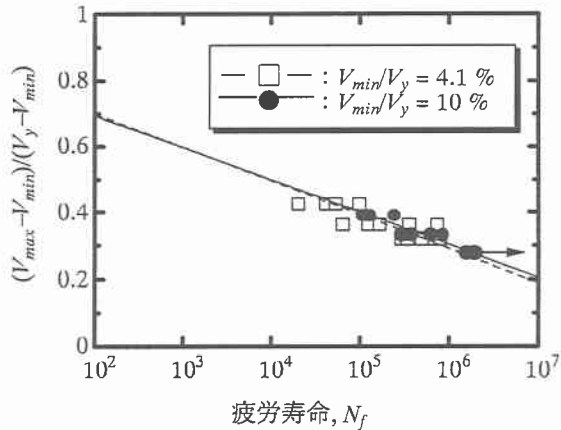


図-4 S-N線図($p_w=0.79\%$)

表-1 S-N回帰式および200万回疲労耐力

p_w (%)	V_{min}/V_y (%)	S-N 回帰式	疲労耐力 (%)
0.53	5.1	$(V_{max}-V_{min})/(V_y-V_{min})=0.7532+0.0690\log N_f$	31.9
	10	$(V_{max}-V_{min})/(V_y-V_{min})=0.9450+0.0921\log N_f$	36.5
0.79	4.1	$(V_{max}-V_{min})/(V_y-V_{min})=0.9014+0.1021\log N_f$	25.8
	10	$(V_{max}-V_{min})/(V_y-V_{min})=0.8889+0.0975\log N_f$	27.4

図-3、シリーズ2では図-4のようになる。また、S-N回帰直線式および200万回せん断疲労耐力を併せて表-1に示す。S-N直線を比較すると、シリーズ1では、下限荷重値が小さいほど傾きが若干緩やかになっている。シリーズ2では、2つの直線がほぼ一致する結果となっている。200万回せん断疲労耐力は、シリーズ1において、 V_{min} が5.1%のとき31.9%、 V_{min} が10%のとき36.5%となっており、下限荷重値が大きいほど200万回せん断疲労耐力は大きくなっている。シリーズ2では、 V_{min} が4.1%のとき25.8%、 V_{min} が10%のとき27.4%となっており、ほぼ等しくなっている。

シリーズ1の V_{max} が V_y の52%、破壊回数が60,052回の場合における、最大せん断力作用時のひずみ変化を図-5~7に示す。図-5の軸方向鉄筋のひずみにおいて、S1およびS2は初載荷時から破壊時までひずみの変化はあまり見られない。S3、S4およびS5は初載荷時より徐々に増加し、S3は5万回載荷程度からS1およびS2とほぼ等しくなっている。S4およびS5は2万回載荷程度から大きく増加している。これらのひずみ増加は付着力が低下したためと考えられる。図-6のスターラップのひずみでは、載荷初期に大きく増加し、その後は徐々に増加している。4万回載荷程度から減少しているが、これは軸方向鉄筋のS4あるいはS5のひずみが大きく増加するのとはほぼ同時である。図-7のコンクリートのひずみでは、2万回載荷程度から上縁の圧縮ひずみが減少するのに対し、側面の圧縮ひずみは増加している。これらのコンクリートひずみが急変する載荷回数はS3のひずみがS1およびS2とほぼ等しくなり、S4およびS5が大きく増加する回数とほぼ等しい。次に、軸方向鉄筋のひずみ分布を図-8に示す。破線は計算上のひずみ分布である。初載荷時のひずみ分布は計算上のひずみ分布とほぼ等しくなっている。初載荷時におけるひずみ分布の傾きから判断すると、せん断スパン全域で、ほぼビーム作用によりせん断力に抵抗する状態であるといえる。1千回および1万回載荷時の24~48cm区間ではビーム作用とアーチ作用により、4万回載荷時に同区間でほぼアーチ作用によってのみせん断力に抵抗する状態に変化している。また、破壊直前にはせん断スパン全域で中央部のひずみと同程度のひずみ値となり、アーチ作用によってのみせん断力に抵抗する状態になっている。このことから、荷重の繰返しに伴い、ビーム作用からアーチ作用によりせん断力に抵抗する状態へと変化していくといえる。

4. まとめ

- 1) 梁の破壊性状は、斜めひび割れの発生とともに、載荷点近傍のコンクリートに圧壊が見られる。
- 2) 下限荷重値やせん断補強筋量を変えるとせん断疲労耐力も変化する。シリーズ1の梁においては、下限荷重値が大きいほどせん断疲労耐力も大きくなっており、シリーズ2の梁においては、ほぼ等しくなっている。
- 3) 荷重載荷初期においては、せん断スパン全域でほぼビーム作用によりせん断力に抵抗している状態であるが、破壊時にはアーチ作用によりせん断力に抵抗する状態へと変化する。

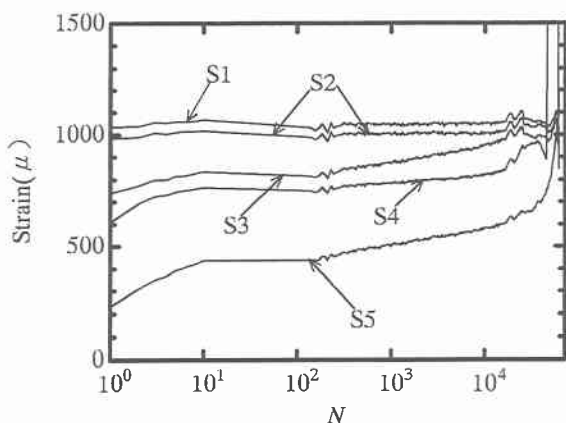


図-5 軸方向鉄筋のひずみ変化

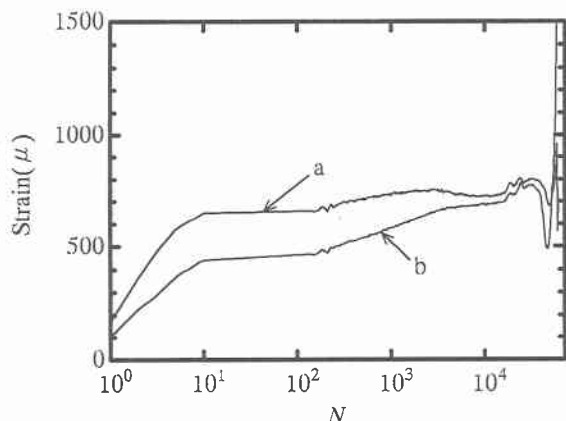


図-6 スターラップのひずみ変化

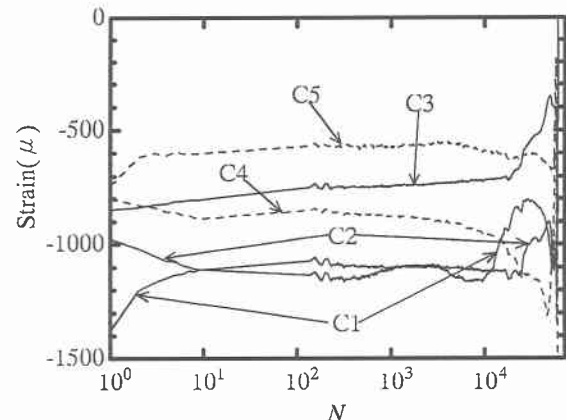


図-7 コンクリートのひずみ変化

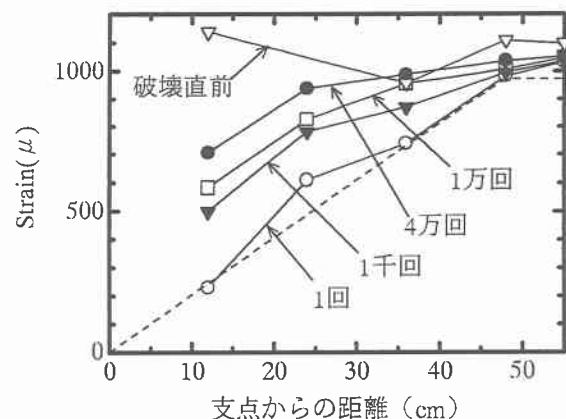


図-8 軸方向鉄筋のひずみ分布