

林道調査はスマートフォンとともに ～手のひらサイズで現地がわかる！～

東北森林管理局 林道技術者育成プロジェクトチーム

発表者	由利森林管理署 地域技術官	高橋 凌
	盛岡森林管理署 森林整備官	藤野 大河
チーム員	森林整備課 技術指導官	吉川 秀平
	置賜森林管理署 森林整備官	松田 侃
	米代東部森林管理署 主任森林整備官	蓮尾 直志
	三八上北森林管理署 森林整備官	村井 秀成
	山形森林管理署 森林整備官	浅野 智哉
チームリーダー	森林整備課 流域保全治山対策専門官	菅野 聡
アドバイザー	森林整備課 設計指導官	高橋 宏和

1 はじめに

近年、全国的に豪雨災害が増加しており、東北森林管理局管内においても、**図1**のとおり、被災箇所は増加傾向にあります。被災した林道については、復旧工事はもちろんのこと、調査にも多くの予算が必要となるため、限られた予算内で全ての調査を実行することは困難な状況です。その対応策として、被災規模が小規模で重力式擁壁など単純な構造物による復旧が可能な箇所は職員により自署設計を行う必要があります。しかし、どんなに被災規模が小さくても、測量・設計には技術と知識が必要なため、それが出来る職員は多くなく、人員不足は否めない現状です。

そこで、その問題を解決するために、ここ数年でよく耳にするようになったICT技術の活用を検討しました。

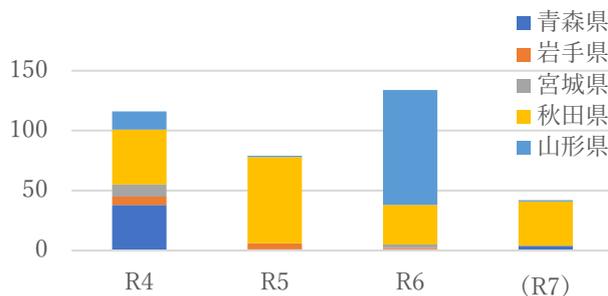


図1.林道被災箇所数の推移

ICT技術については、国土交通省でもi-Constructionの施策として、活用を推進しており、遠隔臨場やクラウドによる情報共有など、様々な場面で活用が進んでいます。中でも3次元点群データの活用は、測量への利用やICT建設機械による施工など、土木事業に欠かせないものとなりつつあります。

3次元点群データの取得方法は、UAV写真を用いるものなどありますが、一般的には物体にレーザー光を照射し、反射光を受信するまでの時間から、距離や形状を測定する、LiDARと呼ばれる技術が用いられています。

最近ではLiDARが搭載されたスマートフォンもあり、誰でもスマートフォンを構えて歩くだけで3次元データの取得が可能です。

様式2

東北森林管理局では、全署にLiDARが搭載されたスマートフォンが配備されており、林道の構造物の出来形検査などに使用されています。

そこで、スマートフォンのLiDARを活用すれば、誰でも地形データの取得、すなわち測量が出来るのではないかと考えました。

本研究では小規模な路肩決壊箇所において、スマートフォンのLiDARを使用することで、測量の省力化が可能か検討を行いました。

2 取組・研究方法

調査は、延長20m程度の小規模な被災があった、盛岡森林管理署管内の荒沢林道、および由利森林管理署管内の代内林道で行いました。由利署では、測量の経験が少ない若手職員での実施も行いました。

測量方法については、4通りの方法を検証しました（写真1、2）。

詳細の手順については以下のとおりです。

<A. 従来の器械測量の方法>

- ① 現地で線形を検討し中心線を決定した後、IPなどの測点を設置
- ② 測点の位置（X, Y座標）を光波測量機で測定
- ③ 測点の高さ（Z座標）をレベルを用いた縦断測量で測定
- ④ 測点の横断方向の地形変化点にポールを設置し横断測量を実施

<B. LiDARを使用した公共測量に準じた方法>

- ① 一度の撮影が20m範囲内になるように計測範囲を設定
- ② 各計測範囲内に標定点を4点以上、検証点は2点以上を設置
※標定点：撮影した3次元点群データの位置情報を補正するために用いる点
検証点：補正したデータが正しいか確かめるために用いる点
- ③ 標定点等の座標を算出するため、各点の測量を実施
- ④ LiDAR計測の実施
- ⑤ 取得したLiDAR計測データのX, Y, Z座標を点群処理ソフトで補正処理し、3次元点群データ等を作成



写真1. 従来の器械測量



写真2. スマホのLiDARを用いた方法

次に<C. LiDARのみの方法>としてBの手順④、⑤のみを行いました。

最後に、D. 簡略化法として、それほど知識も手間も必要ない縦断測量と、LiDAR計測を組み合わせる方法を行いました。

<D. 簡略化法>

- ① BP、EP、BM、その他測点1点以上の最低4点を設置
- ② 設置した点の高さ（Z座標）をレベルを用いた縦断測量で測定
- ③ 一度の撮影が20m範囲内になるように計測範囲を設定
- ④ LiDAR計測の実施
- ⑤ 取得したLiDAR計測データのZ座標を点群処理ソフトで補正処理し、3次元点群データ等を作成

以上B～Cの方法について、従来方法のAを比較対象として、精度、効率、手軽さの検討を行いました（表1）。

3 結果

A. 従来の器械測量の方法は、3種類の測量を要するなど現場での作業量が多く、測量の知識に加え、完成形を想定した測点の設置など、現場ごとに地形条件異なるため専門的な知識と技術も必要です。

B. LiDARを使用した公共測量に準じた方法はAと比較して、精度の点では申し分ない結果となりました。また、LiDAR計測では地形情報を全て取得できるため測点を設置する必要が無く、現場ごとの判断が不要なため、手軽さの点で多少のメリットがありました。

しかし、測定を減らせるものの、標定点等の測量を行う必要があることから、作業の効率および測量の知識が必要となる点で手軽さはほぼ変わらず、大きな省力化とはなりませんでした。

C. LiDARのみの方法は、Bと同様に測点の設置の手間がないため、効率、手軽さの部分で大幅な省力化となりました。しかし、精度に関して、X, Y座標は大きな誤差はありませんでしたが、高さを表すZ座標に大きな誤差がみられました。Z座標の誤差が大きくなった原因は、撮影時にカメラが対象物に正対していなかったためと考えられましたが、現地で誤差が出ないように撮影することは困難であるため、LiDAR計測のみでの測量は難しいとの結論に至りました。

D. 簡略化法は、最低4点の縦断測量とLiDAR計測のみの作業となるため、外業に関してはAの4分の1程度の労力で実行可能でした。また、縦断測量の知識は必要となるものの、その他の専門的な知識は必要無いので、手軽さの部分でも従来方法と比較して大きく改善されました。さらに、精度についても、Cの欠点であるZ座標を縦断測量により補正することでAと遜色ないものとなりました。

表1. 各手法の比較

方法	A：器械測量		B：公共測量に準じた方法	
概要	従来の、光波やレベル、ポール等による測量。		標定点4点以上を設置し、それを器械で計測。その座標により3Dデータを補正する方法。	
精度	作業者の技術に大きく依存する。	△~◎	座標の補正を行うことで、かなりの精度の3Dデータが作成可能。	◎
効率	作業量が多い。	△	測点の設置と標定点等の設置の違いはあるものの、工程数はAと変わらず。	△
手軽さ	専門的な知識と技術を要する。	△	補正のための標定点の測量を要する。外業に知識を要するのはAと変わらず。	△
総合評価	作業者の技術で精度、効率が大幅に変わる。技術のある者が行えば精度は非常に高い。	△	Aと作業工程数自体はあまり変わらないが、作業者の練度をLiDARで補うことができる。3Dデータを基に図面を描けるため、設計のイメージがしやすい。	○
方法	C：LiDARのみ		D：簡略化法	
概要	LiDARで作成した3Dデータのみで測量を行う方法。		測点の高さのみをレベルで計測し、平面、横断はLiDARを信用する方法。	
精度	X、Y座標の精度は高い。ただし、Z座標の確度は低い。	△	Z座標のみを補正することで精度の高い3Dデータになる。	○
効率	LiDARの計測のみのため工程数は非常に少ない。	◎	縦断測量は必要なものの、工程数はAの1/4程度。	○
手軽さ	スマホを構えて歩くだけ。作業は非常に楽。	◎	補正のため測点の縦断測量が必要。技術を要する作業はAの1/3程度。	◎
総合評価	技術は不要で作業は容易だが、Z座標のずれが発生する。	△	技術者が一人は必要だが、補助者の技術は問わずに精度の高い測量ができる。3Dデータを基に図面を描けるため、設計のイメージがしやすい。	◎

4 考察・結論

以上の結果から、今回新たに検討した「D：簡略化法」が十分な精度を保ちつつ、かつ効率的に作業を行うことが出来るベストな方法であることが実証されました。

今後は、この方法で得られた3次元点群データから作成した図面（図2）で工事を施工し、不都合なく完成することが出来れば、新たな測量手法の1つとして確立出来ると考えています。

また、今回の結果を踏まえ、測量の実施方法に加え、図面の作成方法等を取りまとめた、マニュアルの整備を行っていきたいと思います。さらには、ドローンによるオルソ画像から作成した点群データと組み合わせて、より広範囲の測量が可能かどうかの検討やRTK-GNSSで測点の座標情報を取得することで測量の手間を減らすことができるか検討を行ったりすることで、さらなる省力化への取組を行う予定です。

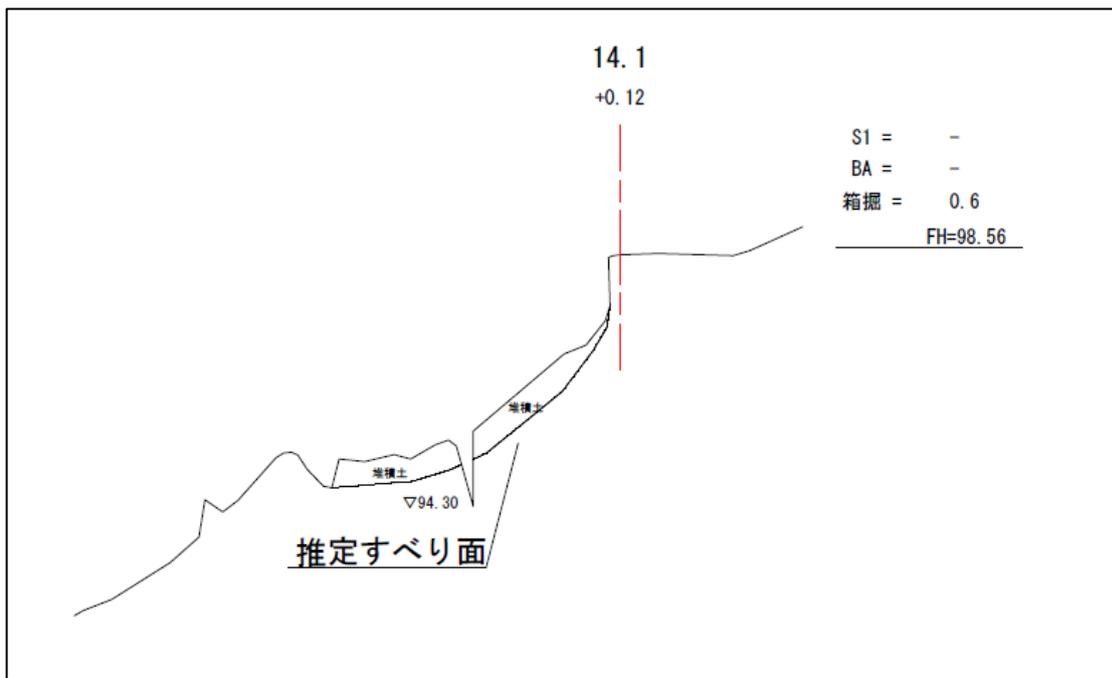


図 2. 3次元点群データから作成した図面

5 参考文献等

国土交通省国土地理院 (2025) LiDAR SLAM 技術を用いた公共測量マニュアル.

(<https://www.gsi.go.jp/gijyutukanri/gijyutukanri41024.html>)

林野庁 (2023) 森林整備保全事業における ICT を活用した調査・測量実施要領 (案).

(https://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/ICT_seko.html)

モバイルスキャン協会 (2022) モバイル端末スキャンマニュアル.

(<https://mobilescan.jp/>)