

発破現場対応「トラベルクリーンカーテン」 (トンネル坑内の粉じん低減工法)の開発と適用

国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所 山下 信一
(株)大林組 正会員 ○荒川 晃士 (株)大林組 小林 誠
(株)大林組 中村 亮 (株)大林組 宮ノ原 隆一

1. はじめに

熊本3号湯浦トンネル新設工事は、南九州西回り自動車道芦北～湯浦間に延長1,166mのトンネルを新設するものである。山岳トンネル工事における粉じんの処理は、希釈や集じんにより行われており、後ガス処理は希釈によって行われている。集じん機で取り逃がした粉じんはトンネル坑内を浮遊し、少なからず坑内環境を悪化させてきた。一方、発破時の飛石は、トンネル機械や照明器具の破損、作業員の被災の一因となる。

これらの問題を解決するために、先に開発した移動式隔離壁「トラベルクリーンカーテン(以下TCC)」を発破での施工に対応したものに改良した。

本稿は、その効果と適応性の確認を行った実証実験結果について報告する。

2. 発破現場対応「トラベルクリーンカーテン」の構造と特徴

2.1 TCCの概要

TCCは、坑外から切羽に新鮮な空気を送る送気口と、排気を浄化する集じん機との間に設置する、開閉可能なバルーン構造の隔離壁である¹⁾。

2.2 発破現場対応「TCC」のバルーン構造

図1に発破現場対応TCCのバルーン構造を示す。バルーンの切羽側に高強力ポリアリレート系繊維ベクトラン(防弾チョッキに使用されている生地)を設置することで、発破時の飛石でバルーンが損傷するのを防ぎ、ベクトランの切羽側に防爆シートを追加することでベクトラン自体の損傷を防ぐこととした。万一、飛石がTCCを通過した場合の対策として坑口側にも防爆シートを設置した。

バルーンは、爆風でめくれ上がらないように側壁への密着性を確保するとともに、発破による飛石を柔らかく包み込み、効果的に勢いを弱められるよう、

バルーンを膨らますためのエア量を適切に調整できる構造・システムとした。

車両通過部はできる限り広く取れるよう、門形の形状を工夫した。また、発破時の衝撃を考慮し、架台は堅固な構造のソリタイプとし、重機にて牽引し移動させることとした。

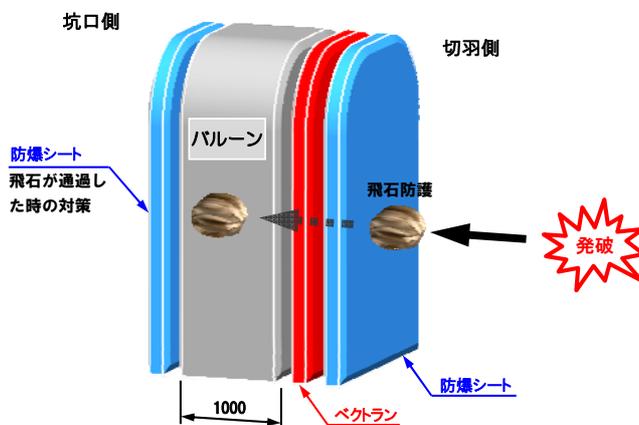


図1 発破現場対応TCCのバルーン構造

3. 湯浦トンネルにおける現場適用試験

3.1 発破に対する安全性・耐久性試験

掘削時、計30回(最大薬量60kg)の発破において発破現場対応TCC(湯浦トンネル用)を使用し、安全性および耐久性を確認する試験を行った。

3.2 粉じん封じ込め効果確認試験

図2にTCCレイアウトと粉じん濃度の測定ポイント(切羽側・坑口側①②)を示す。

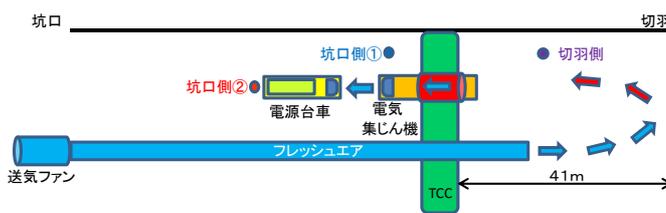


図2 TCCレイアウトと測定ポイント

キーワード バルーン, カーテン, 発破対応, 粉じん対策, 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

ずり出し時・吹付け時・発破時の3作業時に、送気ファンからの給気量を1800m³/minで固定し、集じん風量を2400m³/min(エアカーテン効果係数 $Ke \div 1.33$), 2100m³/min(同 $Ke \div 1.17$)と変化させ、TCC有り/無しの2つのケースにおける粉じん濃度の変化を確認した。ずり出し時・吹付け時はともに、重ダンプ・トラックミキサー等の車両が通行するため、TCC車両通行部は開けた状態で測定を行った。

4. 試験結果

4.1 発破に対する安全性・耐久性試験結果

発破によるTCCの破損や、TCCより坑口側に退避した工事機械の飛石による破損は全く無く、飛石を完全に防護していることが確認できた。これにより坑内機械の退避距離が短くなり、結果として機械の入替時間が短縮しサイクルタイムがアップする効果を確認できた。

4.2 粉じん濃度測定結果

表1に、ずり出し・吹付け作業時におけるTCC有り/無しの粉じん濃度の変化の比較を示す。TCC無しの場合、切羽に近い坑口側①の粉じん濃度の変化幅が大きく、切羽側の粉じん濃度に影響を受けていることが分かる。切羽より50m地点では目標値の3mg/m³以下を確保しているが、切羽側の粉じんが高濃度となると、切羽に近い坑口側①がこれに連動し3mg/m³を超えることがしばしばあった。TCC有りの場合、坑口側①の粉じん濃度の平均値は0.4~1.3mg/m³、坑口側②の平均値は0.3~1.2mg/m³とどちらも良好な作業環境であることを示しており、粉じん計の波形は変化がなだらかで安定していた。坑口側①の粉じん濃度の変化幅は、坑口側②の変化幅と同様に小さいことから、切羽の粉じん濃度に影響されていないことが分かる。これらのことからTCCを設置することで、TCCより坑口側のエリアは広範囲にわたり清浄な作業環境が確保できると言える。

TCC有りの場合に集じん機の風量を下げ、エアカーテン効果係数 Ke を下げても、坑口側の粉じん濃度に変化は生じなかった。

発破後の後ガスについては、粉じん濃度が3mg/m³以下となるのに、TCC無しの場合16分30秒を要したのに対し、TCC有りの場合は12分20秒と処理時間が25%以上短縮することが確認できた。これは、発破ごとの粉じん濃度は毎回異なるものの、TCCを

設置したことにより、発生した粉じんが拡散されず効率よく集じん機へ吸引されたもとと考えられる。

表1 粉じん濃度の変化比較表

作業	TCC 有/無	送風量 m ³ /min	集じん機 風量 m ³ /min	エアカーテン 効果係数 Ke	粉じん濃度 mg/m ³					
					切羽側		坑口側①		坑口側②	
					変化幅	平均	変化幅	平均	変化幅	平均
ずり出し	無	1800	2400	1.33	1.6~14.6	5.1	0.5~5.2	1.3	0.3~1.3	0.8
	有		2400	1.33	1.7~5.2	2.9	0.1~1.1	0.5	0.1~1.0	0.4
	有		2100	1.17	0.8~2.9	1.4	0.1~1.1	0.4	0.0~0.9	0.3
吹付け	無	1800	2400	1.33	3.0~22.4	8.1	1.4~10.4	4.4	0.8~3.2	2.4
	有		2400	1.33	1.3~29.2	6.0	0.3~2.6	1.3	0.2~2.5	1.2
	有		2100	1.17	1.3~13.4	3.2	0.1~1.1	0.4	0.1~1.3	0.9

以上の結果から、粉じん濃度に対して、TCCを活用することにより次の効果が期待できることが確認できた。

- ①TCCより坑口側での粉じん濃度は、1mg/m³程度まで下がる。この効果は車両通行部を開放したずり出し時や吹付け作業時、および、切羽側の発生粉じん量が大きく変化しても影響を受けない。
- ②TCC前方の切羽付近では、効率良い集じんが可能となる(処理時間が従来の約25%短縮する)。
- ③エアカーテン効果係数は高いほど粉じん濃度低減に要する時間が短いとされているが、TCCにおいては給気量(Q1) < 集じん風量(Q2)を確保していれば効果に差異は生じない。

5. おわりに

近年、切羽での粉じん発生源からの集じんに注目が集まっている。その一方で、切羽で捕集しきれなかった粉じんは坑口まで長時間浮遊し、覆工や防水等の作業員の作業環境に少なからず影響を与えてきた。また、発破による飛石は、機械の損傷にともなう時間的損失や不要な修理費の発生によりコストが増大し、作業員を危険にさらす恐れがあった。本実証結果から、TCCは以下の効果があると確認できた。

- ①発破の飛石防護による機械・設備の損傷防止と作業員の安全確保。
- ②粉じんに対するトンネル坑内の作業環境の改善。
- ③高効率な集じんによる切羽粉じん処理時間の短縮。
集じん効率の向上にともない、使用電力量が低減することも確認できた。

参考文献

- 1) 荒川晃士他, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 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, 67巻, 6-064号, pp125-126, 2012