

AI によるシールド掘進合理化技術の実装検証報告

清水建設株式会社 正会員 ○樋口 貴哉
正会員 大木 智明
正会員 増田 湖一

1. はじめに

近年、建設業では ICT、IoT 技術を利用した生産性向上への取組が進んでいる。当社においても、今後想定される熟練技能労働者の大量離職を見据え、生産性の向上と一層の安全性確保を目的として、ICT、IoT、人工知能（AI）などの最新技術を活用した次世代型トンネル構築システム「シミズ・スマート・トンネル」の開発に取り組んでいる。著者らはシールド機の掘進方向をガイダンスする AI モデル¹⁾、および AI システム（図-1）²⁾を開発してきた。本稿では AI システムの現場検証について報告する。

2. 目的

本検証の目的は次に挙げる 3 つである。①入力チェックソフトの稼働と AI の学習状況の確認。入力データのエラーを AI システムが認識し、異常値を出力しないことを確認する。②方向制御 AI モデルの予測精度の確認。AI によるガイダンスとオペレーターによる操作の差異を確認する。

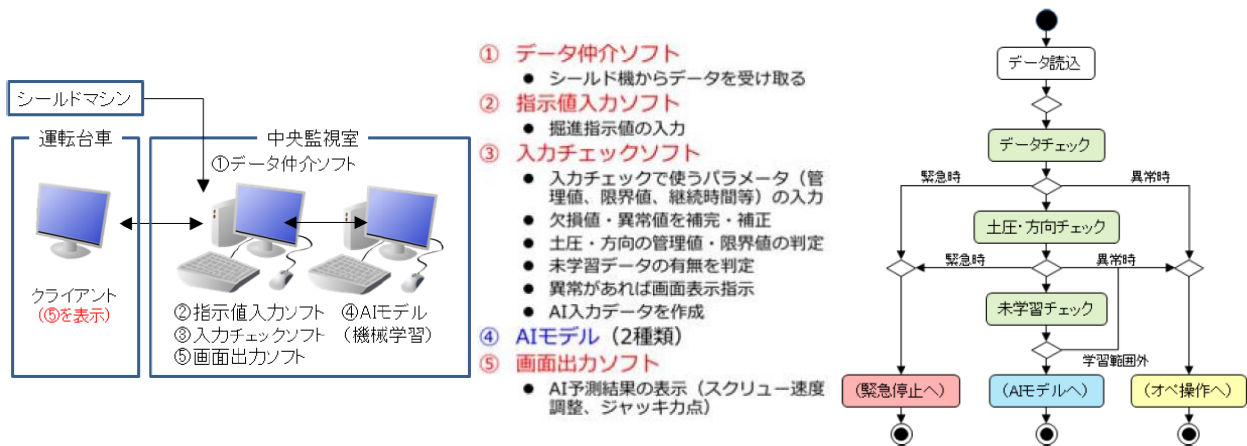


図-1 AI システムのハード・ソフト構成

3. 検証方法

(1) AI システムの実装

AI によるシールド掘進合理化技術の検証は九州の下水道工事において実施した。当該シールドの概要を表-1 に示す。システム本体は事務所棟に設置した掘進管理ブースに図-2 のように併設した。ここで指示値入力ソフトに掘進指示内容（方位角、ピッチングなど）の入力及び管理を実施した。シールド坑内には LAN 環境を整備し、シールド機運転操作盤上に図-3 のようにタブレット端末を配置して、オペレーターが直接ガイダンス内容を視認しながらシールド機の操作ができるようにした。

(2) AI システムによるガイダンス

AI モデルは機械学習により熟練オペレーターの操作内容を学習し、操作内容を予測する。AI システムはデータチェック機能を有し、シールド機他から得られるデータの欠損値・異常値の有無の確認や異常発生時のアナウンスを実施する。AI モデルから得られた予測結果は、画面上にオペレーターが実際に操作している内容

表-1 シールド概要

工法	泥土圧式
掘削外径	Φ 3480mm
セグメント	鋼製セグメント
施工延長	約 580m

キーワード シールドトンネル、人工知能、シールドジャッキ制御

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設株式会社土木技術本部シールド統括部 TEL03-3561-3892

と合わせて表示する。ガイダンス表示画面のサンプルを図-4 に示す。

(3) AI モデルの事前検証

今回の検証では先行して約 240 リング分の掘進時の操作内容と測量結果を AI モデルに学習させ、データチェック機能が正しく動作しているか全数確認を行い、学習が確実に実施されていることを確認した。

(4) 掘進中の AI システム検証

現場における本システムの検証は、路線終盤の直線区間約 60 リングを対象に実施した。坑内運転席において、オペレーター操作と AI の予測結果を同時に表示し、逐次、予測精度の評価とオペレーターへのヒアリングを行った。

4. 評価

①今回の実装検証において、異常な掘進ガイダンスは確認されず、熟練オペレーターの考えと概ね相違のない「力点」を AI が出力することができた。これは最大の課題であったシステムの安全性を示しており、データチェック及び学習チェック機能が有効に稼働していると言える。

②予測精度については一部でオペレーターの操作と誤差が確認されたが、特徴量の追加・再選定により解決できる問題であると考えられる。当該事象については、AI モデルの組み直しを実施し、関東圏の道路トンネルシールドにおいて検証を開始している。

5. まとめ

今回の検証において、本システムの展開に一定の成果を得ることが出来た。今後も上記 AI システムの開発を推進し、これらの技術を実工事に逐次適用しながら、シールドトンネル現場の生産性・安全性の向上を図り、国民の生活と安全を守る良質な社会インフラの整備に寄与していく考えである。

最後に、本システムの開発にあたり、現場における検証を快諾いただいた発注者の皆様をはじめ、関係者各位に心から感謝の意を表明します。

参考文献

- 1) 和田健他：AI によるシールドマシンの自動方向制御，土木学会第 73 回年次学術講演会，VI-143，2018.
- 2) 杉山博一他：シールドマシンの操作支援用 AI システムの開発，土木学会第 73 回年次学術講演会，VI-144，2018.



図-2 事務所内設置状況



図-3 シールド坑内設置状況



図-4 ガイダンス表示画面