

無機系材料による剥落防止工法のレンガ覆工トンネルへの適用性の検討

(株) フジタ 技術センター 正会員 ○藤倉 裕介
(株) フジタ 技術センター 正会員 伊藤 祐二
(株) 高環境エンジニアリング 正会員 秩父 顕美

1. 目的

昭和 20 年代までに建設されたレンガや石材を用いたブロック積みの覆工トンネルでは、供用中のものが多く存在し、その変状対策が必要なものも少なくない。そのため、ブロック覆工そのものの耐力を把握する実験¹⁾が実施されるとともに、その対策工が検討されている。一方、著者らは近年のトンネル覆工コンクリートや高架橋コンクリートの劣化による剥落対策として、無機系のポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いた剥落防止工法を開発し、これまでに適用実績を示してきた²⁾。本報告では、無機系材料による剥落防止工法をレンガ覆工へ適用した場合の対策効果を確認する実験の一環として実施した押し抜き試験の結果について紹介する。

2. 工法の概要と材料

本工法はポリマーセメントモルタルをライニング材として、繊維シートを接着する工法である。樹脂系接着剤を用いて繊維シートを接着する剥落防止工法と比較して、コンクリート表面が湿潤であっても施工可能であること、無機材料であるため、紫外線などに対する耐久性が高く、劣化対策を必要としないこと、などの利点がある。連続繊維シートにはアラミドとビニロンが格子状に編まれた立体網目繊維シートを用いている。ライニング材として用いるポリマーセメントモルタルは、プレミックスされた粉体（セメントと珪砂、硬化調整剤）と 1.5 倍に希釈したポリマー混和液（エポキシ変成アクリル樹脂）を配合するだけで、現場にて簡単にライニング材として使用することができる。ライニング材は厚さ 3.5mm を標準としており、天井あるいは壁への施工を可能にするよう、適度な粘度と流動性をもつ配合としている²⁾。ちなみに、粉体 1 に対して混和液の配合比（重量比）は 0.27 としており、水セメント比（W/C）は 39.4%，ポリマーセメント比（P/C）は 0.1 である。

3. 押し抜き強度試験の方法

押し抜き試験に用いる試験板は写真-1 に示すように、60×210×100(mm)の大きさのレンガを用い、目地の幅を 10(mm)として作製した。レンガの配置は写真-1 のように平板の場合、トンネルのアーチを再現した場合(R=2220(mm))の 2 パターンとした。レンガは低強度のものを採用し、圧縮強度は 11.0(N/mm²)程度である。また、目地材の材齢 28 日での圧縮強度は 14.0(N/mm²)である。押し抜き試験時の圧子はレンガ 1 個の大きさ(60×200(mm))とし、圧子となるレンガの周辺には、施工時に圧子が動かない様にバックアップ材を設置してある。このような試験板に対し、上記の剥落防止工法を施工し、施工後の材齢が 7 日にて押し抜き試験を実施した。押し抜き試験はアムスラー式万能試験機を用いて、中央部圧子に垂直方向に変位を与える方法²⁾で実施した。載荷速度は剥落防止工法のモルタル部分の破断が生じるまで、1.0(mm/min)で載荷し、それ以降は 5(mm/min)にて実施した。また、圧子の鉛直変位に伴う、施工面の剥離の状況を観察した。

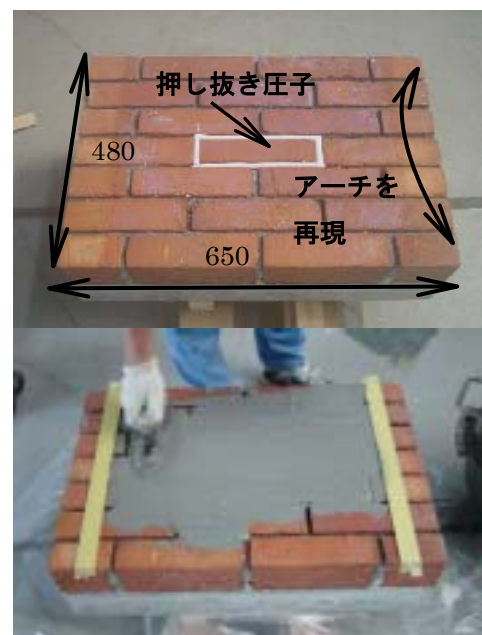


写真-1 レンガを用いた試験板
および施工状況

キーワード レンガ覆工、剥落防止工法、連続繊維シート、ポリマーセメントモルタル、押し抜き強度

連絡先 〒243-0125 厚木市小野 2025-1 (株)フジタ技術センター土木研究部 TEL046-250-7095 E-mail : yfujikura@fujita.co.jp

4. 試験結果

図-1 および図-2 に押し抜き試験の結果として、圧子の鉛直変位と荷重の関係の一例を示す。図-1 は、レンガの配置を平板とした場合、図-2 は、レンガをトンネルのアーチ状に再現した試験体を用いた場合の試験結果である。図-1 に示すように、初期にモルタルの破断が生じた後、鉛直変位の増加に伴って荷重は増加する。さらに、鉛直変位 15(mm)程度に達した時点で繊維束の部分的な破断が生じ、荷重は低下した。その後、剥離の進行、繊維束の伸びや部分的な破断が生じるが、荷重が大きく増加することは無かった。一方、図-2 に示すトンネルのアーチ状にレンガを配置した試験体を用いた場合でも、図-1 と同様に载荷初期にモルタルの破断が生じ、荷重は繊維に負担されるが、圧子の鉛直変位が 6.5(mm)で繊維束の破断が生じ、その後荷重は低下した。ちなみに、道路系および鉄道系の各機関の定める剥落防止工法の性能として、コンクリート平板を用いたφ100 の圧子による押し抜き強度を 1500(N)以上と定めている。圧子の形状や大きさの違いが押し抜き強度に与える影響についての検討が必要であるが、レンガ片の剥落を防止する強度としては十分な値が得られていると考えられる。また、試験板がアーチ状の場合では、平板の場合と比較して、モルタルおよび繊維束の破断時の荷重は小さな値を得ることが分かる。さらに、繊維束の破断が生じた際の鉛直変位も小さいことが分かる。すなわち、平板を用いた押し抜き試験で得られた強度をトンネルに適用する場合、アーチ形状による補正を考慮する必要があると考えられる。写真-2 には押し抜き試験の状況を示すが、圧子を中心として剥離が生じることが分かる。

5. おわりに

無機系のポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いた剥落防止工法をレンガ覆工へ適用することを目的として、レンガを用いた試験板を作製し、レンガを圧子とした押し抜き試験を実施した。その結果、低強度のレンガ母材であっても十分に施工可能であること、十分な押し抜き強度が得られることを確認した。

今後は本工法のレンガトンネル覆工への施工実績を増やすとともに、レンガや石材などの母材の条件が異なる場合での施工性を確認する実験を実施する予定である。また、押し抜き圧子の形状や大きさ、モルタルの付着強度、トンネルのアーチ形状の違いが押し抜き強度に与える影響について調べた実験やレンガ覆工の剥落防止効果、耐力向上効果を確認する実験を行う予定である。

参考文献 1)岡野, 津野, 小島, 朝倉: ブロック積み覆工トンネルに関する実験的研究, トンネル工学研究論文報告集, Vol. 12, 2002. 2)藤倉, 伊藤, 秩父: ポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いたコンクリート剥落防止工法に関する基礎実験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 25, 2003.

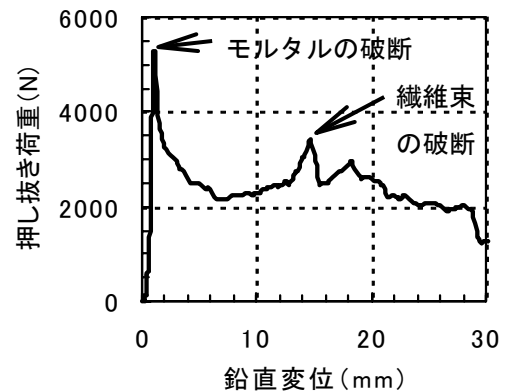


図-1 鉛直変位と剥離半径の関係
(レンガの配置が平板の場合)

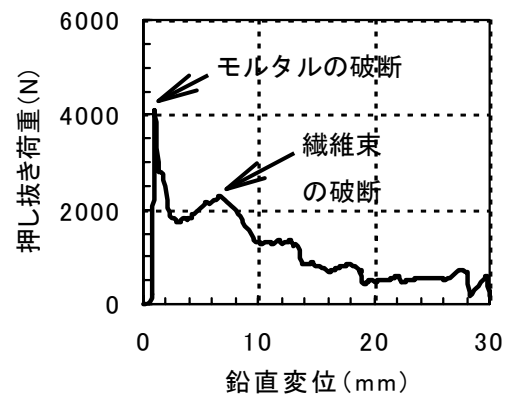


図-2 鉛直変位と剥離半径の関係
(レンガをアーチ状に配置した場合)



写真-2 押し抜き試験の状況