

シールド余掘り設定の評価支援システム

西松建設(株) 技術研究所 正会員 ○平野 享
 大裕株式会社 辻 宗克
 西松建設(株) 関東土木支社 北本 正弘
 西松建設(株) 技術研究所 フェロー 三戸 憲二

本報告は、シールドの急曲線掘削が必要となる余掘り設定の評価支援システムとして、コピーカッターのストローク設定に対する余掘り空間の実測定から実効値を得ること、また余掘り履歴をあたかも地山とスキンプレートとの競りをイメージするコンターマップで表示し、余掘り評価の参考に提供する機能を考案したので、その実装例を紹介するものである。

1. 背景

中折れ機構とともに急曲線掘進を可能とするシールドの余掘りは、カッターフェイス通過後にスキンプレートを介してシールドが受ける地山反力を条件付けし、曲がるマシンの軌跡を決める大きな要素であると考えられる。そこで所定のシールド軌跡が得られる余掘り量を図面上で見積って、シールドのコピーカッターの制御設定に反映させている。ここで地山硬軟の影響を受けて、コピーカッターのストロークが実掘削された余掘り量に一致しないことの補正が課題となる。また、スキンプレートを介した地山との競りがどの部位にどれくらい作用しそうであるかをリアルタイムで見える化できておらず、運転や掘進計画に携わる者がこれを監視したいという要望があった。

2. 本システムに関わる既往の研究

シールド掘進の最適制御を行う上で、暗黙知となりがちな熟練技能に頼る面を将来に向けて解消しつつ、デジタルによる技能伝承と自動制御に代表される情報通信技術を応用することが課題と考えている。そこで、シールドの動力学モデル¹⁾を活用して余掘り設定がシールドの曲がりにもどう寄与するかをシミュレート、あるいはシールド掘削実績に基づき機械学習モデルを用いて今の余掘りが将来軌跡とどう関係するかを予測するなどを試みてきた。しかし前者は決定論的に将来予測できる手法ながらもパラメータ調整が難しく、後者は評価したい現象を的確に表現する変数が観測可能でないという難しいハードルがあった。そしていずれの手法を選択しても、余掘りはそもそも現象が十分見える化できていないことが問題であると考察された。

3. 本システムに求めた機能

コピーカッターの掘削軌跡を追って、コピーカッターに装備される探り棒を地山に押し当て、掘削深さを実測する。その装置自体は特別なものではない。地山硬軟の影響を受ける実効ストローク設定を評価できるように、設定と実測の掘削深さを時系列変化で比較できる画面を実装した(図1)。画面内でこれら2値を比較することで地山硬軟を判断し、ストローク設定の過不足を評価していく。



図1 余掘り設定と実績を比較した時系列表示

キーワード シールド, 急曲線, 余掘り, コピーカッター, 見える化

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1-17-1 西松建設(株)技術研究所 TEL080-9206-9232

つぎにもう一つの機能として、施工中の余掘り量の良否とその履歴の状況が、直感的に読み取れる画面を実装した（図2）。図内右上には3次元シールドモデルを置き、そのスキンに余掘り量目標に対する過不足をコンターマッピングする。数個の代表断面については常時表示させて、モデルを回転させなくても主要断面の状況がつかめるものとした。例えば赤色系の表示は余掘り量が目標に到達しない部位である。

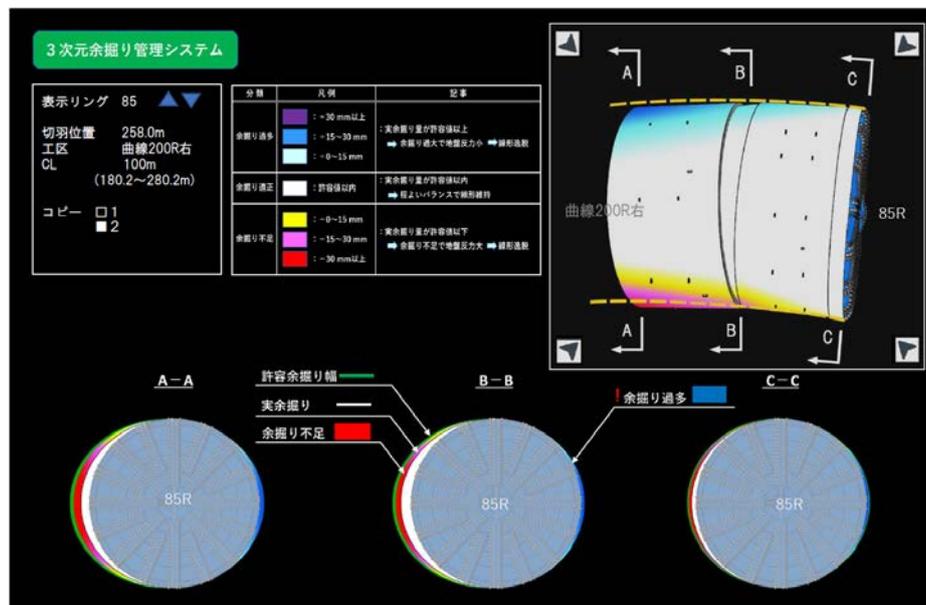


図2 余掘り実績をマッピングしたシールドモデル

最後に本システムとシールド及び他システムとの連携並びにデータフローを図3に示す。余掘りを定義するに必要なコピーカッターの設定、掘進計画線、シールドの姿勢と位置等のデータは、図内に示すプラットフォームの総合管理システム（NS-BRAINS）がとりまとめ、配下のアプリケーションと共有している。本システムはそのアプリケーションの1つとして動作する。これにより、図内右上の3次元シールドモデルはサムネールであっても実状況と矛盾しない描画とすることで、運転者の誤解を避けた納得感の得られる画面となることに留意した。

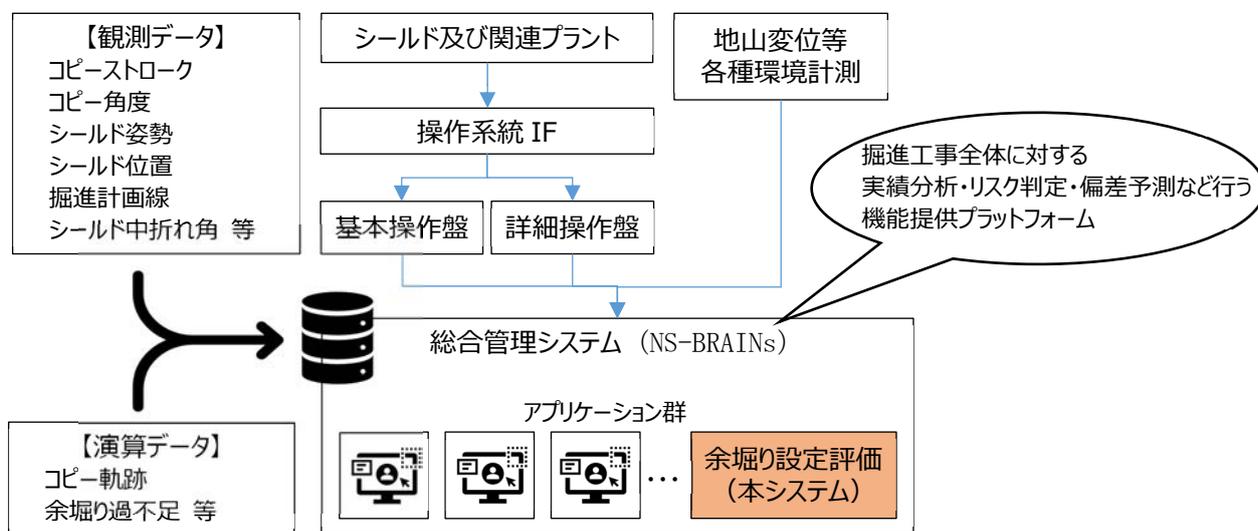


図3 本システムとシールド及び他システムとの連携並びにデータフロー

4. まとめ

シールド余掘り設定の評価支援システムを、シールド総合管理システムのアプリケーションとして実装した。余掘りの現状と履歴が掘進中において直感的に把握できることで、急曲線の施工品質の向上に寄与できるものと考えている。シールド総合管理システムは当社施工のシールド工事に標準展開している。本システムのようなアプリケーションの開発素地と再利用性を高めることで、技術利用の合理化にも資するものとする。

参考文献

1) 中折れ式シールド機挙動モデルによる現場計測データのシミュレーション：トンネル工学研究論文報告集 第12巻 2002年11月報告