

[令和元年6月11日]

トンネル切羽地質の「走向・傾斜測定システム」を開発 ～安全かつ簡易な測定を可能とし、設計照査・施工・維持管理で活用可能～

■はじめに

鉄建建設株式会社（本社：東京都千代田区、社長：伊藤 泰司）とマック株式会社（本社：千葉県市川市、社長：宮原 宏史）は、山岳トンネル工事の切羽面に顕在化した岩盤の節理や層理といった不連続面（割れ目として現れた面状の部分）をトータルステーションで測定することにより、その地質の走向・傾斜の状況を自動でデータ化するシステムを開発し、このたび特許を申請しました。

■従来の測定方法と測定の意義

山岳トンネル工事では、掘削工程において素掘り状態の岩盤を1日1回程度の頻度で観察・調査し、地質の状態やそれ以前との変化から設計や施工の安全性を確認します。調査項目の一つである岩盤の節理や層理の観察を行うため、不連続面の走向（北を基準として地質が延びる方向）と傾斜（走向に直角の方向で水平となす角度）を測定します。この測定により切羽面前方の地質が引き起こす岩盤崩壊現象などが予測でき、事前に設計や施工に反映することにより安全対策を講じることが可能となります。従来の測定方法は、主に傾斜計・方位磁針・水準器からなる測定器（クリノメーター）を掘削面の数箇所に直接当てて行うため、測定者が素掘り状態の切羽まで近寄ることとなり、岩盤崩壊に巻き込まれる危険性がありました。

また測定記録は、供用後のトンネルにおいて、ひび割れや変位・変形が生じた場合に適切に対策を講じるための重要な地質情報となるため、デジタルデータ化し活用することが望まれています。

■開発内容

— 地質調査専門会社でなくても簡易に正確な測定が可能 —

今回開発した「走向・傾斜測定システム」は、従来からトンネル掘削の施工管理に用いている測量機器（トータルステーション）を用いながら、従来の測定方法に比べて地質調査専門会社でなくても正確に測定でき、さらにデータ処理も自動で簡易に行うことが可能です。（図2）具体的には、トータルステーションを操作できるタブレット端末に、測定する座標3点を入力し、トータルステーションのレーザーを誘導し3次元計測します（図2）。

— タブレット端末によりその場で即座に確認・記録が可能 —

計測により得られた3次元座標値から走向・傾斜のデータがタブレットに即座に表示され、その場で走向・傾斜の把握が可能となります。タブレット端末の結果画面では、地質の3次元情報を2パターンの2次元情報で示しています（図3）。一つ目は公共座標系である北方向を基準軸としたものです。地質学の分野で従来から用いられる表現方法であり、トンネル延長方向の実績地質縦断・平面図の作成や、トンネル全体の地質構造の把握および既往地質調査資料との対比等に用いることができます。二つ目はトンネル座標系であるトンネルセンター方向、すなわちトンネルの掘削方向を基準軸としたもので、現場に従事するトンネル技術者が直感的で容易に岩盤面の姿勢（流れ目や差し目等）が理解できるようになります。

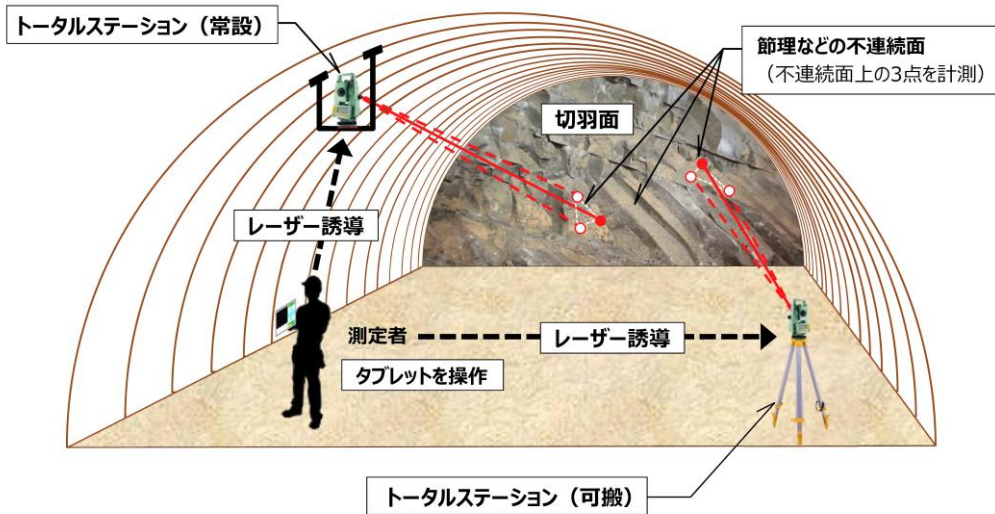


図1 開発システムによる走向・傾斜の測定イメージ図

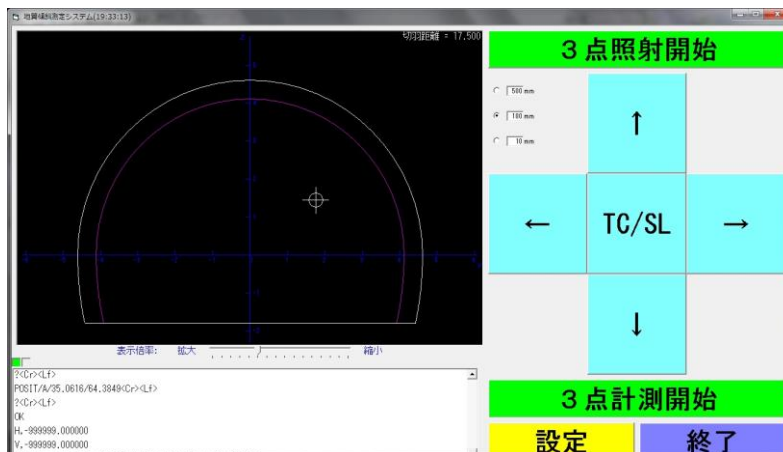


図2 レーザーの誘導画面 (タブレット画面)

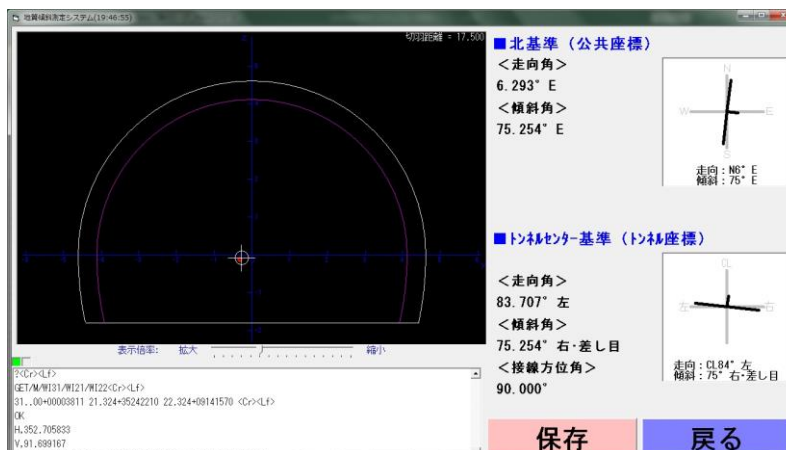


図3 走向・傾斜測定結果画面 (タブレット画面)

— データの共有・加工が容易 —

測定された地質の走向・傾斜のデータは、測定時の基本情報（測定日時、測点、測定位置、座標等）と共にシステム内に保存されます。これらはパソコンで閲覧できるよう CSV 形式で出力できるため、現場事務所や本社の技術支援部署などでもタイムラグなく共有することができます（図 4）。さらに、データはマック株式会社のトンネル施工管理ソフトである切羽観察記録システムに取り込むことができ、切羽の観察図にも反映することが可能です。

先頭行 No.	日時	ST(m) or No(m)	TD(m)	支保工番号	支保工タイプ	線路方位角(deg)	勾配(deg)	相対走向(deg)	相対傾斜(deg)	絶対走向(deg)	絶対傾斜(deg)	y0(m)	z0(m)	xa(m)	ya(m)	za(m)	xb(m)	yb(m)	zb(m)
1	2019/03/12 15:00:00	206023.000	42.000	43	D I-a	90.000	0.000	83.707 左	75.254 右 差目	6.293 E	75.254 E	-0.567	2.123	42.250	-0.562	2.623	42.030	-0.517	2.033
2	2019/03/13 13:00:00	206027.000	46.000	47	D I-a	90.000	0.000	82.985 左	79.341 右 差目	7.015 E	79.341 E	1.244	1.987	46.250	1.249	2.487	46.030	1.294	1.897
3	2019/03/14 11:00:00	206031.000	50.000	51	D I-a	90.000	0.000	88.697 左	81.629 右 差目	1.313 E	81.629 E	0.234	2.345	50.250	0.239	2.845	50.030	0.284	2.255

図 4 測定結果の CSV 形式へのエクスポートイメージ

— 安全性が格段に向上 —

従来の測定方法では、クリノメーターを掘削面に直接当てるため、測定者が素掘り状態の切羽に近寄ることから岩盤崩壊に巻き込まれる危険性がありました。開発したシステムでは、タブレット端末でトータルステーションを操作するため、レーザー照射が目視できる範囲（10m 程度）であれば掘削面から離れた場所で測定でき、安全性が格段に向上します。またこれまでのように手作業ではなく機械化されるため、記録整理の時間短縮や手間も削減できると期待されています。

今後は、現場での実証実験を行ったのち、実際の導入を予定しています。

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