

熱履歴が DFRCC の曲げ性状に及ぼす影響

武蔵工業大学 学生会員○新名 正英 西元 守人
武蔵工業大学 正会員 栗原 哲彦 吉川 弘道

1. はじめに

高靱性セメント複合材料(Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites:以下 DFRCC)は, 高い靱性を保有しており, 今後のコンクリート構造物の性能向上が期待される材料であるが, その耐久性は未解明な部分が多い。

近年, 頻繁に発生するトンネル火災の被害結果より, 従来のコンクリートは火に対して強いという説はくつがえされ, コンクリート構造物の火災安全性の向上は建設分野の大きなテーマとなっている. そこで本研究では DFRCC の耐火性能に着目し, 常温(20℃)～1000℃における熱履歴がその曲げ性状に及ぼす影響を確認することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 DFRCC の作製¹⁾

表 1 に配合を示す. セメントには早強ポルトランドセメント, 細骨材には 7 号珪砂, 混和剤には高性能 AE 減水剤・非イオン系水溶性セルロースの増粘剤を用いた. 供試体は基本となる配合(以下 B-M)にビニロン繊維・ポリエチレン繊維をそれぞれ混入したもの(以下 B-VF・B-PF)の計 3 種類を作成した. 寸法は 40×40×160(mm)とし, 1 ヶ月の気中養生とした。

表 1 配合表

シリーズ名	水セメント比(%) W/C	単位量(kg/m ³)					
		水 W	セメント C	細骨材 S	増粘剤 V	繊維 F	混和剤 Ad
B-VF	30	342	1264	395	0.9	14.6	37.92
B-PF	30	342	1264	395	0.9	14.6	37.92
B-M	30	342	1264	395	0.9	—	37.92

2.2 実験方法

乾燥炉(常温～300℃)あるいは高温釜(500℃～1000℃)を用いて図 1 に示す温度勾配で DFRCC に熱履歴を与えた. その後自然冷却させたのち, 3 等分点曲げ載荷により荷重—変位曲線を測定し, 熱履歴が DFRCC の曲げ性状に与える影響を確認した。

3. 実験結果及び考察

3.2 曲げ強度—温度関係

曲げ強度と熱履歴を与えた際の最高温度との関係を図 2 に示す. B-M は最高温度 200℃までの間に強度が急激に低下し, それ以後はゆるやかに低下した. B-VF, B-PF は 100℃までは大きな強度低下は確認されなかったが, 100℃～300℃間において強度低下が生じ始めた. 300℃以上の温度下では全ての供試体においても強度低下が確認され, 600℃以上になるとさらに急激に低下した. 600℃以上の温度下では B-VF, B-PF ともに内部の繊維が溶解してしまうため, B-M とほぼ同程度の強度となった. また B-VF の強度が 300℃付近で一度回復しているのは未水和セメントの反応のためだと考えられる²⁾。

3.1 荷重—変位曲線

荷重—変位曲線の結果を図 3 に示す. B-M は繊維無混入のため最大荷重到達後に脆性破壊を起こし, 温度の上昇に伴い最大荷重が低下した. 200℃までの温度下においては B-VF・B-PF は DFRCC の特徴であるひび割れ発生

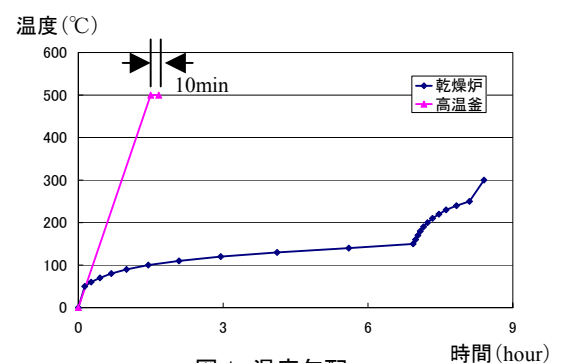


図 1 温度勾配

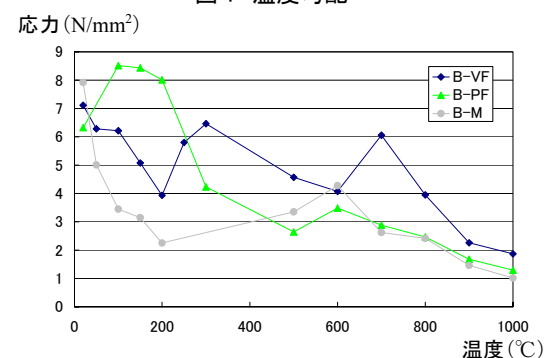


図 2 曲げ強度—温度関係

Key Words:高靱性セメント複合材料, 熱履歴, 曲げ強度, 荷重—変位曲線

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL:03-3703-3111(内線)3243 FAX:03-5707-1165

後の荷重増加が確認された。しかし 250℃になるとひび割れ発生後の大きな荷重増加は確認されず、軟化域における勾配も 150℃・200℃と比較すると急勾配となり、300℃以上では全ての供試体が脆性破壊を起こした。通常、ビニロン繊維・ポリエチレン繊維は200℃前後で繊維自体が溶解してしまう。そのため内部温度が200℃に達すると考えられる 250℃付近において繊維が溶け始め、300℃において繊維が完全に溶解しDFRCCはその性能を失ってしまうと推測できる。500℃以上の温度下においては温度上昇に伴い最大荷重が低下する結果となった。500℃以上では、繊維が完全に溶解してしまっているため全ての供試体の最大荷重、最大荷重時の変位はほぼ同等となり、温度上昇に伴い最大荷重の低下が確認された。

4. まとめ

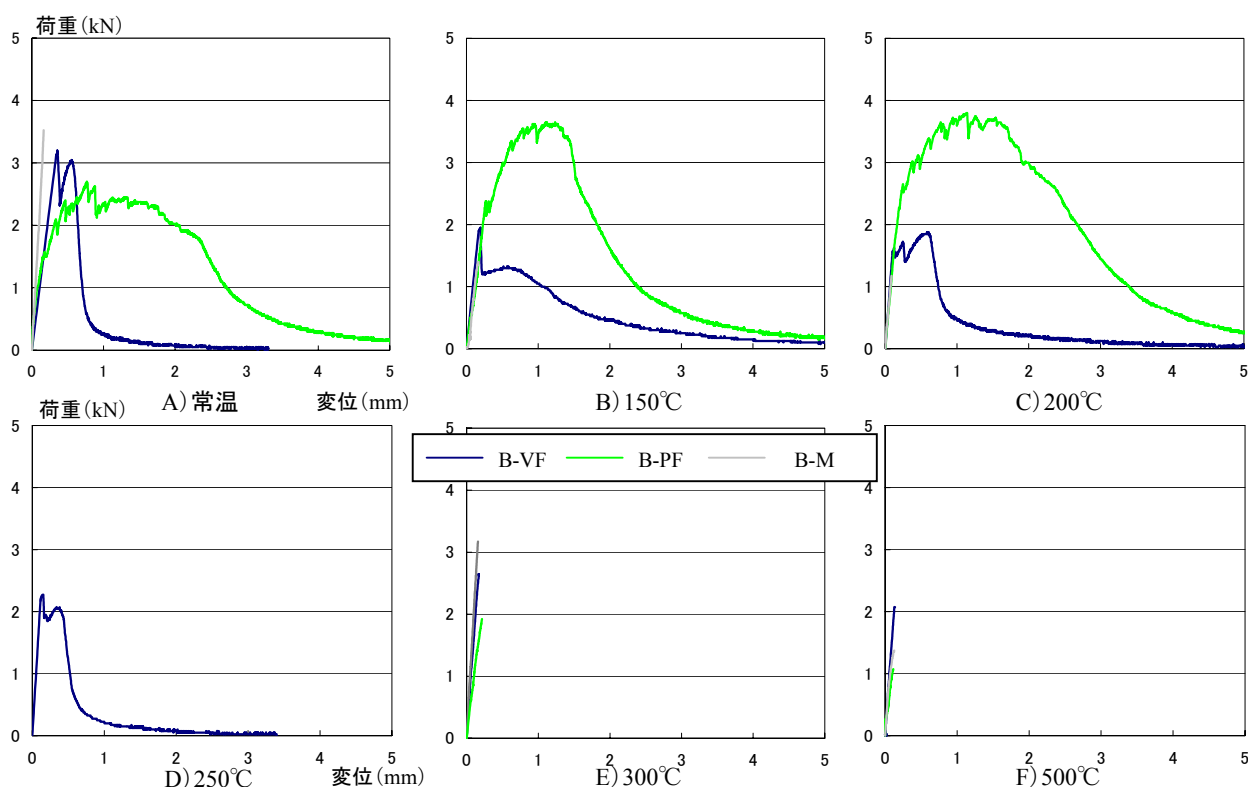


図3 荷重－変位曲線

ポリエチレン繊維・ビニロン繊維の使用限界温度は 200℃前後である。繊維の使用限界温度が DFRCC の性能を発揮できる限界温度であると考えられるが、DFRCC が 200℃の温度にさらされても内部温度は 200℃に達しているというわけではない。したがって DFRCC の性能を発揮できるのは、表面に 250℃～300℃の加熱を受け内部温度が 200℃前後に達するまでであるといえる。また、500℃以上の温度下では内部の繊維が完全に溶解してしまうため、DFRCC はモルタルと同様の破壊形態となる。

5. 今後の課題

本研究では比較的緩やかな温度勾配を用いて実験を行ったが、トンネル火災に代表される土木構造物の火災は、より急激な温度勾配となる。このことから今後 JIS 1304-1975 やドイツ基準の火災温度－時間曲線のような急激な温度勾配が DFRCC の曲げ性状に与える影響を確認する必要がある。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、貴重な繊維を提供して頂いた株式会社クラレ、東洋紡績株式会社の両社に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 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
- 2) 日本コンクリート工学協会:コンクリート構造物の火災安全性研究委員会報告書, 2002.6