

P14 レーザスキャナによる地形の形状測定 2mから2000mまで

数理設計研究所 ○藤永清和 名倉裕

1. はじめに

レーザスキャナの地形形状測定は、データ密度の高さと遠隔測定という特徴がある。このため従来の測量法では不可能か、効率の悪い地形の調査で使われる。しかし多くの例では有効距離が300mまでであり、測定対象が限られた。

有効距離が大きければ応用範囲は大きく広がる。このため昨年、長距離型レーザスキャナで2000mまでの地形の測定を試行して成功した。

高精度の長距離測定を可能にするためのポイント測定法について、長距離レーザスキャナ RIEGL LPM-2K を例として記す。

2. レーザスキャナの特徴

レーザ距離計は、レーザ光を発射して、測定対象にあたって反射した光を受信した時間差から距離を知る。レーザスキャナは、レーザ距離計の向きを変えながら、測定対象全体の空間座標データを収集する。レーザスキャナの特徴は測定速度と遠隔測定である。

高い測定速度から、広い範囲の詳細な空間座標データが得られ、対象の短時間の変化を追跡する事も可能である。

遠隔測定だから、測定対象に接近しないで空間座標データが得られる。接近の困難な対象、危険な対象を容易に測定できる。

3. 測地への応用

近年、地形形状測定法として地上からのレーザスキャナ測定が行われ始めた。切り立った地形、崩壊地などでは他に手段が少ない。遠隔測定法として写真測量があるが、測定精度、座標データを直接得られる点などでレーザスキャナが優れる。

レーザスキャナとして多くは高速スキャナが用いられるが、有効距離が短いと測定対象が限られる、

4. レーザスキャナの有効距離

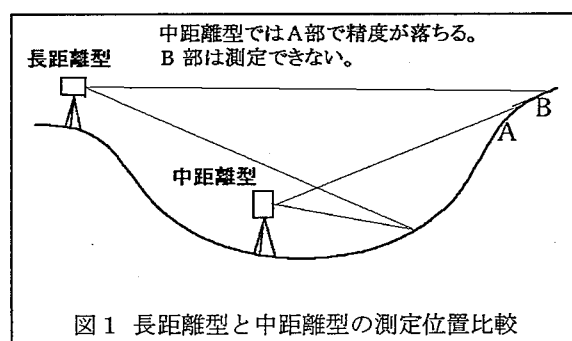
多く使われている高速型レーザスキャナの測定範囲は300m程度である。反射率の悪い測定対象（泥地など）では、200m以下に低下する。

測定対象は多くの場合に平面ではなく、広がり、奥行きがあるために、高速型レーザスキャナで測定するためには200m程度まで接近しなければならない。

接近すれば、測定対象の端へのレーザ光の入射角は小さくなり、精度が落ちる。

レーザスキャナは、一般に高所から測定するのが良い。レーザ光が地面に対して深い角度で入射する方が、高精度に測定できる。

有効距離が短ければ、高所に良い測定地点を発見できる可能性は小さい。



5. 長距離測定の問題点

レーザスキャナは見える部分しか測定できない。このため、凹凸の多い地形や広い範囲の測定では、複数の測定地点からのデータを合成しなければならない。

合成の基準とする基準地点を定めて正確に測定しなければならない。長距離測定では、基準点の僅かな誤差が合成の大きな誤差になる。このため正確なポイント測定法が必要とされた。

基準点は測定対象の中にある必要はないが、複数の測定地点から見え、測定できる必要がある。

6. 正確なポイント測定法

6.1 面測定によるポイント測定

レーザスキャナ測定では、レーザビームの大きさで水平角、垂直角方向の精度が制限される。メーカーのパンフレットでは1.2mrad. とされ、500m先では60cmの大きさを持つ。これより詳細な位置座標データを求める。

レーザビームが平面を直角に照射した形は円形ではない。LPM-2Kでは3本のレーザを使っているため、

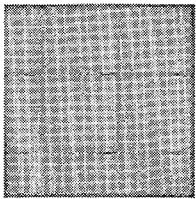


図2 レーザビーム
赤外線写真

図2の赤外線写真で示すように3本の縦線から成る。

反射シートを設置して照準を合わせる。この周囲を測定すると、図3に示す反射率パターンが得られる。

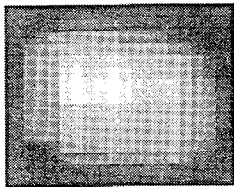


図3 反射シート測定
による反射率分布

輝点の分布から、レーザビームの中心位置が得られる。こうしてレーザビーム径の1/4以下の精度で反射シートの位置座標を知ることができる。

6.2 反射シートによる距離誤差の回避

レーザスキャナは、反射シート等の反射率の高い目標を測定する際に、距離が短くなる誤差を生じる。

50mの距離の目標を測定して、1m以上の誤差を生じた例がある。レーザスキャナはこの誤差を補正する機能を持つが、充分ではない。

距離に較べて小さすぎる反射シートを使うと補正機構が働かず、誤差が大きくなる。大きな反射シートを使っても周辺部で誤差が残る。

対策として、大き目の反射シートを使い、目標を含めてその周辺を測定する。反射率が高い中心部はレーザスキャナの補正機構が働いて正しい値が得られる。

7. 測定への応用

上記の測定法を実施するため、レーザスキャナを制御するソフトウェアを改造した。

こうして測定した結果、良好な結果を得た。

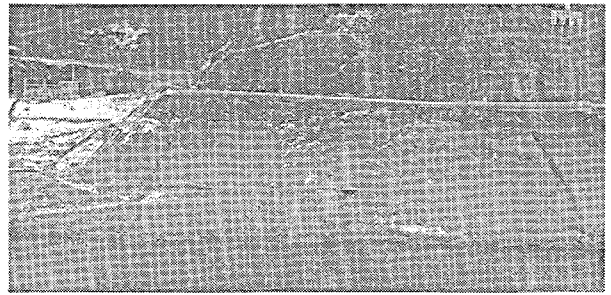


図4 ダム湖法面



図5 測定地点1データ

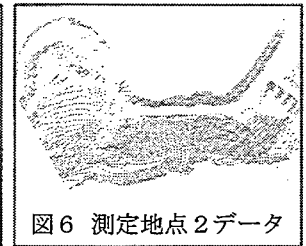


図6 測定地点2データ

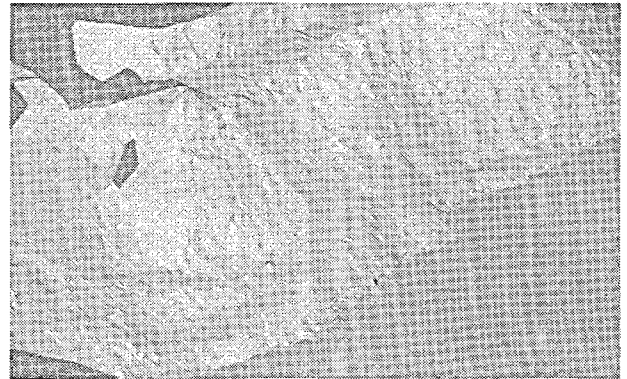


図7 ダム法面 合成データ鳥瞰図

図4はダム湖の法面で、対岸の350~500mの距離2ヶ所からほぼ同じ場所を幅200m余に渡って測定し、図5、6の2つのデータ群を得た。平面図上で1.2~2mメッシュ相当のデータがある。

これらを合成して、サーフェース鳥瞰図化したものが図7である。

2つのデータ群の合成時誤差は13cmであった。

この測定の目的は1m程度の凹凸の分布を把握する事であり、達成した。

8. おわりに

合成時誤差を更に圧縮するソフトウェアの作成を企画しているが、実現は今後の課題である。