

掘削土量計測システム「ドーリースキャナ」の初期掘進への適用

大成建設株式会社 正会員 ○磯部 将吾, 森田 泰司, 真部 洋大

1. はじめに

シールド工事においては掘削土量の計測・評価に基づく土量管理が重要である。掘削土量の計測では、土質や工事規模などの条件から、ポンプ圧送、連続ベルコン、ズリ鋼車などを用いた土砂運搬手段から適切な方法を選択しており、それぞれの手段に応じた計測方法が採用されている。

しかし、写真-1に示す初期掘進時においては、専用の計測機器を設置できるスペースが限られることから、ズリ鋼車やベッセルで搬出する前に作業員が天端から土砂までの高さを複数箇所メジャーにより計測している。計測には手間がかかり、かつ計測結果をその場で記入して作業終了後に事務所で再入力しなければならず、高精度でリアルタイムな管理手法ができていないのが現状である。

従来の土量計測技術「ドーリースキャナ」¹⁾は、本掘進時の適用を想定しており、坑内を走るズリ鋼車を固定式の機器で計測していた。しかし、初期掘進時は坑内のスペースが限られるため、従来式の機器を設置して計測することができない。そこで、初期掘進区間の土量計測に対し、従来式の技術を改良した高精度かつリアルタイムに計測可能な掘削土量計測システムを開発した。

本稿では、開発した土量計測技術を掘削延長の短いシールド工事に適用し、計測精度や計測時間等の機能性について検証した結果を述べる。

2. 開発技術の概要

2.1 計測方法の概要

初期掘進においては、ズリ鋼車を地上に揚重し排土することから、地上で計測できるよう装置を改良した。

図-1に土量計測イメージ図を示す。計測機器には、2D-LiDARを適用し、これを計測台車のアーム(溝形鋼)先端に取り付けた。計測台車は下部にアングル車輪が取り付けられており、鋼製枠組足場に設置された走行レール(山形鋼)に乗り、両端のモーター駆動のチェーンの巻き取り動作により等速走行する。モーターの駆動はペンダントスイッチにより操作される。計測の順序として、

- ① ズリ鋼車を鋼製枠組足場の横に仮置きする。
- ② ペンダントスイッチにてモーターを稼働させ、計測台車を移動架台上で走行させる。
- ③ 計測台車に固定されたアーム先端の2D-LiDARにより、ズリ鋼車の直上からその形状をスキャンして土量を計測する。アームに付けられた距離計はズリ鋼車の端部を捉え、計測開始・終了を判定する。

2.2 土量計測の精度

ズリ鋼車の中にカラーコーンを並べ、その体積を評価することで計測精度を確認した(写真-2)。カラーコー



写真-1 初期掘進の状況(立坑上部から撮影)

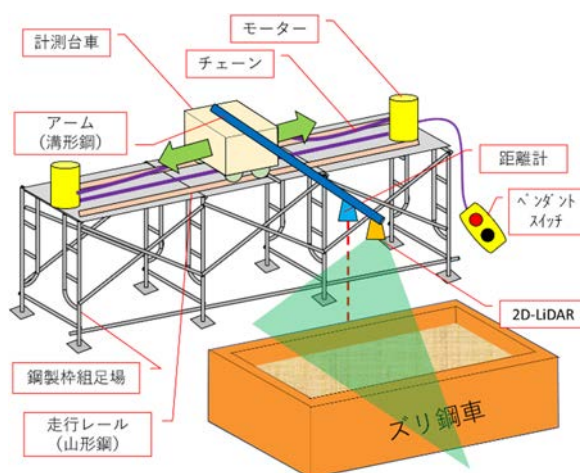


図-1 計測イメージ図

キーワード シールド工法, 土量計測, ズリ鋼車, 2D-LiDAR, 初期掘進

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL045-814-7221

ンの体積は、事前に水を使って体積を求めた。結果は、1つのカラーコーン体積 $1.34 \times 10^{-2} \text{m}^3$ に対し、実測値(10回計測)の平均 $1.36 \times 10^{-2} \text{m}^3$ ($\pm 0.007 \times 10^{-2} \text{m}^3$) であり、計測誤差はおよそ 1.0%であった。

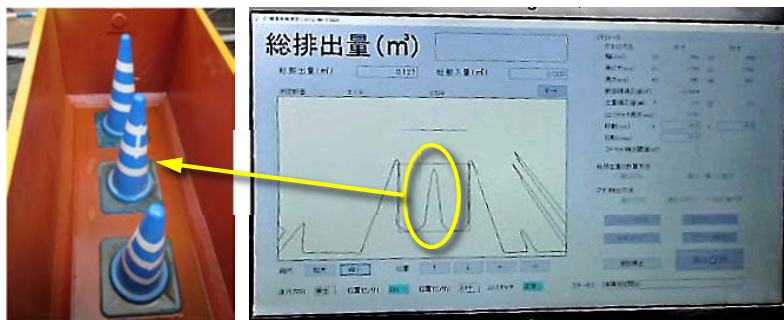


写真-2 カラーコーン設置状況(左)と計測断面の表示(右)

3. シールド初期掘進工事への適用

3.1 工事概要

本技術の有効性を検証するため、掘削延長の短いシールド工事に適用した。

- ・ 工事名称：明道町雨水幹線下水道築造工事
- ・ 発注者：名古屋市上下水道局
- ・ 施工場所：愛知県名古屋市西区那古野一丁目ほか
- ・ 工期：2019年8月5日～2024年3月18日
- ・ 掘削延長：41.0m

適用現場は、現在建設中の名古屋中央雨水調整池に凍結工法により地中接合させる工事である。掘削延長が短いため、後続台車が坑内に収まらない。本工事は、明道町に集められる雨水を地下中央幹線に引き込む工事で、今後も同様の短い延長の工事が見込まれている。



写真-3 土量計測状況

3.2 実証実験結果

掘削土が入ったズリ鋼車の土量計測を写真-3に示す地上ヤードにて表-2に示す手順で行った。計測データは、事務所のPCに転送され、各ズリ鋼車の排土量が表示される(表-3)。

このシステムによる土量の計測時間は1つのズリ鋼車あたり40秒である(表-2の黄色ハッチ部を参照)。従来計測では、ズリ鋼車の天端の土砂の高さを、3~4点メジャーを使って計測していた。さらに、計測結果を手書きで記録し、作業終了後にPCに入力し、データを取りまとめていた。開発したシステムの導入により、これらの計測業務を効率化し、高精度かつリアルタイムに管理可能であることを確認した。

表-3は計測データを整理した表の一例であり、掘削土の計測データと掘削に関連するデータ(余掘量, 加泥材添加量)等を加味した計算値を示している。これを設計値と比較することにより、土砂の取込量の過不足を判定する。

4. まとめ

開発システムの適用により、ズリ鋼車に積載された土量計測が僅かな計測誤差で行え、初期掘進区間でも使用できる土量計測技術が確立した。これを従来の土量計測技術を組み合わせることにより、初期掘進から本掘進までの効率かつ高精度な土量計測が可能となった。今後は、重量計測も同時に行えるシステムの開発に注力する所存である。

<参考文献>

- 1) 森田 泰司：ズリ鋼車の土量計測システム，土木学会第75回年次学術講演会，VI-541，2020。

表-2 計測手順

| 手順 | 所要時間(秒) |
|-------------------------|---------|
| ① 掘削土を積み込んだズリ鋼車を立坑下から揚重 | 20 |
| ② ズリ鋼車を計測位置に仮置き | 30 |
| ③ 土量計測(データは同時にPCへと転送) | 10 |
| ④ 集計表に表示 | |
| ⑤ ズリ鋼車を吊り上げ旋回 | 60 |
| ⑥ ズリビットに排土 | |
| ⑦ 立坑下へズリ鋼車を荷下ろし | |

表-3 計測結果の集計表

| RNo | ズリ面 | 排土量 (m³) | | R | 実測/掘削地山 | 実測/掘削地山+加泥材 | 平均値 | 判定 |
|-----|-----|----------|-------|------|---------|-------------|-----|----|
| | | 面 | 合計 | | | | | |
| 1 | | 1110 | 10980 | 109% | 96% | 102% | 判定 | |
| 2 | | 1103 | | | | | 判定 | |
| 3 | | 1133 | | | | | 判定 | |
| 4 | | 1104 | | | | | 判定 | |
| 5 | | 1149 | | | | | 判定 | |
| 6 | | 1143 | | | | | 判定 | |
| 7 | | 1131 | | | | | 判定 | |
| 8 | | 1128 | | | | | 判定 | |
| 9 | | 1117 | | | | | 判定 | |
| 10 | | 0862 | | | | | 判定 | |