

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	コンクリート自動吹付けシステム		担当部署	土木技術部			
NETIS登録番号			担当者	春田克樹			
社名等	前田建設工業株式会社		電話番号	03-5276-5551			
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機						
	山岳トンネル工事におけるコンクリート吹付け作業は、切羽の安定確保や支保構造の形成に不可欠な工程である一方、粉じんが多く発生する過酷な作業環境で実施される。また、吹付け厚さの確認やノズル操作には高い技能が求められ、施工品質が熟練技能者の経験や技量に大きく依存していた。近年、国土交通省が推進するi-Construction2.0や、厚生労働省の「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」により、施工の自動化や遠隔化への要請が高まっている。さらに建設業界では技能労働者や熟練技能者の不足が深刻化しており、安全性の向上と生産性向上を両立する革新的な施工技術が求められていた。こうした背景から、吹付け厚さのリアルタイム計測とノズル操作の自動制御を融合し、オペレータの技能に依存しない高品質な施工を実現する「コンクリート自動吹付けシステム」を開発した。						
	2. 技術の内容						
	コンクリート自動吹付けシステムは、「吹付けナビゲーションシステム」と「ノズル自動制御システム」を融合した山岳トンネル向けの自動施工システムである。システムにはミリ波レーダ、モーションキャプチャ技術、機体位置計測技術が組み込まれており、高濃度粉じん環境下でも吹付け面の形状や吹付け厚さをリアルタイムで計測できる。取得したデータは即座に施工状況へ反映され、設計厚さとの差分や吹付け不足箇所、過剰吹付け箇所を可視化する。オペレータはタブレット上で吹付けエリアを設定するだけで自動吹付けを開始でき、吹付けロボットが最適なノズル軌跡を自動生成し施工を行う。また、独自開発したノズル誘導アルゴリズムにより、凹凸の大きい掘削面に対してもノズルと吹付け面との距離を一定に維持しながら吹付けが可能である。吹付け途中で再施工にも対応しており、高精度な出来形管理と効率的な施工を両立するシステムとなっている。						
	3. 技術の効果						
	本技術の最大の効果は、切羽直下の危険区域への立入りを不要とし、安全性を大幅に向上できる点にある。従来の吹付け作業では、吹付け厚さの確認や出来形管理のために作業員が切羽近傍へ立ち入る必要があったが、本システムではリアルタイム出来形計測により切羽直下作業時間ゼロを実現した。これにより、肌落ち災害のリスクや粉じん暴露による健康リスクを大幅に低減できる。また、吹付け厚さをリアルタイムで管理することで、吹付け不足や余剰吹付けを抑制し、安定した品質を確保できる。さらに、ノズル操作を自動化することで技能者の経験や熟練度に依存しない施工が可能となり、省人化や技術継承課題の解決にも寄与する。生産性の面では、従来の手動吹付けと比較して約5%の施工時間短縮を実現し、吹付け材料のロス低減によるコスト削減効果も確認されている。安全性、品質、生産性を同時に向上できる次世代の吹付け施工技術である。						
4. 技術の適用範囲							
本技術は、山岳トンネル工事におけるコンクリート吹付け作業全般を対象としている。吹付け厚さの管理とノズル制御を自動化することで、一次吹付けを含む幅広い施工条件に適用できることが特徴である。独自のノズル誘導アルゴリズムにより、凹凸の大きい掘削面や複雑な地山形状に対しても適切な吹付け距離を維持しながら施工できるため、多様な山岳トンネル現場への展開が可能である。また、高濃度粉じん環境下でもリアルタイム計測が可能であることから、従来は熟練技能者の経験に依存していた吹付け品質管理の標準化にも寄与する。今後は全国の子岳トンネル工事への展開が予定されており、トンネル施工の自動化を推進する基盤技術として活用が期待されている。							
5. 活用実績							
本技術は、エフティーエス株式会社、前田建設工業株式会社、清水建設株式会社、戸田建設株式会社、西松建設株式会社による共同開発チームによって開発され、商品名「ヘラクレス-AUTO」として実用化されている。国土交通省四国地方整備局発注の一般国道55号桑野道路長生・明谷トンネル工事に導入され、現場適用による効果検証が行われた。その結果、切羽直下への立入りを排除した安全な施工、リアルタイム出来形管理による吹付け品質の向上、余剰吹付けの抑制、生産性向上などの効果を確認している。また、本技術は令和8年度日本建設機械施工大賞の大賞部門において「優秀賞」を受賞しており、建設業の働き方改革、ウェルビーイングな職場環境の創出、カーボンニュートラルや省資源化への貢献が高く評価された。現在も現場適用を継続しながら効果の定量評価を進めており、全国のトンネル現場への展開が進められている。							

6. 写真・図・表

