

AI を用いたシールドの掘進管理

(「方向予測 AI」と「操作シミュレータ」を用いた線形管理技術)

■ 概要

都市部においてトンネルを築造する方法としては、シールド工法が主流となっています。シールド工法は、地山を露出しない 密閉型シールド が採用されることがほとんどで、掘削している地山が見えないことから、高度にセンシング技術が進化した工法となっています。

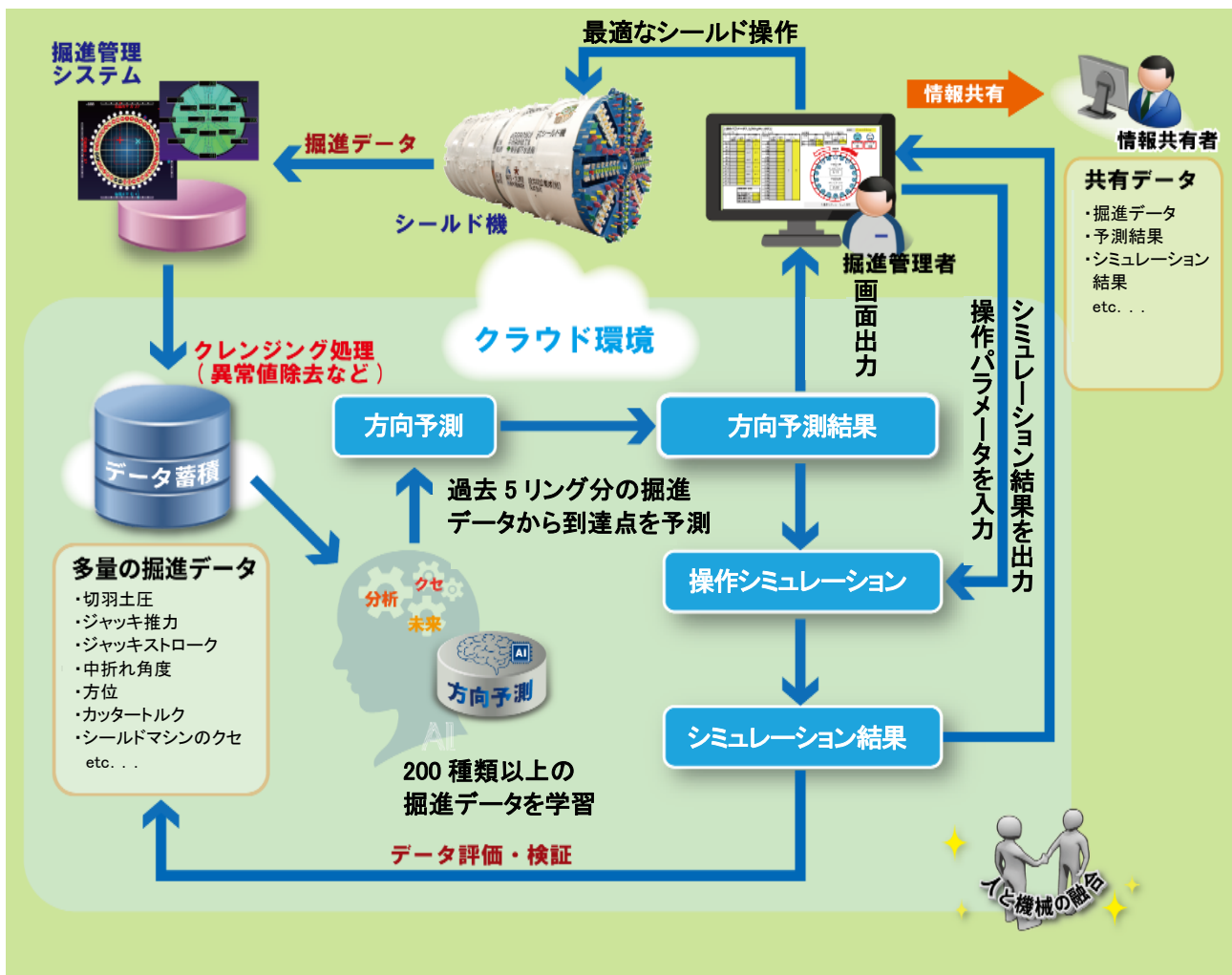
一方、シールドトンネルを取りまく背景として、以下のような課題が山積しています。

- ◆ 都市部での用地確保が困難で長距離掘進が多くなっている
- ◆ 地下にたくさんのライフラインが埋設され過密化しており、大深度化が進んでいる
- ◆ 少子高齢化による担い手不足で、高度な管理ができる熟練オペレータが減少している
- ◆ 管理項目が複雑化している

「AI を用いたシールドの掘進管理」は、熟練オペレータと同等以上の最適な方向制御を支援するシステムです。学習させたAIモデルを活用することで、高精度な方向予測を高頻度で行うことが可能になり、シールド掘進における線形精度の向上および品質管理の効率化を図ることができます。

■ 用途

・シールド工事全般(特に、長距離掘進・大深度掘進など高度な管理を求められる工事)



システム概念図

■ 特長

1. シールド掘進時のデータを学習

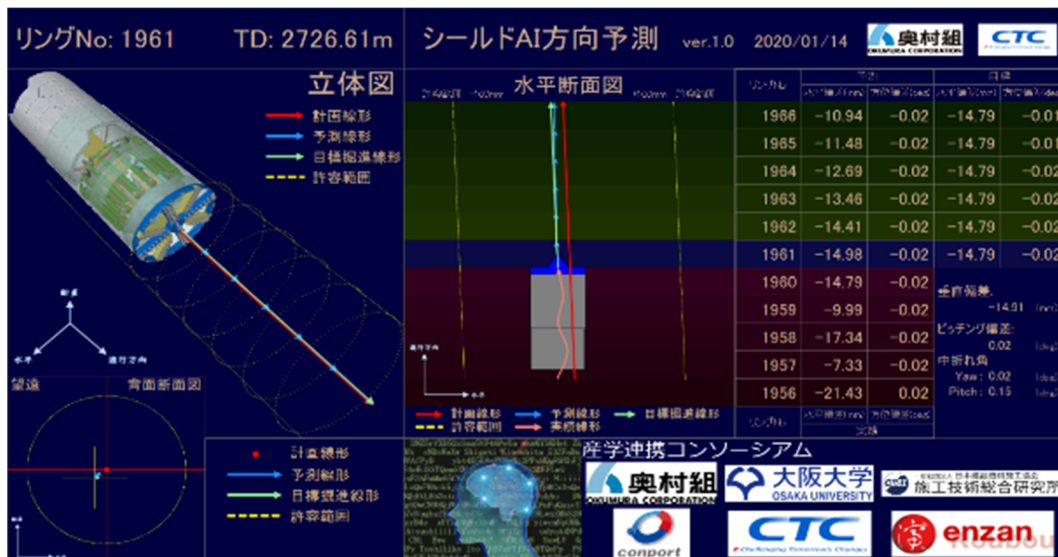
- ・ AIに学習させるデータは、環境データ・操作データなど 200 項目以上のデータを選択可能
- ・ 方向制御に直接的に関わる項目だけでなく、地質やシールド機のカッターの回転トルクなど、環境要因も含めることで、現場の特性を学習

2. 掘進データを読み込ませ到達点を予測

- ・ 学習したAIモデルに5リングの掘進データを読み込ませ、これから掘進する6リング分の到達点を予測
- ・ 現場特性を学習する事により、シールド機固有の「クセ」と呼ばれていたデータに表れにくい要因も取り入れた方向予測が可能
- ・ 到達点は、計画された線形に対して、水平方向のずれ、垂直方向のずれ、およびシールド機の方向を目的変数として予測

3. 方向予測AIの出力

- ・ 立体図を表示する事で、計画の線形に対して、水平のずれと垂直のずれを表現
- ・ 水平断面図で、過去5リングの掘進結果、現在の位置、これから掘進する5リングの予測水平偏差を表示
- ・ 現在および予測における水平偏差、垂直偏差を数値で表示



4. 操作シミュレーション機能

- ・ AI方向予測に次の掘進操作を入力すると、そのあとの5リングの到達点を予測。その予測をベースに、オペレータや掘進管理者が、最適な掘進操作を探索
- ・ 掘進指示書を作成する業務についても効率化が図れる

■ 実績

工事名	発注者	概要		
千代田幹線工事	東京都下水道局	泥水式シールド	φ5.50m	L=4300.5m
富津千葉高压幹線	なのはなパイプライン(株)	泥水式シールド	φ2.28m	L=2057.9m

■ 関連資料

- ・ 土木学会第 75 回年次学術講演会 VI-558・VI-559, 2020.9
シールド工法における AI を用いた方向予測システムの開発(その1)・(その2)

■ 技術登録・表彰等

- ・ 2019 年度国土交通省PRISM試行業務(A 評価取得)