

鋼繊維補強コンクリートの繰り返し載荷試験

鉄建建設（株）技術研究所 正会員 益田彰久
同 上 正会員 松岡 茂

1. はじめに

コンクリート部材にひび割れ発生以上の荷重が繰り返し作用すると、ひび割れ先端が繰り返し載荷によって損傷を受ける¹⁾ためひび割れが進展し、最終的に破壊へ至るものと考えられる。よってひび割れ面の引張応力伝達性能がプレーンコンクリートに比べ大きい鋼繊維補強コンクリート（SFRC）は優れた疲労破壊性能を持つことが予想される。そこでその有効性を確認するために曲げひび割れを発生させたSFRCに対し行った繰り返し載荷試験について報告する。

2. 試験概要

供試体は設計基準強度 30N/mm^2 の補強鉄筋を配しないSFRCであり、鋼繊維は長さ 30mm （アスペクト比 50）で表面にインデント加工したものを使用、混入率は体積百分率で 1.0%とした。

供試体寸法は $500 \times 500 \times 2500$ とし、繰り返し載荷以外に静的な破壊性状を確認するため静的載荷も行った。載荷方法は図 - 1 に示すように 500tf 反力フレームに取り付けた 100tf ジャッキシステムを用いた。計測については供試体の変形挙動を把握するため、供試体中央・載荷点・支承点計 5 箇所の断面中央高におけるたわみを測定した。また純曲げスパン内に発生するひび割れの開口幅を測定するために載荷点間の相対変位を測ることとし、供試体底面にも変位計を設置した。繰り返し数の増加による計測機の耐久性に懸念があり、さらに繰り返し載荷速度 1Hz に対し約 50Hz で計測を行ったため、変位計には非接触型のレーザー変位計を用いた。

またこの他に圧縮強度試験並びに引張軟化曲線を得るために $100 \times 100 \times 400$ の供試体を用いた直接引張試験、 $150 \times 150 \times 530$ の供試体を用いた曲げ試験を行った。

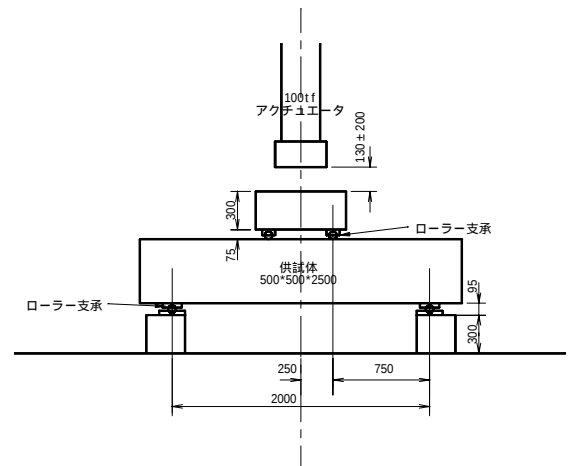


図 - 1 載荷装置

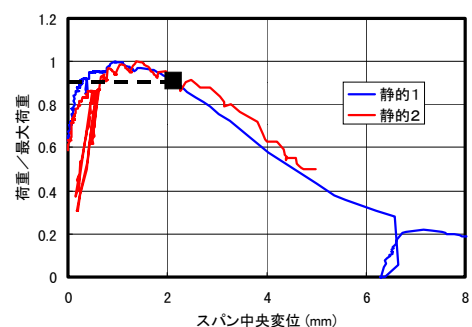


図 - 2 静的載荷試験結果

3. 試験結果

図 - 2 に静的載荷における荷重 - 変位関係を示す。本実験の載荷方法は2点載荷であるため、ひび割れは載荷点間の任意の位置に発生し、よって供試体の変位量はひび割れ発生位置の影響を受ける可能性がある。開口変位についてもひび割れが複数発生しその一部が変位測点間から外れると適正な値を測定することができない。以上のことから横軸の変位として供試体のスパン中央変位を用いることとし、この値はひび割れ発生位置の影響を受けない載荷点変位より算出することとした²⁾。また加力初期段階では供試体と治具の馴染み等で測定値が不安定になる現象が認められたため、ひび割れ断面の応力釣合計算から求めたひび割れ発生時点の変位量が0となるよう換算した。また静的載荷で得られた最大荷重値は個体間の差が大きかったため、縦軸には最大荷重値で無次元化した値を使用した。

キーワード：鋼繊維補強コンクリート，繰り返し載荷、疲労破壊

連絡先：鉄建建設（株）技術研究所，〒286-0825 成田市新泉 9-1 TEL 0476(36)2355 FAX 0476(36)2380

繰り返し載荷の試験荷重は次のようにして決定した。まず目標値として荷重レベル（荷重／最大荷重）を定めた。静的載荷試験結果よりその荷重レベルに対応するスパン中央変位が求まる。繰り返し載荷を開始する前に行う単調載荷時はこのスパン中央変位値まで変位制御により慎重に載荷し、このときの荷重値を繰り返し載荷の最大荷重値とした。表 - 1 中の試験荷重値は計測結果から得られた極大値すべてを平均したものであり、スパン中央変位・荷重レベル値はこの試験荷重値を静的載荷試験結果に当てはめて求めたものである。

繰り返し載荷試験結果として、載荷回数と荷重レベルとの関係を図 - 3 に示す。同図には鉄道総研で実施されたプレーンコンクリートの曲げ疲労試験結果（供試体断面 200×200）も示すが、試験結果の近似線からは同じ荷重レベルであれば S F R C の方がプレーンコンクリートより疲労破壊に対し有利なことがわかる。

また図 - 4 に載荷回数とスパン中央変位値の関係を示す。なお変位量はひび割れの影響に着目するため載荷回数 1 回の時を 0 となるよう調整した。同図によるといずれも破壊直前に急激な変位増加を示している。また図 - 2 および図 - 4 中に示す ■ 点は静的載荷のピーク以後における試験荷重レベルに対する点であるが、この変位量を超えると供試体は急速に破壊へ向かうことが認められ、よってこの変位量は疲労破壊を判定する目安になると考えられる。

4. まとめ

以上のように、S F R C はプレーンコンクリートに比べ優れた疲労破壊特性があることが確認できた。ただし今回の報告では断面寸法の差による影響を考慮していないため、この点については今後検証していく必要がある。また現段階の繰り返し載荷試験は 3 体実施しているのみで試料不足である。荷重レベルの空白部分を埋める、再現性を確認するなど試料数を増やしていかねばならないと考えている。

なお、この研究は文部科学省革新的技術開発研究推進費補助金（研究課題「高性能コンクリートを用いた次世代建設システムに関する研究」研究代表者：東京大学助教授小澤一雅）を受けて実施されているものである。

【参考文献】

- 1) Reinhardt, H. W., Cornelissen, H. A. W. and Hordijk, D. A., "Tensile tests and failure analysis of concrete", J. Structural Eng., ASCE, 1986
- 2) 益田 彰久、松岡 茂、柳 博文、松尾 庄二：鋼繊維補強コンクリート品質管理についての一考察，土木学会第 55 回年次学術講演会，-321，2000。
- 3) 小島 芳之、岡野 法之、齋藤 貴、村田 一郎、木村 元哉：トンネル覆工を想定した無筋コンクリートの疲労特性に関する実験的研究，土木学会トンネル工学研究論文・報告集，第 10 巻，2000。

表 - 1 繰り返し載荷試験結果

載荷回数	試験荷重 (kN)	スパン中央変位 (mm)	荷重レベル
250000以上	231	0.0870	0.7159
11306	273	0.2625	0.8690
2648	405	0.4325	0.9069
816	365	0.5208	0.9078

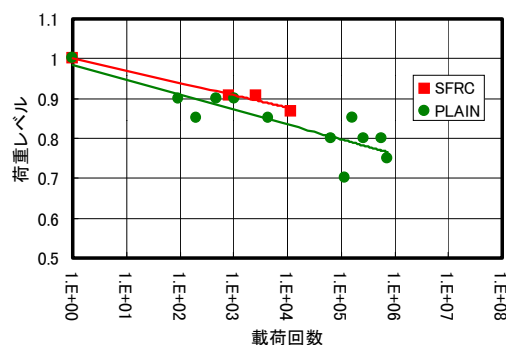


図 - 3 繰り返し載荷試験結果

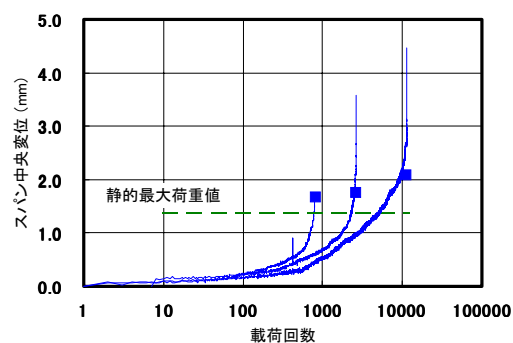


図 - 4 載荷回数と変位の関係