

火山ガラス微粉末を用いた覆工コンクリート模擬供試体の表層品質評価

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○吉田 行, 正会員 長谷川 諒
西松建設株式会社 技術研究所 正会員 椎名 貴快, 正会員 高木 雄介
西松建設株式会社 北日本支社 正会員 三井 功如

1. はじめに

現在、国土交通省では、施工状況把握チェックシートと表層目視評価シート¹⁾を活用したコンクリートの品質向上に向けた試行工事を全国で実施しており、国土交通省北海道開発局小樽開発建設部における新稲穂トンネル R 側仁木工区工事が試行対象として選定された。当該工事ではトンネル全スパンで覆工コンクリートの表層目視評価を実施し、締固め方法、剥離剤の選定と塗布方法、施工性改善のための配合変更などを段階的に実施して品質向上を図っている。一方、砂すじ、水はしり、色むら等の目視評価項目については改善の余地がみられ、これらはコンクリートの分離抵抗性と関係があると考えられたことから、さらなる表層品質向上を目指して、コンクリートの分離抵抗性と品質向上が期待できる混和材料として火山ガラス微粉末を選定し、配合や施工性について試験を実施した。本稿では、施工性確認試験時に作製した覆工コンクリート模擬供試体の表層品質について評価した結果を報告する。

2. 模擬供試体と品質評価試験の概要

施工性試験（模擬供試体作製）は、トンネル近傍のブリ仮置きヤードで7月末に実施した。施工性試験では、①当初設計で指定された標準配合（24-15-40N）、②施工性改善のために変更した現行配合（27-18-20N）、③現行配合からの改良として火山ガラス微粉末を用いた配合（27-18-20N（VGP））の3ケースについて確認した。表-1にコンクリートの配合およびフレッシュ性状を示す。火山ガラス微粉末は、セメント質量に対する内割5%置換とし、流動性確保のために高性能AE減水剤を用いた。図-1に模擬供試体の概略と品質評価試験の測定箇所を示す。実施工を想定してコンクリートをポンプ圧送し（配管長30 m）、自由落下高さ1.5mとして型枠端部1か所から3層（1層の厚さ0.5m）に分けて打込んだ。1層目は施工性確認のため、打込み箇所のコンクリート高さが1.0m程度となるまで打ち込んで自然流動勾配・距離を確認した後、打込み側から順にセントルの打設窓間隔を想定した1.5m毎に10秒間バイブレータで締固め、再度勾配等を確認した。その後、0.5m高さになるまで打込みを再開して平坦になるまで締固めを行い、2層目以降は、各層で0.5m高さになるように打込みと締固めを繰り返した。打込み完了後はシート養生を行い、実施工と同様に打込み後22時間で脱型して表層品質評価試験（材齢5週：8月末）までシート養生を継続した。模擬供試体の表層品質はトレント法による表層透気試験と表面吸水試験（SWAT）により評価した。測定は、3層目を除く各層の

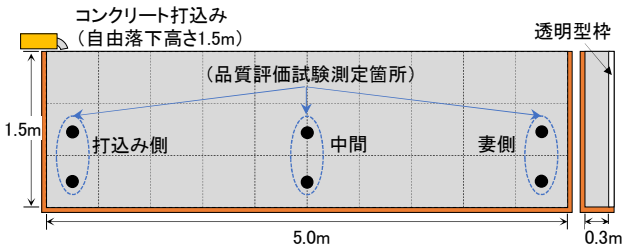


図-1 模擬供試体の概略と品質評価試験の測定箇所

表-1 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

配合 (記号)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)									スラン プ (cm)	空気量 (%)
			B		W	S		G		AE 減水剤	高性能 AE減水剤		
			C	VGP		S1	S2	G1	G2				
①24-15-40N	56.7	47.5	279	—	158	537	358	593	371	2.79	—	15.0	4.5
②27-18-20N	53.6	50.4	327	—	175	545	360	894	—	3.27	—	19.5	5.1
③27-18-20N(VGP)	53.6	51.9	312	15	175	559	371	862	—	—	5.89	23.0	4.1

C：普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³），VGP：火山ガラス微粉末（密度 2.30g/cm³，ブレン比表面積 14000cm²/g），S1：砕砂（密度 2.66g/cm³，粗粒率 3.26），S2：陸砂（密度 2.65g/cm³，粗粒率 2.46），G1：碎石 2005（密度 2.66g/cm³，粗粒率 6.58，Gmax20mm），G2：碎石 4020（密度 2.66g/cm³，粗粒率 7.93，Gmax40mm）

キーワード 覆工コンクリート，表層品質，火山ガラス微粉末，透気係数，吸水速度

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 - 3 4 寒地土木研究所 耐寒材料チーム TEL：011-841-1719

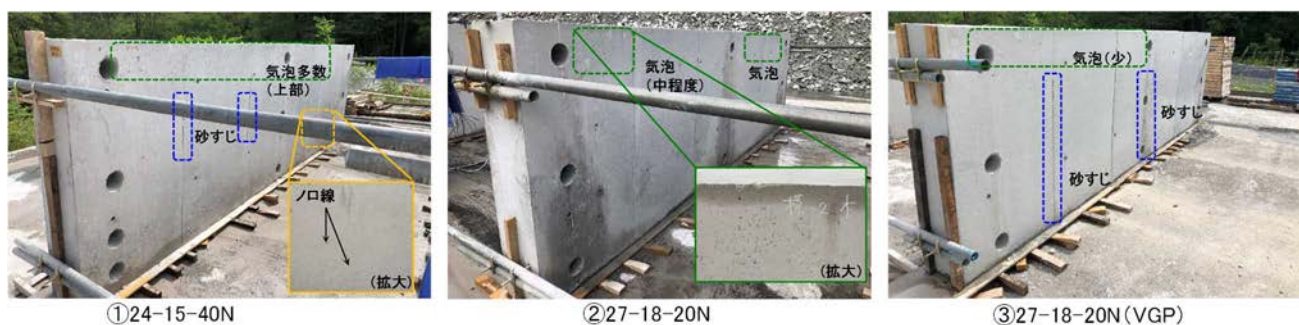


写真-1 模擬供試体表層の目視評価状況

中間高さで、打込み側、中間、妻側の3箇所で実施した。

3. 模擬供試体の表層目視評価

写真-1 に模擬供試体表層の目視評価状況を、表-2 に目視評価結果を示す。なお、表層目視は供試体毎に長さ方向に3ブロックに分けて行い、評価点を平均した(満点4点)。火山ガラス微粉末を用いた③供試体は、「剥離」、「気泡」、「色むら・打重ね線」がほぼ確認されず、合計点数も現行配合の②を上回り表層品質の改善効果を確認した。

4. 模擬供試体の表層品質評価

図-2 に模擬供試体の表層透気試験結果を示す。図の右端には表層透気係数の評価基準を示している。脱型後はシート養生のみで湿潤養生を実施していなかったため、全体的に表層透気係数は大きめだったものの、火山ガラスを用いた③供試体は概ね「一般」評価であり、他の供試体より透気係数が小さく表層品質の向上が確認された。

図-3 に模擬供試体の表面吸水試験結果を示す。図の右端には表面吸水速度の評価基準を示している。材齢5週目の表面吸水速度は概ね「劣」評価となり、配合による優位差は確認できなかった。上述のように、脱型後湿潤養生を実施していないことが原因と考えられたため、シートを撤去して自然環境下に存置し、材齢15週(11月上旬)で2回目の測定を行った。材齢15週では全体に表面吸水速度が低下し、特に火山ガラス微粉末を用いた③供試体は「一般」から「良」評価となり、表層品質の改善効果を確認した。

表層目視評価を含めたこれらの改善効果は、火山ガラス微粉末の使用により分離抵抗性と密実性が向上したためと考えられる。なお、施工するトンネル坑内の湿度は80%以上で、これまでに打ち込まれた覆工コンクリートは湿潤状態となっていることから、覆工コンクリートに適用した場合でもその効果が十分期待できる。

5. まとめ

比表面積 $14000\text{cm}^2/\text{g}$ の火山ガラス微粉末を用いたコンクリートは、材料分離抵抗性と密実性の向上によりコンクリートの表層品質が向上し、覆工コンクリートの表層品質向上が期待できることが明らかとなった。

参考文献

- 国土交通省東北地方整備局：コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編) 2021年改訂版, [https://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/tebiki/tebiki\(tunnel\)_2021.pdf](https://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/tebiki/tebiki(tunnel)_2021.pdf)

表-2 表層目視評価結果

評価項目	剥離	気泡	水はしり 砂すじ	色むら 打重ね線	合計
①24-15-40N	4.00	3.50	3.67	3.83	15.00
②27-18-20N	4.00	3.50	4.00	4.00	15.50
③27-18-20N(VGP)	4.00	4.00	3.67	4.00	15.67

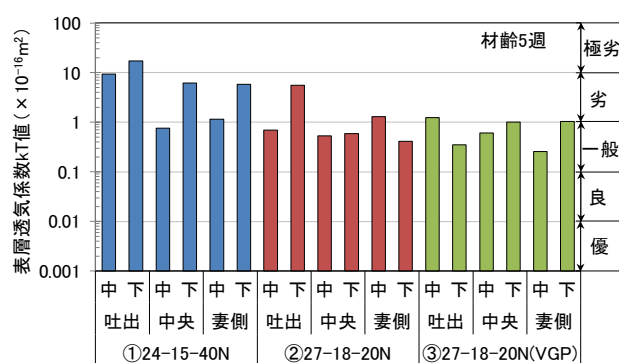


図-2 模擬供試体の表層透気係数

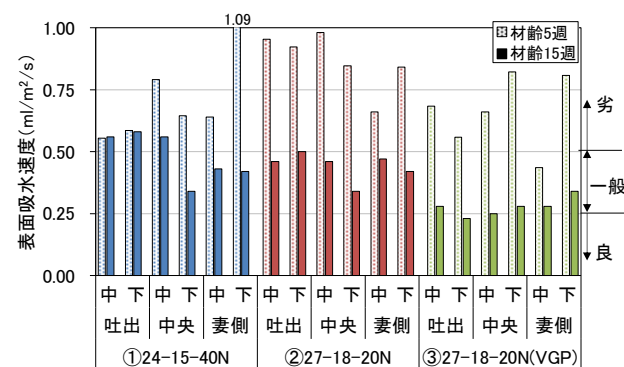


図-3 模擬供試体の表面吸水速度