

大規模改修トンネル工事のひび割れ注入における効果的な施工方法の確立について

東海旅客鉄道株式会社	正会員	○清水	和貴
東海旅客鉄道株式会社	正会員	田川	謙一
アルファ工業株式会社		小林	毅
サンヨーテクノ株式会社		新井	宏文

1. はじめに

東海道新幹線のトンネルにおける大規模改修工事では、変状発生抑止対策として覆工裏込充填、ひび割れ注入、および部分的なロックボルト打設などを実施している。全 66 トンネル、総延長 68.6km に対して 2013 年から 3 年間で 21 トンネル、計 15.9km を施工してきた。

2. 対策工法の概要

山岳トンネルのコンクリート覆工には、主に建設時のコンクリート打設に起因すると考えるひび割れがいくつか存在し、周囲の地盤（地山）からの圧力や温度変化などの複合的な要因により徐々に伸展していく可能性がある。経年と共に複数のひび割れが閉合した場合、コンクリート塊となって剥落する危険性が高まると考えられる。その為、予防保全の観点から発生したひび割れに対して充填材を注入している。本稿では 2013 年から 3 年間で得られた経験より適切な品質管理を確保し、ひび割れ注入工法の効率化に取り組んだ施工事例を紹介する。

3. 従来のひび割れ注入工法

1) 工法紹介

大規模改修工事では、発生したひび割れの覆工内部まで注入材を充填させることを目的としている。従来の工法は、ひび割れを挟んで左右交互に 500mm 間隔

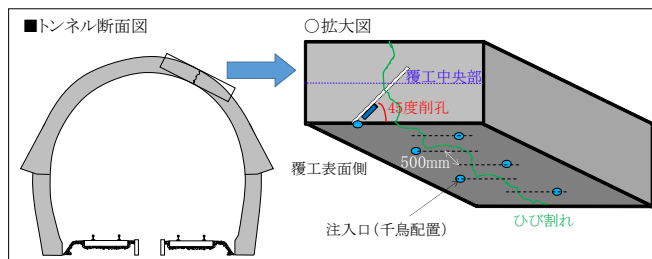


図-1 ひび割れ注入工法(斜め注入)

で千鳥配置した注入口に注入プラグを 45° の角度で差し込み、注入材を充填する（図-1）。作業手順は覆工表面の下地処理（ケレン）、シール工、注入プラグの設置、注入材の充填、プラグ撤去作業となり、平均施工延長は 5.0m/日である（図-2）。なお充填する注入材料は事前に性能確認試験を行い、クラック内が湿潤状態でも強度を発現し、硬化後も優れた弾性を示すエポキシ材料を採用している（写真-1, 2）。

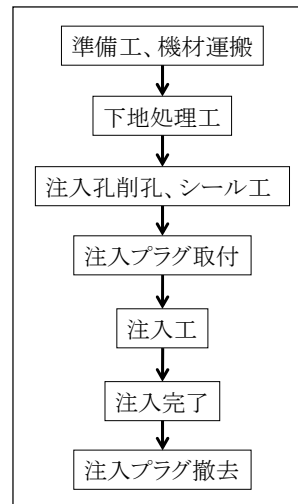


図-2 施工フロー(斜め注入)



写真-1 性能確認試験(充填状況)



写真-2 性能確認試験(強度試験)

2) 作業時間の制約

施工は新幹線の営業列車が駅間を通過した後から始発列車までの約 3 時間半での作業時間で、作業着手から資機材の搬入、本作業から片付け作業終了まで全てを完了させなければならない。今回は作業工程の中で多くの時間を要していた注入材の充填作業に着目して効率化を検討した。

4. 工法変更の検討

従来工法における充填手順の中で、最も多く時間を要していたのが注入プラグの設置作業である。45° の

キーワード 東海道新幹線、大規模改修工事、トンネル、ひび割れ注入、直接注入工法

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目9番1号 東海旅客鉄道(株)施設部工事課 TEL 03-3286-5159

角度で平均深さ 550mm 削孔する必要がある、角度の調整と削孔に時間を要していた(図-3 写真-3)。本検討



図-3 斜め注入削孔



写真-3 斜め削孔用治具

は従来工法と同等に確実に充填しつつ、削孔深さを短くするため、ひび割れに直に注入する工法とすることとし、その為には 3.0MPa の注入圧力に耐える注入プラグを開発する必要があった。

1) 室内試験

削孔ドリルは穿孔した孔内断面がひび割れを確実に捉えるよう覆工表面側がφ18×30mm、以降φ10×55mmとなる段付き形状とした(図-4)。次に、注入プラグについては、削孔精度が悪くなった場合に、注入プラグの傾きによる材料漏れを防ぐため、締付け誤差が生じてもパッキンが覆工面に密着する構造へ改良した(図-5)。

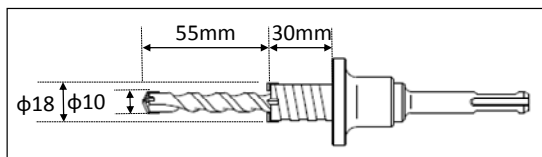


図-4 削孔ドリル

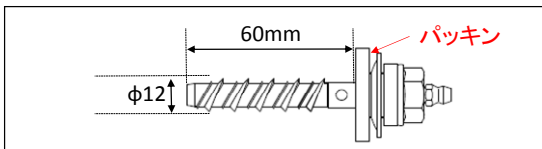


図-5 注入プラグ

ひび割れ直下から直接注入する工法により材料が充填される範囲を確認するため、覆工厚 700mm を想定した模擬クラックを再現し、充填試験を行った(図-6)。模擬したクラックは現場で発生しているクラックと類似させる為、下部幅 0.5mm 頂部幅 0.0mm とし 3.0Mpa の圧力で充填試験を行った。結果、注入開始から注入材が同心円状に広がり、500mm 先の孔から注入材が漏出した後も残圧で上部端まで到達することが確認され

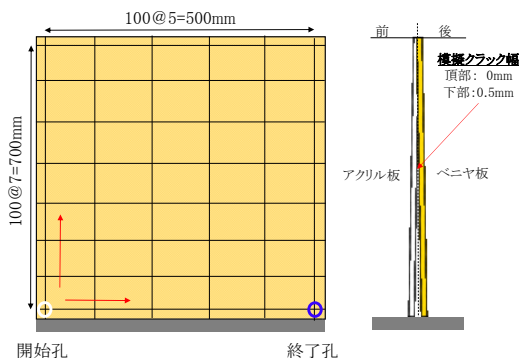


図-6 充填試験装置

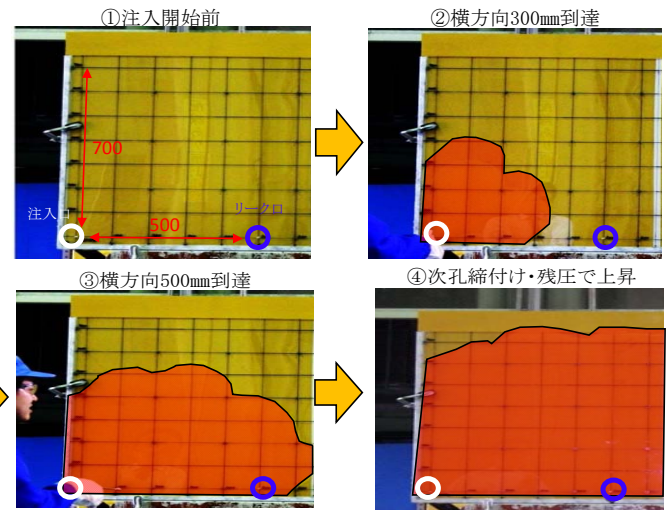


写真-4 充填状況

た(写真-4)。

2) 本線における試験施工

室内試験結果より、東海道新幹線トンネル内で覆工表面側に引張りひび割れが生じていると想定される水平ひび割れを対象に試験施工を実施した(写真-7)。施工後のコア抜きにより注入材の充填状況を確認した結果、覆工内部のひび割れ先端まで到達していることを確認した(写真-8)。この結果より、従来工法では千鳥配置の注入プラグが 1/2 の確率でひび割れを捉えて充填するのに対し、本工法は全ての注入プラグがひび割れを捉え充填することが可能となる。また 1 孔当たりの削孔長さが短く、削孔時間が大幅に短縮される。

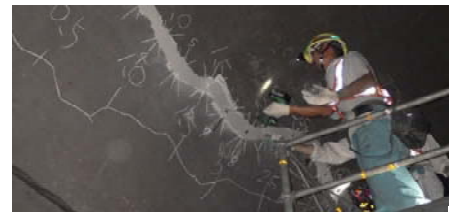


写真-7 本線試験(注入プラグ設置)

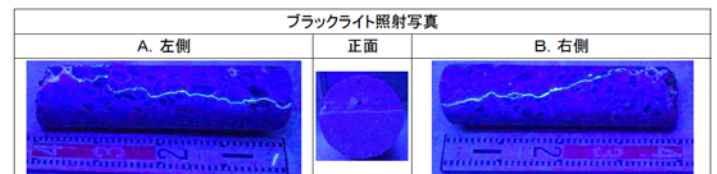


写真-8 コア抜き結果

5. おわりに

本工法は従来の工法と同等の品質を確保しつつ、1つの作業工程を大幅に短縮することで効率的な作業工程となる。今後も継続的に課題等に取り組むことで大規模改修工事の着実な推進に寄与していく。

《参考文献》

- 1) 荒鹿忠義：東海道新幹線土木構造物の大規模改修、Vol.42、No.10、PP.21～25、2014
- 2) 内藤繁、田川謙一：トンネル大規模改修工事の施工事例、土木施工、Vol.55、PP.96～102、2014