

## 業績の概要

応募部門	業績題目	応募者名
大賞部門	山岳トンネル工事におけるリアルタイム吹付け計測を実現する自動吹付け技術『コンクリート吹付け自動化システム』の開発	清水建設(株)・戸田建設(株)・西松建設(株)・前田建設工業(株)・エフティーエス(株)
業績の概要		

本技術(写真-1)は、熟練技能者の経験や技量を必要とする山岳トンネル工事のコンクリート吹付け作業におけるプロセスを自動化したもので、切羽直下における危険作業の撲滅だけでなく、最適なノズルワークと吹付け状況のリアルタイム計測により、「ムリ・ムダ・ムラ」が無い高品質かつ効率的、経済的な施工が実現できます。

本システムの適用により、生産性向上効果として、従来の手動吹付け時間と比較して約5%の短縮が可能となり、安定的に所要時間の短縮を実現できます。また、切羽直下に立ち入り出来形を視認しながら吹付けする必要性が無く、切羽前方45度の危険箇所への立ち入りが完全に無くなり安全性が大幅に向上します。加えて、吹付け出来形の確実な確保や吹付け仕上り精度の向上、作業負荷の大幅な低減や作業員の精神的負担の軽減、余分な吹付けコンクリート材料ロスの低減やコスト削減等の効果が得られました。

本業績は、昨今における建設業の2024年問題を契機とした働き方改革の推進、ウェルビーイングな職場環境の創出、2050年のカーボンニュートラル達成といった社会的課題の解決にも寄与するものと考えております。



写真-1 コンクリート吹付け自動化システム

### 業績の特徴

#### 【技術的特徴】

本技術は、定量的にリアルタイムに吹付け出来形状況が確認できる「吹付けナビゲーションシステム」と「自動制御吹付けロボット」を組み合わせたコンクリート吹付け作業一連の自動化技術です。

#### 「吹付けナビゲーションシステム」

高い透過性を有しノズルと吹付け面までの距離を計測するミリ波レーダとロボット先端のノズル位置座標を把握するモーションキャプチャカメラにより、高粉じん環境下でリアルタイムに吹付け出来形や厚さを計測・可視化します。

#### 「自動制御吹付けロボット」

①トンネル断面に対するノズル制御技術、②機体位置測定および姿勢測定データに基づくノズル位置補正制御技術、③支保工間の吹付けノズル位置制御技術の3つで構成され、ノズルを自動制御する機構となっています。①により、ノズルは吹付け面と一定の距離を保ち、②により、吹付機の位置と姿勢を考慮して自動ノズル先端の位置座標を補正、③により、支保工の裏吹き等の任意箇所へ確実な移動することで自動制御を可能とします。

これらの技術(図-1)により、吹付け状況を見える化し確実な吹付け厚さを確保するとともに、一連の自動吹付けを可能とします。施工は、労働安全衛生法上必要な作業主任者が切羽45度範囲外(遠隔操作含む)からタブレット上のボタン操作1つで、ノズルは吹付面から一定の距離を保ちながら順次吹付け作業を開始し、吹付け状況(吹付け出来形や厚さ等)をリアルタイムに監視しながら所定の吹付け位置まで吹付けた後、自動停止します。なお、施工途中で任意箇所への吹付けや吹付け後の部分的な抜け落ち等による過不足箇所への再吹付け、緊急時の遠隔吹付けなど、可変的に対応可能な仕様となっています。

さらに、これらの技術は、従来は四方から人間の「動作」を記録するために用いられてきたモーションキャプチャー技術を線状の土木構造物であるトンネルに応用して現場適用した点、自動運転等で多く用いられてきたミリ波レーダを高粉じん環境下で適用させた点も注目されます。これらは、いずれも山岳トンネルにおける適用事例はなく、今後の自動化施工においても、幅広い展開が期待できるものと考えております。

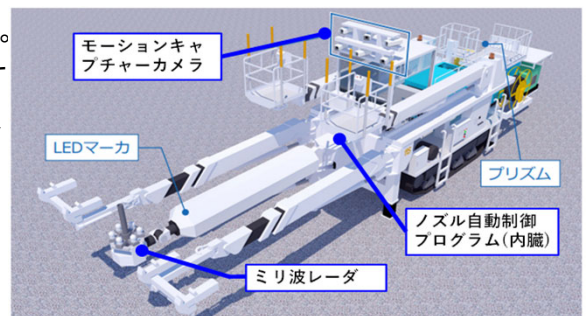


図-1 吹付けロボット構成技術