

山岳トンネルにおける移動式発破防護バルーンの開発

西松建設

正会員 ○三井 善孝

正会員 山下 雅之

ジ・オマシエンジニアリング

塚田 純一

東 宏

正会員 小林 雅彦

1. はじめに

発破工法により山岳トンネルを掘削する際には、坑内設備が爆風や飛石によって破損しないよう、切羽との間に 50m 程度以上の離隔を設けるのが一般的である。そのため、狭隘な坑内の限られた区間に坑内設備を配置させる必要があり、それが安全性や作業性低下の一因となっていた。例えば、ずり出し方式として連続ベルトコンベヤシステムを採用する場合には、先端設備の移動式クラッシャーを切羽近傍に配置してずり積込機械の移動距離をできるだけ短くすることが、掘削効率の向上（ずり出し時間の短縮）を目指す上で重要となる。

このような背景から、坑内設備を切羽近傍に配置することができるよう、発破の影響が及ぶ範囲を限定させることが可能な移動式の発破防護装置を開発した。本稿では、開発した装置の概要および作動状況確認の結果を報告する。

2. 装置の概要

開発した装置の外観を図-1 に示す。本装置は、発破の影響（飛石等）が及ぶ領域を限定させるための「バルーン部」、バルーンを効率良く展開させるための「フレーム（架台）部」により構成され、それらを 2t トラックに搭載することにより、切羽近傍の任意の位置（切羽より 20～30m 程度の位置を想定）での使用が可能となっている。また、本装置は掘削サイクルの中で切羽近傍への設置・撤去を繰り返すことを基本としており、そのために様々な工夫を行った。構成装置の詳細を以下に述べる。

(1) バルーン部

バルーン部は、切羽近傍における飛石の衝突等に耐えられるよう、切羽側にアラミドシートを加えた 3 層構造とした（図-2）。バルーンの展開に用いる送風機はインバータ制御により送風量を調整することが可能であり、発破や飛石による衝撃を緩衝させるのに最適な内圧を、発破条件に合わせて任意に設定することができる。

また、バルーンを 5 つの部屋（アーチ部 2 部屋、下部 3 部屋）に仕切り、各々の最適な箇所に送風機を接続することで展開時間の短縮を図った。撤去時には、送風を止めるとともにバルーンに複数配置されたファスナー（図-3）を開放することによって、迅速に空気を抜くことができるようにした。

さらに、各部屋個別に空気を抜くことでバルーンを局所的に萎ませることも可能である。その位置に伸縮風管等を通すことにより、発破によって発生した粉塵を切羽近傍から拡散させることなく除去する等、発破防護以外の用途にも活用できる仕様とした。



図-1 開発した装置の外観

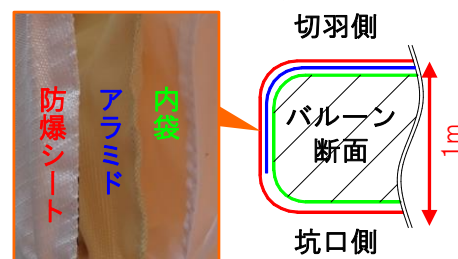


図-2 バルーンの構造

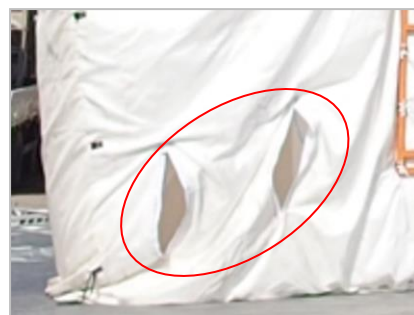


図-3 抜気用ファスナー

キーワード 山岳トンネル, 発破防護, バルーン

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設株式会社 技術研究所 TEL03-3502-0279

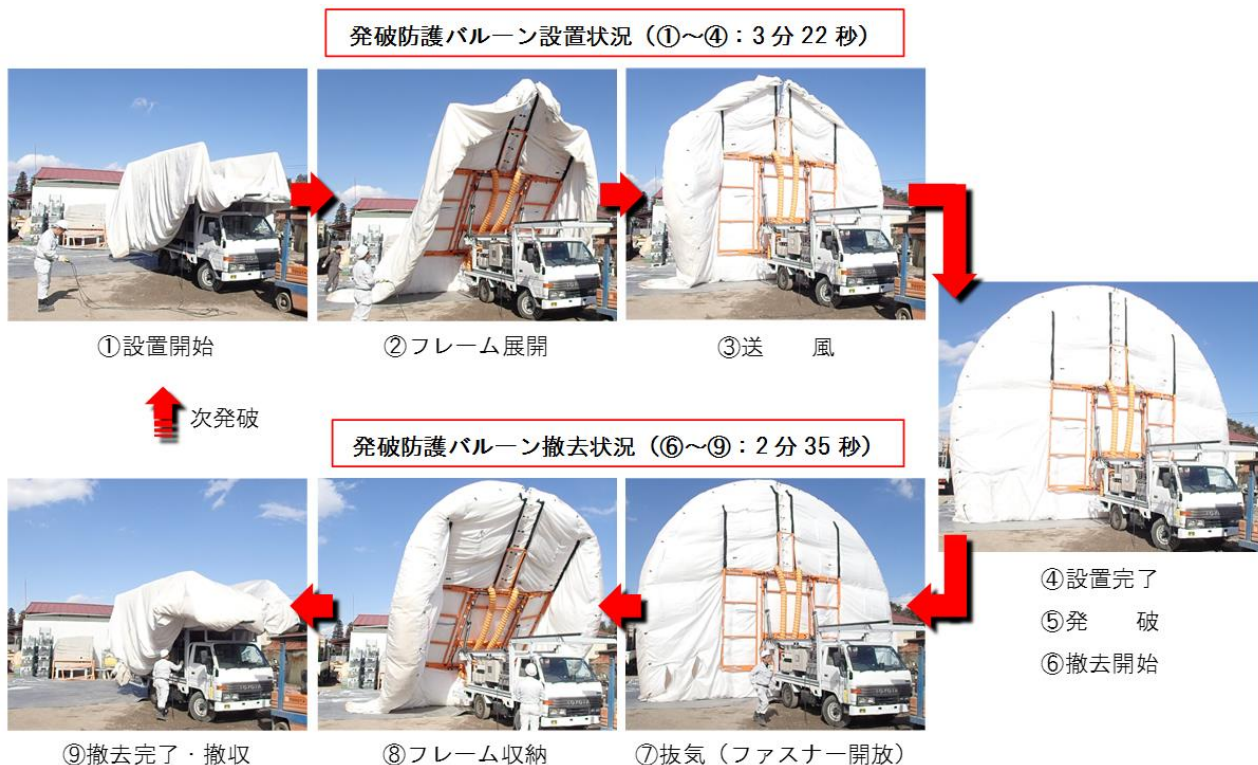


図-4 坑内使用を模擬した移動式発破防護バルーンの使用サイクル

(2) フレーム部

バルーンを展開する方法として、当初はバルーン単体で用いる方式や吊り下げる方式も検討したが、作業時間の短縮や安定したバルーン展開を考慮して、バルーンを格子状のフレームで面的に支持する方式を採用した。その際、フレームがトラック走行の支障となる恐れがあったため、油圧シリンダーを用いて小さく折りたたむような構造とした。それと同時に、発破時の衝撃がフレーム部に大きく作用することも懸念されたため、フレームと油圧シリンダーの接続部にダンパーを設けた。フレームの展開・収納は、装置の作動状況を確認しながら簡便に操作することができるよう、ペンダントスイッチによる遠隔操作方式を採用した。

3. 作動状況確認

本装置製作後、坑内における一連の作業を模擬した作動状況確認試験を坑外にて実施した（図-4）。

設置時には、フレーム展開と送風を同時に行い、作業の迅速化を図った。その結果、バルーンがバランス良く展開し、3.5分程度で設置作業を完了することができた（図中①～④）。撤去時には、送風停止とファスナー開放によりバルーンの抜気を促進させながらフレームを収納した。撤収時には、車両走行の妨げやバルーンと地面の接触を防止するため、バルーンの端部をひもでトラックの台車に固定した。この一連の撤去作業の所要時間は2.5分程度であった（図中⑥～⑨）。

開発にあたり、本装置の適用が掘削サイクルに影響を与えないよう、設置作業15分以内、撤去作業10分以内を目標とした。今回の試験では、設置・撤去作業ともにその1/4程度の時間で行うことができた。また、装置が完全に展開することや車両運転の支障とならないよう収納できることも確認することができた。

4. おわりに

今回、山岳トンネルの施工に用いる移動式発破防護バルーンを開発し、その確認試験を通して作動性に大きな問題がないことを確認するとともに、作業時間も目標を大きく上回る結果が得られた。今後は、本装置のトンネル現場への適用を通して、実際の作業時間や各装置の損耗状況等のデータを蓄積し、継続的な改良を進めていきたい。