

常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの打継目せん断性能に関する実験

(株)大林組 正会員 ○佐々木 一成 武田 篤史 平田 隆祥 石関 嘉一
フェロー 野村 敏雄

1. はじめに

従来、超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength fiber reinforced concrete : 以下、UFC と表記) は硬化時に高温の給熱養生が必要であり、工場で製作されたプレキャスト部材として使用されることが一般的であった。一方、本稿で対象とする常温硬化型 UFC は、高温の給熱養生を必要とせず、現場での打込みが可能であることから、打継目を設けることが想定される。そこで、UFC 同士や普通コンクリートと UFC の打継目を対象として、簡易一面せん断実験を行った。比較のために打継目を持たない試験体や UFC から鋼繊維を除いたモルタル試験体に関しても実験を行った。

2. 簡易一面せん断実験

(1) 実験方法

荷重は図1に示す簡易一面せん断試験装置¹⁾を用いた。試験体は直径 200mm、高さ 200mm の円柱で、高さ 100mm の位置に打継目を設けた。試験装置に作用させる最大荷重 P と試験体の傾斜角 α から、式(1),(2)より垂直応力 σ とせん断応力 τ を求めた。

$$\sigma=(P/A)\sin\alpha$$
 (1)

$$\tau=(P/A)\cos\alpha$$
 (2)

ここに、 σ : 垂直応力、 τ : せん断応力、 P : 最大荷重
 A : せん断面積、 α : せん断破壊面の傾斜角

1 ケースあたり 3 種類の傾斜角で実験を行い、垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係から Mohr-Coulomb のせん断破壊基準線を仮定して式(3)よりせん断強度 τ_0 と摩擦係数 μ を求めた。

$$\tau=\tau_0+\mu\sigma$$
 (3)

ここに、 τ_0 : せん断強度、 μ : 摩擦係数

(2) 使用材料

本実験では以下の材料を使用した。圧縮強度試験結果を表1に示す。

- a. UFC : ポルトランドセメント、ポズラン材、無機粉体、粒径 5mm 以下の骨材、特殊高性能減水剤、水および鋼繊維から構成され、標準養生により材齢 28 日で圧縮強度 180N/mm²、引張強度 8.8N/mm² (特性値) を満足する常温硬化型 UFC である。使用した鋼繊維は直径 0.16mm、長さ 13mm、引張強度 2000N/mm² 以上で 2vol.% 混入している。本実験では気中で養生した。
- b. 普通コンクリート : 呼び強度 30N/mm²、粗骨材の最大寸

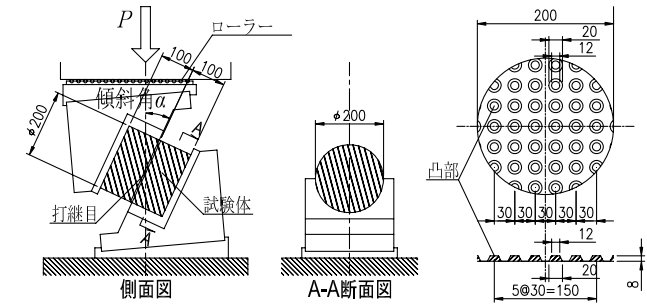


図1 簡易一面せん断試験機 図2 せん断キー

表1 実験に使用した材料の圧縮強度

	a. 先打ち部		b. 後打ち部	
	番号	圧縮強度 (N/mm ²)	番号	圧縮強度 (N/mm ²)
UFC(U)	U-a	211	U-b	(1)208,(2)204
普通コン(N)	N-a	30	N-b	32
モルタル(M)	M-a	179	M-b	177

表2 実験ケースおよび実験結果

No	実験ケース			実験結果	
	使用材料※		打継面 処理方法	せん断 強度 τ_0 (N/mm ²)	摩擦 係数 μ
	先打ち部	後打ち部			
1	U-a	U-b(1)	せん断キー	7.9	1.28
2			薄層除去	5.9	1.18
3			打継目なし	26.1	1.20
4	N-a	U-b(2)	せん断キー	4.8	1.05
5			薄層除去	5.1	1.04
6				4.2	1.08
7	M-a	M-b		4.7	1.12
8	M-b		打継目なし	11.3	1.35

※ 番号は表1に示す材料をあらわす。

- 法 20mm の普通コンクリートである。
 - c. モルタル: 鋼繊維を混入しない UFC (モルタル) である。
- (3) 打継面処理方法

打継面の処理方法の影響を比較するため、以下の 2 種類の処理方法および打継目なしの場合について実験を行った。実験ケースを表2に示す。

- a. せん断キー: 直径 200mm の断面に対し図2のように配置した。打継面全体の断面積に対する凸部根元の断面積は約 1/3 である。普通コンクリートと UFC の打継面では断面積の比が 2:1 (UFC が凸部、コンクリートが凹部) となるように凹凸を配置した。
- b. 薄層除去: 先打ち部の打継面に遅延剤を塗布し、打込みから 24 時間後に表面の薄層を洗い流して凹凸を設けた。

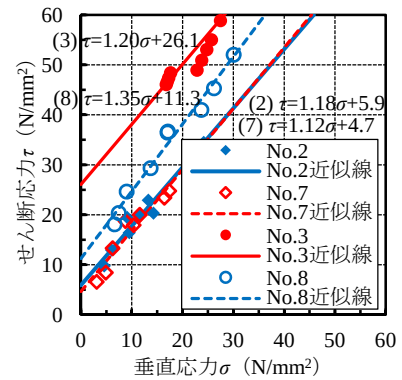
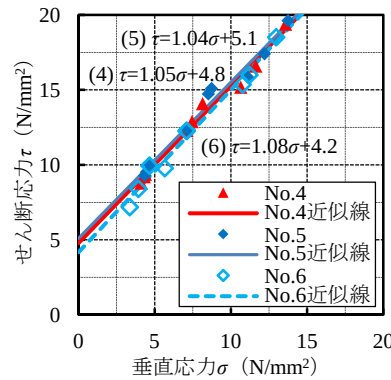
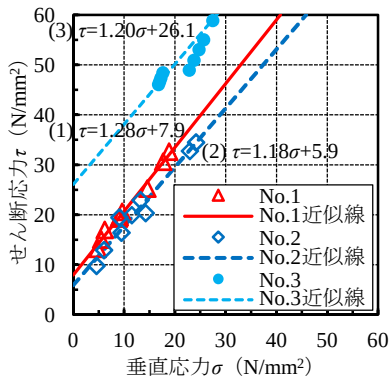


図3 UFC 同士の打継目の σ - τ 関係 図4 コンクリートとの打継目の σ - τ 関係 図5 鋼繊維の有無による σ - τ 関係の比較

UFC の打継面は細骨材および鋼繊維が見える状態になり、凹凸の深さは2mm程度であった。コンクリートの打継面は粗骨材が見える状態で凹凸の深さは3mm程度であった。モルタルの打継面は細骨材が見える状態で、鋼繊維が入っているUFCの薄層除去と同様の凹凸が成形された。

c. 打継目なし：打継目を設けず、一体で成型した。

3. 実験結果

各ケースの垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を図3～5に、せん断強度 τ_0 および摩擦係数 μ を表2に示す。近似線は最小二乗法により線形近似して求めた。

(1) UFC 同士の打継目

せん断キー(No.1), 薄層除去(No.2), 打継目なし(No.3)の垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を図3に示す。

せん断キーのせん断強度 τ_0 は、7.9N/mm²であった。一方、打継目なしは $\tau_0=26.1$ N/mm²であり、その比は約1:3であった。凸部根元の断面積が全断面積の1/3であることから、打継面のせん断強度はせん断破壊する面の面積に比例するものと考えられる。

薄層除去のせん断強度はせん断キーの強度の0.7倍程度と小さい。露出した細骨材がとれることで破壊しており、鋼繊維が入った凸部で抵抗しているせん断キーと破壊形態が異なると考えられる。

すべてのケースで摩擦係数 μ は1.18～1.28であり、打継面処理方法や打継目の有無によらず、概ね1.2を用いることで評価可能と考えられる。

(2) 普通コンクリートとUFCの打継目

せん断キー(No.4), 薄層除去(No.5), および薄層除去による普通コンクリート同士(No.6)の打継目の垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を図4に示す。

いずれの打継目処理による試験体においても普通コンクリート側が破壊することにより実験を終了した。実験終了後のUFCに欠けやひび割れなどは見られなかった。

薄層除去によるUFCと普通コンクリート(No.5)の打継目のせん断強度は、普通コンクリート同士(No.6)と同等であることからUFCと普通コンクリートの打継目は普通コンクリ

ートと同様に評価してよいと考えられる。

すべてのケースで摩擦係数 μ は概ね1.1程度であり、打継面処理方法によらず、1.1を用いることで評価可能と考えられる。

(3) 鋼繊維の有無による比較

薄層除去(No.2, No.7), 打継目なし(No.3, No.8)の垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を図5に示す。

薄層除去による打継面ではせん断強度に有意な差はみられなかった。このことから、打継面に露出した鋼繊維はせん断にほとんど抵抗せず、細骨材による打継面の粗さによってせん断に抵抗しているものと考えられる。UFCの薄層除去は打継面に鋼繊維が露出するため、耐久性が問題となるが、鋼繊維なしの薄層除去による打継目として評価すれば問題ない。

打継目がない試験体では鋼繊維の有無でせん断強度に差がみられた。UFCの引張強度は平均12N/mm²程度であり、垂直応力にUFCの引張強度を考慮すると、鋼繊維を含まない一体成型モルタルのせん断強度 $\tau_0=11.3$ 、摩擦係数 $\mu=1.35$ より $\tau=11.3+1.35(12+\sigma)=27.5+1.35\sigma$ となり、鋼繊維を含む打継目がないUFCのせん断応力をあらわす式に近くなる。UFCにおいては鋼繊維がせん断補強鉄筋と同様の働きをしていると考えられる。

4. まとめ

UFC打継目の一面せん断実験を行い、以下の結果を得た。

(1) UFC 同士の打継目について

- せん断キーの場合、凸部の面積によりせん断強度が決定すると考えられる。
- UFCの摩擦係数は打継面の処理方法によらず、今回は1.2であった。

(2) 普通コンクリートとUFCの打継目について

いずれの打継面処理方法においても普通コンクリート側で破壊を生じる。打継目のせん断性能は普通コンクリート同士のせん断性能と同等と考えてよい。

参考文献 1) 瀬古, 山口, 自閑: RCDコンクリートのせん断強度に関する検討, ダム技術, No.26 増刊, pp56-65, 1988