

鋼繊維補強コンクリートの曲げひび割れ性状に関する実験的研究

オリエンタル建設㈱ 正会員 ○阿部 浩幸

日本道路公団 非会員 大城 壮司

オリエンタル建設㈱ 正会員 余 国雄 正会員 武知 勉

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート (SFRC ; Steel Fiber Reinforced Concrete) の特徴は、引張、曲げ、靱性、耐衝撃、耐疲労などの性状が向上するとともに、ひび割れ抵抗性に優れていることである。前者の特性を利用し、トンネルや法面の吹付け、道路や空港の舗装などに数多く適用されている。SFRC を鉄筋コンクリート部材に適用する場合、SFRC のひび割れ抵抗性を定量的に評価し、ひび割れ幅を制御することで更なる有効性が見出されることが考えられる。普通コンクリートに比べて SFRC が、ひび割れ幅の制御に効果があるということはすでに報告されている¹⁾²⁾。しかし、ひび割れ幅、ひび割れ間隔および鉄筋応力に関する報告は少なく、ひび割れ抵抗性を明確に論じるまでには至っていない。そこで本研究では、SFRC と普通コンクリートのはり試験体を用いた曲げ載荷試験を行い、ひび割れ性状の比較を行った。ここに、その結果を報告する。

2. 実験概要

図-1 に供試体寸法と配筋図を示す。実験パラメータとして、コンクリートの種別で SFRC と普通コンクリート (以下 RC と呼ぶ)、および引張鉄筋比で No.1, 2, 3 をそれぞれ 0.38%, 0.68%, 1.35% とした。等曲げモーメント区間は、せん断鉄筋を配置せずに軸方向鉄筋のみの配置とした。SFRC は、鋼繊維として長さ 30mm、公称径 0.6mm (アスペクト比 50) のものを容積比率 1% でコンクリートに混入した。コンクリートは、SFRC および RC とともに同じ W/C=50% で、細骨材率はそれぞれ 50.5% および 44% と異なる配合のものを使用した。それぞれの載荷試験は、材齢 28 日以降に行われ、実験時平均強度を表-1 に示す。引張鉄筋は、平均降伏強度 385N/mm²、平均弾性係数 184kN/mm² のものを使用した。

実験は、多くのひび割れを観察するために等曲げ区間を 1500mm とする単純曲げ載荷とし、破壊までの単調載荷を行った。等曲げ区間の引張鉄筋下段高さの位置に 15 個の π ゲージを並列に配置し、その計測値よりひび割れ幅と平均鉄筋ひずみを求めた。支間中央の 320mm 区間において、ひび割れ位置鉄筋ひずみの計測を行った。ゲージは、鉄筋の付着性状を妨げないように鉄筋縦リブに幅および深さ 2mm の溝を設け、20mm 間隔で貼付した (図-1 参照)。

表-1 コンクリート強度試験結果および条件

最大骨材寸法	20mm	
スチールファイバー	タフグリップTYPE30/.60CX	
繊維混入率	1.0% (容積百分率) = 80kg/m ³	
種 別	SFRC	RC
圧縮強度(N/mm ²)	47.2	55.3
弾性係数(kN/mm ²)	29.5	33.2
引張強度(N/mm ²)	4.87	3.64

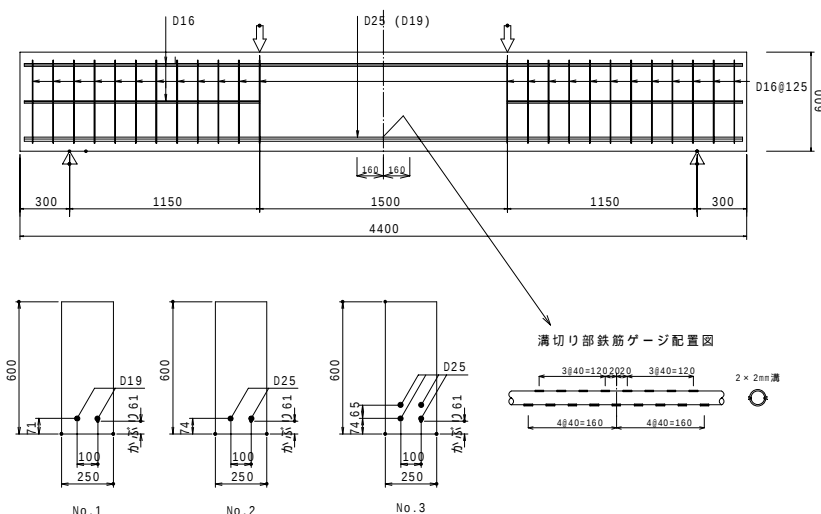


図-1 試験体形状と載荷方法

キーワード 鋼繊維補強コンクリート、ひび割れ幅、ひび割れ間隔、鉄筋ひずみ

連絡先 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘5 オリエンタル建設㈱技術研究所 TEL 0285-83-7921

3. 実験結果と考察

表-2 は等曲げ区間に発生した SFRC と RC のひび割れ本数と最大ひび割れ間隔を示す。この結果は、ひび割れの発生が定常状態となる荷重での値である。各供試体ともひび割れ本数は、SFRCの方がRCに比べ多くことがわかる。このことから、平均ひび割れ間隔もRCに比べSFRCの方が小さいと言える。図-2 に荷重と平均ひび割れ幅の関係を示す。ここに示す平均ひび割れ幅は、 π ゲージにて計測された値の内、ひび割れ発生位置に設置されたゲージの計測値を平均したものである。この図より、同じ荷重でのひび割れ幅は各供試体ともSFRCの方がRCに比べ小さいことがわかる。これは、鋼繊維補強効果によりひび割れ幅が抑えられたこと、また、ひび割れ間隔が小さくなったことによるものと考えられる。図-3 に荷重と最大鉄筋ひずみの関係を示す。前述したように、ひび割れ位置の鉄筋ひずみもまた、各供試体ともSFRCはRCに比べ小さい結果を示した。このことから、鋼繊維の補強効果はひび割れ位置の鉄筋ひずみを抑える働きをすると判断される。今回の実験範囲では、鋼繊維の補強効果がほぼ同様に確認された。

図-4 に平均鉄筋ひずみと平均ひび割れ幅の関係を示す。平均鉄筋ひずみは、すべての π ゲージ計測値の合計を等曲げ区間長 $L=1500\text{mm}$ で除した結果である。この図より、SFRCの平均鉄筋ひずみと平均ひび割れ幅の関係は、RCの関係と同様にほぼ比例関係にあることがわかる。また、各供試体ともにRCに比べSFRCの方が、同じ鉄筋ひずみに対するひび割れ幅が小さい結果を示している。これは、ひび割れ部分に存在する鋼繊維が引張力を負担しているためと考えられる。これらのことより、現行の設計手法であるひび割れ幅を制限する方法で設計を行う場合、SFRC構造とすることでより大きな鉄筋応力まで使用することができると考えられる。

4. まとめ

今回の実験より、普通コンクリートに比べ鋼繊維補強コンクリートは、ひび割れ幅、ひび割れ間隔およびひび割れ位置の鉄筋ひずみを抑える効果があることが確認された。また、平均鉄筋ひずみと平均ひび割れ幅の関係は、普通コンクリート同様に鋼繊維補強コンクリートにおいても比例関係にあることが確認された。

参考文献

- (1) 小林一輔，趙力采：鋼繊維補強コンクリートのひびわれ拘束性能の試験方法，土木学会論文報告集，No.300，1980．7
- (2) 穴戸薫，関口幹夫：鋼繊維補強コンクリートのひびわれ分散について，都土木技研年報，1978

表-2 ひび割れ本数と最大ひび割れ間隔

供試体名	計測時 荷重 (kN)	ひび割れ本数 (本)	
		SFRC	RC
No.1	200	9	7
No.2	300	8	6
No.3	500	10	8

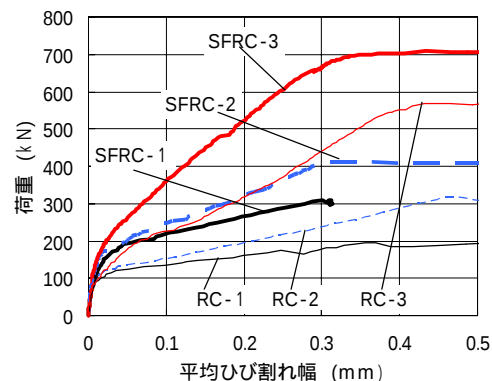


図-2 荷重と平均ひび割れ幅

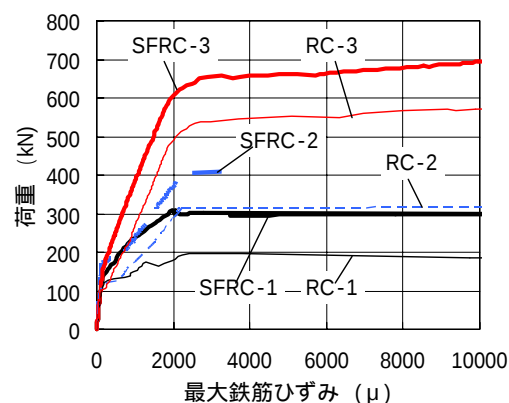


図-3 荷重と最大鉄筋ひずみ

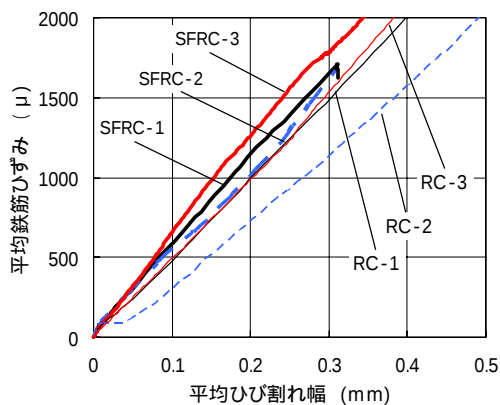


図-4 平均鉄筋ひずみと平均ひび割れ幅