

耐火試験後のRCセグメントの中性化及び補修性に関する実験研究

首都高速道路公団
首都高速道路公団
日本シビックコンサルタント

正員
正員
正員

田嶋 仁志
○岸田 政彦
神田 亨

1.はじめに

火害を受けたシールドトンネルRCセグメントの熱劣化を想定して、RCセグメントの中性化及び補修性について検討を行った。火害を受けたセグメントのモデルとしては、文献1),2)に示す耐火実験後の試験体を用いた。この耐火実験は、二次覆工を省略したシールドトンネルの耐火性能を確認するために図-1に示すような方法で実施したものである。トンネル覆工の応力状態を再現すべく、クラウン付近の正曲げ、スプリングライン付近の負曲げにおける設計断面力を作用させた状態でRABT曲線による加熱を行っている。表-1に試験体の配合を、表-2に試験体の種別と断面力を示す。

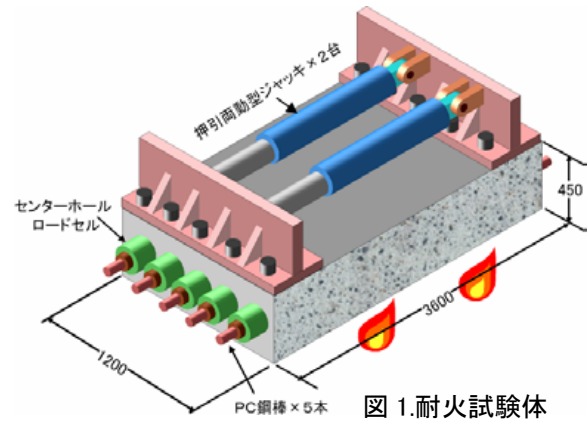


図 1.耐火試験体

2.促進中性化試験

耐火実験の加熱により試験体は劣化を生じる。図3に示すように無被覆負曲げ試験体では、主筋背面に至るまでの深い爆裂を生じた。このような場合は補修が必要なことは論を待たない。一方、PP繊維を添加した配合では爆裂は生じなかったものの図4に示すように、表層部の25mm程度の範囲のコンクリートは熱による中性化を生じていた。PP繊維を添加したコンクリートは、十分な火災時の安全性を有していることは確認されているが、火災後の補修の要否については報告事例は少ないようである。

熱による中性化は、一般的な中性化とはメカニズムが異なるため、PP繊維を添加して爆裂を防止したコンクリートに関して、火害を受けた後の中性化の進行速度については促進中性化試験によって確認することとした。

加熱後10ヶ月を経た試験体からコア採取を行い、側面部をエポキシでシールして供試体を作成した。図-5は加熱後1年を経過した状態のコアの中性化深さである。加熱直後の状態から16~20mm程度中性化深さが小さくなっている。この原因は不明であるが、コンクリートが熱劣化してポーラスな状態

表.1 配合

	水	セメント	高炉スラグ	細骨材	粗骨材	減水剤	PP繊維
普通	136	200	200	814	1095	2.6	
PP	147	216	216	789	1046	2.81	1

スランブ=1.5±1.5cm 水結合材比=34% 最大寸法=20mm

表.2 試験体種別

対象部位	クラウン		スプリングライン	
曲げ	正曲げ	324kN・m	負曲げ	-293kN・m
軸力	圧縮 1092 kN		圧縮 1556 kN	
耐火工	耐火材 15mm	PP 1kg	PP 1kg	なし
試験体名	FP-P	FC-P	FC-N	OC-N

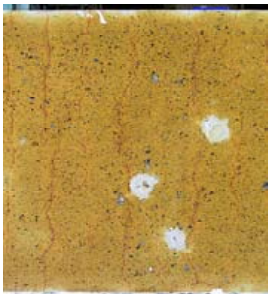


図 2.加熱後のPP試験体



図 3.加熱後の無被覆試験

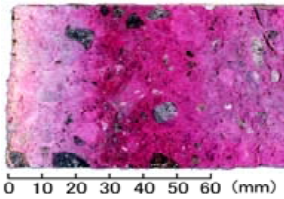


図 4.加熱直後の中性化深さ

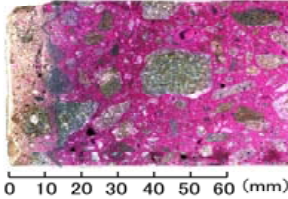


図 5.加熱1年後の中性化深さ

になった層に深部からアルカリ分が供給されて生じたものと推察される。

図-6は促進中性化試験の結果である。供試体は加熱部分と熱を受けなかった非加熱分より採取している。RCセグメントの配合は水結合材比が小さく密実であるため、非加熱部分は40年相当材齢経過後もほとんど中性化は進まないことが分かる。

加熱部分については中性化の進行は早い、40年相当材齢経過後においても加熱直後の中性化深さよりも小さく、被り部分にとどまることが確認された。

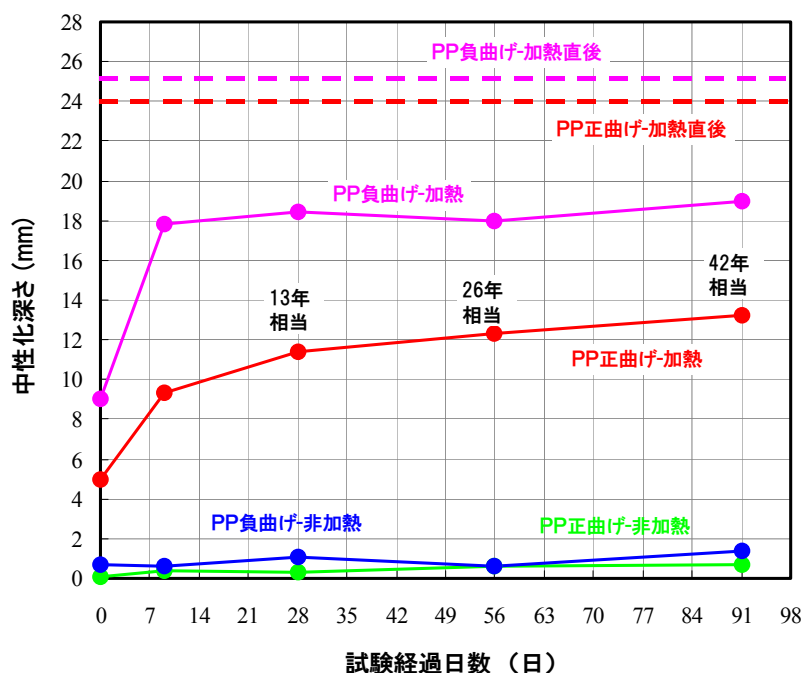


図 6.中性化促進試験結果

3. ウォータージェット工法による劣化部分の除去

PP繊維を添加した場合には、劣化部分がかぶりコンクリートの範囲に限られるが、無被覆の場合には鉄筋背面まで爆裂を生じるため、劣化は深部にまで及ぶ。このように深さの異なる劣化部分を的確に除去できる方法としてウォータージェット工法の適用性を検討した。使用した機器は、単穴揺動ノズルを備えたロボットタイプのものである。実験の結果、水压を40MPa程度に設定することで劣化部分に限定した良好なハツリが行えることが明らかとなった。また中性化した劣化部分の除去の確認はフェノールフタレインの噴霧により行った（図8.参照）。



図 7.ウォータージェットマシン



図 8.フェノールフタレインによる除去部分の確認

4. おわりに

耐火試験後のRCセグメントを用いて熱劣化部の中性化及び補修性の検討を行った。熱による中性化を受けた加熱面側のコンクリートに対し、その後の供用状態における中性化の進行速度を予測するために促進中性化試験を行った。加熱を受けたコンクリートの中性化の進展は、火害を受けた後40年以上を経過しても、加熱直後の中性化域にとどまっており、その影響は比較的小さいことが明らかとなった。また熱による中性化等の劣化した部分の除去に対しては、ウォータージェット工法が有用であることが確認された。

参考文献

- 1) 田嶋, 岸田, 神田 : 設計断面力を作用させたシールドセグメントの耐火実験, 土木学会第59回年次学術講演会, 2004
- 2) 田嶋, 岸田, 神田, 森田, 遊佐 : 火災時のシールドセグメントの変形挙動に関する部分模型実験および解析, コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集, 2004.10