

DFRCCの最適混練方法と最適配合について

学生氏名 河村 友希

指導教員 栗原 哲彦

1.はじめに

現在,国内における DFRCC (高靱性セメント複合材料)は,研究レベルの段階であり,少量ずつ練られ大量の混練りが事実上行われていないのが現状である.しかし,この材料は従来のセメント系材料に代わる高性能な補修用材料,衝撃緩衝材料,鋼材の被覆材など,新しい様々な用途が期待でき,土木建築におけるコンクリート工学の分野に技術革新をもたらす可能性がある. DFRCC は,セメント系材料を繊維で補強した複合材料であり,引張応力下において複数ひび割れ特性を示し,曲げ,引張,圧縮破壊時の靱性を大幅に向上させた材料である.しかし,大量の DFRCC を作製するには,繊維の分散性を含め,多くの問題点があり,その解決はまだなされていない.

そこで,本研究では,一般的なコンクリートミキサを用いたDFRCC の作製について検討した.目標は,30 リットルの作製とする.

2.実験概要

2.1 使用材料

表 1 に基準となる配合を示し,以下に使用材料及び配合条件(固定)の詳細を記す.

・セメント:早強ポルトランドセメント

細骨材:7号珪砂

繊維:ポリエチレン繊維(径:12.0 μ m,長さ Lf:13.0mm,密度:0.97g/cm³ 写真1参照)

・混和材:フライアッシュ,シリカヒューム,高炉スラグ微粉末(セメントに対する置換率 10,20,30%)

・増粘剤:セルロース系の粉体 0,0.45,0.9,1.35 kg/m³

決定項目:W/C=30%,高性能 AE 減水剤(C \times 3%),PE 繊維(長さ13.0mm,混入率 1.5%)



写真1 ポリエチレン繊維

2.2 練混ぜ方法

材料一括投入,繊維を最後に投入,材料分割投入の大きく分けて 3 通りの方法をとる.また,繊維を投入する際には,乾燥状態と湿潤状態の 2 通りの繊維を用いる.材料を投入する順番や繊維の状態を変えて,練混ぜの容易さ,繊維の分散性などを検討する.

2.3 測定項目

作製した DFRCC に対して,目視調査も含めて,単位質量あたりの繊維量,繊維投入後のフロー値,ファイバーボールの有無,各種材料定数を調査,測定する.

表 1 基準となる配合表

W/B ^{*1} %	単位量 (kg/m ³)						Ad ^{*6} C \times %	
	W	C ^{*2}	S ^{*3}	V ^{*4}	F ^{*5}	混和材		増粘剤
30	342	1264	395	0.9	14.6	253	0.9	3

3.実験結果および考察

練混ぜ方法が最適であったのは,繊維を水で湿らせてから材料の最後に投入する方法であった.この方法は,ミキサにも負担がかからず,練混ぜ全体において流動性の良い DFRCC を作製することができた(写真2参照).しかし,材料を一括投入したものは,練混ぜの過程でボール状の固まりになり,ミキサに大きな負担がかかってしまった.(写真3,4参照).

図 1に,それぞれ DFRCC のフロー値と単位量当たりの繊維量のグラフを示す.図からわかるように,増粘剤を 1.5 倍(1.35 kg

*1 結合材 *2 早強ポルトランドセメント *3 7号珪砂 *4 増粘剤 *5 : ポリエチレン繊維(体積混入率 1.5%) *6 高性能 AE 減水剤(結合材に対する質量比)



写真2 最後に投入



写真3 一括投入途中

$/m^3$)にすると、フロー値が基準とした 160 mm以下となり、粘性が強くなり過ぎ、流動性が減少した。また、増粘剤を使用しないで作製するとフロー値には大きな変化はないものの出来上がった供試体の上に多量のブリーディング水が発生し、厚いレイタンス層ができてしまった。単位質量当たりの繊維量においては、材料一括投入したものと乾燥状態の繊維を分割して投入したものが他の方法に比べ大きくなった(図1参照)。このことから、繊維を投入する際には湿らせた状態が望ましいということが確認できた。



写真4 一括投入完成

次に、3種類の混和材を使用した時のDFRCCの練混ぜを行った。フライアッシュ、高炉スラグ微粉末を使用した場合は、基本配合時(写真5参照)とほぼ同じようなモルタルを作成することができ増粘剤を減量できる可能性が明確となった。しかし、シリカヒュームを使用した場合は、モルタルの状態になるまでに長い時間がかかり、材料が大きなボール状になったため、ミキサにかなり負担がかかってしまった。出来上がったDFRCCは写真6を見て分かるように硬く、流動性のないものに仕上がったが、粘性がほかのDFRCCより低かったため、型枠に投入する際や表面をならす時に容易に仕上げることができ、作業性は良かった。

次に、出来上がった供試体と強度試験の結果について考察する。圧縮強度、引張強度ともに、どれもほぼ一定の値を示した(図2,3参照)。しかし、曲げ強度に関しては、混和剤を使用したときの強度がどれも低くなってしまった。(図4参照)この理由としては、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末を使用した際、養生期間が2週間と短かったために強度が伸びきれなかったことと、早強ポルトランドセメントを使用したために、これらの特徴と矛盾が起きてしまったということがあげられる。また、シリカヒュームに関しては、混和材の量を質量比で計算したために比重の軽いシリカの量が多くなってしまい、水セメント比が小さくなってしまったことが、原因の一つにあげられる。また、流動性がなかったために、締固めが不十分で供試体に複数の穴が空いてしまったことがある。



写真5 基本配合



写真6 高炉スラグ使用

4.まとめ

DFRCCの最適混練方法は、繊維を湿らせて材料の最後に投入する方法である。増粘剤の量は、DFRCC 1[?]中 0.45~0.9 kgが限度であり、混和材を使用する際には、さらに減らせることがわかった。また、繊維を分散させるために手作業で行ったが、この方法は手間と時間がかかってしまうため、この作業をいかに能率よく時間を短縮させられるかが、今後の課題である。

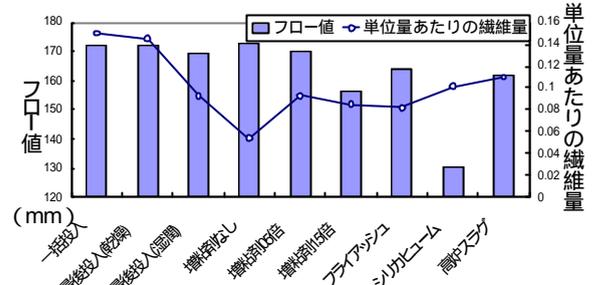


図1 フロー試験によるDFRCCの粘性と単位量あたりの繊維量

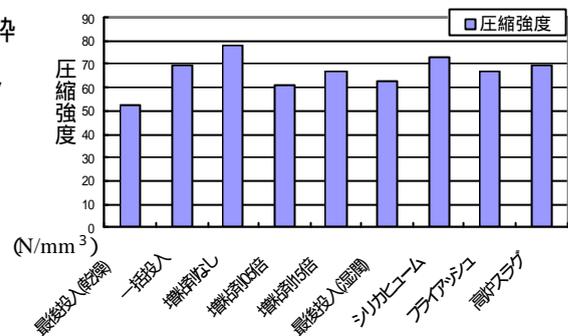


図2 圧縮試験結果

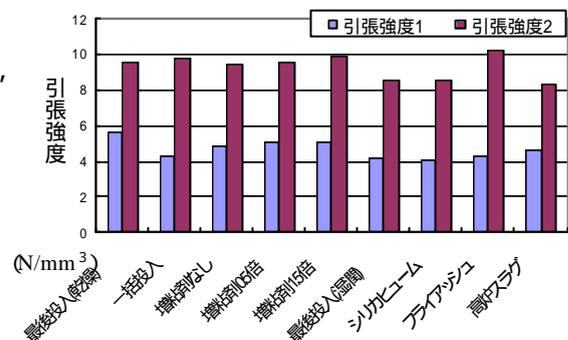


図3 引張試験結果

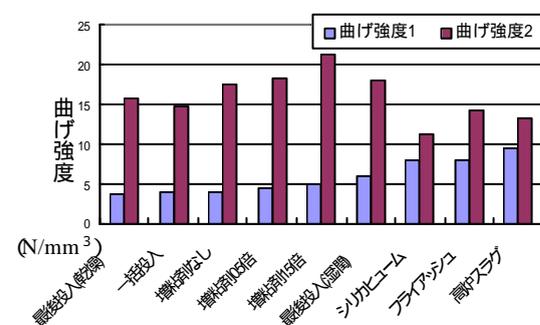


図4 曲げ試験結果