

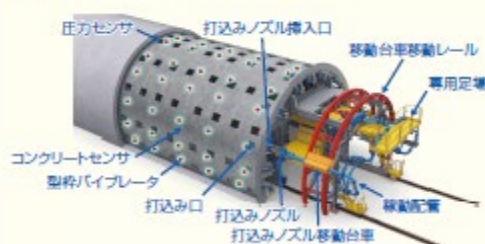
技術概要書（様式）

出展技術の分類	安全・防災	インフラDX	維持管理	環境	コスト	品質	（該当分類に○を付記）
技術名称	トンネル施工のオートメーション			担当部署	九州支店営業部		
NETIS登録番号	なし			担当者	林 朋史		
社名等	清水建設株式会社			電話番号	092-716-2093		
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機						
	山岳トンネル施工の安全性向上や生産性向上、熟練技能者の減少への対応として、2018年から次世代型トンネル構築システム「シミズ・スマート・トンネル」の開発を進めてきました。 「シミズ・スマート・トンネル」は、「施工」「施工管理」「データ連携」の3つのオートメーション化を実現する複数の要素技術から構成されます。これは、国土交通省が推進する「i-Construction2.0」にも合致した技術です。 今回紹介するのは、このうち「施工のオートメーション化」に関する技術です。						
	2. 技術の内容						
	山岳トンネル施工のプロセスのうち、「発破計画・穿孔」「吹付・鋼製支保工建込」「ロックボルト打設」「覆工コンクリート打設」のプロセスについて、遠隔化・自動化を実現した技術です。施工の安全性向上と同時に、省人化・省力化を図ったものです。 【A: 発破計画・穿孔】 車載型3Dスキャナで計測した掘削形状から余掘りを評価、発破孔の位置と角度を自動調整した発破パターンを掘削機に転送し、自動穿孔する技術。 【B: 吹付・鋼製支保工建込】 モーションキャプチャカメラとミリ波レーダーを使用、吹付け厚さや支保工位置を精度よく把握・可視化し、遠隔操作により施工する技術。 【C: ロックボルト打設】 ボルト孔の穿孔、定着モルタルの練混ぜ、モルタル充てん、ボルト挿入の一連の作業を機械化、2ブームで同時にロックボルトを施工する技術。 【D: 覆工コンクリート打設】 可動式打込みノズルと型枠バイブレータを使用、打込みから締固め、打止めまでの一連の作業を自動制御し、覆工コンクリートを施工する技術。						
	3. 技術の効果						
	上記の4つの技術のうち、A, B, Cは切羽近傍での作業であり、これを自動化、遠隔化したことで切羽近傍への人の立ち入りがなくなり、安全性が大幅に向上します。 通常トンネル特殊工5人で行うところを3人で対応可能となり、約40%の省人化を実現しています。						
4. 技術の適用範囲							
山岳トンネルの施工							
5. 活用実績							
対象のトンネルによって採用した要素技術が異なるため、要素技術単位での実績合計で示します。 国の機関 7 件（九州 0件、九州以外 A:2件、B:1件、C:2件、D:2件） 自治体 1 件（九州 C:1件、九州以外 0件） 民間 11 件（九州 0件、九州以外 A:3件、C:1件、D:7件）							

次世代トンネル構築システム「シミズ・スマート・トンネル」 トンネル施工のオートメーション化

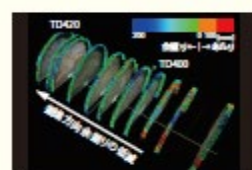
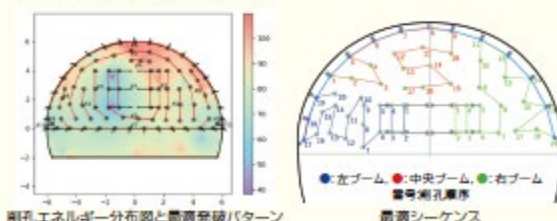
山岳トンネル覆工自動施工システム

- ・コンクリートの打込み・締固め・打止めの一連の作業を自動化
- ・流動性を高めたコンクリートを吹上げ方式により打込み



熟練技能を必要としない発破掘削技術「ブラストマスタII」

- ・フルオートコンピュータジャンボによる自動穿孔とシーケンス制御
- ・外周孔の差し角を自動補正することで余掘りの少ない発破掘削を実現



4 覆工コンクリート打設

3 ロックボルト打設



世界初の2ブームロックボルト専用機

- ・ボルトニングユニットを2基搭載
- ・穿孔・モルタル注入・ロックボルト挿入の一連の作業を左右同時に施工



発破計画・穿孔 1

吹付・鋼製支保工建込 2



吹付・建込兼用ロボット

ゼネコン・メーカーで共同開発中

- ・7台のモーションキャプチャカメラでノズル位置を計測
- ・ミリ波レーダにより吹付け厚さをリアルタイムで測定

