

鉄道トンネル内におけるコンクリート構造物の 塩害対策を配慮した吹付工法による断面修復工の施工

東鉄工業株式会社 正会員 ○松田 康紀
東鉄工業株式会社 正会員 高橋 朋宏

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 鬼頭 和也
東鉄工業株式会社 萩原 辰裕
東鉄工業株式会社 山口 誠司

1. はじめに

沿岸部の鉄道トンネルでは、塩分濃度の高い漏水によりトンネルやRC構造物の鋼材に腐食がみられる。このような鋼材腐食による、かぶり部の浮きやひび割れによる剥落と更なる鋼材の腐食進行に対し、これまでも様々な対策が講じられてきた。本稿では、鉄道トンネル立坑部のスラブ変状に対して施工した、吹付工法による断面修復工の試験施工について報告する。

2. 設計の考え方

補修対象は、線路直上の換気ダクトの吹き出し口付近に位置するスラブ下面である。対象スラブ下面は、漏水による影響で、表面から最大 100mm 程度までが腐食発生限界濃度以上の範囲である。今回の施工では、塩分濃度の高い範囲の 50mm を撤去し、樹脂系接着剤(打継目処理材)を使用し、補修部分への塩分移動の遮断を期待する設計であった。¹⁾このため使用する断面修復材は、既存構造物に残された塩分による影響と再漏水時の防錆対策として塩分吸着性能を持った材料の使用を指定されていた。図1に設計の考え方を示す。

3. 施工時の課題

施工対象は、営業線直上の構造物であり、架線と構造物の離隔が少ないため、吊足場の設置が困難で、且つトンネル内の列車風圧、換気設備の送気により、落下物の飛散養生等の固定も難しい場所である。(写真1, 写真2) また、立坑内には変電設備がある事から、架線本数の多い箇所である。このため作業時間をキ電停止可能な1時間30分程度の、列車の通らない時間帯に限定した施工方法が求められた。

断面修復材は、設計の考え方に従い、塩分吸着または塩分を遮断する特性を持ち、断面修復材と母材の界面付着性能が良く、短時間で硬化する材料が求められた。さらに、広範囲を効率的に施工できる工法の選定も求められた。



写真1 立坑線路階

写真2 スラブ下面

4. 試験施工の実施

まず、当初設計の樹脂系接着剤と遮塩モルタルの組み合わせについて試験施工を実施した。試験の結果、樹脂系接着剤自体のダレや、断面修復施工後に接着剤の剥がれが生じ、付着性能に課題があった。これは、今回の施工位置が天井面であり、接着材の適用位置が適切でない事が考えられた。また、通常の遮塩モルタルでは、硬化までに時間を要し、所定の時間内に硬化を確認できなかった。

今回、当初設計における試験施工の結果を踏まえ、いくつかの材料を選定し、硬化時間と安全な施工ステップを確認する事を目的に、試験施工を再度実施した。

下地処理材は、遮塩モルタル用の材料(高性能防錆ペースト)を選定した。断面修復材は、塩分吸着性能

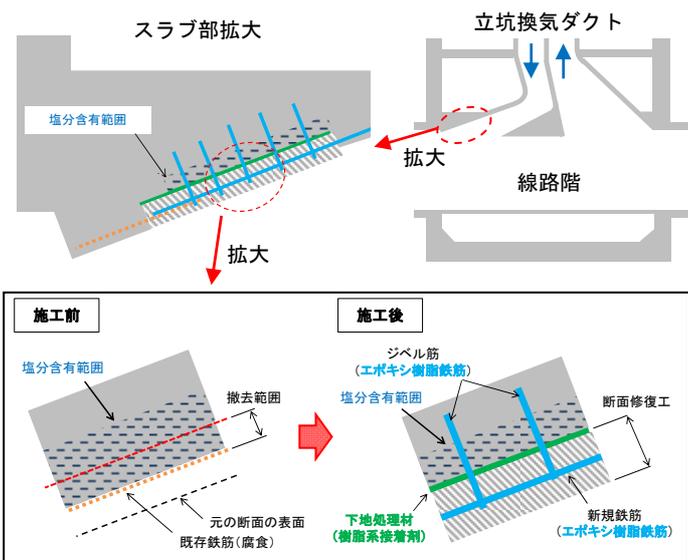


図1 スラブ下面の補修方法概略図

キーワード トンネル立坑, 塩害, 断面修復工, 吹付工法, 遮塩モルタル, 鉄道

連絡先 〒160-8589 東京都新宿区信濃町34番地 JR信濃町ビル4階 東鉄工業(株) 土木エンジニアリング部 TEL 03-5369-7621

と速硬化性能の両立が困難である可能性も踏まえて、速硬化性能があるが塩分吸着性能がない吹付モルタル(急硬タイプ)を選定した。また、遮塩モルタルは、硬化促進タイプを選定した。

施工方法は、広い範囲を短時間で施工可能な吹付工法を選定した。プラント機材は、立坑内の管理通路内に持ち込む事が困難なため、写真3示すように1台の軌陸トラックに、積載する形とした。

5. 試験方法

試験施工は、写真4に示す様に天井面を想定した1800×900の板に、既存構造物を模擬したモルタル吹付と配筋を行った。試験では、1800×900の板を3分割してプライマーと断面修復材の組み合わせで3ケースの試験ができる形状とした。試験ケースは、表1に示す材料の組み合わせとした。ケース①は、遮塩モルタルの標準的な組み合わせ、②は吹付モルタルと高性能防錆ペーストの組み合わせ、③は当初検討していた樹脂系接着剤と吹付モルタルの組み合わせとした。下地処理材は、実際の工程と同様に、前日施工とした。断面修復材の吹付厚さは、1層当たりの10mmとした。



写真3 車上プラント

写真4 天井面を模擬した試験体

表1 試験ケース

ケース	工程	使用材料
①	1. 下地処理 2. プライマー処理 3. 断面修復工(吹付)	高性能防錆ペースト 遮塩モルタル用プライマー(吸水調整材) 遮塩吹付モルタル(硬化促進タイプ)
②	1. 下地処理 2. プライマー処理 3. 断面修復工(吹付)	高性能防錆ペースト 吹付モルタル用プライマー(接着増強剤) 吹付モルタル(急硬タイプ)
③	1. 下地処理 2. 断面修復工(吹付)	エポキシ樹脂接着剤(コンクリート打継用接着剤) 吹付モルタル(急硬タイプ)

6. 試験施工の結果と考察

(1) 施工ステップ

1) 下地処理材

施工当日のケース①、②の高性能防錆ペースト表面は乾燥した状態であり、ダレ等の発生は見られなかった。ケース③のエポキシ樹脂接着剤は、遅延型の材料を使用したため、前日に施工した物でも粘り気を確認できる状態であったが、ダレは発生していなかった。

2) プライマー

ケース①は、断面修復材の仕様によりプライマーを

散布し、下地材を湿らしてから吹付を実施するのに対し、ケース②におけるプライマーの仕様は、乾燥後の施工が必要であり、待ち時間が発生する事がわかった。

3) 断面修復材

どのケースも600×900の範囲を、約1分で10mm厚さの吹付けが可能であった。

(2) 断面修復材の硬化時間

ケース①では、1時間後の指圧による確認で、凹みが起こらない程度となった。ケース②、③では、30分程度で硬化の傾向がみられ、1時間後の指圧による確認で凹みが起こらない程度となった。すべてのケースで、1時間後には、硬化している事を確認できた。

(3) 圧縮強度試験

試験施工では、供試体を採取し圧縮強度の比較を行った。表2に試験結果を示す。いずれも、カタログ値に近い性状を確認することができた。

表2 圧縮強度試験結果

	品質規格値 (N/mm ²)	28日 圧縮強度 (N/mm ²)	
		メーカー(20°C)	試験施工
遮塩吹付モルタル	40.0 以上	60.7	57.1
遮塩吹付モルタル(硬化促進タイプ)	-	-	59.4
吹付モルタル(急硬タイプ)	-	51.7	70.0

(4) 施工を踏まえた考察

ケース②は、遮塩性能が無く断面修復材の施工直前に散布するプライマーは、乾燥させる必要があるため、所定の時間内で断面修復に要する時間が少なくなってしまう。③は、エポキシ樹脂接着剤のダレ等により、天井面に対して適用しづらい材料であった。①は、断面修復材が遮塩性能を持ち、下地処理材の防錆ペーストも遮塩モルタル用の材料である。また、付着性能も問題ないため有効であると判断した。更に②、③で使用した断面修復材は、硬化までの時間が短く、塩害環境下でない場所では、有効であると考えられた。

7. おわりに

試験施工の結果から、吹付を行う材料の選定と硬化時間の確認を行う事ができた。また、塩分吸着性能を持つ材料により、短時間での施工を実施することも確認できた。これらを踏まえ、本施工に適用した結果、当初設計の考え方を満足した恒久的な塩害対策を実施する事ができた。

参考文献 1)長尾拓真, 東海林信利, 関友宏, 小瀬喜巳: 東海地下線芝浦立坑の塩害によるコンクリート劣化, 東日本旅客鉄道(株) SED No. 50, 2017. 11