

県道トンネル修繕(本体工)工事(婆娑羅トンネル)を終えて

静岡県土木施工管理技士会
地区名： 下田地区
会社名： 河津建設株式会社
執筆者： 監理技術者 稲葉 大成
(技術者番号 00166934)

1. はじめに

婆娑羅トンネルは、下田市加増野地内に位置し、県道15号線において下田市と松崎町を結ぶ延長208.5mのトンネルである。

本工事は、婆娑羅トンネルの修繕を目的とした工事であり、裏込め注入工が主体であった。

1) 工事概要

発注者： 静岡県下田土木事務所

工事名： 令和元年度(主)下田松崎線防災・安全交付金
(県道トンネル修繕(本体工))工事(婆娑羅トンネル)

工事箇所： 下田市加増野地内

工期： 令和1年9月14日～令和2年2月3日

工事内容： **トンネル施工延長208.5m**

・裏込め注入工

横断目地閉塞工： 126m

削孔工： 130孔

注入管設置工： 130孔

可塑性モルタル： 439m³

目詰工： 130孔

機械据付・撤去工： 1回

・仮設工

交通管理工： 1式



位置図



トンネル外観



トンネル坑内

2) 裏込め注入工（エアパック工法）の概要と特徴について

通常、トンネル等の地中構造物は常に地盤に接して造られるので、元々相互に作用を及ぼし合いながら一体として機能しなければならない。しかし、既設地中構造物の変状や、周辺環境の変化等に起因して、地中構造物と地盤との間に空洞が発生する。

この為、近年、構造物(トンネル)で維持管理等を目的として、補修や補強の必要性が多くなってきており、この対策として、地中構造物と地盤との空洞にグラウト(裏込め材等)を充填する「空洞充填注入工法」が注目を集めるようになってきた。この空洞充填材として、従来、一液性のエアモルタルは、多くの実績を積み重ねて今日に至っている。しかしながら、従来のエアモルタルは、貯水、湧水、流水等の条件下では、配合などで工夫されてきてはいるが、分離、流出、消泡などの問題が残されていて、より良質なものが求められていた。こうした状況から、従来の流動状の「水に弱い」エアモルタルを可塑状にすることによって、水に強く、限定注入が可能になることで、小さな隙間からの漏出を防止できるエアモルタルに改良した同期的工法が「エアパック工法(可塑状グラウト)」である。

2、現場における問題点

1、裏込め注入工にあたっての問題点（覆工背面部の充填について）

裏込め注入工は、覆工背面の不可視部の空洞へ注入する為、目的とする空洞へ確実に充填できているか、また 覆工背面の充填状態を確認することが困難であった。

2、裏込め注入工にあたっての問題点（充填剤の漏洩について）

既存孔・側溝等から注入材が流出する恐れがあった。

3、問題点の対応策・適用結果

1、裏込め注入工にあたっての問題点（覆工背面部の充填について）

(a) 施工時の注入管理

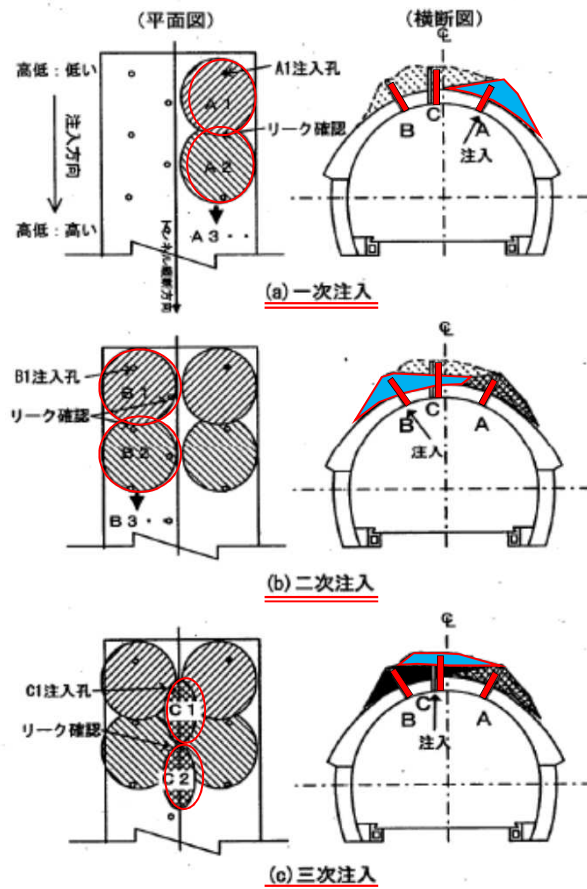
裏込め注入工は、覆工背面の不可視部の空洞へ注入する為、目的とする空洞へ確実に充填できるように、注入時は適切な施工管理を行う必要がある。施工中には空洞背面の充填状態を詳細に確認する事が困難なため、注入量と注入圧を同時に監視しながら注入作業を進める必要があった。よって事前に注入管理や充填確認に関して、基準を定める必要があるので、道路トンネル変状対策工マニュアル(案)及び矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工指針に基づき、施工時の注入管理を以下のとおりとした。

(b) 注入量の管理

注入孔を削孔した後、空洞状態の再確認を実施し、施工前に設計注入量の修正を行った。この際、1孔当りの注入量と最大注入量(1孔から注入する最大量の目安)を定めておく。注入時には、隣接の注入孔から注入材が流出(リーク)した場合、次の注入孔に移動する。施工前に定めた1孔当りの注入量を一定量(設計数量の1.5倍)上回るようであれば、注入を一時中断し、周辺の注入孔に移る。この作業を繰り返し、最終的に事前に定めた1孔当りの注入量が注入されなかった範囲を特定し、再度注入孔を設けて注入し、未充填が無いように施工を行った。

(c) 注入圧の管理

注入圧力は、覆工コンクリートに0.2MPa程度以上の圧力が加わらないように管理し、覆工に新たなひび割れ等の変状を発生させないように監視しながら注入する必要がある。0.2MPa程度の圧力が作用した場合、直ちに注入を中止し次の注入孔に移動する。注入開始当初の数孔では、相当広範囲に注入材が広がり易いので1孔当りの設計注入量に達しても注入圧力が上がらない場合が多い。このような場合は、1孔当り設計注入量に達したら圧力上昇が認められなくても隣接孔に移り、所定の範囲の注入が終了した時点で、注入材のリークが確認できなかった確認孔から最終的に注入を行って注入圧の上昇を確認する。三次注入によっても圧力上昇が確認できなかった場合は、一旦注入を中断し、確認孔を追加削孔して充填状況を確認するとともに、その追加孔から再注入を行う。



出典：道路トンネル変状対策工マニュアル(案)、P115

注入順序例





注入状況(写真-1)



注入状況(写真-2)



注入圧力確認(写真-3)



流量計管理状況(写真-4)



リーク確認状況(写真-5)



リーク確認状況(写真-6)

2、裏込め注入工にあたっての問題点（充填剤の漏洩について）

(a) 施工時の安全管理対策（注入材流出）

注入材が流出する恐れのある箇所（既存孔・側溝等）を現地調査し、注入施工前に既存孔の閉塞を実施するなどの流出防止措置を行った。また、注入作業中及び毎日作業終了時に点検し、注入材が流出していないことを確認する。



既存孔着手前(写真-1)



中詰め処置(写真-2)



閉塞処置完了(写真-3)





側溝内リーク確認状況(写真-5)



側溝内リーク確認状況(写真-6)

4、終わりに

トンネル修繕工事においては、交通規制を実施しながらの施工となるため、一般車両との交通災害の危険性と隣り合わせでした。また、特に重視したことは、裏込め材を注入した際にモルタルの漏洩の可能性がありました。よって作業開始前に施工手順を明確にし漏出対策を確実に行ったことにより漏出も無く安全に作業を完了させる事が出来ました。

朝礼・危険予知活動とは別に、作業終了時には全作業員が集まり、翌日の施工手順・内容説明・問題点を出し合い検討を行う事で、作業員とのコミュニケーションをとり全作業員がチーム一丸となったため今回の工事が無事故にて現場を工期内に完成させる事が出来ました。

今後もこの経験を生かし、より一層品質の向上・安全性・良質な施工を行っていきたいと思います。

