８．トンネル背面空洞充填における施工管理の留意点と安全対策

A point to keep in mind and safety measures of the construction management in the tunnel back cavity filling

松井　憲彦*1

要　旨

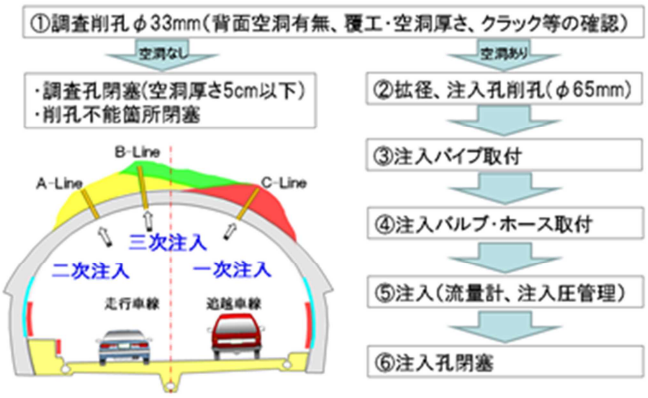
本工事は、NEXCO 東日本が管理する『常磐自動車道』日立南太田ＩＣから日立北ＩＣ間の矢板工法により施工された上下線合わせて 15 チューブ（総施工延長 10.339km）におけるトンネル背面空洞充填工事である。本報文では、トンネル背面空洞充填工における施工管理の留意点と安全対策について報告する。

工　　期：2013 年 1 月 19 日～2015 年 10 月 5 日（発注者：東日本高速道路関東支社）

キーワード：トンネル背面空洞充填／可塑性エアモルタル

１．はじめに（工事概要）

NATM 工法が主流となる以前に建設された矢板工法によるトンネルは、施工時に覆工と地山との間に空洞が残っていることが多く、東日本高速㈱(以下 NEXCO 東と言う。)の調査によればこの空洞が経年により拡大していることがわかっている。これらの空洞はトンネル変状や耐久性の低下要因となるため、空洞部への充填を行い補修する必要がある。本工事は、NEXCO 東が管理する『常磐自動車道』日立南太田ＩＣから日立北ＩＣ間の矢板工法により施工された上下線合わせて 15 チューブ（総施工延長 10.339km）におけるトンネル背面空洞充填工事である。



図－1　背面空洞注入施工手順

２．工事における課題

当工事区間は片側２車線であるため背面空洞の注入方法は図に示す通り、追越車線側の規制を行い一次注入として削孔調査結果より算定した注入量を基に定量注入を行い、次工程として走行車線側の規制により 2 次 3 次注入として残りの空洞部への注入を行う。2,3 次注入は、圧力管理により充填の有無を確認し、注入完了とする（**図－1**）。注入時の圧力は安全性を確保するために覆工コンクリートに影響を与えない値として 0.2MPa 以下と規定している。注入工の課題としては、以下の項目が挙げられる。

課題①；注入材の確実な充填

背面空洞注入は覆工と地山との間を密着させて地盤反力を均等に伝達させることが目的であるため未充填箇所を発生させないことが重要となるが、背面空洞の断面形状が不連続な箇所や地下水流が存在する箇所については注入材の確実な充填が難しい。

課題②；エアモルタルの品質管理

空洞厚さが薄く、１箇所当たりの注入量が少ない空洞群においては移動・段取替えが頻繁に発生し、１台のミキサー車において注入完了までに４時間要することがあった。このため注入材の流動性が低下し、注入開始直後に圧力が急激に上昇して規定圧力(0.2Mpa)に達することで未充填のまま注入を終了する事態が生じた。NEXCO 東日本による施工要領では、練り上がりから注入終了までの時間の規定は定められていなかった。

課題③；漏水処理および排水処理

片側２車線のうち１車線を供用しながらの規制作業のため、走行車線への注入材や地下水の漏洩は、一般車両の危険要因となるため安全を確保するための対策が必要であった。

*1 土木事業本部　東京土木部（執筆時の所属）

３．課題への対応策

3.1　注入材の確実な充填

（１）スペースロック（ＳＲ２）工法の採用

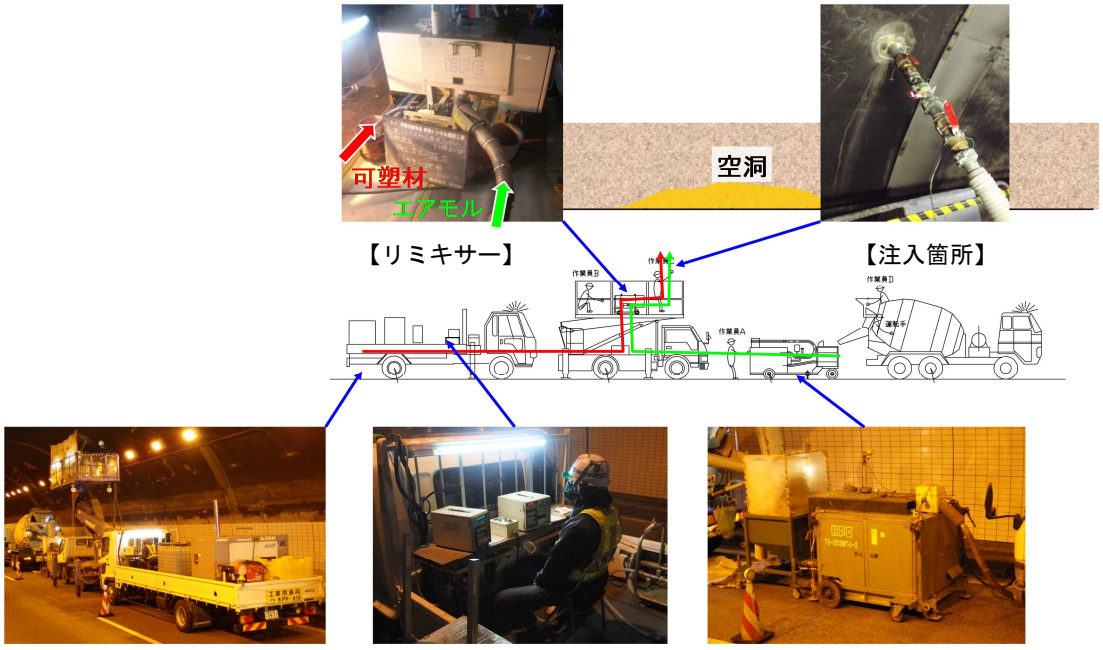
当該工法は可塑性エアモルタルを使用する工法であり、注入材は可塑性を有するため空洞内の限られた範囲に未充填箇所を残すことなく注入することに適している。この注入材は非漏出性にすぐれており、5mm 以下の覆工コンクリートのひび割れ箇所および目地等からの漏洩がなく、水に対する材料分離抵抗性に優れているため水中においても安定した強度が得られ充填性が高い。また、注入作業には可塑化材とエアモルタルを強制攪拌する「リミキサー」を使用することにより品質の均一化が図れる。加えて車上プラントでの施工となるため、作業スペースが最小限に収まり段取が短時間で済むため、時間的制限のある規制内での作業に適している（**図－2**）。

（２）エアモルタルの品質管理

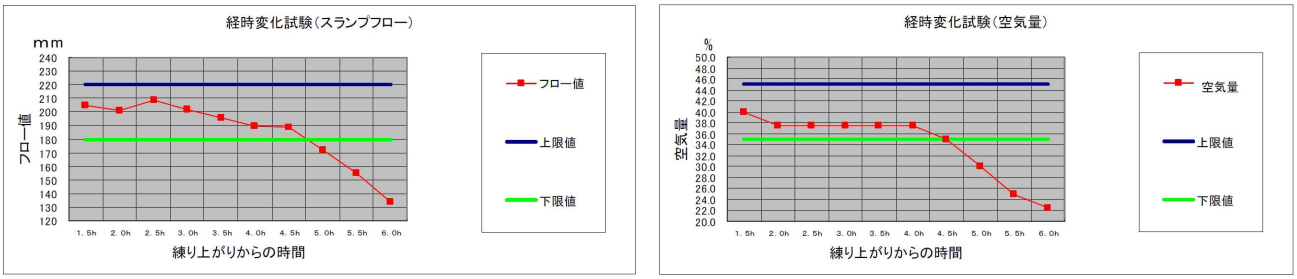
エアモルタルの経時変化試験を行い、本工事におけるエアモルタルの練り上がりから注入終了までの規定を設けた。試験結果よりスランプ・空気量ともに 4 時間を過ぎると急激に性能が低下することが判明したため（**図－3**）、本工事では練上がり後 3.5 時間を経過したエアモルタルを注入する場合は再度性状試験を実施して不合格の場合は使用不可とした。

3.2　漏水処理、排水処理

削孔前にひび割れ、覆工目地等の隙間を調査し、5mm 以上のひび割れ、覆工目地等には導水シートによる漏水処理工を施した。また建設時の地質資料やトンネル内の状況などから湧水が予想される範囲においては削孔時に排水ホース、パッカー等の導水具を使用して先行排水した。また、解放時までに止まらない場合は排水ホースを



図－2　スペースロック（SR2）工法



図－3　経時変化試験結果（スランプ・空気量）

固定して解放し、注入中なるべく多くの溜まり水を排水するため、排水ホースからリーク（注入材を漏出）を確認するまで排水処理を継続した。

４．結果

漏水処理工については、漏水による一般車両からの苦情、事故の発生はなく工事を終えることができた。

また、完全充填においては検証を行うことは困難であるが、削孔調査結果から算定する注入量と比べ実施注入量は＋15%であった結果からすると未充填箇所の発生は無かったと考えられる。

５．今後の課題

同一断面で追越車線側には空洞がなく、走行車線側だけに空洞がある場合、2、3 次注入中に排水処理では絞りきれない溜まり水が、微細な覆工目地やひび割れを伝って追越車線へ漏れ出した事が数回あった。その時は走行車への影響を鑑み注入を一時中止し、漏水箇所付近の空洞群は後日追越車線規制時に漏水処理を行った後に再注入することとした。今後同様の事象を起こさないためには同条件の断面において覆工目地が 5㎜ 以下であっても溜まり水の漏水対策として事前に漏水処理を施す必要があると考える。

最後に本報文の執筆に当たってご協力いただいた関係各位に深くお礼申し上げます。

本報告は、社内の第 9 回技術発表会において発表された内容を編集したものです。