

地下鉄トンネルにおける自己治癒材料を用いた漏水補修箇所の健全性調査

東京地下鉄(株) ○正会員 角田 隆太 正会員 新田 裕樹 正会員 大塚 努
 (株)CORE技術研究所 正会員 小椋 紀彦 正会員 小西 雄治
 (株)メトロレールファシリティーズ 正会員 篠原 秀明

1. はじめに

東京地下鉄株式会社(以下、「東京メトロ」)では、東京大学生産技術研究所で開発が進められてきたひび割れ自己治癒材料を用いた止水工法について検討を行ってきた。村上ら¹⁾は地下鉄トンネルの未補修の漏水箇所に対し、自己治癒材料を用いた現地試験施工を実施した。施工後14日では再漏水等の変状は発生していなかった。しかし、本試験施工において、季節変動等の環境変化を考慮した中長期的な検討は実施していない。

そこで本稿では、施工後から2年間定期的にも実施した外観・打音調査及び表面波トモグラフィ法²⁾による健全性評価について述べる。

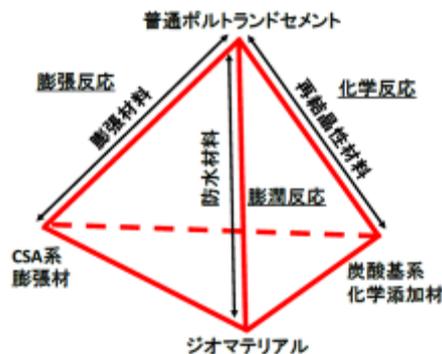


図-1 自己治癒材料の設計概念

表-1 従来工法と今回試験施工の材料

施工方法	止水材	急結材	水膨張性ゴム	断面修復材
従来型	従来品 ウレタン系	従来品 セメント系	有り	ポリマー セメント系 モルタル
自己治癒型	従来品 ウレタン系	自己治癒 入り	無し	自己治癒 入り

2. 自己治癒材料を用いた漏水補修の現地試験施工

2.1 自己治癒材料の設計概念

現地試験施工に用いた自己治癒材料には CSA 系膨張材、ジオマテリアル、炭酸基系化学添加材を使用した。図-1 に材料の設計概念を示す¹⁾。これは、主原料の普通ポルトランドセメントに対し、各材料が担う機能を示している。

2.2 現地試験施工の概要

現地試験施工はトンネル側壁部に発生した未補修の漏水箇所を対象とし、長さ約4mでひび割れ幅は最大で約1.5mmである。ひび割れ部からは漏水が常時発生していた。表-1 に従来工法と今回の試験施工に用いた材料を示す。今回実施した止水工法は急結材、断面修復材を自己治癒材型の補修材料に置換し実施した。図-2 に従来工法と今回の試験施工のフローを示す。従来の東京メトロの漏水補修では、標準的に薬液注入後に再漏水に対する抵抗性を高めるために水膨張性ゴムをひび割れに沿って設置している。しかし、今回の試験施工においては、従来使用してきた水膨張性ゴムの役割を自己治癒性能で置き換えられると考え、水膨張性ゴムの設置工程を省略した。

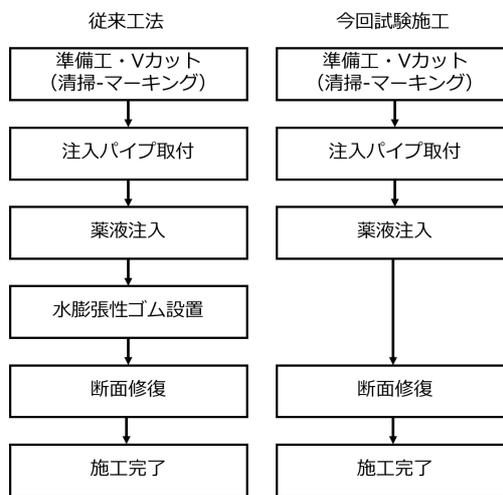


図-2 施工フロー

3. 自己治癒材を用いた漏水補修箇所の健全性調査

3.1 調査方法

外観・打音調査による変状等の確認及び表面波トモグラフィ法による補修箇所の健全性評価を実施した。

外観・打音調査は、テストハンマーを用いて、補修箇所とその近傍の浮き、漏水、再びひび割れ等の有無について確認した。打音で濁音が認められた箇所につい

キーワード 自己治癒材料, 漏水補修, 表面波トモグラフィ法

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 工務部土木課 TEL.03-3837-7264

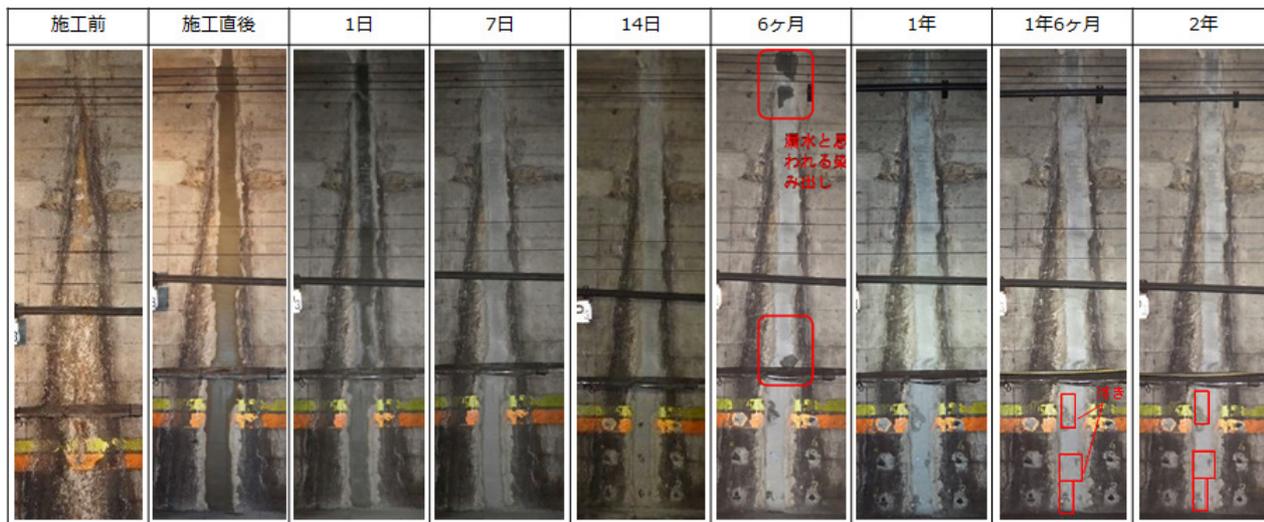


図-3 外観・打音調査結果

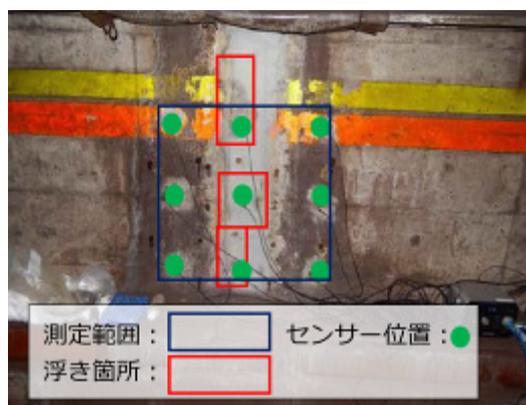


図-4 表面波トモグラフィ法の測定範囲

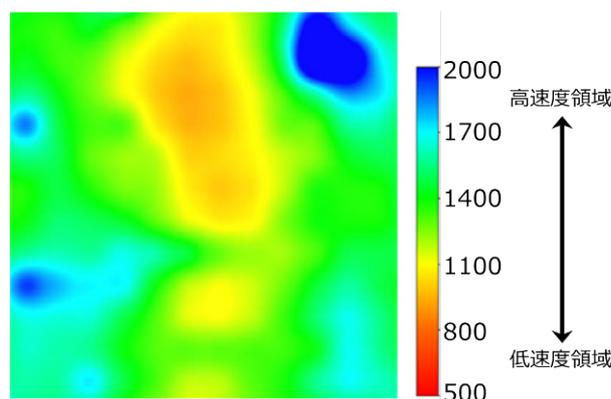


図-5 表面波トモグラフィ法の速度コンター図

では、マーキングを行い、その位置、大きさを記録した。なお、打音調査は手の届く範囲のみ実施した。

表面波トモグラフィ法は、弾性波を利用したトモグラフィ技術であり、コンクリート表面に補修箇所が含まれるようセンサを設置の上、ハンマーの打撃により得られたレイリー波を解析する。これにより、弾性波の速度が可視化される。一般的には高速度領域が健全、低速度領域がひび割れ等の発生が考えられる。

3.2 外観・打音調査結果

外観・打音調査の結果を図-3 に示す。外観・打音調査は、施工前、施工直後、施工後1、7、14日経過時の他、その後は3か月毎に実施した。施工後14日までは再漏水等の変状は発生せず健全である。施工後6ヶ月経過時に漏水と考えられる水染みが一時的に確認された。また、施工後15ヶ月以降は浮きが確認されている。

3.3 表面波トモグラフィ法による健全性評価結果

表面波トモグラフィ法による補修箇所の健全性評価は施工後2年経過時に実施した。図-4 に測定範囲、図-5 に速度のコンター図を示す。補修材料部分で縦方向に速度の低い範囲が確認できる。対象の箇所には補修

材料範囲内に浮き(図-4 赤枠部分)が確認されたため、補修材料と既設コンクリート部材で剥離が起きているものと推察される。現状漏水は確認できず止水効果は継続しているが、再漏水が生じた際には、補修材料と既設コンクリートの剥離部分が自己治癒性能によって治癒されるものと推察される。

4. おわりに

本稿では自己治癒材料を用いた漏水補修箇所の健全性の調査結果を報告した。今後も調査を継続の上、当該工法の実務への展開に向けた検討を進めたい。

参考文献

1) 村上哲哉, 鈴木拓, 安台浩, 橋本達朗, 小椋紀彦, 岸利治: 自己治癒材料を用いた新たな箱型トンネル漏水補修工法の検討 その2, 土木学会第71回年次学術講演会, V-551, pp.1101-1102, 2016
 2) 桃木昌平, 蔡華堅, 塩谷智基: 表面波トモグラフィによる一面配置型内部損傷可視化技術の開発, 土木学会第67回年次学術講演会, V-020, pp.39-40, 2012