

石灰石粗骨材を用いた高強度鉄筋コンクリート柱の耐火性に関する研究

Study on Fire Resistance of Reinforced Concrete Columns with Limestone Coarse Aggregate



安部弘康 Hiroyasu ABE *1・鈴木好幸 Yoshiyuki SUZUKI *1

研究の目的

高強度コンクリートは、普通強度のコンクリートと比較して、火災時に爆裂が発生しやすくなるが、ポリプロピレン繊維（以下、PP繊維）の混入により、爆裂の発生を抑制できることが知られている。一方で近年、コンクリートに対する低収縮化の要求などから、乾燥収縮率が小さい石灰石粗骨材の採用が標準的な調査において増えており、高強度コンクリートの領域でも使用例が増えている。しかし、骨材種類が爆裂性状や耐火性能に及ぼす影響は必ずしも明確ではなく、石灰石粗骨材を使用した鉄筋コンクリート（以下、RC）柱の荷重加熱実験報告もまだ少ない。本研究では、石灰石粗骨材および硬質砂岩粗骨材を使用した $F_c=80 \sim 100\text{N/mm}^2$ 級の高強度コンクリートを対象に、供試体および実大規模の柱試験体を用いた加熱実験を行い、PP繊維混入による爆裂抑制効果とRC柱の耐火性能を確認した。

研究の概要

本研究では、コンクリートの設計基準強度、粗骨材種類、PP繊維混入量などをパラメータに、供試体加熱、荷重加熱、実大加熱の3種の実験を行った。供試体加熱実験は、実験に用いるコンクリートの物性確認と、荷重加熱および実大加熱実験におけるパラメータの絞り込みを目的に、円柱供試体 $\phi 150 \times 300\text{mm}$ を用い、21水準各2本で実施した。荷重加熱実験は、PP繊維を混入したRC柱の耐火性能（3時間の軸力保持性能）および爆裂性状の確認を目的に、断面 $400 \times 400\text{mm}$ 、長さ 3000mm の試験体6体で行った。実大加熱実験は、既往の文献で、爆裂は部材断面が大きいほど顕著になることが報告されていることから、実大サイズの柱における爆裂性状の確認を目的に、断面 $1000 \times 1000\text{mm}$ 、長さ 1500mm の試験体4体で実施した。実験はいずれも同じ耐火炉で実施し、加熱はIS0834の標準加熱温度曲線に従った。

結論

荷重加熱実験の結果は、石灰石を粗骨材に用いた $F_c=80\text{N/mm}^2$ のコンクリートにPP繊維を $0.100\text{vol}\%$ 混入した試験体では爆裂は生じず、硬質砂岩を用いた $F_c=100\text{N/mm}^2$ のコンクリートにPP繊維を $0.100\text{vol}\%$ 混入した試験体の爆裂は軽微なものであった。他の4体の $F_c=80\text{N/mm}^2$ の試験体では、いずれも爆裂が生じたが、PP繊維を混入していないものも含め、全ての試験体で3時間の軸力保持性能は確保された。また、石灰石と硬質砂岩粗骨材を同条件の試験体で比較した場合、爆裂深さに大差はないものの、軸力保持時間は石灰石骨材を用いた試験体の方が短かった。実大加熱試験体の結果は、4体すべての試験体で爆裂が生じたが、荷重加熱実験の同条件の試験体と比較して爆裂が著しい傾向はみられず、ばらつきはあるものの、概ね同等の評価ができると考えられた。これらの結果より、 $F_c=80\text{N/mm}^2$ 級のRC柱においては、骨材種類に関わらず爆裂は生じるが、3時間の耐火性能は有しており、PP繊維を $0.100\text{vol}\%$ 以上混入することで、爆裂を完全に抑制できると考えられた。また、硬質砂岩粗骨材を用いた $F_c=100\text{N/mm}^2$ 級のRC柱については、PP繊維を $0.100\text{vol}\%$ 以上混入することで、爆裂を軽微に抑制できることがわかった。

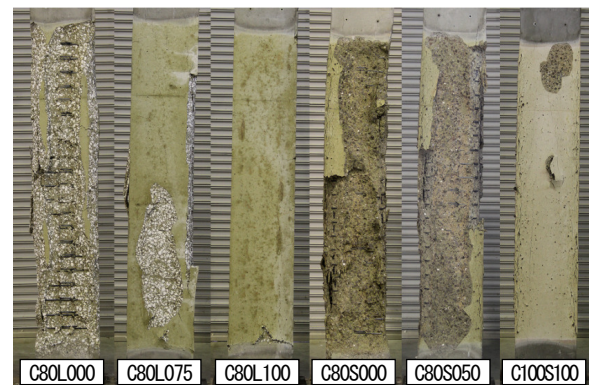


写真-1 荷重加熱実験結果

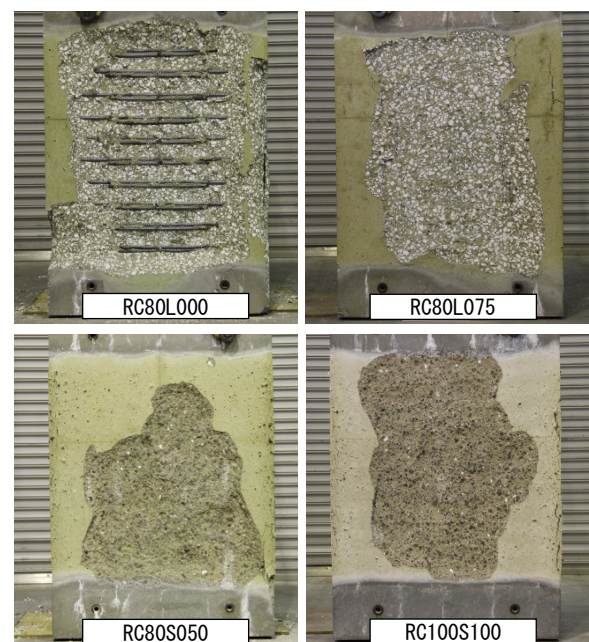


写真-2 実大加熱実験結果

【試験体記号の説明】（例）RC80L075

RC：実験種別 C→荷重加熱実験, RC→実大加熱実験
80：設計基準強度 80→ 80N/mm^2 , 100→ 100N/mm^2
L：粗骨材種類 L→石灰石, S→硬質砂岩
075：PP繊維混入率 000→無混入, 050→ $0.050\text{vol}\%$
075→ $0.075\text{vol}\%$, 100→ $0.100\text{vol}\%$