

山岳トンネルにおける最新技術の採用

東北地方整備局 岩手河川国道事務所 北上国道出張所 佐々木博臣
 (株)鴻池組 東北支店 増田丑太郎 田中啓司
 (株)鴻池組 技術部 ○正会員 高田篤 正会員 山田浩幸 福井正規

1. 概要

山岳トンネルの安全管理, 作業環境改善, 覆工コンクリートの品質は, いずれも日々向上している。

新直轄方式の国の事業として建設を進めている東北横断自動車道釜石秋田線, 二郷山トンネルにおける安全管理, 作業環境改善, 品質向上にむけた最新技術の採用とその効果について報告する。

2. 採用した各技術の内容および効果

2-1 光る変位計による安全管理

坑口部のDⅢa区間やDⅠ区間には, 崖錐層や割れ目の開口した石灰岩が存在し, 石灰岩特有の溶食された空洞が, 風化物や流入土砂で満たされた状態で存在する可能性があった。また, 本トンネルは扁平大断面(扁平率0.57, 内空幅約15m)で上半鏡面が大きく, 鏡面の不安定化や切羽の崩壊が懸念された。

トンネル掘削時の安全管理の目的で, トンネル切羽近傍に光る変位計(写真-1)を設置した。

光る変位計とは, 簡易な構造により変位量を光の色の変化により可視化するツールで, 変位が発生した場合には, 遅れ時間ゼロで周辺の作業員に情報を開示することができ, 作業時の安全性の向上に役立った。



写真-1 光る変位計設置状況

2-2 ミストシャワーによる粉じん防止対策

トンネル坑内作業で重点取り組みの一つに挙げている「粉じん障害防止対策」として, トンネル切羽手前の上部から水を霧状にして下に吹きかける「ミストシャワー」を設置した(写真-2)。

ミストシャワーは発破や掘削で発生する微細な浮遊粉塵を霧状の水に付着させて落とすシステムである。また, 粉じん濃度により水量を変えることも可能である。

現場での粉塵量測定の結果からは5%の低減効果が確認され, 作業員からは「実際に目のチカチカがなくなった」と好評であった。今後, じん肺防止の取り組み推進のために水平展開を図っていきたいと考えている。



写真-2 ミストシャワー設置状況

2-3 寒冷地に配慮した覆工コンクリートの養生技術

セントルバルーンの採用による養生技術は, 従来覆工用の型枠(セントル)をシート等で覆い温度の低下に対する養生をしていたのを確実な密閉空間を構築するものである。冬の施工となる本トンネルの最低気温は $-10, 0^{\circ}\text{C}$ 以下となり, 覆工コンクリートの打設作業では, 坑口部にシート等による遮蔽を行っても, ミキサー車等の往来時の開閉により外気の温度の影響を受けやすい。温度を一定までジェットヒーターで加温することにより所定の時間(18h程度)による脱型を可能とする。

初期強度管理の実施において覆工用セントルの脱型に必要な強度は, 事前の構造解析で求める。弱材齢時のコンクリートの圧縮強度は, テストピースによる事前の試験を実施してこれをもとに, 現地養生温度 \times 時間による積算温度で管理する。この際, 養生空間の適度な温度管理により, コンクリートの品質を確保する。

覆工コンクリート脱型時の品質管理の効果としては, 以下の事項が考えられる。

- 1) 脱型時のコンクリートの付着が確実な強度の発現により低減できる。
- 2) 覆工コンクリートの初期強度の管理により, ひび割れに対する5年後の品質保証制度への対応が確実に行える。
- 3) 確実な養生管理により品質確保および長期耐久性が確保される。

キーワード 山岳トンネル, 光る変位計, ミストシャワー, 養生, セントルバルーン, 長尺引抜きパイプレータ

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂2丁目7番5号 (株)鴻池組 技術部 TEL03-5617-7790

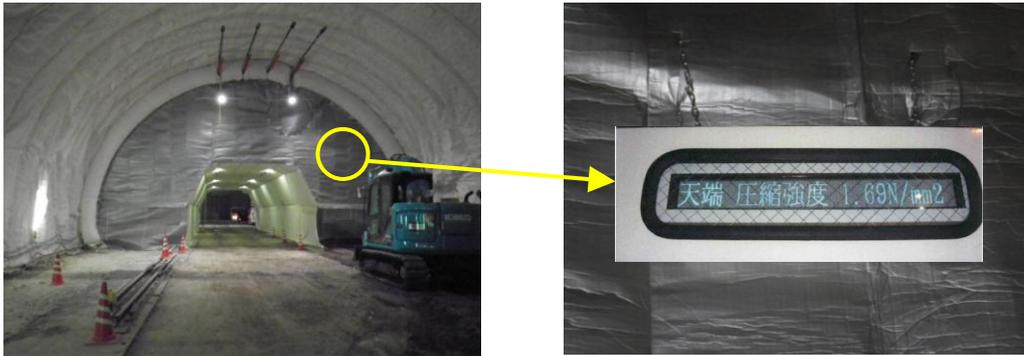


写真-3 セントルバルーン管理状況

2-4 覆工コンクリートの空洞発生防止技術

天端部コンクリートの打設では、吹上げ方式にて検査窓や妻側から棒状バイブレータを使用して締め固めるため、目視確認が難しく、締め固め・充填不足が懸念される。本トンネルは扁平大断面であり、通常断面と比較すると覆工厚さが大きく、締め固めに伴い発生するブリーディング水は天端に残留しやすいという施工上の課題があった。

覆工コンクリートの締め固めは、トンネル全線のコンクリートの施工においてアーチ肩部（天端部検査窓下）まで棒状バイブレータで十分締め固めを行った後に、天端部に1mピッチに4本設置した長尺引抜きバイブレータを一定の速度で締め固めを行いながら裊棒方向に引き抜くことにより実施した。

覆工コンクリート確実な締め固めによる効果は、密充填後に長尺バイブレータによる締め固めを行い、経年ひび割れの原因の一つとなる天端の空洞発生を防止できることである。なお、本トンネルでは、万一の空洞発生にも対応できるように、覆工コンクリートの施工完了に合わせて電磁波探査も実施した。

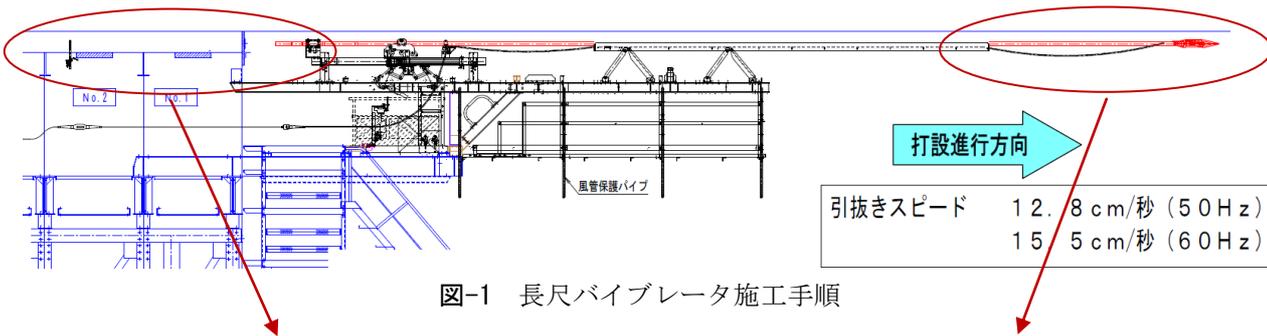


図-1 長尺バイブレータ施工手順



写真-4 長尺バイブレータ設置状況（セントル内部）



写真-5 長尺バイブレータ（引抜き状態）

3. まとめ

今回報告した管理技術により、以下の採用効果を確認することができた。

- 1) 光る変位計の設置により切羽作業の安全性が向上した。
- 2) ミストシャワーの設置により掘削時の作業環境が良化しました。
- 3) 覆工コンクリートの初期強度不足によるひび割れ発生や締め固め不足による天端空洞の発生を防止し今後は、本トンネルにおける施工実績やノウハウを水平展開してより良い品質のトンネルを構築できるよう努めていきたいと考える。