

高温加熱を受けた繊維補強コンクリートの圧縮強度と弾性係数との関係

福島工業高等専門学校 学生会員 ○高橋康太郎
 福島工業高等専門学校 フェロー 緑川 猛彦
 福島工業高等専門学校 車田 研一

1. はじめに

近年、繊維補強コンクリートを用いた施工が普及しており、トンネル覆工等に用いられるケースが増加している。自動車事故等が原因でトンネル内において火災が発生した場合、火災による熱で覆工の強度低下や耐久性の低下等が懸念されることから、覆工に用いられる繊維補強コンクリートの耐火性の把握が重要である。

本研究では、鋼繊維を用いた繊維補強コンクリートの加熱性状を把握することを目的とし100℃から1,000℃まで高温加熱した供試体の圧縮強度や弾性係数について、実験的に検討した。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント ($\rho_c=3.15\text{g/cm}^3$)、いわき市大久町産山砂 ($\rho_s=2.58\text{g/cm}^3$)、いわき市四倉町産砕石 ($\rho_g=2.70\text{g/cm}^3$) および鋼繊維（直径 0.62mm、長さ 40mm、アスペクト比 65）を用いて W/C=59.5%のコンクリート供試体 ($\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$) を作製し、20℃の水中で約2か月間の養生を行った。コンクリートの配合を表-1に示す。その後、100℃で24時間の炉乾燥を行い、電気炉を用いて100℃から1,000℃まで50℃ピッチで24時間の本格加熱を行った。加熱パターンを図-1に示す。温度勾配によるモルタルのひび割れを防止するために加熱速度1℃/min、冷却速度0.5℃/minとした。供試体温度が常温（約20℃程度）まで低下した後、供試体の圧縮強度、静弾性係数、動弾性係数を測定した。また、加熱後20℃の恒温水槽に戻し、28日間の再養生を行った供試体についても同様の試験を実施した。

表-1 コンクリートの配合

単位量 (kg/m ³)						繊維混入量 (体積比) (%)
W	C	S	G	AE	SP	
171	288	865	964	2.02	2.88	0.5

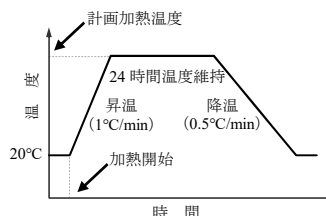


図-1 加熱プログラム

3. 実験結果および考察

図-2 に加熱温度と圧縮強度との関係を示す。加熱直後に圧縮試験を行ったコンクリート（再養生なし）については、150℃付近で一時的に圧縮強度が増加したが、加熱温度の上昇に伴いほぼ比例的に圧縮強度は低下し、850℃以上で圧縮強度はほぼ零となった。150℃付近の増加は乾燥によるものと考えられる。

一方、再養生ありのケースでは、200℃以降のほぼ全ての加熱温度において再養生なしの圧縮強度を上回っており、加熱後に再養生することによりコンクリートの圧縮強度が回復することがわかる。また、700℃付近の圧縮強度の強度回復が著しいが、これは $\text{Ca}(\text{OH})_2$ や CaCO_3 の熱分解で生じた CaO の再水和に起因するものと思われる。

図-3 に加熱温度と静弾性係数との関係を、図-4 に加熱温度と動弾性係数との関係を示す。加熱直後に圧縮試験を行ったコンクリート（再養生なし）においては、加熱温度の上昇に伴って静弾性係数と動弾性係数の両者とも値が低下する傾向を示した。図-3 には、構造材料の耐火性ガイドブック（日本建築学会）¹⁾ による弾性係数残存比の提案値もあわせて示しているが、本実験結果と提案値とはよく一致している。図-2 に示した圧

キーワード 鋼繊維補強コンクリート、高温加熱、圧縮強度、静弾性係数、動弾性係数

連絡先 〒970-8034 いわき市平上荒川字長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-0835

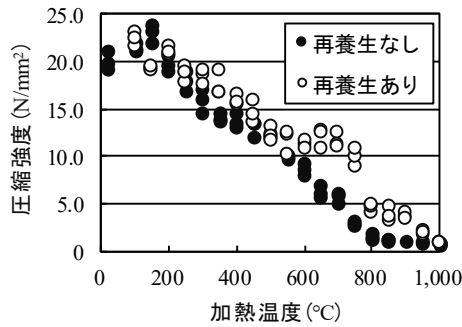


図-2 加熱温度と圧縮強度との関係

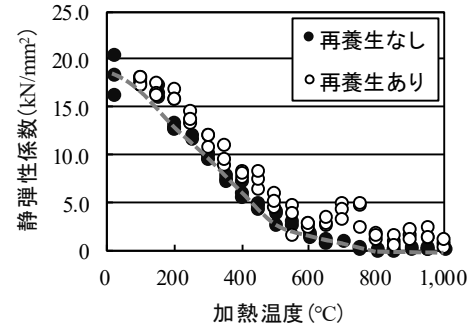


図-3 加熱温度と静弾性係数との関係

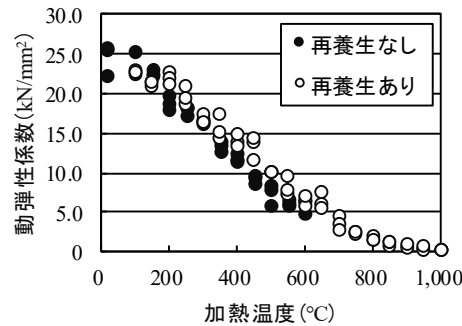


図-4 加熱温度と動弾性係数との関係

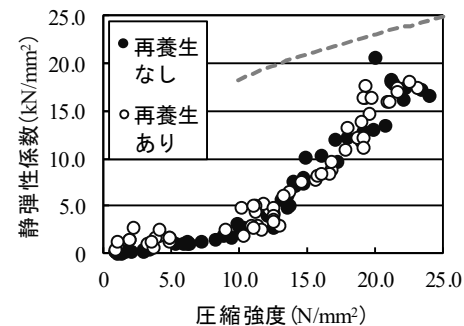


図-5 圧縮強度と静弾性係数との関係

縮強度では 150℃付近で供試体の乾燥により一時的に強度が増加したが、静弾性係数や動弾性係数ではこのような傾向はみられなかった。一方、再生ありの静弾性係数と動弾性係数は、ともに再生なしの値より大きく、圧縮強度の回復をよく反映するものとなった。

図-5 に圧縮強度と静弾性係数との関係を示す。圧縮強度と静弾性係数との関係については、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」により関係式が示されている²⁾。この関係式で示される曲線を図-5 中に示すが、全ての場合において関係式を下回っており、かつ、その傾向がまったく異なる結果となった。このことから、高温加熱された繊維補強コンクリートは、再生により圧縮強度が回復したとしても、健全なコンクリートとは静弾性係数の傾向がまったく異なることが明らかになった。これは、ペースト内部の微小ひび割れ等によりコンクリートの組織自体が脆弱になることに起因すると思われる。

4. まとめ

鋼繊維を用いた繊維補強コンクリートの加熱性状を把握することを目的とし 100℃から 1,000℃まで高温加熱し、圧縮強度、静弾性係数および動弾性係数を測定した。本実験範囲内で得られた知見を以下に示す。

(1) 高温加熱を受けた鋼繊維補強コンクリートは、加熱温度が高くなるほど圧縮強度は低下するものの、再生を行うことにより 750℃以下の加熱において約 50%程度まで圧縮強度が回復した。

(2) 鋼繊維補強コンクリートの弾性係数は、加熱によるコンクリートの劣化や強度の回復をよく反映し、加熱温度が低くなるほど、低くなる傾向を示した。

(3) 高温加熱を受けた鋼繊維補強コンクリートは、再生により強度が回復しても、静弾性係数の傾向は、健全なコンクリートとはまったく異なる。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリートの高温特性とコンクリート構造物の耐火性能に関する研究委員会報告書，2012
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造設計基準・同解説-許容応力度設計法-，1999