

摂南大学工学部 正会員 平城弘一 住友大阪セメント(株) 正会員○水越睦視
摂南大学工学部 福島智行 住友大阪セメント(株) 正会員 青木真材

1. まえがき

コンクリート構造物の長寿命化を図るための方法の一つとして、RC 部材の引張部に、ひび割れ抵抗性に優れた鋼繊維補強コンクリート(SFRC)を使用することが考えられる。例えば、道路橋 RC 床版への適用を想定した場合、SFRC の引張疲労特性の把握が重要となる。SFRC の曲げ疲労特性については幾つかの研究がなされているが、軸引張疲労特性に関する報告は見られない。

本研究では、SFRC の直接軸引張疲労試験結果と鋼繊維無混入であるプレーンコンクリート(PL)のものとを比較することにより、SFRC の疲労特性を検討することにした。

2. 実験概要

2.1 試験体の種類

試験体の種類とコンクリートの配合を表・1に、使用したコンクリートの強度特性を表・2に示す。試験体は、図・1のような 100×100×410mm の角柱で、中央部の両側面にひび割れを誘発させるため、深さ 15mmの切欠きを設けている。鋼繊維は、寸法 0.5×0.5×30mm の波形せん断品(比重 7.85, 引張強度=736N/mm², ヤング率=206kN/mm²)を使用した。

2.2 試験方法

疲労試験の概要を図・1に示す。疲労試験は、軸引張により、正弦波形の繰返し荷重を載荷速度 5Hz で与え、早強セメントを用いたコンクリートの強度が安定する材齢 14 日以降に行った。疲労試験の荷重は、試験開始時に行った 3 体の静的試験結果から決定した。上限荷重は、平均破壊荷重の 70~90%の範囲で数水準選び、下限荷重は平均破壊荷重の 10%となる一定値とした。ひずみの測定は、所定の回数で疲労試験を中止し、静的荷重により図・1に示す位置に取付けたクリップゲージ、コンクリートゲージを用いて行った。なお、200 万回以上の疲労載荷でも破壊に至らなかった試験体については、後に静的試験を行った。

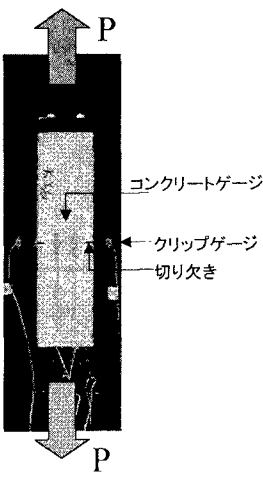


図-1 疲労試験の概要

表-1 試験体の種類と配合

コンクリートの種類	W/ (C+EX) (%)	繊維混入量 (vol. %)	Gmax (mm)
SFRC	45	1.27	13
PL	45	-	13

(*) EX : 膨張材40kg/m³使用

表-2 使用したコンクリートの強度特性

コンクリートの種類	材齢	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング率 (kN/mm ²)	軸引張強度 (N/mm ²)
SFRC	開始時	71.9	35.4	4.7
	終了時	72.6	34.6	—
PL	開始時	58.0	34.6	3.5
	終了時	61.2	35.7	—

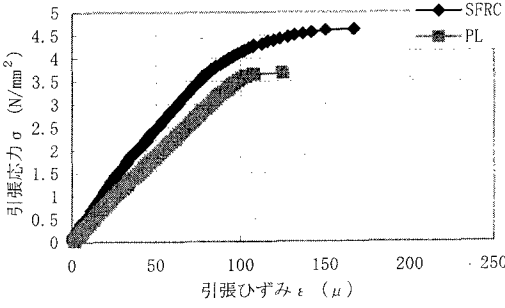


図-2 引張応力と引張ひずみの関係

3. 試験結果および考察

(1) 静的試験の結果

軸引張強度を表-2中に示す。PLの強度は鋼繊維を混入させることによって約1.4倍向上した。図-2に引張応力と引張ひずみの関係を示す。鋼繊維の混入により、弾性域の引張剛性が向上し、100 μ 以上の領域でもPLに比べ優れた引張抵抗性を示した。

(2) 疲労試験の結果

上限応力比(S)と繰返し回数(N)の関係を図-3に示す。SFRCのS-N曲線はPLの下方に位置し、縦軸を上限応力比で表現した場合、直感的に鋼繊維混入による耐疲労性の向上を評価できない。この傾向は、SFRCの曲げ疲労試験結果と同様であり、しかし、実際には上限応力比の基となる静的破壊強度はSFRCの方がPLよりも大きく、縦軸を上限応力(σ)として整理すると図-4のようになる。これより、鋼繊維混入により耐疲労性が大きくなったことがわかる。

(3) 破壊面の観察

静的試験終了後の試験体の破断面から突出している鋼繊維の長さを測定・観察した。繊維長さの合計を総抜け出し量、これを破断面の繊維本数で除した値を平均抜け出し量として、引張強度との関係で図-5に示した。引張強度が大きいほど、総抜け出し量も大きく、より多くの鋼繊維で引張抵抗を分担したと考えられる。平均抜け出し量は鋼繊維長さ30mmに対して5.8~6.5mm程度であり、鋼繊維とコンクリートの付着劣化に加え鋼繊維自身の破断も破壊原因として推察される。今後、疲労試験終了後の試験体についても同様の観察を行い、静的破壊と疲労破壊のメカニズムの違いを検討する必要がある。

4. まとめ

SFRCの軸引張疲労試験を行った結果、SFRCの引張疲労抵抗性は、曲げ疲労の場合と同様に、上限応力比を縦軸に用いたS-N曲線の結果では、

PLに比べて小さく表現され、鋼繊維の混入による向上効果が直感的に確認できない。静的強度の違いを考慮し、上限応力を用いた σ -N関係で表現すると、鋼繊維混入の効果は明確となる。今後、試験体の破断面を観察し、破壊寿命のばらつきの原因および疲労破壊のメカニズムを検討する予定である。

[参考文献]

- 1) 水越陸視、松井繁之、東山浩士、内田美生、SFRCの曲げ疲労ひび割れ進展寿命の評価、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.3、pp.199-204、2000。

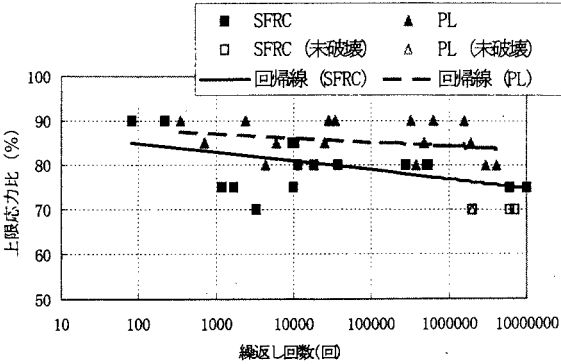


図-3 上限応力比と繰返し回数の関係

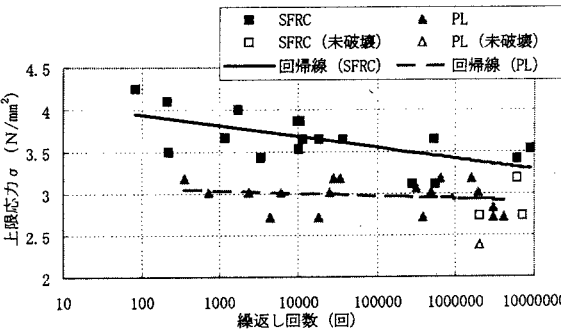


図-4 上限応力と繰返し回数の関係

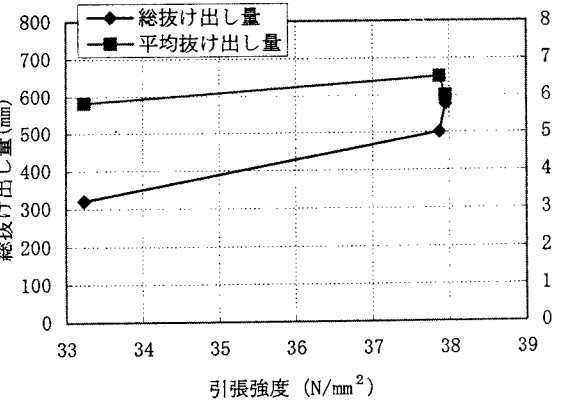


図-5 抜け出し量と引張強度の関係