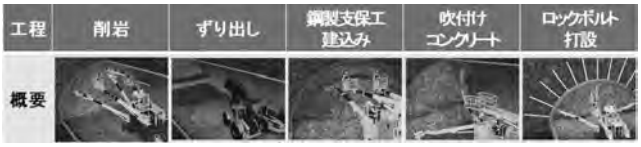
| 04-408 | 切羽作業サイクル判定システム | 安藤ハザマ |
|---|---|---|

▶概　　要

山岳トンネル工事では，通常1.0～2.0 mごとに掘削を進める。掘削作業では，①削岩（穿孔・装薬・発破），②ずり出し，③鋼製支保工建込み，④吹付けコンクリート，⑤ロックボルト打設などの一連の作業を繰り返して行う（**図―1**）。これらの一連の作業の流れを掘削サイクルといい，各作業工程をタイムテーブルにしたものがサイクルタイムである。サイクルタイム内の各工程はそれぞれクリティカルパスとなることから，トンネル掘削作業の効率化に向けて，各工程のサイクルタイムを把握し，改善することが重要である。しかし，トンネル掘削作業は昼夜を問わず行われ，サイクル間での重機の入替えの際に坑内整備などの雑作業も行われるため，経験のある技術者でなければ，正確にサイクルタイムを算定することが難しい。

これまでに，当社は，サイクルタイムの自動取得に向けて，重機にICタグをつけてログ情報を取得する方法などを試行してきたが，データを集めるための手間や設備の設置に伴うコストが課題であった。

このような背景のもと，近年，トンネル内に常設している切羽の監視カメラに着目し，得られるカメラ画像（**写真―1**）から，人工知能（AI）を用いてサイクルタイムを取得する「切羽作業サイクル判定システム」を開発した。




図―1　トンネル掘削サイクル

写真―1　切羽監視カメラ画像

▶特　　徴

掘削サイクルのうち，「削岩とロックボルト打設」と「鋼製支保工建込みと吹付けコンクリート」はそれぞれ同じ重機を用いた類似作業となるため，従来の画像識別技術では，これらを正確に判断することが困難だった。このため，画像識別技術のみで，掘削サイクルの判定精度を向上させるためには，膨大な教師データを必要とした。

そこで，AIによる全体画像の認識技術に，火薬運搬車や吹付け機のエレクターといったオブジェクトを特定する物体検知アルゴリズムYOLO（You Only Look Once:リアルタイムでオブジェクトを検出するアルゴリズム）を組み合わせることで，少ない教師データで類似作業を見分ける仕組みを構築した（**写真―2**）。

本システムは，トンネル内に常設している切羽監視カメラの画像のみからサイクルタイムを取得することができるため，トンネル内の設備の改造や増設の必要がない。また，過去に記録した切羽の監視カメラの画像データも分析可能である。さらに，AIによる画像識別技術と物体検知アルゴリズムを組み合わせることで，少ない教師データでの分析が可能となり，新規現場に導入する際の学習の手間を最小化することができる。

今後，各トンネル現場に設置している切羽の監視カメラで取得したデータを分析し，施工の無理・無駄を把握して施工効率面・品質面での作業改善を図っていく。

写真―2　YOLOによる物体検知例

▶用　　途

・山岳トンネル工事のサイクルタイム取得

▶実　　績

・今後の新規受注案件に導入予定

▶問合せ先

㈱安藤・間　建設本部　先端技術開発部
〒107-8658　東京都港区赤坂6-1-20
TEL：03-6234-3786

## 新工法紹介

| 04-409 | 山岳トンネル CIM<br>総合管理システム | 西松建設 |
|---|---|---|

### ▶概　　要

最近の山岳トンネルにおける CIM は，地質情報を基に詳細な 3 次元地質モデルを作成し，その地質断面図を用いた断層や地質変化点等の予測とともに，削孔検層等の前方探査及び既掘削区間の施工情報を見直すことによる前方地質の予測に活用している。一方で，掘削時に得られた削孔データ等を基に，切羽前方や周辺地山の地質や変位をより高精度に予測・解析するシステムは CIM とは独立して運用しているに留まっている。

当社は，従来の CIM に独自開発した前方探査・変位計測及び数値解析結果を 3 次元モデルで一元管理し，簡便な操作性により高精度な地質・変位予測結果の共有が行える山岳トンネル CIM 総合管理システムを開発した（**図**―1）。これにより，施工段階における地質や変位予測の更なる精度向上が可能である。

図―1　山岳トンネル CIM 総合管理システム　概要図

### ▶特　　徴

①各種データの更新を自動化

各種データを自動的にインポートし，膨大なデータの登録や 3 次元モデルへの反映を省力化できる。

②動作遅延を解消

3 次元地質モデルや前方探査・数値解析結果等を統合した詳細なモデルでも，動作遅延を解消できる。

③表示切替えによる操作の簡便化

前方探査・予測解析等の各項目の表示切替えが容易なため，任意のデータを簡単に閲覧できる。

### ▶活　用　例

①施工計画

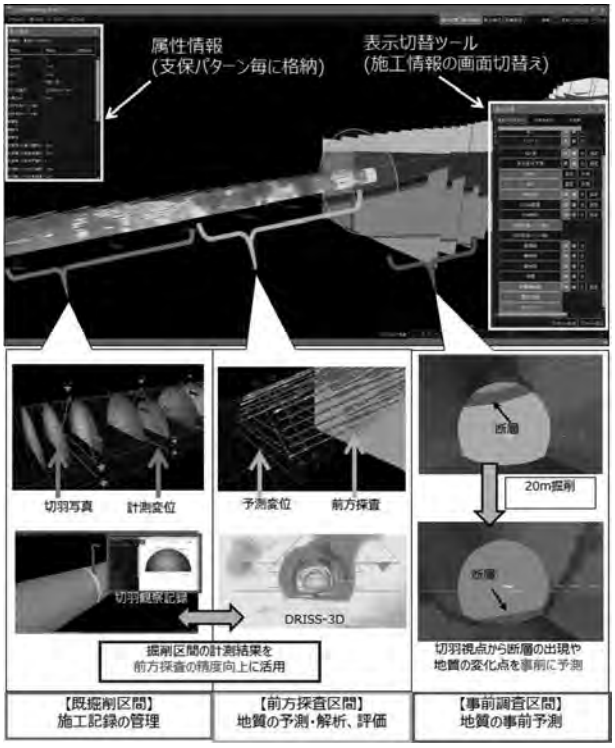
事前調査を基にした詳細な 3 次元モデルより，断層や地質の変化点を事前に把握し，事前協議等の対応が迅速化できる。

②掘削中

各種前方探査・予測解析データを一元管理し，地質分布や掘削変位の 3 次元的な予測・把握をより高精度に行え，既掘削区間のデータを予測にフィードバックが可能になる。

③竣工時

各種データを一元管理しているため，施工全体の品質のトレーサビリティの確保や竣工後の維持管理に活用できる（**図**―2）。




図―2　掘削段階における CIM 活用例

### ▶用　　途

・山岳トンネルにおける地質及び変位の高精度な予測，情報共有の迅速化

### ▶実　　績

・北海道新幹線，渡島トンネル（台場山）

### ▶問 合 せ 先

西松建設㈱　技術研究所　先端技術グループ
〒 105-0004　東京都港区新橋六丁目 17 番 21 号
TEL：03-3502-0273