

削孔エネルギーと地質展開写真による地山評価 (その1: 切羽画像撮影装置の開発)

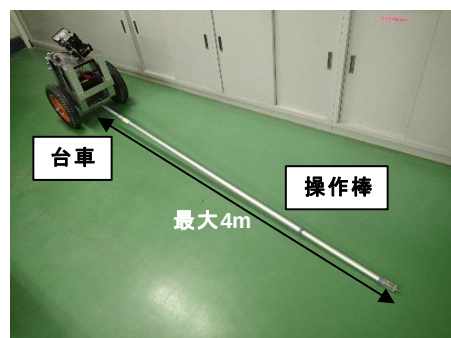
大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○古賀快尚, 市来孝志, 谷卓也, 山上順民

1. はじめに

山岳トンネルの施工において、切羽周辺の地山状況を把握することは、施工時の安全性を確保することや最適な支保工選定を行うにあたって重要である。近年では、その手法の1つとして、油圧削岩機の削孔データ(フィード圧、回転圧、打撃圧、削孔速度など)を評価し、切羽周辺の地山状況を評価する取組みが盛んである¹⁾²⁾。著者らは地下空洞周辺の地山状況を把握するために、切羽面と空洞壁面のスケッチと、ロックアンカー施工時の削孔データと併せた地山評価に取り組んできた³⁾。現在はこれら観察スケッチを、トンネル坑壁画像を掘削方向に繋ぎ合わせて作成する地質展開写真に置換えた地山評価技術の開発に取り組んでいる。この技術により、画像から岩種や亀裂の分布、岩盤の風化・変質の程度を判断した結果と、地山の硬軟の目安になる削孔データを併せて評価することで3次元的な地質構造を容易に把握できるようになると考えられる。本稿では、安全な位置から切羽近傍の撮影を可能とする撮影装置と、その写真から作成した地質展開写真により、山岳トンネル施工中の45m区間の地質状況を評価した事例を報告する。

2. 切羽画像撮影装置の概要と撮影方法

写真-1に開発した切羽画像撮影装置を示す。写真-1(a)より、撮影装置は長さ4mの操作棒とカメラ・照明・レーザー距離計・全周レーザーを搭載した台車で構成される。伸縮可能な操作棒は、切羽から離れた安全な位置で撮影できるよう設けられている。写真-1(b)に示すように、カメラ・照明・レーザー距離計は回転架台の上に搭載し、回転と同時に動画撮影を行い、周方向のトンネル坑壁を撮影する機構となっている。しかし手動でおおまかに位置合わせを行うため、必ずしも断面の中心に装置は据えられない。そのため図-1に示すようにカメラと撮影対象地山の撮影距離が一定でなく、画像に歪が生じる。レーザー距離計はカメラと撮影対象地山との距離を計測し、この画像ひずみの補正に用いることを目的として設けられている。また、全周レーザーは、トンネル軸に対して装置を平行

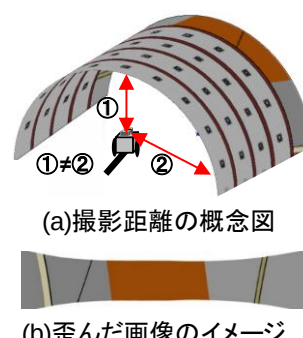


(a)全体図



(b)台車部

写真-1 切羽画像撮影装置



(a)撮影距離の概念図



(b)歪んだ画像のイメージ

図-1 撮影距離による画像歪みのイメージ

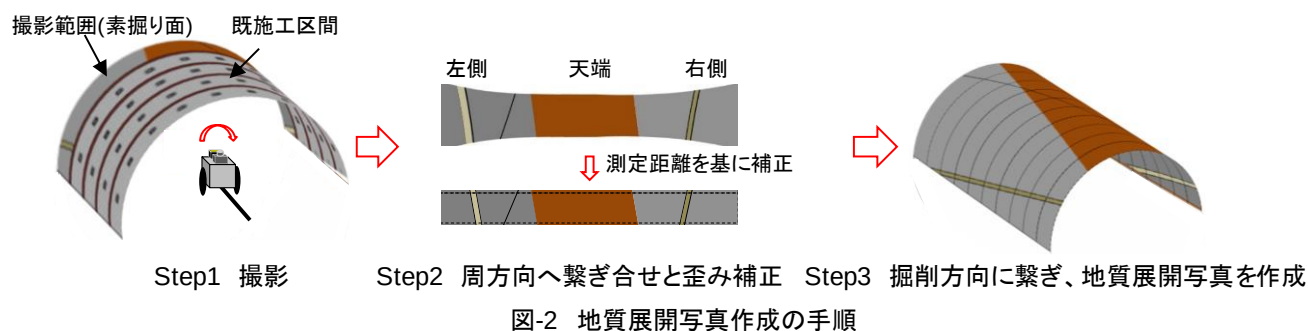


図-2 地質展開写真作成の手順

キーワード 山岳トンネル, 切羽写真, 地質展開写真, 地山評価

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217

に位置合せするための目印として使用する。

図-2 に、撮影から地質展開写真を作成するまでの手順を示す。掘削終了後、切羽前に撮影装置を持込んで位置合せを行い、切羽から 5m 離れた位置にて撮影する。撮影時間は路盤の状況にもよるが、作業員 1 名で概ね 2 分以内である。撮影した画像は、計測した撮影距離を基に画像歪補正を行い地質展開写真とする。

3. 現場実験と地質展開写真

開発した切羽画像撮影装置を用いて、山岳トンネル現場で撮影実験を行った。当該トンネルの地質は、新第三紀中新世の凝灰岩と安山岩溶岩で構成されている。撮影実験は事前の先進ボーリングの結果から、凝灰岩優勢から安山岩溶岩に移行することが予想されていた 45m の区間で実施した。実験区間の代表的な切羽写真および実験状況を写真-2 に示す。天端から左上半にかけて、ブレーカー掘削時にノミ跡が残る軟質な淡緑灰色の凝灰岩、右上半から切羽中央には灰白色の凝灰岩、右側には硬質な安山岩溶岩が分布し、性質が異なる岩盤が現れた切羽状況である。写真-3 に作成した地質展開写真、図-3 に地質展開写真を基に推定したトンネル周辺の岩種毎の分布を、凝灰岩優勢から安山岩溶岩に地質が変化する 11m に着目して示す。写真-3 より、掘削が進むにつれて、天端から左上半に分布していた凝灰岩が切羽の左側に遷移していることが分かる。切羽観察から 3 次元的な地質構造を推定するには経験を要するが、トンネル坑壁を撮影し、地質展開写真を提供することで、地質の専門家に限らず現場の技術者がその構造を容易に把握できるようにする。

4. まとめ

切羽近傍において鏡面およびトンネル坑壁を安全かつ迅速に、撮影可能な切羽画像撮影装置を開発した。歪補正を行い高画質な地質展開写真を提供することで、現場の技術者が地質構造を容易に把握しやすくなったと考える。3 次元的に分布する亀裂帯や地層の走向傾斜を可視化することは、切羽の安定性を評価する際に有益な情報となる。今後は削孔データや他の計測記録と共有して地質構造を判定し、より安全で合理的な施工が行えるシステムが構築していく。

参考文献

- 1)宮嶋保幸, 白鷺卓, 戸邊勇人, 山本拓治, 大塚隆明, 松下智明; コンピュータジャンボと画像解析を利用したトンネル周辺の地質評価技術, トンネル工学報告集, 第 26 巻, I-36, 2016.11.
- 2)尾田健太郎, 金岡幹, 小島英郷, 藤野晃, 福山拓郎; トンネル周辺削孔情報を利用した切羽前方探査の精度向上技術, 土木学会第 71 回年次学術講演会, pp.779-780, 2016.9.
- 3)武田宣孝, 西村哲治, 山上順民; 地下空洞掘削における情報化施工への穿孔検層の適用性, 電力土木, No.359, pp9-16, 2012.5.



写真-2 代表的な切羽写真(55基)及び実験状況

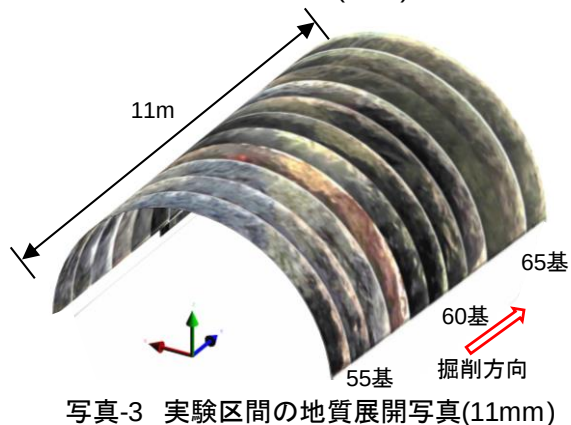


写真-3 実験区間の地質展開写真(11mm)

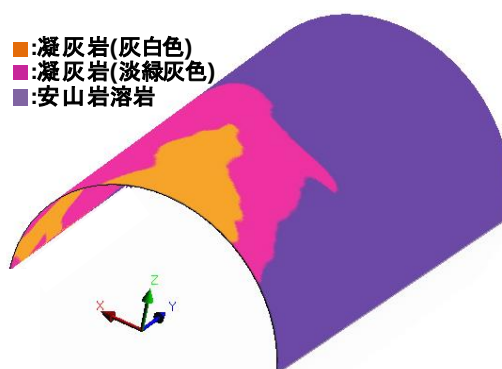


図-3 地質展開写真を基に推定したトンネル周辺の岩種毎の分布