

レンガトンネルにおける覆工洗浄工法の考察

JR 東日本㈱ 正会員 ○杉田 雅彦
 JR 東日本㈱ 正会員 赤井 司
 JR 東日本㈱ 正会員 渡辺 弘治

1. はじめに

煉瓦トンネルは、SLから排出される煤煙の付着や経年劣化による煉瓦表面の剥離・剥落、トンネル漏水の冬季凍結による劣化などが目立っており、毎年春先には煉瓦表面の脆弱部や煤煙の付着部分を人力で落とす作業を実施しており、その労力と経費は膨大なものとなっている。

今回は、トンネル断面の広範囲に及ぶ劣化部及び煤煙を効率的に除去する方法を考案し、お客様に安全・安定輸送サービスを提供するため、ウォータージェット工法（以下WJ工法という）を試験的に実施したがその概要について紹介する。

2. 施工概要

本施工ではその水噴流を利用し、覆工面の煤煙や煉瓦表面の脆弱部、浮き部の表面的な除去やハツリをするため、「流量」「圧力」「スタンドオフ」をそれぞれ調整したうえで数パターン実施し、ハツリ状態の確認とレンガ目地材状態の確認および数パターン実施結果から、実際に軌陸車によりトンネルアーチ部のハツリ落しを実施し覆工面の状態確認とサイクルタイム等を測定した。

3. 施工場所の選定及びトンネル概要

試験の施工場所の選定については下記の条件を加味し、試験施工場所を決定した。

- ①煉瓦が経年により劣化、煤煙が付着している。
- ②軌陸車を使用するため、踏切が近くにある。
- ③水が供給できる。
- ④比較的長時間の作業時間が取れること。

トンネル名：JR磐越西線 平瀬トンネル
 （1914年11月竣工）

断面形状：単甲特殊形

構造：レンガ・石造（巻圧：46cm～91cm）

4. WJ機器の選定

4-1 超高压水発生装置の選定

本作業ではトンネル内で作業する事もあり、施工性を考慮し「水量はできるだけ少なく排出圧力だけを上げる」という設定で行うこととした。排出圧力を上げるとなると現在まで使用してきた洗浄機では限界があるため、今回WJ工法専用の大型洗浄機である超高压水発生装置を採用した。（表1）

表1 洗浄機とWJの較表

機械機種	温水・スチーム洗浄機	超高压発生装置
常用排出圧力 (kgf/cm ²)	200	2,400
排出量 (L/min)	13	28
重量 (kgf)	145	2,600
寸法	1,000×570×850	2,510×1,470×1,800
特徴	温水にすることが出来るため煤煙を落としやすい	施工対象物の劣化部のみ撤去可能 使用水量が少量ですむ

今回の試験施工では軌陸車に搭載する事、そして経済性を考慮しNLB社（アメリカ）の35201Dを使用した。（写真1）



写真1 超高压水発生装置

4-2 ノズルの選定

今回の試験施工は煉瓦脆弱部を効率良く除去することが目的であり、ある程度除去能力が有り、広範

キーワード：レンガトンネル・ウォータージェット・軌陸車・すす落し

新潟市花園1-1-4 新潟土木技術センター TEL025-248-5262 FAX025-244-5301

囲の施工が可能な「回転ガン2ノズル」を採用した。
（表2）

表2 ノズルの比較

ノズル種類	直射ノズル	15度広角ノズル	回転ガン2穴ノズル	回転ガン3穴ノズル
主な用途	洗浄	洗浄	ハツリ	ハツリ
作業範囲	狭い	広い	広い	広い
作業圧力	高い	低い	中位	低い
除去性	局部範囲	広範囲	広範囲	広範囲
特徴	落ち難い付着物の除去	比較的落ち易い付着物の除去	硬度物の除去	硬度物の除去除去性能やや落ちる

5. 施工結果

5-1 劣化部除去

施工面A・B・Cをスタンドオフ70mmと固定し、圧力・流量をそれぞれ調整したうえで、煤煙及び脆弱部の除去具合を確認・判定した。（表3）

表3 試験結果（1）

施工面	圧力 (kgf/cm ²)	噴射量 (L/min)	パス数	噴射時間 (S)	ケレン状態
A	1,500	8.6	1パス	28	煤煙、劣化部とも少し残った。
			2パス	46	劣化部、煤煙ともきれいに落とせた。
B	2,000	9.8	1パス	20	劣化部、煤煙ともきれいに落とせた。
			2パス	38	圧力が強く、健全部もはつってしまった。
C	2,500	11.0	1パス	25	圧力が強く、健全部をけずるだけであった。
			2パス	45	圧力が強く、健全部をけずるだけであった。

レンガ目地部分も当初予想していたよりもしっかりとっており、劣化した表面部分だけを除去することができた。上記施工部のほか、さらに劣化した覆工面も同じ設定で施工してみたが劣化部をしっかりとハツリ落とすことができ、仕上がりは同様の結果となった。

5-2 トンネルアーチ劣化部除去

3t軌陸車（超高压水発生装置）、2t軌陸車（作業用ステージ）により、アーチ部の対策施工を行った。（写真2）

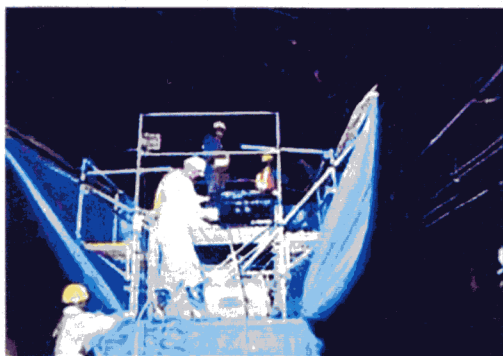


写真2 作業用ステージ

また、洗浄水の圧力は表3の結果から1,500kg/cm²-2パス、2,000kg/cm²-1パスの2パターンにより

サイクルタイムを測定した。（表4）

表4 試験結果（2）

テスト面	圧力 (kgf/cm ²)	スタンドオフ (mm)	噴射時間 (m/S)	噴射量 (L/m ²)	ガン移動方向	ノズル噴射量 (1ヶ L/min)	施工時間 (min)	
A・1パス	1,500	70	75	10.8	トンネル長手	8.6	31	
A・2パス	1,500	70	65	9.3	トンネル短手		26	
計			140	20.1				
目地補修	目地総長40m 補修コーキングガン2台 補修工4人							45
移動・セット								8
B・1パス	2,000	70	85	13.9	トンネル長手	9.8	34	
計			85	13.9				
目地補修	目地総長40m 補修コーキングガン2台 補修工4人							45
合計			259	34.0			189	

※ノズルセット:NLB社#19 2個装着

アーチ部は、施工性・線路閉鎖間合を考慮すると、2,000kg/cm² 1パスが最適と思われる。（写真3）
（写真4）

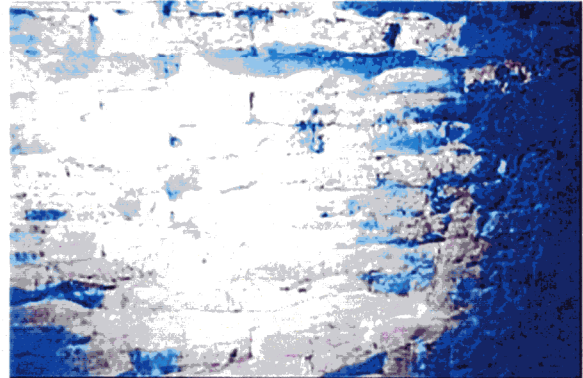


写真3 アーチ部（1,500kg/cm² 2パス）

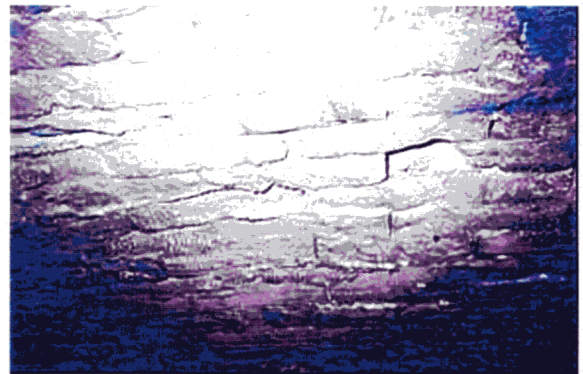


写真4 アーチ部（2,000kg/cm² 1パス）

6. まとめ

今回の試験施工において、トンネルアーチ劣化部のはつり落とし・煤煙除去については、良好の結果を得ることが出来た。しかし、はつり後の覆工面保護・水の回収方法等の改善が必要なこともわかった。今後も効率的で経済的な作業方法を考案し、土木構造物の維持管理に努め、最大の目標である安全・安定輸送サービスに貢献してゆきたいと思う。