

シールドマシンの方向制御 AI モデルの評価

清水建設 正会員 ○杉山博一、和田健介
 清水建設 正会員 野澤剛二郎、本多眞

1. はじめに

現在、シールドマシンの方向制御を支援するための AI システム¹⁾の開発を進めている。その際に用いる AI モデルは、シールドジャッキの操作頻度が少ないという操作特性を考慮して、操作のタイミングを判定する AI モデル（以下、操作判定モデルと記す）と、ジャッキの力点を判定する AI モデル（以下、操作予測モデルと記す）の 2 種類を開発した^{2),3)}。本稿では、開発した 2 つの AI モデルの検証として、実際のシールド現場のデータを用いてシールドジャッキ操作を AI で予測し、予測結果の妥当性を確認した。

2. 評価方法

図-1 に評価を行った現場の路線平面図と検証を行った位置関係、範囲（リング No）を示す。なお本稿では、294 リングまで掘進が終わった段階で実施した事前検証について報告し、実装検証については別稿⁴⁾で報告する。評価の方法は、まず 1~294 リングのデータを 2 つに分け、1~237 リングまでのデータで AI モデルを作成する。次に 238~294 リングのジャッキ操作を予測してオペレータの操作等と比較した。



図-1 路線平面図と検証の位置関係

3. 評価結果

(1) 事例 1

図-2 に曲線区間 (R=200m) の事例として 249 リングでの検証結果を示す。(a)~(c)に水平面方向に関する時系列データ、(d)~(f)に縦断面方向に関する時系列データを示した。(a), (d)は水平方向の力点 Fx、および垂直方向の力点 Fy に関するグラフであり、オペレータが選択した力点と力点 AI が時々刻々予測した値、および操作 AI が出力した操作タイミングが赤い線で表示されている。また、オペレータが選択した力点を順番に丸数字で表示した。(b), (e)

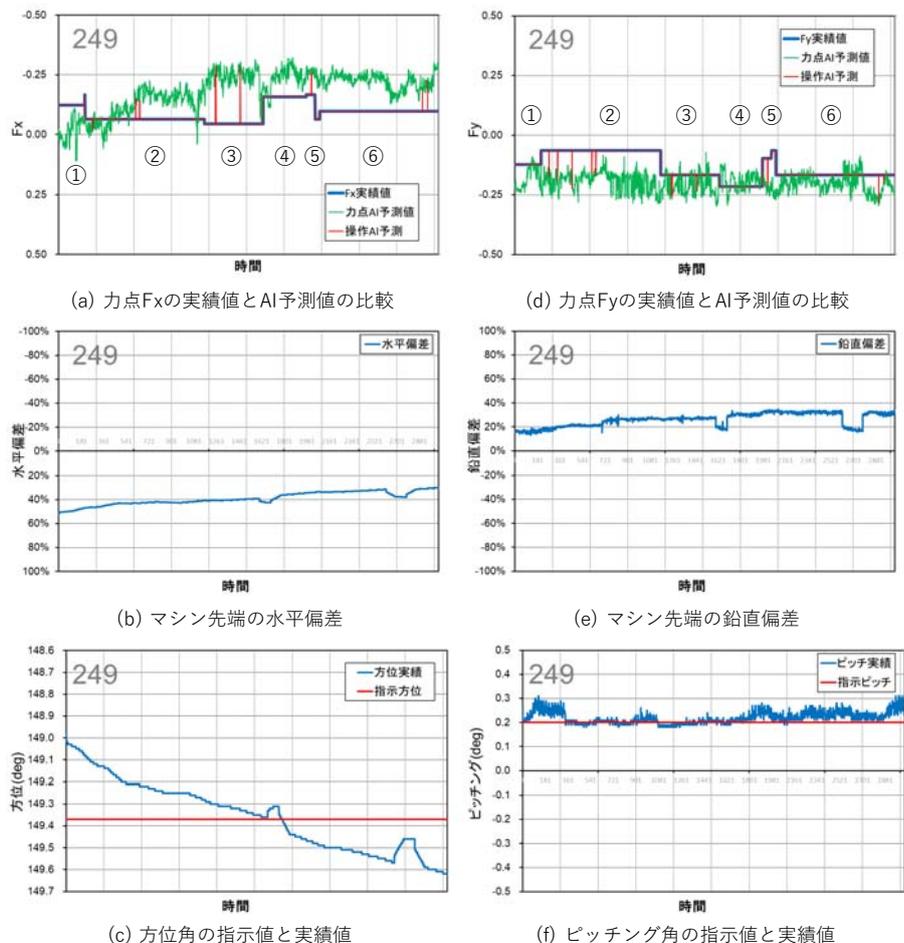


図-2 249 リングの実績データと AI 予測結果

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 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL:03-3820-6978

はマシン先端の計画線形からの水平偏差、および鉛直偏差を管理値までの接近割合(%)で示した。(c)、(f)は方位角、ピッチング角と押し上がり時の指示値を一直線で表示している。

細かく見ると、(c)図で指示した方位から外れていこうとするタイミング(③の区間)で水平の力点(Fx)を左側にするような逆の指示が出ている。一方、縦断面方向は鉛直偏差が上側で、ピッチングはほぼ指示値どおりの状況であるが、細かな差異はあるが力点 AI とオペレータの実績値はほぼ同じと考えている。

(2) 事例 2

図-3 に直線区間での一例として 265 リングの検証結果を示す。グラフの内容は図-2 と同じである。

まずオペレータが選択した力点は、細かい操作を除くと 5 パターンに分けられる。まず①の区間の最初のほうで操作指示がでていいる。これは方位角(c 図)が指示値より離れていく状態が出たものと考えられ、それに対して力点 Fx(a 図)を右方向に移す指示が出ている。また④で高い頻度で操作 AI から操作指示が出ている。この段階も方位角(c 図)が指示された方位から右方向にずれる傾向にある状態であり、力点 Fx を右方向に移す指示となっている。一方、縦断面方向では指示したピッチング通り掘進している(f 図)ためこの指示値が妥当か否かについては実際に AI が予測した力点で掘進してみなければわからない。ただし、⑤の段階でオペレータが選択した力点が直前の AI の予測した力点に近いことから妥当な予測だったと考えている。

以上の要領で事前検証リング(238~294 リング)に対して AI モデルの予測挙動を確認した。その結果、シールドマシンの姿勢が指示値に近いときは操作 AI モデルから出る指示は少なく、指示値から外れているときに操作指示が出ていることが確認できた。また、力点 AI モデルの予測値の妥当性は実際に稼働する現場で確認していかなければならないが、少なくとも異常値は含まれていないことは確認できた。

4. まとめと今後の課題

シールドのジャッキ操作を支援するために開発した操作判定モデル、および操作予測モデルの挙動を実際の現場のデータで再現して確認した。その結果、概ね現場の状況に合わせて適切なタイミングで操作指示が出ることを確認した。今後は実際の現場で試行しながら確認していかなければならないと考えている。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 和田健介他: 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.
- 3) 和田健介他: シールドマシンの操作特性を考慮した自動操縦 AI モデル, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019.
- 4) 樋口貴哉他: AI によるシールド掘進合理化技術の実装検証報告, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019.

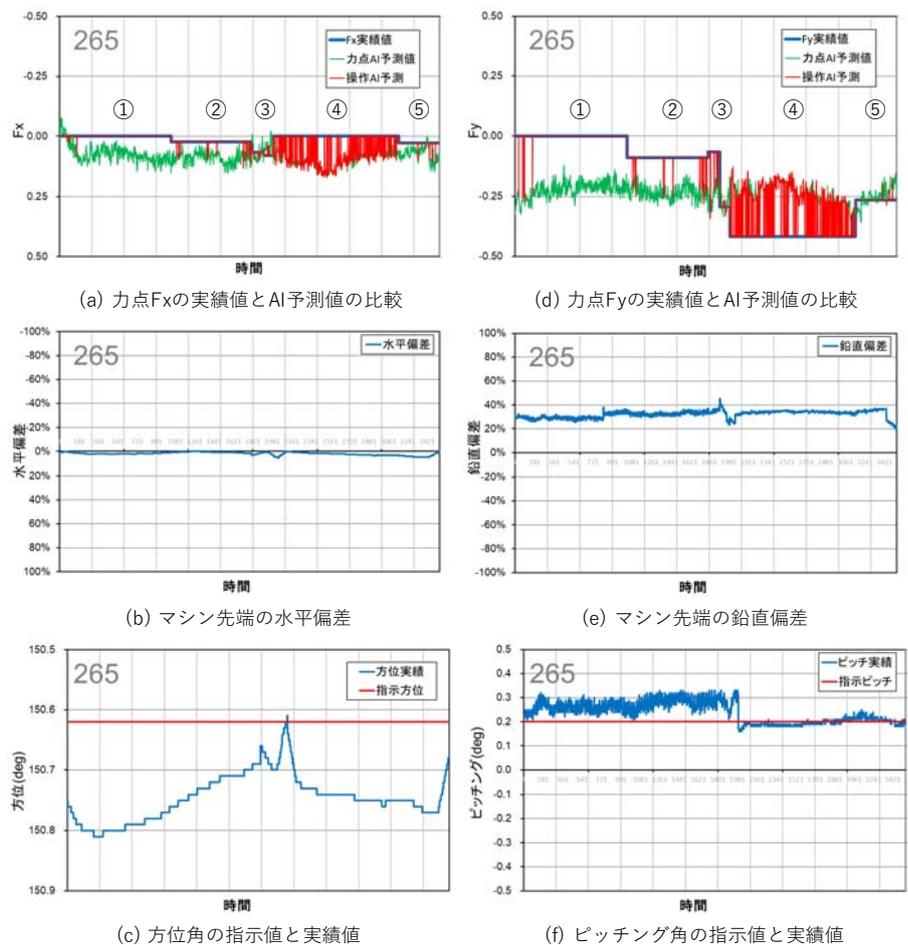


図-3 265 リングの実績データと AI 予測結果