

火山ガラス微粉末の覆工コンクリートへの適用に関する施工性および品質評価

金沢工業大学
金沢工業大学
株式会社建設技術研究所
株式会社建設技術研究所

学生会員 ○亀井 慎子, 荒木 大靖
正会員 花岡 大伸
正会員 野村 貢
正会員 戸本 悟史

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートの施工は、一般の土木工事に比べて作業空間が狭隘であることや、天端部は一箇所の吹上げ口からの打込みとなる。また、吹上げ口から妻部までの流動距離が長く、材料分離やブリーディングなどが発生しやすい施工条件でもある。そのため、目地部や天端付近では、均質かつ密実なコンクリートとなっていない場合があり、充填不良などの不具合が多く報告されている¹⁾。そこで、本研究では表層品質・耐久性の向上を目的に、材料分離抵抗性に優れた火山ガラス微粉末の適用性について検討した。本稿では、セメントによる覆工コンクリートを模擬した施工性実験により、コンクリートの施工性および品質について調べた結果を報告する。

2. 実験概要

コンクリートの配合およびフレッシュ性状を表-1に示す。実験は、表-1に示す3種類の配合で行った。すなわち、①覆工コンクリートの発注仕様相当の配合(24-15-40N)、②施工性の改善を目的とした配合(27-18-20N)、③火山ガラス微粉末を混和した配合(27-18-20N(VGP))で実験を行った。また、火山ガラス微粉末はセメント質量に対して5%置換とし、流動性を確保する目的で、高性能 AE 減水剤を使用した。

施工性実験に用いた型枠は、幅 0.3m×高さ 1.5m×長さ 5.0mで、打込み時の流動性を確認する目的で、型枠

の1面(側面)に透明型枠を使用した。コンクリートの打込みは、自由落下高さ 1.5mとし、型枠の端部1か所から行った。はじめに、打込み箇所において、1.0mの高さになるまで無振動でコンクリートを打込み、圧送を停止した(流動距離・勾配を記録)。その後、セントルの打設窓の間隔(1.5mの間隔)で、打込み箇所から順番にパイプレータを挿入し、10秒間締め固めを行った(流動距離・勾配を記録)。打込みは3層(1層の厚さ 0.50m)に分けて行い、コンクリートの天端は、木ゴてを使用して表面を仕上げた。

コンクリートの均質性を調べるため、打込みから約1ヶ月後に、流動距離0.25m, 2.50m, 4.75m, 壁面高さ0.15m, 0.75m, 1.35mの位置で、φ100×300mmの貫通コアを採取し、コア表面における粗骨材の面積とコアの圧縮強度について調べた。コア表面の粗骨材面積は透明フィ

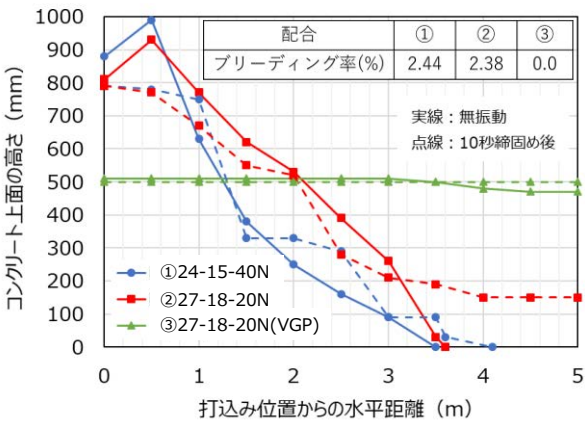


図-1 コンクリートの流動勾配

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/m³)									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, ブレーン比表面積 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 火山ガラス微粉末, トンネル覆工コンクリート, 施工性, 品質

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八東穂 3-1 金沢工業大学 TEL 076-274-7061

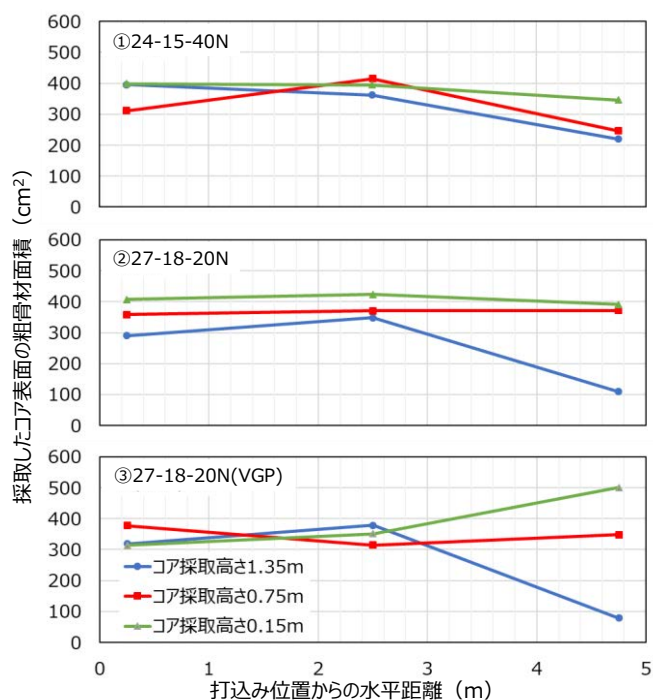


図-2 採取したコア表面の粗骨材面積

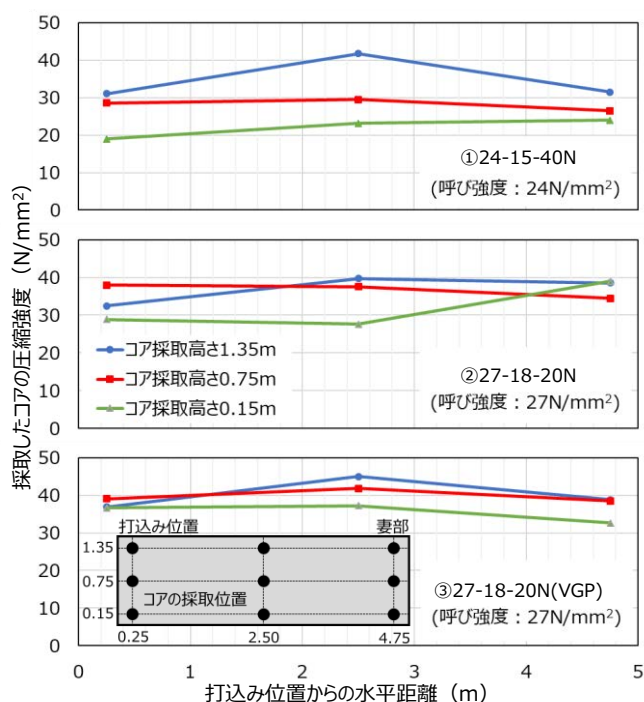


図-3 採取したコアの圧縮強度

ルムに 5mm 以上の粗骨材をトレースし、画像解析ソフトを用いて算出した。

3. 実験結果および考察

1 層目 (目標打込み高さ 0.50m) におけるコンクリートの流動勾配を図-1 に示す。24-15-40N では、無振動の時、急な流動勾配であり、10 秒締固めを行っても妻部まで到達しなかった。27-18-20N では、24-15-40N に比べ無振動時の勾配が緩やかで、10 秒締固め後妻部に到達した。27-18-20N(VGP)では、無振動時でほぼ水平になり、セルフレベリング性を有していることが分かる。さらに、27-18-20N(VGP)は別途実施したブリーディング試験のブリーディング率が 0.0%であり、高い材料分離抵抗性も有していた。

採取したコアの粗骨材面積と打込み位置からの水平距離の関係を図-2 に示す。24-15-40N は、妻部で粗骨材面積が減少傾向にあるが、中間部の位置で、粗骨材面積が大きくなっており、流動過程で粗骨材を十分に連行できていないといえる。27-18-20N では、妻部上段を除き同等の粗骨材面積であり、妻部まで細骨材を連行できている。27-18-20N(VGP)では、妻部で粗骨材面積のばらつきがみられるが、そのほかの場所では、同等の面積を示している。これは、高い流動性を示す 27-18-20N(VGP)に対して、24-15-40N と同様の締固めを行ったために、粗骨材が沈降したと推察される。したがって、流動性の高い配合では、従来同様の締固めを行うと、粗

骨材が沈降する可能性が高まるため注意が必要なが確認された。

採取したコアの圧縮強度と打込み位置からの水平距離の関係を図-3 に示す。これによると、24-15-40N に比べ、27-18-20N や 27-18-20N(VGP)の方が、圧縮強度のばらつきが小さいことが分かる。また、27-18-20N(VGP)は、最も圧縮強度が大きく、ばらつきも小さいため、良質なコンクリートであると考えられる。

4. まとめ

- 1) 高性能 AE 減水剤と火山ガラス微粉末をコンクリートに混和させると、材料分離抵抗性が向上し、セルフレベリングが可能であった。
- 2) 火山ガラス微粉末の使用により、粗骨材面積率および圧縮強度の値のばらつきが小さくなっており、均質性、密実性の向上が期待できる。
- 3) トンネル覆工コンクリートの打込みにおいて、火山ガラス微粉末を混和したコンクリートを使用すると、施工性の向上と品質の確保が可能であった。

謝辞: 本研究を遂行するあたり、西松建設 (株) の三井氏、小野氏、(独) 寒地土木研究所の吉田氏、長谷川氏には、研究活動で多大なご支援を頂きました。

参考文献

- 1) 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