

短繊維補強コンクリートの曲げ疲労特性に関する基礎検討

(株)クラレ 正会員 ○末森 寿志 小川 敦久

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 関根 悦夫 堀池 高広 高橋 貴蔵

鉄建建設(株) 正会員 松岡 茂 益田 彰久 川又 篤

1. はじめに

近年、短繊維補強コンクリートが土木構造物に適用されつつある。筆者らはこれまでにその基礎性状¹⁾、曲げ寸法効果に関する数値的研究²⁾などを行ってきた。本研究では短繊維補強コンクリートの曲げ疲労特性に関する基礎検討を実施した。なお、本研究は、鉄道総合技術研究所、鉄建建設およびクラレの共同研究として実施したものである。

2. 既往の研究における計算モデル

益田ら³⁾は鋼繊維補強コンクリート(以下、SFRCと略す)の繰返し曲げ試験を行い、引張軟化曲線の検討を行っている。引張軟化曲線が繰返し載荷によって損傷を受けた場合、載荷回数の増大と共に損傷領域が増大するモデルを図-1のように考案している。このモデルでは、損傷を受けた領域でも繊維の架橋効果が存在しているものと考えて、損傷領域では一定の引張応力 s_{ti} が分布するようにし、引張強度 f_t から s_{ti} まではプレーンコンクリートの引張軟化曲線モデルの勾配を持つ直線としている。また、各部材試験結果から式(1)に示す載荷回数 N と損傷応力 s_{ti} の関係を定めている。

$$\frac{s_{ti}}{f_t} = N^{(-0.0271)} \tag{1}$$

ここでは、引張軟化曲線に図-2に示すようなトリリニア型のモデルを採用し、繰返し載荷の影響による載荷回数と損傷応力の関係には式(1)を使用してPVA繊維補強コンクリートへの適用性を検証した。

3. 試験概要

(1) 供試体作製方法

本検討で採用したPVA繊維補強コンクリートの配合を表-1に示す。PVA繊維(直径0.66mm、長さ30mm)は体積比で2.0%混入した、繊維混入後の空

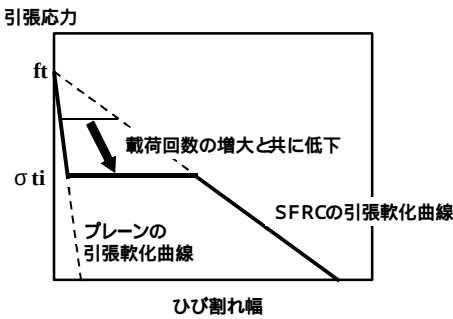


図-1 繰返し載荷を考慮した SFRC の引張軟化曲線のモデル

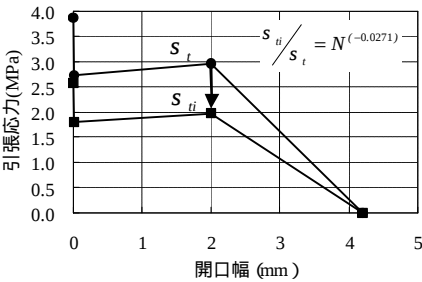


図-2 繰返し載荷の影響による引張軟化曲線の低減方法

表-1 配合

W/C	s/a	単位量(kg/m3)							
(%)	(%)	水	セメント	陸砂	砕砂	碎石	減水剤	AE剤	繊維
47	55	180	383	452	452	750	4.98	0.031	26

気量は1.6%、スランプは7.0cmであった。供試体作製後、20 の水中にて3か月以上の養生を行った。

(2) 試験方法

圧縮強度試験は、直径100mm、高さ200mmの供試体を使用してJIS A 1108に準拠して行った。

直接引張試験については、武田ら⁴⁾の方法によって行った。ひび割れを特定して引張軟化曲線を確認するため、供試体中央4面に深さ10mmの切欠きを設けた。各面にクリップ型変位計を取り付けて変位を測定し、その平均値を開口幅とした。

静的曲げ試験は、JCI-SF4に準拠し、100×100×400mmの供試体でスパン300mmの3等分点曲げに

キーワード 繊維補強コンクリート、疲労、引張軟化曲線

連絡先 〒702-8601 岡山市海岸通1-2-1 株式会社 クラレ TEL:086-262-0117 FAX:086-265-7714

て実施した。曲げ疲労試験は、上記した曲げ試験と同様の方法にて行った。載荷速度は1~3Hzとした。また、静的曲げ試験結果を参考に繰返し荷重を15.7kNで3体、17.2kNで3体、18.6kNで3体、20.0kNで1体行った。

4. 試験結果

(1) 断面におけるモデル構築

実験結果検証のために計算結果から一断面に曲げが作用した場合の数値計算を、圧縮側と引張側のモデルを構築し断面における力の釣り合いからモーメント(荷重)を求めた。圧縮側および引張側の計算モデルを図-3、図-4に示す。圧縮側では実験で得られた圧縮強度 53.1N/mm^2 を基に、圧縮強度のばらつきを考慮し 3σ の上下限も算出した。また、圧縮強度ではコンクリート標準示方書[構造性能照査編]に従った。引張側は直接引張試験を基に構築した。引張強度についてはコンクリート標準示方書[構造性能照査編]に示される圧縮強度との関係から算出して、圧縮強度の 3σ のばらつきを引張側にも導入した。

(2) 静的曲げ試験および曲げ疲労試験結果

静的曲げ試験結果および上記計算モデルにより断面力の釣り合い計算から求めた曲げ荷重 - ひび割れ幅曲線を図-5に示す。最大曲げ荷重に関しては、およそ計算値と適合する結果となったため、計算モデルの妥当性が伺える。最大荷重時の変位量に関しては、実験結果の方が大きくなった。これは、計算では1つのひび割れを対象としているのに対し、実験では複数のひび割れが発生したためと考えられる。

曲げ疲労試験結果を図-6に示す。全ての曲げ疲労試験結果は、圧縮強度のばらつきを考慮した上限および下限の範囲に入っており、更に平均線と高い相関性があることがわかる。

5. まとめ

PVA 繊維補強コンクリートでもSFRCにおける繰返し載荷を受ける引張軟化曲線の低減係数が適用可能であることが確認できた。

参考文献

- 1) 保城秀樹, 堀越哲郎, 関根悦夫, 桃谷尚嗣, 川又篤, 松岡茂: 繊維補強セメント系複合材料に関する基礎的研究(その2), 土木学会年次学術講演会後援概要集, pp631-632, 2005.9
- 2) 川又篤, 松岡茂, 保城秀樹, 小川敦久, 堀池高広,

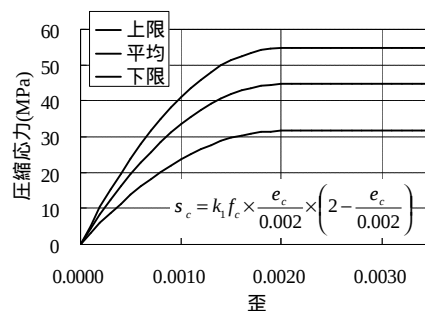


図-3 圧縮側モデル

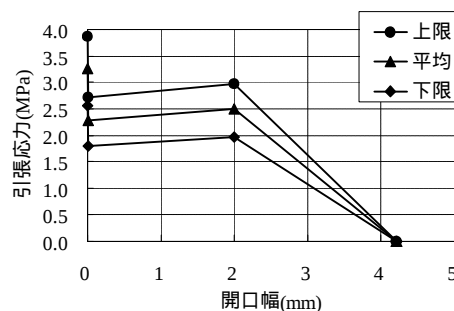


図-4 引張軟化曲線モデル

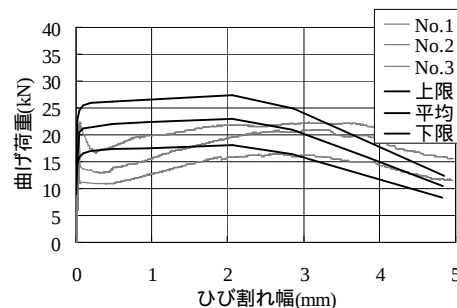


図-5 曲げ試験および計算結果

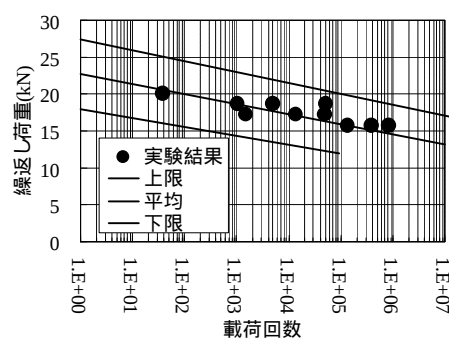


図-6 曲げ疲労試験および計算結果

高橋貴藏: 繊維補強コンクリートの曲げ寸法効果に関する数値解析的研究, 土木学会年次学術講演会後援概要集, pp.657-658, 2006.9

3) 益田彰久, 小澤一雅, 松岡茂: コンクリート部材の曲げ疲労破壊に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.2, pp.955-960, 2002

4) 武田康司, 松岡茂, 松尾庄二: SFRCの曲げ試験における引張軟化曲線の推定, コンクリート年次論文報告集, Vol.19, No.2, pp.1509-1514, 1997