

PVA 繊維マットを用いた補修・補強工法の試験施工

鉄建建設 正会員 ○土井至朗
鉄建建設 正会員 西脇敬一
鉄建建設 山村康夫

1. はじめに

近年、土木構造物においてコンクリートのはく落事故が相次ぎ、より効率的かつ効果的な補修・補強工法の開発が求められている。筆者らは PVA 繊維マットにグラウトを注入した供試体を用いて強度特性の試験を行った結果、構造物の補強材として適した材料であることが確認されたため、工法として適用するための開発を行った¹⁾。そこで、本工法を供用中の鉄道トンネルへ試験施工を行った結果をここに報告する。

2. 工事概要

2.1 工法概要

本工法は図-1に示すように、既設覆工面に PVA 繊維マットを貼り付け、その上から埋め込み型枠となる繊維補強ボードを設置し、ボードに設けた注入口からグラウトを注入し補強材とする物である。

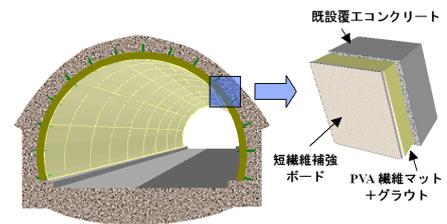


図-1 工法模式図

2.2 対象トンネル

今回、本工法を適用したトンネルは幅約 4.8m、高さ約 5.4m の供用中の鉄道トンネルである。施工前の外観調査では覆工面にひび割れや湧水が観察されたものの、大きな損傷は確認されなかった。対象区間はトンネル総延長約 1,900m のうちの 16.8m でトンネル全周を対象とし、総面積は約 200m²となった。施工厚さは 30mm と 60mm の 2 種類とし、30mm の区間についてはコンクリート片のはく落防止を目的とした補修対策としての適用性検討のために実施した。

3. 施工概要

3.1 施工手順

施工手順を図-2に示す。まず補強層の軸力の伝達を確実にするため、また脚部からのグラウトの漏洩を防ぐために補強端部の処理を行う。次に繊維補強ボードを取り付けるため、覆工面にアンカーボルトを打設し PVA 繊維マットを取り付ける。その後マットの上から繊維補強ボードを取り付け、グラウト注入時のばれやはらみを防止するために押さえ枠で固定する。最後にグラウトの注入を行い、養生後に妻枠および押さえ枠をはずして完了とする。

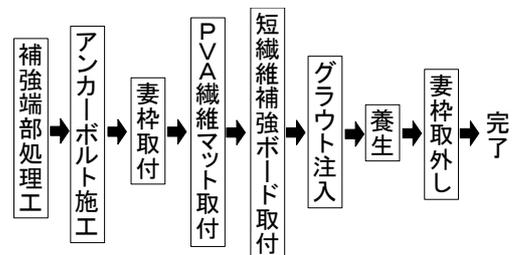


図-2 施工手順

3.2 グラウト

注入したグラウトに使用した材料を表-1に示す。結合材には温度ひび割れや収縮ひび割れを抑制するために低熱ポルトランドセメントと膨張剤を用い、混和剤はブリーディングの発生を抑えるためノンブリーディング型のものを使用した。グラウトの配合は設計基準強度を 60N/mm²（設計基準材齢 56 日）に設定し、試験練りの結果から表-2のように定めた。練混ぜはハンドミキサとバケツを用いて行い、水と混和剤を 10 秒攪拌した後、セメントと膨張剤を投入し 4 分間の練混ぜを行った。

表-1 使用材料

種類	記号	物性および主成分
セメント	低熱ポルトランド	C 密度 3.22g/cm ³
混和材	膨張材	Ex カルシウムサルホアルミネート系、密度 3.14g/cm ³
混和剤	ノンブリーディング型	ad 矽酸系化合物 水溶性高分子エーテル系化合物

表-2 配合

W/B (%)	1バッチ(kg)			
	W	B		ad
		C	Ex	
43.0	11.1	25.0	0.76	0.232

キーワード：補修・補強，PVA 繊維，トンネル覆工

連絡先：千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設（株）技術研究所 TEL. 0476-36-2355

4. 施工結果

4.1 PVA 繊維マットおよび繊維補強ボード

PVA 繊維マットの取り付け状況を写真-1に示す。今回の施工では、トンネル内に足場を常設することが出来なかったため、作業足場として軌陸車を利用した移動足場を用いた。また、既設覆工面に著しい凹部がある箇所ではマットを2層にするなどして、所要の繊維混入率となるように留意して作業を行った。繊維補強ボードは1人ないし2人での組み立てが可能で通常の合板と同様の取付けが可能であった。



写真-1 繊維マット取り付け状況

4.2 グラウト注入および品質管理

施工当初においては、グラウトの流動性が小さく JA 漏斗流下時間が管理範囲（ 40 ± 15 秒）外となる場合が見られた。これはグラウトの練上がり温度が、室内で行った試験練り時に比べ 10°C 程度低くなったことに起因すると考えられた。そこで練上がり温度が 20°C 前後になるように練混ぜ水を加熱した結果、管理範囲内の流下時間となる流動性が得られた。また、ブリーディングの発生も認められず、フレッシュ時における所要の性能を有するグラウトの製造を行うことが出来た。

グラウトの注入は繊維補強ボードに設けた注入口より、下部から順次打ち上げていった。注入速度は 5 リットル/min を標準とし、注入時には注入速度と注入量の管理を行った。注入完了の確認は、天端に設けたエア抜き孔からグラウトが流出したことを確認することで行った。また硬化後の性能としては、グラウト注入時に採取した供試体について圧縮強度試験を行ったところ、材齢 56 日で平均 69.1N/mm^2 という結果が得られ所要の強度を有することが確認された。

4.3 施工後の検査

施工完了後の状況を写真-2に示す。施工厚さをスケールで測定した結果、厚さ 30mm の区間で 30~50mm、60mm の区間で 60~65mm と所要の厚さを有していることが確認された。また、グラウトの充てん状況を確認するためにコアを採取したところ、PVA 繊維マットの繊維間に密実にグラウトが充てんされ、既設覆工面との間にも空隙がないことが確認できた。しかし採取したコアのいくつかでは、グラウトと繊維補強ボードが付着していないのがみられた。現状ではボードを強度部材として考慮していないため問題とならないが、今後は押さえ枠の存置期間を長くするなどして改善を計っていく予定である。

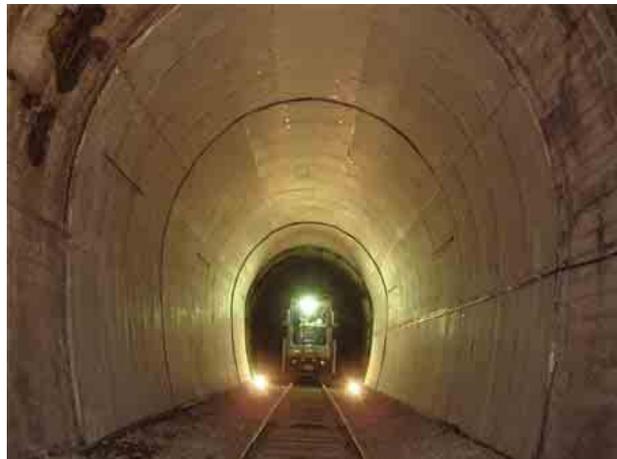


写真-2 施工完了後

5. まとめ

今回、PVA 繊維マットを用いた新しい補修・補強工法を既設鉄道単線トンネルに適用した。作業時間が夜間に制限され、また位置的にも抗口から 600m 離れた箇所であるという条件下にあったものの、列車の運行に支障をきたすことなく約 1 ヶ月の工期で施工を完了することが出来た。本工法が、既設トンネルの補修・補強対策の一つとして適用可能であることが確認できた。

今回の試験施工に際し、試験場所を提供していただきました東日本旅客鉄道株式会社ならびに関係各位に感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 土井至朗、松岡茂ほか：ビニロン繊維マットを用いた補修・補強，コンクリート工学年次論文集、Vol.24, No.1, pp.1701-1706, 2002.6