

## FRC のひび割れ面のせん断特性に対する繊維の配向の影響

岐阜大学大学院 学生会員 ○安達 貴紀  
岐阜大学 正会員 内田 裕市

## 1. はじめに

短繊維補強コンクリート(FRC)は古くから研究が進められており、FRCは繊維が引張補強材として機能し、引張強度の向上やひび割れ抑制などの効果が期待できる。引張あるいは曲げ挙動に対して繊維の配向が影響することが知られており多くの研究が行われている。一方、せん断挙動に対する繊維の影響については強度と靱性が向上することは知られているが、繊維の配向がせん断挙動に及ぼす影響についてはほとんど検討されていない。

既往の研究<sup>1)</sup>では、パネルから切り出された繊維の配向が一樣な供試体を用いて直接せん断試験が行われた。その結果、繊維の配向角度が $60^{\circ}\sim 100^{\circ}$ の時にせん断強度は最大となり、配向角度がそれ以上あるいはそれ以下になると低下することが示された。また、せん断力の方向と繊維の配向によって強度が異なる可能性が示された。本研究ではひび割れ面のせん断特性に対して、所定位置に繊維を埋め込んだ供試体を用いて、せん断力の繊維分担分と繊維の配向の関係について検討した。

## 2. 繊維を埋め込んだ供試体の直接せん断試験

## 2.1 実験概要

本研究では、図-1に示すようにせん断面に繊維を所定の配向角度で埋め込んだ供試体を用いた。供試体の寸法は断面 $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ 、長さ $160\text{mm}$ である。繊維は超高強度補強コンクリート用の直径 $0.2\text{mm}$ 、長さ $15\text{mm}$ の鋼繊維を用いて、繊維本数は48本とした。せん断面からの繊維の埋め込み長は $7.5\text{mm}$ とした。繊維を埋め込むために、打込みを2回に分け行った。供試体の半分の大きさの発泡スチロールに繊維を差し込み1回目の打込みを行った。せん断面のモルタルのせん断抵抗を無くすために、せん断面に厚さ $0.2\text{mm}$ のPETシートを挿入した。使用したモルタルの圧縮強度は試験時材齢において $105\text{N}/\text{mm}^2$ である。図-2にせん断面の繊維の配置を示す。図-3のように配向角度はせん断面に対

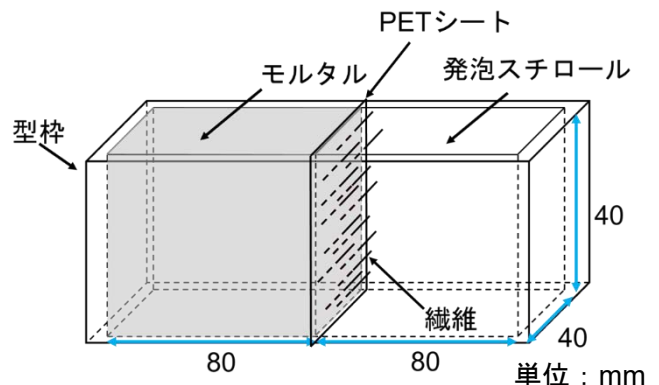


図-1 1回目の打込みの概要

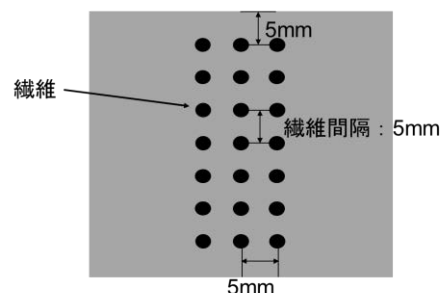
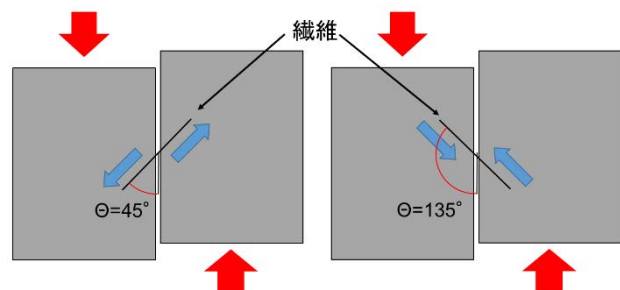


図-2 せん断面の繊維の配置

作用せん断力 ← 繊維に作用する力



(a) 繊維に引張力が加わる (b) 繊維に圧縮力が加わる

図-3 配向角度の定義

して平行に配向する場合を $0^{\circ}$ とし、時計回りに角度を定義する。配向角度が $45^{\circ}$ の時、図-3(a)のように繊維が引き抜けるモードとなり、配向角度が $135^{\circ}$ の時、図-3(b)のように繊維が押し込まれるモードになる。そのため、せん断力の方向によって、繊維がせん断特性に与える影響が異なる可能性が考えられるため、実験パラメータとして配向角度を $45^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $135^{\circ}$ の3種類とした。供試体は1条件3本ずつとした。

キーワード 繊維補強コンクリート 繊維の配向 せん断特性 ひび割れ面

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 Tel : 058-293-2424

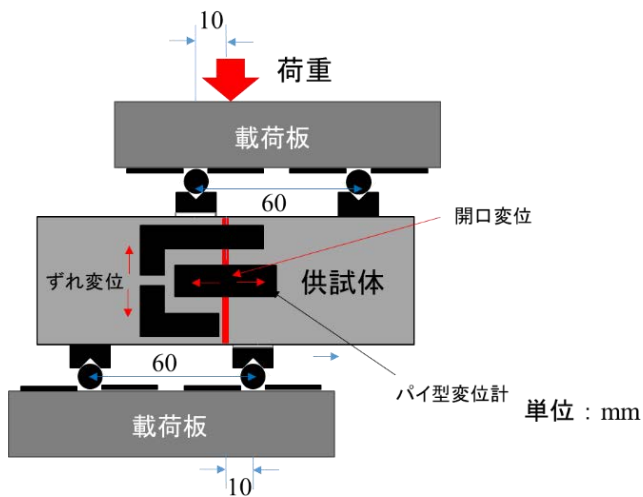


図-4 直接せん断試験の概要

## 2.2 荷重試験の概要

図-4 に直接せん断試験の概要を示す。荷重には容量10kNの精密万能試験機を用い、静的に単調荷重を行った。ずれ変位と開口変位をそれぞれクリップゲージとパイ型変位計を用いて計測した。

## 3. 実験結果

ここでは、せん断面のモルタルはシートにより付着していないため、せん断力はすべて繊維が負担すると考え、せん断力を繊維本数48本で除した繊維一本当たりのせん断力を用いてせん断力の繊維分担分と繊維の配向の関係について検討した。

### 3.1 せん断応力-ずれ変位関係に対する配向角度の影響

図-5 に3本の供試体ごとに平均化したせん断応力-ずれ変位関係を示す。配向角度が90°の場合には、ずれ変位の増加とともにせん断力が単調に増加した。一方、配向角度が45°の場合には、ずれ変位の小さい段階で最大せん断力に達し、その後、せん断力が単調に減少した。また、配向角度が135°の場合には、ずれ変位が生じはじめるとせん断力が一旦低下し、その後、ずれ変位の増加とともにせん断力が増加し、配向角度が90°の場合の曲線に漸近する結果となった。これらの結果より、配向角度が90°の場合には、ずれ変位とともに繊維がせん断力を受けながら引き抜けるモードになっているのに対して、配向角度が45°の場合には、繊維の引き抜きのモードが卓越しているものと推察される。また、配向角度が135°の場合には、ずれ変位が小さい段階では繊維が圧縮力を受けながら折れ曲がるためにせん断抵抗が減少し、その後ずれ変位が大きくなると配向角度が90°の場合と同様、繊維がせん

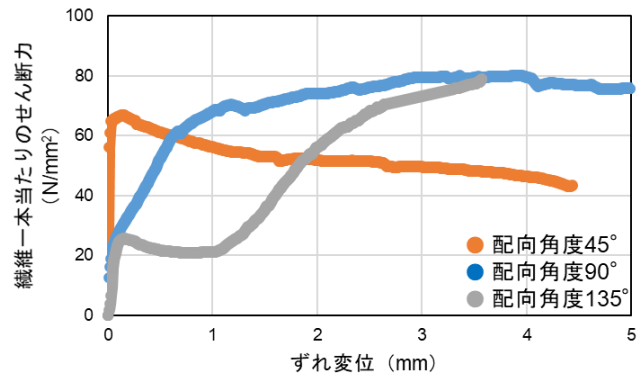


図-5 繊維一本当たりのせん断力-ずれ変位関係

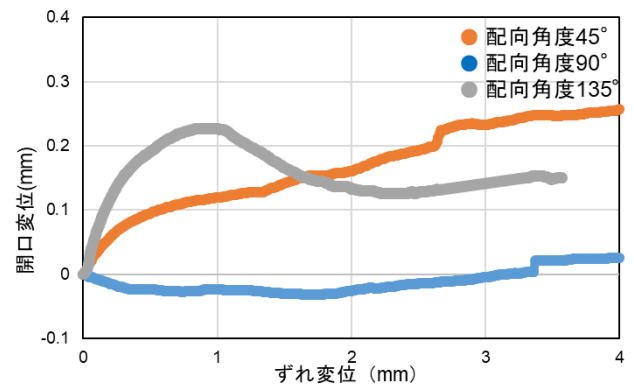


図-6 開口変位-ずれ変位関係

断力を受けながら引き抜けるモードとなっているものと考えられる。

### 3.2 開口変位-ずれ変位関係

図-6 に開口変位-ずれ変位関係を示す。配向角度が90°の場合には、ずれ変位が生じて開口変位がほとんど生じない結果となった。一方、配向角度が45°の場合には、ずれ変位の増加とともに開口変位が単調に増加した。配向角度が135°の場合には、ずれ変位が1mm程度で開口変位が最大に達し、その後減少し一定となった。なお、開口変位が減少に転じる点は、図-5のせん断力-ずれ変位関係においてせん断力が増加し始める点に一致していた。

## 4. まとめ

ひび割れ面における繊維のせん断力-ずれ変位関係は、繊維の配向角度により大きく変化し、配向角度が45°の場合には引き抜けモードが卓越し、135°の場合には繊維が折れ曲がり、押し込みから引き抜けモードに転じることが原因と推察された。

### 参考文献

- 堀田翔司, 内田裕市: 繊維補強コンクリートにおける繊維の配向がひび割れ面のせん断挙動に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.1, 2021