

ニューマチックケーソン工法の自動運転に関する現場実験報告

(株)大林組 ○正会員 AFSHANI Alireza 正会員 稲川雄宣 正会員 山村拓郎
(株)大本組 非会員 藤澤秀行 非会員 橋 伸一 非会員 山崎達紀
(独)鉄道・運輸機構 非会員 三浦康憲 非会員 近藤勇佑

1. はじめに

近年、橋梁基礎や地下構造物の築造にニューマチックケーソン工法が採用される事例が増えており、大断面、大深度の施工も多くなっている。作業室における減圧症の発症を防止するため、地上遠隔操作による無人化施工技術の導入も進んでいる。また、建設業界では建設DXの一環として人手に替わる全自動の建設機械を開発し、作業現場に導入しようという取組みが活発化している。今回、掘削から排土までの一部の動作について自動運転が可能となり、現場において実証実験を行ったことからその結果を報告する。

2. 工事概要

実証実験は北海道新幹線、札幌トンネル（札幌）工事のシールド発進用立坑において実施した。ケーソンの沈設深さは49.6m、平面寸法は27.4m×20.3m、地盤は礫、砂、シルト、粘土の互層で、泥炭や火山灰も介在している（図-1）。掘削は作業室内の天井に設置した4台の天井走行式掘削機（0.25m³）で行われ、GL-18m以深は遠隔操作で行われた（図-2）。また、ケーソンの沈設管理には作業室の天井および天井走行式掘削機に取り付けたレーザースキャナによって函内掘削形状をモニター表示できるケーソン統合管理システムを用いた（図-3）。

3. 自動運転の実験実証

自動運転の実証実験は最終掘削付近の深さで実施した。今回は、長時間におよぶオペレーターの遠隔作業の負担低減や、省人化を目的として掘削から排土までの一部の作業を自動化した。掘削開始位置はケーソン統合管理システムのモニター表示をもとに周辺よりも高いエリアを選定し、排土位置は潜函バケットがあるマテリアルロックの近傍に設定した。掘削機はレールに並行して移動するものとし、旋回角をその都度変更しながら掘削範囲を広げた（図-4）。自動運転は管理制御室から遠隔操作で行われ、オペレーターは掘削機

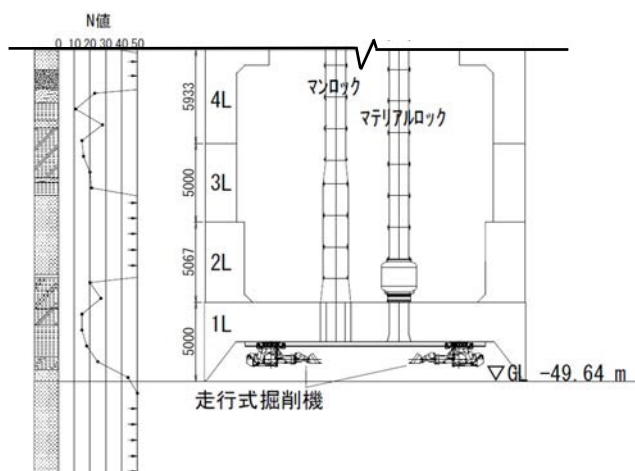


図-1. 発進立坑側面図

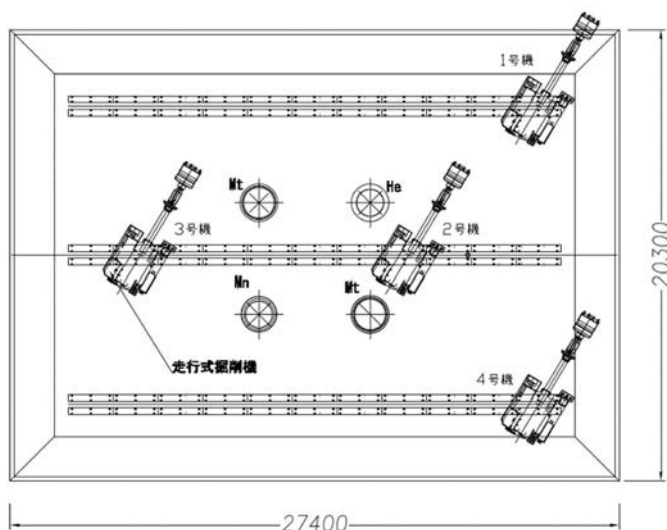


図-2. 天井走行式掘削機平面配置図

キーワード ニューマチックケーソン工法、自動運転、無人化施工

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL03-5769-1302

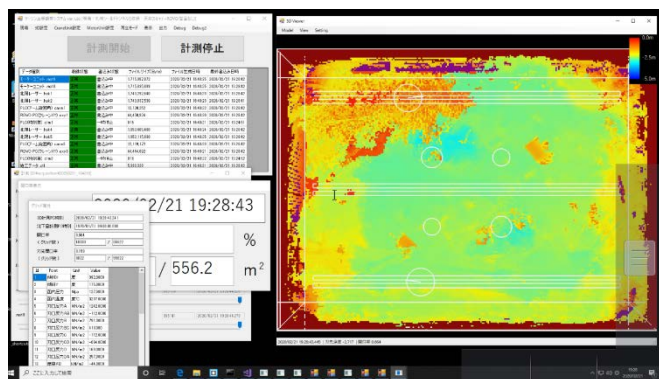


図-3. 掘削形状(モニター画面)

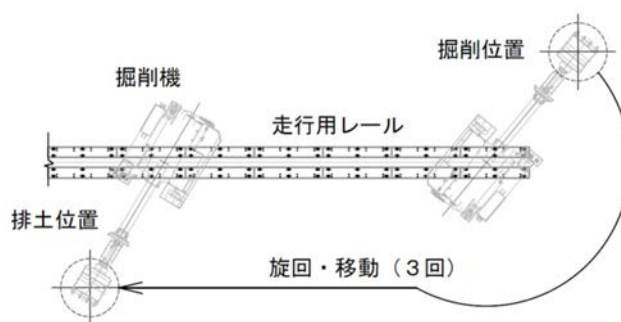


図-4. 自動運転の概要



図-5. 管理制御室

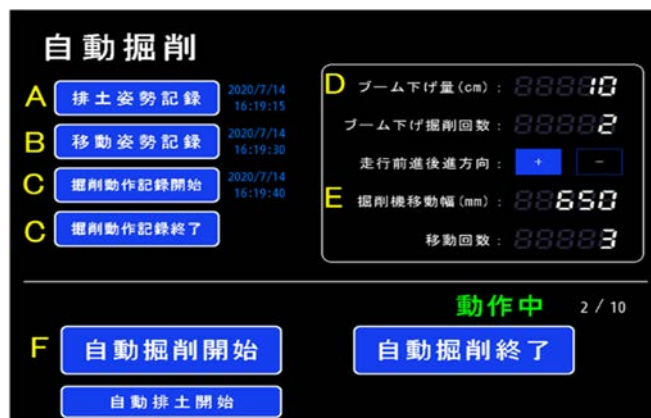


図-6. 自動運転アプリケーション画面

に搭載されたカメラと作業室監視カメラから動作をモニター画面で確認する(図-5)。また、異常時は操作レバーで手動操作に瞬時に切り替えることにより自動運転を解除することができる。

自動運転は「準備工程」「自動掘削工程」の順に行われる。準備工程では、排土姿勢(A)、移動姿勢(B)、掘削動作(C)を記録し、ブームの下げ量(D)と掘削機の移動幅および移動回数(E)を指定する。今回の実験では、ブームの下げ量を10 cm、掘削回数を3回、掘削機の移動幅を65 cm(バケット半分程度)に設定した(図-6)。そのあとの自動掘削工程では、掘削機を掘削開始位置に手動で移動させたあと、準備工程で学習した動作を設定した移動回数で行った。なお、掘削が過負荷となった場合は3回リトライし、実行できなければ中断することとした。

自動掘削工程で要した時間は平均4分程度で、比較的スムーズな動作で作業を行うことができた。しかし、掘削場所の地盤の高さによっては空振り、あるいは過負荷による掘削の中断が発生することがあった。また、従来オペレーターが行う複合的な動作に対し各動作は単一であることから、効率的な自動運転の確立に向けて今後の課題と考える。

4. おわりに

今回の実証実験では、掘削から排土までの作業を自動運転で行った。これより、オペレーターが常時モニターを確認する必要が無いため遠隔操作の負担が軽減され、一人で複数台の掘削機を操作することも可能になると考えられる。今後は、過負荷による掘削の中断といった問題を改善するため、リトライ時に掘削位置を自動調整する機能を付加し、問題を改善する。

参考文献

- 1) 柳ほか：ニューマチックケーソン工法の函内掘残し形状システムの開発と計測事例の考察，土木学会全国大会第74回年次学術講演会，2019