

技術概要書（様式）

※別紙2

技術分類	安全・防災 維持管理 環境 コスト ICT 品質											
技術名称	山岳トンネルの自動化 ・ワンオペレーション化	担当部署	九州支店 土木部									
NETIS登録番号		担当者	的場 眞二									
社名等	鹿島建設（株）	電話番号	092-481-8012									
技術の概要	<p>1. 技術開発の背景及び契機</p> <p>我が国は、世界で最も早く高齢化社会を迎えており、生産年齢人口は、総人口の6割を切り、労働力不足が深刻化する見通しです。</p> <p>鹿島では、「次世代生産システム構築」に向けて、働き方改革と生産性向上を両輪に、現場の就労環境の改善や業務の効率化などを積極的に進めています。土木部門では「現場の工場化」を掲げ、高齢化による熟練技能者の減少や若手就業者の減少への対応、そして、さらなる現場の労働安全性と生産性の向上を目指し、自動化技術の確立に取り組んでいます。山岳トンネル工事では、高速施工のニーズがますます高まるNATMに注力し、自動化を積極的に推進しています。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>施工現場の安全性と生産性を飛躍的に向上させるため、硬質地山でのNATM工法を対象に、穿孔、装薬からズリ出し、アタリ取り、吹付け、ロックボルトまで、一連の作業を自動化・ワンオペレーション化するものです。</p> <p>当社が自動化に向けて開発・実用化してきた代表的な技術を紹介します。</p> <p>①「4ブームフルオートコンピュータージャンボ」 フルオート穿孔機能により、オペレータ1名での高効率作業を実現します。</p> <p>②「スマート切羽ウォッチャー」 穿孔データからリアルタイムかつ高精度に切羽前方とトンネル周囲の地質を評価します。</p> <p>③トンネル掘削面のアタリガイダンスシステム 高速3Dスキャナによる点群データと設計断面からアタリを迅速に表示します。</p> <p>④ロックボルトの機械化施工 穿孔～注入～打設の1ブーム機械化・自動化施工により生産性を向上します。</p> <p>⑤「ツインアーチフォーム(TAF)工法」 複数の型枠と移動台車を順次使用することで、覆工コンクリートの高速施工と品質向上を実現します。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>①「4ブームフルオートコンピュータージャンボ」 穿孔時間が1/2以下に低減でき、余掘りも40%低減できることを確認しました。</p> <p>②「スマート切羽ウォッチャー」 わずか1分で切羽前方5mの周辺地山も含めた地質状況を高精度に予測・評価するとともに、脆弱部が80%以上の確率で出現する箇所を切羽前方30mまで抽出できます。</p> <p>③トンネル掘削面のアタリガイダンスシステム 目視と比較して、作業時間は約2/3に短縮でき、吹付材料の使用量も約15%低減させました。</p> <p>④ロックボルトの機械化施工 格段にスピードアップし、大幅な生産性向上が図られます。また、安全性の向上や良好な施工環境、品質向上の効果も期待できます。</p> <p>⑤「ツインアーチフォーム(TAF)工法」 2日に1回打設の施工サイクルを落とすことなく、コンクリートの養生期間を大幅に増やすことができるため、脱型時のコンクリートの強度が上がり、コンクリートの緻密さが向上します。また、型枠を3つに増やすことにより、品質向上効果を維持したまま、毎日打設することも可能となります(TrAF工法)。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p style="padding-left: 20px;">山岳トンネル全般</p> <p>5. 活用実績</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">国の機関</td> <td style="width: 15%;">14 件</td> <td style="width: 15%;">(九州 0件、九州以外 14件)</td> </tr> <tr> <td>自治体</td> <td>4 件</td> <td>(九州 0件、九州以外 4件)</td> </tr> <tr> <td>民間</td> <td>3 件</td> <td>(九州 0件、九州以外 3件)</td> </tr> </table>			国の機関	14 件	(九州 0件、九州以外 14件)	自治体	4 件	(九州 0件、九州以外 4件)	民間	3 件	(九州 0件、九州以外 3件)
国の機関	14 件	(九州 0件、九州以外 14件)										
自治体	4 件	(九州 0件、九州以外 4件)										
民間	3 件	(九州 0件、九州以外 3件)										

6. 写真・図・表

将来のトンネル現場イメージと構成技術 Futuristic Image of Tunnel Construction site and Constitutive Elemental Technologies

<p>ロックボルト打設機 Rock bolt setting machine</p> <p>巻孔〜注入〜打設の1ブース自動化・自動化施工により生産性を向上します。 Improve productivity by one-boom automation of drilling, injection and rock bolt setting.</p> 	<p>スマート切羽ウォッチャー Smart tunnel face watcher</p> <p>巻孔データからリアルタイムかつ高精度に切羽前方とトンネル周囲の地質を予測します。 Assess the geology ahead and around tunnel in real time with high accuracy from drilling data.</p> 	<p>4ブースフルオートジャンボ Four-boom full auto jumbo</p> <p>フルオート巻孔機能により、オペレータ1名での高効率作業を実現します。 Four-boom full auto drilling function realizes efficient work by one operator.</p> 	
<p>自動吹付け Automatic spraying technology</p> <p>自動制御プログラミングにより、地山の凹凸に合わせた最適な吹付けと施工管理を実現します。 Automatic control programming enables optimal spraying and management.</p> 	<p>アタリガイダンスシステム Scaling guidance system</p> <p>高速3Dスキャナによる点群データと設計断面からアタリを迅速に検出します。 Quickly detects scaling point from point cloud data with 3D scanner.</p> 	<p>TrAF (トリプルアーチフォーム) 工法 Triple Arch Form method</p> <p>3つの型枠と移動合車を順次使用することで、覆工コンクリートの高速施工と品質向上を実現します。 High-speed placing and quality improvement of lining concrete are achieved by Triple Arch Form method.</p> 	

山岳トンネルの自動化・ワンオペレーション化(イメージ)



①-1 4ブース1台による穿孔



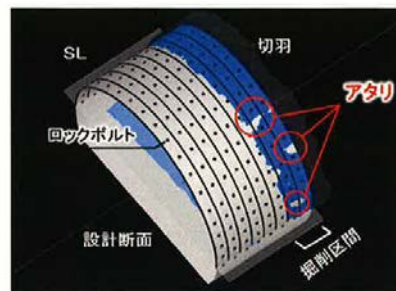
①-2 4ブースのキャビン内の様子



② スマート切羽ウォッチャー



③-1 高速3Dスキャナで計測



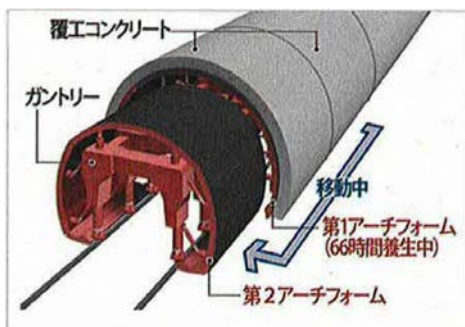
③-2 タブレット端末に解析結果を表示



④-1 ロックボルトの人力作業



④-2 ロックボルトの機械化(3ブースフルオートジャンボ)



⑤-1 TAF工法概念図



⑤-2 TrAF工法(国道45号唐丹第3トンネル)