

栗子トンネル換気坑工事における車両搭載型測定機を用いた掘削断面形状測定

前田建設工業 東北支店 栗子トンネル作業所 正会員 ○菊地 晃徳
 国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所 非会員 高橋 忠国
 前田建設工業 東北支店 栗子トンネル作業所 非会員 鈴木 敏之

1. はじめに

栗子トンネル換気坑は、東北中央自動車道のうち福島から米沢北間に位置する栗子トンネル（L=8972m）のほぼ中間点に接続する総延長 2609.4m の換気用トンネルのうち、2283m を建設する工事である。本工事では、柱状の割れ目形状となる流紋岩が出現しており、発破後の掘削形状は凹凸が顕著となるため、余掘りの増大や当たりの発生が懸念された。

よって、本工事では掘削出来形管理として、掘削直後の断面形状を測定する事とし、車両搭載型の測定機を用いることで、昼夜を問わない1掘進毎の断面測定が可能となった。本稿では、車両搭載型測定機による掘削断面形状測定の概要と成果について報告する。

2. 測定概要

一般的に掘削断面形状を測定する場合、三脚式の測定機を切羽付近に設置して、掘削面をノンプリズム計測により測定を実施する。よって、通常の測定方法では、測量経験のある技術者でなければ測定が困難であった。したがって、昼夜連続での断面測定を想定した場合、専属の技術者を配置しなければならず、人員不足等で余裕が無い昨今の情勢においては大きな課題となる。

今回導入した断面形状測定方法は、車両に測定機を搭載し掘削直後の断面形状を測定するものであり、パソコンのボタンを2箇所押すだけで、全自動で断面測定が開始される。つまり、測量知識の無い作業員でも操作可能で、人的要因による測定誤差が発生し難い方法と言える。以上より、掘削施工サイクルの中に本測定を取り込んで、1掘進毎の掘削断面形状を測定する事が可能となった。

測定手順を以下に示す。また、測定概要図を図-1、測定状況を写真-1、写真-2に示す。

- ① 天端に固定された後方測量機にて切羽の掘削距離を測定する。（自動）
- ② 車両搭載型測定機を切羽にセットし、車両の助手席にあるパソコンのボタン2箇所を押す。（手動）
- ③ 後方測量機が車両に搭載した測定機を測距し、位置座標を算出する。（自動）
- ④ 車両搭載型測定機が既知点である後方測量機を測距し、方向角を算出する。ここで、車両搭載型の測量機は設置土台に2軸傾斜計を付けており、測量機の傾斜を測定し、測定値に補正を掛けている。（自動）
- ⑤ 車両搭載型測定機により掘削断面を測定する。①で測定した切羽の掘削距離から0.5m後方の位置を計測する。
- ⑥ 測定結果が車両に設置しているパソコンに表示される（自動）

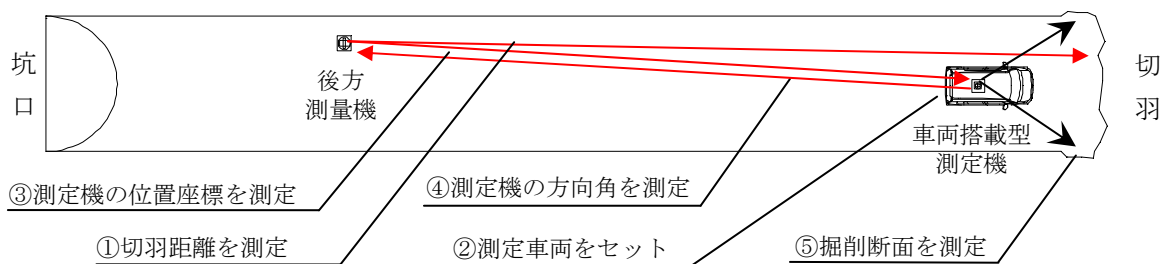


図-1 測定概要

3. 測定成果と課題

掘削直後の掘削断面形状を1掘進毎に連続して測定する事が出来た。測定結果を図-2、図-3に示す。全体の平均余掘りは266mmであり、DIパターンは地山までの平均距離のバラツキが大きい事が分かる。

本測定を実施する事で得られた利点としては、発破毎に切羽の断面形状を測定してリアルタイムに結果が表示されるので、当たりの確認が可視化でき、当たり取りも確実に実施可能となった。

キーワード 車両搭載型測定機、掘削断面形状測定、1掘進毎測定、掘削施工サイクル

連絡先 〒992-1331 山形県米沢市板谷字鎌沢 529 番 15 号 前田建設工業（株）東北支店 栗子トンネル（作）
 TEL 0238-39-5034



写真-1 測定状況

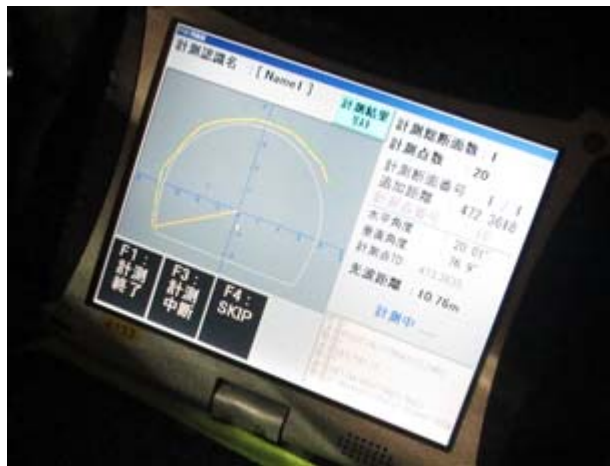


写真-2 測定状況 (PC モニター)

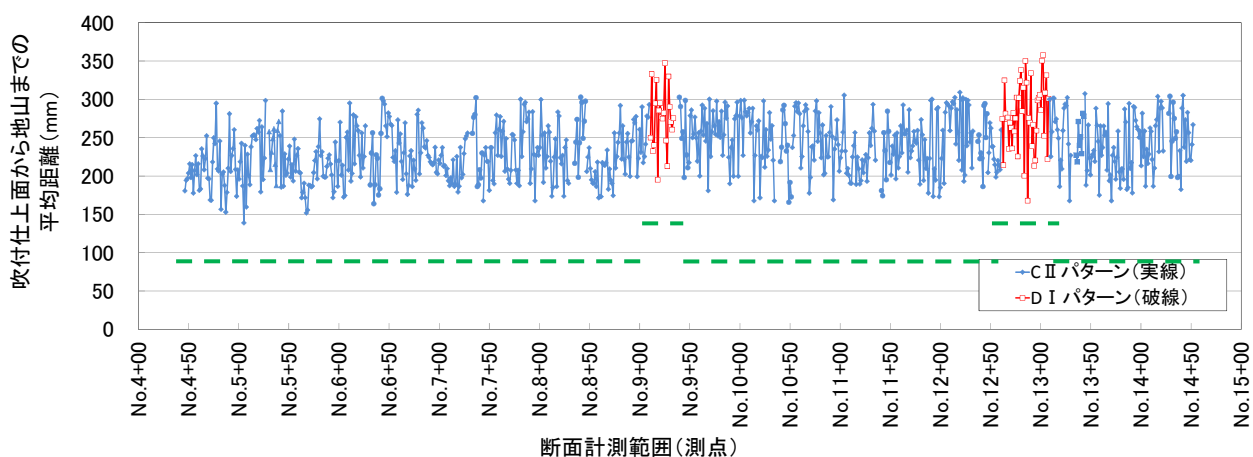


図-2 掘削直後の断面形状測定結果

また、吹付け仕上がり面から地山までの平均距離が算出されるので、吹付コンクリートの使用量を決める際の参考となった。加えて、掘削出来形精度の向上を目指して、次回発破時の装薬量や削孔間隔を調整する際のデータとして活用し、余掘量の低減を試みた。これに関しては、装薬量や削孔間隔の調整により、余掘量を低減出来た断面もあるが、岩盤の亀裂や岩強度などの地山条件が余掘量に影響を与える支配的な要因となっており、継続的に余掘を低減するまでには至らなかった。

一方、測定上の不具合もあった。後方の測量機と切羽の断面測定機は、互いの位置を確認するため測距を実施するが、2点間に重機などの障害物があると測距出来ず、位置座標の算出が出来ない事例が見られた。これは、トンネル断面が40m³と狭い事に起因しており、測定時の機械配置ルールを定め、障害物を除去することで不具合は解消出来た。

課題としては、断面計測を実施する作業が追加されるため、掘削サイクルが僅かではあるが遅延することが判った。断面測定時間は、機器設置から測定、退避を含めて5分程度である。測定5分のうち、後方の測量機と車載型測定機との無線通信の接続待ちによる待機時間が2分程掛かっており、これに掛かる時間を短縮する必要がある。

また、測量精度としては三脚を設置して計測する測定方法の方が精度は高い。これは、車両搭載型測定機の傾きを2軸傾斜計で水平補正している為であるが、掘削断面を測定する精度としては十分だと考えられる。

4. おわりに

これまでに、トンネル掘削直後の断面形状を測定したケースは多々あるが、昼夜問わず連続的に測定した事例は無く、今回が初めてとなる。課題としてトンネル掘削サイクルが若干遅延することであるが、無線通信時間の短縮等で十分改善できる。今後の展開として、吹付厚の出来形管理などに適用範囲を広げる事が可能である。

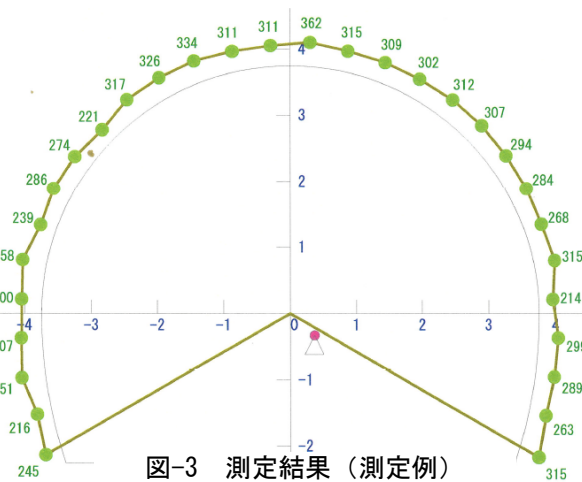


図-3 測定結果 (測定例)