

中断面トンネルにおける効果的な換気方式について

佐藤工業(株) 正会員 加藤 公章*1 ○吉野 隆之*1
佐藤工業(株) 針生 一成*1 猪股 大*1

1、はじめに

第 8 次粉じん障害防止総合対策において「ずい道等建設工事」は引き続き重点事項として掲げられ、平成 25 年度以降も、粉じん対策の計画から実施まで充実を求められている。しかしながら、小・中断面トンネルにおいては、掘削断面積、掘削方式、ずり出し方式等により、制約条件が大きく影響することから、必ずしも計画時の粉じん防止効果を得られるとは限らないことがある。

本稿は、最大設計掘削断面積 55.9m²（上下半）の白田佐久穂トンネルで計画・実施した換気方式「吸引捕集集じん排気式」が、中断面トンネルにおける効果的な粉じん対策であることが確認されたことを報告するものである。

2、換気計画

白田佐久穂トンネルは、長野県佐久市から佐久穂町大字上を結ぶ広域農道の一部で、延長 314m の片側 1 車線の対面通行の道路トンネルである。掘削方式は、上下半同時併進および全断面早期併合の機械掘削方式である。ずり出しは、2.3m³級サイドダンプと 10tDT を組み合わせたタイヤ方式で行なった。機械掘削で発生する粉じんは遊離珪酸を含んでいるため、坑内に拡散させない「吸引捕集方式」で換気計画を立案した。

当該トンネルの断面サイズの制約から、坑外送風機からの送気管と切羽近傍での集塵機の併設が出来ないことから、コントラファン等の送風を使用せずに、切羽後方に設置した集塵機と伸縮式ダクトを組合わせた「吸引捕集集じん排気式」を採用することとした。

本方式の特徴となる伸縮式ダクトの坑内設置状況を写-1 に示す。

表- 1、図- 1 に、一般的に適用される「送気・集じん式」と今回採用した「吸引捕集集じん排気式」の使用設備および配置例を示す。

表-1 換気方式と使用設備

	一般的なトンネル工事	当該工事
換気方式	送気・集じん式	吸引捕集集じん排気式
所要風量	換気設計計算書による	1,355 m ³ /min
使用設備	送風機：コントラファン等 (坑外設置)	集塵機：RE-1500PX (定格風量1,800 m ³ /min) 伸縮式ダクト 100m
	集塵機：送風機能力の0.8倍程度 (坑内設置)	局所ファン：FA-1400 (定格風量1,400 m ³ /min)

所要風量算出は、「ずい道等建設工事における換気技術指針（平成24年3月15日発行）」に準拠

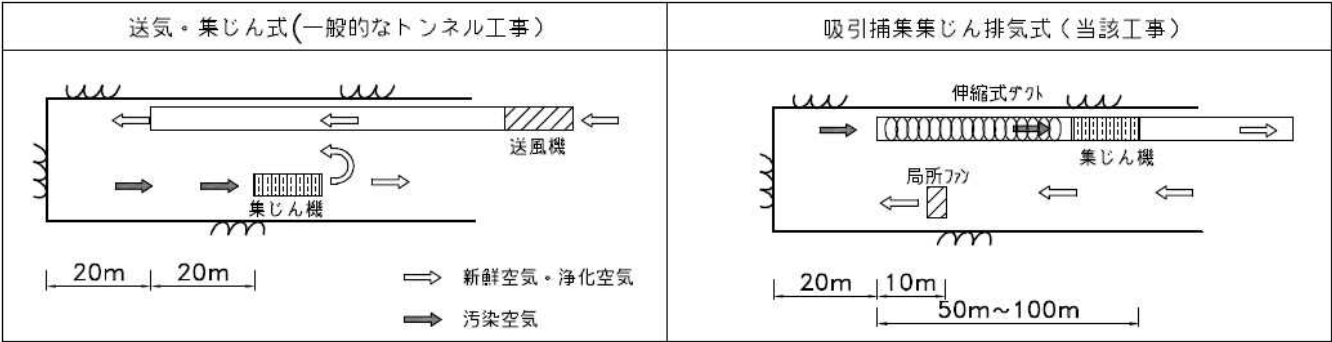


図-1 換気方式と設備配置図

キーワード 中断面トンネル、換気方式、吸引捕集集じん排気式、

連絡先 *1 〒930-8515 富山県富山市桜木町 1-11 TEL:076-439-0361 FAX:076-442-7062

3. 粉じん濃度測定結果

初期掘削中は、発破掘削に変更となったこともあり、集塵機を反転使用し、「送気式」として運用した。トンネル掘削期間中、適用した2つの方式について坑内環境測定を実施した。

測定は、「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドラインの概要 厚生労働省」に則り、切羽後方 50m 地点で行なった。粉じん濃度測定には、SIBATA LD-3K2 を使用した。

切羽付近での発生粉じん量が最も多い吹付け作業中の粉じん濃度測定結果を表-2 に示す。

平均粉じん濃度は、「送気式」の $2.7\text{mg}/\text{m}^3$ に対し、「吸引捕集集じん排気式」は、 $0.1\sim 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ と非常に低い濃度であることが確認された。いずれの方式においても、主要換気設備は、RE-1500PX を使用して出力も同程度で運転していた。このことから、換気方式の違いがこの差を生んだことが明らかである。

また、「吸引捕集集じん排気式」で確認された $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 程度という値は坑外の新鮮な空気とほぼ同じ値であり、坑内への新鮮な空気の取り込みに成功したといえる。

当該工事では、伸縮式ダクト先端後方の約 10m に集塵機の風量に対し約 75%の送気能力を持った局所ファンを設置したことによって、局所ファン付近において非常に効率の高いエアカーテンを形成し、効果の高い封じ込めができた。更に、エアカーテン内は、発生した粉じんが希釈することなく吸引捕集されるため、坑内全体だけでなく、吹付け作業時においても低い粉じん濃度を維持することができた。

4. 今後の課題

高い効果を発揮した同方式にもいくつかの課題が認識された。

- 1) 坑口部・初期掘削時からの伸縮式ダクトをどのように早期に導入できるか。
- 2) 坑内車両の排ガスや路面からの粉じんが切羽へ集中する。
- 3) 切羽を含む坑内の風速が低めとなり、切羽付近で働く作業員の体感温度が高くなる。
- 4) 集塵機が坑内にあるため、長期休暇後等の再稼動時に送気なしでの入坑が発生する。
- 5) 機械掘削に適用されるべき「吸引捕集方式」の設計段階での採用。

5. 終わりに

当該工事のような、中断面かつ短いトンネル工事において「吸引捕集集じん排気式」の換気方法が、粉じん対策として非常に有効であることが確認された。今後、類似のトンネル工事について、コスト面を含めた設計段階からの採用に結びつく等の参考になれば幸いである。

しかし、上述したように、より汎用性を向上させ長距離・大断面トンネルに適用するには、更なる工夫と改善が必要であり、今後もトンネル条件に適合した換気方法の計画・実践を続け、更なる作業環境の改善を図って行きたい。



写-1 伸縮式ダクト坑内設置状況

表-2 粉じん濃度測定結果

測定日	平均粉じん濃度 (mg/m^3)	切羽進捗 (T Dm)	測定点 (T Dm)	送排気管先端 (T Dm)	換気方式
平成26年7月25日	2.8	73	23	43	送気式
平成26年8月25日	0.2	122	72	92	吸引捕集集じん排気式
平成26年9月11日	0.1	174	124	150	
平成26年9月27日	0.1	205	155	175	
平成26年10月2日	0.1	227	177	197	
平成26年10月20日	0.2	252	202	222	
平成26年11月5日	0.2	287	237	260	