

## 地下街の天井改修工事における3次元測量と点群データの活用

日軽エンジニアリング(株) 正会員 ○横谷 真一  
 日軽エンジニアリング(株) 廣畑 晴俊  
 (株)日建設計シビル 沼川 清久  
 (株)日建設計シビル 藤田千雅子

### 1. はじめに

近年、国土交通省が推進する「i-Construction」を契機として、土木分野は「BIM/CIM 活用ガイドライン(案)令和2年3月」、「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)平成30年3月」等が整備され、建築分野は「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン平成30年改定」が整備されている。ただし、民間建築物の改修工事に主眼をおいたガイドライン等の整備はまだされていない。

また近年、既存建築物の老朽化が進み、改修工事がますます増えてくるが、竣工後の改修に関する資料がない場合が多く、改修設計のための測量や詳細調査は必須となる。従来の調査方法では手間がかかることや人為的な間違いが発生する懸念もあるため、3次元レーザスキャナ(以後、3Dスキャナ)を用いた点群データや全方位画像写真の活用が有効であると考える。

### 2. 3次元測量方法

測量対象は、現在地下街防災推進事業を適用して天井改修工事が実施されている名古屋セントラルパーク地下街である。(写真1) 3次元測量に用いた機器、点群データ処理ソフトウェアについては表1に示す。



写真1 地下街天井改修工事中における3次元測量

|                   |  |
|-------------------|--|
| 測量機器<br>(3Dスキャナ)  | FARO Focus S150 Plus                         |
| 点群データ処理<br>ソフトウェア | データ合成: FARO SCENE<br>ノイズ除去、参照点抽出: Infipoints |

表1 3次元測量に用いた機器, ソフトウェア

キーワード BIM/CIM, 3次元測量, 点群データ, 地下街, 改修工事

連絡先 〒136-0071 東京都江東区亀戸 2-35-13 TEL 03-5628-8504

測量は、図1のように通路交差点部10m×12mの範囲で、3Dスキャナの設置形式をパターン①(1箇所スキャン)、パターン②(4箇所スキャン)に分けて行った。前者はデータ合成なし、後者はデータ合成のため基準球を5箇所設置した。天井改修工事では天井部に防護ネットが張られているため、防護ネットありの場合となしの場合を比較するために各々のデータを取得した。モノクロスキャン(測量時間7分/回)、カラースキャン(測量時間10分/回)についても比較するため各々のデータを取得した。

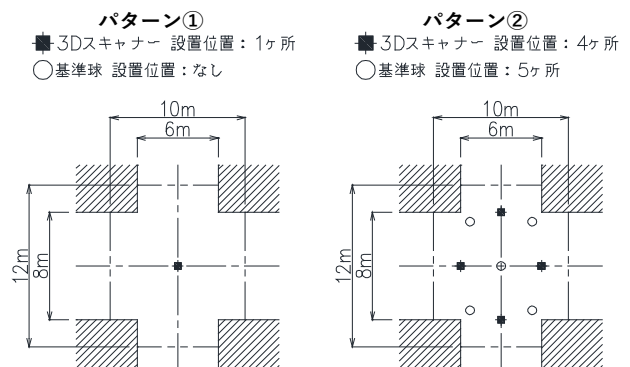


図1 3Dスキャナ設置形式

### 3. 3次元測量データの比較と精度

3Dスキャナ設置形式について、パターン①では天井設備で影となる部分が出来てしまい、改修設計に役立たないことが確認できたため、パターン②でのスキャンデータの合成が必要となった。改修中の天井は凹凸が多く、時間はかかるが複数箇所でのスキャンが望ましいことを確認できた。(図2)

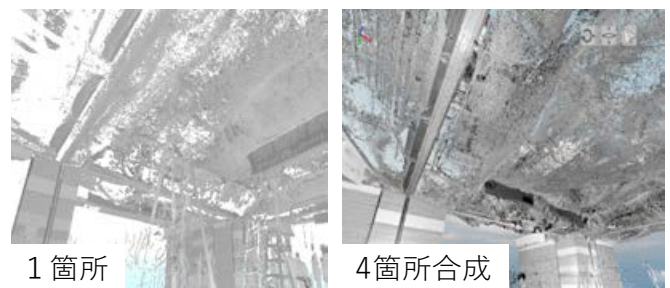


図2 天井部スキャン画像の比較

天井部の防護ネットについては、ありの状態だとネット自体を点群データとして測ってしまうため、ネットを張った天井内部の躯体や配管設備等のデータを取得することが困難であることも確認できた。カラスキャンについては、精度には影響はないが、天井内の配管設備等の識別には有効であることを確認できた。



図3 天井部防護ネットによる画像の比較

3D スキャナーからの水平距離とデータ精度については、水平距離が遠くなると天井への入射角が小さくなり、点群間隔が粗く精度が落ちてしまうことが確認できた。検証の結果、1m~3m であれば高精度 ( $\pm 1\text{ mm}$ ) の測量が可能であった。上記から 3D スキャナーの設置間隔については 4m~5m ピッチで行うこととした。(図4) また、屋外と比べて振動、外光、風など測量に影響する要素がない地下街は、3次元測量に有利な条件がそろっており、データ精度が良いことは明らかである。

| 3Dスキャナーからの水平距離 | データ精度<br>屋内環境(地下街) | 3Dスキャナーの設置間隔 |
|----------------|--------------------|--------------|
| 1m~3m          | $\pm 1\text{ mm}$  | 4m~5m        |
| 3m~5m          | $\pm 3\text{ mm}$  | 7m~8m        |

※ 水平距離が遠くなると取得できる点群密度が粗くなるため精度が落ちる

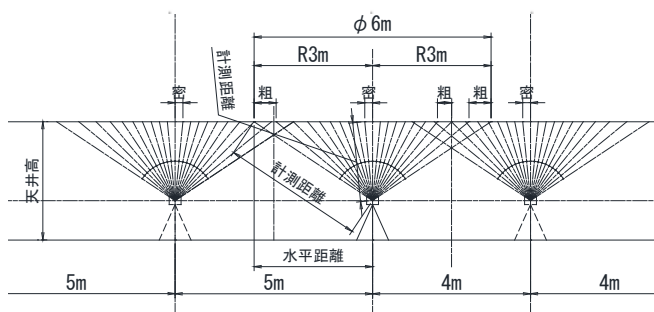


図4 3D スキャナーの設置間隔とデータ精度

システム天井の T バー材(天井パネルを支持するための通し材)の内寸法を確認する作業について、作業フローとして、まずは「FARO SCENE」で点群データを取り込み、データの合成を行う。次に合成したデータを「Infipoints」で読み込み、ノイズ除去等を行った上で確認したい参照点を抽出する。次に参照点を Excel で処理、マクロを用いて AutoCAD に平面データへ変換し、天井開口データを天井パネルの作図に活用した。(図5)

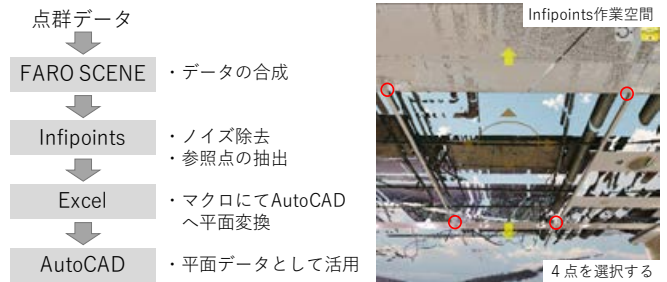


図5 点群データ処理作業フロー、参照点の抽出

#### 4. 3次元測量導入による効果

3D スキャナーを用いることで作業員を2名で行うことが可能となった。但し改修工事現場は防護ネット撤去作業により、測量とは別の時間を要する場合は注意が必要である。データ処理時間は、点群データを用いない場合(紙に書き写した値をCADへ描き起こす作業)と比較した。今回の比較検証においては3次元測量の導入効果として1スパンあたり4.5人・時間の短縮、人件費として約3万2000円程度の削減ができることを確認した。(表2) さらに、現場での測り忘れがあった場合は、測量した点群データにて再度確認可能であるという利点や、実測データの人為的な測り間違い、転記間違いも防止できる。今回の改修工事では、天井パネルの作図に2次元のCADデータへ変換を行ったが、今後はBIM等の3次元ソフトにより3次元データのまま施工図へ反映、さらには工場加工図へ展開することで更なる業務効率化が図れるものと考えている。

|                          | 従来の測量<br>(防護ネットありのまま) |                      | 3次元測量<br>(防護ネット撤去) |                          |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
|                          | 作業員                   | 防護ネット撤去・復元時間         | 作業員                | 防護ネット撤去・復元時間             |
| 測量範囲                     | 10mx12mの1スパン          |                      | 10mx12mの1スパン       |                          |
| 作業員                      | 3人                    |                      | 2人                 |                          |
| 防護ネット撤去・復元時間             |                       |                      | 0.7h               | 20min×2回                 |
| 測量時間                     | 2h                    |                      | 0.8h               | 10min(準備)<br>10min×4scan |
| データ処理時間<br>(取り込み~図面反映まで) | 5h                    |                      | 3.5h               |                          |
| 合計時間<br>(人×時間)           | 11人・h                 | 3人×2h<br>1人×5h       | 6.5人・h             | 2人×(0.7+0.8)h<br>1人×3.5h |
| 費用<br>(人件費、夜間割増適用)       | ①76,920円              | 7500円*7h<br>6105円*4h | ②44,760円           | 7500円*5h<br>4840円*1.5h   |
| 導入効果(削減費用)               | 32,160円 (①-②)/1スパン    |                      |                    |                          |

※ 国土交通省 令和3年度 設計業務委託等技術者単価より

表2 3次元測量導入による効果検証

#### 5. まとめ

地下街の天井改修工事において、3次元測量と点群データ活用により時間短縮と費用効果を確認することができた。今後は、屋外の改修工事等において様々な環境や条件での検証を通して知見を増やし、計画や設計担当者の業務効率化、精度、品質向上に寄与していきたい。最後に施工現場での実測許可を快諾いただいた(株)セントラルパークさまに感謝いたします。