

短繊維補強コンクリートの補強効果の実験的評価

○岐阜大学大学院 学生会員 森亮太
岐阜大学 正会員 国枝稔

1. はじめに

短繊維補強コンクリート FRC (Fiber Reinforced Concrete) は, コンクリート中に長さ数十ミリ程度の鋼繊維, PVA (ポリビニルアルコール), PP (ポリプロピレン) 等の繊維を混入させた靱性に富んだ複合材料である. 繊維がひび割れを架橋することにより, 剥落防止の効果や, ひび割れ幅低減に伴う構造物の耐久性の向上, せん断耐力の向上につながるとされている. FRC の合理的な設計には, 破壊プロセスにおいて繊維がどのように役割分担しているのかを定量的に明らかにする必要がある.

本研究では, FRC におけるせん断伝達のメカニズムおよび効果を実験的に検証するために, FRC のひび割れ部に架橋する繊維を熔融切断し, 繊維の分担分を実験的に抽出する方法を検討した.

2. 実験方法

(1) 実験概要

本実験は, 4 点曲げ試験にて変位が 1.5mm となるまで載荷を行い, その後除荷し, 再度ひび割れ幅が 1.5mm となるまで再度載荷することで, その時点での繊維の分担分を実験的に求めた. その後, ひび割れ面に架橋する PP 繊維を電気炉によって熔融切断し, 再度供試体を同じ条件下で載荷し, 繊維の切断前後での荷重の差分を繊維の分担分として算定した. 図-1 に本実験における載荷の具体的な流れを示す. また, 繊維を熔融切断するにあたり, 電気炉内の温度を 500℃となるよ

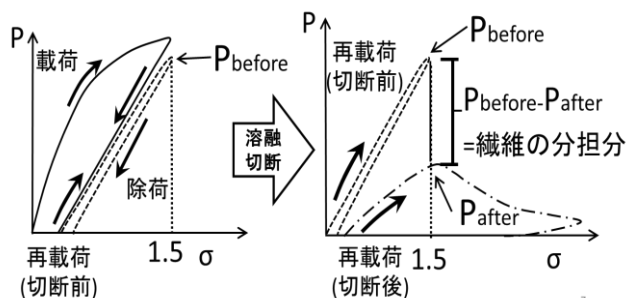


図-1 載荷イメージ

う設定し, 20 分かけて 500℃まで上昇させ, 更に 20 分間保温した.

(2) 供試体概要

本実験では, 融点の低い PP 繊維 (160℃~170℃) を混入させた FRC により行った. 供試体の寸法は, 長さ 400×幅 100×高さ 100mm, 有効高さを 65mm とした. また繊維の混入率を 0.5%, 1.0%, 1.5% の各 3 パターン, 鉄筋の種類を D-6, D-13 とし, 各 1 体ずつ作製した. また, 鉄筋無 (プレーン) のみ 2 体ずつ作製した. 表-1 に鉄筋と混入率を含めた検討ケースを示す. また, 表-2 には供試体の諸元を示す.

表-1 各検討ケース

ケース	鉄筋種類	V _f (%)		
		0.5	1.0	1.5
ケース1	プレーン	1—①	1—②	1—③
ケース2	D6	2—①	2—②	2—③
ケース3	D13	3—①	3—②	3—③

表-2 供試体諸元

供試体寸法		鉄筋		
b (mm)	100	鉄筋種類	p _w (%)	f _y (N/mm ²)
h (mm)	100			
L (mm)	400	プレーン		
a (mm)	300	D6	0.32	436.5
d (mm)	65	D13	1.26	394.7

3. 実験結果

(1) 荷重-変位曲線の例

試験により得られた荷重-変位の関係の一例を図-2 に示す. 図より変位 1.5mm における荷重が切断前後で大きく減少しており, この差分が熔融した繊維の分担分とみなすことができる.

(2) プレーンから求められた残存引張強度

プレーン (鉄筋なし) における荷重の差分を用いて, 断面内の力の釣合いより残存引張強度 F_{tr} を算定した (表-3 参照). 繊維の残存引張強度は繊維混入率によ

キーワード: 短繊維補強コンクリート, せん断, PP 繊維, 残存引張強度

連絡先: (住所) 501-1193, 岐阜県岐阜市柳戸 1-1, 岐阜大学 大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻先端材料・構造研究室 (電話) 058-293-2472

表-3 各ケースの実験値及び計算値

混入率	残存引張強度	D-6 荷重(変位1.5mm時)			D-13 荷重(変位1.5mm時)		
		実験 (kN)	計算 (kN)	実験/ 計算	実験 (kN)	計算 (kN)	実験/ 計算
V_f (%)	F_{tr} (N/mm ²)						
0.50	0.56	21.66	27.61	0.78	18.80	6.20	3.03
1.00	0.95	27.21	33.57	0.81	20.80	10.60	1.96
1.50	1.14	28.88	29.77	0.97	23.00	12.80	1.80

って異なり、0.56～1.14 N/mm²の範囲にあった。

(3) 曲げ破壊するFRCへの適用性の確認

求められた残存引張強度 F_{tr} をもとに、曲げ破壊するFRCの終局耐力を算定した結果を表-3に示す。これによれば、終局耐力がおおよそ推定できており、求められた残存引張強度、すなわち求められた繊維の分担分の評価結果が妥当であると推察される。

(4) せん断破壊するFRCへの適用性の確認

既往の研究¹⁾を参考に、ひび割れ部における繊維の分担分を次式により算定した。

$$V_{fd} = (F_{tr} / \tan \beta_u) \cdot b_w \cdot d$$

ここで、 F_{tr} ：FRCの残存引張強度、 β_u ：軸方向と斜めひび割れ面のなす角度、 β_u は45°とする。

算出した V_{fd} を2倍した値とケース3における繊維の分担分を比較すると、いずれの混入率の場合にも実験値と大きく異なる結果となった。すなわち、本実験での範囲内ではせん断ひび割れ部での繊維の分担が、残存引張強度をもとにした分担分の算定方法では直接的に評価できないことが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、短繊維補強コンクリートのひび割れ面に架橋する繊維を溶融切断し、繊維の切断前後の荷重の差分と力のつり合いから、ひび割れ面に架橋している繊維のせん断力の分担分を定量的に評価した。

今後、鋼材に対する熱の影響や、供試体の寸法等の検討を行い、さらなるデータの蓄積が必要である。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 2004.9

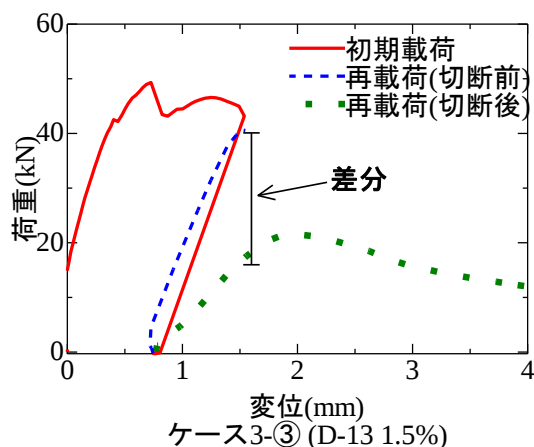
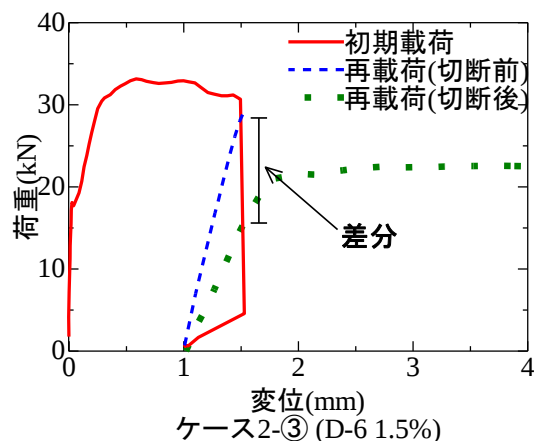
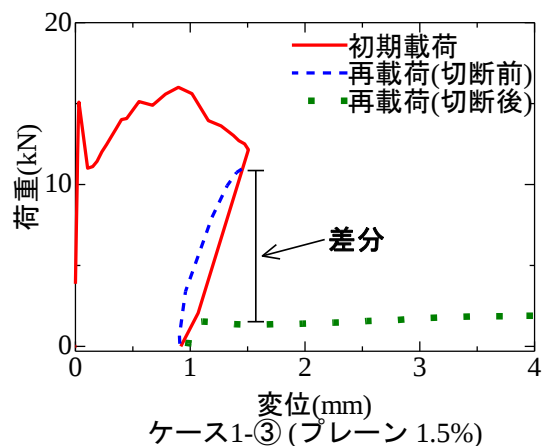


図-2 各ケース荷重-変位曲線