

ニューマチックケーソン工事における高精度沈下掘削管理

大豊建設株式会社 ○正会員 田中 健之

正会員 榊原 哲由

正会員 長谷川春生

1. はじめに

ニューマチックケーソン（以下、ケーソン）工事は、掘削面形状（掘残し土砂の幅・位置など）とケーソン姿勢（沈下深度、傾斜、水平変位、回転変位など）に関する情報から次ステップの掘削位置・量を随時決定して掘削することにより、沈設精度を確保する。そのため、掘削面形状やケーソン姿勢情報をリアルタイムで正確に把握することが重要となる。本稿ではケーソン工事における高精度な沈下掘削管理を実現するための掘削面形状計測システムと自動姿勢計測システムについて報告する。

2. 沈下掘削管理システム概要

(1) 掘削面形状計測システム

本システムは、3D レーザースキャナで作業室内の掘削面形状を点群データとして取得し、解析用 PC で計算することで、PC のモニターに掘削面形状の 3D 画像や任意の 2D 断面画像、開口率、土量等を表示する（ここで、開口率とは作業室全面積と刃口部掘り残し以外の面積との関係の比率を示す）。また、3D レーザースキャナは、地上から遠隔操作により稼働させるため、高気圧環境下での作業手間がなく、リアルタイムで掘削面形状の計測結果が得られる。図-1 に 3D レーザースキャナによる計測システム図を示す。

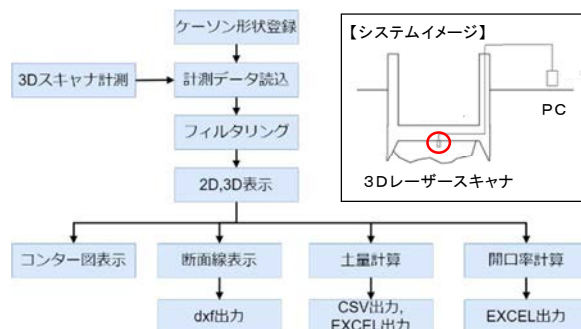


図-1 3Dレーザースキャナによる計測システム図

(2) 自動姿勢計測システム

本システムは、ケーソンの姿勢情報をリアルタイムに自動計測するシステムと姿勢情報より作図などを行う解析・表示システムから構成する。さらに、姿勢情報の自動計測は、自動追尾型トータルステーション（以下、TS）計測と GNSS 計測の二つのデバイスを搭載し、どちらか一方または両方を選択可能としている。計測デバイスの概要は次のとおりであり、図-2 に概要図を示す。

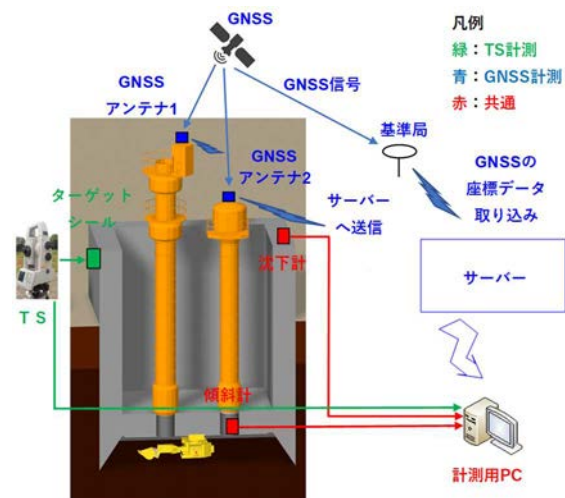


図-2 自動姿勢計測システム概要図

① TS 計測

ケーソン躯体に貼付したターゲットシールを TS で計測し、傾斜計・沈下計によるデータからケーソン姿勢を算出する。ターゲットの盛替えは、ターゲットシールを貼付するだけでよいので容易である。

② GNSS 計測

マンロックおよびマテリアルロックに取付けた GNSS アンテナより取得した座標データと、傾斜計・沈下計によるデータを用いてケーソン姿勢を算出する。地上に基準点を必要とせず、基準点設置が困難な現場にも適用できる。

3. システムの有用性確認

前述のシステムの有用性を確認するため、実際のケーソン現場への試験導入を行った。以下に各システムの運用

キーワード ニューマチックケーソン、沈下掘削管理、掘削面形状計測、自動姿勢計測

連絡先 茨城県稲敷郡阿見町中央 8-5-1 TEL 029-891-0571 大豊建設(株) 技術研究所

状況を記す。

(1) 掘削面形状計測システム

取得した点群データから函内の掘削面形状を正確に認識した上で、開口率、掘残し量を解析し、数値および画像として表示することができた。また、解析により求めた開口率、掘残し量は、函内の実測値とよく整合することが確認できた。

システムによる計測に要した時間は、点群データの取得に2～3分程度、解析のために10分程度であった。

写真-1 に掘削面形状スキャン状況、**図-3** に掘削面形状の出力例を示す。

(2) 自動姿勢計測システム

計測間隔を5分に設定して、ケーソンに設置したTS用ターゲットの座標やロックに設置したGNSSアンテナの座標を自動計測するとともに、沈下計や傾斜計の計測結果を解析システムに取り込んで、ケーソン全体の沈下深度、傾斜、水平変位、回転変位を解析し、数値および画像として連続的に出力することができた。

図-4 にケーソン姿勢の出力例、**写真-2, 3** に自動計測状況を示す。

(1)、(2)により掘削管理者が作業室内の掘削面形状とケーソン姿勢をリアルタイムで正確に把握して刃口周りの掘削範囲を適切に指示し、高精度な沈下掘削管理が実現できた。

4. 今後の課題と対応

(1) 掘削面形状計測システム

ニューマチックケーソン工法では、ケーソン外周へのエアブロー対策として水を張ったまま掘削を行う場合があるが、現行の3Dレーザースキャナでは水中部分の掘削面形状の計測はできない。そのため、水中の掘削面形状の計測が可能なレーザースキャナの導入検討と、濁水中におけるスキャン精度などについて検証が必要である。

(2) 自動姿勢計測システム

TSが他の反射体をターゲットとして誤認し、ターゲットの視準ができない場合があった。視準距離にしきい値を設けることにより、計測時に他の反射体を視準するといった誤認を防ぐ検討を行う。

5. まとめ

今回導入したシステムは、ケーソン沈設時のより高精度な沈下掘削管理を行うことを可能とした。

今後は前述した課題に対し改良を行い、これらのシステムを多くのニューマチックケーソン工事に採用し、品質の向上に寄与できれば幸いである。

参考文献

- 1) 前克弥, 三野章生, 田中健之; 酒造用地下水地帯における鉄道営業線に近接したシールド立坑築造 (二) 東川水系津門川 地下貯留管他整備工事. 土木施工. 2022年5月号, pp.86-89
- 2) 田中健之, 長谷川春生, 榊原哲由; ニューマチックケーソン工法における新技術を活用した管理システム. 電力土木. 2022年9月号, No.421, pp.91-93

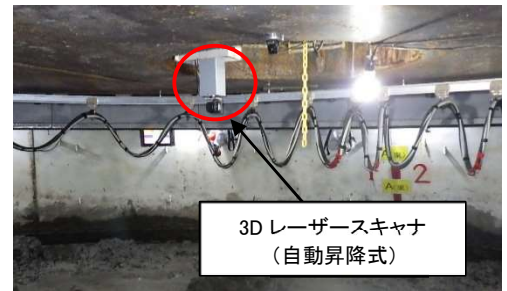


写真-1 掘削面形状スキャン状況

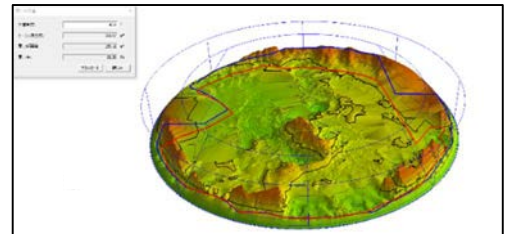


図-3 掘削面形状の出力例

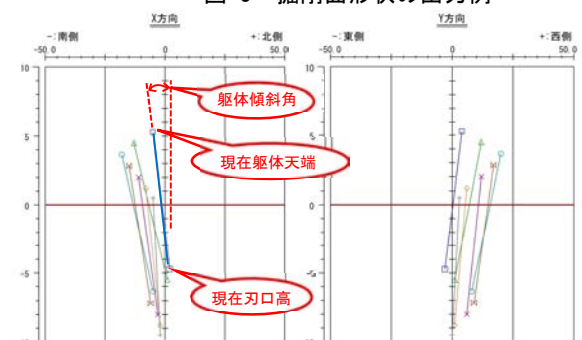


図-4 ケーソン姿勢の出力例



写真-2 TS 自動計測状況

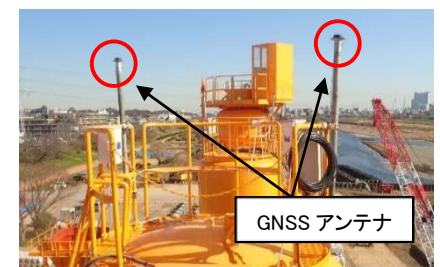


写真-3 GNSS 自動計測状況