

倒立に据えた TLS 計測器による立坑内部の計測

佐藤工業(株) 正会員 ○盛田 樹里*1

1. はじめに

地上型 3次元レーザースキャナ(以下 TLS)計測は、地上に設置した計測機器から計測対象にレーザーを照射することで3次元形状を座標付きの点群データを取得できる計測手法である。通常 TLS 機器は正立で据えるため、計測可能範囲は周囲横方向や真上のドーム状範囲となり、真下の計測は構成上不可能である。実際にこれまで倒立に TLS を据えた計測の事例は少数である。

今回対象とする鋼管立坑は地上部からの深さ約 60m と深く、立坑の途中段階および到達時の出来形を計測するために到達部に機器を下して計測することは危険と困難を伴うことが推測された。当初予定していた建込み座標位置とのズレの管理値が非常に厳しいため、建込み状況を高精度に図る必要がある。そこで弊社は TLS を倒立に設置できる架台および治具を用意し、立坑上部(地上)に機器を倒立に設置し TLS 計測を行うこととした。計測から得られた形状点群を元に立坑中心座標を推測して建込みの精度を確認する。



図-1 TLS (左) と架台 (右)

2. 倒立 TLS 計測方法

今回 TLS として Leica Geosystems の P-40 を使用した。この TLS を逆さにするための専用治具を入手し、立坑直上に TLS を設置するための架台を作成した。

物理的な問題となるのは、TLS を倒立とするためスキャナ本体に装備されている気泡管、電子気泡管、電子整準は機能しないことである。水平が取れないことによる計測精度への影響が懸念されたため、架台脚部にジャッキ 4 個(丸枠)を付けて高さ調整を可能にし、架台上部の治具に設置したスラント(水平器)2 個(四角枠)を目視で確認しながら、水平を保てるように工夫した。計測は立坑直径を挟む 2 方向から各 1 回ずつ実施した。

また計測する際、立坑開口部に設置した機器のパネルを操作しなければならないが、墜落の危険を伴うことから安全を考慮し、タブレットによる遠隔操作とした。



図-2 計測状況

キーワード レーザースキャナ, 立坑, 倒立 TLS 計測

連絡先 ※1 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL:03-3661-2932 FAX:03-3808-0491

3. 処理方法

スキャナで取得した点群は3D点群処理ソフト Cyclone を用いて公共座標に合わせ、TREND POINT でフィルタリング処理をした後、断面処理を実施した。TREND POINT は道路、トンネルなどの平面線形を元にした断面処理は行えるが、立坑などの鉛直方向の線形（立坑を輪切り状にした断面）に対しては処理できない。このため座標変換機能により X 座標と Z 座標を入れ替え、立坑を横向きにする事でトンネルと同じ構造とし取得した点群形状から断面図を作成した。

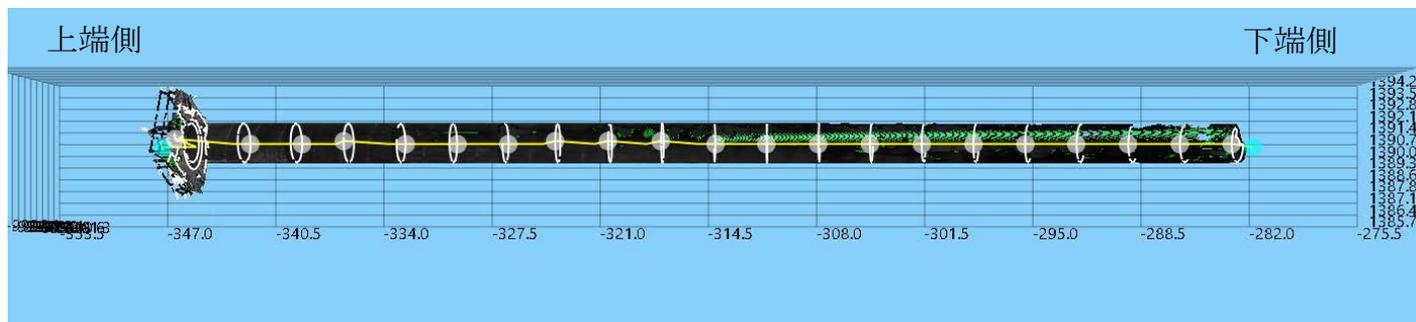


図-3 立坑(横向き)

作成した(折線)断面図を CAD 出力し、CAD 上の作図機能を用いて手作業で断面折線から円近似を作成し、中心位置を推定した。なお計測の確からしさを確認するために各計測に対し、①上端と下端の断面を重ね合わせ相対的な中心のズレの大きさと向き、②設計中心座標からズレの大きさと向きの評価を行った。

4. 評価と課題

図-4 に示すのは、CAD 上で立坑の上端と下端を重ね合わせて中心位置のズレを比較したものである。ズレの方向はそれぞれの中心点と設計中心を直線で結ぶことで確認した。

①の評価

- 立坑の上端、下端における断面中心と設計中心の誤差は管理値(70mm)以内に収まっており、施工に問題がないことを確認できた。

②の評価

- 2 計測とも中心からのズレ量は異なるもののほぼ同一方向にズレており計測としては問題が無いことが確認できた。

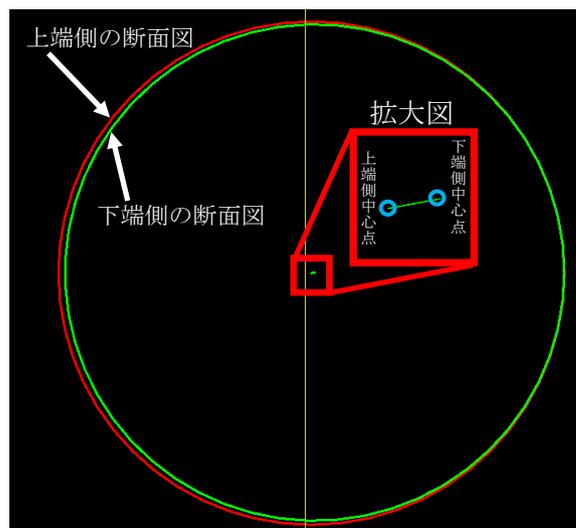


図-4 上端と下端の断面図重ね合わせ

今回の計測を通して以下の課題が見られた。

- 機器から距離が離れる立坑の到達部では、レーザーの照射角がなり取得点群間隔が延びるため形状の再現性が低下する。このため CAD 上で近似円を作成する際の誤差のばらつきが見られる。
- スラントとジャッキを使用して目視での水平調整を行ったが、自動整準が働いていないため、誤差のばらつきが見られた。より厳密な整準調整が必要になると考えられるが、治具にはこの為の調整機器が備わっていないため、改善が必要である。

5. まとめ

TLS を倒立に据えての計測から立坑の中心位置推定は出来た。過去の事例の少なさから困難を伴ったが、今後に活かす良いデータが得られた。今後は、さらなる改善をしながら弊社の現場を利用し、より良い結果が得られるように引き続き計測を行っていく。