

## 100年経過した煉瓦積み鉄道トンネルの有効利用に関する一事例

ショーボンド建設(株) 正会員 ○小嶋 悟  
 (株) 復建エンジニアリング 佐々木 洋平  
 甲州市役所 三森 哲也  
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 小島 芳之

## 1. はじめに

ぶどうの産地で有名な山梨県甲州市(旧勝沼町)には、江戸～明治期に造られた貴重な歴史的建造物が数多く存在する。なかでも、明治期に建造されたワイン醸造場やワインセラーは、近代産業遺産の分野でも高い評価と注目を集めており、集客性の向上が期待されている。同市が掲げる「勝沼タイムトンネル 100年構想」は、これら歴史的建造物を活用し、地域の活性化を進めようとするもので、周遊する散策路の整備が平行し、進められている。その一つ、「鉄道遺産コース」は、勝沼ぶどう郷駅からワインカーブ(地下ワイン貯蔵庫)を通るコースで、今回調査対象とした「大日影トンネル」もこの一部として再利用が予定されている。

大日影トンネルは、明治36年(1903年)に供用を開始し、平成9年(1997年)に新大日影トンネルが開通するまでの94年間、鉄道トンネルとして利用されてきた煉瓦積みトンネルである(図-1参照)。廃線後は、平成17年にJR東日本から同市に移管され、現在に至っている。本稿は、供用開始からすでに100年余り経過している本トンネルを対象に実施した現状調査、ならびに要求性能に応じて実施した対策工法の検討結果を報告するものである。

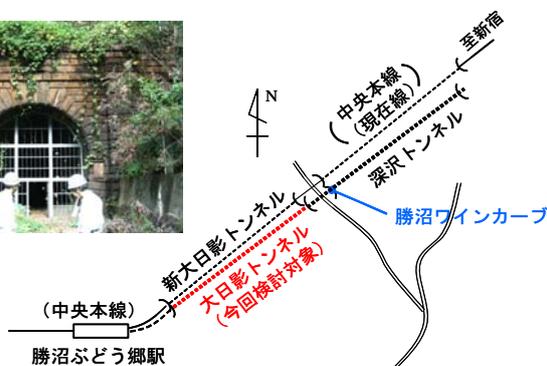


図-1. 大日影トンネル

## 2. 現状調査

## 2-1. 調査内容

- 耐荷性能の評価(現地調査および室内試験)
  - ・外観観察
  - ・たたき点検
  - ・内空寸法測定
  - ・背面空洞調査
  - ・目地モルタルの充填確認
  - ・圧縮試験(煉瓦部)
- 劣化要因の特定(室内試験)
  - ・X線分析(目地モルタル部)
  - ・中性化深さ試験(目地モルタル部)
  - ・EPMAによる元素分析(目地モルタル部)
- 供給源の特定(室内試験)
  - ・水質分析(漏水・湧水)
  - ・成分分析(煤煙)

## 2-2. 調査結果

## 1) 耐荷性能の評価

現地調査の結果、煉瓦の積層状態は良好で、はらみ出し等の大きな変形や卓越したひび割れ、煉瓦のぐらつきはなかった。しかし、煉瓦覆工のおよそ30%の範囲で目地欠損が確認され、特に目地欠損が著しい側壁部では、煉瓦表層の脆化に伴う欠損や剥落が確認された。また、このほかに、トンネル全長のおよそ20%にわたって白色析出物も確認された(図-2参照)。

室内試験においては、他の煉瓦積みトンネルと同程



図-2. 健全度調査(現地調査)

キーワード 煉瓦積みトンネル, 剥落防止工法, 低粘度エポキシ樹脂

連絡先 〒305-0003 茨城県つくば市桜1-17 ショーボンド建設株式会社 TEL029-857-8101

度、かつ、建設当時の規格 (M34<sup>1)</sup> 規格) 以上の圧縮強度が確認された。

以上の結果より、煉瓦表層は脆化しているものの、煉瓦自体に物性の低下はなく、抜け落ちる危険性は低いことがわかった。よって、脆化した層を除去し、煉瓦表層の剥落さえ防止すれば、大掛かりな補強は必要ないと判断した。

## 2) 劣化要因の特定

劣化要因を特定するため、目地モルタルを対象に X 線分析を行った。その結果、炭酸カルシウムのほか、二水石膏ならびにエトリンガイトが大量に検出された。つぎに、これらの浸透深さを確認するため、中性化深さ測定 (フェノールフタレイン法) ならびに EPMA による硫黄の面分析を行った。分析の結果、中性化深さは、目地モルタルが十分に充填された箇所では約 20mm 程度、セメント分が少ない箇所では全面 (200mm 以上) に及ぶ進行が確認できた。

EPMA による面分析では、覆工内面から 37mm 程度の深さまで硫黄の分布が確認された (図-3 参照)。

以上の結果より、劣化の要因は、炭酸ガス、および亜硫酸ガス<sup>2)</sup> によるものと判断した。

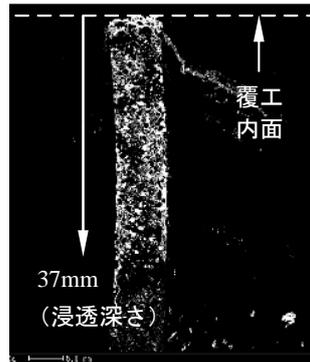


図-3. 硫黄の分布

## 3) 供給源の特定

覆工の一部で確認された漏水や軌道部に確認された湧水、トンネル全長にわたって確認された煤煙を採取し、水質分析 (イオンクロマトグラフ) を行った。分析の結果、漏水や湧水に含まれる硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) の値は、海水や河川の一般的な成分値と比べ突出した値ではなく、pH 値も 7.2~7.5 で「やや安全」と判定される領域にあったのに対し、煤煙を水に溶かした試験体からは硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) が検出された。

以上の結果より、劣化要因の一つとして考えた亜硫酸ガスの供給源は、漏水および湧水ではなく、供用時に固着した蒸気機関車の煤煙であることがわかった。

## 3. 対策工法の検討

現状調査の結果より、対策工法に要求される性能は、以下のようにまとめられる。

I. 歴史的建造物の散策路としての美観・景観を損なわないこと。

II. 煉瓦表層の剥落防止に寄与すること。

III. 漏水箇所への適用が可能であること。

そこで、煉瓦表面に無色透明な低粘度のエポキシ樹脂材料を塗布含浸させる剥落防止工法を考案し、評価試験ならびに現地試験施工により適用検討を行った。

評価試験の内容を以下に示す。なお、試験は漏水箇所を考慮し、乾燥面・湿潤面の 2 パターンで行った。

- ・表面状態の確認 (美観・景観の保持)
- ・含浸深さ測定 (浸透性の評価)
- ・表層強度試験 (剥落防止への寄与)

試験の結果、以下のことが確認できた。

- ・煉瓦表面の趣きを保ち、景観を阻害することはなかった。
- ・乾燥面・湿潤面ともに、煉瓦表層に確実に含浸された (図-4 参照)。
- ・乾燥面における表層強度は無処理のものに比べ、3 倍程度向上した。

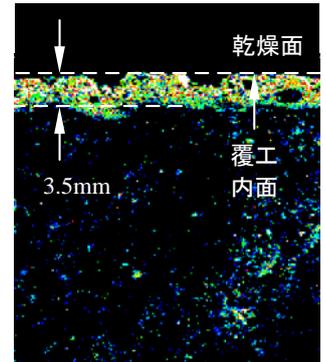


図-4. 含浸深さ確認 (EPMA)

- ・湿潤面における性能は、乾燥面に比べ低下するものの、無処理のものに比べ、2 倍程度向上した。

なお、現地にて実施した試験施工においては、煉瓦表層に煤煙が固着していることから、下地処理の程度が含浸性能に大きく影響を及ぼすため、母材が見える程度に下地処理を行う等の配慮が必要であることがわかった。

## 4. まとめ

煉瓦積みトンネルは、近代産業遺産としての価値が高いため、建設当初の目的を果たし、新たな施設として有効利用する際、景観性を重要視される場合が多いと考える。大日影トンネルにおける本工法の適用については未だ検討中であるが、このような構造物に対して、本工法が有効に活用されることを期待したい。

## 参考文献

- 1) 栗林他：レンガ積みトンネル覆工における対策工法の定着および接着に関する実験、コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1259, pp.1591-1596, 2005.6
- 2) 吉田他：樹脂吹付けによる効率的なレンガトンネル剥落対策の検討について、土木学会年次学術講演会講演概要集, No.181/VI-60, pp.361-362, 2005.9