

大阪市立大学工学部 学生員 ○仙波 歩
 大阪市立大学大学院工学研究科 学生員 上田 真彦
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 角掛 久雄
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 鬼頭 宏明

1. はじめに

著者らはコンクリートひび割れ中への液体の侵入と疲労荷重に着目し、せん断補強筋の無いRC梁に対して曲げ・せん断の疲労荷重実験を行ってきた¹⁾²⁾。その結果、疲労性状に対して液体による影響が大きく、さらに、曲げ降伏先行型の供試体の場合、液中では荷重速度の違いにより疲労寿命が異なり、荷重速度が遅い方が疲労寿命が短くなることを示した。構造物によって繰り返し受ける荷重の速度は様々であるが、荷重速度と疲労強度に関する研究は少なく、その関係性について明確にするには至っていない。そこで、せん断破壊型RC梁に対して荷重速度による影響を検討するため、既研究²⁾において荷重速度による影響の大きい水中環境下での疲労荷重実験をせん断破壊型RC梁を対象に行う。その上で、荷重速度の違いが疲労寿命や破壊性状に及ぼす影響について比較・検討する。

2. 実験概要

供試体は、既研究¹⁾と同様、矩形断面に引張鉄筋D13を2本配筋したもので、単純なせん断破壊型となるように、コンクリート標準示方書に基づき耐力比(曲げ耐力/せん断耐力)を1.7に設計している。計測点及び供試体の詳細を図-1に示す。供試体の養生は早強セメントを使用したため、コンクリート打設翌日に脱型し、室内温度20℃の養生室にて散水養生を28日間行った。その後も同条件下の養生室にて気中で養生する。試験体の材料特性を表-1に示す。荷重方法はせん断スパン300mmの3点曲げとする。実験変数としては、荷重速度による違いを検討するため、荷重速度を

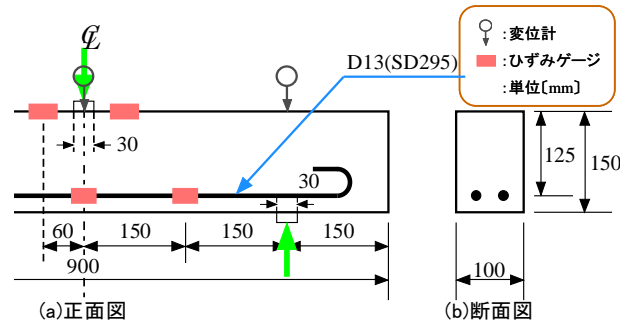


図-1 供試体詳細

表-1 材料特性

コンクリート(24-12-15)			鉄筋(D13(SD295A))	
圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)
23.3	15.1	0.18	204	351

5Hz, 2Hzの2パターンとした。荷重振幅幅については、静的荷重実験より得られたせん断終局荷重 P_s を基準にして、 $0.1P_s \sim 0.7P_s$ で実施した。ただし、上限荷重比 $0.7P_s$ では疲労寿命が短く、荷重速度による影響が確認出来なかったため、上限荷重比 $0.6P_s$ でも同様に疲労荷重実験を行った。疲労荷重実験は電気油圧サーボ式の疲労実験機(容量250kN)を用いて行った。なお、液体は支持点間において試験時のみの部分的な浸漬としている。

3. 疲労荷重実験結果

3.1 S-N 曲線

実験結果一覧を表-2に、S-N曲線を図-2に示す。なお、図-2にはコンクリート標準示方書³⁾のせん断補強筋の無い部材の疲労強度式の値と、文献1)の結果を併せて示す。S-N曲線から今回の実験結果は、コンクリート標準示方書より算定した値付近もしくは算定した値を下回る結果となった。また、文献1)と同条件である上限荷重比70%、荷重速度5Hzの供試体について比較すると、今回の実験結果は疲労寿命が短い傾向を示した。

表-2 実験結果一覧

試験体名	環境条件	荷重比	疲労寿命N(回)	logN
W5Hz-70%-1	水中	$0.1P_s \sim 0.7P_s$	2107	3.32
W5Hz-70%-2			3968	3.60
W2Hz-70%-1			3745	3.57
W2Hz-70%-2			124	2.09
W5Hz-60%-1		$0.1P_s \sim 0.6P_s$	19923	4.30
W5Hz-60%-2			4067	3.61
W2Hz-60%-1			1061	3.03
W2Hz-60%-2			19977	4.30

これは材料試験より得られたコンクリートの弾性係数が小さいことが原因であると考えられる。通常、圧縮強度

24(N/mm²)の普通コンクリートの場合、弾性係数は 25(kN/mm²)程度である。今回の場合、圧縮強度に対し弾性係数が 15.1(kN/mm²)と小さく、軽量骨材コンクリート程度の弾性係数である。このようにコンクリートの弾性係数が小さいことで、供試体の変形が大きくなり、ひび割れ内に液体が入り込みやすくなることで疲労寿命が短くなったと考えられる。

3.2 荷重速度と疲労寿命

荷重速度と疲労寿命の関係を図-3に示す。なお、既研究²⁾の水中環境下における曲げ降伏先行型供試体を用いた場合の結果も併せて示す。曲げ降伏先行型では荷重速度が遅くなるに従い疲労寿命が短くなる傾向が示されているが、今回のせん断破壊型では、荷重速度が 5Hz と 2Hz の場合では、疲労寿命について荷重速度の影響が見られない結果となった。

3.3 ひび割れ進展状況

ひび割れの進展状況を図-4に示す。上限荷重比 70%の供試体について、1000 回目までのひび割れ進展状況を比較すると、荷重速度の遅い 2Hz では斜めひび割れが荷重点付近まで伸びており、5Hz に比べ 2Hz の方が斜めひび割れの進展が早いことが確認出来た。しかし、最終的な疲労寿命については影響が無いという結果となった。一方、上限荷重比 60%の供試体ではひび割れ進展状況について荷重速度による影響は見られなかった。

3.4 最大部材角

最大部材角増分と荷重回数の関係を図-5に示す。上限荷重比 70%の供試体について、100 回程度までで比較すると、荷重速度の遅い 2Hz の方が最大部材角の増加勾配が急になっており、増分が大きくなる傾向が確認出来た。上限荷重比 60%については 1000 回程度で比較すると、若干 2Hz の方が増分が大きくなっているが、上限荷重比 70%ほど明確な影響は見られなかった。

4. 結論

上限荷重比 70%では荷重速度が遅い方が斜めひび割れの進展が早く、初期時において部材角の増分が大きい傾向が確認出来た。しかし疲労寿命については上限荷重比 70%、60%ともに荷重速度の影響は見られなかった。疲労寿命について荷重速度の影響が見られなかった理由として荷重速度の幅が狭いことと、コンクリートの弾性係数が通常より低いことが考えられる。そこで、さらに荷重速度の遅い場合と通常の弾性係数を有する部材で疲労荷重実験を行い検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 角掛久雄, 川満逸雄, 大内一, 鈴木貴大: せん断補強筋のない RC はりの疲労寿命に及ぼす潤滑油の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp.265-270, 2009
- 2) 角掛久雄, 大内一: 浸漬した無補強 RC 梁の疲労寿命に及ぼす荷重速度の影響, 土木学会第 65 回年次学術講演会, V-537, 2010
- 3) 土木学会: 2007 年制定コンクリート標準示方書[設計編], 2007

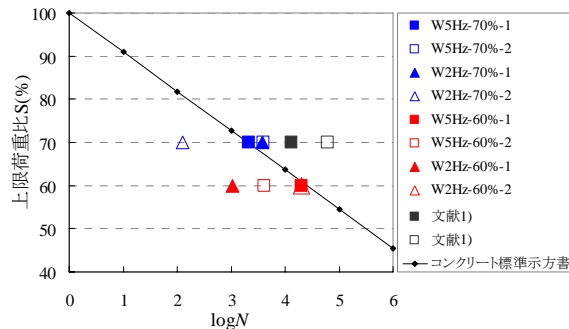


図-2 S-N曲線

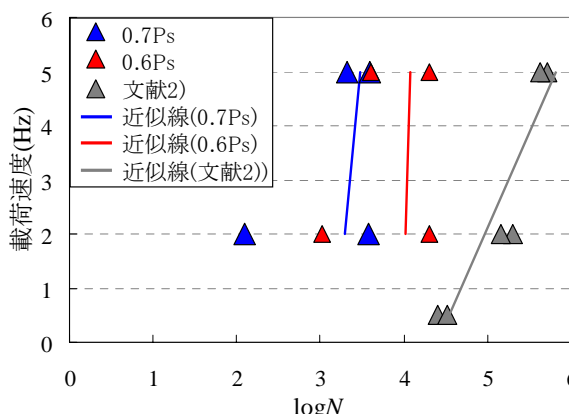


図-3 荷重速度と疲労寿命

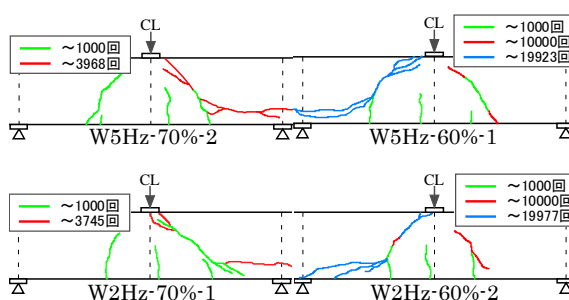


図-4 ひび割れ進展図

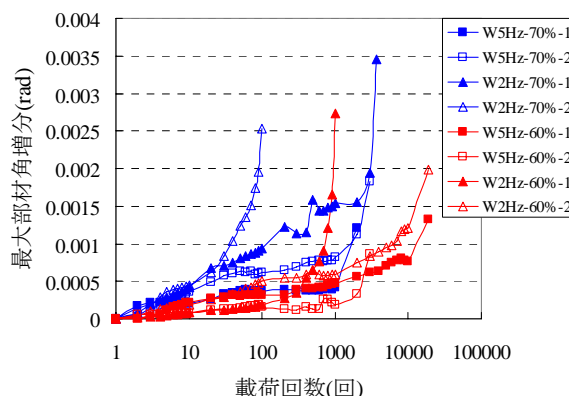


図-5 最大部材角増分と荷重回数