

## タブレット PC 活用による切羽観察の効率化と高度化

(株)熊谷組 正会員 ○青木 宏一 石濱 茂崇  
 正会員 片山 政弘 正会員 手塚 仁

### 1. はじめに

地中に構築する線状構造物であるトンネルは、事前に得られる地山の情報が常に十分なものであるとはいいがたく、施工段階に実際の地質状況を観察し、掘削に伴う地山の挙動及び支保の効果を観察・計測により確かめ、地山状況に応じた支保選定を行っている。

地山の状態を直接目視し、切羽面のスケッチを行い、定性的・定量的に評価する切羽観察・地山評価は、地質平面図や縦断図が連続的に描けるように、原則として毎切羽もしくは1回/日以上行い、切羽観察記録簿の作成をする必要がある。しかし、この記録簿の作成にも時間を要している現状がある。

一方で、タブレット PC はノートパソコンの代替として普及が進み、モバイル性に優れることからビジネスでの利活用の範囲が広がっている。

そこで、切羽観察簿の作成作業の効率化を目的に、タブレット PC のモバイル性を活用した切羽観察システムを開発し、現場適用を行った。また、これまで筆者らが実施してきた切羽写真2枚から切羽の三次元形状を取得する技術と走向・傾斜の測定およびその評価<sup>1)</sup>について、タブレット PC を用いて更なる高度化を図ったことも報告する。

### 2. システム概要

従来の切羽観察の作業手順は、図1(a)に示すように、現場にて切羽写真の撮影を行い、切羽面のスケッチやコメントを野帳等に手書きする。その後、パソコンのある事務所に、写真を取り込み、野帳に記入したスケッチやコメントを再入力し、切羽観察簿を作成する。

一方、タブレット PC を活用した本システムでは、図1(b)に示すように、現場にて切羽の写真撮影(写真1参照)とともに、スケッチと観察項目の点数の入力、支保パターンの判定までの切羽観察簿作成の一連の作業をタブレット PC 1台で切羽にて行える(写真2参照)。また、坑内の無線 LAN (通信回線)を利用することで、切羽観察結果を現場から離れた事務所に転送することが可能であり、切羽状況を即座に確認することができる。

なお、開発した切羽観察システムは、以前に熊谷組で開発した山岳トンネル総合管理システム (Mother-21) をベースとしたものであり、タッチパネルへの対応やモバイル時の操作性の向上も図った。

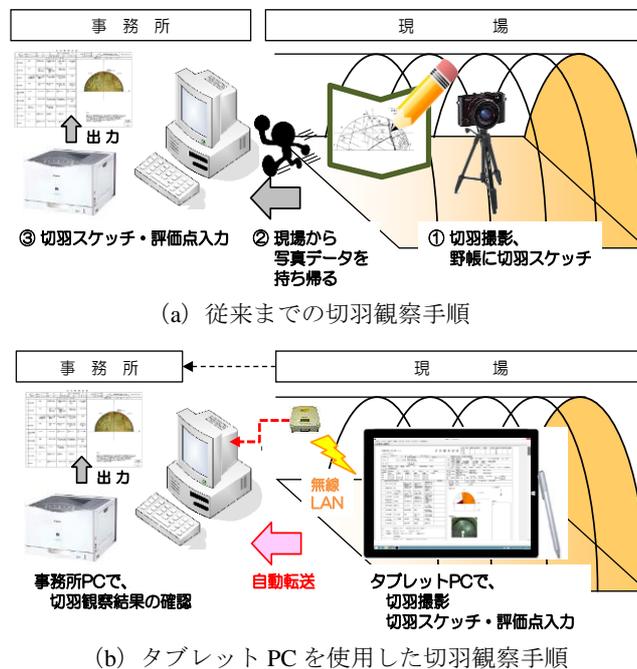


図1 システム概要



写真1 タブレット PC による切羽撮影状況

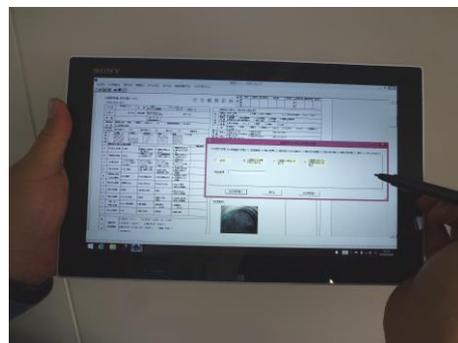


写真2 タブレット PC の入力画面

### 3. 切羽の三次元形状取得法

ソフトウェアや機器の高度化・低廉化に伴い、写真測量や3D スキャナ等により、切羽で容易に三次元形状の取得が行えるようになってきている。しかしながら、いずれの方法でも測定には時間を要し、施工サイクルに影響を与えることから、日常的に計測することは難しい一面もある。

今回開発した方法は、写真中に標尺を写し込むことや三次元座標を持った既知点を写し込むこと、また計測用のターゲットを設置することなく、トンネル断面形状を標尺として用いることで、切羽観察簿用に撮影する写真にもう1枚追加した2枚の写真のみで、切羽の三次元形状を取得することができる。切羽での作業時間が1～2分程度であることから、切羽での重機の入替え時間中に実施することが可能であり、施工サイクルを阻害することはない。

切羽三次元化の作成手順と作成した三次元モデルを図2に示す。

開発当初は、デジタルカメラにより2枚の写真を撮影後、後作業でトンネル形状の写真を手動で切り出す必要があった。しかし、タブレットPCを使用することで、写真撮影時にトンネル断面形状をガイドとして表示・撮影でき、写真撮影から写真の切り出し、三次元モデル生成まで処理を自動で行え、作業の省力化につながった。また、ガイド表示により、デジタルカメラを使用した時よりも写真測量の精度自体の向上も図れた。

### 4. 走向・傾斜の測定

切羽の三次元化により、岩盤の面構造をTINとして認識することで、大量に高精度の切羽の不連続面データ(走向・傾斜)を取得することができた。

不連続面データをシュミットネットに投影(図3参照)することで、切羽面に卓越する不連続面の方向性が把握でき、切羽観察項目である「走向・傾斜」を定量的に評価することが可能となった。また、任意の不連続面の走向・傾斜を抽出し、キーブロック解析を行い、切羽の崩落危険度をその場で判定することも可能である。

一般的に走向・傾斜の測定は、クリノメーターを用いて手作業で行うが、トンネルの場合には切羽近傍での作業となり危険を伴う。切羽から離れた位置からの写真撮影にて取得した切羽の三次元形状のデータより、不連続面の走向・傾斜を求める本手法は、安全面からも有用である。

### 5. まとめ

切羽観察簿の作成作業の効率化を目的に、タブレットPCを活用した切羽観察システムの構築を行った。また、切羽写真2枚から切羽の三次元化を行うことで、簡便に走向・傾斜の定量的な評価も行えるようになった。

切羽の三次元化は、施工時だけでなく維持管理においても、地山状況を把握しておくうえで有益な情報となると考えられる。また、本手法はこれまで主に手書きで行われてきた切羽観察を情報化し、作業の効率化を図ることにより「i-Construction」につながることを期待できる。

#### 参考文献

- 石濱茂崇・西澤邦夫・松下政史・竹畑栄伸・緑川俊哉・片山政弘：デジタルカメラ測量を利用した不連続面の走向・傾斜の計測：徳山水力発電所新設工事における適用事例，第13回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp.559-564. 2013.1.

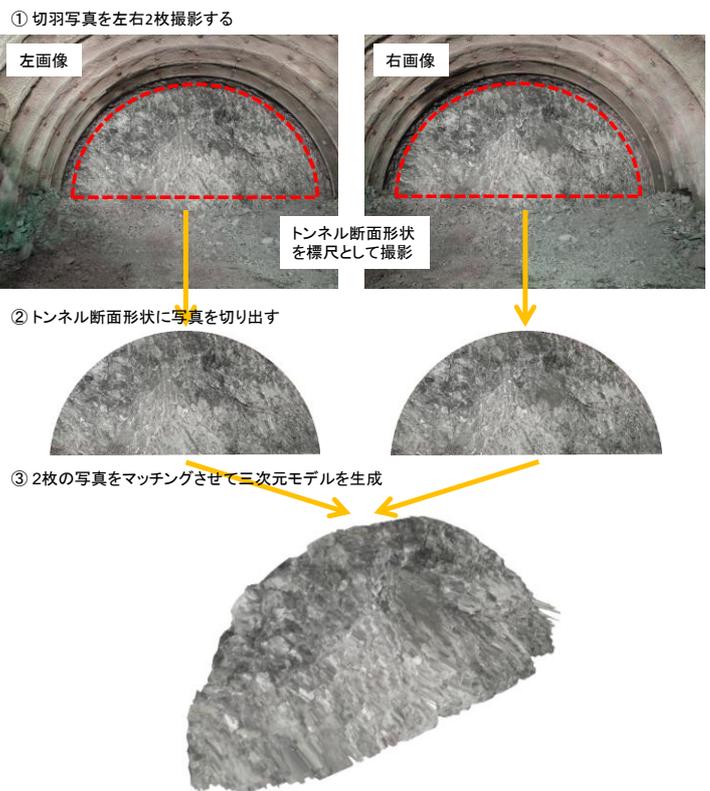


図2 切羽三次元化の手順と作成した三次元モデル

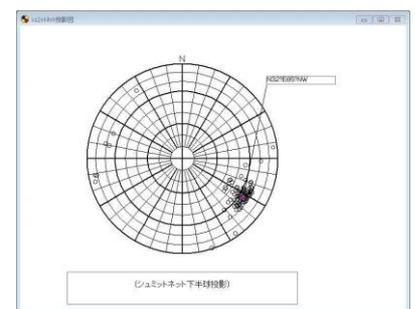


図3 シュミットネットによる投影