

## トンネル覆工剥落対策工の下地処理急速化に向けた現場試験施工

(株)大林組 正会員 ○木谷憶人 富井孝喜 出口大輔  
 コニシ(株) 辻本仁  
 (株)ケミカル工事 木本輝彦

## 1. はじめに

トンネル覆工はく落対策工については、現在、繊維シート接着工法等が多く採用されている。しかし、交通規制や占用を伴う工事では、早期開放のための急速施工が求められる。既設覆工コンクリートの表面処理は、ウォータージェット（以降、WJ）またはサンダーケレンが採用されているが、大面積での施工や、規制された空間内では作業効率が悪く、全工程の作業時間に影響する。そこで、従来よりも簡易な表面処理+改質剤の組み合わせに対して付着試験を実施し、急速施工に資する技術を検証することとした。

今回は、連続繊維シート工を対象とした。実際の既設覆工コンクリートの汚れや劣化状況を再現できる試験方法がないため、本試験は実際のトンネル覆工コンクリートで実施した。なお、筆者らは2020年9月に同様の現場試験施工を別トンネル（NATM）で実施したが、今回の対象は矢板工法（在来工法）で建設されたトンネルであった。

## 2. 試験施工

試験は2021年10月20日～10月29日に実施した。対象は、外観目視によりコンクリート表面状態が均一な覆工面10m程度の区間とした。改質剤およびプライマー塗布時の温度は12.4℃、湿度は77%、覆工コンクリートの表面含水率は4.5%であった。

## 2.1 試験ケース

試験ケースは、覆工コンクリートの表面処理方法の違いによる付着強さの比較、含浸系コンクリート改質剤使用による付着強さ改善効果の確認を実施した。表-1に試験ケース(計8ケース)を示す。

## 2.2 使用材料

使用材料を表-2に示す。改質剤の塗布量は既設コンクリートの性状により調整した。また、プライマーの塗布量は、①改質剤を塗布しなかった場合150g/m<sup>2</sup>、②改質剤を塗布した場合100g/m<sup>2</sup>とした。

表-1 試験ケース

No.	表面処理方法	改質剤
1-1	無処理 (軽くふき取る程度)	なし
1-2		140g/m <sup>2</sup>
2-1	高圧洗浄(5MPa) 5秒程度	なし
2-3		250g/m <sup>2</sup>
3-1	高圧洗浄(5MPa) 10秒程度	なし
3-3		140g/m <sup>2</sup>
4	WJ(100～200MPa)	なし
5	サンダーケレン	なし

表-2 使用材料

項目	材料	塗布量
改質剤	エポキシ系	140, 250 g/m <sup>2</sup>
剥落防止工	プライマー	①150 g/m <sup>2</sup> ②100 g/m <sup>2</sup>
	中塗り	400 g/m <sup>2</sup>



写真-1 施工範囲例

## 2.3 試験方法

1ケースあたりの施工面積は、500mm×500mm(写真-1)とした。付着試験(写真-2)については「JIS A 6909 準拠 JSCE-E-545」に準じ、評価基準は1.5N/mm<sup>2</sup>以上とした。ただし、φ50mmの治具を使用し切込み入れないものとした。1区間(10m)で8ケース実施した。1ケースの試験数はN=5とした。

キーワード：トンネル、覆工コンクリート、覆工補修、はく落対策、下地処理、補修

連絡先：(株)大林組 リニューアル技術部 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 Tel: 03-5769-1332

## 2. 4 試験結果

図-1に各ケースの付着強さの比較結果を示す。付着強さは最小値  $3.21\text{N/mm}^2$ 、最大値  $9.31\text{N/mm}^2$  を示し、いずれのケースも基準値の  $1.5\text{N/mm}^2$  を上回る結果となった。破壊状態についてはいずれも下地破壊であり、付着強さの測定結果は覆工コンクリートの強度に依存していると考えられる。付着強さの最小値を示したのは「高圧洗浄 10 秒×改質剤あり」のケースで、当該箇所の破壊面には改質剤が含浸した微細クラックが確認された(写真-3)。他ケースと比較すると低い値ではあるが、改質剤の補強効果により基準以上の付着強度を確保できたとも考えられる。

改質剤塗布後の状況は、 $140\text{g/m}^2$  は表面から改質剤が浸透し乾燥した状態となり、 $250\text{g/m}^2$  では、表面が改質剤で浸潤した状態で乾燥固化した状態となった。別途実施した透気試験、シュミットハンマー試験から本トンネルの覆工表面は比較的健全であると判明しており、改質剤を一定量以上塗布しても表面から浸透しにくく、改質効果が向上しないものと考えられる。本トンネルでは、従来工法と同等の強度を得るには、 $140\text{g/m}^2$  の塗布量で十分といえる。

施工性については、大掛かりな設備が不要なこと、覆工表面に非接触かつ短時間で実施可能なことから、「高圧洗浄 5 秒」が最も良好であった。表面状態については、高圧洗浄の 5 秒と 10 秒とでは大きな差は見られず、他ケースと比較して付着強さも十分得られていることから、表面処理方法としては「高圧洗浄 5 秒」で必要十分であると考えられる。

冒頭に示した前回試験施工実施の NATM で建設されたトンネルと比較して、覆工表層の外観は異なるが(劣化度合が高い、苔が繁殖している)、透気係数・反発硬度に有意な差はなく、付着強さの測定結果に大きな差異はなかった。詳細に比較すると今回の対象トンネルの方が付着強さの全体平均が小さく、バラつきがあったものの、本トンネルの覆工コンクリートにおいても「高圧洗浄×改質剤」による下地処理は効果的であるといえる。

## 3. まとめ

表面処理方法は、施工性および表面状態から「高圧洗浄 5 秒」が最良と判断できる。また、トンネル覆工表面は一律で均質ではないため、はく落対策工の品質を担保するためには改質剤は不可欠と考える。

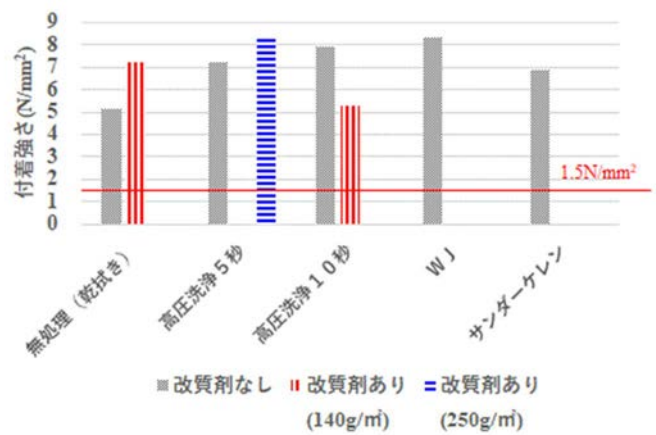


図-1 付着強さ比較



写真-2 付着試験状況



写真-3 最低値箇所破壊面

今回の試験から、施工性に優れた高圧洗浄と品質確保のための改質剤を用いた工法は、比較的健全な覆工コンクリートであれば従来工法と同等の付着強度が得られることが分かった。

今後は、トンネル覆工表層の健全度と本工法の下地処理効果の関係を明らかにし、適用の可否基準となる指標の検討を進めていく。

## 参考文献

- 1)木谷憶人他:トンネル覆工剥落対策工の下地処理急速化に向けた現地試験施工,土木学会第76回年次学術講演会,VI-728,2021