

ニューマチックケーソン掘残し部の可視化技術

清水建設株式会社 正会員 ○石川 七恵 西川 泰司 石井 洋一 遠藤 和雄
大豊建設株式会社 非会員 橋本 喜祐

1. はじめに

ニューマチックケーソンでは、沈下掘削中に刃先の内側に掘残し部を設け、その面積でケーソン重量を支持する。この掘残し部の幅は、工事着手前にケーソン深度と土層の変化ごとに沈下計算を行っておき、ケーソン掘削中に傾斜や過沈下を発生させないための管理項目の一つとなっている(図-1)。しかし、掘残し形状の管理は、ショベルオペレータの技量に依存する点が多く、大きく過掘りした場合、躯体の急沈やそれに伴う傾斜を引き起こすことが懸念される。

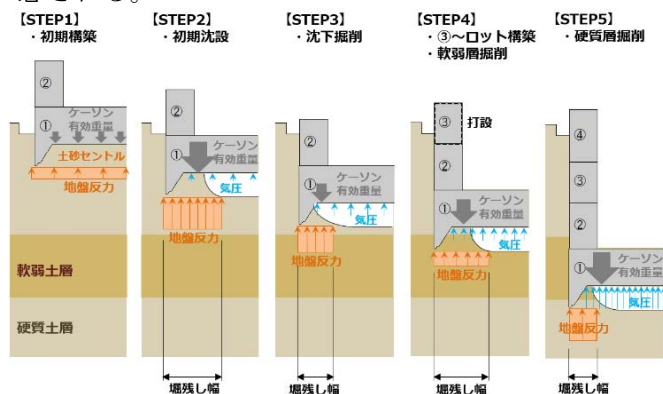


図-1 各ステップでの荷重バランスと掘残し幅の例

そこで本技術は、山岳トンネルでインバート掘削の出来形管理に用いられている「SP-MAPS (Scanning and Projection Mapping System)」の技術をニューマチックケーソンの掘残し形状管理に展開し、掘残し部の「見える化」を図り掘削管理に適用するものである。本稿では、この「ケーソン版 SP-MAPS」のシステム概要および実現場にて行った実証実験結果および今後の展望について記載する。

2. ケーソン版 SP-MAPS の概要

本システムの概要を以下に示す。

- ① 工事着手前に沈下段階の掘残し形状（開口率計算に基づく）を設計値としてシステムに入力する。
- ② 沈下掘削開始後、掘残し形状を3D レーザスキャナにて計測、点群データを取得する。

ナにて計測、点群データを取得する。

- ③ 点群データを設計値と比較し、その差に応じた色光をプロジェクタで直接土砂に照射する。スキャナの計測から色光の照射までに要する時間は1分である。

- ④ 照射された色光に合わせて、出来形の過不足をショベルオペレータが目視で確認し掘削する。

以上の掘削手順を繰り返す(図-2)。

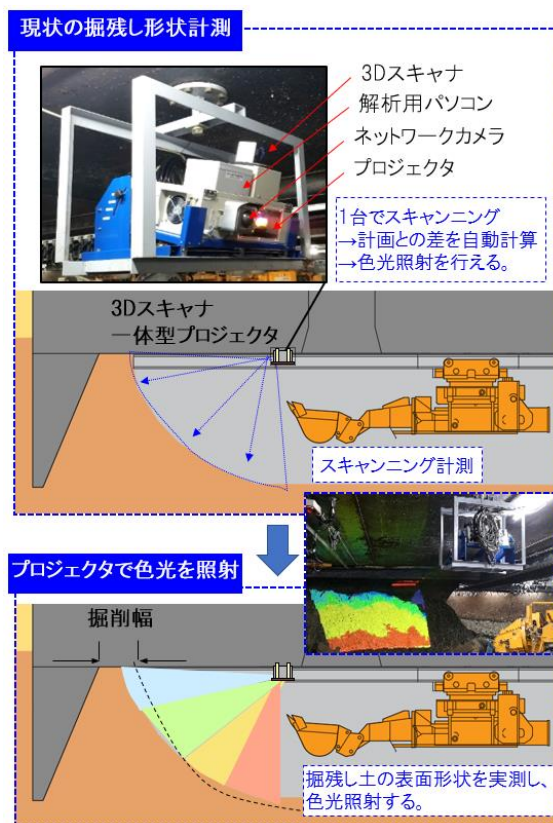


図-2 「ケーソン版 SP-MAPS」概要

3. 実施工現場での試行

(1) 試行内容と結果

大型ニューマチックケーソンの施工現場の一部を利用して、「ケーソン版 SP-MAPS」の試行を行った。

事前に機材の耐圧性能を確認した後、ケーソン高気圧作業室内の天井スラブに機材を設置し、地上からの無線による遠隔操作にて性能確認を実施した。

キーワード ニューマチックケーソン、CIM、情報化施工、3次元スキャナ、プロジェクションマッピング

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株)土木技術本部海洋プロジェクト部 TEL 03-3561-3898

今回の試行により、下記結果が確認できた。

①遠隔操作室からの操作は良好で、スキャナ・パソコン・カメラ・プロジェクタの各機材が問題無く作動した。

②工事着手前の沈下段階の掘残し形状(開口率計算に基づく)をシステム上で自動判定し、目標とする掘残し部の高さ(ケーソンを下げるために必要な掘削高さ)との差を色光で照射した。色光の精度は±30mmである。



図-3 目標とする掘残し高さ

③掘削による掘残し形状の変化に伴い、リアルタイム(1分間隔)に色光の変化が確認できた。

④作業室内で、プロジェクタの色光は明瞭に表示できた(使用したプロジェクタの光量は5,000lm)。

⑤遠隔操作室のモニター越しでもプロジェクタの色を鮮明に確認でき、ショベルのオペレータにとって有人・無人掘削のいずれの場合も適用でき、職員の掘削指示も容易に可能であった(写真-1)。



写真-1 遠隔操作室

⑥プロジェクタで照射できない範囲についても、モニター画像の重ね合わせにより画面上であたかも色光を照射したかのように表示できた(図-4)。



図-4 色光画像を重ね合わせたモニター画面の例

⑦スキャナで計測された点群データ(図-5)の自動記録・保存が確認できた。これにより、そのまま開口率日報として利用するなどトレーサビリティが可能である。

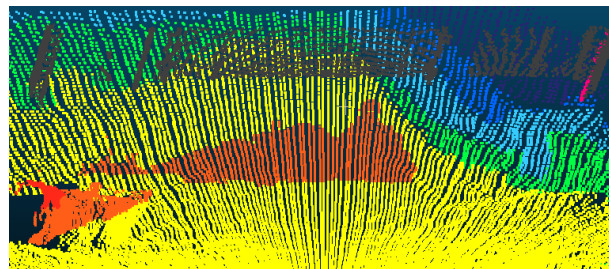


図-5 点群データの画像例

⑧リモコン操作機能により、函内にいる職長やショベルオペレータでもシステムを自由に操作できた(図-6)。



図-6 函内リモコン操作機能

⑨計測したデータは、インターネット上で確認した。これにより、全国のニューマチックケーソン稼働現場のリアルタイムな掘削出来形を離れた場所からの一元管理が可能である。

(2) 適用の効果

本技術の適用効果を以下に示す。

- ①事前の沈下計算に基づく開口率と掘残し幅の正確な管理が可能となり、沈設中の傾斜や過沈下を抑制して精度の良いスムーズな沈設が可能となる。
- ②潜函工による高気圧環境下での日報作成(開口率計測作業)が不要となり、安全性と作業効率が向上する。
- ③ニューマチックケーソンの掘削中の出来形を3D点群座標として記録・保存でき、多数現場のデータを蓄積することで将来のケーソン工事への設計および施工計画の基礎データを取得できる。

4. おわりに

本技術の試行は、関係各社の皆様に多大なご協力をいただき実現したものであり、今後も安全性、生産性の向上のもと実用化に向けてブラッシュアップに取り組んでいく所存である。