

エアレスとスラリー急結剤を組み合わせた汎用型吹付け機で粉じんの大幅低減を実現

鉄道・運輸機構 東北新幹線建設局 正会員 綿貫 詠一
奥村・青木・森本・寺下 JV 正会員 安井 啓祐
奥村・青木・森本・寺下 JV 上山 悟

1. はじめに

東北新幹線八甲田トンネル折紙工区の斜路は、本トンネルの保守用連絡トンネルとして利用することとしたため、吹付けコンクリートの補強と剥離防止を目的として非鋼繊維補強吹付けコンクリート(t=10cm)を計画した。施工にあたっては、長時間吹付け作業が連続することや、本坑内での作業と競合することなどから粉じんにより坑内での作業環境の悪化が懸念された。

そこで、粉じん発生量を抑制し作業環境を改善するため、圧縮空気を使用しないエアレスシステムとスラリー急結剤供給装置を汎用のベースマシンに搭載した一体型吹付け機(以下、ALSS 一体型吹付け機と称す)を開発し当該工事に適用した。本報告では、本機を使用したエアレススラリー吹付け工法(以下、ALSS 吹付けと称す)の概要と、エア吹付けと比較した粉じん低減効果について報告する。

2. ALSS 一体型吹付け機

エアレスシステムの吹付け方法は、ポンプで圧送したコンクリートを高速回転する羽状のインペラで打撃・投射するものである。このインペラヘッドをブーム先端に取り付け、インペラ駆動用の油圧ポンプ、スラリー急結剤供給装置などを搭載した汎用型の吹付け機であり、圧縮空気を使用しないため粉じん量の極めて少ないものである。写真-1にALSS 一体型吹付け機を示す。



写真-1 ALSS 一体型吹付け機概観

3. スラリー急結剤

本試験で使用したスラリー急結剤は、一般に使用されている粉体急結剤(カルシウムアルミネート系:CA-P)と同一主成分の汎用吹付け用スラリー急結剤(CA-S)を使用した。急結剤をスラリー化することにより、付着急結特性と強度発現にすぐれ、粉じん発生を抑制することができる。

4. 試験概要

4.1 強度試験の配合と方法

表-1にALSS吹付けの試験配合を、表-2にエア吹付けの試験配合を示す。ALSS吹付け、エア吹付けともに、補強用非鋼繊維としてポリプロピレン系繊維(PP)を1 vol.%添加した。また、ALSS吹付けでは、単位セメント量が異なる3ケースの配合で試験をおこない、いずれもベースコンクリート練混ぜ時に、スラリー急結剤用の急結助剤(SD2)を添加した。圧縮強度試験はコア箱にコンクリートを直接吹付け、コア箱から採取した供試体により測定をおこなった。

4.2 粉じん濃度測定方法

試験項目および方法を表-3に示す。測定位置は、吹付け箇所から風下側の50m地点の中央部とし、光散乱式粉じん測定器(P-5L:K=0.04)を用いて測定した。また、ケースごとに、斜路内の風向・風速を測定した。

5. 試験結果

5.1 強度発現性状

図-1に示すとおり、圧縮強度試験の結果、ALSS吹付け、エア吹付けともに、材齢1日で8~9N/mm²の強度発現をみた。また材齢7日では、ALSS吹付け、エア吹付けともに、18N/mm²を超える結果となった。

(設計は材齢28日で18N/mm²)

表 - 1 ALSS 吹付けコンクリート配合

配合	スランブの範囲 (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							スラリ-急結剤(kg/m ³)	
				W	C	S	G	PP	SD2	SP1	CA-S	スラリ-化水
ALSS (430)	18±2	54.5	70.0	210	430	1,206	529	9.1 (1 Vol.%)	0.215 (C×0.05%)	3.87 (C×0.9%)	30.1 (C×7%)	24.1 (CA-S×80%)
ALSS (400)	18±2	55.6	70.0	200	400	1,243	545	9.1 (1 Vol.%)	0.200 (C×0.05%)	4.00 (C×1.0%)	28.0 (C×7%)	22.4 (CA-S×80%)
ALSS (380)	18±2	58.2	70.0	200	380	1,251	551	9.1 (1 Vol.%)	0.190 (C×0.05%)	4.75 (C×1.25%)	26.6 (C×7%)	21.3 (CA-S×80%)

表 - 2 エア吹付けコンクリート配合

配合	スランブの範囲 (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						急結剤 (kg/m ³)	
				W	C	S	G	PP	SP2	CA-P	
エア (360)	15±2	58.3	63.0	210	360	1,108	664	9.1 (1 Vol.%)	3.60 (C×1.0%)	25.2 (C×7%)	

W/C：吹付けコンクリートの水セメント比，SP1：高性能減水剤，SP2：AE 減水剤

表 - 3 試験項目と試験方法

強度特性	NATM 設計施工指針(日本鉄道建設公団 / 平成 8 年 2 月)に準拠した。現場気中養生
施工性	目視評価により、コンクリート圧送性、急結剤混合性、付着・急結性を評価した
風向・風速	風向計および熱線式風速計で、吹付け箇所より風下側 50m 地点で測定した
粉じん濃度	ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドラインに準拠した
騒音レベル	普通騒音計「NL-05:リオン製」で、吹付けノズルより 5m 地点で測定した

5.2 施工性・仕上り状況

ALSS 吹付けは、急結剤混合状況は良好で、付着・急結性ともエア吹付けに比べ同等以上の結果が得られた。なお、いずれのケースでもホースの脈動・閉塞などのトラブルは発生せず、吹付け面も平滑に施工できた。

5.3 粉じん濃度

アジテータ車 1 車分 (6 m³) の吹付け開始から終了までの粉じん濃度測定結果を図 - 2 に、吹付け状況を写真 - 2 に示す。風向は本坑から坑口で、風速は 1.0 ~ 1.6m/sec であった。ALSS 吹付けでの粉じん濃度は、エア吹付けに比べ吹付け開始直後から極めて少なく、吹付け終了まで少ない粉じん濃度で安定した状況であった。これに対し、粉体急結剤を使用したエア吹付けでは、吹付け開始直後から粉じん濃度が多く、その後も高い値を示すとともに変動の大きい結果であった。ALSS 吹付けのうち、単位セメント量 380kg/m³ の粉じん濃度は、変動が少ないものの粉じん濃度は高く、今後は、配合、非鋼繊維混入の影響などについて検討する必要がある。

5.4 騒音レベル

ALSS 吹付けでの騒音レベルは 88dB(A 特性、平均値)であり、エア吹付け工法に比べ 10dB 程度低くなった。

6. まとめ

エアレス吹付けは工法をトンネル現場で試験施工したのは、全国で初めてであるが、試験内容は当初の目的通り、粉じん発生量をかなり低減することができた。今回の成果によって、本機を大断面のトンネルの現場で使用することへの見通しがついた。今後は、本機の使用により坑内の作業環境が一層改善できるように努力する。

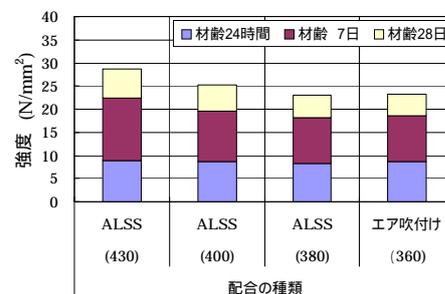


図 - 1 圧縮強度試験結果

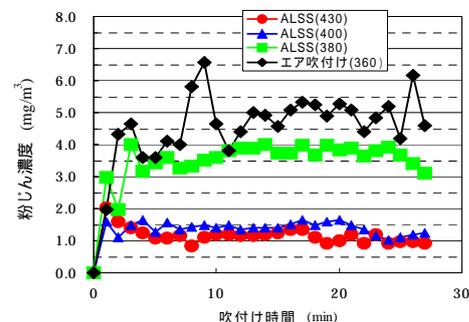


図 - 2 粉じん濃度測定結果



ALSS吹付け工法



エア吹付け工法

【参考文献】

- 1) 黒坂ほか：低粉じん型吹付けコンクリート工法の小断面トンネルへの適用，土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 - 2，2004
- 2) 野間ほか：エアレス吹付けとスラリ-急結剤の組合せによる現場施工について，土木学会第 61 回年次講演会概要集 6-177，2006