

断面修復用ポリマーセメントモルタルの耐火性

大林組技術研究所 正会員 ○川西 貴士

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥

大林組東京本社土木技術本部 正会員 屋代 勉

大林組東京本社土木技術本部 正会員 田中 善広

1. はじめに

従来、道路用シールドトンネルでは、セグメント表面に耐火被覆材を設置することで耐火性を確保していたが、コストダウンの観点からセグメント自体に耐火性を付与する研究¹⁾が進められている。耐火セグメントが火災により高温履歴を受けると高温履歴部の強度が低下するため、劣化部を除去し断面修復を行う必要がある。この場合、次の火災に備えて本体同様の耐火性が要求される。

一方、構造体コンクリートの断面修復では、耐久性や一体性を確保する目的で、ポリマーセメントモルタル(以下、PCMと呼称)が用いられている。しかし、PCMは、普通モルタルと比べ、耐火性が低下²⁾することが課題とされている。

そこで、耐火性の主要な性能である爆裂抵抗性に効果的であるポリプロピレン短繊維(以下、PP繊維と呼称)を混入したPCM(以下、耐火性PCM)を吹付け補修したセグメント模擬試験体を作製した。RABT曲線による耐火試験を行い、爆裂抵抗性とセグメント(以下、SGCと呼称)の強度低下を抑制できる吹付け厚さを確認した。

2. 実験概要

PCMはプレミックス材料を使用し、ポリマーは酢酸ビニル・アクリル等の共重合樹脂を主成分とした再乳化粉末樹脂を使用した。水結合材比は38%、ポリマー結合材比は5%とし、繊度13dtexのPP繊維を1.0vol%混入した。

セグメント模擬試験体は、図2に示すように、あらかじめ作製したSGCの表面を50mm研り取り、耐火性PCMを吹き付けて作製した。

耐火性PCMは、プレミックス材料に加水後3分間練り混ぜた後、PP繊維を投入し、さらに1分間練り混ぜて製造した。図3に示すように、練り混ぜた耐火性PCMと急結剤をポンプにて圧送し、吹付けノズルの先端にて混合した。コンプレッサーにより空気を圧送し、モルタルを噴出させることにより吹き付けた。

実際のセグメントに発生する圧縮応力を考慮し、試験体完成後、PC鋼棒を用いて13N/mm²に相当する軸力を導入して耐火試験を行った。

耐火試験は一面加熱とし、図4に示すように、試験体を耐火炉の上部に設置し、補修側の下面を加熱した。加熱条件は、トンネル火災を想定して、図5に示す加

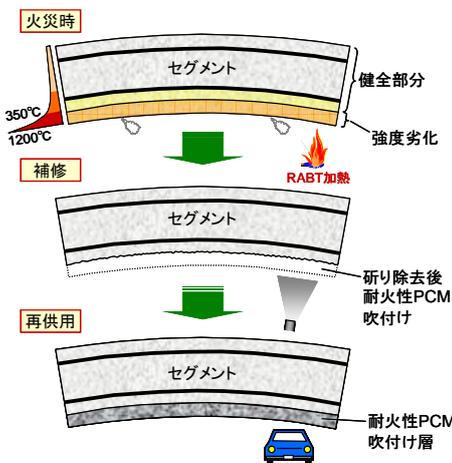


図1 耐火性PCM補修順序

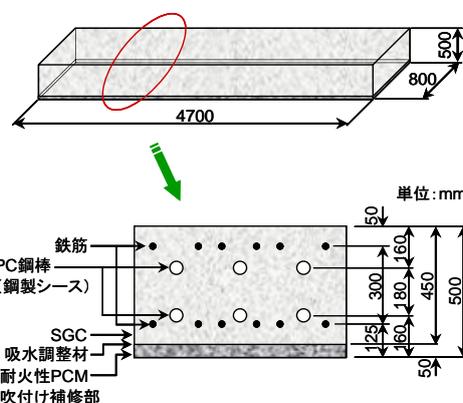


図2 セグメント模擬試験体概略図

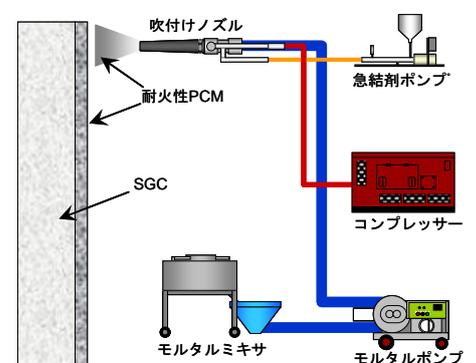


図3 吹付けシステムの概要

キーワード 耐火セグメント, ポリマーセメントモルタル, ポリプロピレン短繊維, 補修, 吹付け, 爆裂

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 土木材料研究室 TEL0424-95-0930

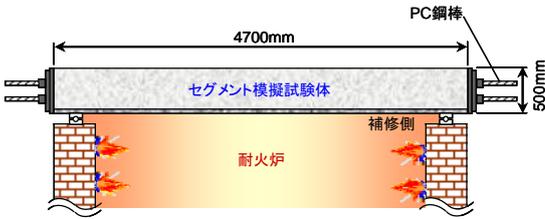


図4 耐火試験概略図



写真1 耐火試験後状況

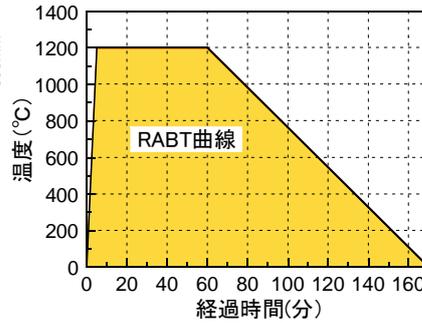


図5 RABT曲線

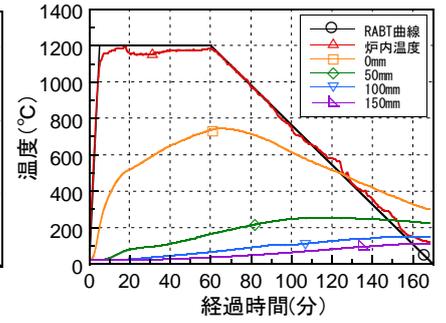


図7 温度履歴図

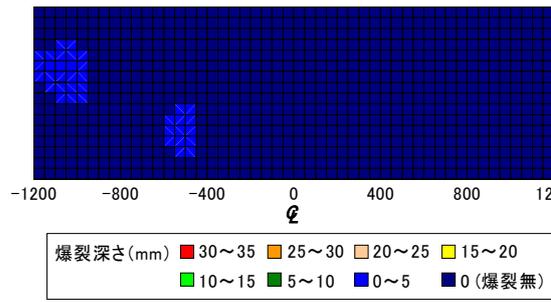


図6 爆裂深さ分布図

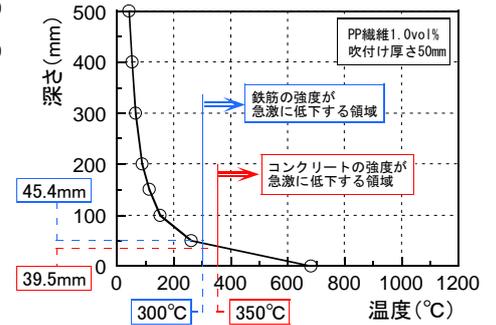


図8 深さ方向の最高温度分布

熱開始後 5 分間で 1200°Cまで昇温するドイツ規格の RABT 曲線を採用した。

測定項目は、試験体の断面内温度分布、耐火試験後の外観調査および爆裂深さとした。断面内の温度は、加熱面から 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400 および 500mm の 8 箇所測定し、炉内温度も併せて測定した。

3. 実験結果および考察

耐火試験後の状況を写真1に示す。爆裂深さの分布を図6に示す。PCMにPP繊維を1.0vol%混入することで、爆裂を抑制できることが確認された。

断面内の深さごとの温度履歴を図7に示す。また、深さ方向におけるコンクリートの最高温度分布を図8に示す。コンクリートの強度が急激に低下する温度を350°Cとした場合、必要深さは39.5mmとなった。PCMの吹付け厚さである50mmの位置での最高温度は、262°Cに抑えられており、50mmを断面修復することによって、SGC表面の最高温度を300°C以下に抑制できることが確認された。

また、鉄筋の強度が急激に低下する温度を300°Cとした場合、必要深さは45.5mmとなった。かぶり厚さを50mm確保することで、鉄筋の強度低下を抑制できることが確認された。鉄筋の設置位置である125mmでの最高温度は138°Cであり、300°Cに対して十分低い値を示した。

4. まとめ

ポリプロピレン繊維を混入した急結型ポリマーセメントモルタルを吹付け補修した試験体を作製し、RABT曲線による耐火試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) ポリマーセメントモルタルにポリプロピレン繊維を1.0vol%混入することで、RABT曲線による高温履歴を受けても、爆裂を抑制できる。
- (2) 耐火被覆層としてポリマーセメントモルタルを50mm吹き付けることで、セグメント本体の温度を300°C以下に抑制できる。

したがって、この耐火性ポリマーセメントモルタルをセグメントに被覆することで、セグメントの強度を確保し、かつ、耐火被覆層を形成できる補修が可能となることから、耐火セグメントが火災を受けた場合でも、繰り返し維持管理・補修を行うことが可能となる。

参考文献

- 1) 浦野知子ほか：鋼繊維補強コンクリートの耐火性能，日本コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.321-326，2004.6
- 2) 岡村一臣ほか：ポリマーセメントモルタルの耐火性に関する実験研究，フジタ工業技術研究所報，第20号，pp.107-124，1984.6