

掘削完了直後と一次吹付け完了後の形状測定を掘削ごとに行い、掘削形状と鏡吹付け量を把握する。従来、トンネルの形状測定には三脚型や車載型のスキャナを使用した絶対座標による測定が行われてきたが、本機では鋼製支保工を既知点とした相対座標系により従来型の課題であった自機位置の測量や機械の入替作業を不要とした。機械のセッティング中に測定が可能であるため、現状、最も合理的なりアルタイム形状測定法であると考えられる。

掘削後に測定した点群データの分析により、トンネル軸方向・周方向の余掘り量を把握することができる(図-3)。

これにより崩落発生時は、崩落状況を安全かつ即時に把握できることから、吹付け前の切羽直下に立ち入る危険作業が無くなり、安全性が向上する。また、崩落時の形状を早期に発注者・施工者間で共有することで、補助工法の仕様変更を素早く判断することができる。さらに、切羽写真と掘削形状を比較することで、崩落しやすい岩質を把握でき、周辺地山評価としても活用できる。

4. 補助工法選定への適用

崩落発生時の対策工の選定事例を紹介する。初めに、削孔検層を実施し、脆弱層の分布範囲の確認を行った。掘削が進むにつれて硬質になるが、天端部には脆弱層が継続して分布していることが確認できる(図-4)。次に、崩落発生時に、3D スキャンで崩落形状と崩落範囲の測定を実施した。崩落手前の掘削形状を並べて確認すると、崩落時(支保 No.148)以前から抜け上りの予兆があったことが確認でき、支保 No.146 から徐々に拡大している様子が分かる(図-5)。これらの結果から、図-6 に示す補助工法の選定を行った。形状測定結果から実際の抜け落ち形状が確認できたため、崩落時の滑り角度を読み取り、崩落断面における緩み範囲を仮定した。設定した緩み範囲を包括できるように、切羽近傍では6mの注入式フォアパイリング、以奥の切羽では4mの注入式フォアポーリングを採用した。その結果、補助工法施工後の崩落は確認されず、適切な補助工法により安定した掘削を進めることができたと考えられる。

5. まとめ

日常的な前方地山予測と掘削形状測定を活用した掘削計画と実施例について紹介してきたが、この手法は地山状況に応じた発破設計とその効果検証にも有効である。今後、岩の硬軟が混在する不均質な地山掘削に対する合理的な施工手法の一つとして継続的な運用を図って行きたい。

参考文献

1) 白鷺ら：トンネルの施工穿孔データを利用したオンタイム切羽評価と前方予測，トンネル工学報告集，Vol.27，I-19，2017。

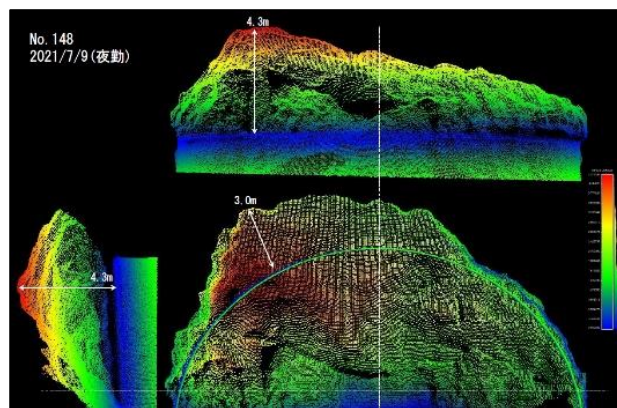


図-3 掘削形状計測結果(崩落発生時)

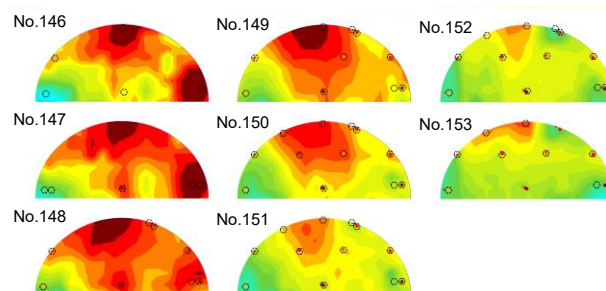


図-4 削孔検層結果

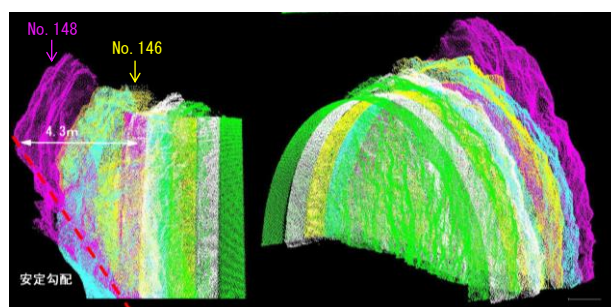


図-5 崩落形状測定結果

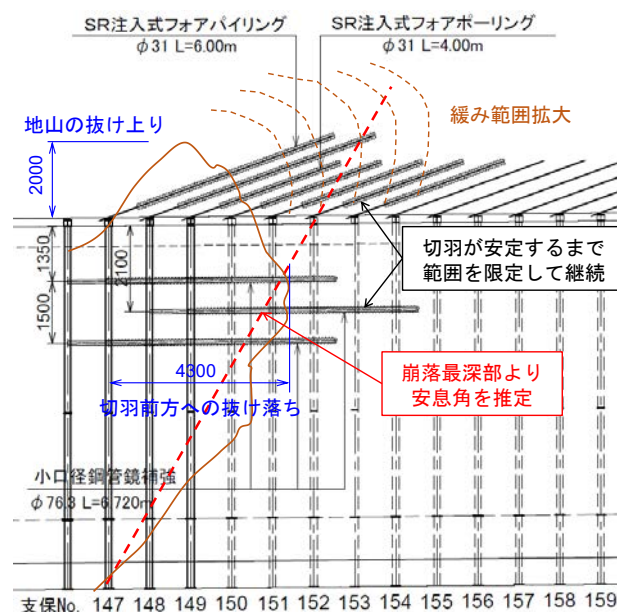


図-6 選定補助工法