

供用中の高速道路トンネル補強工事における安全設備の工夫や坑内環境の改善

工藤 智裕*

Tomohiro Kudo

北村 隆宏*

Takahiro Kitamura

野口 達朗**

Taturo Noguchi

1. はじめに

本工事は、高速道路リニューアルプロジェクト（大規模更新・修繕事業）の一環として、供用中のトンネル内で補強工事を実施した。高速道路の片側1車線を供用しながら、規制内の狭小施工ヤードにおいて工事を行うため、高速道路利用者と工事関係者の安全確保を最優先に、作業環境の改善や安全性の向上を行った。本稿では、その施工実績について報告する。

2. 工事概要

工 事 名 長野自動車道 一本松トンネル補強工事

発 注 者 東日本高速道路(株) 関東支社

工事場所 長野県安曇野市豊科南穂高～
長野県千曲市大字屋代（図-1）

工 期 令和2年11月20日～令和7年5月27日

工事内容 支障物移転工 L=2,421 m

土留工 L=162 m

ロックボルト工（L=6.0 m）283 本

インバート工 L=160 m

オーバーレイ工 1,867 m²

夜間通行止め規制 6 回



図-1 一本松トンネル下り線 位置図

* 関東土木（支）一本松（出）

** 土木設計部設計2課

3. 変状状況とトンネル補強工

一本松トンネルは、長野自動車道麻績IC～更埴IC間に位置し、凝灰岩、凝灰質礫岩を主体とする山塊を最大土被り約300 mで貫く延長3,190 mの2車線道路トンネルで、供用から約30年が経過している。

インバート未施工区間では、膨潤性粘土鉱物の吸水劣化（塑性変形）と吸水膨張による複合要因で、盤膨れが生じ、最大路面隆起量約200 mmの路面の段差や、トンネル覆工壁面の押出しによる円形水路の閉塞、内空断面の減少などの変状が発生している（写真-1）。

本工事は、これらの変状対策として、長期的なトンネル構造物の健全性の確保を目的に、供用中のトンネル内で、ロックボルトによる覆工コンクリート補強や新たにインバートを築造するトンネル補強工事を行った。



写真-1 変状状況

4. 課題と工夫

(1) 供用車線に近接した施工条件

供用車線上でインバート築造を1車線毎に半断面施工で行う際は、昼夜連続規制を設置する。昼夜連続規制では、供用車線と施工箇所をラバーコーン等の規制材で区分した状態のため、万が一、一般車両が規制内に進入した場合、工事関係者と接触するリスクが非常に高い。

そこで、視認性が高く、光の点滅により、ドライバーへ光の流れを見せることが可能な路面点滅誘導灯を導入した。特に規制材への接触頻度が高いテーパー部と接触時の重大性が高い工事区間の前方に配置し、接触頻度の低減効果を検証した（写真-2）。

また、インバート築造でトンネル内を掘削する際、掘削箇所の前後は、ラバーコーンのみで区分されるため、一般車両が規制内に誤進入した場合に掘削箇所へ転落するリスクが高い。そこで、人力移動が可能な、鋼製仮設防護柵を掘削箇所の前へ導入した（写真-2）。



写真-2 路面点滅誘導灯、鋼製仮設防護柵

路面点滅誘導灯の導入により、規制内への一般車両の誤進入は発生しなかった。また、路面点滅誘導灯導入前（令和4年度）と路面点滅誘導灯導入後（令和5年度）を比較したところ、導入後は一般車両による規制材との接触頻度を約60%低減する効果があった（表-1）。

また、鋼製仮設防護柵の天端部に回転灯を設置したことで、掘削箇所一般車両が誤進入することを防止でき、防護柵との接触事故も発生しなかった。

表-1 路面点滅誘導灯の導入前後比較

項 目	単 位	導入前	導入後
昼夜連続規制日数	日	69	112
規制材への接触件数	件	8	6
頻度（接触件数/規制日数）	%	12.0	5.0

接触頻度 = 令和5年度/令和4年度 = 5.0/12.0

接触低減率 = (12.0 - 5.0)/12.0 = 60%

(2) 特殊条件下における作業環境の改善

一本松トンネルは山間部に位置するため、坑内に携帯電波が届きにくい環境である。そのため、掘削作業時の地山変状や通行車両の故障・事故等の緊急対応時に、関係者との迅速な連絡を行うための通信環境の確保が課題であった。

そこで、トンネル坑口付近に衛星回線（スターリンク）の受信機を設置し、坑内にWi-Fiのアクセスポイントを設置することで、坑外との連絡はインターネット衛星回線を介して連絡が取れるような環境を整備した（写真-3）。

また、トンネル坑内での工事は走行する車の騒音と走行風による厳しい労働環境がトンネル内の工事従事者に高いストレスを与えることが課題であった。これらの課題を克服し、トンネル内の労働環境を改善するために、作業する場所に依りて移動可能な、移動事務室車（マルチルームカー）を導入した（写真-3）。

坑内環境の改善を目的に、衛星回線および移動事務室車を導入することで、現場事務所から離れた坑内とTV会議や遠隔臨場を行うことができた。また、高速通信網の整備や静音空間を確保したことにより、迅速な情報集約と全体周知が可能となり、作業環境を飛躍的に改善できた（表-2）。



写真-3 衛星回線、移動事務室車

表-2 スターリンクの導入前後比較

項 目	通信速度	
	ダウンロード	アップロード
スターリンク導入前	3.74 Mbps	0.12 Mbps
スターリンク導入後	26.70 Mbps	4.55 Mbps

(3) 夜間通行止めによる施工

本工事では、片側1車線を供用しながら、インバートを築造するため、通行車線と施工箇所の境界部へ一般車両の進入を防ぐ防護柵を設置する必要がある。防護柵設置撤去時には、車線の幅員を確保することができないため、夜間通行止め作業が必要となる（図-2）。

夜間通行止め区間は、年平均日当たり交通量が約14,500台/日で、高速道路利用者への影響を最小限にするため、短時間かつ確実に夜間通行止めによる作業を完了させる必要がある。

そこで、夜間通行止めによる防護柵設置撤去や道路中央部における作業をCIMモデルによりシミュレーションした。その結果、工事関係者が視覚的に内容を理解し、より具体的な情報共有ができたため、合計6回の夜間通行止め作業を計画した時間内に全て無事故で完了することができた。

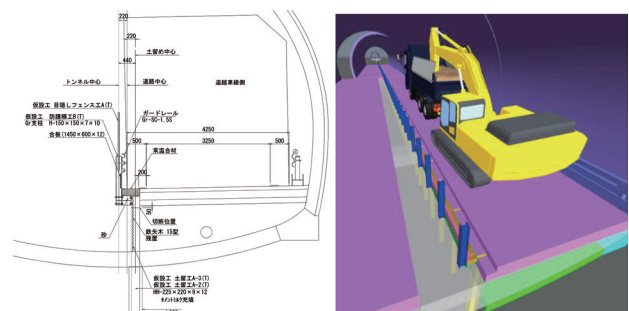


図-2 防護柵工、通行止め CIM モデル

5. おわりに

高速道路リニューアル工事の需要が高まり、車線規制を伴う工事が増える一方で、通行車両の誤進入等に起因する接触事故が多発している。そのため、安全・安心な現場体制の構築及び、更なる安全設備の工夫や積極的な導入が不可欠となる。本工事の施工実績は、今後増加する高速道路リニューアル工事の安全対策の一助になるものと考えられる。

謝辞. 本工事の計画・施工を進めるにあたり、安全設備の工夫や坑内環境の改善を実施するためのご指導、ご協力をいただいた関係者の皆様に、感謝の意を表します。