

山岳トンネル 長尺防水シート自動展張システムの開発

(株) 大林組土木本部 生産技術本部 正会員 ○斎藤 有佐 正会員 渡辺 淳
 (株) 大林組 ロボティクス生産本部 阪口 雅信
 (株) 東宏 正会員 小林 雅彦 佐藤 猛彦
 国際紙パルプ商事(株) 中川 正敏

1. はじめに

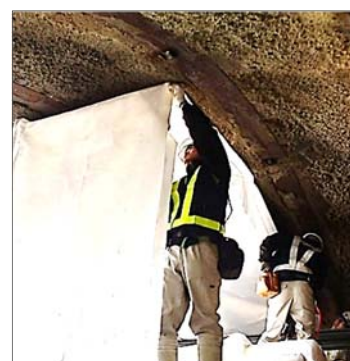
山岳トンネルではトンネルの機能を維持し、覆工等の劣化を防ぐ目的で防水シートを設置する。その機能は周辺地下水の円滑な排水による覆工での過大な水圧作用や漏水の防止、および吹付けコンクリートの背面拘束力を低減させることによるひびわれ抑制等である。このような機能を満たすためには、「現場接合部での十分な止水性と強度の確保」ならびに「(覆工打設時の圧力で引張られて生じるシート破損および天端部での空隙発生を防ぐための)吹付けコンクリート面に追従した余裕のある展張・固定」が現場での品質管理上重要である。また近年、トンネル工事従事者の高齢化などで技能者不足が深刻となっている。さらに人手不足だけでなく、経験や技能の不足から生じる品質上のリスクの回避についても関心が高まっている。筆者らは現場での品質確保と生産性向上(省人化および作業の簡易化＝初心者でも熟練者並みに作業できる化)に着目して防水シートの自動展張システムを開発し、試験工事を行ったので概要を報告する。

2. 現行の施工方法

専用の作業台車で次の作業を人力で行っている。

- ・定尺幅約 2.2m のロール状シートを作業台車最上段にウインチで揚重する。
- ・トンネル断面最上部から人力で広げ(展張)、吹付けコンクリート面に押し付けて不織布部分(通常は1枚のシートにつきトンネル周方向に両サイド2列＋中間1列の計3列)を釘打ち機で吹付け面に固定する(写真－1)。
- ・シート1枚固定する毎に溶着機で接合部全周を溶着する。

※本文では釘を打ってシートを吹付け面に設置することを「固定」と呼称する。



写真－1 現行作業状況

3. 現状の課題と改善方針

課題として次の(a)～(b)が考えられた。

(a)防水シート有効幅が通常約 2.1m であるため、トンネル軸方向で有効幅毎に全周長の現場溶着が必要である。例えば覆工1スパン(10.5m)あたりの現場溶着長は概略 $20\text{m} \times 5 = 100\text{m}$ (2車線道路: 周長約 20m の場合)となる。(b)頭上に垂れ下がってくる重くて扱いづらい防水シートを段差のある足場上で吹付け面へ押上げ押付けながら釘を打つ作業は、不安定な姿勢を強いられるうえに効率がよくない。(c)トンネル現場では数少ない自動化・機械化されていない工種の一つであり、吹付け面に追従したシート張付けにおいても、凹凸の状況に応じてひとりひとりの作業員に的確な判断力と腕力・体力が求められている。

以上より、現場溶着箇所(溶着延長)を減らせる「工場加工された長尺防水シート採用」および「吹付け面の凹凸に追従可能な自動展張化」を開発目標とした。

5. 長尺防水シート実験工事および自動展張システム概要

本システムは工場で溶着した長尺防水シートをバルーンで持ち上げ、吹付け面に密着させながら展張し、固定するものである。概要は以下のとおりである。全体図を図-2に示す。

①工場溶着した全長 10.5m の防水シートを蛇腹折りし、ロール

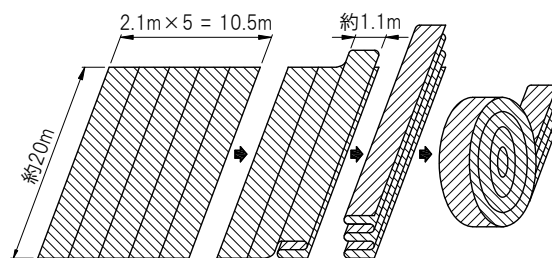


図-1 防水シート蛇腹折、ロール巻き準備図

キーワード 山岳トンネル、長尺防水シート、生産性向上、自動化施工、省力化

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 ㈱大林組 土木本部 生産技術本部 TEL03-5769-1319

状にして現場搬入する(図-1)。

※有効幅 2.1m (定尺幅 2.2m) の防水シートを 5 枚接合して幅 10.5m (覆工 1 打設長) としている。

②ロール状の防水シートを展張台車下部から周方向にウインチで巻上げ(写真-2、3)ながら台車上受台に蛇腹折りの状態でセットする(図-3-①)。

③進行方向のシート張り開始位置で全周固定する(図-3-②)。

④送風機でバルーンを膨らませ、展張台車を移動させながら吹付け面に防水シートを持ち上げ、密着させて、順次全周固定する(図-3-③)。固定は定尺幅 2.2m 毎の端部および裏面中間釘固定部の不織布(通称ヒレ)のある個所とする。以上を順次繰り返す。今回、試験ヤードに専用の模擬トンネル(幅 11.4m、高さ 7.2m、半径 5.7m、長さ 18.0m : 以上内空寸法)を構築して上記の試験工事を行った(写真-4)。



写真-2 ロール状シート(台車下部)



写真-3 ロール状シート巻上げ状況

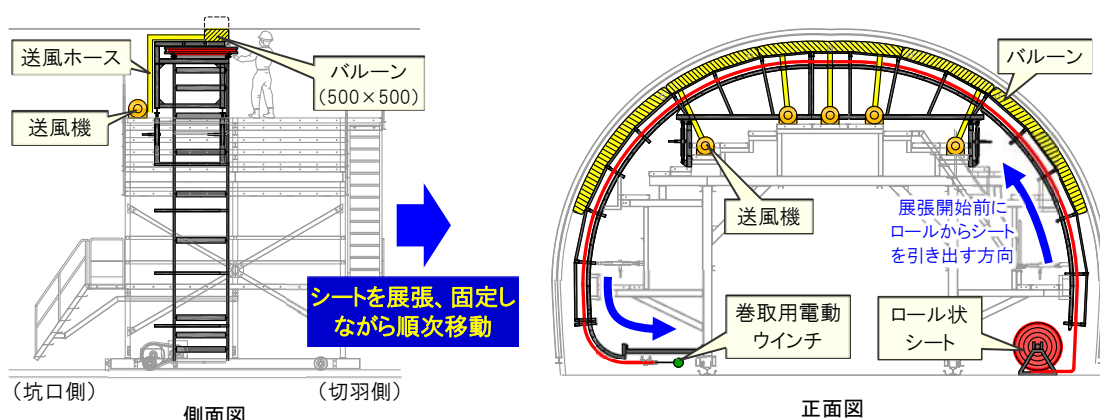


図-2 長尺防水シート自動展張システム(通常のシート張台車に搭載)

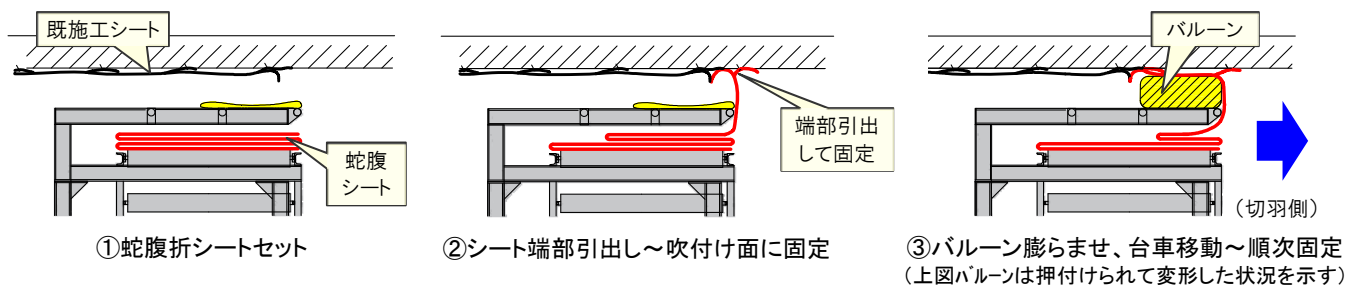


図-3 長尺防水シート展張・固定 ステップ図

6. 評価および今後の課題

今回の試験工事では、開発成果である長尺防水シート自動展張システムが問題なく動作することを確認した。また防水シートを吹付け面へ追従させて展張、固定するという目標においても一定の要求品質を満足させることができた。今後さらに高機能化するうえで、①本システムの定量的な評価、②比較的大きな凹凸が想定される鋼製支保工が設計されていない区間にも対応できる機構の開発、③さらなる作業のスピードアップ化等の課題が見出された。今後これら課題に取り組むとともに、完成度をより高めて実現場に適用して、トンネル防水工の品質確保と生産性向上に貢献したいと考えている。

参考文献

- 1) 公益社団法人 土木学会：トンネル標準示方書 [共通編]・同解説/ [山岳工法編]・同解説 2016.7 ; pp. 117



写真-4 模擬トンネル内 試験工事全景