

# 鉄筋コンクリート梁の水中せん断疲労耐力およびせん断抵抗機構について

室蘭工業大学大学院 学生員 安田 健二  
室蘭工業大学 正会員 菅田 紀之

## 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特性を明確にするため、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  $34.9\text{N/mm}^2$  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 35~52%、シリーズ 2 では 34~47% とした。また、 $V_{min}$  は  $V_y$  の 5% に設定した。

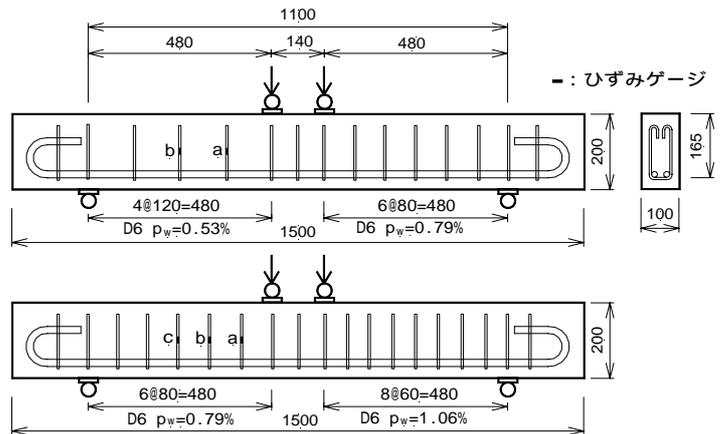


図 - 1 供試体およびスターラップのゲージ貼り付け位置

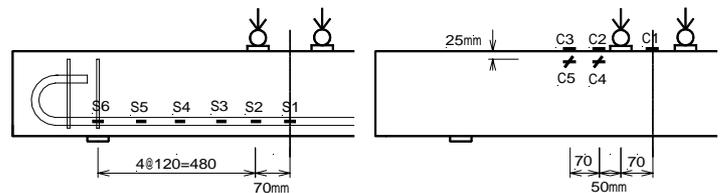


図 - 2 ゲージ貼り付け位置

## 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 直線を求めると図 - 3 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過去のデータ 1) と併せて表 - 1 に示す。本結果の S - N 直線を比較すると、せん断補強筋比  $p_w$  が大きいほど傾きが緩やかになっており、長寿命域では 0.79% の梁のせん断疲労耐力が大きくなり、短寿命域では 0.53% の梁のせん断疲労耐力が大きくなっている。これは文献 1) の結果とは性質を異にしている。 $V_{min}$  が 5% の場合における 200 万回せん断疲労耐力は、 $p_w$  が 0.53% のときに 19.8%、0.79% のときに 30.2% である。 $V_{min}$  が 10% の場合には、 $p_w$  が 0.53% のときに 36.5%、0.79% のときに 27.4% となっている。

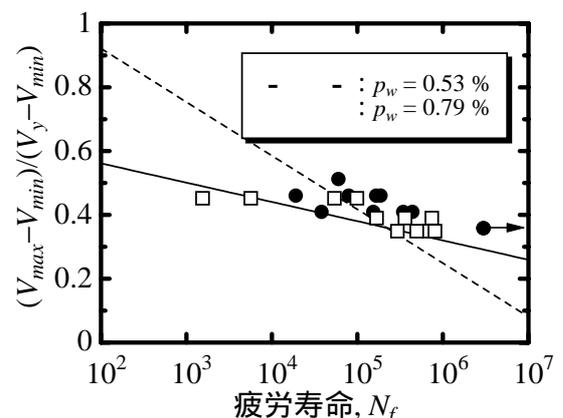


図 - 3 S - N 線図

シリーズ 1 の  $V_{max}$  が 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 - 4

~6 に示す。図 - 4 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 - 5 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 - 6 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 - 7 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で求めた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、せん断スパン全域において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、荷重の繰り返しに伴い、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部コンクリートの剥離、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る。
- 2) 作用最小せん断力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。
- 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。

#### 4. まとめ

- 1) 梁の破壊性状は斜めひび割れ部コンクリートの剥離、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る。
- 2) 作用最小せん断力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。
- 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。

#### 参考文献

- 1) 菅田紀之：水中における RC はりのせん断疲労耐力に及ぼすスターラップの補強効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，2000．

表 - 1 S - N 回帰式および 200 万回疲労耐力

$V_{min}/V_y$ (%)	$p_w$ (%)	S - N 回帰式	疲労耐力 (%)
5%	0.53	$(V_{max}-V_{min})/(1-V_{min})=1.2581-0.1682\log N_f$	19.8
	0.79	$(V_{max}-V_{min})/(1-V_{min})=0.6822-0.0604\log N_f$	30.2
10%	0.53	$(V_{max}-V_{min})/(1-V_{min})=0.9450-0.0921\log N_f$	36.5
	0.79	$(V_{max}-V_{min})/(1-V_{min})=0.8889-0.0975\log N_f$	27.4

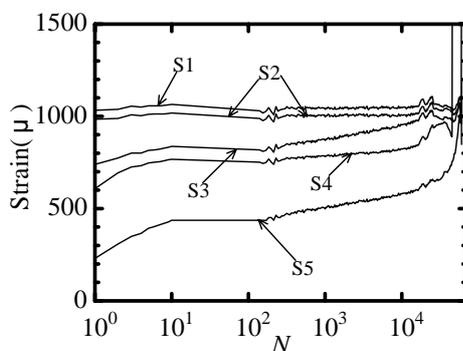


図 - 4 軸方向鉄筋のひずみ変化

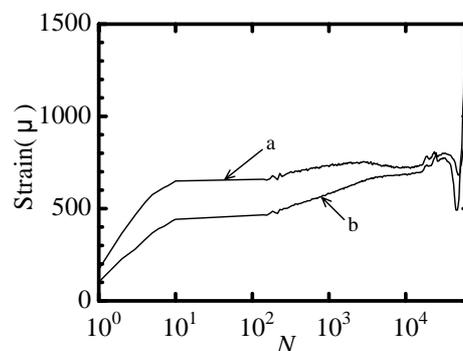


図 - 5 スターラップのひずみ変化

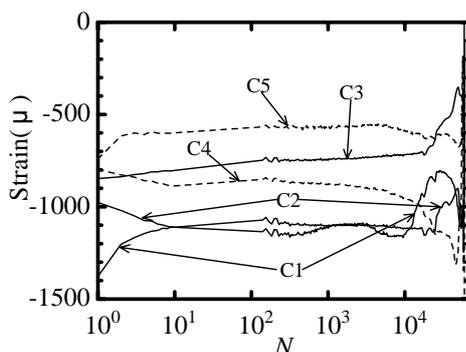


図 - 6 コンクリートのひずみ変化

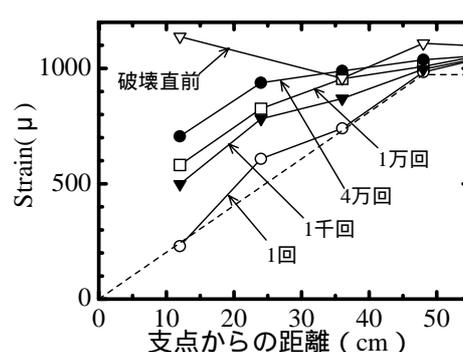


図 - 7 軸方向鉄筋のひずみ分布