

平成27年度 県道トンネル修繕(本体工)工事(大和田トンネル)を終えて

袋井支部
掛川土建株式会社
土木部 平尾 功(ひらお いさお)
技術者NO.00097348

1.はじめに

本工事は、県道39号掛川川根線 掛川市上西郷地区から同市大和田地区をつなぐトンネルであり坑内を修繕する工事でした。原泉地区等の住民の方においては、市中心部へアクセスする生活基盤であり大変重要な役割を果たしている道路トンネルでした。
工事施工範囲は、トンネル全長L=384.5mに対し、北坑口となる大和田地区からL=104.1mでした。この区間において、裏込め注入工N=285孔、ネット工(FRPメッシュ)A=324㎡、鋼板当て板工A=42.0㎡、漏水対策工(防水パネル工)A=60.0㎡が当初予定されていた工事内容でした。
大和田トンネルの覆工は、事前調査によりコンクリートブロック(長さ25cm、高さ10cm、奥行15cm)をレンガ積状で構成され、同型を上下に目地を入れ違いに積み上げたもの(長手積み)となっていました。このようなコンクリートブロック積による覆工は、昭和の初期時代のトンネル工事で採用された覆工構築だと教わりました。本工事であるトンネルは、昭和5年に完成したトンネルであるため老朽化に伴い、主に背面空洞の注入充填(発泡ウレタン30倍)、内空表面の劣化対策(FRPネット)(鋼板当て板)、覆工のヒビ割れ劣化による漏水対策(漏水パネル)を施工するものでした。

工事概要

- (1)発注者 静岡県袋井土木事務所長 梨本 和則
- (2)工事名 平成27年度 [第27-16300-01号](主)掛川川根線防災・安全交付金(県道トンネル修繕(本体工))工事(大和田トンネル)
- (3)工事箇所 掛川市大和田地内
- (4)工期 平成27年10月15日～平成28年3月25日(161日間)
- (5)主な工事内容 トンネル補修工 施工延長L=104.1m(スパン53-73)

【当初】

- ・内装板工
ネット工(FRPメッシュ) A=324㎡
鋼板当て板工 A=42㎡
- ・裏込め注入工
削孔工 φ32mm n=285孔
注入管設置工 n=285孔
注入工 n=285孔
注入材料(発泡ウレタン30倍)522kg
目詰工 n=285孔
- ・漏水対策工
漏水対策工(防水パネル工)A=60㎡

【変更】

- ・内装板工
ネット工(FRPメッシュ) A=0㎡
鋼板当て板工 A=0㎡
- ・裏込め注入工
削孔工 φ32mm n=405孔
注入管設置工 n=405孔
注入工 n=402孔
注入材料(発泡ウレタン30倍)11,065kg
目詰工 n=402孔
- ・漏水対策工
漏水対策工(防水パネル工)A=60㎡

[着手前]



[完成]



2.全面通行止規制に伴い迂回路表示については、公安委員会のご意見やご指導を参考に適切な交通規制を実施するため規制図を作成し、承諾を得ました。「工事お知らせ看板」については、上西郷地区上西郷交差点付近から原泉地区居尻キャンプ場付近まで「簡潔で目立つ表示」に心掛け要所に設置。「迂回路看板」については、(主)掛川川根線上西郷地区石畑交差点付近から(主)焼津森線本郷交差点を經由し(主)掛川天竜線原野谷中入口交差点、(一)大和田森線、(主)掛川川根線原泉地区孕丹橋付近での要所地点に「工事お知らせ看板」を同様に設置しました。

工事規制開始日より約一ヶ月前に通行車両等に予告看板による明示が出来て良かったです。工事開始日より「予告」を外して、規制看板、バリケード等により各道路を4箇所封鎖しました。夜間工事に伴い電光表示看板、バルーンライト、レインボー標識等を活用してドライバーにわかり易く適切な規制をすべく対応に努めました。

道路開放時は、現場代理人からの指示で開放時間を伝え同時刻の開放に努めました。規制箇所での看板類の飛散等がないか必ず毎回回り点検をして対応しました。

交通誘導員については、各規制の封鎖位置に配置し現場規制ルールや明確な合図方法の確認、諸注意事項の説明及び第三者への対応を教育、監視して最終まで徹底しました。

現場が年末年始等の連休で数日にわたり休工する場合には、地元関係者様に事前に連絡をし現場事務所や現場の要所に看板を掲示してお知らせしました。また、迂回路等の看板にも休工表示して周知しました。これらの対応により地元区長会長様はじめ各関係者様のお陰で工事開始日から規制に関する苦情や問い合わせもなく工事を進める事ができました。

(迂回路案内看板状況)



(工事お知らせ案内看板状況)



(電光表示板状況)



(レインボーライト表示板設置状況)



(バルーンライト設置状況)



(連休お知らせ看板状況)



3.当初より作業終了日ごとに道路を全面開放するために必要な事項がなにかが問題でした。通常の道路工事では切り替え規制や片側規制をして作業1日ごと安全施設等を復旧や変更移動するのが一般的だと思います。しかし、今回の修繕工事は、当然の事ですが開放すれば即時通行人や通行車両が施工箇所の真下を通行することになり重大な第三者事故に繋がります。

対策として「開放前チェックリスト」を作成して作業前・終了時に隅々まで坑内を点検する方法を取りました。削孔、注入管設置工においては、注入管固定時間に重点を置きロ元コーキングの硬化時間を確実に短縮する材料の採用で開放時間を考慮した方法としました。対策スパン箇所については、縦断方向1.5mピッチ、横断方向1.3mピッチで覆工をレグドリル機によりφ32mmの穴を削孔し覆工内面の検測、注入管取付固定までを連続工程で施工しました。注入管先端にもキャップ締め出来る材料を採用して落下防止に努め本工事に係わる通行事故、落下事故も無く施工できました。

(道路解放前チェックリスト表)

道路開放時のチェック項目 ※道路開放時チェックは、道路解放前に現場代理人が行う。	
チェック欄	チェック項目(○月○日)
	【共通】部材取付は、確実にできているか?
	【共通】工事車両は、交通の障害にならない安全で安定した場所に駐車したか?
	【共通】作業道具(工具)等は、全て片付けられたか?
	【共通】作業材料等は、全て片付けられたか?
	【共通】作業箇所に設置したコーンやバリケード等の安全施設は、全て片付けられているか?
	【共通】施工により覆工面に亀裂やクラックが増えているか?
	【注工】覆工面からの注入管漏れ等がないか?
	【注工】注入管固定が確実か?
	【注工】注入管の切筋位置は的確か(50mm程度)?
	【共通】交通規制(全面通行止)に伴う安全施設は、安全で安定した場所に片付けられたか?
	【共通】道路上に異常(油漏れ、材料漏れ、材料飛散)がないか?
	【共通】照明設備等が、安全な場所に片付けられたか?
	【共通】道路清掃は、終わっているか?
	【共通】当該現場で作業する作業員、交通誘導員は全員無事か(作業員点呼)?
	【共通】規制時間(規制開始、終了)が、厳守できたか?
	【共通】全てのアンカーが確実に設置できているか?
	【共通】その他、異常がないか?

(超硬性コーキングの提案施工)



(キャップ付ロ元注入管材料の提案)



(キャップ付ロ元注入管材料の取付状況-1) (キャップ付ロ元注入管材料の取付状況-2)



4.受注後、現場調査により対象の覆工上部に既存する光ケーブル管や電気配線管、照明器具がありました。トンネル内に既存する構造物は、調査により1部民間の管理物件でありましたが、全て静岡県の占有物件でした。本工事に伴い、内装板工と漏水対策工に影響がでると考えられ速やかに維持管理する各担当課及び担当会社を調査、打合せを行い現場立会をお願いしました。

それぞれの物件内容についての諸注意や取扱いに関する事項の確認、移動・取外しが可能か否か等を具体的に打合せ協議して工事を進めました。重大な支障物である光ケーブルについては、防水パネルの割付により移動設置が避けられなかった箇所を確認し、NTT西日本維持管理部と協議・立会を繰り返し本施工に影響が出ないよう工程を調整し日取り設定して委託施工して対応しました。

また、老朽化したトンネル覆工の健全度評価が当初設計の強さでないと注入工や内装板工、漏水対策工に悪影響が出ると考えられました。

現場調査時に削孔工におけるφ32mmの試験削孔や、決められたサイズでアンカー固定を必須とする内装板工、漏水対策工について試験打ちを実施して事前調査確認をしました。

これらにより、当初からの問題であった既存管の固定金物移設、取外し復旧が工程に影響なく行う事ができ、トンネル覆工面の健全度も事前現場調査時の段階で確認し工程管理や材料の手配等が円滑にできました。

(事前調査状況：削孔穴健全度確認) (事前調査状況：内装板アンカー試験打ち確認状況) (支障光ケーブル金物移設工事状況)



5.冬季夜間工事であるので気温低下により注入工において品質管理上、何らかの対策が必要ではないかと懸念されました。また、同様に現場で作業する労働者の作業環境が課題でした。

やはり注入工において、ウレタン材料は気温が低いと発泡効率が低下しやすい特徴があったため注入時にホースヒーターやドラムヒーターを採用してウレタン樹脂の保温管理(20℃)に保ち品質向上に努めました。現場作業環境の向上については、仮設休憩所、仮設トイレをトンネル北坑口近くに設置して暖房設備を整え、現場照明設備についても休憩所周辺や、トンネル出入口、トンネル内作業場所付近に移動式バルーンライトの設置や仮設電源を引込み要所に投光器を設置して照度安定対策にも努めました。

道路封鎖規制箇所における交通誘導員においても通行車両等に明確に解るようガードマンボックスを設置し照明設備を取付て上記同様に対応しました。

これにより、注入工における冬季作業での弊害が緩和されウレタン樹脂の発泡効率の向上対策が品質管理上できたとと思います。

(ストックタンクバンドヒーター使用状況)



(ウレタン原液ドラムバンドヒーター使用状況)



(ヒーターホース使用状況)



(トンネル内照明設備状況)



(現場休憩所設置状況)



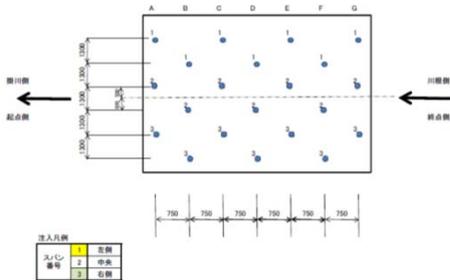
(ガードマンボックス設置状況)



6.大和田トンネル坑内道路の建築限界は、高さ H=3.4m、幅 W=4.4mでした。狭小な内空のトンネル修繕を安全第一にどんな順序で行うのが作業効率向上に繋がるかが問題でした。主要工種の全てを小型の高所作業車を使用するため2班体制で高所台数を2台とし縦列に駐車し相互に距離を保って1スパン(5m)を基本にトンネル横断方向に左から右に移動し最終頂部の施工順を決めて段階仕上を行い、終点側北坑口より起点側である掛川方面に進めました。

【裏込注入工配置図】

削孔、注入工配置図



【縦列配置施工状況】



【レグドリル削孔状況】



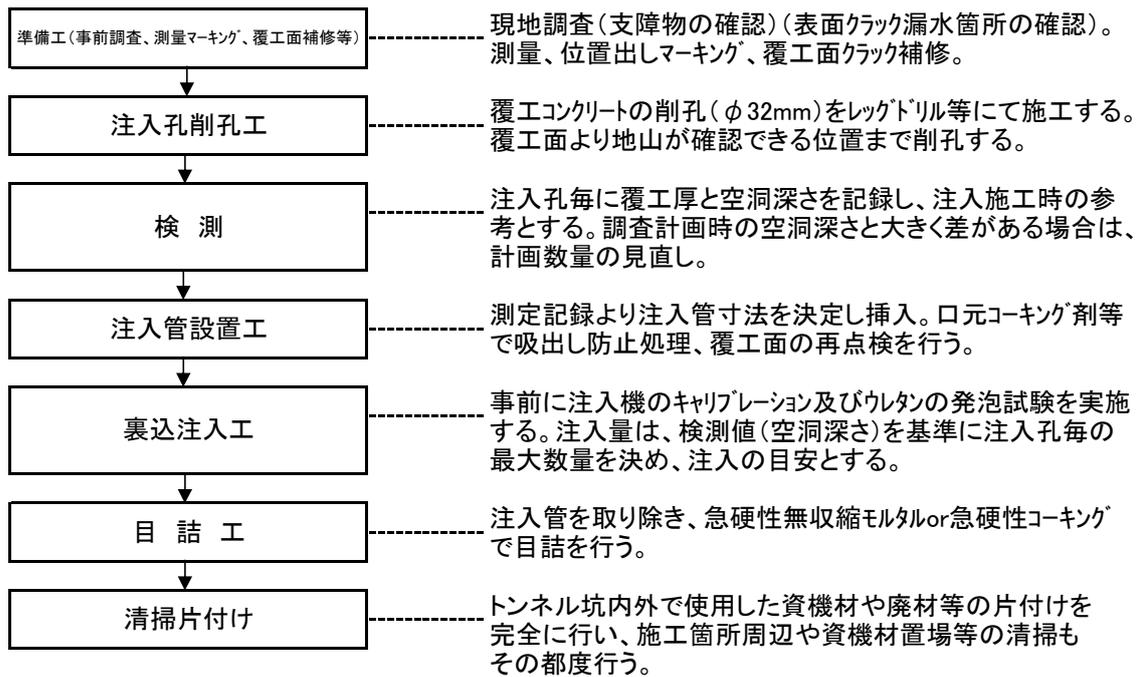
【削孔長検測施工状況】



【注入施工状況】



裏込め注入工の施工フロー図は以下の通りです。



7.注入工について当初設計されている背面空洞量が上記フロー図の検測時に想定注入量を算出するため重点工種である裏込め注入工は、施工初期段階で速やかに進める必要性がありました。特記仕様書の中でも「工事監理連絡会の開催」を要請する事になっていましたので仕様書に基づき設計図書と現場の整合性、設計意図を確認し施工計画の説明等を行い当初段階における打合せを3者により行いました。その時点で注入工における目的機能や基本的な考え方が理解でき各工種工法の施工計画書等を修正しました。現場夜間作業が開始され当初設計は、53スパン～73スパンまでの21スパン中、対策箇所12スパン(285孔)を削孔し注入する計画でしたので全体工程(日割り工程)に基づき日当りの削孔及び注入管設置工の目標施工量を30孔とし順番は、わずかに北下がりの道路トンネルであった事で注入マニュアル通り北坑口付近より施工しました。注入量の想定は、削孔時1孔毎の検測(覆工面から地山までの寸法、覆工厚をコンベックス等により直接測定し、その数値差を空洞長(高さ)として1孔範囲面積を掛ける)によって数量を算出するため注視して作業しました。順に検測しスパン毎に想定注入量の算出し監督員に報告しながらの作業でした。数日中の作業で空洞量の異変に気づき直ちに状況を報告し対応協議しました。当初対策箇所スパン総量は、設計の18倍近くの数値が想定算出され監督員と協議し「第2回工事監理連絡会」を要請しました。削孔時に弊社においても覆工背面の様子を確認する必要があると考え削孔穴を利用して簡易内視鏡(小型カメラ)を用いて背面空洞内を調査しました。映像状況を見ると覆工から地山

