

オーティズム/トンネリング トンネル掘削統合システム『OTISM/Tunneling[®]』

トンネル掘削作業の安全性向上と省人化を実現

「OTISM/Tunneling」概要

大林組は、山岳トンネル工事の安全と品質、生産性を飛躍的に向上させる統合システム『OTISM[®]（Obayashi Tunnel Integrated System）』の開発に取り組んでいます。OTISM は、トンネル掘削、覆工、計測・評価の3つの分野で構成されます。

『OTISM/Tunneling』は、掘削作業の一連のサイクルである穿孔・装薬、ずり出し、吹付けコンクリート、支保工建込み、ロックボルト打設作業を遠隔化、自動化することにより**安全性向上・省人化**を実現するシステムです(図1)。

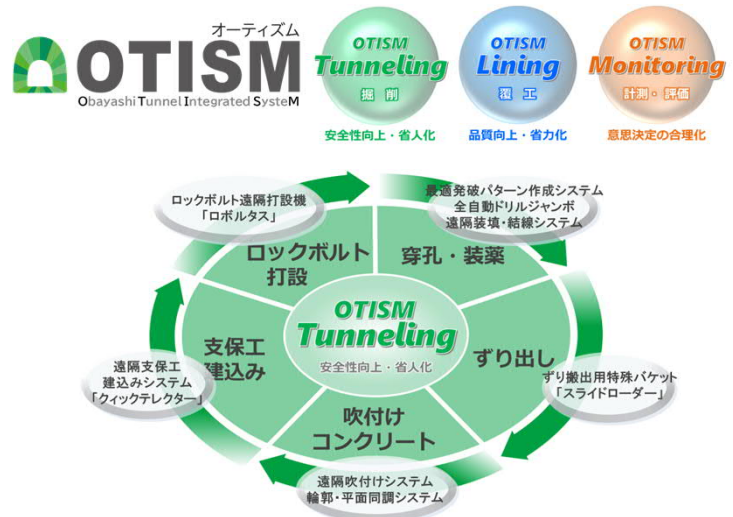


図1 『OTISM/Tunneling』の概念

各技術の概要と特長

【自動穿孔技術「最適発破パターン作成システム」と「全自動ドリルジャンボ」】

従来、発破孔は、熟練作業員が経験に基づき、孔数、配置、穿孔長、爆薬使用量等を決定していました。本技術は、発破孔穿孔時に取得したデータ（穿孔長や穿孔速度、フィード圧、回転圧、打撃圧など）を用いて分析し**最適な発破パターン設計**を行うシステムです(図2)。

● 最適な発破による生産性向上

- 作業員の熟練度に依存しない発破パターン作成が可能で、適切な火薬量の使用により、**余堀量が低減し、コソクによるタイムロスを削減**できるため、**生産性が向上**します。



図2 発破パターンイメージ

【遠隔装薬・結線システム】

大型重機に装薬ロボット・結線ロボットを搭載し、切羽から離れたオペレータ室から火薬の装填、結線を実施(図3)。**リアルハプティクス技術**を用いることで接触情報を双方向に伝送し、遠隔地からでも実際に切羽で作業しているような感覚・触覚での装薬作業が可能です。

● 遠隔化による安全性の向上

- 切羽直下に立ち入らない装薬、結線作業の実現により、危険作業を排除**



図3 遠隔装薬・結線システム

【ずり搬出用特殊バケット「スライドローダー[®]」】

ずり積み時にバケット内に設置した排土板を横移動させる機構です(図4)。バケットを傾ける必要がなく、**低空間でのずりの積み込みが可能**(図5)です。

● 大型機械が選定可能、生産性向上

- 低空間でも積み込み作業が可能なので、従来使用していた機種よりも大型機械の導入が可能

● 容易な運転操作性で、安全性向上

- 運転操作が容易で、シンプルな動作機構のため、狭隘な坑内での**接触リスクを低減**



図4 スライドローダー

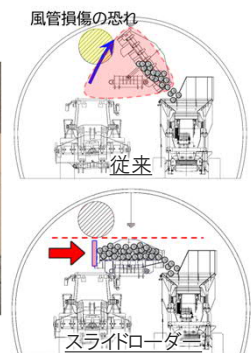


図5 積み込み作業必要範囲

各技術の概要と特長

【遠隔吹付けコンクリートシステム】

出来形・監視UGVを切羽に配置し、撮影した映像を遠隔地で確認しながら吹付け作業を行います(図6)。出来形・監視UGVは、クローラ式台車に、画角調整可能な無遅延カメラ、移動時に周囲の状況を確認するカメラを複数台搭載しています(図6)。また、出来形・監視UGVに搭載されたスキャナで出来形を測定し、その結果をリアルタイムにモニターで確認できます。

● 遠隔作業により安全性向上、作業環境の改善

- ・ 切羽作業がなくなり、重機との接触災害、切羽崩落災害のリスクが低減するため、**安全性が向上**
- ・ 粉じん渦から解放されるため、**作業環境が改善**

【輪郭・平面同調システム】

「輪郭同調システム」(図7)はトンネルアーチ部、「平面同調システム」(図8)は切羽面を対象として、ノズル先端が吹付け面と一定距離を保つように、ブームの左右、上下、伸縮する動きを、レバーの左右操作のみで可能にしたシステムです。

● 吹付けコンクリートの作業の簡略化と品質確保

- ・ レバーの操作が簡略化され、作業員の技量に関係なく**安定した品質の吹付けコンクリート**作業が可能

【遠隔支保工建込み技術「クイックテレクター®」】

鋼製支保工を把持するメインエレクターとサブエレクター、支保工の位置をマーカと4眼カメラで把握し、計画位置に誘導するガイダンスシステム、遠隔で頂部の接合が可能なワンタッチジョイントで構成されます(図9)。自重受け繋ぎ材は、サブエレクターの代替えとして使用できます。

● 危険作業から隔離し安全性向上

- ・ 作業員が切羽に立ち入ることなく建込みが可能となり、**安全性が向上**

● エレクター操作と遠隔化による省人化

- ・ エレクター操作員のみでの作業が可能となり、5人→2人に**省人化**

【ロックボルト遠隔打設専用機「ロボルタス®」】

ロックボルト施工の削孔からモルタル充填、ロックボルト挿入までの一連作業をタブレット端末での**遠隔操作が可能**です。ガイドセルには20本のロックボルトが収納できます(図10)。

● 作業の遠隔化による安全性向上

- ・ 作業員が切羽に立ち入る必要がないので**安全性が向上**

● 容易な操作性と機械化による省人化

- ・ 操作はタブレット端末に表示された工程ボタンをタップするだけ。自動制御により、作業人員が5人→3人に**省人化**

施工実績

磐越自動車道 宝珠山トンネル

舞鶴若狭自動車道 三国岳トンネル

三遠南信6号トンネル

国道20号新笹子トンネル

東日本高速道路株式会社

西日本高速道路株式会社

中部地方整備局

関東地方整備局 他

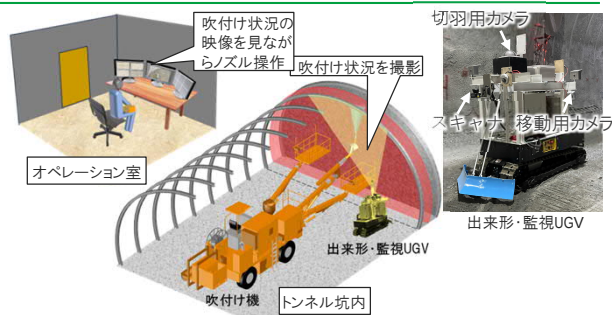


図6 遠隔吹付けコンクリートシステム概要

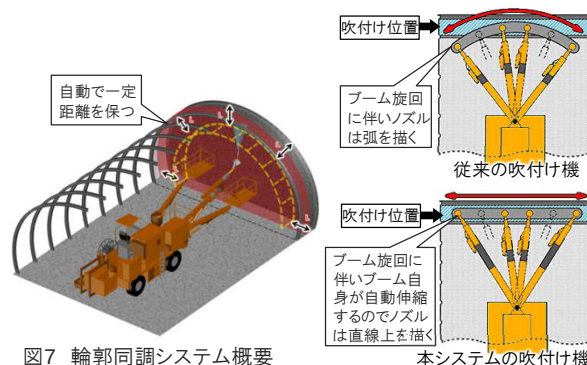


図7 輪郭同調システム概要

図8 平面同調システム概要



図9 クイックテレクター全景



図10 ロボルタス全景



図11 宝珠山トンネルにおける施工状況