第Ⅳ部門　**山岳トンネル工事におけるトンネル計測可視化・分析システムの適用効果**

鹿島建設(株)　正会員　○新本陽色　瀧嶋　拓　藤原浩一　小林真悟

１．はじめに

山岳トンネルの施工時には，日常的な計測管理として坑内観察調査と変位計測を行う計測工Ａおよび地山条件や周辺環境に応じて追加される計測工Ｂを実施し，これらの計測データに基づいて適切な支保パターンが選定されていることを適宜確認する必要がある．しかし，これらの情報は個別のシステムで管理されることが多く，地山性状を速やかに把握し，現状の支保パターンの適否を即座に判断することは困難であった．そこで，トンネル施工時に得られる情報を１画面に集約するとともに，データ分析を簡便に行える「トンネル計測可視化・分析システム v1.0」を開発した[1)]．さらに，トンネル掘削がトンネルの周囲に与える影響を把握するために，様々な情報を３次元的に一元表示できる「トンネル計測可視化・分析システム v2.0」を構築した[2)]．

本稿では，これらのシステムを適用した「国土交通省北海道開発局小樽開発建設部発注 一般国道５号仁木町仁木トンネル工事」における成果を報告する．

２．工事の特徴

仁木トンネル（仮称）は北海道余市郡仁木町に位置する延長 1,247m の道路トンネルである．トンネル周辺の地質は礫岩および流紋岩が主体で，ともに亀裂が多い区間が存在しており，計測工Ａとして坑内観察調査、天端沈下・内空変位および地表面沈下測定が計画されていた．そのため，坑内変位や地山性状等の情報を一元的に管理し，適切な支保パターンを選定することが求められた．

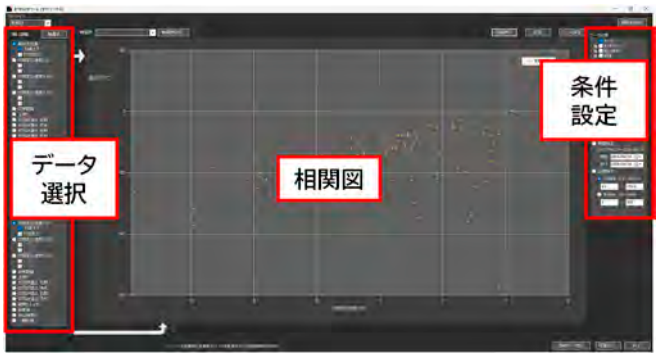


図－1　仁木トンネル位置図（仮称）

３．本工事における成果

3.1 生産性の向上

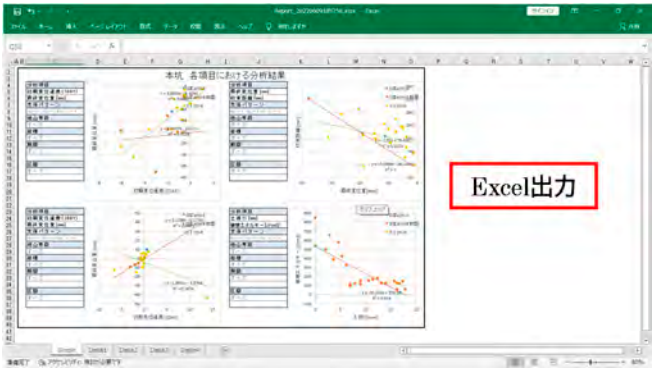
従来は，専用システムに保存された計測データを抽出し，Excel や CSV 形式で出力した後に，データを整理・加工して分析を行っていた．また，岩判定会議資料を作成する際には，計測データや施工実績等，点在する施工管理データを取りまとめることに多くの時間を要しており，現場担当者の負担が大きい作業であった．



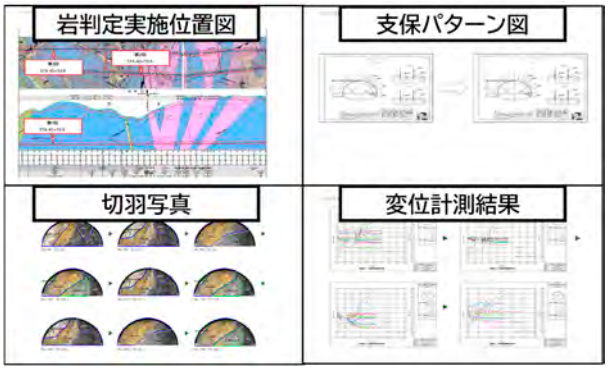
図－2　相関分析ツールの画面

本システムでは，現在採用している支保パターンの適否や対策工の追加要否の判断に必要となる施工管理データを一元管理しており，各種計測データを抽出して整理する必要がない．さらに，計測データの相関を分析する場合，画面上で項目を選択すれば直ちに分析結果が表示され，Excel 形式で出力できる（**図－2,3**）．また，工事開始時に予めフォーマットを定めておけば，蓄積されたデータからワンクリックで自動的に岩判定会議資料を作成できる（**図－4**）．これらにより，各種データの収集・取り込み・整理に要する時間が 44.4%，分析・支保パターン検討に要する時間が 33.3%，岩判定会議資料の作成に要する時間が 50.0%短縮され，生産性が向上した（**表－1**）．

キーワード　山岳トンネル，計測管理の効率化，一元管理
連絡先　〒107-8477　東京都港区元赤坂 1-3-8　鹿島建設(株)土木設計本部　TEL　03-5544-1111



図－3　相関分析結果の Excel 出力画面



図－4　作成された岩判定資料

表－1　従来手法と本システムの作業時間の比較

項　目	対　象	従来手法	本システム	時間短縮効果
各データの収集・取り込み・整理	計測工Ａ（坑内変位，地表面沈下，切羽観察〔切羽スケッチ，切羽評価点，切羽写真〕）	90分/回	50分/回	44.4%
分析・支保パターン検討	計測データ・地質情報・支保パターンの相関分析	60分/回	40分/回	33.3%
岩判定会議資料の作成	切羽観察簿，ボーリング調査，支保検討書の取りまとめ	30分/回	15分/回	50.0%
異常発生時の対策工検討	計測データの相関分析，協議資料の取りまとめ，本社および発注者との情報共有・意思決定	6時間/回	3時間/回	50.0%

3.2 判断速度および精度の向上

従来は，計測データや施工実績を現場以外と共有する際，現場でデータを整理して送付する必要があり，情報共有に時間を要していた．また，異常発生時の対策工検討では，分析の前にデータの収集・整理および加工が必要であり，協議資料作成にも時間を要したため，事象発生から対策工決定まで施工を中断せざるを得ない時間が生じていた．本システムは現場以外からもアクセスできるため，現場内外で情報を即座に共有できる．本工事では，異常発生時に現場および本社で土被り・地質・岩盤強度と坑内変位の相関，変形モードの傾向，初期変位と最終変位の傾向等の分析を行い，異常の原因を迅速に特定した．さらに，発注者と協議を行う際にも協議資料の作成を速やかに行えるため，意思決定までに要する時間も短縮でき，その結果，事象発生から対策工決定までに要する時間を 50%短縮できた（**表－1**）．

また，従来は異常発生箇所の近傍における計測データを中心に分析を行うことが多かったが，本システムで分析速度が向上したことで，異常発生箇所を含むトンネル全線の地山性状とそれに伴う変位や支保パターンの傾向を即座に分析できる．トンネル全線の計測データおよび施工実績を最大限活用することで多角的な判断ができるため，判断精度が向上した．

4．おわりに

仁木トンネル工事に本システムを適用した結果，従来と比べて計測データと施工実績の整理・分析に関わる作業時間が削減され，生産性が向上した．また，本システムにより現場と本社で情報共有と分析を迅速に行い，協議資料作成を含む意思決定までの時間を短縮するとともに，トンネル全線で取得した計測データおよび施工実績を最大限活用することで多角的な判断が可能となり，判断速度および判断精度の向上に寄与した．

今後は，本システムの適用現場で機能の改良・追加を行い，ブラッシュアップを図る．これにより，山岳トンネル工事の安全性および生産性の更なる向上に貢献していきたい．

参考文献

1）工藤・亀山・北村・秋山・林・伊藤：山岳トンネル工事におけるトンネル計測可視化・分析システムの開発，土木学会第 78 回年次学術講演会，VI-264，2023.

2）工藤・北村・林・伊藤：山岳トンネル工事におけるトンネル計測可視化・分析システムの改良，土木学会第 79 回年次学術講演会，VI-349，2024.