

鋼繊維補強 RC はりのせん断補強効果に関する実験的および解析的研究

長崎大学大学院 学生会員 ○ 西田 博詞 長崎大学大学院 学生会員 Timothy NYOMBOI  
 長崎大学 正会員 松田 浩 長崎大学大学院 正会員 森田 千尋

1. はじめに

鋼繊維補強 RC はりの力学的特徴として、コンクリートのひび割れ発生後も、鋼繊維が引張力を受け持ち、ひび割れ幅が低減され、その結果としてせん断耐力が増加することも確認されているが、定量的にはまだ十分に明らかにされておらず、検討の余地が残されていると考えられる。

そこで、本研究では、鋼繊維補強 RC はりのせん断補強効果を明らかにすることを目的として、まず、鋼繊維混入率の異なる短スパン RC はり試験体(スパン長 30cm)、および、鋼繊維混入率 0, 1.0%, せん断補強鉄筋を有する RC はり試験体 (スパン長 1.6m) を作製し、曲げ載荷試験を実施した。ひずみ計測には、ひずみゲージと光学的計測法を用いて計測を行った。得られた結果より、光学的計測法の有用性・有効性について確認するとともに、鋼繊維が曲げ及びせん断ひび割れに及ぼす影響について検討を行った。

また、せん断応力-ひずみ関係や鉄筋のダウエル作用効果を導入した非線形理論解析モデルを用いて実験値との比較、及び実験値の評価を行った。同時に、非線形 FE 解析を行い、実験値と理論値の比較検討も行った。

2. 短スパン鋼繊維補強 RC はり曲げ載荷試験

2.1 試験概要

鋼繊維混入率を 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%とした鋼繊維補強 RC はりを作製し、曲げ載荷試験を行った。試験体寸法、及び載荷方法を図-1 に、配合表を表-1 に示す。せん断スパン有効高さ比  $a/d$  を変化させ、デジタル画像相関法を用いて、鋼繊維補強 RC はりの曲げひび割れ、せん断ひび割れの発生・進展過程の可視化の可能性を検討するとともに、鋼繊維がせん断耐力と変形能に及ぼす影響について検討した。

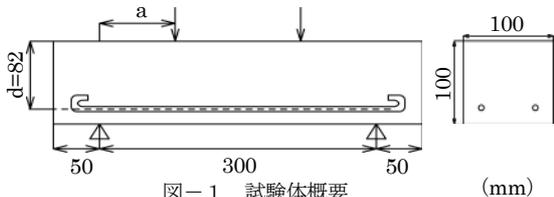


図-1 試験体概要

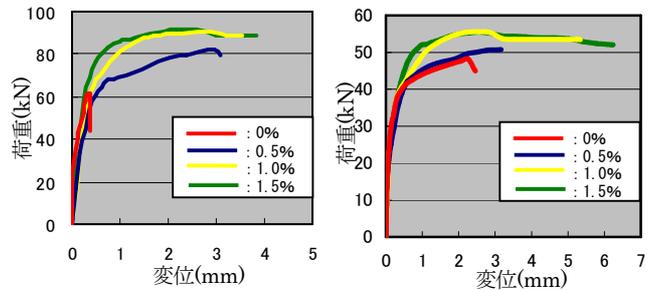
2.2 試験結果

$a/d=1.0$ (せん断破壊),  $a/d=1.5$ (曲げ破壊) 試験体に関するスパン中央部のたわみ計測により得られた試験結果を図-2 に示す。試験結果より、せん断破壊した試験体においては、鋼繊維補強により最大耐力の増加、及び脆性的な破壊を防止できたことが確認できた。また、曲げ破壊した試験体においても、鋼繊維を混入することにより、最大耐力の増加、大幅なじん性の向上が確認できた。鋼繊維補強が RC はりのせん断耐力にもたらす影響を確認するために、 $a/d=1.0$  試験体の定点のせん断ひずみ推移を計測し、鋼繊維混入率ごとに比較した。せん断ひずみ計測箇所、および各鋼繊維混入率ごとの計測結果の比較を図-3 に示す。

表-1 配合表 単位:  $kg/m^3$

	セメント	細骨材	粗骨材	水	鋼繊維	AE剤
0%	377.3	712.0	937.7	170.7	0.0	3.0
0.5%	377.3	706.5	930.4	170.7	39.3	3.0
1.0%	377.3	700.9	923.0	170.7	78.5	3.0
1.5%	377.3	695.3	915.7	170.7	117.8	3.0

W/C=45%



(a)  $a/d=1.0$  試験体 (b)  $a/d=1.5$  試験体  
 図-2 荷重-たわみ曲線

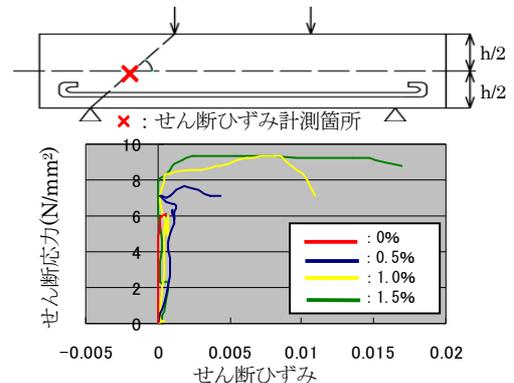


図-3 せん断ひずみ計測箇所およびせん断ひずみの推移

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、せん断耐力、非線形 FE 解析、非線形理論解析モデル

住所：長崎県長崎市文教町1-1-4 長崎大学大学院生産科学研究科環境システム工学専攻 電話、FAX：095-819-2590

試験結果より、鋼繊維補強により試験体のせん断耐力が向上しているとともに、変形能が増大することが確認できた。

### 3. 非線形 FE 解析

#### 3.1 解析概要

せん断スパン比  $a/d$ 、及び鋼繊維混入率の変化による挙動特性の違いについて、2次元非線形解析を行い、曲げ載荷試験のシミュレートを実施し、解析により得られた結果をもとに、実験値との比較を行った。

#### 3.2 解析結果

$a/d=1.0$ における荷重-たわみ曲線の実験値と解析値の結果を図-4に示す。実験により得られた値は、理論値よりも最大荷重が大きい結果となったが、鋼繊維混入率の違いにおける最大荷重の変化はうまくシミュレートできていることが確認できた。

### 4. せん断耐力に関する非線形理論解析モデル

せん断応力-ひずみ関係や鉄筋のダウエル作用効果を導入した非線形理論解析モデルを用いて、せん断耐力予測方程式、およびスパン中央部のたわみ式を誘導し、実験値との比較を行い、理論値の評価を行った。図-5に示す結果より、ESPIによって計測された荷重-たわみの推移は弾性域、塑性域ともにおいて理論解析モデルと同等の挙動を辿っており、非線形理論モデルの有効性を確認できた。

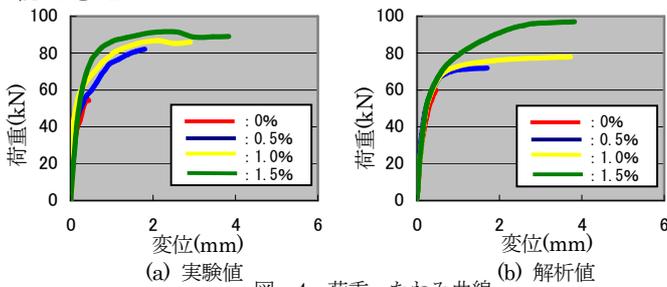


図-4 荷重-たわみ曲線

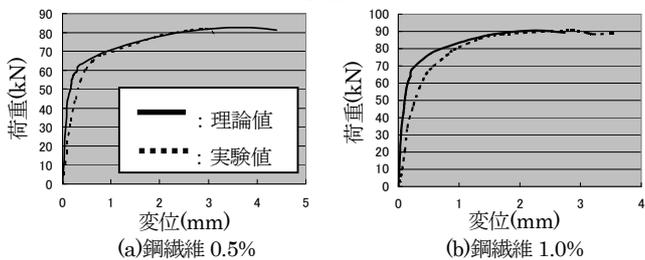


図-5 実験値との比較

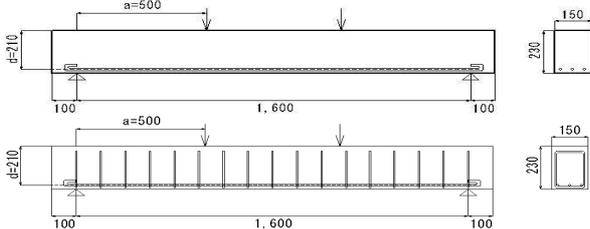


図-6 試験体概要

### 5. スパン長 1.6m 鋼繊維補強 RC はりの曲げ試験

#### 5.1 試験概要

スパン長 1.6m とした鋼繊維混入率 0, 1.0%の鋼繊維補強 RC はり、及びせん断補強鉄筋を有する RC はりを作製し、曲げ載荷試験を実施した。試験体概要を図-6に示し、配合表は表-1の通りである。曲げ載荷試験の際、光学的計測法を用いて計測を行い、光学的計測法の有用性・有効性について確認し、鋼繊維が曲げ及びせん断ひび割れに及ぼす影響について検討を行った。

#### 5.2 試験結果

鋼繊維混入率 1.0%の鋼繊維補強 RC はりの試験結果を図-7に示す。ひずみ分布図では、②でスパン直角方向にひずみの集中が確認でき、曲げひび割れが発生したが、その後、斜め方向にひずみの集中が生じ、斜めひび割れが進展しており、ひび割れの発生、進展を可視化することが確認できた。また、図-8より、鋼繊維混入により、せん断耐力とじん性の向上が確認できた。

### 6. まとめ

スパン長 30cm, 1.6m の鋼繊維補強 RC はりの載荷試験を実施し、解析的にシミュレートすることで、鋼繊維がせん断耐力およびじん性に効果があることが確認できた。

### 参考文献

1) Nyomboi, T. et al. Theoretical prediction of shear strength..., Reports of the Faculty of Engineering, Nagasaki University, Vol.38(71):20-27, 2008.

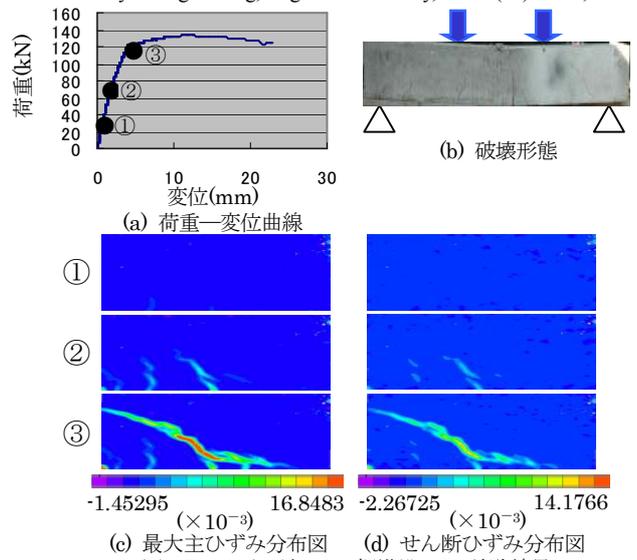


図-7 スパン長 1.6m 鋼繊維補強 RC はり試験結果

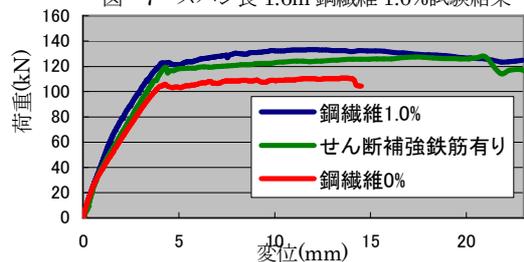


図-8 荷重-たわみ曲線の推移