

[令和5年4月12日]

新技術を活用した3次元トンネル切羽亀裂解析システムの開発

～切羽作業の安全性向上・省力化を目指す～

鉄建建設株式会社（本社：東京都千代田区、社長：伊藤泰司）と GalTa 株式会社（東京都港区、代表取締役 CEO：高津 徹）は、今回、切羽作業の安全性、切羽観察業務の変革に寄与する切羽亀裂解析システムを開発いたしました。

【目的】

山岳トンネル工事において坑内で取得した3次元点群データや ICT 技術の積極的な利活用は、施工管理面での省力化、生産性向上につながるとともに、安全面では切羽の肌落ち災害の防止、環境面では負荷低減や脱炭素への活用が求められています。

【技術の概要】

本技術は、トンネル坑内において、GoPro や iPhone 等で取得した動画を使用し、切羽面の3次元点群データを取得、それらをデジタルツインソフトウェア「TRANCITY」*で管理、データ解析することで、切羽観察補助や切羽亀裂の的確な把握による切羽作業の安全性の向上等に繋がるシステムです。

【システムの特徴】

写真-1に示すように、切羽上では地質の複雑な色調等の情報もあり、遠方からの肉眼観察では亀裂の抽出が困難な場合もありました。今回、切羽面の3次元点群データを用いることで、亀裂の間隔と亀裂の交差関係を判別し、危険箇所を抽出できるシステムを開発しました。

主な特徴として、撮影動画をアップロードすると「TRANCITY」内で切羽面の亀裂解析結果図を取得、表示できるため、切羽観察業務の大幅な省力化につながります。また、後述の平均化点群を用いることで、切羽面を偏りなく評価できます。そして、これらのデータを、現場技術者と遠隔地にいるバックアップの地質技術者が、このソフトウェアのクラウドにより複数人で同時に共有、確認することができるため、切羽毎に専門的観点から見た注釈を行うことも可能です。

また、従来目視確認により作成していた、切羽観察記録のうち、亀裂の間隔、亀裂の形態、見掛けの傾斜角を自動的に把握できます。

このシステムは、主として以下の3段階の解析システムで構成されています。

第一に、取得した点群の亀裂の形状等による取得ムラの影響を低減させ、コントラストを明瞭にするため、切羽を一定サイズのメッシュで区分し、そのメッシュ内の点群を平均化します（以下、その平均化した点群を「平均化点群」とします）。

第二に、この平均化点群よりシュミットネットで分布図を作成し、卓越亀裂のうち4つのピーク値を抽出し、それぞれのピークの法線ベクトルの角度値を求めて走向傾斜に換算します（図-1）。

第三に、その4つのピーク値ごとに、前述の切羽のメッシュから亀裂の抽出を行います（図-2）。この図の(a)は上向き（流れ目）亀裂の平均化点群、(b)が下向き（差し目）、この図の(c)が切羽に対して右向き、(d)が左向きの亀裂面を示し、亀裂解析結果図となります。

図示の結果では、特に天端部で亀裂頻度が高く、流れ目でくさび状に交差する関係を確認でき、肌落ちの危険性が高いことがわかります。

さらに、掘削毎の各切羽の解析結果を同時に表示することで、連続的に危険箇所を抽出できるシステムとしています。

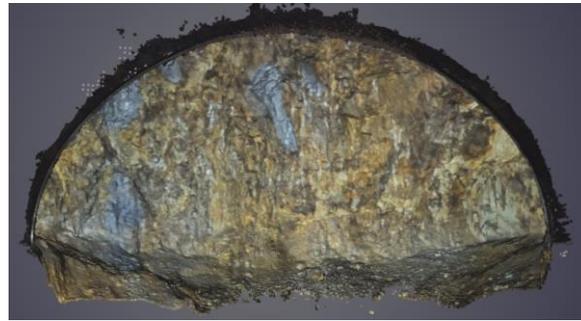


写真-1 切羽写真の亀裂の例

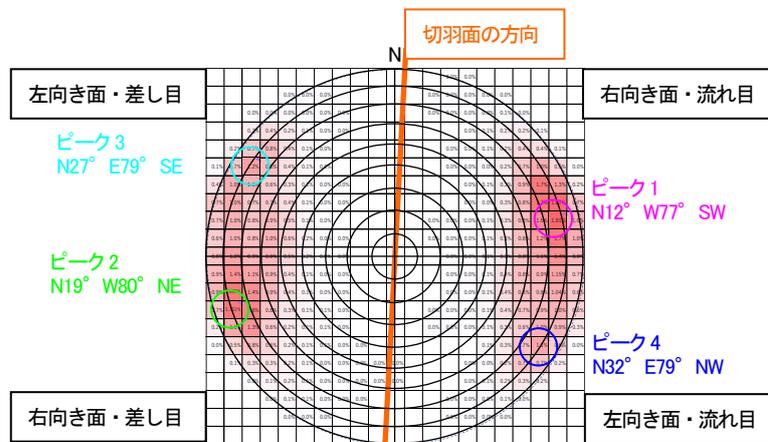
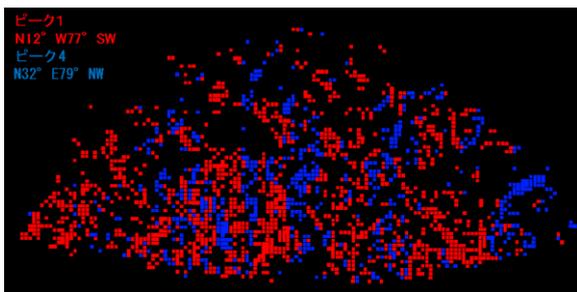
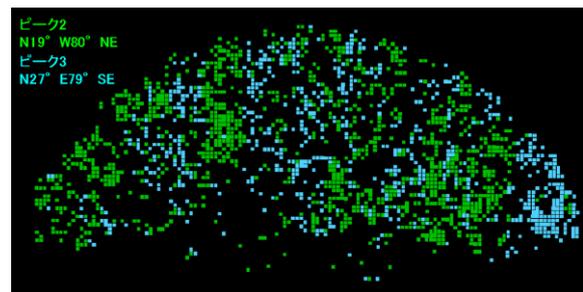


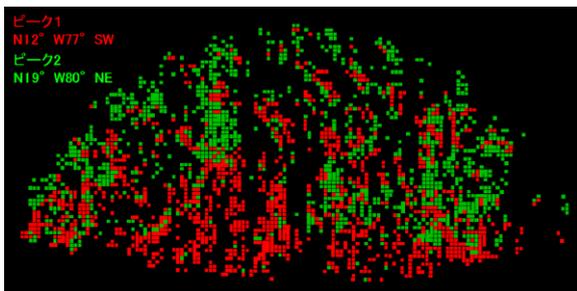
図-1 シュミットネットによるピーク値の算出



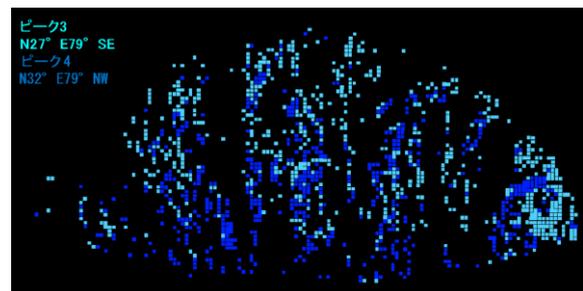
(a) 上向き亀裂のピーク 1, 4 の平均化点群



(b) 下向き亀裂のピーク 2, 3 の平均化点群



(c) 右向き亀裂のピーク 1, 2 の平均化点群



(d) 左向き亀裂のピーク 3, 4 の平均化点群

図-2 亀裂解析結果図のイメージ



【今後の取組み】

今後は、解析速度を向上させ、切羽画像上に危険個所を表示させるとともに、切羽前方の亀裂の状態を予測・表示し切羽作業の安全を向上する解析システムとなるよう開発を継続します。さらに、本社、支店等との情報共有により、専門的な知識を有する技術者の集約による効率化を図ります。

そして、切羽の状態把握からの発破パターンの自動設計、さらには、コンピュータジャンボによる自動化施工に必須な技術として、適用を図っていく予定です。

* デジタルツインソフトウェア「TRANCITY」

CalTa 株式会社が開発した、現場確認から設備管理までをデジタル上でワンストップに実施可能なソフトウェアです。このソフトウェアの機能のひとつとして、GoPro 等により撮影した動画データから、座標を有した点群を生成して、地図データ内の現実空間と同じ場所に三次元データを表示する機能を有しています。

鉄建建設株式会社 経営企画本部 広報部

東京都千代田区神田三崎町 2-5-3 〒101-8366

TEL 03-3221-2297 FAX 03-3221-2379