

三次元切羽形態計測における写真測量の適用性に関する検証

清水建設(株) 正会員 ○末田将大 邊見涼 淡路動太

1. 背景と目的

近年、探査・測量技術の進歩に伴い、切羽形状の3次元データや色情報等を簡易な手法により取得可能となってきた。その中でも、写真測量を用いた切羽形態計測は、切羽に対して撮影位置を変えた複数の写真データのみから3次元点群データを取得する手法であり、現場での適用が非常に容易な点で注目されている。切羽形態計測の技術は、安全性の評価や、施工性を判断する上で有効な手段である。そこで、より合理的、効率的に施工管理フローに取り組むために、写真測量における撮影方法や取得枚数等について検討を行った。

2. 研究方法

写真データを用いた切羽形態計測の精度を検証するために、簡易3Dスキャナーによる計測結果との比較を行い、用途に応じた計測手法の特徴を検証する。以下の要領で代表的な3つの切羽の切羽形態計測を行った。

1) 簡易3Dスキャナー

簡易3Dスキャナーは距離約20mを精度約5cmで測定できる小型スキャナーを使用する。20cm四方、高さ20cmのスキャナー本体と台座用の三脚を現地に持ち運び、安全な距離を確保し切羽正面に据えるだけで測定が可能な技術である。計測に要する時間は約4分程度である。ただし、切羽に湧水が確認される箇所は、データ取得ができない。スケールを持った3次元点群データを取得できるので、データ処理は5分程度で完了する。

2) 写真測量

写真測量は切羽から約8m離れた位置から切羽と平行に5地点、上下高さを変えた2列の計10枚の撮影を基本とする(図1)。撮影に要する時間は約5分程度である。この時、カメラは角度を変えず、常に切羽面に正対させて撮影する。カメラは一般的なコンパクトデジタルカメラであるSTYLUS TG-850 Tough(OLYMPUS社製)を使用する。

撮影した写真は、撮影枚数ごとによる精度を比較するために、表1に従いケース分けを行った後、写真測量ソフト「Agisoft Photoscan」(Agisoft社製)を使用し、3次元点群データに変換する。1回の作業に要する時間は30分～1時間程度である。

3) 断面切り出し

処理した3次元点群データは、トンネルのCL、SLの2断面に切断する(図2)。これを3つの切羽で行い、計6断面のデータを重ね合わせ、それぞれの精度比較を行う。

3. 研究結果及び考察

1) 簡易3Dスキャナーと写真測量の計測精度比較

図3にCL、SL断面におけるそれぞれの計測結果を重ね合わせた図を示す。切羽形状では簡易3Dスキャナーと写真測量、また、撮影枚数による大まかな凹凸の傾向は一致している。ただし、撮影枚数が少ないと点群間のばらつきは相対的に大きくなる傾向が認められる。

キーワード 3Dスキャナー, 写真測量, 切羽形態計測

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設(株) 地下空間統括部 TEL03-3561-3891

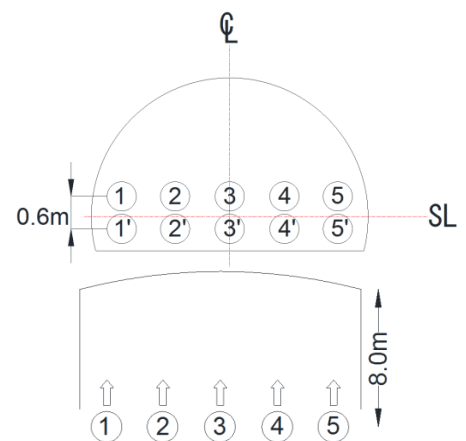


図1: 撮影位置

表1: データ処理ケース分類

	撮影箇所	枚数
case1	①～⑤、①'～⑤'	10
case2	①～⑤	5
case3	②、④	2

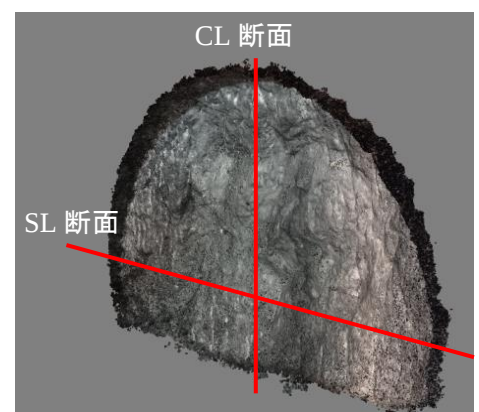


図2: 断面切断箇所

6つの断面それぞれにおいて同様の結果が得られた。従って、切羽の大まかな形状の推定は、撮影枚数が少なくても十分可能であると考えられる。例えば、抜落ち等の発生した切羽形態の把握の際に、切羽に必要以上に近づくことなく、デジタルカメラ撮影のみで、速やかにその3次元形態の表示と抜落ち堆積を推定できるため、非常に有効なツールとなる。また、余掘り管理等にも応用できる可能性がある。

2) 切羽の精細度に関する撮影枚数の影響

図4に撮影枚数の違いによる切羽情報の精細度の比較を示す。撮影枚数が10枚だと2枚の時に比べ、切羽表面のき裂や溝がより詳細に、かつ滑らかに見える。また、2枚の場合だと一部データが欠損している箇所が認められる。これは切羽の凹凸状態や撮影位置によっては、撮影枚数が少ないことで死角ができるためと考えられる。従って、撮影枚数を増やすことで表面の精細度が向上するため、抜け落ち等の切羽形状に加え、切羽性状の評価まで行う時には、撮影枚数を増やす必要がある。

3) 施工管理上の合理性

簡易3Dスキャナーと写真測量ではデータの取得方法や処理法が異なるため、特徴を把握し目的に応じた使い分けが必要である。簡易3Dスキャナーは、計測時にスケールを持った3次元点群データを取得できるので、データ処理に時間をかけず切羽形状のみを把握できる。一方、写真測量は切羽湧水により簡易3Dスキャナーでデータが取得できない場合や、切羽の詳細な地質性状までを把握したい場合に有効である。また、写真測量では一般的なカメラを使用するため、突発的な切羽状況の変化があった場合でも迅速なデータ取得が可能である。以上により、簡易3Dスキャナーは日常的な切羽形態計測において有効であり、写真測量は地質性状の評価まで行う場合や、緊急時のデータ取得に有効であると考えられる。

4. まとめ

本検証により、得られた知見は以下の通りである。

- 1) 写真測量において切羽の大まかな形状の推定は、撮影枚数が少なくても十分可能である。
- 2) 写真測量では撮影枚数を増やすことで表面の精細度が向上するため、切羽の地質性状の評価まで行う時には、撮影枚数を増やす必要がある。
- 3) 簡易3Dスキャナーは日常的な切羽形態計測において有効であり、写真測量は地質性状の評価まで行う場合や、緊急時のデータ取得に有効である。

なお、今回検証に使用した切羽は、切羽面が比較的なだらかで凹凸の差が少ないため死角が少なく、写真測量の撮影枚数による計測誤差が発生しにくい状況だったことも考えられる。節理面など切羽の凹凸状況によっては枚数が多く必要になる可能性も含め、写真測量のより合理的な施工管理フローを確立していく予定である。

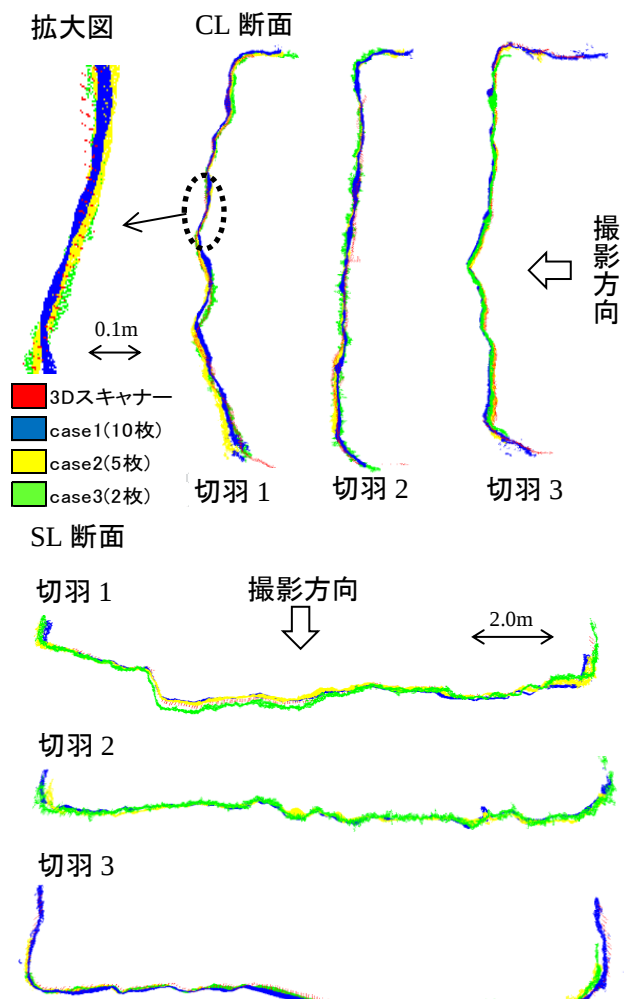


図3：写真測量、簡易3Dスキャナー計測精度比較

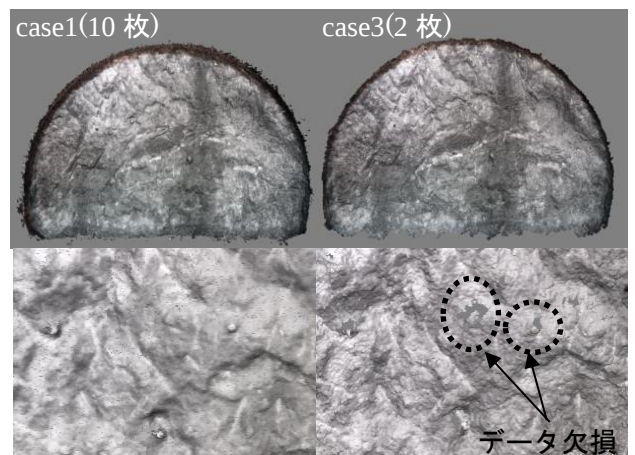


図4：異なる撮影枚数の切羽面比較