

超高強度繊維補強コンクリートへのステンレス鋼繊維適用に関する検討

太平洋セメント（株） 正会員 ○坂下 雅司
 正会員 片桐 誠
 正会員 佐藤 正己

1. 目的

近年、圧縮強度が 200MPa を超える超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）が開発され¹⁾、その特性を活かして高耐久性薄肉埋設型枠への適用が図られている²⁾。従来、補強用繊維として鋼繊維が主に使用されてきたが、景観が重視される構造物等においてはより防錆性能の高い繊維の適用が望まれていた。本報告は UFC にステンレス鋼繊維を適用した場合の諸物性について検討を行ったものである。

2. 使用材料および配合

表-1 に UFC の使用材料を、表-2 に本検討における UFC の配合を示す。プレミックスは市販の UFC プレミックス粉体（太平洋セメント社製、DP-200）とした。また、ステンレス鋼繊維の繊維長は 15mm および 20mm の 2 種類とし、繊維長 15mm の混入率は 1.5%、2.0%、2.5% の 3 水準を、繊維長 20mm の混入率は 1.5%、2.0% の 2 水準をそれぞれ設定した。

表-1 UFC の使用材料

材料	仕様
プレミックス (PM)	UFC プレミックス粉体
鋼繊維 (FM)	直径 0.2×長さ 15mm
ステンレス鋼繊維 (FM typeS)	直径 0.3×長さ 15、20mm
混和剤 (Ad)	ポリカルボン酸系高性能減水剤
水 (W)	水道水

表-2 UFC の配合

繊維種類	繊維混入率 (vol.%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	PM	繊維	Ad
FM	2.0	180	2254	157	30
FM typeS	1.5	181	2265	118	30
FM typeS	2.0	180	2254	157	30
FM typeS	2.5	179	2243	195	30

3. フレッシュ性状

(1) 試験方法

練混ぜはモルタルミキサーを使用し、練混ぜ量は 1L とした。また、練混ぜ時間は、プレミックス、混和剤、水を投入後 8 分間、さらに繊維投入後 2 分間とした。フロー試験は落下運動なしの条件で 180 秒後のフロー値を測定した。

(2) 試験結果および考察

図-1 にフロー試験結果を示す。繊維長 15mm のステンレス鋼繊維は、同繊維長の鋼繊維よりも良好なフロー性状を示した。これは、鋼繊維およびステンレス鋼繊維の繊維径がそれぞれ 0.2mm および 0.3mm であり、同一繊維混入率においては、単位容積当たりのステンレス鋼繊維の混入本数が鋼繊維の場合よりも少ないためであると考えられる。また、繊維長 20mm のステンレス鋼繊維は、繊維長 15mm の鋼繊維とほぼ同等のフロー性状を示した。

4. 強度性状

(1) 試験方法

「3. フレッシュ性状」における練混ぜ後の混合物を所定の供試体型枠に打設した後、1 次養生として 20℃、24 時間の封緘養生、2 次養生として 90℃、48 時間の蒸気養生を実施した。表-3 に強度性状に関する試験項目および方法を示す。

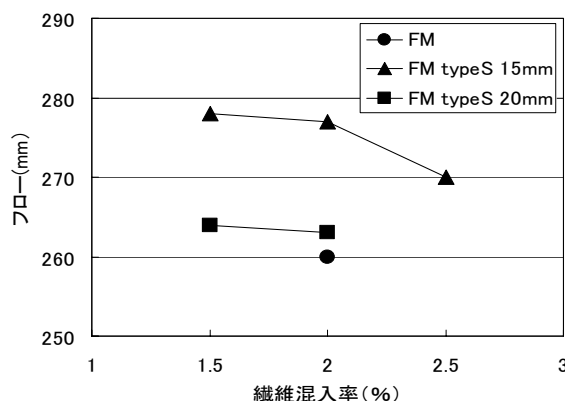


図-1 フロー試験結果

表-3 試験項目および方法

試験項目	試験方法
圧縮試験	JSCE-G 551 に準拠し、φ 50×100mm の供試体を使用。
曲げ試験	JIS A 1106 に準拠し、40×40×160mm の供試体を使用。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、埋設型枠、ステンレス鋼繊維

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント（株）中央研究所 TEL 043-498-3902

(2) 試験結果および考察

図-2および図-3に、それぞれ圧縮試験結果および曲げ試験結果を示す。圧縮試験において、ステンレス鋼繊維使用 UFC の圧縮強度は、鋼繊維使用 UFC よりも若干高い値が得られた。また、繊維長、繊維混入率による明確な傾向は認められなかった。曲げ試験において、ステンレス鋼繊維使用 UFC は、繊維混入率が高いほど、また同一繊維混入率においては繊維長が大きいほど、曲げ強度が大きくなる傾向が認められた。また、ステンレス鋼繊維使用 UFC の曲げ強度は、いずれも鋼繊維使用 UFC 製埋設型枠における曲げ強度特性値 $22.5\text{MPa}^2)$ より大きく、UFC 製埋設型枠への適用は可能であると考えられる。

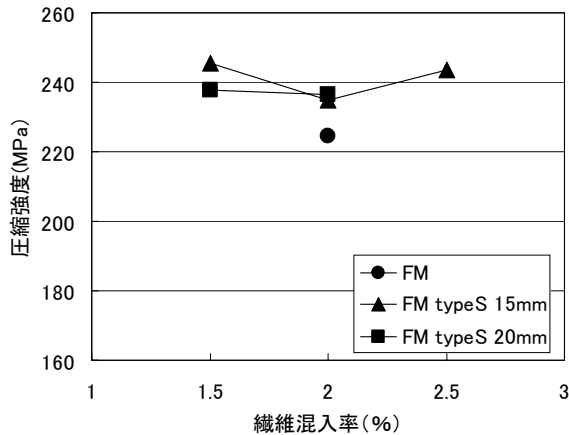


図-2 圧縮試験結果

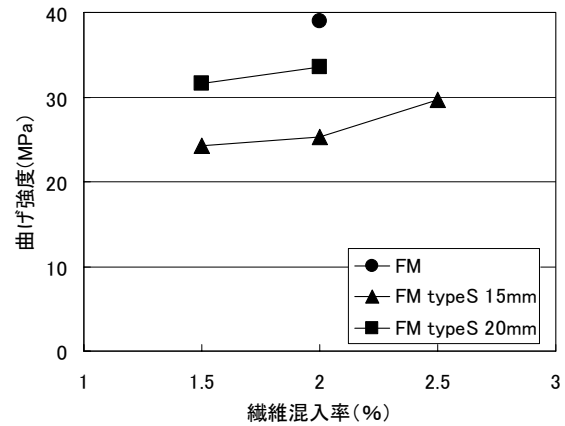


図-3 曲げ試験結果

5. 耐摩耗試験

(1) 試験方法

ASTM C779 の回転ディスク法に準拠し、供試体寸法は $300 \times 300 \times 60\text{mm}$ 、測定項目は試験時間 60 分までのすりへり深さとした。本試験に限り、試験水準は、鋼繊維、ステンレス鋼繊維（繊維長 20mm、混入率 2.0%）、比較用普通コンクリート（圧縮強度 45 MPa）の 3 水準とした。

(2) 試験結果および考察

図-4に耐摩耗試験結果を、普通コンクリートの 60 分試験値に対する比率で示す。ステンレス鋼繊維使用 UFC の 60 分におけるすりへり深さは、普通コンクリートに対して約 47%となり、鋼繊維使用 UFC と同様、高い耐摩耗性を有していることが確認された。

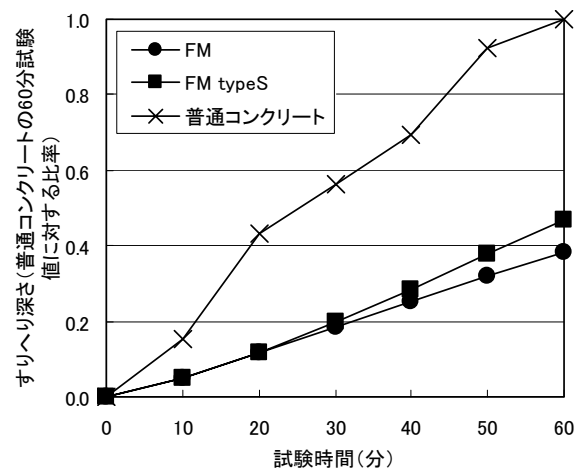


図-4 耐摩耗試験結果

6. 実機における製造確認試験

鋼繊維使用 UFC の製造実績のある実機設備において、ステンレス鋼繊維使用 UFC 製埋設型枠の製造確認試験を実施した。ステンレス鋼繊維の繊維長は 20mm、混入率は 2.0%とし、製造品目は $1000 \times 2000 \times 20\text{mm}$ の埋設型枠とした。練混ぜは容量 300L のパン型ミキサーを使用し、練混ぜ量は 100L とした。練混ぜ後の混合物を所定の型枠に打設し、1 次養生として 20°C 、24 時間の封緘養生、2 次養生として 90°C 、48 時間の蒸気養生を実施した。また、強度測定用供試体も同時に作製した。その結果、フレッシュ性状、強度性状ともに実験室レベルと同等の性能が得られ、製造品目の埋設型枠にも異常は認められなかった。

7. まとめ

本検討により UFC を使用した高耐久性薄肉埋設型枠にステンレス鋼繊維を適用することは可能であるとの知見を得た。また、ステンレス鋼繊維使用 UFC は、鋼繊維使用のものと同様、高い耐摩耗性を有していることが確認された。

参考文献

- 1) 下山、鶴沢：ダクトルの特性と応用分野、太平洋セメント研究報告、第 142 号、p.55-62、2002
- 2) 財団法人 土木研究センター：建設技術審査証明報告書「ダクトルフォーム」、2005