

3D レーザースキャナーを用いた点群情報による計測の現状

技術本部 技術研究所 杉本昌由

1. はじめに

3D レーザースキャナーは地上において使用することを目的としたスキャナータイプのレーザーセンサーであり、ノンプリズムタイプの光波測距儀の一種である。

3D レーザースキャナーは、一般的な単点タイプの光波測距儀よりも、写真を撮るように短時間に高速高密度、広範囲のデータを取得可能なため、有用な計測技術として注目されており、土木・建築工事における様々な計測への有効利用が進んでいる。

当社においても 3D レーザースキャナーと解析システムを用いたコンクリート構造物の出来形計測を目的としたプログラムソフトの開発を行っている。

本編は、計測機械の性能紹介と、解析システムによる出来形計測の開発状況を報告する。

2. システム概要

2.1 3D レーザースキャナー計測の特長

3D レーザースキャナーの導入により、従来の計測方法にとられず、幅広い計測に使うことができ、以下の特長がある。

- 1) 現場作業の大幅な省力化（時間・人員の大幅削減）
- 2) 立ち入り困難な場所のデータ取得（安全の確保）
- 3) 3次元座標の取得によるあらゆる角度からの形状確認
- 4) デジタルデータとして保存可能
- 5) 複雑な形状が計測可能

2.2 3D レーザースキャナーの機器性能

当社は、現場における普及を目的に、小型化された機器の導入を検討しており、実証器の性能は表-1 の通りである。

表-1 機器性能一覧

項目	数値
レーザークラス	1(IEC60825-1:2014)
レーザー波長	830 nm
精度	6mm@10m
スキャンスピード	360000 点/秒
測定範囲	最小 0.6 m
	最大 60 m
スキャン範囲	水平 360 °
	鉛直 300 °
機器寸法	高さ 165 mm
	直径 100 mm
	重量 1.0 kg

2.3 解析システム

点群情報からコンクリート構造物の出来形寸法を解析するシステムは開発段階であるが、特長として図-1 のコンクリート構造物における面取り部の角を、コンクリート表面上の指定箇所の点群情報の平均値により緑色の面を作成し、2 面交線、3 面交点を作成することにより、計測起点の設定を行い、構造物の計測を行することができる仕様としている。

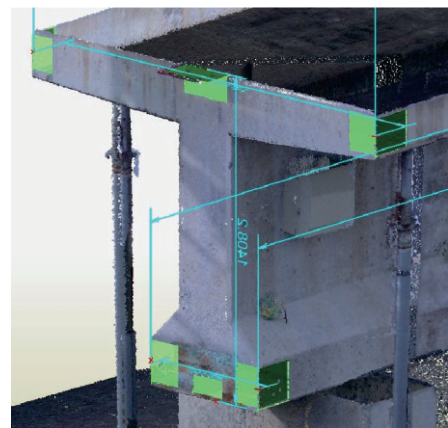


図-1 構造物への寸法起点作成による計測状況

現段階の解析システムは、個別入力作業により各起点の設定を行い、計測、出来形調査の作成を行っているが、解析システムは、コンクリート構造物の点群情報からの断面形状の自動作成、作成断面形状からの自動計測、計測寸法の出来形調査への自動書き出しまでの一連の作業を可能とすることを開発目標としている。

3. 計測機器の精度

3.1 距離精度の確認

計測機器は計測時、Low, Medium, High モードのスキャン密度で計測することができる。コンクリート構造物の計測においては Medium モードおよび High モードのスキャン密度で計測することが経験上望ましく、この 2 モードにおいて、計測機器とターゲットとの距離における点群情報量、実測距離と点群情報の中央値の差、標準偏差を解析しデータを比較した（表-2, 表-3）。

計測は、室内にて、壁にターゲット（150mm×150mm の正方形）、床に 3D レーザースキャナーをとともに天井から 1500mm の高さに設置、ターゲットを正対に計測できるように 3D レーザースキャナーを、壁からの距離 5m, 7.5m, 10m の箇所に設置し計測を行い、ターゲット面内にある点群情報を抜き出し解析した。

表-2 Highモードにおける値

Highモード 計測距離	5.0m	7.5m	10.0m
データ量(個)	3292	1559	1015
実測値と中央値との差(mm)	1.041	2.087	3.397
標準偏差	1.021	0.930	0.898

表-3 Mediumモードにおける値

Mediumモード 計測距離	5.0m	7.5m	10.0m
データ量(個)	734	251	163
実測値と中央値との差(mm)	2.549	2.172	3.760
標準偏差	1.175	0.941	0.852

計測結果から、スキャナーデータが高密度で、計測距離が近いほど実測値と中央値の差が少なくなることが確認できるが、近すぎても、ノイズデータを拾いやすくなっていることが標準偏差から確認できる。計測結果より、構造物の計測においては、計測目的・必要な計測箇所を確認し、適切な機器位置、ターゲット等の確保により計測誤差を低減させることは可能であると考えられる。

3.2 点群情報の合成による精度の確認

ターゲットから計測機器までの距離、5.0m・7.5m・10.0mのデータを合成した場合の機器距離値（各計測距離からの平均距離）と中央値の差、標準偏差を解析しデータを比較した（表-4、表-5）。

表-4 Highモードにおける値

Highモード 計測距離	5.0+7.5m	5.0+7.5+10.0m
合成測点数	2	3
データ量(個)	5103	4892
機器距離値と中央値との差(mm)	3.051	4.134
標準偏差	2.294	2.075

表-5 Mediumモードにおける値

Mediumモード 計測距離	5.0+7.5m	5.0+7.5+10.0m
合成測点数	2	3
データ量(個)	1014	1017
機器距離値と中央値との差(mm)	4.283	4.758
標準偏差	2.641	2.345

計測結果より、合成することにより、誤差は蓄積される傾向にあるが、機器性能誤差の範囲内で収まっており、点群情報を合成し、計測していくことは問題ないと言える。

4. コンクリート構造物への実例

4.1 壁高欄の出来形計測

実例として壁高欄を Medium モードのスキャン密度で計測し、出来形計測を行った(図-2、図-3)。計測時は計測起点を容易にするために壁にターゲットを設置し計測を行った(表-6)。

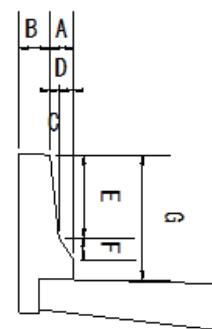


図-2 壁高欄の断面図

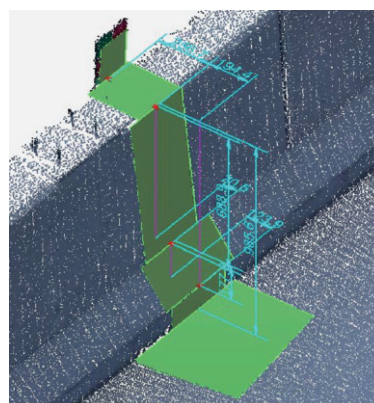


図-3 壁高欄の点群情報

表-6 計測結果一覧

計測箇所	A	B	C	D	E	F	G
設計値	195	250	70	125	690	180	990
①実測値	193	252	66	127	686	181	990
②点群情報計測値	193	250	68	126	689	178	992
差②-①	0	-2	2	-1	3	-3	2

計測結果は実測値と同等にできることを確認した。

5. まとめ

3D レーザースキャナーと開発中の解析システムの組み合わせにより、コンクリート構造物の寸法計測における点群情報計測の有効性が確認できた。現在、解析システムの開発を継続し、点群情報からのコンクリート構造物断面の寸法計測、計測データの拾い上げによる出来形調書の自動化システムの開発に着手している。

Key Words : 3D レーザースキャナー, 解析システム



杉本昌由