

PVA 繊維補強コンクリートの加熱後の曲げ挙動に関する基礎的研究

日本大学 学生会員 ○北島 豊徳 日本大学 伊東 和輝
日本大学 大野 航平 日本大学 正会員 齊藤 準平

1. はじめに

コンクリート構造物に対する劣化現象の一つに火災が上げられる。特に車両事故などにより火災が発生した場合は、火の温度は、条件によっては最高温度が1200℃近くまで上がる。車両火災がトンネル内や橋梁下であった場合は、コンクリート構造物に高温の影響を及ぼし、道路の早期復旧が難しくなる恐れがある。

近年では、コンクリートに短繊維を配合させ強度を図る「繊維補強コンクリート」が注目されている。PVA（ポリビニルアルコール）繊維を混入したコンクリートでは、曲げ靱性などの力学的特性や、ひび割れに対する抵抗性など様々な性能を改善できることが知られている。さらに、鋼繊維と比べ繊維の密度が小さく変形しやすいことから施工への影響が少なく、表面にさびが浮き出ることもない。

本研究は、施工性が高いとされる PVA 繊維補強コンクリートを対象とした、中程度の火災被害を受けた後のコンクリートの使用性能を検討することを目的として、繊維混入量、加熱条件を変えた供試体に対する圧縮荷重試験、引張荷重試験および曲げ荷重試験を実施し、主に曲げの挙動について検討を行った。

2. 既往研究との位置づけ

高野ら¹⁾の研究では、ポリプロピレン繊維補強高強度コンクリートが加熱後のひび割れ進展の抑制に優れ、破壊靱性が大きく保てることを、新井ら²⁾が加熱後のポリプロピレン繊維補強高強度コンクリートでは圧縮強度が70%程度残存することを明らかにした。しかし、火災を受けた PVA 繊維補強コンクリートの挙動把握は進んでおらず、特に、曲げ荷重による挙動の把握に関する研究はほとんど実施されていない。

3. 試験方法

3. 1 供試体の概要

(1) 供試体の作製

供試体は S/C=300Vol%, W/C=55%の条件のモルタルにて作製し、PVA 繊維（繊維長 18mm, 直径 200μm, ヤング率 27Gpa）を 1vol%, 2vol%, 無混入の計 3 条件

を作製した。試験は、圧縮試験（φ50mm×100mm）、引張試験（φ50mm×100mm）、3 等分点曲げ荷重試験（高さ 20mm×幅 100mm×長さ 350mm）の 3 種類とした。

(2) マッフル炉を用いた高温加熱試験

マッフル炉では、0～1155℃の設定温度が可能であり、昨年の研究結果から加熱温度を 200℃, 400℃, 600℃と決定し、加熱時間は 1 時間とした。比較のために常温（加熱せず（20℃））も条件に加え、計 4 条件とした。

3. 2 各種荷重試験

(1) 圧縮強度試験

JIS A 1108 に準じて圧縮試験を行い、圧縮強度、応力ひずみ曲線、ヤング係数を求めた。供試体数は、12 条件×3 本の 36 体とする。

(2) 引張強度試験

JIS A 1113 に準じて引張試験を行い、引張強度、応力ひずみ曲線を求めた。供試体数は、12 条件×3 本の 36 体とする。

(3) 曲げ荷重試験

3 等分点の 2 点荷重を変位制御（0.1mm/min）にて破断するまで行った。供試体数は、12 条件×1 体の 12 体とする。

4. 結果および考察

4. 1 加熱後の外観

繊維単体の加熱の反応を知る目的で、繊維単体に対して 1 時間加熱を行った。写真-1 に繊維の加熱後の写真を示す。200℃ではきつね色にはなっているが、繊維 1 本ごとに形状が確認でき、加熱前と同じ形状を保っていることが確認された。400℃では、繊維が焦げて原型を留めていないことがわかる。600℃では、繊維が溶け蒸発してしまい少量の塵が残っているのが認められた。



写真-1 繊維のみ加熱した際の様子

写真-2 は、繊維混入量 2%の供試体を示している。

キーワード PVA 繊維, 高温加熱, 曲げ挙動

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 TEL.047-469-5241 E-mail : Saitou.Junpei@nihon-u.ac.jp

加熱後の外観は、200℃で加熱した場合では常温の供試体とほとんど変化しないことがわかる。400℃では表面から飛び出していた繊維が焦げ付いた跡が確認できた。600℃では、繊維が焦げ付いた跡は確認できなかったが、400℃では見られなかったひび割れが供試体全体から多数確認することができた。

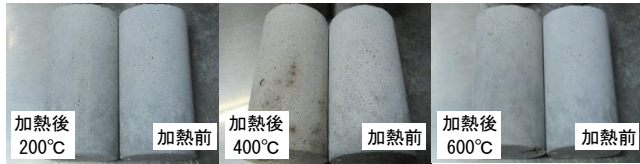


写真-2 加熱前後の供試体比較

4. 2 圧縮強度試験と引張強度試験

圧縮強度と加熱温度の関係(図-1)より、加熱温度が高く、繊維混入量が多いほど圧縮強度が減少する傾向があることがわかる。ヤング係数と加熱温度の関係(図-2)や、引張強度と加熱温度の関係(図-3)にも同様のことがいえる。ただし、20℃と200℃では変化が少なく、200℃程度までの火災では、コンクリートとしての性能を維持できているものと考えられる。

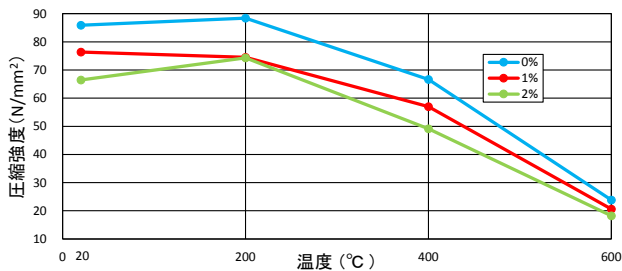


図-1 圧縮強度と加熱温度の関係

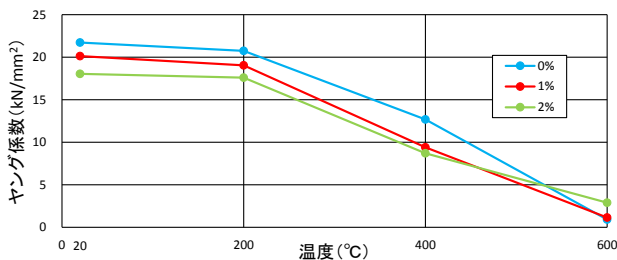


図-2 ヤング係数と加熱温度の関係

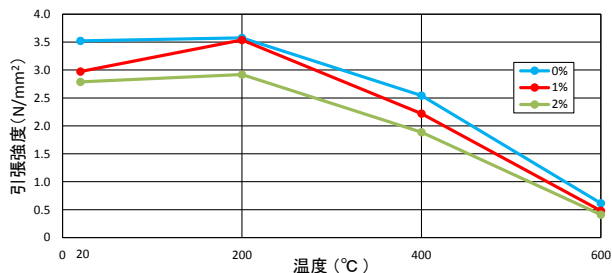


図-3 引張強度と加熱温度の関係

4. 3 曲げ載荷試験

曲げ強度と加熱温度の関係(図-4)ならびに曲げ応力/曲げ強度とたわみの関係(図-5)(繊維混入量2%)より、繊維の靱性、耐火性を確認する。図によると、20℃と200℃では、曲げ強度を迎えた後もコンクリートが破断することなくたわみを増大させながら載荷を続けることができたことがわかる。しかし、400℃以上では、繊維の効果が殆ど認められず、加熱による負の影響が大きくなることが分かった。これは、図-1で示されたように繊維が焦げて、役割を果たさなくなること起因しているものと考えられる。なお、600℃では、重さ約5kg(曲げ応力では約0.3N/mm²程度)の載荷ピンを載せた瞬間に破断してしまったため、曲げ応力のデータは取れていない。

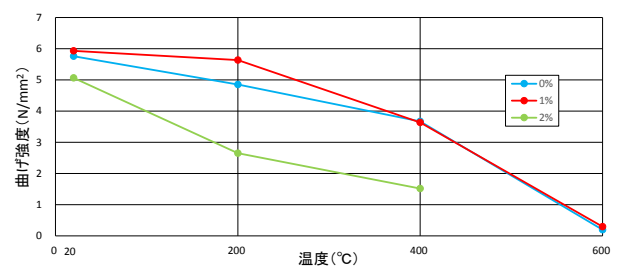


図-4 曲げ強度と加熱温度の関係

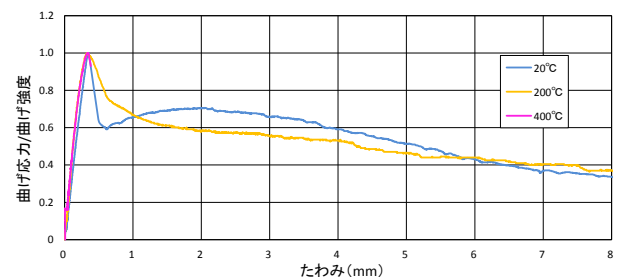


図-5 曲げ応力/曲げ強度とたわみの関係(繊維量2%)

5. まとめ

本試験において、以下のことが考えられる。

- (1) 火災温度が200℃までは問題は殆どなく、200℃を超えるとコンクリートとしての性能が低下する傾向がある。
- (2) 曲げ載荷試験より、200℃までは曲げ靱性は低下がなく、繊維の効果が確認された。

引用・参考文献

- 1) 高野 智宏ら：高温加熱を受ける高強度繊維補強コンクリートの耐火性能について，土木学会論文集 E, vol.63 No.3, pp.424-436, 2007
- 2) 新井 崇裕ら：剥落防止機能を有する有機系短繊維補強コンクリートの耐火性能，コンクリート工学年次論文集, vol.29, No.1, pp.381-386, 2007