

ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料の配合と練混ぜ方法

岐阜大学 学 ○谷口俊哉，今井祐輔，七条浩実
正 国枝 稔，鎌田敏郎，六郷恵哲

1. まえがき

引張力あるいは曲げモーメント作用下において、マルチプルクラッキング（分散して発生する無数のひび割れ）特性を示す「ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料」（SH-DFRCC：Strain-Hardening Type Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites，以下、DFRCC とする）が開発されている。この材料は、ひび割れ幅が小さく、耐久性や止水性に優れ、破壊時のエネルギー吸収量が大きいため耐震エネルギー吸収デバイスや衝撃緩衝材としての利用等も期待されている。この新しい材料の利用を拡大するためには、優れた点をさらに発展させ、劣る点を改良するとともに、評価基準と試験方法を整備する必要があると考えられる。

本研究で対象とする DFRCC には、ポリエチレン短繊維（長さ 12mm，直径 0.012mm）を体積の 1.5% 混入している。本研究では、この材料の次のような点の改良を行った。

- ・収縮量の低減：この材料は、粗骨材を含まずセメント量が多いため、硬化時の収縮量が多い。
- ・施工性の改良：この材料は、粘性が大きく繊維を含有しているため、ファイバーボールが生じやすく、こて仕上げが難しい。
- ・練混ぜ方法の改良：この材料はホバート型ミキサーで製造されることが多いが、強制練りパン型ミキサーでは練混ぜが容易でない。

2. 実験概要ならびに結果と考察

(1) 硬化時の収縮量の低減

筆者らの研究グループで用いている DFRCC の標準配合①と、セメントの一部を膨張材に置換した配合②～⑤とを表-1 に示す。脱型直前（練混ぜから約 12 時間経過後）より計測した体積変化の様子を図-1 に示す。100×100×400mm の供試体に埋め込んだプラグ間の距離の変化を、フーゲンベルガー（検長 250mm）を用いて計測した。図-1 からわかるように、膨張材をセメントの内割りで 7% 程度（通常のコングリートの場合と同程度の割合）混入することにより、DFRCC の収縮量を低減することができた。

表-1 配合表

配合	W/B*1 (%)	単位量 (kg/m³)								Ad*6 (%)
		W	C*2	C*3	FA*4	膨張材*5	7 号珪砂	繊維	増粘剤	
①	30	379	1264	—	—	—	395	14.6	0.9	3
②	30	379	1234	—	—	30 (2%)	395	14.6	0.9	3
③	30	379	1204	—	—	60 (4.7%)	395	14.6	0.9	3
④	30	379	1174	—	—	90 (7%)	395	14.6	0.9	3
⑤	30	379	1144	—	—	120 (9.5%)	395	14.6	0	3
⑥	30	379	—	1264	—	—	395	14.6	0.9	3
⑦	30	379	885	—	378	—	395	14.6	0.9	3
⑧	45	448	1004	—	—	—	395	14.6	0.9	1.5
⑨	30	346	1264	—	—	—	395	14.6	0	3
⑩	45	379	844	—	—	—	745	14.6	0.9	1

*1：結合材，*2：早強セメント，*3：高炉セメント（B種），*4：フライアッシュ（セメントの内割り：30%），

*5：膨張材（セメントの内割り），*6：高性能 AE 減水剤（セメントの重量に対する割合）

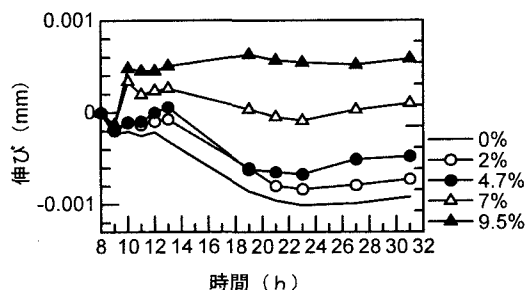
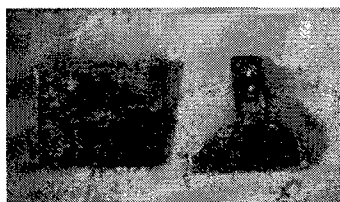


図-1 長さ変化

表-2 フロー値およびファイバーボール発生数

配合	フロー値	ファイバーボール (数)
①	150×146	0
⑥	171×162	0
⑦	165×153	0
⑧	163×163	4
⑨	167×158	4
⑩	147×142	0



(a) 平板状 (従来型)



(b) 箒状



(c) くし状

写真-1 強制練りパン型ミキサーの羽根

(2) 打設時の施工性の改良

標準配合①に比べ、早強セメントを高炉セメントB種に置き換えた配合⑥、セメントの30%をフライアッシュに置換した配合⑦、水セメント比を大きくした配合⑧、増粘剤を使用しない配合⑨、水セメント比と珪砂量を大きくした配合⑩を表-1に示す。これらの配合で、ホバート型ミキサーを用いて5リットルずつ練混ぜを行った。各配合について、モルタルフロー値と練混ぜ量5リットル中のファイバーボール数を表-2に示す。この実験から、次のことが確認された。

- ・セメントを高炉セメントに置き換えても、施工性に変化は認められなかった。
- ・フライアッシュを混入すると流動性は良くなるが、分離したフライアッシュが供試体上面に認められた。
- ・水セメント比が大きい場合や、増粘剤を使わない場合には、ファイバーボールが生じた。
- ・水セメント比と珪砂量を大きくすることで、ファイバーボールが生じることなく、こて仕上げ性のよい配合が得られた。

(3) 練混ぜ方法の改良

強制練りパン型ミキサー（容量50リットル）の羽根を、写真-1に示すように改良して、配合①ならびに⑩を練混ぜ、次の結果を得た。

- ・配合① (W/B=30%) の場合、羽根の形状を、平板状からくし状に改良することにより、羽根の部分で繊維が団子状になることなく、繊維が良く分散した。
- ・配合⑩ (W/B=45%) の場合、羽根の形状にかかわらず、強制練りパン型ミキサにより均一に練り混ぜることができた。

3. あとがき

ひずみ硬化型高靱性セメント複合材料 (DFRCC) の配合と練混ぜについて検討し、次の結果を得た。

- (1) DFRCC は、粗骨材を含まないため硬化時の収縮量が多いが、膨張材をセメントの内割りで7%程度混入することにより、硬化時の収縮量を低減することができた。
- (2) 水セメント比を大きくし、珪砂量と増粘剤を増すことにより、こて仕上げ性を改良できた。
- (3) 羽根の形状をくし状に改良したり、水セメント比の大きい配合とすることにより、通常の強制練りパン型ミキサによっても、DFRCC を均一に練混ぜることができた。