

道路橋床版の補修に用いる高強度有機繊維補強モルタルの練り混ぜ方法が諸物性に及ぼす影響

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 〇渡邊 晋也, 菊地 新平
住友大阪セメント株式会社 正会員 川上 明大, 佐野 匠, 小塚 規行

1. 目的

近年, 道路橋床版の補修・補強に超高強度繊維補強コンクリート (以下, UHPFRC と称す) を用いることが多くなってきている。UHPFRC は圧縮強度 $100\text{N}/\text{mm}^2$ 以上で物質移動抵抗性が非常に高い材料であり, スイスをはじめ諸外国で開発が盛んに行われ, 実績が多い。UHPFRC は, W/B が低く, 粉体量が多いことから練り混ぜ時間が 10 分~15 分と長くなる傾向がある。大量に施工する場合, ミキサーの台数を多くするもしくは練り混ぜ量を多くする (練り混ぜ機器の大型化) などの対応を行わなければならない。そこで, 本研究では一般的な断面修復材と同程度の練り混ぜ時間や練り混ぜ方法が可能な高強度有機繊維補強モルタル (以下, HOFM と称す) を試作した。HOFM の特徴として, ポリビニルアルコール繊維 (PVA) を用いて, 引張強度の改善を図りながら物質移動抵抗性を高くしている。HOFM は, UHPFRC と同等の特性を持たせながら, 練り混ぜ時間を減少させることができるセメント系補修材である。本報告では, 練り混ぜ時間を 4 分とし, 練り混ぜに用いる機器をパン型ミキサーおよび練り混ぜ効率の低いハンドミキサーを用いて練り混ぜた場合の各種物性について検討を行った結果について述べる。

2. 練り混ぜ概要

本検討に用いた練り混ぜ機器は, ①パン型ミキサー (写真 1), ②ハンドミキサー (写真 2) として, 練り混ぜ量は, それぞれ約 51 L, 約 26 L とした。練り混ぜ手順については, パン型ミキサーは, 粉体と水+高性能減水剤を投入後, 回転数 50rpm で 2 分間実施し, 繊維を投入後, さらに回転数 50rpm で 2 分間とした。ハンドミキサーでは, 粉体と水+高性能減水剤を投入後, 回転数 610rpm で 2 分間実施し, 繊維を投入後, さらに回転数 610rpm で 2 分間とした。

3. HOFM の示方配合

HOFM の示方配合を表 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ックスした一材化材料を使用した。使用した有機繊維は PVA で, その性質は非収束タイプの直径 $200\mu\text{m}$ ×長さ 12mm である。PVA の引張強度は 1390MPa である。

4. 評価試験概要

本研究では, 異なる練り混ぜ機器による HOFM の諸物性に及ぼす影響について 1) フレッシュ性状として, 床版の勾配に対応するためにフロー試験練り上がり密度および空気量による評価試験, 2) 力学的性状として, 圧縮・曲げ強度およびダンベル型の直接引張試験, 3) 物質移動抵抗性として, ダブルチャンバー法の透気試験 (トレント法) を実施して評価をした。硬化体の試験は材齢 28 日で実施した。養生条件は, 材齢 1 日で脱型し, 23°C の環境で封緘養生とした。



写真 1 使用したパン型ミキサー



写真 2 使用したハンドミキサー

表 1 示方配合

プレミックス粉体	示方配合 (kg/m^3)			Vf (vol%)
	水	高性能減水剤	繊維	
1950	234	20~25	52	4.0

キーワード 道路橋床版の補修, 高強度有機繊維モルタル, 練り混ぜ機器, 力学的性質, 物質移動抵抗性

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

5. 試験結果

1) フレッシュ性状

練り混ぜ後の品質管理として JIS フロー値、空気量および密度を測定した結果を表 2 に示す。この表から、練り混ぜ機器の違いで品質に大きな違いがないことを確認した。また、既往の研究では床版の勾配に適した 15 打フロー値が 180 mm 以下と示されており、HOFM のフロー値が同程度になる打撃無フロー値が約 130 mm であることから、床版の補修に適していると考えられる。

2) 力学的性質

40mm×40 mm×160mm の供試体より得た圧縮強度と曲げ強度の結果を表 3 に示す。封緘養生で材齢 28 日の圧縮強度は 100N/mm² 以上、曲げ強度は 20N/mm² 以上となっており、既往の UHPFRC の強度と同等であることがわかる。また、パン型ミキサーとハンドミキサーを比較するとハンドミキサーの方が若干強度は低くなる傾向であった。くびれ部の断面は 13mm×30mm で長さ 100mm の形状のダンベル型の直接引張試験で得られた荷重-ひずみ曲線の結果を図 1 に示す。ひずみ値は、くびれ部を跨ぐ標点距離 165mm から求めている。その結果、圧縮・曲げ強度とは違い、ハンドミキサーの方が直接引張強度は高い結果となった。詳細な理由は不明であるが、セメントマトリックスとの関係もしくは繊維の配向が影響を及ぼしている可能性が考えられる。ただし、練り混ぜ方法が異なっても引張強度 7.0N/mm² 以上を有していることが判明した。

3) 物質移動抵抗性

300mm×300mm×100mm の試験体を用いて、トレント法による透気係数の測定を実施した。測定前に高周波水分計により表面水分率を測定している。また、測定は 4 点とし、不陸の影響を除外するために型枠面で測定を実施した。測定結果を表 4 に示す。透気係数が非常に小さく、物質移動抵抗性は非常に高い材料であり、UHPFRC と同等の性能を有することが言える。なお、練り混ぜ機器に有意な違いは見られなかった。

6. まとめ

本研究では HOFM をパン型ミキサーとハンドミキサーで練り混ぜ機器の違いについて検討を行った結果、ハンドミキサーの方が力学的性質は低めになる傾向が認められたが、有意といえる差ではないと考えられる。また、今回開発している HOFM は UHPFRC と同等の性能を有することが判明した。

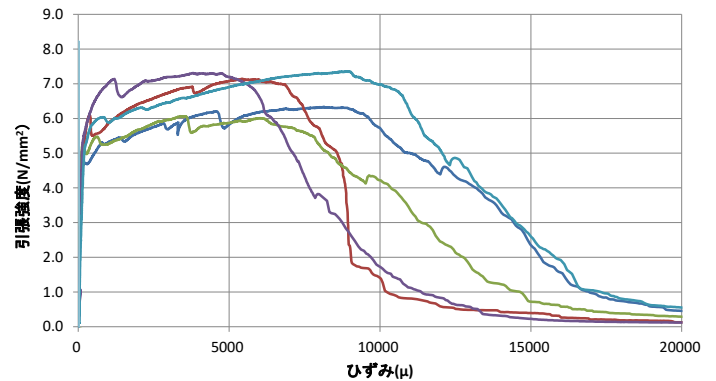
参考文献 1) 永山清一郎他：現場施工型の超高強度繊維補強コンクリートを用いた床版上面増厚工法に関する研究，土木学会論文集 E1, Vol. 76, No. 2, I_61-67, 2020

表 2 フレッシュ性状

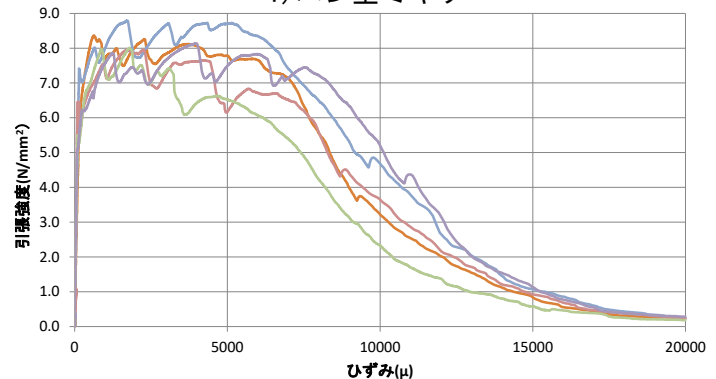
	練り上がり温度 (°C)	JISフロー打撃無 (mm)	空気量 (%)	密度 (g/cm ³)
パン型ミキサー	29.6	131×130	3.2	2.27
ハンドミキサー	31.1	134×125	3.5	2.26

表 3 圧縮・曲げ強度

	圧縮強度：N=6 (N/mm ²)	曲げ強度：N=3 (N/mm ²)
パン型ミキサー	121.3	25.1
ハンドミキサー	111.5	20.5



1) パン型ミキサー



2) ハンドミキサー

図 1 直接引張試験結果 (応力 - ひずみ曲線)

表 4 透気試験結果

		1	2	3	4
パン型ミキサー	透気係数 (10 ⁻¹⁶ m ²)	0.0018	<0.001	<0.001	<0.001
	水分率 (%)	5.0	5.1	5.1	5.2
ハンドミキサー	透気係数 (10 ⁻¹⁶ m ²)	<0.001	0.0012	<0.001	<0.001
	水分率 (%)	5.1	5.2	5.1	5.0