

3次元レーザースキャナと RTK-GPS 及び TS 等との地形測量比較実験

日本大学 学生会員 ○大井 佑貴

日本大学 正 会 員 佐田 達典

日本大学 正 会 員 石坂 哲宏

日本大学 学生会員 池田 隆博

1. はじめに

地形測量を行なう場合、レベル・巻尺を用いた手法、TS（トータルステーション）による手法の他に、RTK-GPS（Real-time Kinematic GPS）による手法がある。しかし、これらの器械では、急斜面や広範囲にわたる計測などにおいて、多大の時間と労力を要することや、危険を伴う可能性が考えられる。

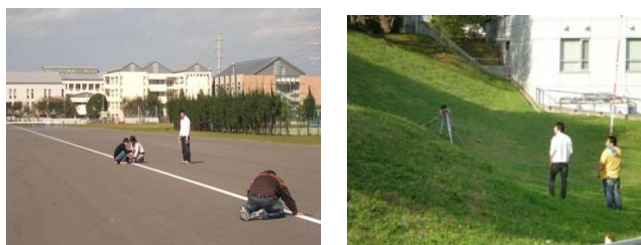
そこで、近年注目されている3次元レーザースキャナに着目した。この器械は、レーザーを連続して照射しながら対象物までの距離と角度を計測することが可能であり、広範囲にわたる計測においても高密度かつ高速に地形測量が可能である。しかし、その適用効果についての定量的な比較検証はほとんど行なわれていない。

本研究では3次元レーザースキャナとレベル・巻尺、TS、RTK-GPS との地形測量比較実験を実施し、各器械の特徴や利点・問題点のまとめを行なった。その上で3次元レーザースキャナの地形測量における有効性を考察した。

2. 地形測量比較実験

(1) 実験日時・場所

平成21年10月12日（月） 9:00～15:00に、日本大学理工学部船橋キャンパスの交通総合試験路と風洞実験棟前の坂道を使用した（写真－1、写真－2）。



写真－1 左：交通総合試験路 右：風洞実験棟前坂道

(2) 使用器械

今回の実験で使用した3次元レーザースキャナはRiegl社製LMS-Z420iである。LMS-Z420iは、レーザー

受発光部が1秒間に8000点計測し、器械軸を中心に回転しながら約3分間で1周する。1回の計測で200万点取得できる。RTK-GPSは、ニコントリニブル社製5700を使用した。本システムはパソコンの画面上で座標位置への誘導が可能である。TSはトプコン社製CS235WFを使用した。



写真－2 左：LMS-Z420i 中央：5700 右：CS235WF

(3) 実験方法

交通総合試験路（平地）100mを用いて、20mピッチで断面の計測を行なった。同様に風洞実験棟前の坂道（山地）50mを用いて、10mピッチで断面の計測を行なった。2箇所とも4手法（レベル・巻尺、TS、RTK-GPS、3次元レーザースキャナ）を用いて縦横断測量を行なった。横断測量で6断面の横断図、縦断測量で1断面の縦断図の作成を行ない、作業時間・精度を比較した。データ処理時の使用ソフトウェアなどについては表－1に示す通りである。

表－1 データ処理時の使用ソフトと作業人数

手法/項目	作業人数	データ処理	縦横断図
レベル・巻尺	4人	手計算	jw CAD
TS	3人	手計算	jw CAD
RTK-GPS	4人	－	jw CAD
レーザースキャナ	4人	座標変換ソフト	jw CAD

レベル・巻尺手法とTS手法は手計算でデータ処理を行なった。RTK-GPSは座標データが計測時、直接取得されているのでデータ処理は不要であった。3次元レーザースキャナ手法は専用の座標変換ソフトと一部座標計算を手計算で行った。作業者は測量に関する最低限の知識と経験を持った学生が行ない、各手法3～4人で計測した。

キーワード 3次元レーザースキャナ、RTK-GPS、TS、レベル、地形測量

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-8147

3. 実験結果

(1) 作業時間比較

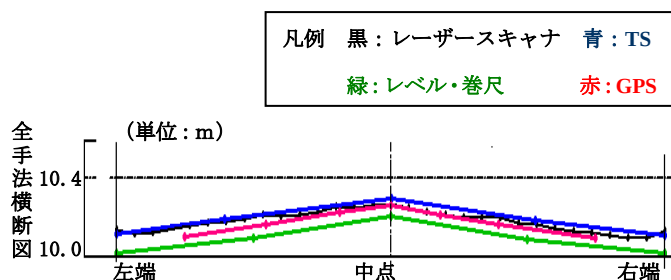
表－2に計測時間（平地・山地）、データ処理時間、全体作業時間に分けて示す。計測時間については、平地、山地ともにレーザースキャナが最も短かった。データ処理では、TSが他の手法に比べて時間を要しているのに対し、手計算のレベル・巻尺手法は最も短く作業を終えている。全体作業時間では、データ処理で時間を費やしたTSが最も長い結果となっている。RTK-GPS手法は計測・データ処理ともに比較的短い時間で作業を終えている。

表－2 作業時間比較表

手法	計測時間(平地)	計測時間(山地)	データ処理	全体作業時間
レベル・巻尺	2時間10分	2時間20分	3時間41分	8時間11分
TS	1時間59分	2時間10分	6時間 7分	10時間 7分
RTK-GPS	2時間 5分	2時間00分	3時間59分	8時間 4分
レーザースキャナ	1時間45分	1時間34分	5時間10分	8時間29分

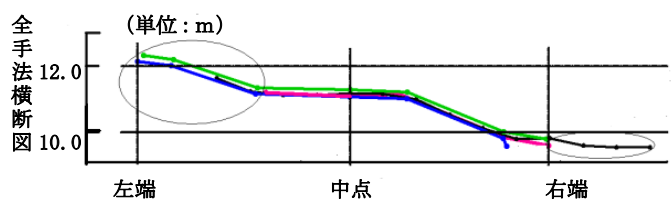
(2) 精度比較

本実験では各手法、各箇所横断面図6枚・縦断面図1枚の作成を行ない、精度比較した。図－1から分かるように全体としては横断面図にあまり大きな差は見られなかった。



図－1 全手法横断面図比較（交通総合試験路 30m地点）

しかし、一部の勾配部分では図－2に示すような問題点も生じた。図－2では計測断面の両端の線を定めているが、レーザースキャナによる計測では右の黒丸部分にあるように線を越えるデータ取得が成されている。一方RTK-GPSでは、左端周辺が植栽の茂みで衛星が捉えられず、データ取得ができなかった。



図－2 全手法横断面図比較（風洞実験棟前 0 m地点）

(3) 各手法の項目別比較

データの特徴、操作性、経済性の3つの項目で4手

表－3 地形測量における各手法の項目別比較

手法	データの特徴			経済性
	データ量	計測データ	データ精度	器械費用
レベル・巻尺	1データ/計測	1次元	数 mm	安価
TS	1データ/計測	3次元	5 mm	高価
RTK-GPS	1データ/計測	3次元	20 mm	高価
レーザースキャナ	200万データ/計測	3次元	8 mm	非常に高価

手法	操作性			
	必要な知識	最少人員	計測対象箇所	
			向いている箇所	不向きな箇所
レベル・巻尺	基本測量	2	平坦な場所	急勾配な場所
TS	基本測量	2	平坦な場所	急勾配な場所
RTK-GPS	基本測量+GPS測量	1	開けた場所	構造物・植栽等周辺
レーザースキャナ	基本測量+ 3D測量	1	急斜面	特になし

法を比較した。データの特徴としては、レベル・巻尺手法が1次元データであるのに対し、他の手法は3次元データの取得が可能である。レーザースキャナはデータ量が膨大であるのが特徴の1つである。操作性では、基本測量のノウハウで計測できるのがレベル・巻尺、TS手法であるのに対し、RTK-GPS・レーザースキャナはより専門的な知識が必要になってくる。レーザースキャナは計測不向きな場所として代表的に挙げられる部分はないが、道路等の路面では距離が離れれば離れるほど計測密度が小さくなり、実際の形状との誤差が大きくなる傾向がある。経済性では、レベル・巻尺が安価である。TS・RTK-GPSは高価であるが、それ以上に高価であるのがレーザースキャナである。

4. まとめ

本研究では4手法による比較実験を行なったが、手法毎に様々な特徴、違いが見られた。作業時間の比較結果からは、場所に関係なくレーザースキャナが最も短く計測できることが分かった。だが、データ処理の際には膨大な点群データを処理する必要があるため、時間を要する。精度の比較結果からは、平地での計測では各手法とも精度にあまり大きな差は見られないが、山地などの急勾配箇所では結果に差が出るのが明確になった。表－3からも分かるように各手法の向き・不向きな計測箇所も異なり、必要な知識についても差がある。

3次元レーザースキャナによる計測では、取得データが点群データのため、鳥瞰図として写真のように残すことができる。また色の識別や反射強度など、数多くの有効的な要素がある。これらの特性は他手法にはないため、うまく活用できれば効果的である。構造物の維持管理を行なう際などには特に便利である。今後、活用の方は更に広がっていくと考えられる。