

鉄道のレンガトンネルにおける効率的な目地充填工法の開発

(株)熊谷組
住友大阪セメント(株)
(株)テクノス
(株)ファテック
東日本旅客鉄道(株)
東日本旅客鉄道(株)

正会員
正会員

○山田 一宏
安原 史喬
斎藤 孝志
高嶋 展浩
北村 栄治
小松 朗

1. はじめに

レンガトンネルは鉄道が開業した 1870 年代から 1920 年代に建設されており、その多くが長期間利用され続けている。レンガトンネルの代表的な変状が目地モルタルの劣化である。この劣化を放置し続けると、最終的にはレンガの剥落に繋がるため剥落対策を講じる必要がある。剥落防止対策の一つに目地充填工法（ポインティング）があり、従来より左官工法が主流であったが、営業線トンネルでは施工時間が夜間の短時間に制限されるため、作業の効率化が課題であった。このたび、所定の品質を十分に満足し、従来工法よりも効率的な目地充填工法を開発した。本稿ではその概要と、開発実験、及び在来線の鉄道トンネルでの試験施工について報告する。

2. 目地充填工法の概要

(1) 材料

今回開発した材料は、耐硫酸性と可塑性、水中不分離性、早強性を有し、煤煙や湧水のあるレンガトンネルで適用可能である。凝結終結時間が 30 分程度なので、始発列車の走行にも影響しない。

材料の特徴を表-1、表-2、及び写真-1 に示す。

表-1 目地材料の特性 (気温 20℃)

項目		単位	値
圧縮強度		N/mm ²	30.5
曲げ強度		N/mm ²	4.5
付着強度	湿潤面	N/mm ²	0.8
	乾燥面	N/mm ²	1.0
凝結時間	始発	分	25
	終結	分	30



写真-1 耐硫酸性試験

表-2 耐硫酸性

耐硫酸性	重量変化率
JISモルタル	-42.5%
今回材料	5.4%

※5%硫酸、21週浸漬

(2) 施工方法

材料は事前に計量を済ませた状態で専用カートリッジに準備し、水を加えてカートリッジ内で練り混ぜを実施する。練り上げた材料は注入用ガンに装填し、先端ノズルを取り付けて、圧縮空気で材料を排出する。先端ノズルで押し当てながら材料を目地に充填することによって、コテ仕上げを必要とせず、平滑に仕上げることが可能である。

練り混ぜは、予め材料の入っているカートリッジ内で実施するので、材料が飛散する心配はなく、簡単で手早く施工できるものにした。

写真-2 に注入機材を、写真-3 に材料の性状を示す。



写真-2 注入機材一式



写真-3 材料の性状

キーワード レンガトンネル、目地、剥落防止、目地充填工法、ポインティング、耐硫酸性

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組土木事業本部リニューアル事業部 TEL 03-3235-8646

3. 開発実験

工法を開発するにあたり、レンガ及びコンクリートブロックの模倣的な目地を作成し、材料の状況、施工性を確認した（写真-4）．また、透明型枠を使用して隙間幅 5mm～25mm の充填深度を確認した（写真-5）．

施工性については、先端ノズルを目地幅に応じて使い分けることで、材料が落下することなく密実に充填できることを確認した．深度については、40mm 以上の充填が可能であることを確認した．



写真-4 施工性確認状況



写真-5 充填深度確認状況

4. 目地充填工法の試験施工

【対象 鉄道トンネル】

経年：110 年

構造型式：単線甲型

覆工材質：レンガ（巻厚 318mm～910mm）

目地の大きさ：幅 10mm、深さ 20mm 程度

作業時間：約 3 時間／日（夜間作業）

上記トンネルにおいて、限られた時間内で有効に作業を遂行できるよう、次の手順で作業を計画した．作業に先立ち 1 日（目地充填時間 1 時間程度）で施工できる範囲を決定する．その範囲の目地部に付着している煤などの異物をハイウォッシャーにて洗浄する．次にエア吹きにより表面を乾燥させる．現地にて練り上げた目地材を、注入ガンにて目地部に充填させる．以上の手順により、約 2m²/時の目地充填施工を実施することができた．施工のタイムスケジュールを図-1 に、目地充填状況を写真-6 に、施工記録を表-3 に示す．

	0時	1時	2時	3時
施工場所へ移動				
施工範囲の決定				
水洗浄作業		30分		
エア吹き		20分		
目地充填作業			60分	
片付け				20分
施工場所から退場				

図-1 タイムスケジュール



写真-6 目地充填状況

表-3 施工記録

項目		結果
施工数量	施工対象面積	2m ²
施工時間	水洗浄	30分
	エア吹き	3分
	目地充填作業	55分
温度データ	施工場所気温	5.8℃
	セメント材料温度	3.6℃
	練混ぜ水温	5.9℃
	練上り温度	11.7℃

洗浄はハイウォッシャーで十分可能であり、エア吹きはレンガの吸水性が高く、短時間で完了した．充填材の練り混ぜは施工場所近くで行い、充填状況を見ながら製造した．施工時期が冬季であったため、目地部の凍結や、低温による目地材料の性状変化が心配されたが、トンネル内の気温は 6℃程度あり、特段の問題はなかった．なお、試験施工実施前に、気温 0℃～10℃における凝結時間を確認したところ、始発が 45 分、終結が 60 分であり、低温下でも施工可能であることを確認した．

全体的に施工状況は良好であり、レンガトンネルの目地充填工法として十分に適用できることがわかった．

5. おわりに

今回開発した工法は、開発実験段階において、注入した材料が目地から漏れたり、注入用ガンから出ないといった課題があった．材料に関しては、必要な特性を保持させながら配合を試行錯誤して、最適な配合を見出した．注入機材についても、簡単で効率的に作業ができる形態を、実験を重ねるごとに最適化した．

今後は、一度に充填できるカートリッジ容量を大きくすることで、更なる効率化を目指したい．この目地充填工法により、歴史あるレンガトンネルの維持に役立つことができれば幸いである．