

SENSで用いる一次覆工コンクリートの水中分離抵抗性

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 野口守 三上美輝雄 正会員 神田大 正会員 田中淳寛
(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○水野清 正会員 西尾壮平 正会員 上田洋

1. はじめに

シールドを用いた場所打ち支保システム(以後、SENS)は、シールド掘進と同時に打設する場所打ちの一次覆工コンクリートによってライニングを構築するトンネル施工法で、現在、北海道新幹線津軽蓬田トンネルで2例目の施工を行っている。SENSで用いる一次覆工コンクリートは、被水圧条件下においても適用可能な水中分離抵抗性を有することが条件であるが、津軽蓬田トンネルの一次覆工コンクリートの配合選定にあたっては、フレッシュ保持性、ポンプ圧送性、強度発現性、水中分離抵抗性を考慮して1例目として施工が行われた三本木原トンネルの要求性能と同等のものとした配合の他に、水中分離抵抗性に効果がある増粘剤を減量した配合や経済性をより意識した配合などに関する検討も行った。ここでは、各種配合について、実施工状況を模擬した条件下で水中分離抵抗性に関する試験を行った結果について報告する。

表1 コンクリートの要求性能¹⁾

スランプフロー	練上り時で 60±5cm
フレッシュ保持性	4 時間後のスランプフローが練上り時の 80%以上
強度発現性状	材齢 24 時間強度で 15N/mm ² 以上
水中分離抵抗性*	地下水環境下での打設においてもセメント分の分離を抑制でき、所定の強度を発現できること

2. 試験概要

SENSで現在用いている一次覆工コンクリートの要求性能を表1に示す¹⁾。また、新たに開発した一次覆工コンクリートの示方配合は、表2に示すとおりである。ここで、配合レベルⅠは水中分離抵抗性を特に重視して三本木原トンネルと同等の性能を有する配合、配合レベルⅡは混和剤量を減量して低コスト化を意識した配合、配合レベルⅢは水中分離抵抗性を有しないが、フレッシュ保持性や強度発現性を保持している経済性を意識した配合とした。また、比較のため、三本木原トンネルで用いられた配合も加えている。これらのコンクリートを用いて、実施工状況を模擬して以下の試験を実施した。

(1) 一面流水試験

地下水位以下で覆工コンクリートを打設した際に流水に曝される状況を模擬して、水槽に深さ30cmまで水道水を満たし、φ10×20cm柱供試体用型枠を沈めて水面から型枠内にコンクリートを投入して充填した後、直ちに水槽内にφ15cm6枚羽のプロペラを300rpmで3分間回転させて流水に曝して型枠開口部の構成材料の流出状況を観察した(写真1)。



写真1 一面流水試験

表2 各コンクリートの示方配合

配合レベル	配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)								
				W	LP*	C	S	G	増粘剤	減水剤	硬化促進剤	消泡剤
I	A-1	40	43.3	190	—	475	709	947	1.33	7.13	4.75	0.3
II	A-2	45	46.9	175	—	389	820	947	0.88	4.28	2.33	0.3
I	B-1	35	52.4	200	—	571	804	745	2.50	9.71	—	—
II	B-2		54.6	185	—	529	880	745	3.70	8.20	—	—
III	B-3			185	—	529	880	745	—	8.20	—	—
I	C-1	34.3	41	185	—	540	666	979	1.30	21.6	—	—
I	D-1	42	33.8	189	200	450	623	812	8.51	11.06	4.5	0.21
I	E-1**	35	38	190	—	543	597	948	15.2	17.37	—	—

*石灰石微粉末 **三本木原トンネルで使用されたコンクリートの示方配合

キーワード: 一次覆工コンクリート, SENS, 水中分離抵抗性, 評価

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所材料技術研究部(コンクリート材料) TEL042-573-7338

(2) 被水圧下流出試験

地山から湧水が突出した状況を想定して、使用粗骨材の最大粒径(13mm)の2倍,または2.5倍の円形開口部を設けた鋼製容器にコンクリートを一定量充填し、コンクリート上部に注水して容器を密閉状態とした後、上部から圧縮空気を送ることにより加圧保持(0.4MPa)して容器開口部からのコンクリート等の突出状況を観察した(図1、写真2)。

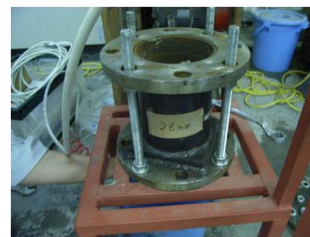
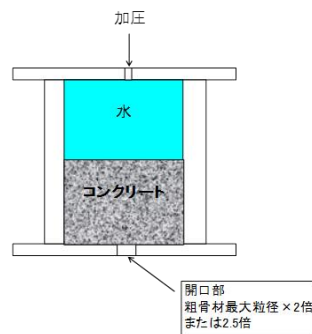


写真2 加圧容器

図1 加圧容器模式図

3. 試験結果および考察

(1) 一面流水試験

試験を実施した試験体開口部の状況を写真3に示す。配合レベルⅠのコンクリートの場合、わずかにモルタル分や混和剤が流出した痕跡が認められるのにとどまるが、配合レベルⅡ、Ⅲでは試験体開口部からのモルタル分の流出が明らかで、配合レベルⅢのコンクリートでは粗骨材が露出した。こうした状況から、地下水位以下で安定したコンクリートの打設を行うためには配合レベルⅠのコンクリートに優位性があると考えられる。

A-1	B-1	C-1	D-1	E-1	A-2	B-2	B-3
わずかにセメント分の分離、流出あり わずかな混和剤の滲出				モルタル流出 の痕跡あり	供試体の嵩高減少。細骨材の 分離が目視できる		モルタル流 出、骨材露出

写真3 試験体開口部の状況

(2) 被水圧下流出試験

各配合のコンクリートを加圧した後の状況(上段:開口幅=26mm, 下段:開口幅=32mm)を写真4に示す。配合レベルⅠのコンクリートは、加圧によってモルタルがわずかに流出する程度であったが、配合レベルⅡ、Ⅲでは充てんコンクリートに水みちができて、水、モルタルが突出して充てんコンクリートの中央にくぼみが発生した。このことは、配合レベルⅠで使用した増粘剤がコンクリートに粘性と水中分離抵抗性を発現させた効果によるものと考えられる。

A-1	B-1	C-1	D-1	E-1	A-2	B-2	B-3
流出無し	わずかにモル タル流出	わずかにモル タル流出	わずかにモル タル流出	わずかにモル タル流出	水の突出に伴う欠損発生(写真中央のくぼみ)		

写真4 流出試験後のコンクリートの状態

4. まとめ

水中分離抵抗性に関する試験結果より、配合レベルⅠのコンクリートは SENS の安定的な施工に有効であると考えられる。また、配合レベルⅡ、Ⅲの適用にあたっては、さらに検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 佐伯則幸他: 小土かぶり未固結地山を SENS で貫通-東北新幹線 三本木原トンネル-, トンネルと地下, 第38巻10号, pp.7-13, 2007.10
- 2) 佐々木幹夫他: 場所打ち支保システムによる山岳密閉シールド-東北新幹線 三本木原トンネル, トンネルと地下, 第36巻4号, pp.7-15, 2005.4