

トンネル切羽観察（節理）AI 自動評価のための切羽面 3 次元単純モデル化手法

佐藤工業㈱ ○正 菊田遥子, 正 京免継彦, 正 瀬谷正巳, 正 黒田千歳, 正 藤川保
(株)バイオネット研究所 新川隆朗, 前田新一

1. はじめに

トンネル切羽観察の「節理」を定量的に評価しようとする、切羽面をデータ化する必要がある。データ化の手法としては、写真撮影による「画像データ」と 3 次元レーザースキャナ（以下 3DLS）等による「点群データ」が現在用いられている。本報文では「点群データ」による手法について検討しているが、「点群データ」は、対象物を非常に緻密に表現することが可能である反面、そのデータ量の多さから、分析、比較といった次工程への展開が容易でないという問題点も明らかになっている。そこで、トンネル切羽面の「点群データ」を「3 次元単純モデル」化する事により、切羽面の解析、評価する手法について報告する。

2. 点群データの取得

点群データを取得する方法として、①3DLS、②ステレオ写真合成、③赤外線センサーなどが考えられる。①3DLS は、点群データを直接計測できるが、点群密度が最小 3 mm/10m 程度と節理を測定するには解像度が足りない。②ステレオ写真合成は暗いトンネル内での撮影である点で、使用可能な画像を得るためには手間が大きい。③赤外線センサーは、暗部での撮影に優れるが、解像度と測定範囲の少なさが問題となる。本検討では多少手間がかかるが②のステレオ写真合成を採用する予定である。図-1 にステレオ写真測定装置（試作機）を示す。



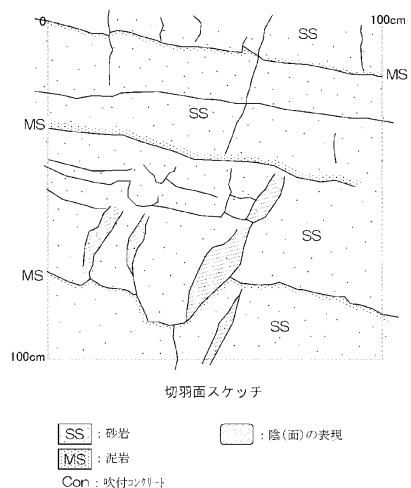
図-1 ステレオ写真測定装置

3. 3 次元単純モデル化手法

現場で取得した、地山サンプル（画像）、スケッチを図-2 に示す。



図-2 地山サンプル写真、スケッチ



通常は図-2 のような目視と地山スケッチにより節理を評価するが、各個人の経験値、能力、主観といった影響を排除する事が出来ない。図-3 は同一地山を赤外線センサーにより点群データを取得したものである。細かい地山形状が表現出来ている。図-4 は IGPf 法により 3 次元単純モデル化した図形である。図-3 の地山特徴を残しつつ、モデル化に成功している。

キーワード 3D レーザースキャナ, 点群データ, 3 次元モデル, IGPf 法

連絡先 〒103-8693 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 土木事業本部 ICT 推進部 TEL 03-3661-2932

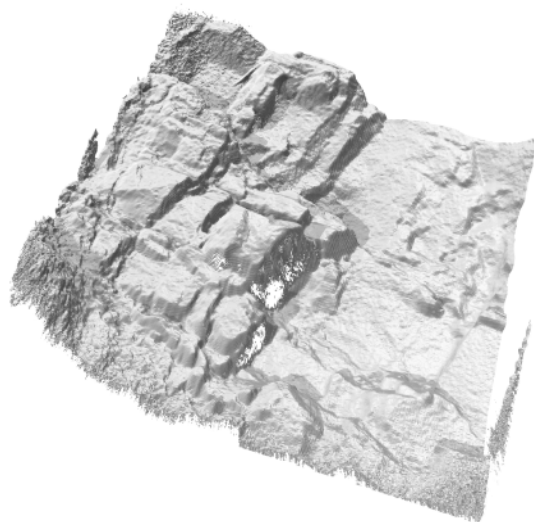


図-3 点群データ

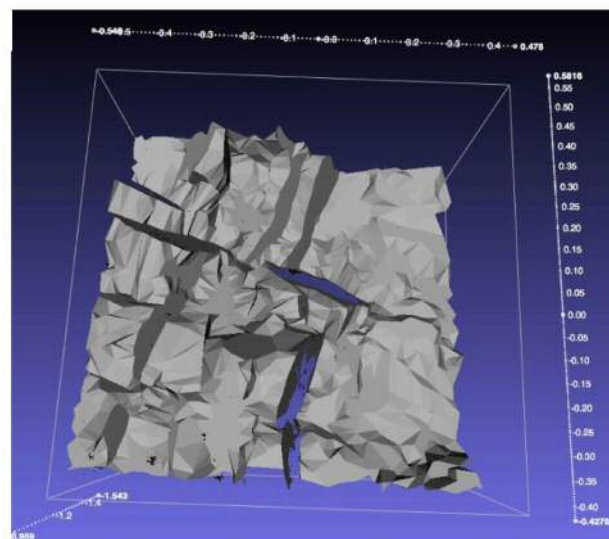


図-4 3次元単純モデル化

4. IGPF 法

点群データから単純モデル化する方法としては、手で任意点を間引くか、範囲内を平均化して間引く方法がとられる。前者は非常に大きな手間であり、後者は元々の形状特徴が失われる可能性がある。今回開発した IGPF 法 (Iterative Global Plane Fitting Method) 繰り返し大域平面当てはめ法は、点群をどの平面に所属させればコスト (平面への垂線距離など) を最小化できるかを、主成分分析とグラフカット画像処理を用いて曲面の平面近似を行う技術である。図-5 に IGPF 法のイメージを示す。上段の元図形に対して中段の従来法では形状の類似性が損なわれているが近似手法を使う下段では形状の特徴を保っている。図-4 のモデルは点群データを 30 の平面で近似している。

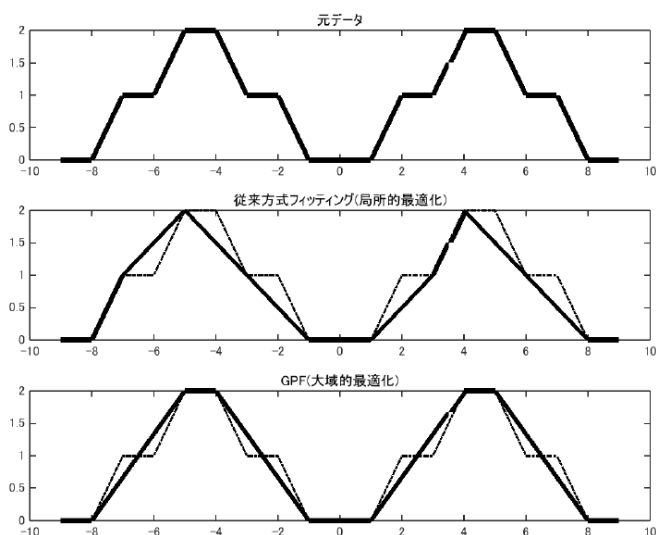


図-5 IGPF 法イメージ

5. まとめ

IGPF 法によりトンネル切羽面をモデル化する事が可能となった。今後は、3次元単純モデルデータ化された地山モデルより、平面の法線ベクトル、面積ヒストグラムといったデータを抽出検討する事で「節理」を表現できないか検証する。また、得られた3次元モデルそのものをAI解析する事で「節理」の特徴点を抽出する手法についても検証を計画している。これら最新のICT技術を活用してトンネル切羽観察の自動化を目指していきたい。

IGPF 法による点群データの3次元単純モデル化は、地山面、岩盤面等に限定されるものではない。また、近似させる図形も平面以外、曲面、円といった図形に近似させることも今後可能となる。現在様々な分野で3DLSなどによる点群データ計測が導入され始めているが、如何に効率的に3次元モデル化するかが大きな命題となっている。今回の手法を発展させることにより、例えば既設工場内の点群データ計測により既設配管、設備機械のモデル化、CAD図化が実施可能となり設備リニューアルといったニーズに対応可能となる。また、建設以外の分野へのニーズへの対応も検討していきたい。