

WebCIM を活用したトンネル坑口部の 3 次元可視化モデルによる地山挙動管理

五洋建設 与部沢トンネル工事事務所 正会員 ○前田智之 山本正治
 五洋建設 与部沢トンネル工事事務所 貞山直毅 油谷晃佑
 五洋建設 土木技術部 北村圭佑

1. はじめに

建設業において、ICT 技術は業務効率化・品質向上・生産性向上を目的に技術開発が強く進められており、活用実績を積み上げている。本稿は、東北地方整備局発注の国道 106 号 与部沢トンネル工事において、動態観測結果の自動処理、地山状況の可視化と共有および業務効率化を目的に実施した WebCIM を活用したトンネル坑口部の 3 次元モデルの構築について報告する。

2. 動態観測の内容

国道 106 号与部沢トンネルは、岩手県宮古市と盛岡市を結ぶ復興支援道路である宮古盛岡横断道路の一部に計画された延長 1,039m の道路トンネルである。

本トンネルの貫通点である起点側坑口は急傾斜地形であり、直下には JR 山田線が存在する（写真 1）。急傾斜地形区間では、最大層厚 10m 程度の緩み域が存在すると推定され、トンネル貫通前に別工事で、アンカー工やのり砕工ののり面補強が施されていた。坑口直下に JR 線があることから、トンネル掘削によって急傾斜地形区間で崩落につながる挙動がないか計測・監視しながら施工する必要があった。計測項目の一覧を表 1 に、計測位置を図 1 に示す。測定方法は、地表面についてはトータルステーションを用いた 3 次元変位を、アンカーについてはロードセルを用いて荷重を計測した。計測位置は、地山変位がトンネル横断方向に 5 測線、アンカー荷重がトンネル断面に最も近接するアンカーに配置した。

3. WebCIM による管理体制の構築

通常計測の出力は、計測、測定データの取得、PC へのデータ取込み、処理の手順で行う。特に坑口部など低土被り部分におけるトンネル掘削と地表面変位の関係は、計測データ処理によって作成された経時変化図や変位を加味した地表面の横断図によって評価するケースが多い。また今回のような地山崩落につながる地山挙動の監視は、変位方向を面的に管理する手法がとられることも多い。従来の手法では、データの取得から出力まで、一部、自動化されているが、データの図化やグラフ化は、現場状況によって出力の内容が異なることのために、手動によって処理することが多く、測定データの処理から資料作成には少なくとも 2~3 時間要していた。さらに、作成した資料を用いて発注者や現場外に説明するには、資料を PDF などに変換し、メールで送信、資料を閲覧という流れであり、資料の作成の負荷が大きだけでなく、最新の資料を共有するまでに時間を要していた。

そこで、本トンネル工事では、計測データを自社クラウドによる情報共有システムを使用した WebCIM(i-キーワード WebCIM、3 次元可視化モデル、自社クラウド、情報収集共有システム

連絡先 〒112-8576 文京区後楽 2-2-8 五洋建設（株）土木本部土木技術部 TEL03-3817-7531



写真 1 起点側坑口の状況

表 1 計測項目一覧

実施項目	測点	箇所	目的
地山変位	16 点	斜面全体	斜面崩落につながる挙動の監視
アンカー荷重	1 点	トンネルセンター最近接箇所	アンカーの効果の監視

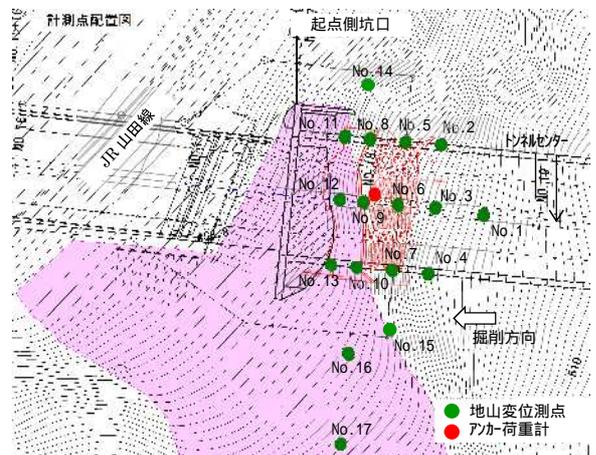


図 1 計測点配置図

PentaCOL/3D)で処理することとした(図2)。自社クラウドであるため、それぞれの現場に適したカスタマイズが可能である。本トンネル工事では、3次元のモデル化にあたり、基礎情報として、地表面形状、トンネル線形、地質縦断面図および計測測点を、施工情報として切羽前方探査の結果、日々の切羽位置、切羽観察記録と切羽写真を与えた。地山変位は計測したデータを取り込み、ベクトルとしてモデル化し、大きさと方向を表現した。アンカー荷重は自動計測し、データを自動で取り込み、数値で表現した。これらの情報を3次元モデルで可視化し、発生した斜面変位がトンネル掘削によるものか、崩落につながる挙動はないかをリアルタイムに判断した。さらにWebCIMで管理することで、アドレスを共有した者は、いつでも、どこでも、最新の情報を閲覧することができた。

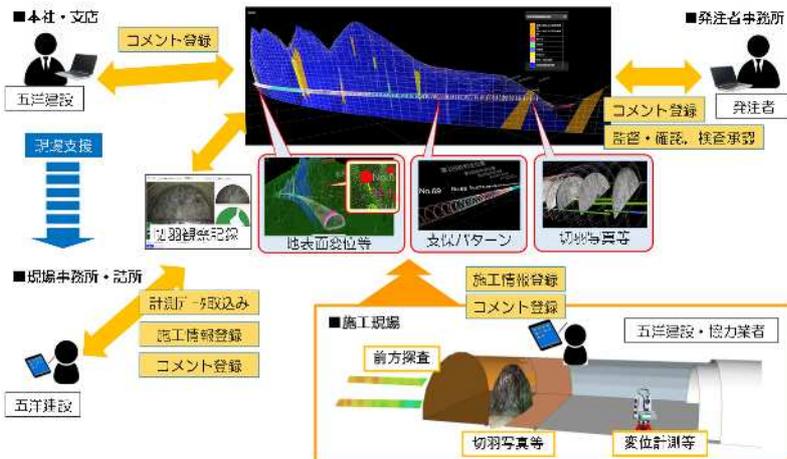


図2 WebCIMのイメージ図

4. 計測結果

本技術を採用した結果、計測したデータをWebCIMに取り込むことで、計測結果の自動処理と3次元モデル化ができ、従来の手法に比べて、データの処理と資料作成の時間を削減することができた。

トンネルセンターである測点 No.3 の地表面変位の経時変化図と測点 No.3 直下を切羽が通過時点の計測結果を可視化したWebCIM上での3次元モデルを示す(図3, 4)。

経時変化図において、トンネル掘削に伴い変位が増加していることが分かる。発生した変位は、増加量や変位速度および切羽位置との関係から、トンネル掘削の影響によるものと推定することはできるが、これだけでは崩落につながる斜面全体の挙動の有無を判断することは困難である。一方でWebCIM画面の3次元モデルを見ると、変位量はトンネル中心が大きくトンネルから横断方向に離れるほど小さくなっており、変位ベクトル(黄色矢印)は斜面方向ではなくトンネル方向に向いている傾向にあることが一目で確認できる。これにより、地山に発生している変位はトンネルの影響によるものが主であり、斜面全体の挙動まで至っていないことが直感的に判断できた。

5. おわりに

本技術によって、発生した斜面変位が崩落に発展することはないと判断でき、安全に貫通することができた。また、計測データの処理や資料作成作業の時間を削減することができた。また最新情報も遅延することなく共有できた。一方で、計測、データの取り込みは従来手法のままであった。今後は自動化の範囲を広げていくことがさらなる業務の効率化につながると考える。また、本技術のような取組みは、書類の簡素化やデータ納品形式等の管理基準の改訂も同時に行うことが普及促進につながると考える。

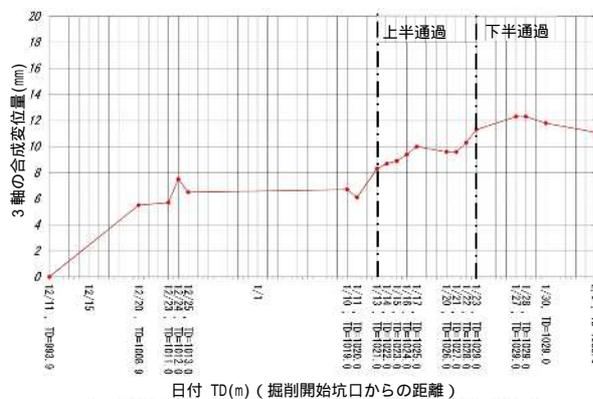


図3 地山変位の経時変化図(測点 No.3 TD1,022m)

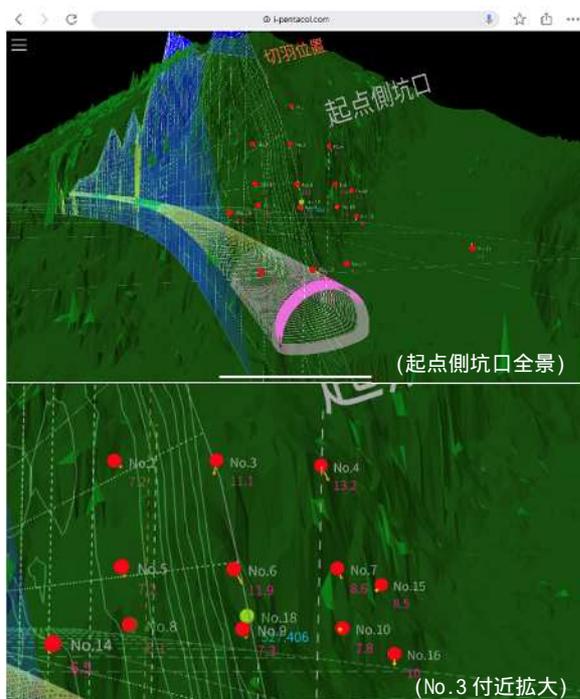


図4 WebCIMでの3次元可視化モデル