

トンネル坑内の粉じん低減工法「トラベルクリーンカーテン」の適用

国土交通省 八代河川国道事務所 諏訪 藺 和彦
 (株)大林組 正会員 ○荒川 晃士
 (株)大林組 中村 亮 西本 卓生

1. はじめに

熊本3号津奈木トンネル新設工事は、南九州西回り自動車道芦北～津奈木間に延長1,848mのトンネルを新設するものである。トンネル工事において、作業の先端となる切羽では、掘削・ずり出し・コンクリート吹付け作業や工事機械の排出ガス等により多様な粉じんが発生する。粉じんは、坑内作業に従事する人々にとって、じん肺を引き起こす要因となっており、厚生労働省は「ずい道等建設工事における粉じん対策におけるガイドライン」(平成20年3月改正)において「切羽後方50m地点での粉じん濃度の目標レベルを $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下」と定め粉じん対策の充実を図ることとしている。本稿では、新たに開発したトンネル坑内の粉じん低減工法『トラベルクリーンカーテン』(以下TCC)による坑内粉じんの低減効果および運用状況について報告する。

2. 現状での粉じん対策に対する問題点

従来、一般的な粉じん対策として、トンネル切羽付近に新鮮な外気を送気することにより粉じんを希釈して濃度を低減する換気方式を行ってきた。しかし、近年トンネルの大断面化、工事機械の大型化等により、発生する粉じん量は増加傾向にあり、坑内の作業環境の悪化や、集じん機を含む換気設備の大型化にともなうコストの増大が問題となっている。

3. トラベルクリーンカーテンの構造と特長

TCCは、空気により膨らますバルーン構造の開閉可能な隔離壁と、切羽の粉じんを除去する集じん機、および、坑外から切羽に新鮮な外気を送る送気ファンから構成されている(写真-1)。

TCCの主な特長を以下に示す。

(1) TCC後方における粉じん濃度を $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ まで低減可能

TCCの粉じん低減効果を独立行政法人土木研究所の模擬トンネルにおいて検証した結果、目標レベルの1/30である $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下まで低減することができその高い効果を確認した。

(2) 粉じん作業状況に応じた送排気制御を実現

掘削時やコンクリート吹付け時など、切羽付近で大量に粉じんが発生する時は、隔離壁の車両通行部を閉じて粉じんを切羽～TCCの間に封じ込め、汚染空気を集じん機にて確実に処理できる(図-1)。また、ずり出し作業など車両通行が必要な時は、車両通行部を開き、集じん機の排気量(Q_2)と送気ファンの送気量(Q_1)に風量差を付け切羽に向かう空気の流れを発生させ、粉じんの漏れをエアカーテン効果により制御する(図-2)。



写真-1 トラベルクリーンカーテン

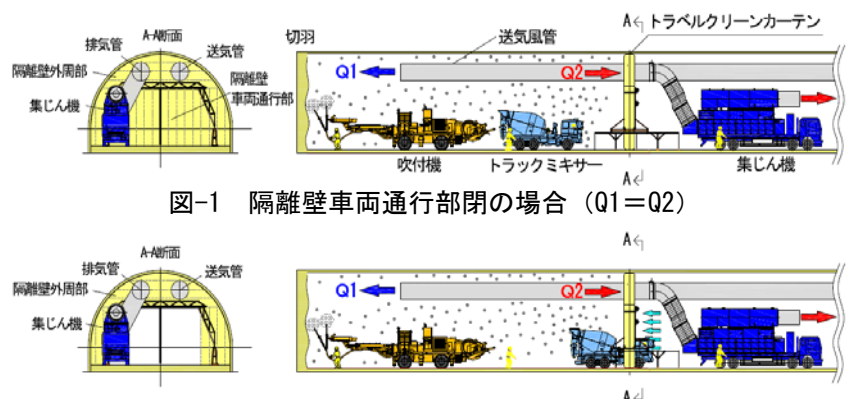


図-1 隔離壁車両通行部閉の場合 ($Q_1=Q_2$)

図-2 隔離壁車両通行部開の場合 ($Q_1<Q_2$)

キーワード カーテン、バルーン、粉じん対策、集じん、隔離壁、封じ込め

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社 大林組 機械部 TEL03-5769-1462

(3) バルーン構造による外周密着性の確保

隔離壁外周部分は、凹凸のあるトンネルの1次覆工壁面への密着性に優れたバルーン構造を採用することで粉じんの外周部分からの漏れを防ぎ、粉じんの封じ込め性と拡散抑制効果を高めた。

(4) 粉じん処理時間の短縮と電気使用量の削減が可能

発生粉じんを封じ込め、効率よく集じんすることで、処理時間の短縮と電気使用量の削減が可能となる。

(5) 短時間での移動が可能

TCC は、本体が軽量の鉄骨でできており、隔離壁はバルーン構造のため膨脹・収縮が容易である。また、溝形鋼を用いたレール方式を採用し、狭いトンネル坑内での移動をスムーズかつ精度よく行えるようにした。これにより、人力による移動や再設置が簡単に、かつ、短時間に行うことが可能である。

4. トラベルクリーンカーテンの現場実証

模擬トンネルにおいて効果が得られた TCC をトンネル掘削実施中の本現場で運用し、その粉じん低減効果や漏れの少ないこと（封じ込め効果）の確認、および送風量と集じん風量の最適な関係性について現場実証を行った。図-3 に換気設備の配置およびダスト

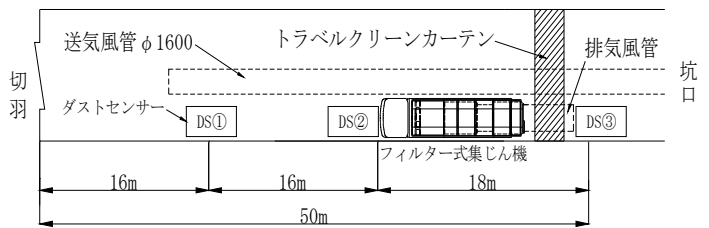


図-3 換気設備配置および測定位置

センサーによる粉じん濃度の測定位置を示す。TCC はトンネル切羽から後方約 50m に設置し、粉じん濃度は3箇所のダストセンサーを用い粉じん濃度の測定を行った。現場の作業では車両が頻繁に通過するため、隔離壁の車両通過部は開けた状態とした。あわせて現場使用時における移動等の施工性についても確認を行った。

5. 実施工時における粉じん低減効果および施工性について

掘削・ずり出し時およびコンクリート吹付時の粉じんの濃度と風量差（送風量/集じん機風量）の相関関係を図-4 に示す。掘削・ずり出し時のダストセンサー（以下 DS）③の値は $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以下でコンクリート吹付時は $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下となっており、車両通行部が開いた状態であっても TCC の高い粉じん低減効果が確認できた。また、従来式に比べ粉じんの処理時間と電気使用量ともに約 25%の削減が可能となることも確認できた。さらに、DS③の値がいずれもほぼ一定であることから、外周部からの漏れを防止していることも見て取れる。しかし、模擬トンネルで得られた $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ という値を満足することができなかった。この要因は、ダンプ等の

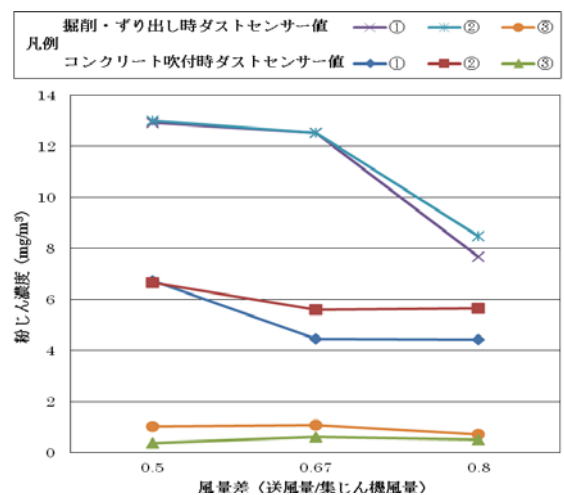


図-4 粉じん濃度と風量差の相関関係

走行による埃や集じん機からの排気による堆積粉じんの巻き上げの影響が大きいと考えられる。また、DS①・②の値の変化から、送風量を増加させることで汚染空気がより希釈され粉じん濃度が低減し、切羽環境が改善されていることが分かった。ただし、その場合、風量差が減少し封じ込め効果が下がり、電気使用量の増大を招く。対策としては、送風管の切羽付近までの延伸、集じん機の吸込口と吐出口を極力離すことによるエアカーテン効果の向上、送風口と排気口の適正な配置による空気の流れの改善等が考えられる。移動については、レールの盛り替えと TCC 本体の移動も人力により容易に行うことができ、集じん機や電源台車の移動時間も含め 30 分程度で完了し、トンネル掘削サイクルに影響を与えることのない施工性の高さが確認できた。

6. おわりに

トラベルクリーンカーテンを設置することにより、切羽後方 50m 以内で発生粉じんを効率良く処理することができ、坑内粉じん低減工法の有効性が確認できた。また、トンネル坑内全体がとてもクリーンな状態となることがはっきりと分かった。今後、送風量や集じん機風量の調整、各吐出口や吸込口の配置や距離、集じん機の使用等の最適化を図ることで、さらなるトンネル切羽・坑内の作業環境が改善されるものと思われる。