

山岳トンネル防水工における広幅防水シート利用に関する一事例

東日本高速道路株式会社 東北支社 山形工事事務所 正会員 宮沢 一雄
 株式会社大林組 技術研究所 地盤技術研究部 正会員 ○板場 建太
 株式会社大林組 生産技術本部 トンネル技術部 正会員 渡辺 淳

1. はじめに

山岳トンネルにおいて、防水シートはトンネルの機能を維持し、二次覆工等の劣化を防止する目的で設置する¹⁾。防水シートの施工作业は、通常手作業であり、溶着箇所の数が多いほど、施工期間や溶着部の水密性能に影響が出やすくなる。山形県南陽市で実施されている東北中央自動車道赤湯工事は1776.0mのトンネル工事を含む。そのトンネル工事で実施した防水工では、通常の2.0m幅防水シート、広幅の5.0m幅防水シート、および工場溶着した4.3m幅防水シートを各支保パターンにより変えて施工した。

本報告では、これら3種類の防水工の施工実績と2.0m幅防水シートのみで施工した場合を仮定して、施工速度と日数を比較した。

2. 防水シートと支保パターン

本工事で使用した防水シートは全てEVA樹脂(Ethylene Vinyl Acetate Copolymer: エチレン酢酸ビニル共重合体)製で、支保パターンごとに表1に示す仕様である。防水シートは、DI区間で5.0m幅防水シートを使用し、DI-L区間で2.0m幅防水シートを使用した(図1を参照)。坑口および小土被りのDIII区間には、二次覆工用のアーチ鉄筋組立に伴う防水シートの損傷を目視で容易に判別可能な4.3m幅防水シートを使用した。

3. 防水シート施工手順と品質管理

防水シートの施工手順は、下地処理、裏面排水管設置後に①不織布をトンネル吹付け面に鋸打ち②防水シートの張付け③シートの溶着という3工程である。本工事では、図2のDI区間の5.0m幅防水シートと、DIII区間の4.3m幅防水シート張付けのために、図3に示す防水シート台車上に展張機を設置した。

溶着の品質は、溶着部に専用試験機から送気し、2分間0.15MPa以上の圧力保持を確認する加圧試験で管理した²⁾。

以上より、広幅防水シート張付け用展張機を採用し、品質管理をした結果、本工事の防水工の高速化と品質を確保できた。次章で詳細を述べる。

表1 防水シートの内訳と特徴

支保パターン	DI	DI-L	DIII
シート名	5.0m幅防水シート (広幅シート)	2.0m幅防水シート (一般的なシート)	4.3m幅防水シート (特殊な工場溶着品)
1ロール当りの トンネル進行 方向の長さ	5.0m	2.0m	4.3m
厚さ	0.8mm	0.8mm	0.8mm
特徴	幅が通常品の 2.5倍の長さ	山岳トンネルの 防水工に一般的に 用いられる	シートの損傷を視覚 的に判別可能、2.2m シート2ロール溶着

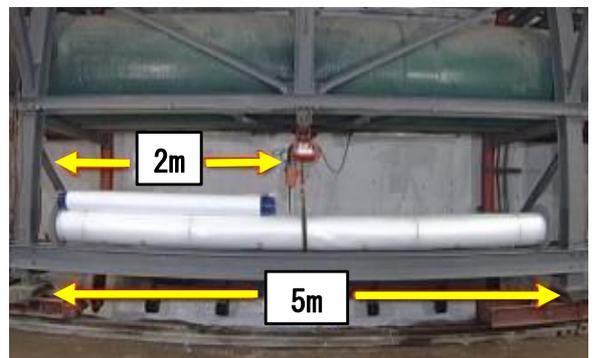


図1 2.0m幅および5.0m幅防水シート

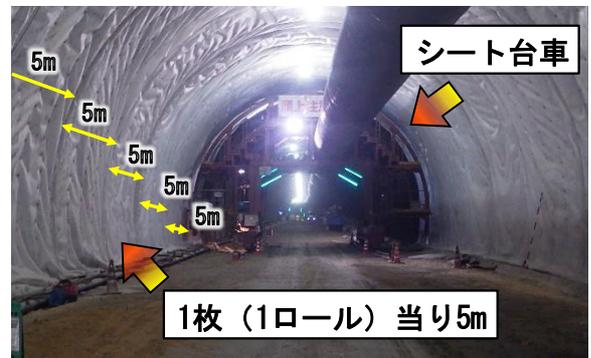


図2 防水シート施工完了全景例(DI部)



図3 展張機による防水シート施工状況

キーワード 山岳トンネル, 防水シート, 二次覆工, 支保パターン, 展張機

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 株式会社大林組技術研究所地盤技術研究部 TEL 042-495-1094

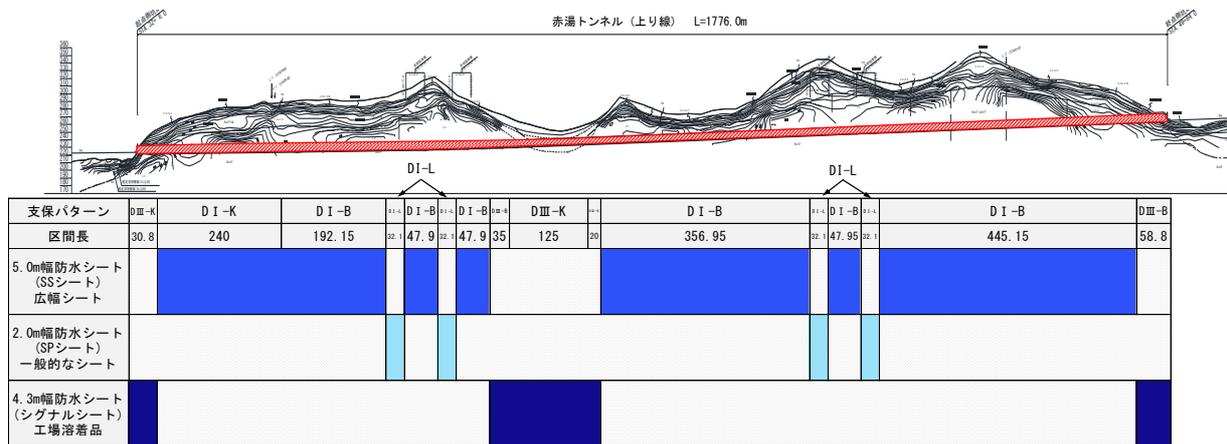


図 4 赤湯トンネル縦断図と全区間の防水シート施工実績

表 2 3種類の防水シートを用いた施工方法との比較

支保パターン	3種類の防水シートを用いた施工方法/3人工 (一般的な施工方法/3人工)			備考・効果
	DI	DI-L	DIII	
シート名称	5.0m幅防水シート (不織布一体型2.0m幅防水シート)	不織布一体型2.0m幅防水シート	4.3m幅防水シート (不織布一体型2.0m幅防水シート)	
区間長	1378.0m	128.4m	269.6m	トンネル全長1776.0m
1ロール幅	5.0m (2.0m)	2.0m	4.3m (2.0m)	
設置枚数	276枚 (689枚)	65枚	63枚 (135枚)	合計設置枚数404枚 (889枚)
トンネル進行方向施工速度	5.0m/日 (4.2m/日)	4.0m/日	4.7m/日 (4.2m/日)	今回の施工方法 (実績値) と () 内の値 (土木工事標準歩掛 ³⁾) を比較
施工日数	防水シート111日+不織布165日=276日 (329日)	33日	防水シート26日+不織布32日=58日 (65日)	367日 (427日) より14%削減
溶着箇所		405箇所 (890箇所)		54%削減

4. 施工実績と2.0m幅防水シート採用時の比較

図4にトンネル全長(1776.0m)における区間ごとの防水シートの施工実績を示す。本トンネルの支保パターンは3種類で、図4中の青色がDI、水色がDI-L、紺色がDIIIである。各支保パターンの区間長は、DI区間が77.6%(1378.0m)、DI-L区間が7.2%(128.4m)、DIII区間が15.2%(269.6m)である。表2に区間ごとの施工速度、施工日数と溶着箇所数を示す。また、比較として、トンネル全区間を不織布一体型2.0m幅防水シートで施工した値を表2中の()内に示した³⁾。

まず、防水工の施工性に関しては施工速度と施工日数で考える。本工事の実績値から、①施工速度はDI区間で5.0m/日、DI-L区間で4.0m/日、DIII区間で4.7m/日となる。②施工日数はDI区間で276日、DI-L区間で33日、DIII区間で58日の合計で367日である。一方、トンネル全区間を不織布一体型2.0m幅防水シートで施工した場合、土木工事標準歩掛より、DI-L区間で4.0m/日、DI・DIII区間で4.2m/日となり、施工日数の合計は427日となる³⁾。そのため、今回の施工方法の方が、施工日数を14%削減できたと推定される。

防水工の品質に関して、シートの溶着箇所が水密性確保の主なリスク要因となると考えた。広幅シートの溶着箇所数は405箇所、2.0m幅防水シートでは890箇所となることからリスクは54%低下すると想定される。現状、目視観察で二次覆工表面の漏水は確認されないため、防水工の水密性は確保されたと考えられる。

5. まとめ

本工事の防水工を、広幅防水シートを用いて施工した場合の施工速度と品質で検討した結果、次の知見を得た。(A)施工性を施工日数で考えた場合、通常用いる2.0m幅防水シートの場合に比べ、広幅防水シートを用いることで施工日数が14%削減される。(B)溶着箇所数が54%減り、水密性不良リスクが低減するため、広幅シートを用いる方が有利になる。本工事では、箱抜き部の溶着は手作業で行った。また、吹付面の凹凸状況に合った余裕部をシートに持たせることは、展張機による機械施工では困難である。これらの自動化が今後の課題となる。以上より、本工事事例が、今後の山岳トンネル防水工の目指す方向の一助になれば幸いである。

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,pp.117,2016.7
- 2) 日本道路公団規格：加圧検査試験方法 JHS 707-1992,1992
- 3) 国土交通省：平成29年度版 国土交通省土木工事積算基準,pp.582,2017.5