

熱履歴を受けた高靱性セメント複合材料の曲げ性状

武蔵工業大学 学生会員 ○西元 守人
 武蔵工業大学 非会員 藤田 鉄兵
 武蔵工業大学 正会員 栗原 哲彦
 武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道

1. 研究目的

高靱性セメント複合材料(Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites¹⁾, 以下 DFRCC と呼ぶ.) は, 近年その構造利用を広めようと全国的に開発・研究されている新しい構造材料である. DFRCC の特性(ひずみ硬化特性, マルチブルクラック特性)により, コンクリート構造物の大幅な性能向上や新たな性能付与に対する十分な可能性を秘め, すでにトンネル覆工への利用等が進められている. しかし, その歴史は浅く未解明な部分が多く存在する. そのひとつとして耐久性に関する問題が挙げられる.

本論では, ポリエチレン繊維を使用した DFRCC に着目し, トンネル火災で注目されるコンクリートの耐熱性について実験的に明らかにすることを目的とする.

2. 実験計画及び概要

2.1. DFRCC の作製²⁾

表 1 に示す DFRCC により供試体(40×40×160 mm)を作製した. セメントには早強ポルトランドセメントを, 細骨材には平均粒度 135 μ m の 7 号珪砂を使用した. 混和剤には, 高性能 AE 減水剤および非イオン系水溶性セルロースの増粘剤を使用した. ここに, 径 12 μ m, 長さ 13mm, 密度 0.97g/cm³ のポリエチレン繊維を混入させた. なお, 供試体は 1 ヶ月間水中養生した後, 1 ヶ月間気中養生した.

2.2. DFRCC の耐熱性実験

常温の乾燥炉に供試体を設置後, 各設定温度(50, 100, 150, 200, 250, 300)まで温度を上昇させ, 設定温度で 10 分間保持した. その後, 乾燥炉が常温になるまで自然冷却した. 冷却後, 供試体を取り出し, 3 等分点曲げ載荷試験を行い, 荷重 - 変位曲線を計測した. 3 等分点曲げ載荷試験の概略図を図 1 に示す. 乾燥炉の温度上昇と時間との関係を図 2 に示す. また, 耐熱容器に繊維のみを入れ, 繊維自身の耐熱性も観察した.

3. 実験結果および考察

各温度下での曲げ強度と最大荷重時変位の関係を図 3 に示す. 200 までは, 全ての温度下で 600N/mm² を超えているのに対し, 250 以上では, その半分の 300 N/mm² にも達していない. またそれに伴うように, 最大荷重時変位も 200 から急激に小さくなっていることが読み取れる.

図 4 の荷重 - 変位曲線と写真 1 の供試体の破壊状況, 写真 2 の各温度下での繊維を見比べると, 常温では, DFRCC の特徴のひとつであるマルチブルクラック特性(無数の微細ひび割れが分散して生じる特性)が見られ, 最大

表 1 配合表

W/C (%)	単位量(kg/m ³)					Ad ^{*5} (%)
	W	C ^{*1}	S ^{*2}	V ^{*3}	F ^{*4}	
30.0	342	1264	395	0.90	14.6	3.00

*1:早強ポルトランドセメント *2:7 号珪砂 *3:増粘剤
 *4:ポリエチレン繊維 *5:高性能 AE 減水剤

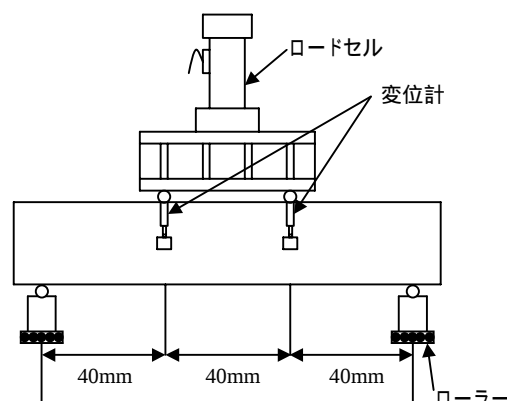


図 1 3 等分点曲げ載荷試験

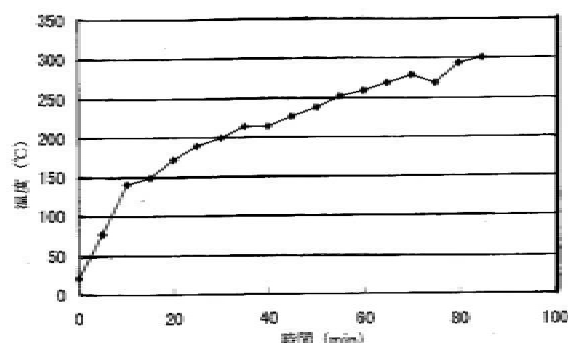


図 2 温度-時間関係

キーワード 耐熱性, 高靱性セメント複合材料, ポリエチレン繊維, 荷重 - 変位曲線

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 TEL 03-3703-3111 内線(3240)

荷重も大きな値を得ることができた。50、100 においては、供試体・繊維の変状はなく、最大荷重にも大きな変化は見られなかった。最大荷重時変位は温度が上昇するにつれ、大きくなることが確認できた。

しかし、150 あたりから、繊維に微妙な変化が見られ始め、常温のときと比べ、縮んでいることが確認できた。さらに、供試体のひび割れの数も減少していることが分かった。しかし、DFRCC の変形性能は失われておらず、最大荷重も高い数値を得た。また最大荷重時の変位に至っては、全ての温度下の中で最大値となった。

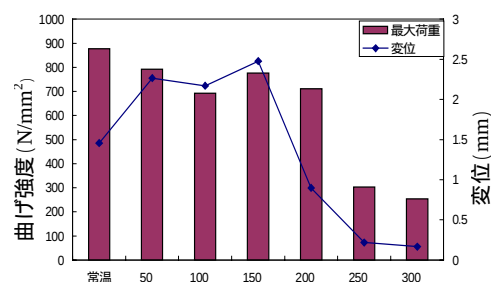


図3 曲げ強度及び最大荷重時変位

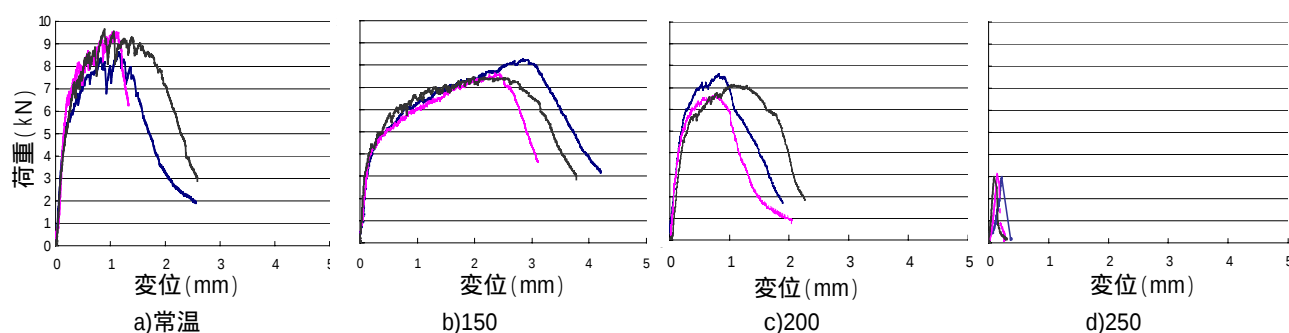


図4 荷重 - 変位曲線の一部



写真1 供試体の破壊状況

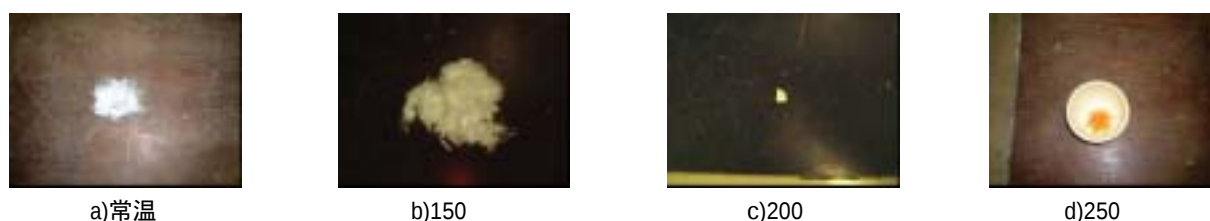


写真2 繊維の変化

200 になると、最大荷重は高い値を示しているが、その時の変位が急激に低下した。これは、繊維がほぼ溶けてしまったために、DFRCC の特徴である変形性能が低下したと考えられる。また、供試体が発生するひび割れも減少し、1本のひび割れが顕著に発達していることが分かる。

250 では、最大荷重もその時の変位も著しく低下していて、供試体のひび割れはほぼ1本のみとなっている。これは、DFRCC の特徴がほぼ見られなくなったことを表している。また、繊維は溶けた後、焦げ始めていることが確認できた。

300 では、完全に DFRCC の特徴は失われ、繊維も完全に焦げてしまったことが確認できた。

4. 結論

今回の実験より、DFRCC の性能(耐力、変形性能)は使用した繊維の耐熱性にすべて依存し、繊維の限界温度がそのまま DFRCC の限界温度となることが分かった。しかし、150 までは逆に変形性能が向上することが明らかになった。今後は、より急激な温度上昇過程を想定した場合の検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会:高靱性セメント複合材料を知る・作る・使う,高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書,2002.1
- 2) 藤田鉄兵:高靱性セメント複合材料の耐火性及び外部物質浸透性,平成14年度武蔵工業大学卒業論文,2003.3