

AIによるシールド自動運転システム



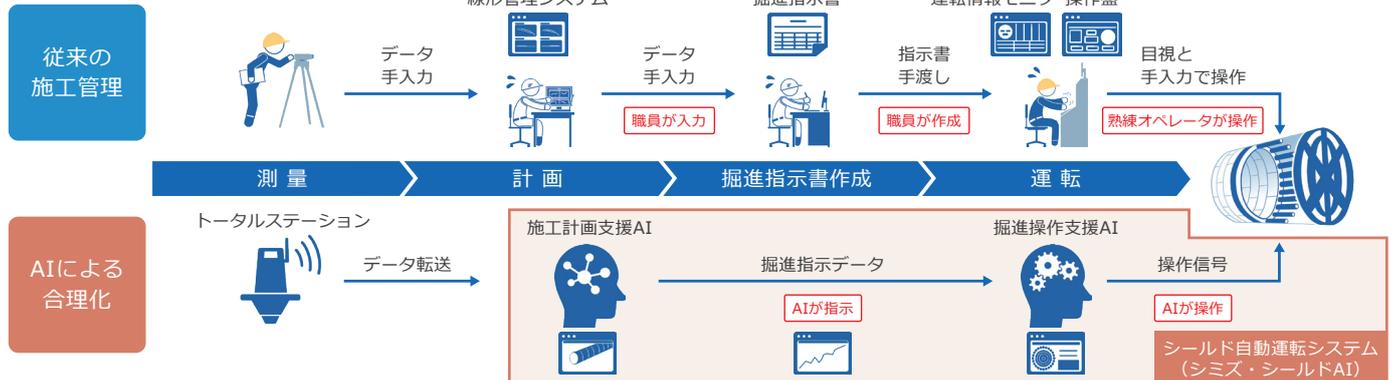
シールドトンネルの掘進計画の立案とシールド機の運転を自動化

本システムは、名古屋工業大学、富士通株式会社との共同開発技術です。

令和5年度土木学会技術開発賞／令和6年度日本建設機械施工大賞優秀賞
特許13件取得

概要

シールドトンネルの掘進計画を立案する施工計画支援AIと、シールド機の操作を支援する操作支援AIにより、シールドトンネルの自動掘進を実現するシステムです。



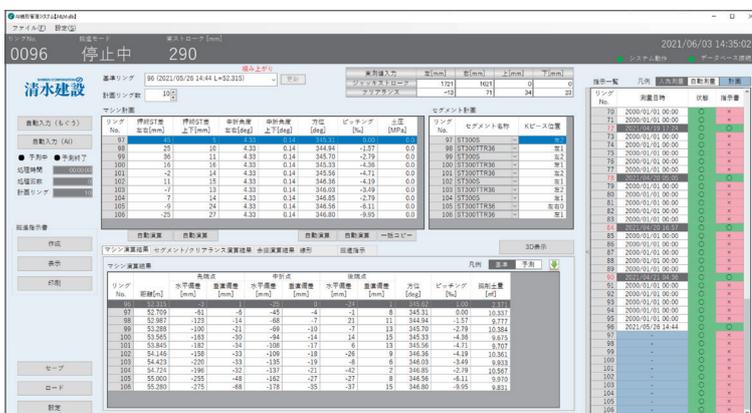
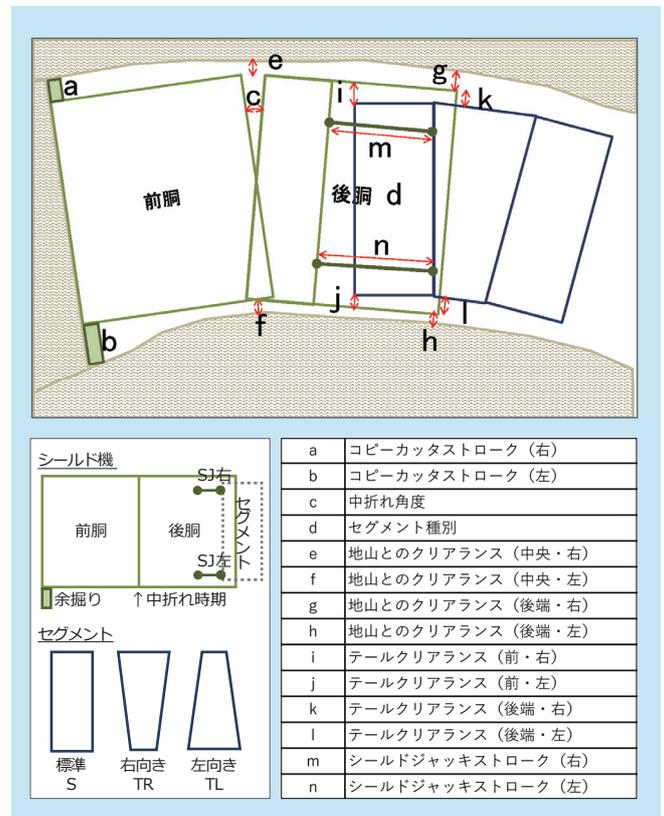
施工計画支援AI

○技術の内容

トンネルの計画線形となるよう直線用セグメントと曲線用セグメントの割付計画を行うセグメント計画や、計画線形、シールド機とセグメントとの相対位置を考慮したシールド機操作方法の計画を、三次元シミュレーションを繰り返し実施して最適解を探索し、「掘進指示書」を作成します。

○技術の効果

従来、人力ではわずか数リング先までの計画でさえ、シールド機とセグメントの相対位置を計算することは極めて困難なうえ、多大な時間と労力を要していました。施工計画支援AIは、40リング分の掘進計画をわずか5分で完了し、大幅な省力化が図れることを確認しました。さらに、セグメントの品質確保および周辺地盤への影響低減効果も期待できます。



線形管理システム表示画面

シミュレーションに使用する変数

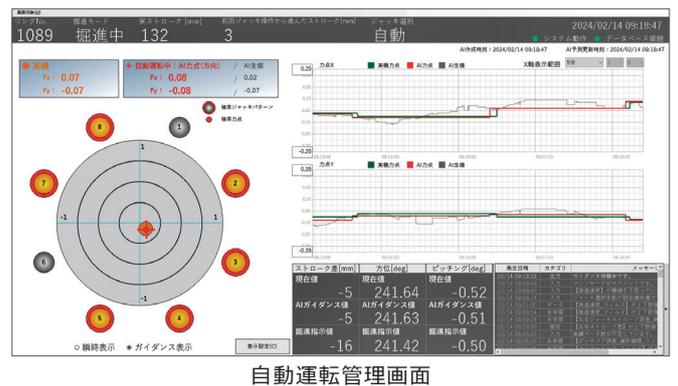
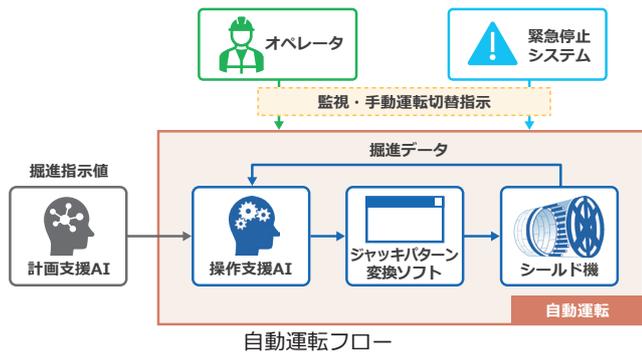
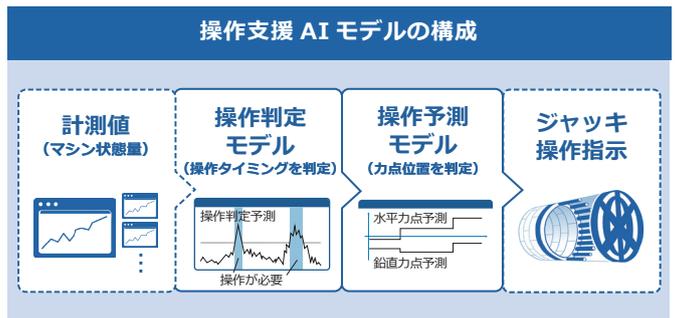
操作支援AI

○技術の内容

熟練オペレータのシールド機操作を学習し、シールド機の姿勢・方向など膨大な掘進情報から、計画線形通りの掘進を実現するためのシールド機操作方法（ジャッキパターン）の最適解を探索し、実際に操作を行います。また、AIの予測異常や緊急時には、自動運転を中止して即座にオペレータによる手動運転が可能となるフェールセーフ機構を備えています。

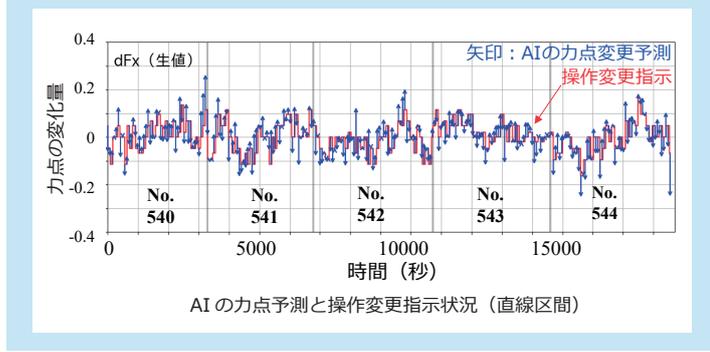
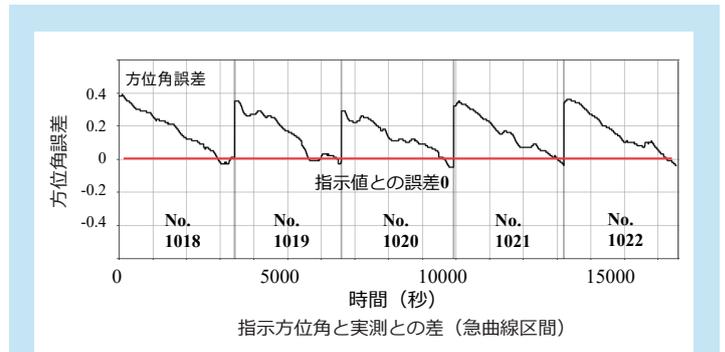
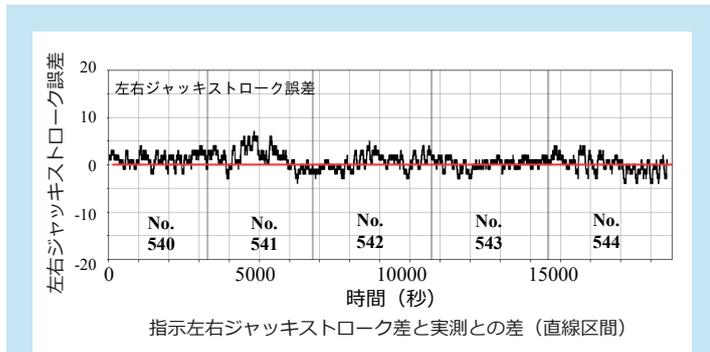
○技術の効果

シールド機のジャッキ操作をAIが自動で実施できることを確認しました。直線区間の左右ジャッキストローク誤差は概ね3mm以内、急曲線区間でも方位角誤差は概ね0.05度以内となり、熟練オペレータの操作と同等以上の精度で操作できました。掘進中は蛇行の兆候を見逃すことなく高精度の方向制御を実現できたことから、シールドトンネルの品質確保のみならず、熟練オペレータ不足にも対応できます。



現場適用

福岡県内のシールド現場で実施した実証施工では、複数の直線・曲線区間でAIによるシールド機の自動運転に成功しました。精度面では、半径80mの急曲線区間でも指示方位角に対して概ね0.05度以内の誤差で施工でき、熟練オペレータと同等の掘進操作を実現しています。



(a) 直線区間

(b) 急曲線区間 (R=80m)