

シールド工法の AI 化技術 (AI Transform シールド) の開発

戸田建設株式会社	非会員	市川	政美
戸田建設株式会社	非会員	安田	幸生
戸田建設株式会社	正会員	○中山	卓人
株式会社きんそく	非会員	伊藤	憲二

1. はじめに

労働人口の減少や働き方改革が加速度的に進む中、シールド工においても業務を AI 化し、効率化・品質向上・安全性の強化を図ることが求められている。シールド工は、測量データ、セグメントデータ、シールド機械データ、裏込め注入データなどの数値化されたデータが数多くあり、これらの数値をもとに掘進管理を行っている。しかし、すべてのデータを網羅しながら土質に合わせた管理を行うのは困難である。

そこで、土質により機械で得られる膨大な数値を教師データとし、AI に機械学習させることで最適な判断を導き出し、自動測量で得られるデータをもとにシールド機姿勢を判断するシールド工 AI システムである AI Transform シールド (以下、AI シールドと記述) を開発した。本稿では、AI シールドの概要と、その中の要素技術であるシールド坑内自動測量システムについて述べる。

2. AI Transform シールドの概要

AI シールドは、土質の変化に対応してきた過去の掘進データから最適なシールド機の掘進管理値を導き出し、自動測量をもとにシールド機の姿勢を制御し掘進していくシステムである。通常のシールド機の掘進管理は、シールド機の情報を読み込み、専用のプログラムを用いてその時の決められた条件で一定の解析結果を出力し、それに合わせて次の掘進を開始する。

AI シールドでは、AI を用いることで「その時」だけでなく過去の豊富な施工事例を含めたデータの中から AI が自ら最適な結果の選択を行うことを可能とする。

AI シールドの特徴は、以下のとおりである。

- ①：掘削対象の想定地質断面を AI が判断してその時の距離 (リング)、測量データ、機械データ等を教師データとして蓄積していく。
- ②：掘進とデータ集積を続けていき、掘削対象断面がほぼ過去の同断面と AI シールドで判断されるときに過去のデータを検索・抽出し、シールド機が順調に掘進していたときの切羽圧力、切削トルク、それらに対応するジャッキ速度等のデータを導く。
- ③：坑内自動測量を実施し、掘削対象土質データ、および①のデー

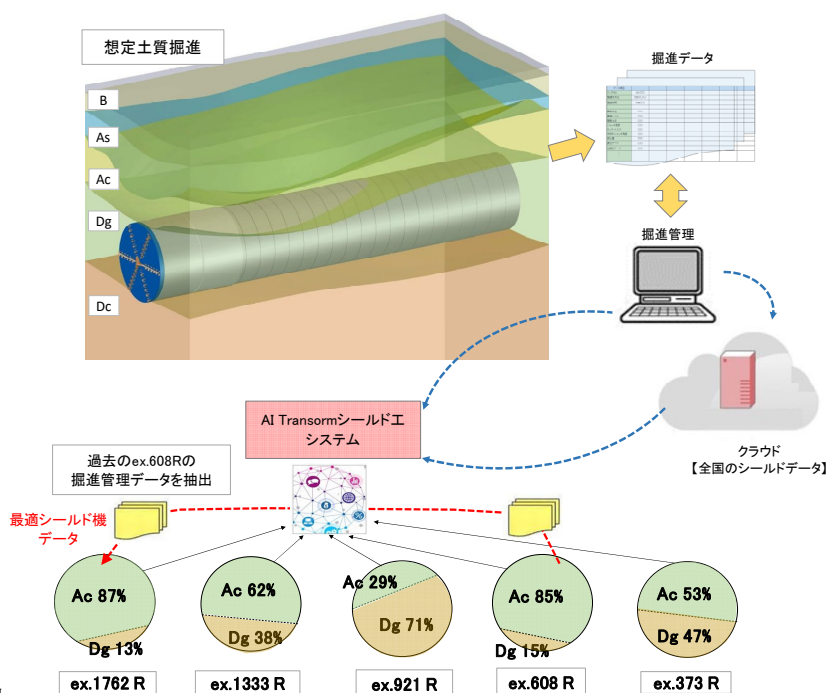


図-1 AI Transform シールドイメージ図

キーワード：シールド, AI, 自動測量

連絡先 戸田建設株式会社 東京都中央区八丁堀 2-8-5 TEL0120-805-106 FAX03-3551-8912

タをもとに AI が判断し、基線からの離れを少なくするように常時ジャッキパターンを提示し、品質を向上させる。

- ④：施工中、施工後のシールド現場データを集積し、一元管理により膨大な教師データとすることで更に AI が進化していく。

3. シールド坑内自動測量システムの開発

AI シールドは、リアルタイムにシールド機の動きを把握するためにシールド機の自動測量を行う必要がある。通常の自動測量は、坑内のセグメントにトータルステーションを設置し、後方の基準点と前方シールド機に設けた 2 点の測点を自動で測量し、専用のプログラ

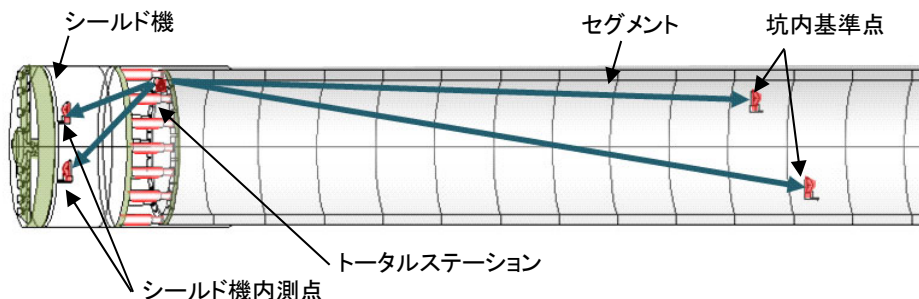


図-2 シールド坑内自動測量システムイメージ図

ムで掘進中のシールド機の位置を随時把握しながら掘進していくことで精度を向上させている。しかし、この自動測量では曲線掘進時にシールド機内の測点がセグメントや後方台車設備に干渉され、視準できなくなってしまう。トータルステーションを頻繁に移設しなければならない。また、坑内が狭い場合、運搬台車の走行に支障するため設置ができない等の課題がある。

そこで、これらの課題を解決するため、新たにシールド坑内自動測量システム（以下、本システムと記述）を開発した。本システムでは、シールド機内から測量する方法として掘進中でも固定点となるシールドジャッキのスプレッダーにトータルステーションを設置することで上記の課題を解決した。図-3 に本システムの概要図を示す。

本システムの特徴は、以下のとおりである。

- ①：スプレッダーとトータルステーションを収納する保護ボックスは、水平維持金物により接続する。この金物によりシールドのローリング、ピッチング等へ対応する。

- ②：シールド掘進開始時、スプレッダーとセグメントが密

接し一定の圧力がかかった状態で締付装置をロック状態とし、トータルステーションの測定を自動で開始する。

- ③：シールド掘進中は、一定頻度で坑内基準点とシールド機内の測点を計測し、シールド機の位置を測定する。

- ④：シールド掘進完了後セグメント組立時には、トータルステーションの測定を一旦停止する。

4. おわりに

今後は、過去や現在施工中の全国のシールド工事現場のデータの専用クラウドへの集積を進めるとともに、AI シールドの機械学習により精度を向上させることで、今まで有識者の判断で施工していた掘進管理を更に効率化させ、品質向上、安全性の向上に繋げていく予定である。

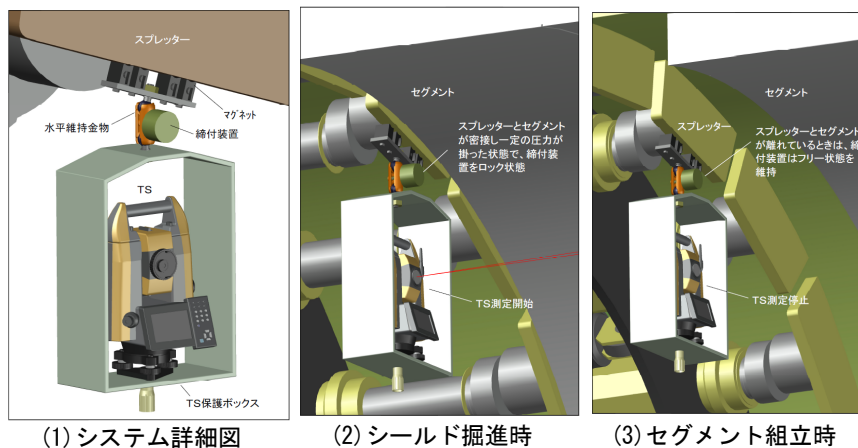


図-3 シールド坑内自動測量システム概要図