

# 走行型計測技術を用いたトンネル補修工の効率化の検討 (奥岩泉トンネルつらら・氷柱対策)

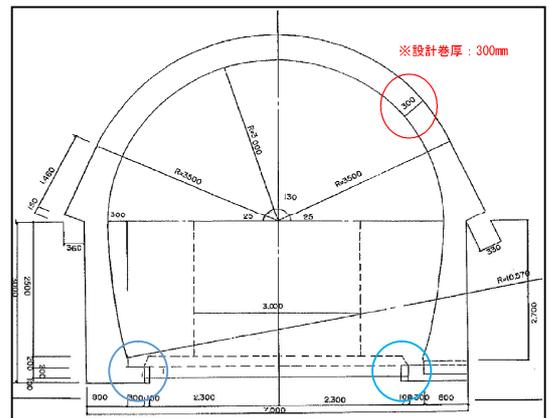
パシフィックコンサルタンツ(株) トンネル部 正会員 ○駒村 一弥<sup>1)</sup>  
 パシフィックコンサルタンツ(株) トンネル部 正会員 齊藤 優貴<sup>1)</sup>  
 岩手県岩泉町役場 地域整備課 中村 芳<sup>2)</sup>

トンネルの変状対策として現場における外力性の有無の判断は、断面の変形形状の状態を把握する必要があり、断面測量が必要である。とくに冬期のつらら・氷柱の著しいトンネルの対策として、凍上や水圧・土圧の有無があるかどうかを判断して対策工を検討し設計する必要がある。

ここでは定期点検に走行型トンネル計測システムを導入し、近接目視と打音検査の補完技術として「壁面の画像撮影」と「断面形状測量」、標準調査の基礎調査として「覆工巻厚および背面空洞探査」を行い、精度の高い変状展開図の作成、断面変形の有無、覆工巻厚と背面空洞の有無等の基礎資料に基づく、総合的な健全性の判定および変状原因の究明を行い、対策工設計を実施した。対策工の選定では冬期の試験施工を踏まえ導水工の選定を実施した。本稿では多角的データ取得から、定期点検および補修設計の効率化を可能とする「走行型計測技術」と、当技術を用いたつらら・氷柱対策工設計の提案を行うものである。

## 1. 奥岩泉トンネルの概要

町道奥岩泉線の奥岩泉トンネルは岩泉町の北西約 12km に位置し昭和 44 年竣工の矢板工法トンネルであり、延長約 790 m、幅員 4.6m の 2 車線トンネルである。標高 650m 付近にあり、冬期の坑内温度は零℃近隣であり冷気が吹き抜けるため、漏水箇所はつらら・氷柱・氷盤が発達し、とくに氷柱は内空側へ約 50cm のせり出しとなるため日交通量は少ないものの車両交通の支障がでていた。したがって、トンネル点検、調査を踏まえ早期な対策を実施することが望まれていた。右にトンネル内空断面図(図 1-1)、冬期の氷柱状況を示す(図 1-2)。



※○部：路肩排水工施工済み

【図 1-1】奥岩泉トンネル標準断面図

## 2. トンネル点検と対策工検討

H26 年度に定期点検と覆工背面空洞調査を行い、覆工の健全性を評価した。点検調査は、近接目視点検と走行型車両による覆工面画像撮影、内空断面測量、および覆工背面空洞調査を行った。トンネルの設計巻き厚は 30cm であり、部分的に 30cm を切る箇所もあるが、覆工のひび割れ状況(開口ひび割れであり、圧ぎはない)と内空断面測量結果から空洞はなく、安定していると判断できた。次頁に覆工背面調査結果(図 2-1)、覆工のひび割れ状況(変状展開図)(図 2-2)、内空断面測量結果(コンター図)(図 2-3)を示す。コンター図ではひび割れに沿った内空側への変形はなく、地山反力不足の変形や地圧作用による変形がないことが判明できる。トンネルの対策としては、ひび割れ周辺の剥落対策と漏水対策を行うことにより、



【図 1-2】冬期の氷柱の状況

キーワード 覆工壁面画像, 断面測量, 覆工背面空洞, 健全性診断, 走行型計測, 氷柱対策工

連絡先 1) 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22(テラススクエア) パシフィックコンサルタンツ(株) TEL03-6777-4763

2) 〒027-0595 岩手県岩泉町字惣畑 59 番 5 岩泉町役場 地域整備課 TEL0194-22-2111

冬期のつらら・氷柱・氷盤対策になると判断できた。しかし漏水対策として導水工（線導水工、面導水工）によって氷柱を発生させないことが可能か、導水樋の内部で凍結しないか確認する必要があった。

3. 冬期における導水工の試験施工

H26年度の冬期において漏水箇所に通工を試験施工し凍結の有無を確認することとした(図3-1)。その結果、厳冬期を考慮した通工(導水板の2重構造仕様)では、樋内で凍結はなく、脚部の側溝へ導水できることがわかった。路盤の氷盤はアーチ部のつららからの滴水が路面で凍結しドーム状に発達していることから、つらら防止が直接氷盤防止につながると判断した。また、側溝はコンクリート蓋で覆われており、蓋の開閉用の隙間があるものの、外気が直接あたらないことから凍結することなく流下していた。したがって、側溝は冬期前に通水を阻害する落葉等堆積物の清掃を行い、通水性を確保することが重要であることがわかった。

4. 漏水・つらら・氷柱対策工設計

冬期の試験施工を基に、つらら・氷柱対策としては「線導水・面導水」の組み合わせによって覆工面の漏水をなくすことにより対策可能と判断した。覆工面の断面測量結果から覆工には外力変状モード(変状形態)はなく、水圧・土圧作用がほとんどないと推測でき、現段階では覆工構造への補強対策は必要ないと判断した。今後の定期点検においてひび割れの進行、および断面変形を内空再測量によって継続監視することが望まれる。

また、導水工からの漏水防止シール工の追施工の必要性を冬期に確認していく予定である。

5. まとめと今後の課題

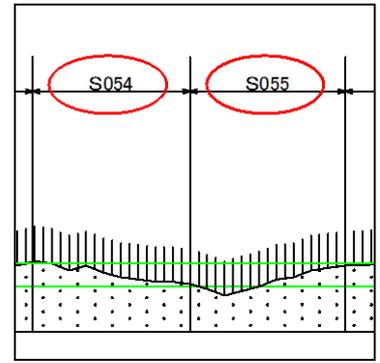
冬期の氷柱の状況と覆工のひび割れ状況からは、覆工への外力作用が大きいと推測されていたが、断面測量と覆工背面調査の結果から、覆工には大きな外力作用はなく変形はないと判断できた。

施工は今年度実施予定であり冬期を迎えることとなる。施工後の秋期に漏水確認、冬期の状況を確認し、設計・施工の妥当性を再評価する予定である。

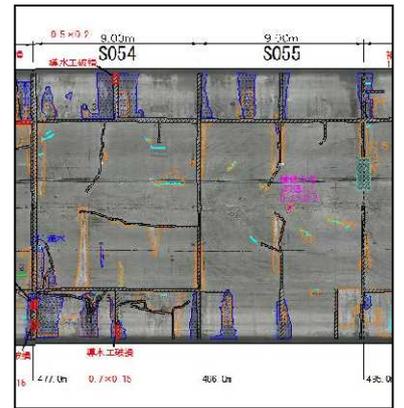
標高700m程度以上の北国の山岳トンネルでは、冬期のつらら・氷柱の対策を抱える箇所が多いと推測している。今年度の冬期の状況を次回報告する予定であるが、本検討・設計が、つらら・氷柱対策の参考となれば幸いである。

参考文献

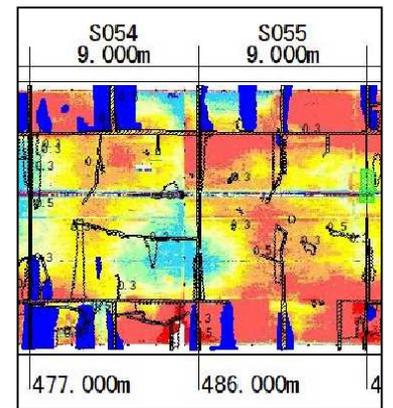
- ・新都市社会技術融合創造研究会 道路トンネル健全性評価技術研究プロジェクト：走行型計測技術による道路トンネルの健全性評価の実用化研究 研究成果報告書，2013.2
- ・走行型計測技術を用いたトンネル点検の効率化の検討：土木学会年次講演会，2015.9



【図2-1】覆工背面調査結果



【図2-2】覆工のひび割れ状況



【図2-3】断面測量結果(コンター図)



【図3-1】冬期の試験施工状況