

(Ⅵ-2)

山岳トンネル坑内の粉じん濃度低減の試み

大成建設㈱ 名古屋支店 ○正会員 大里 祥生
大成建設㈱ 北信越支店 正会員 斉藤 和男
大成建設㈱ 土木本部 土木技術部 正会員 吉富 幸雄
大成建設㈱ 土木本部機械部 正会員 内田 正孝

1. はじめに

近年、山岳トンネルでの坑内粉じん発生作業に対する意識は大きく変化している。その一つの理由としては、粉じん対策に関するガイドライン¹⁾が厚生労働省より策定され、坑内粉じん濃度の目標レベルが $3\text{mg}/\text{m}^3$ と明示されたことが挙げられる。

そこで著者らは、現状の山岳トンネルの粉じん濃度の調査・分析や、粉じん濃度低減に向けての技術開発を進めている。本論文では、長野県ねがめトンネルにおいて実施した、吹付けコンクリートへ添加した粉じん抑制剤、及び大型集塵機による粉じん低減効果について報告する。

2. 坑内粉じん濃度の現状

表-1に本トンネルの概要を示す。表-2には、ガイドライン施行前における坑内作業中の粉じん濃度測定結果を示す。これらから、吹付け作業時の粉じん濃度は、換気設備が通常積算で計上されているスペック以上の設備を導入しているにも関わらず、目標レベル $3\text{mg}/\text{m}^3$ を大幅に超えていたことが判る。

表-1 ねがめトンネルの概要

掘削延長	1,145m (全長 1,744m)
掘削断面積	60 m^2
地質	花崗岩
掘削工法	補助ベンチ付全断面掘削工法
掘削方式	発破掘削
ずり出し	タイヤ方式
吹付けコンクリート	湿式 (SEC 練りコンクリート)
換気方式	送・排気組合せ式
送気設備	1,500 m^3/min , 55kW×2, $\phi 1,000$
排気設備	2,000 m^3/min , 110kW×2, $\phi 1,400$
集塵機	500 m^3/min (フィルター式)

表-2 ガイドライン施行前の坑内粉じん濃度(mg/m^3)

	掘削時	吹付け時
平均値	1.9	7.6
最大値	4.3	17.4

測定回数:13 ヶ月間の計26回, 測定機器:柴田科学, P-5L

測定方法:切羽から5, 15, 25m 地点でトンネル左右10分間

3. 坑内粉じん濃度低減の試み

上記の結果から、吹付け作業時における作業環境を早急に改善する必要が生じた。そこで、吹付けコンクリートの性状改善と換気容量の増大を図り、自動粉じん濃度計で測定した結果を以下の「試み1」と「試み2」に示す。

3.1 坑内粉じん濃度低減の試み1

試み1では、粉じん抑制剤を吹付けコンクリートに添加したときの粉じん濃度の低減効果と添加量の違いによる効果を確認した。

<粉じん抑制剤>

粉じん抑制剤は、増粘効果により吹付けコンクリートの粘性を増加させる混和剤で、粉じん濃度低減の他、リバウンドの減少にも効果があるとされる²⁾。今回使用した主成分がセルロース系樹脂の紛体抑制剤では、セメント重量比0.1%程度が標準的な添加量である。荷姿は10kg/袋もしくは15kg/袋で、納入される。

<粉じん濃度測定時の状況>

切羽位置 : 坑口より、930～1,000m 地点

支保パターン : CII (上半H-125@1.2m)

バッチャーラント : 北川鉄工所 (SEC 練り, 0.5 m^3 /バッチ)

吹付け機 : KBC マナリ (一体型吹付けロボット GMB35C-CI.)

表-3 吹付けコンクリート配合(kg/m^3)

セメント	水	細骨材	粗骨材	W/C	W1	W1/C
360	195	1,009	684	54.2%	120	33%

注) W1 はSEC 練りでの一次水量、骨材は奈良井川水系産

キーワード: 山岳トンネル, 坑内粉じん, 粉じん抑制剤, 吹付けコンクリート, 集塵機

連絡先: 〒399-5607 長野県木曽郡上松町小川小路方3864 大成・銭高・松本土建共同企業体 TEL:0264-52-1126

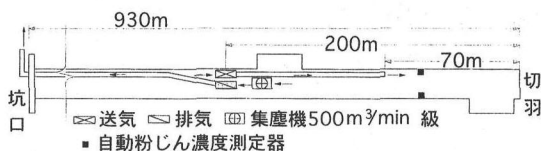


図-1 坑内換気設備の配置

＜粉じん濃度の測定結果＞

図-2に粉じん抑制剤の添加率を変えたときの粉じん濃度の測定結果を示す。これより、以下のことが判った。

- ①粉じん抑制剤の粉じん濃度低減効果は明瞭であり、添加量の増加とともに粉じん濃度の低減効果がみられた。
- ②粉じん抑制剤 0.1%添加時の粉じん濃度は、文献値³⁾とほぼ同様で、無添加時の30%ほど低減できた。

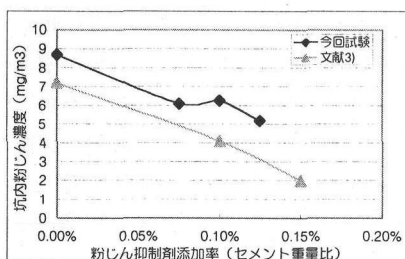


図-2 粉じん抑制剤の添加率と粉じん濃度の関係

3.2 坑内粉じん濃度低減の試み2

試み2では、当初の 500m³/min から排気送風機の容量やトンネル断面の大きさを勘案し、2,000m³/min 級の大型集塵機を導入した効果を確認した。

＜大型集塵機＞

集塵機には2種類の集塵方法がある。電気式は、消費電力量が小さくランニングコストが優れているといわれている⁴⁾、しかし今回は、実績の多いフィルター式を採用した。写真-1には、坑内での大型集塵機設置状況を示す。大型集塵機は10t 平トラックにマウントした。

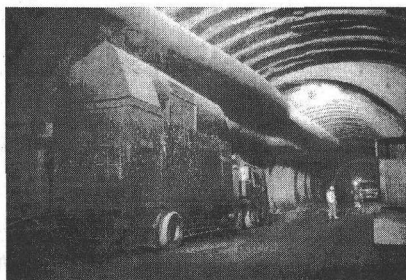


写真-1 大型集塵機の設置・運転状況

＜粉じん濃度測定時の状況＞

図-3に示すように、大型集塵機の設置方向は除塵空気を切羽へ送る方向とした。

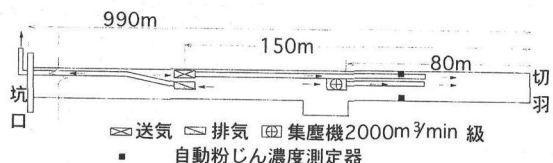


図-3 坑内換気設備の配置

＜粉じん濃度の測定結果＞

図-4に大型集塵機の移動及び粉じん抑制剤添加時の粉じん濃度測定結果を示す。判明したことを以下に示す。

- ①大型集塵機移動による粉じん濃度低減は、粉じん抑制剤と併用したときの効果が大きかった。
- ②集塵機を移動し、粉じん抑制剤 0.1%添加時の粉じん濃度は、無添加時の35%ほど低減できた。

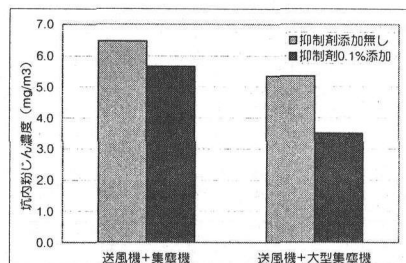


図-4 集塵機の移動及び粉じん抑制剤添加時の粉じん濃度測定結果

4. おわりに

坑内粉じん濃度低減には、上記の技術的対策の他に、施工管理上大切なことを幾つか感じたので最後に述べる。

- ①粉じん濃度の低減には、換気設備の充実だけでなく、風管の曲がり・破れ、送風機架台と切羽離れ、集塵機フィルター管理など、換気設備の適切な使用・管理が必要不可欠である。
- ②吹付けベースコンクリートの品質管理、吹付けロボットの操作、急結剤の添加率など、日々粉じん濃度を意識して、作業所全体で取り組むことが重要である。

参考文献

- 1) 労働省：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、2000.12.26。
- 2) トンネルと地下：吹付けコンクリートに関する Q&A(6)、第32巻11号、pp.60-64、2001.1。
- 3) 粉じん抑制剤技術研究会：低粉じん吹付けコンクリートの実験報告書、1987.12。
- 4) 萩森・酒井・片谷・村中：車載型電気集塵機を用いたトンネル工事換気システムの開発、建設の機械化、pp.21-27、2000.10。