

高強度耐火セグメントの実用化について ～試し練り～

東日本高速道路（株） 関東支社千葉工事事務所
大成建設（株） 土木技術研究所
大成建設（株） 土木設計部
大成建設（株） 千葉支店外環田尻作業所

正会員 門間 正挙, 非会員 福澤 祥宏
正会員 堀口 賢一
正会員 近藤 智人
正会員 ○川島 広志

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 を掘削外径 $\phi 13.270\text{m}$ で施工する計画である。

シールド工法区間では合成セグメントと RC セグメントの 2 種類のセグメントを適用する計画であり、これらのセグメントの一部はコンクリートに耐火用ポリプロピレン繊維（以降「耐火用 PP 繊維」と記す）を混入し爆裂を防止することで、セグメント自体に耐火性能を付加した構造としている。更に剥落防止を目的とし、剥落防止用ポリプロピレン繊維（以降「剥落防止用 PP 繊維」と記す）も混入する。この耐火用繊維と剥落防止用繊維の 2 種類の繊維を混入したコンクリートを用いセグメントを製作する。

本稿では 2 種類の繊維を混入したコンクリートの試し練りの結果について報告する。

2. 配合決定フロー

耐火セグメントの配合決定フローを図-1 に示す。試し練りにてスランプ・空気量などのフレッシュ性状確認、及び圧縮強度・曲げ靱性係数を確認した。その後耐火性能基礎試験を行い、耐火用 PP 繊維混入量を決定する。

3. 試し練り概要

3.1. 試験目的

- 試し練りにおいて以下の 3 項目の確認を行った。
- (1) コンクリートの性状確認
 - (2) RC セグメントの水中養生期間の決定
 - (3) 剥落防止用繊維混入量の確認

RC セグメントの水中養生期間の決定とは、水中養生期間を 3 日、5 日、7 日とした供試体の圧縮強度試験を実施し、設計基準強度の 80%の強度が発現するのに必要な水中養生期間を確認するものである。

3.2. 使用材料

表-1 に使用材料を、表-2 に計画配合を示す。RC セグメントの設計基準強度は 60N/mm^2 、合成セグメントの設計基準強度は 54N/mm^2 である。また耐火用 PP 繊維の混入量は、0, 1.2, 1.5, 1.875kg/m^3 の 4 水準、剥落防止用 PP 繊維の混入量は、0, 2.73kg/m^3 の 2 水準とした。

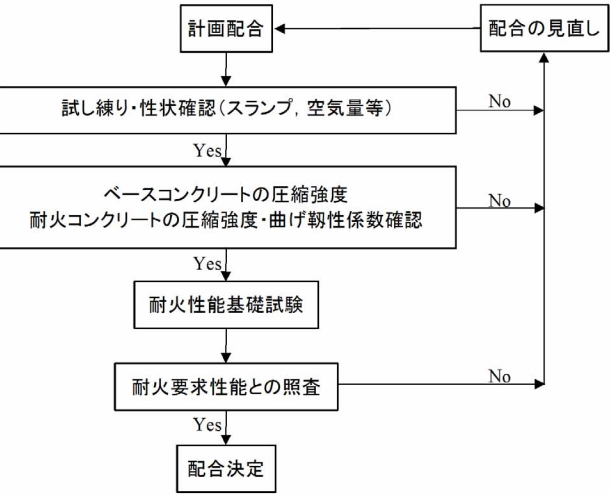


表-1 使用材料

使用材料	種類・品質	
	RCセグメント	合成セグメント
セメント	普通ポルトランドセメント	普通ポルトランドセメント
混和材	高炉スラグ微粉末	膨張材
混和剤	高性能減水剤Ⅰ種	高性能減水剤Ⅰ種
細骨材	山砂(茨城県神栖市産)	山砂(茨城県桜川市産)
粗骨材	碎石(茨城県桜川市産)	碎石(茨城県桜川市産)
耐火用繊維	$\phi 18\mu\text{m} \times \text{L}10\text{mm}$	$\phi 18\mu\text{m} \times \text{L}10\text{mm}$
剥落防止用繊維	$\square 0.9 \times 0.5 \times \text{L}48\text{mm}$	$\square 0.9 \times 0.5 \times \text{L}48\text{mm}$

図-1 配合決定フロー

表-2 計画配合

セグメント 種別	設計 基準強度 (N/mm^2)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水結合材比 (W/B) (%)	細骨材率 (s/a) (%)	単位量	
							耐火用 PP繊維 P1	剥落防止用 PP繊維 P2
RC	60	20	5 $\pm$ 1.5	+1.5	29.0	38	0, 1.2, 1.5, 1.875kg/m^3 の4水準	P1=0 kg/m^3 の時はP2=0 kg/m^3 , P1 $\neq$ 0 kg/m^3 の時P2=2.73 kg/m^3 の2水準
合成	54		10 $\pm$ 2.5	-1.0	33.3	48		

キーワード シールドトンネル セグメント 耐火

連絡先 〒272-0014 千葉県市川市田尻 2 丁目 4 番 2 0 号 外環田尻作業所 tel:047-700-4705

4. 試験結果

4.1. 性状確認

試し練りで得られた結果を表-3 に示す。耐火用 PP 繊維、剥落防止用 PP 繊維を混入したコンクリートでもスランプや空気量を満足する配合を選定することが出来た。

4.2. 強度確認

強度試験結果を図-3 に示す。RC セグメント、合成セグメントにおいて、全ての配合で圧縮強度を満足する結果であった。また、設計基準強度の 80%の強度が発現するのに必要な水中養生期間は 5 日以上であることが判明した。この結果より RC セグメントの水中養生期間を 5 日に設定した。剥落防止用 PP 繊維を 2.73kg/m^3 混入した場合の曲げ靱性試験の結果は、RC セグメントで 1.8N/mm^2 、合成セグメントで 1.9N/mm^2 であり、所定の曲げ靱性係数 1.4N/mm^2 を確保できることを確認した。

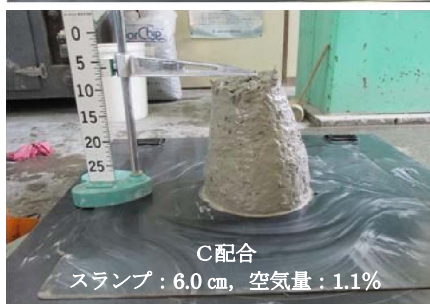


図-2 RC セグメントスランプ試験結果写真

5. 結論

設計基準強度が 60N/mm^2 、 54N/mm^2 といった高強度コンクリートで耐火性能と剥落防止性能を付加した 2 種類の繊維を混入した試し練りを行った。その結果、所定のフレッシュ性状や強度発現を得られる配合を選定出来た。なお、試し練りで決定した配合を用い、耐火試験を実施しており、別稿にて報告を行う。

参考文献

- 1) コンクリート施工管理要領 平成 26 年 7 月 東日本高速道路株式会社

表-3 性状確認結果

セグメント 種別	種 別	耐火用 PP繊維 (kg/m ³)	剥落 防止用 PP繊維 (kg/m ³)	No	スランプ 及び スランプフロー (cm)	空気量 (%)
RC	A配合	0	0	1	21 ^{※1}	1.0
				2	21 ^{※1}	1.0
	B配合	1.2	2.73	1	4.5	1.0
				2	5.0	1.0
	C配合	1.5		1	6.0	1.1
				2	5.0	1.4
				3	5.5	1.3
				4	5.0	1.0
D配合	1.875	1		6.0	1.4	
		2		5.0	0.9	
合成	A配合	0	0	-	62.5×61.0 ^{※1}	1.0
	B配合	1.2	2.73	-	10	2.2
	C配合	1.5		1	7.5	1.8
				2	9.5	1.8
	D配合	1.875		-	9.5	2.1

※1: A 配合のスランプ及びスランプフローについては繊維未混入の場合の参考値として測定

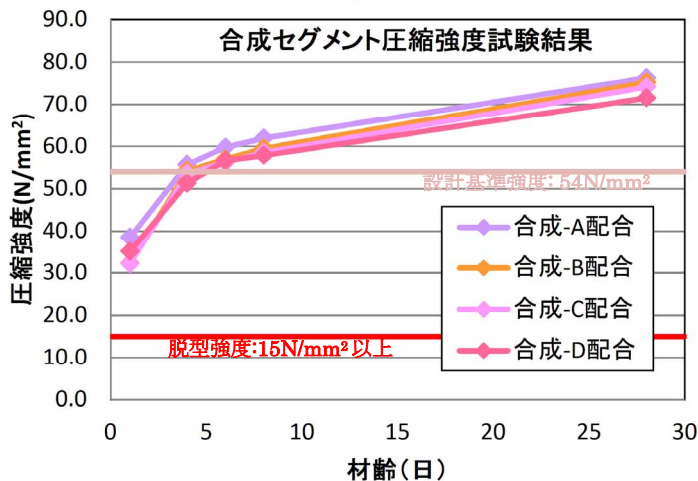
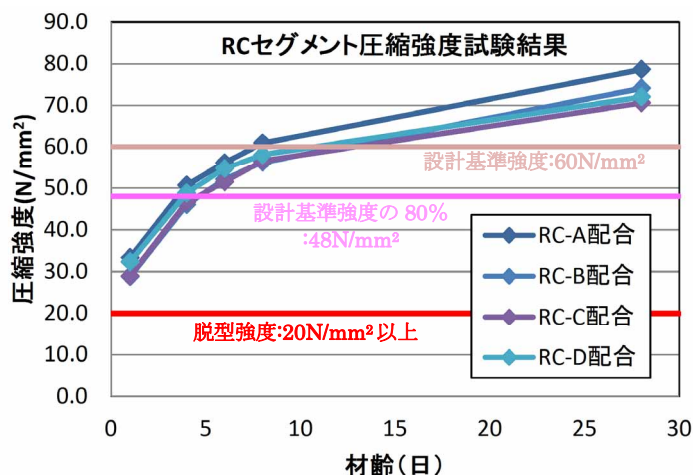


図-3 圧縮強度試験結果