

道路橋床版の省力化補修に向けた高強度有機繊維補強モルタルの検討

住友大阪セメント(株) 正会員 ○川上 明大, 佐野 匠, 小塚 規行
(一社) 施工技術総合研究所 正会員 渡邊 晋也, 正会員 菊地 新平

1. 目的

近年, 道路構造物の長寿命化に向け, 道路橋床版の補修, 補強に耐久性に優れる超高強度繊維補強コンクリート (UFC) や超高性能繊維補強セメント系複合材料 (以下, UHPFRC と称す) の適用が増加している. これら材料の多くはプレキャスト化され, これまで現場打ちの実績数は少ない. そこで, 本検討では現場打ちでの省力化を目的とし, UHPFRC と類似した特性を持たせながら, 汎用的な練混ぜ装置を使用し, 練混ぜ時間の短縮が可能な高強度有機繊維補強モルタル (以下, HOFM と称す) の検討を行い, 得られた材料性能について報告する.

2. 実験方法

2.1 使用材料

実験に使用した HOFM の配合を表-1 に示す. 粉体はポルトランドセメント, 粒度調整した乾燥珪砂, 各種混和材等を所定の割合でプレミクスした一材化材料を使用した. 繊維は表-2 に示す性能の各種のビニロン繊維を使用した. また, 高性能減水剤は JIS A 6204 に規定されたポリカルボン酸系を使用した.

2.2 試験Ⅰービニロン (PVA) 繊維の比較検討

試験は表-1 に示す配合 No.1~3 で実施した. 練混ぜ量は約 1L とした. 練混ぜには回転数 550rpm のハンドミキサーを使用し, 練混ぜ手順は粉体, 水+高性能減水剤を投入後 2分, 繊維投入後 2分の計 4分間とした. HOFM の力学的性能は写真-1 に示す直接引張試験で比較した. 試験は, 厚さ 10mm×幅 50mm×長さ 300mm の供試体中央部の両側に幅 1.5mm, 深さ 5mm の切欠きを導入後, 材齢 28 日において, 試験機

のクロスヘッド速度 0.2mm/分¹⁾で実施した (n=3). 供試体の養生は打設直後から 20℃封緘とした.

2.3 試験Ⅱーパン型ミキサーでの性能評価

試験Ⅰの結果をもとに表-1 に示す No.2 (ビニロン繊維: 引張強度 1390MPa) で実施した. 練混ぜ量は約 37L とした. 練混ぜには写真-2 に示すパン型ミキサーを使用し, 練混ぜ手順は粉体, 水+高性能減水剤を投入後, 回転数 50rpm で 2分, 繊維投入後, さらに回転数 50rpm で 2分の計 4分間とした.

採取した各供試体の養生, 試験材齢は, 試験Ⅰと同様とし, 以下に示す各材料性能を評価した.

①圧縮強度, 静弾性係数試験

φ100×200mm 円柱供試体を使用し, JIS A 1108, JIS A 1149 に準拠して実施した (n=3).

②直接引張強度試験

試験Ⅰと同様の方法で実施した (n=9).

③ひび割れ発生強度試験

超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)¹⁾に準拠し, 割裂引張試験, 曲げ強度試験を実施した (n=5).



写真-1 直接引張試験



写真-2 パン型ミキサーの形状

表-1 HOFM の配合

No.	示方配合 (kg/m ³)				Vf (vol%)
	プレミクス粉体	水	高性能減水剤	繊維	
1	1950	234	20~25	52	4.0
2	1950	234		52	4.0
3	1995	239		20	1.5

表-2 使用した有機繊維の性能

No.	材質	タイプ	直径 (μm)	長さ (mm)	引張強度 (MPa)	ヤング率 (GPa)
1	ビニロン	非収束	200	12	1100	27
2			200	12	1390	32
3			38	12	1560	41

キーワード 道路橋床版, 省力化補修, 高強度有機繊維補強モルタル, 力学的性質

連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 番地 住友大阪セメント株式会社 TEL 047-457-0184

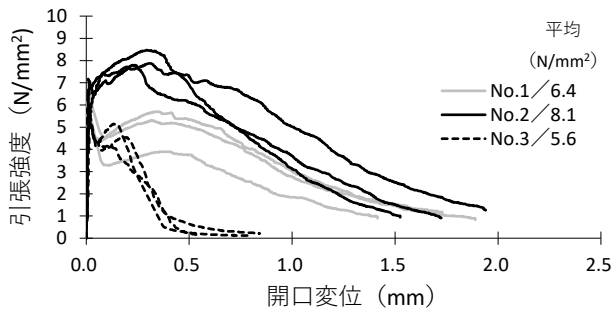


図-1 試験Ⅰ 各種繊維の直接引張強度と変位の関係

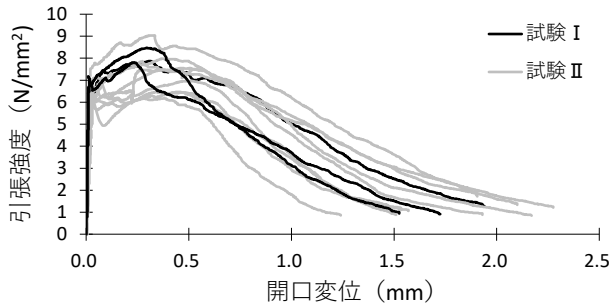


図-2 試験Ⅱ No. 2 の直接引張強度と変位の関係

表-3 試験Ⅱ No. 2 の各物性 (20°C)

試験項目	試験方法	試験結果	
JISフロー 無打撃 (mm)	JIS R 5201	直後	155
単位容積質量 (g/cm ³)	JIS A 1171	直後	2.27
空気量 (%)	JIS A 1128	直後	4.4
圧縮強度 (N/mm ²)	JIS A 1108	28日	111.1
静弾性係数 (kN/mm ²)	JIA A 1149	28日	36.2
直接引張強度 (N/mm ²)	参考文献 ¹⁾	28日	7.5
ひび割れ発生強度 (N/mm ²)	割裂引張	参考文献 ¹⁾	28日
	曲げ	参考文献 ¹⁾	28日

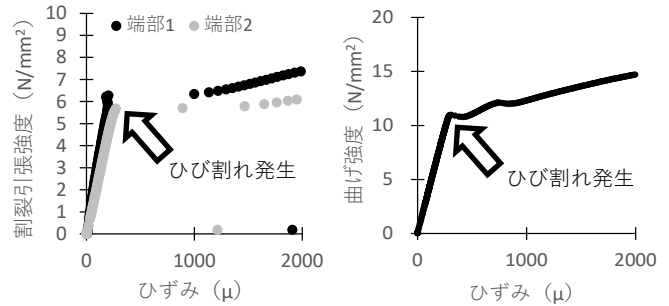


図-3 試験Ⅱ No. 2 のひび割れ発生強度 (左：割裂引張, 右：曲げ)

3. 実験結果

3.1 試験Ⅰービニロン (PVA) 繊維の比較検討

練混ぜの結果、直径 200 μ m で引張強度が異なる繊維を使用した No.1, No.2 は繊維体積混入率 4.0vol% においても、ファイバーボールの生成は確認されなかった。一方、直径 38 μ m の繊維を使用した No.3 は、繊維体積混入率 1.5vol%程度でファイバーボールの生成が確認されたため、これ以上の添加を断念した。直接引張強度試験の結果を図-1 に示す。No.1 の平均は 6.4N/mm²、No.2 の平均は 8.1N/mm² となり、No.1 に対し No.2 は 1.25 倍程度高かった。これは、モルタルとの付着力が強いとされるビニロン繊維の引張強度の向上が寄与したものと推測される。また、No.3 の平均は 5.6N/mm² で最も低く、最大強度到達後の軟化が最も大きいことから、ファイバーボール生成による添加量の違いが現れたものと考えられる。この結果から試験Ⅱは No.2 で実施することとした。

3.2 試験Ⅱーパン型ミキサでの性能評価

練混ぜの結果、パン型ミキサを使用し、練混ぜ量を増量した場合もファイバーボールの生成は見られず、短時間での練混ぜが十分可能であることが確認できた。試験Ⅱで得られた各物性を表-3 に示す。練上り直後のフロー値 (JIS R 5201 無打撃) は 155mm であった。また、20°C封緘養生での材齢 28 日の圧縮強度は 111.1N/mm²、静弾性係数は 36.2kN/mm² であった。

直接引張強度試験の結果を図-2 に示す。試験Ⅱの直接引張強度の平均は 7.5N/mm² であった。この結果から、試験Ⅰと比較して、パン型ミキサでもほぼ同等の引張性能を有することが確認できた。

割裂引張強度試験、曲げ強度試験でのひび割れ発生強度の代表的な結果を図-3 に示す。割裂引張強度試験の結果、ひび割れ発生強度の平均は 5.7N/mm²、変動係数は 12.6%であった。ばらつきは見られたものの目標に設定したひび割れ発生強度 4N/mm² を上回る性能であった。

曲げ強度試験の結果、ひび割れ発生強度の平均は 10.9N/mm²、変動係数は 2.6%であった。図-3 から、初期ひび割れ発生後も曲げ強度の増進する傾向が見られ、高い靱性能を有することが確認できた。

4. まとめ

本検討の結果、ビニロン繊維を体積繊維量 4.0vol% 混合した HOFM は、汎用的なパン型ミキサを用いた場合においても、短時間で十分練混ぜが可能であり、施工の省力化に寄与すると考えられる。また、HOFM は、高い力学的性質を有していることを確認した。

参考文献

- 1) コンクリートライブラリー113 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案), 土木学会, pp.1-2, pp.83-86, pp.90-93, 2004.9