

## AIによるシールド機蛇行予測値の精度向上について

大成建設（株） 正会員○福井 学 正会員 志田 智之  
大成建設（株） 正会員 田村 憲 正会員 渡辺 正嘉

### 1. はじめに

2018年度から熟練オペレータの掘進データを教師データとして機械学習したモデル（AI）の開発を始め、初期段階である概念検証（PoC）を直線区間で実施した<sup>1)</sup>。

本稿では、蛇行予測値の精度向上および早期段階での予測値収束を目的として行った、掘進データの欠損値や特異値の処理方法（以下データクレンジング）について述べる。

### 2. シールド掘進データの概要

使用したシールド工事の施工状況およびシールド機ならびにセグメントの仕様は以下の4つである。

- (1) 土質変化が緩やかで、連続した長い直線区間である
- (2) 直線区間で縦断勾配の変化がない
- (3) シールド機は外径  $\Phi 10.46\text{m}$ 、掘削外径  $\Phi 10.50\text{m}$ 、フリクションカット量  $20\text{mm}$  である。
- (4) セグメントは幅  $1.2\text{m}$ 、掘進距離  $20\text{mm}$  を1ステップ、1リング当り  $60$  ステップとしてデータ採取した。

### 3. 学習データの項目およびデータクレンジング

AIへの学習データ（入力データ）は、掘進データのうちオペレータが操作している主項目<sup>1)</sup>とし、AIの出力データ（予測値）は1リング掘進終了時の水平蛇行量および鉛直蛇行量とした。

入力データのデータクレンジングとして、以下の規定で行った。

- (1) 掘進データの欠損値：連続して欠損値がある場合も含めて直線補完とした。
- (2) 掘進データの特異値：特異値は、シールド機に搭載している機械仕様より明らかに数値が大きい場合とした。例として、コピーカッターストロークが搭載しているものより大きいデータであった場合などが該当し、データ処理方法として前後の平均値とした。
- (3) 測量結果の欠損値：人力測量をしていないリングについては、前後の測量結果を用いて直線補完した。
- (4) 測量結果の特異値（測量ミス）：通常掘進（蛇行量  $2\text{mm/m}$  以下）を行っている状態で、片番当り  $20\text{mm}$ （フリクションカット量）程度蛇行した測量結果は、測量ミスによる特異値と判断しデータから削除した。但し、掘進指示書で大きな蛇行量を伴う掘進を指示された場合は、データクレンジングを行わず、測量結果値をそのまま採用している。

### 4. データクレンジングの効果について

データクレンジングの有無が予測値精度に及ぼす影響について述べる。

シールド機先端部の水平蛇行量について図-1 データクレンジングなし、図-2 データクレンジング有りとしてグラフに表す。グラフの縦軸は予測値と測量結果との差であり、横軸は1リング（幅  $1200\text{mm}$ ）を  $20\text{mm}$  ピッチで  $60$  ステップに分割している。折線は各ステップでの最終  $60$  ステップ目（掘進終了）の予測値の差の平均を示し、着色範囲は予測値の差の平均値の分布範囲を示している。同様にシールド機後端部について、図-3 および図-4 に示す。どちらの場合も、データクレンジングにより予測値精度が向上し、早期に予測値が収束していることから、データクレンジング方法が適切であったといえる。

但し、使用した掘進データのシールド機外径が  $10\text{m}$  以上の大断面であり、中小断面と比較すると直線掘進において蛇行しにくい傾向があり、実施工の蛇行量が少なかったことも予測値の精度等が向上した一因と思われる。

またデータクレンジングの効果として、オペレータが蛇行修正するために操作している項目を推測できる。

キーワード シールド機, AIシステム, 運転支援システム, データクレンジング

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株） TEL03-5381-5284

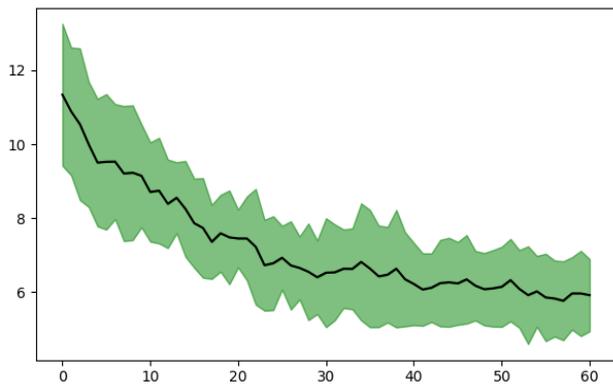


図-1 シールド機先端 データクレンジング無し

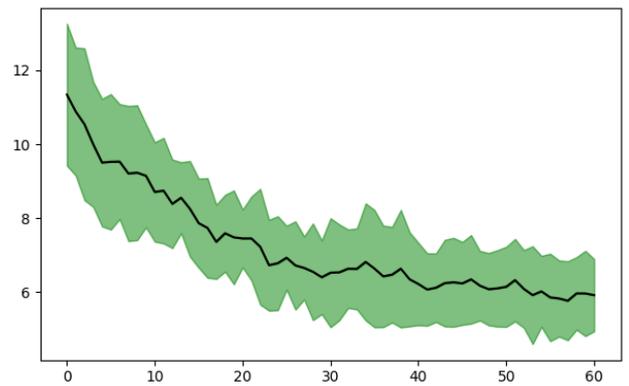


図-2 データクレンジング有り

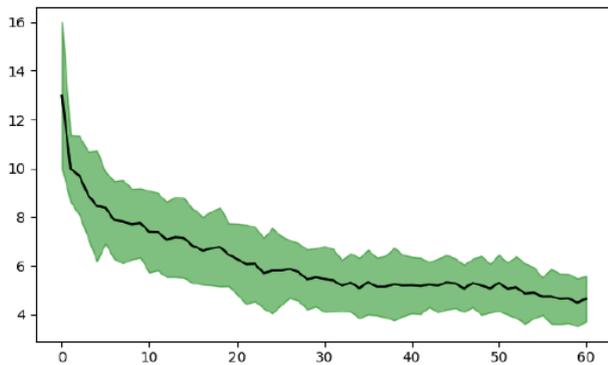


図-3 シールド機後端 データクレンジング無し

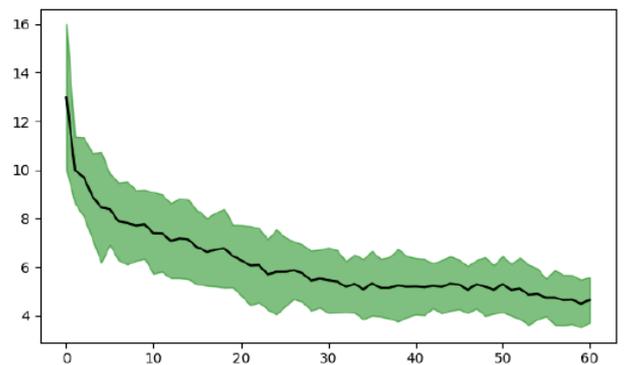


図-4 データクレンジング有り

図-5はオペレータが操作している主項目を縦軸に、蛇行修正に影響を与えている影響度を横軸に表したグラフである。横に伸びたグラフが長いほど蛇行量修正に与える影響度が大きいことを表している。

蛇行修正操作として中折れジャッキ操作やコピーカッター使用することが、今回のシールド機では有効であることを示している。

#### 4. まとめ

今回実施したデータクレンジング方法は、予測値の精度および早期収束の向上に有効であった。但しデータクレンジング自体が、恣意的なものにならないように前提条件等を明確にしておく必要がある。

#### 5. おわりに

次段階として、中小断面のシールド工事における掘進データを用いて、汎用性の検証と曲線部施工への対応を行う。さらに実際の工事に使用するシールド機への搭載を行い、蛇行予測値が品質管理値を逸脱することが予想される場合には、オペレータにアラートを出す運転支援システムの開発を行うことが今年度の目標である。

#### 参考文献

- 1) 福井学：機械学習を用いたシールド機蛇行量の推定，第74回土木学会年次講演会，VI-812，2019. 9

