

高強度耐火セグメントの実用化について ～耐火性能基礎試験～

東日本高速道路(株) 関東支社千葉工事事務所 正会員 門間 正挙, 非会員 福澤 祥宏
 大成建設(株) 建築技術研究所 非会員 馬場 重彰
 大成建設(株) 千葉支店外環田尻作業所 正会員 志田 智之・川島 広志
 大成建設(株) 土木設計部 正会員 ○澤上 晋

1. はじめに

東京外環自動車道田尻工事では、供用中の京葉道路から外環本線へ流入するランプの一部をシールド工法で施工する。シールド工法区間は、延長約 500m、掘削外径φ 13.270m で施工する計画である。その一部には耐火性能を付加したセグメントを使用する予定である。耐火セグメントのコンクリート配合については、試し練りを行い、スランプ・空気量等の性状確認を行った¹⁾。

本稿では RC セグメントの耐火性能基礎試験の結果について報告する。

2. 試験内容

2.1. 試験目的

- 耐火試験の目的は以下の通りである。
- (1) セグメントの構造部材が許容温度を満足する耐火代の厚さの決定。
 - (2) 必要な耐火用ポリプロピレン繊維（以降、耐火用 PP 繊維と記す）の混入量の決定。

2.2. 試験概要

耐火試験は RABT 曲線(加熱 60 分)に従って行った²⁾。表-1 に要求性能と計測及び確認方法を示す。

2.3. 供試体概要

図-1 に供試体の形状・寸法及び温度計測位置を示す。RC セグメントの設計基準強度は 60N/mm² である。試験変数は耐火用 PP 繊維の混入量であり、その量を 0, 1.2, 1.5, 1.875kg/m³ とした 4 配合（それぞれ A, B, C, D 配合とする）にて試験を実施した。供試体は、実構造セグメントと同じ継手を配置し、設計断面力相当の荷重を PC 鋼棒にて導入した。供試体形状は、高さのみ実セグメントと同等とし、幅 800mm、高さ 520mm、長さ 400mm×2 とした。

コンクリート内部の温度計測位置は、既往の知見³⁾より必要な耐火代が 60～65mm 程度と考えられたため、加熱表面から深さ 60mm と 65mm の位置の計測は 2 か所で行った。

表-1 要求性能と計測及び確認方法

対象	要求性能	計測及び確認方法
コンクリート	有害な爆裂が生じないこと	目視
	耐火代より内側のコンクリートの温度が 350℃以下となること	加熱面より0mm, 30mm, 60mm, 65mm, 70mm, 100mm, 260mm, 520mmの深さの温度を計測し、耐火代の厚さを決定する
鉄筋	鉄筋の温度が300℃以下となること	最外縁の鉄筋(配力筋)の温度を計測する
継手	鋼材の温度が300℃以下となること	継手表面の温度を計測する
シールド材(地山側)	地山側のシールド材の温度が100℃以下となること	シールド材位置(地山側)の温度を計測する

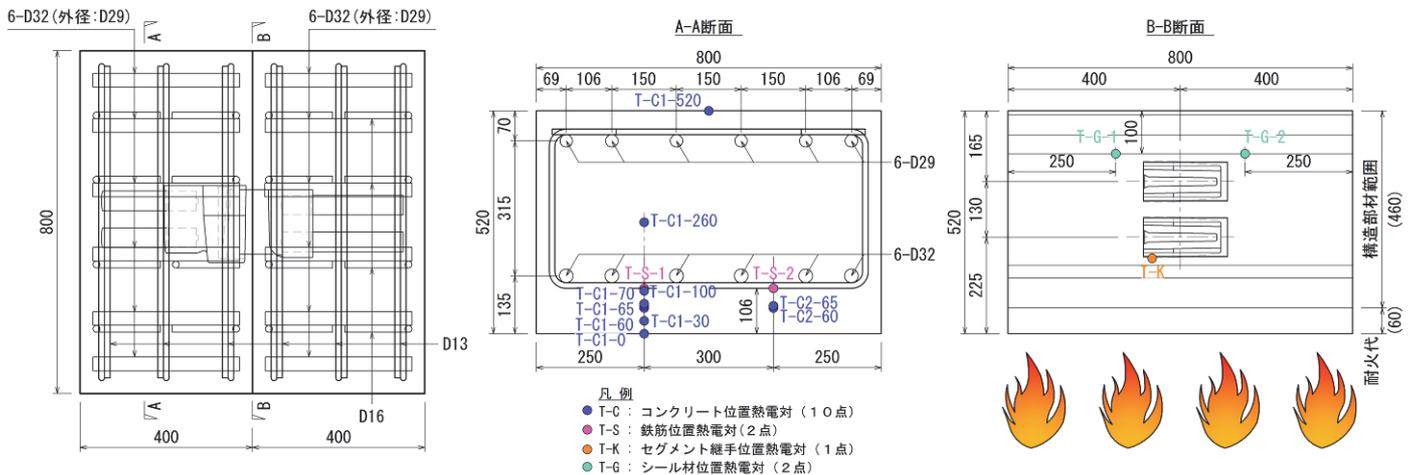


図-1 供試体形状・寸法及び温度計測位置

キーワード シールドトンネル, セグメント, 耐火

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 5 番 1 号 大成建設株式会社 土木設計部 tel:03-5381-5417

3. 試験結果

3.1. 強度試験結果

表-2 に圧縮強度試験結果を示す。加熱試験時の圧縮強度は 74.1N/mm²~79.0N/mm² であり、いずれの配合でも設計基準強度を満足している。

3.2. 加熱後供試体外観

図-2 に加熱後の各供試体の加熱面表面状況を示す。加熱後表面状況を確認した結果、耐火用 PP 繊維を 1.2kg/m³ 以上混入した供試体において爆裂は生じなかった。

3.3. 温度計測結果

表-3 に加熱表面から深さ 60mm の位置のコンクリート、鉄筋、継手、及びシール材の最高受熱温度履歴を示す。

図-3 に C 配合の供試体内部の受熱温度履歴を示す。耐火用 PP 繊維を混入した試験体における、加熱面より 60mm 位置 (T-C1-60, T-C2-60) におけるコンクリートの最高受熱温度は 305°C~313°C であり、耐火代を 60mm 設けることで要求性能を満足することを確認した。その他の構造部材においても受熱温度が制限温度以下であることを確認した。

また、図-4 に加熱表面深さ-最高受熱温度関係を示す。爆裂の生じた A 配合以外の 3 配合では、ほぼ同じ温度分布であることを確認した。

4. 結論

(1) 火災後に強度を期待する範囲のコンクリートや鉄

筋の最高受熱温度を規定される温度以下とするため、耐火代は 60mm とすることとした。

(2) 設計基準強度 60N/mm² (実験時圧縮強度 74.9~79.0N/mm²) の高強度セグメントにおいても、耐火用 PP 繊維を 1.2kg/m³ 以上混入することで爆裂を抑制できた。

参考文献

- 1) 川島ほか：高強度耐火セグメントの実用化について ~ 試し練り ~, 第 70 回年次学術講演会 (投稿中)
- 2) 日本道路協会：シールドトンネル設計・施工指針, pp.183-185, 2009.2
- 3) 堀口ほか：実大供試体によるコンクリート一体型鋼製セグメントの耐火性の検討, 第 65 回年次学術講演会, pp.479-480, 2010.9

表-2 圧縮強度試験結果

配合	耐火用 PP 繊維混入量 (kg/m ³)	設計基準強度 (N/mm ²)	加熱試験時圧縮強度 (N/mm ²)
A	0	60	74.1
B	1.2		74.9
C	1.5		76.9
D	1.875		79.0

表-3 最高受熱温度一覧表 (単位: °C)

配合	コンクリート (加熱面から60mm位置)		鉄筋	継手	シール材
	測点1	測点2			
A	648	561	228	86	41
B	256	289	135	72	34
C	305	313	139	73	34
D	256	270	134	73	34
制限温度	350		300	300	100

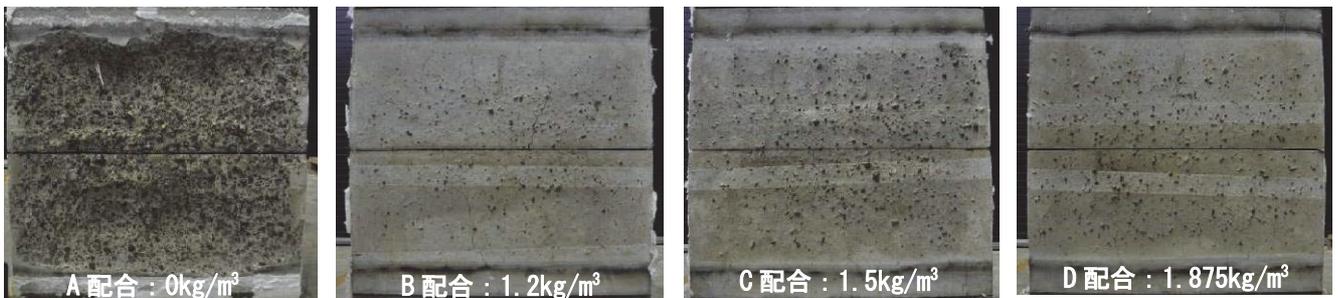


図-2 加熱後供試体状況

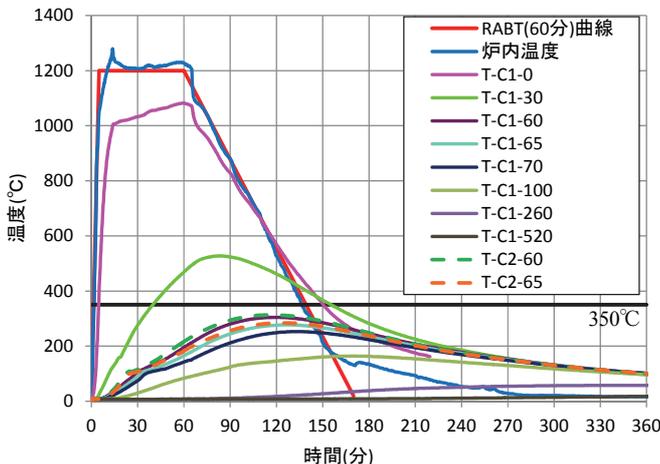


図-3 受熱温度履歴 (コンクリート : C 配合)

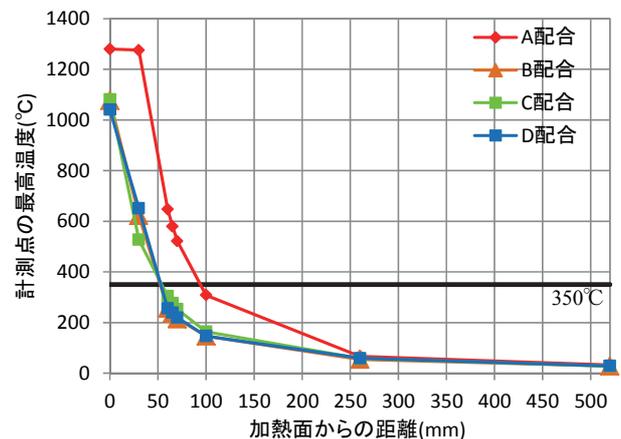


図-4 加熱表面深さ-最高受熱温度関係