

鋼繊維補強 RC はりのせん断耐力に関する基礎的研究

長崎大学 学生会員 ○ 西田 博詞

長崎大学 正会員 松田 浩

長崎大学 非会員 山下 務

長崎大学大学院 学生会員 Timothy NYOMBOI

長崎大学大学院 学生会員 大原 智裕

長崎大学大学院 学生会員 平山 龍

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリートは、コンクリートに鋼繊維を混入することによってじん性を高めた複合材料である。その力学的特徴として、ひび割れ発生後も引張力を受け持つことや、鋼繊維がひび割れ幅を低減することが挙げられ、それらによってせん断耐力が上昇することは定性的にはわかっているが、まだ定量的には明らかにされていない。

本研究は、まず鋼繊維を混入した円柱供試体を作製し、材料試験を行った。その後、鋼繊維を混入した RC はりを作製し、載荷実験を実施し、ひび割れ幅、曲げ及びせん断耐力などの特性に関して検討し、せん断補強材としての効果を明らかにすることを目的としている。また、試験中は光学的手法である電子スペckルパターン干渉法(以下 ESPI)を用いて非接触全視野ひずみ計測を実施し、その有用性についても検討した。

2. 材料試験

2.1 試験概要

本試験では、鋼繊維の混入率を 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% とした円柱供試体を各 6 体ずつ作製し、圧縮試験・引張(割裂)試験を各 3 体ずつ行い、圧縮強度・引張強度について検討した。また、同時に 100×100×400mm の RC はりを作成し、曲げ強度についても検討を行った。供試体作製には普通ポルドランドセメントを使用し、鋼繊維は長さ 30mm、直径 0.62mm のものを使用した。配合表を表-1 に示す。

表-1 配合表 単位: kg/m³

鋼繊維	(混入率)	セメント	細骨材	粗骨材	水	AE 剤
0.0	0.0%	377.3	712.0	937.7	170.7	3.0
39.3	0.5%	377.3	706.5	930.4	170.7	3.0
78.5	1.0%	377.3	706.9	923.0	170.7	3.0
117.8	1.5%	377.3	695.3	925.7	170.7	3.0

W/C=45%

2.2 試験結果

圧縮・引張強度、及び曲げ強度を表-2 に示す。圧縮強度は鋼繊維混入率に関わらずほとんど変化しないが、引張強度・曲げ強度は混入率が増えるにつれ、強度が

高くなることがわかる。

図-1 は割裂引張試験における荷重-ひずみ曲線である。鋼繊維混入率 0% の供試体では、脆性的な破壊が生じ、荷重が急激に低下しているが、他の供試体では鋼繊維混入率が増加すると降伏荷重も大きくなり、破壊に至るまでの変形能が大きく、粘り強く破壊している。

表-2 圧縮・引張・曲げ強度 (N/mm²)

鋼繊維	圧縮強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	曲げ強度 N/mm ²	弾性係数 N/mm ²	ポアソン比
0%	39.7	4	4.3	34210	0.183
0.5%	46.2	4.4	5.4	53965	0.194
1.0%	42.4	4.6	5.6	57449	0.202
1.5%	42.1	5.3	6.7	60641	0.19

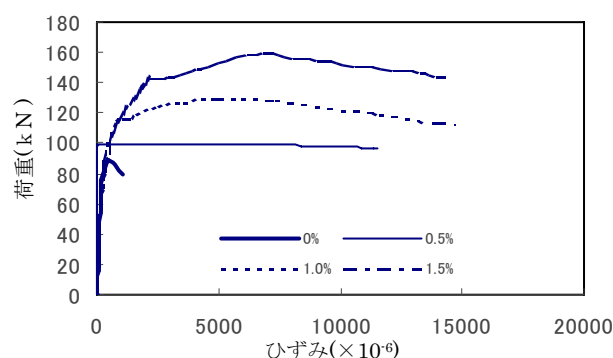


図-1 荷重-ひずみ曲線

3. 鋼繊維 RC はりの載荷試験

3.1 試験概要

鋼繊維の混入量を変化させた RC はりを作製し、載荷試験を行った。試験風景を図-2 に示す。試験体表面を ESPI により、裏面には変位計とひずみゲージを貼付して計測し、ESPI による非接触全視野計測のひずみ計測の適応の可能性について検討すると同時に、主ひずみ、せん断ひずみの全視野ひずみ計測を実施した。



図-2 試験風景

3.2 試験体概要

試験体寸法を図-3 に示す。配合には普通ポルドランドセメントを使用し、鋼繊維混入率を 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%と変化させる。鉄筋には D6 を使用して引張側に 2 本配置する。試験体は有効高さを $d=82\text{mm}$ とした。

3.3 試験結果

変位計による試験結果を図-4 に示す。鋼繊維の混入量 0% の終局荷重時において、混入量が増加するにつれて、スパン中央部のたわみが低減されていることがわかる。これより、鋼繊維を混入することにより、ひび割れ幅の低減につながることを確認できた。ESPI の適用性を検討するにあたり、ひずみゲージにより得られた試験結果及び ESPI により得られた試験結果を図-5 に示す。ESPI の計測値は、ひずみゲージにより得られた値とほぼ同じ結果である。

せん断スパン比 $a/d=1.0$ における破壊形態を図-6 に示す。支点から載荷点にかけてのせん断区間における×点のせん断ひずみについて、図-7 に示す各点におけるせん断ひずみの推移及び混入量の違いによる比較を図-8、図-9 に示す。鋼繊維補強 RC はりのせん断応力評価式と同等の結果が得られ、鋼繊維混入量が増加するにつれて、降伏応力が上昇していることがわかる。また、降伏応力後において、鋼繊維混入量が増加していくに従って、変形能が向上していることが確認できた。

支点間を範囲とした最大主ひずみ及びせん断ひずみ分布を図-10、図-11 に示す。荷重の増加に伴い、ESPI を用い、ひび割れの進展を可視化することができた。

4. まとめ

- ・ 圧縮・割裂試験においては、鋼繊維混入率が増加するにつれて圧縮強度はほぼ変化せず、引張強度・曲げ強度が高くなることがわかった。
- ・ 鋼繊維の混入によりコンクリートの変形能の向上し、ひび割れ幅の低減が実現できた。
- ・ ESPI により得られた計測値は、変位計、評価式と同等の結果であり、また、ひずみ分布よりひび割れの進展を可視化することができた。

参考文献

- 1) 真嶋光保[ほか]著：「繊維補強セメント/コンクリート複合材料」，技報堂出版，1994
- 2) N.Timothy et al:Analytical Prediction of shear strength evolution in steel fibre reinforced concrete beams without stirrups, Cement & Concrete Composites. (in refereed)

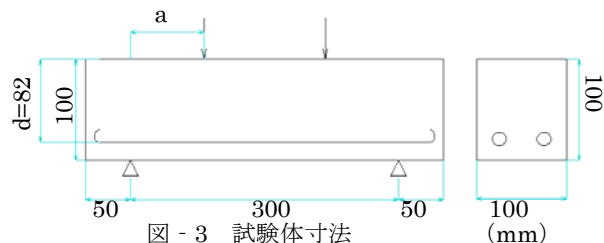


図 - 3 試験体寸法

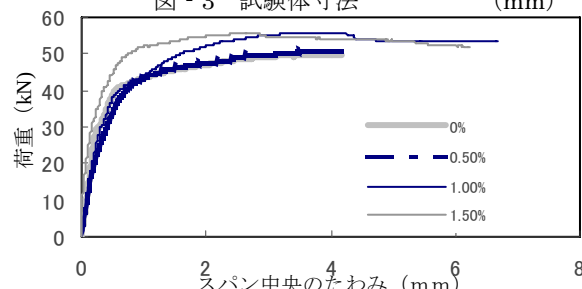


図 - 4 荷重-変位曲線の比較

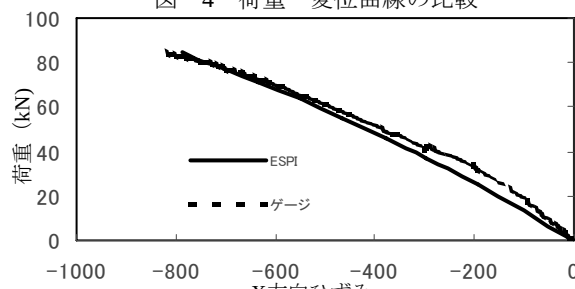


図 - 5 荷重-ひずみ曲線

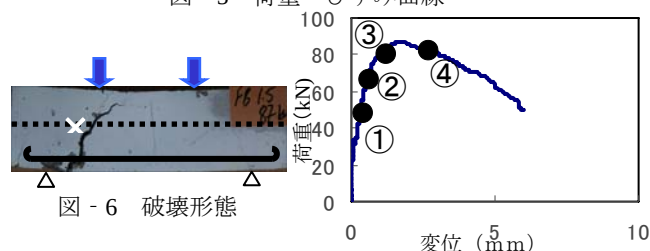


図 - 6 破壊形態

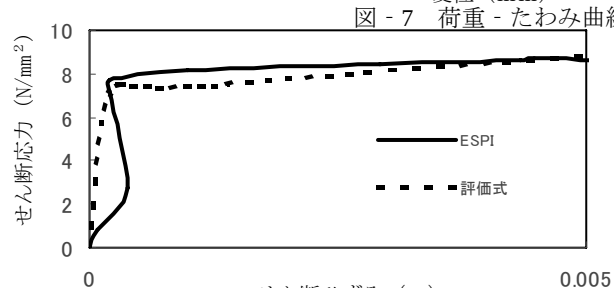


図 - 7 荷重-たわみ曲線

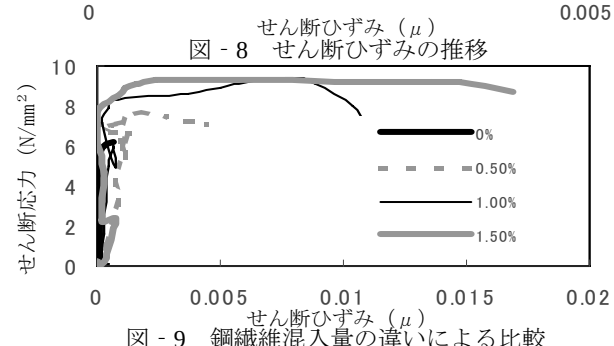


図 - 9 鋼繊維混入量の違いによる比較

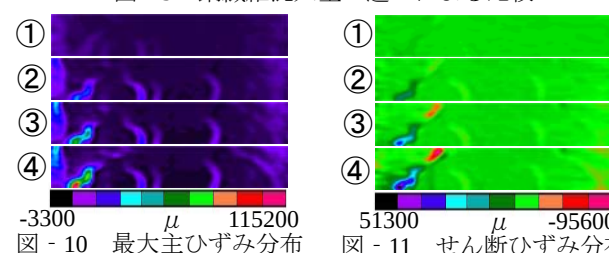


図 - 10 最大主ひずみ分布

図 - 11 せん断ひずみ分布