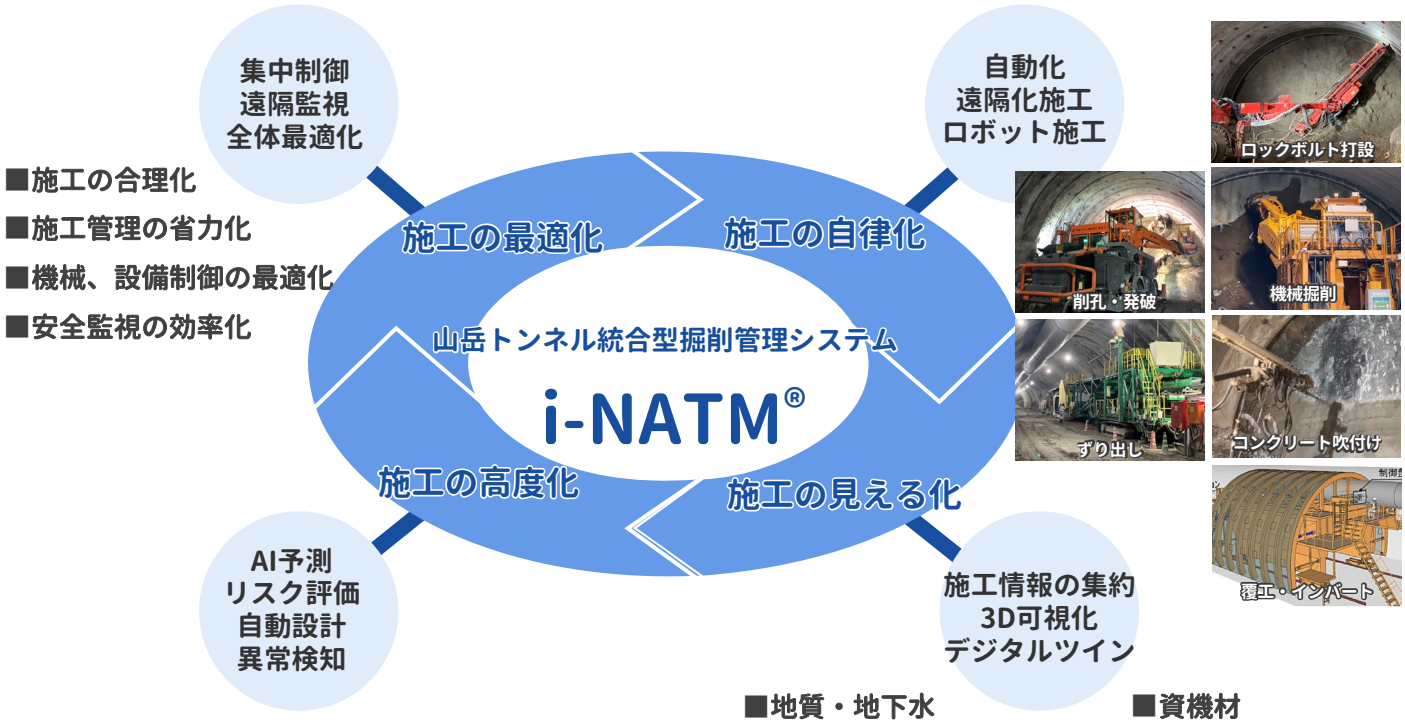
# i-NATM®

## 安全性・生産性を高める
## 安藤ハザマの山岳トンネル施工システム

## 山岳トンネル統合型掘削管理システム

「i-NATM®（アイナトム）」は、AIやロボティクス技術等を活用して山岳トンネル工事の安全性や生産性の向上を実現する統合マネジメントシステムです。本システムは、施工機械の自動化・遠隔化による「施工の自律化」、施工情報のリアルタイム集約・可視化による「施工の見える化」、AI等を活用した予測・評価による「施工の高度化」、そして施工と情報を連携した「施工の最適化」の４つのPDCAサイクルを回すことで、トンネル工事全体の統合的な管理と最適化を目指します。




■地質の評価・予測
■坑内変位の分析
■支保構造の妥当性評価

■工程、進捗の可視化
■作業プロセスの分析
■リスク要因の抽出

■地質・地下水
■品質出来形
■計測・測量
■サイクルタイム

■資機材
■機械の稼働情報
■坑内環境

### AI-ロードヘッダ




### 吹付けコンクリート自動施工




### あたり検知システム




お問い合わせ　土木事業本部　土木技術第三部

安藤ハザマ

# i-NATM®

## 山岳トンネル統合型掘削管理システム

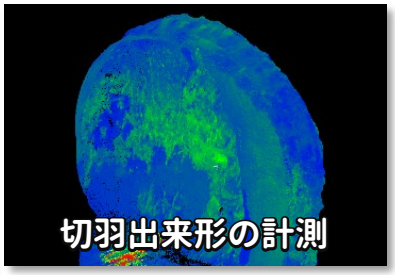
## 吹付けコンクリートの自動施工技術

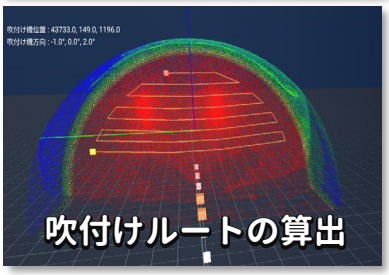
本技術は、吹付け機に搭載したLiDARで切羽出来形を計測し、必要な吹付け厚さに応じて自動で吹付けコンクリートを施工します。これまでの鏡吹付けや鋼製支保工のない区間に加えて、鋼製支保工がある区間の吹付けにも対応しました。作業員はタブレット操作のみで施工でき、これにより省人化・省力化を図り、熟練作業員の技量に依存しない安定した施工を実現します。









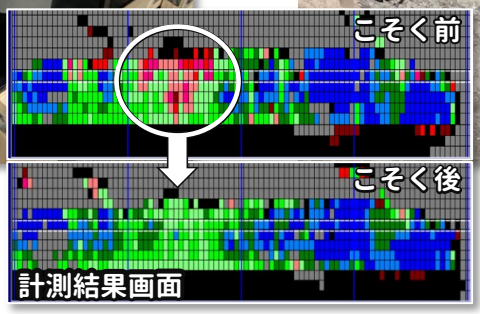

## あたり検知システム

切羽掘削後の岩盤形状をLiDARで計測して、設計掘削断面から飛び出した「あたり箇所」を可視化することで、作業員による切羽直近でのあたり確認作業を不要にします。計測から結果確認までを運転席内のタブレットで完結できるため、運転手1名でこそく作業が可能になります。これにより、こそく作業の安全性と生産性の向上を実現します。本技術を活用して、こそく作業の自動化技術の開発にも取り組んでいます。










こそくの前後であたり箇所が除去できているかを定量的に確認可能

お問い合わせ　土木事業本部　土木技術第三部

安藤ハザマ

# AI-ロードヘッダ

## 遠隔操作・自動掘削を可能とした自由断面掘削機

## AI-ロードヘッダとは

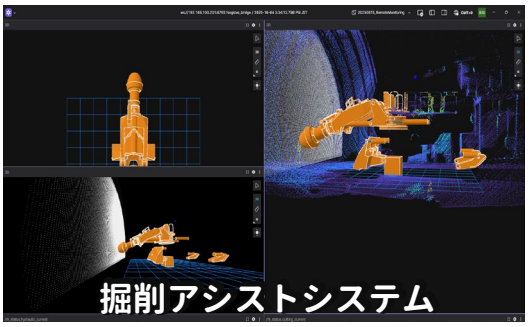
山岳トンネルにおける、掘削からずり出しまでの無人化施工を目指して開発されたのが、AI-ロードヘッダです。トンネル計測を行う機器と連携して、機体情報をデジタルツインで詳細に把握し、機械掘削作業における安全性向上と省力化を実現します。

### 1. 自動運転機能

AI-ロードヘッダ自身の位置と掘削対象となる切羽面の位置を把握し、切削ブーム先端に設置されたドラムの移動経路を生成することで自動掘削を行います。

### 2. 遠隔操作機能

遠隔地から、AI-ロードヘッダの「移動」「掘削」といった一連の操作が可能です。 MRH-S200Giでは「集土」「排土」も遠隔操作可能です。 AI-ロードヘッダの機器情報は遠隔操作室のモニターおよび掘削アシストシステムを用いてリアルタイムに確認することができます。


掘削アシストシステム

## マシンラインナップ

AI-ロードヘッダは、3種類のラインアップがあり、現場の様々な条件に合わせて運用が可能です。


AI-ロードヘッダ　MRH-S200i


AI-ロードヘッダ　MRH-S200Gi


AI-ロードヘッダ　SLB-300Si


現場条件に応じ様々な場所から制御可能

本技術は（株）三井三池製作所との共同開発です

お問い合わせ　土木事業本部　機電部

安藤ハザマ

# 冷却プロテクター

## PCM技術による体温調整機能を搭載した次世代型保護具

## 山岳トンネル坑内における熱中症対策

山岳トンネルの切羽作業に従事する作業員は、肌落ち(岩石の落下)による重篤な労働災害を防ぐためバックプロテクターを着用しています。しかし、高温・高湿な閉鎖空間での作業となるため、熱中症も発症リスクが高いという課題があります。この課題に対し、安藤ハザマは株式会社仙台銘板と共同で冷却機能を備えた「冷却プロテクター」を開発しました。

## 冷却プロテクターの特徴

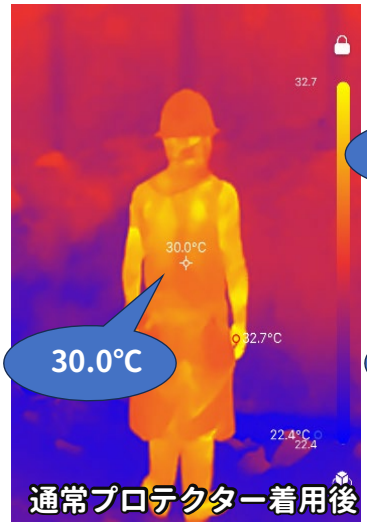
物質が固定や液体へ状態変化する際に大量の熱を吸収・放出する相変化材料「PCM(Phase Change Materials)」を背面に一体化することで、装着者の体温上昇を抑制します。
PCMは22~26℃で再凍結するため繰り返し使用することができ、電源が不要なため、発破作業の熱中症対策に最適です。カラー展開は、オレンジ、ブルー、グリーンと3色です。


背部PCM

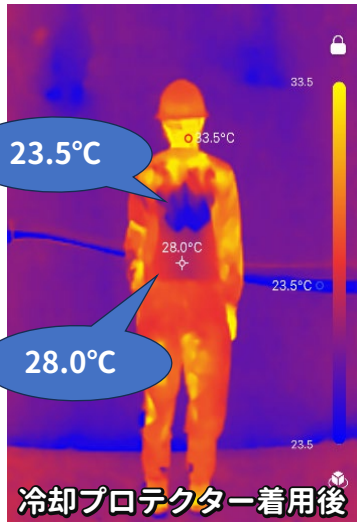

冷却プロテクター


着用後

## 冷却プロテクターの効果(約4時間着用後)



通常プロテクター着用後



冷却プロテクター着用後

通常プロテクターを着用して作業を行ってもらった場合と、冷却プロテクターを着用して作業を行ってもらった場合の背面温度の比較です。冷却プロテクター着用時の方が、同時間、同作業で、背中全体では2℃、PCM接触部分は6.5℃の体温上昇抑制が見られました。背中の青い部分はPCMが接していた箇所で、周囲より温度が低いことがわかります。

測定時坑内温度：28.6℃

お問い合わせ　土木事業本部　機電部

安藤ハザマ

# 三遠南信自動車道
# 青崩峠トンネル(仮称)整備事業

**日本有数の強大地圧下における峠越えを新技術と関係者連携で実現**

## プロジェクト概要

長野県と静岡県の県境に位置する青崩峠は、日本最大級の断層である「中央構造線」の近傍にあり、極めて脆弱で崩れやすい地盤が分布しています。青崩峠でのトンネルは約40年に事業化されましたが、この地盤の弱さにより、当時の掘削技術では施工が困難とされていました。

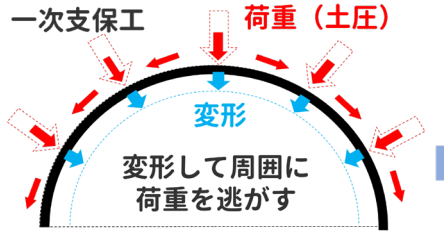
三遠南信自動車道の整備事業の一区間として計画された青崩峠トンネル（仮称）においても、掘削に伴い脆弱な地盤が出現し、さらに、土被り600m以上の強大な地圧が施工上の課題となりました。本プロジェクトでは、これらの課題に対し、施工方法や支保構造の最適化を行うマネジメントを実施し、新技術の適用を進めることで、難工事の突破を実現しました。

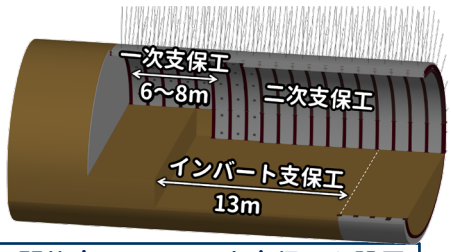



## 本プロジェクトの施工技術

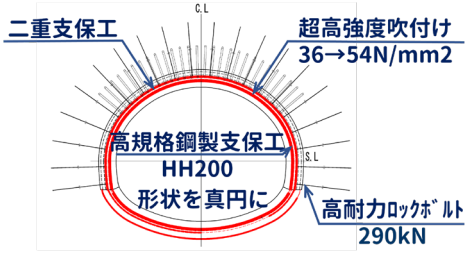
### ①「いなし効果」を期待した二重支保工の施工

地山の変形を適度に許容しつつ応力を解放する「いなし効果」を利用するため、支保工を一次支保工と二次支保工に分けて施工する二重支保工を適用しました。一次支保工の状態をできるだけ長くして二次支保工に作用する荷重を軽減し、トンネルの安定を長期的に確保する合理的な施工方法を確立しました。




切羽後方6~8mで二次支保工を設置
13mでインバート支保工を施工



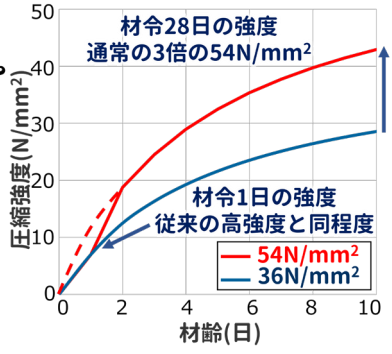

支保パターン図

### ②54N/mm²の超高強度吹付けコンクリートの適用

従来の工法では、トンネルの土被りが最大となる地点で厚さ1m程度の吹付けコンクリートが必要と予測されました。そこで、工期やコストを考慮し、従来の高強度吹付けコンクリート36N/mm²の1.5倍となる54N/mm²の超高強度吹付けコンクリートを開発し、日本で初めて適用したことで、吹付け厚さを60cmまで低減しました。また、初期強度を従来の高強度吹付けコンクリートと同等程度に抑えることで、掘削初期の「いなし効果」を最大化させつつ、長期強度を確保しました。




二次支保工の施工状況




お問い合わせ　土木事業本部　土木技術第三部

安藤ハザマ