

各署でできる！林道事業におけるICTの実践

～動画から生成した三次元点群の利用～

東北森林管理局 岩手南部森林管理署 吉川 秀平
森 滉平

1 はじめに

三次元点群とは、座標をもった点の集まり（点群）で構築される3Dデータのことです。データ上で測量が可能であるため、国土交通省をはじめ土木分野でも測量や図面作成等で活用が推進されています。

三次元点群の作製には、「航空レーザー測量」、「UAVレーザー測量」、「地上レーザー測量」、「UAV写真測量」といった方法がありますが、本研究では比較的手軽なUAV写真測量に着目しました。

UAV写真測量では、ドローン等の無人航空機（UAV）で写真を連続的に撮影し、写真の重なりから「同じ点」を抽出することで、三次元点群を作成します。この際、上空から等高度で直線的に重複率を意識して撮影する必要があるため、あらかじめ飛行コースを設定した自動飛行が必要です。

UAV写真測量を林道事業で活用するには、路肩、法面、構造物等を撮影する必要があります。しかしながら、上空からの自動飛行では林冠が閉塞しているために林道を撮影することが通常では困難であり、構造物の裏側等を写すこともできません。また、仮に林内での自動飛行を試みても、ドローンが立木等の障害物に衝突してしまう可能性が高く、大変危険です。このように自動飛行によるUAV写真測量は林道を撮影するうえで非常に相性が悪いことがわかります。樹冠下で立体的に障害物を避けて撮影することが林道事業への活用には必要です。

そこで本研究では、自動飛行に頼らずに重複率を確保するため、手動飛行等による動画撮影に着目しました。

動画から三次元点群を作成する原理はUAV写真測量と同じで、基となる写真の代わりに静止画を動画から切り出していくことが特徴です。各静止画は動画から連続的に切り出されているため、切り出す間隔次第で十分な重複率をもち、手動での現地撮影が可能となります。

この方法であれば林道事業にも適用できるのではないかと考え、本研究では各署に配備済みの機材等で動画から三次元点群を作成し、林道事業での実用化の可能性を検証することを目的としました。

2 取組・研究方法

(1) 使用機材

撮影には、ドローン及び小型アクションカメラを使用しました。解析には高性能PCを用い、オルソ化ソフト、点群処理フリーソフト、CADソフト等のソフトウェアを使用しました。標定点や検証点の目印として必要な対空標識（図-1）は、耐水紙に模様を印刷し、21cm×21cmのものを自作しました。これらは、小型アクションカメラを除き、各署配備済み（予定含む）及び入手可能なものとなっています。

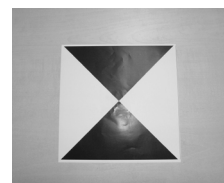


図-1 対空標識

(2) 撮影方法

現地で対空標識を設置し、対象全体を満遍なく動画撮影します。動画は位置情報を持たないため、必要であ

れば対空標識等明確な基準点を写真撮影することでGPSから位置情報を取得します。以上で現地作業は完了です。50m程であれば準備から撤収まで30分未満で完了しました。

(3) 解析方法

オルソ化ソフトで動画から静止画を切り出し、三次元点群を作成します。基準点等を写真で撮影している場合は、この際に静止画と混ぜて取り込むことで位置情報を付与します。次に作成した三次元点群を基に、点群処理ソフトやCADソフトを用いて測量や加工を行います。三次元点群の作成にかかる時間は約280枚の静止画で30分程度でした。

(4) 検証方法

林道事業において三次元点群の活用が期待される業務として図面作成、工事出来形管理、林道施設点検の3つを想定し、三次元点群で実践可能かどうか、実用化の可能性を評価しました。

3 結果・考察

(1) 図面作成

対象地は岩手南部森林管理署祭時山国有林内に位置する鬼頭林道の豪雨被災箇所を選定しました。復旧工事を行うための図面を作成するには、測量が必要になります。当該箇所では、局署職員によりトランシット等を用いた従来の現地での測量を実施し、平面図、縦断面図、横断面図を作成していたため、今回の動画撮影を用いた手法から作成した各図面との比較を行いました。

使用機材を比較すると、従来の方法では、写真-1のように現地で多くの機材を用いて多岐に渡る作業を行っていましたが、今回用いた方法では、ドローンのみで現地作業を完了できます。

平面図は、真上から見た三次元点群を画像としてCADソフトに取り込み、画像上で作図を行いました(図-2)。現地で測点間距離を1箇所測っておき、CAD上でその位置及び距離を合わせることで、画像上での作図が可能となります。結果、従来の現地測量による平面図と比べて中心線は数cmのずれで一致していましたが、唯一起点位置で数十cmの乖離がみられました。これは、GPSの精度のほか、作図者の中心点の取り方も大きく影響したと考えられます。作業時間は2時間ほどで、半日以上の作業時間削減を達成しました。

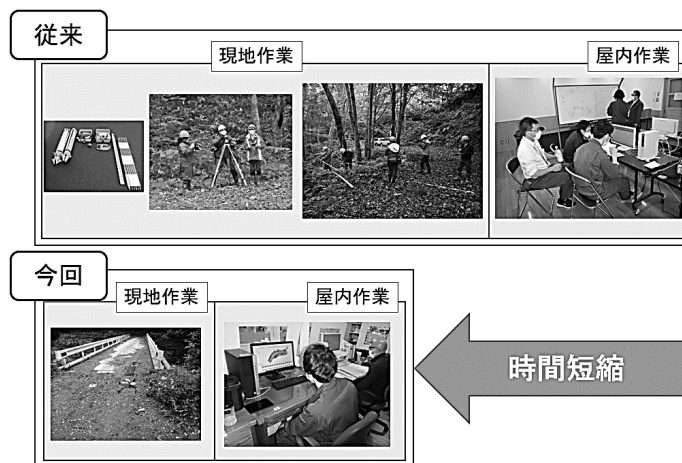


写真-1 従来の測量との違い

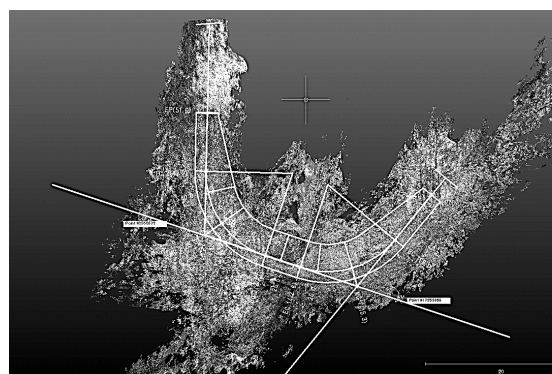


図-2 平面図の作成

続いて縦断面図です。データ上で基準点と各点群の座標値がわかるため、高さを意味するZ座標を図面に落とすことで簡単に作図することができました(図-3)。

点群処理フリーソフトでは、DXF形式の取り込み、出力が可能です。横断面図の作成では、この機能を用いて点群上に平面図を表示し、各測点で横断面を自動生成します。生成した断面図をDXF形式で出力し、CAD上でZ軸を補正して完了です。20分ほどで作図ができました(図-4)。決壊した路体(図中央)付近は非常に精度よく再現できている一方、擁壁下流側(図右側)では動画で撮影された水面の点を拾っており、実際の河床との乖離が見られることは課題と言えます。

また、林道災害の現場では現地の状況を伝達するため、スケールのわかる写真を撮る必要がありますが、今回の手法であれば、少人数で、危険な場所で直接測量する必要が無く、室内で安全に容易な情報伝達を行うことができます(写真-2)。

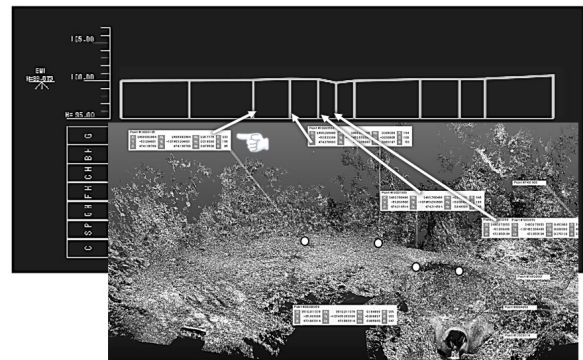


図-3 縦断面図の作成

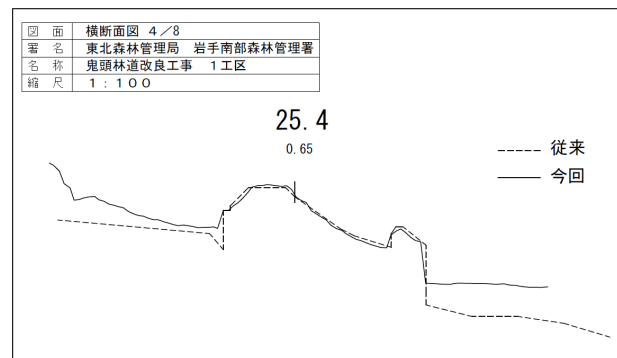


図-4 横断面図の作成



写真-2 安全性の確保

(2) 工事出来形管理

対象地は、岩手南部森林管理署高下山国有林にある高下林道です。令和4年度に改良工事を実施した当林道において、動画から生成した三次元点群を用いて出来形確認を試行しました。

施工前後の点群を作成しておくことで、立体的な視覚的比較が可能です(写真-3)。施工例の情報伝達として非常に優れています。

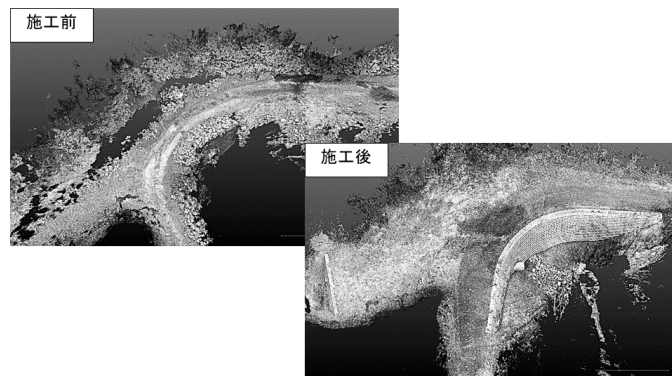


写真-3 三次元点群による施工前後の比較

擁壁の出来形確認を行う場合、従来であれば擁壁の高さ確認の際に高所を降りて計測する必要がありましたが、三次元点群では、データ上で座標を参照することで計測できるため、室内で安全に計測可能です（写真-4）。

また、埋設した暗渠管の延長を確認する場合においても、従来であれば管の中に潜り巻尺等で計測する必要がありましたが、今回の手法であれば両端部の座標から距離を計測することによりデータ上で出来形確認が可能となります（写真-5）。

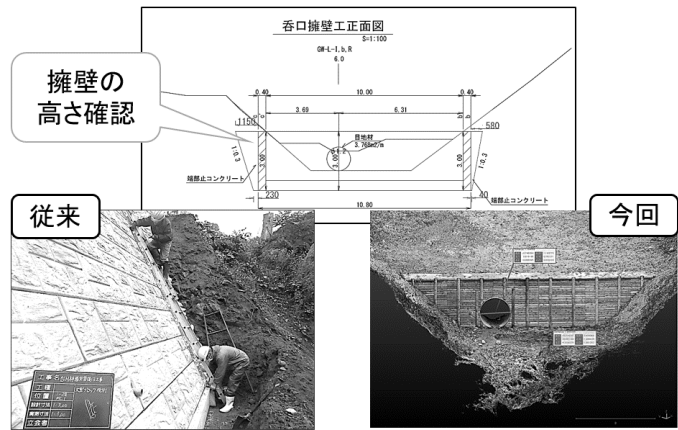


写真-4 擁壁の出来形確認

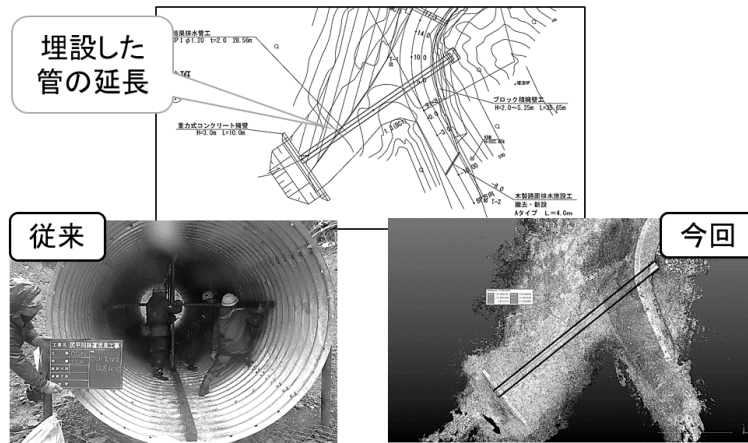


写真-5 暗渠管の出来形確認

(3) 林道施設点検

現状の施設点検では、大量の写真による管理を行っているため、煩雑でわかりにくく、必要に応じて様々な角度から対象を撮影するため、足場の悪い場所では大変危険であるといった問題点があります。

三次元点群であれば、橋台の割れやエフロレッセンス（白華）などの劣化箇所を様々な角度から視認し、データ上で施設点検を行うことが出来るので（写真-6）、従来の写真で行われていた情報伝達よりも明瞭で効率が良いと言えます。



写真-6 三次元点群による施設点検

また、今後PCB塗膜除去や林道施設の長寿命化のための改良工事の必要性が全国的に増してくることが想定されますが、図面が残っていない橋梁であっても本研究の技術で図面を復元することができます(図-5)。

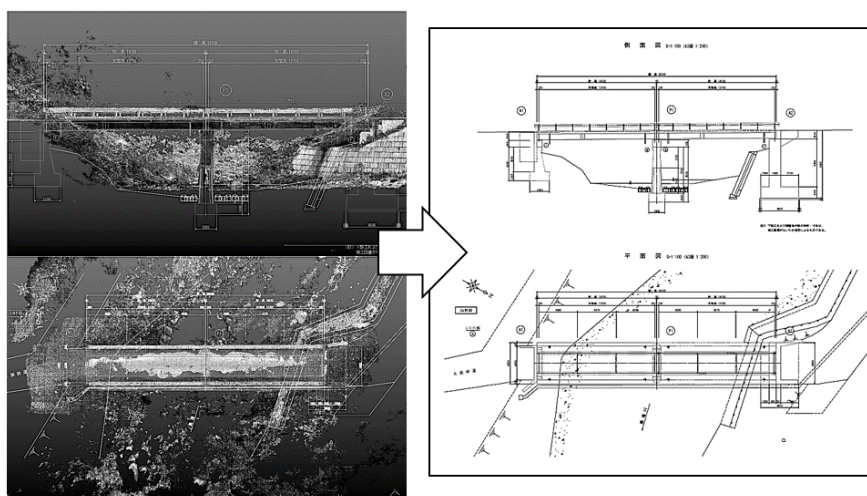


図-5 橋梁復元図の作成

4 まとめ

(1) 結論

これらの結果から、想定した3つの業務は、三次元点群を活用した手法の実用化が期待できると言えます。特に情報の伝達に関して言えば、従来の写真による方法と比べ、三次元点群は非常に優れています。

これ以外にも幅広い活用方法が想定されるほか、各署の設備で職員実行可能な手法であるため、動画撮影による三次元点群の林道事業における実用化の可能性は大いにあります。

各業務の作業時間を試算し、従来と今回で比較したものが図-6になります。今回の手法が実用化できれば、各業務において従来の手法よりも作業時間が短縮され、効率化が進むと想定されます。

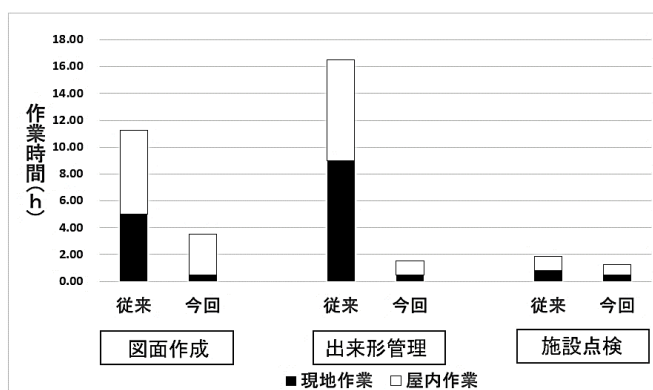


図-6 従来と今回の作業時間比較

(2) 今後の課題

実用化にあたり、三次元点群上での測量成果の精度検証は必須です。どのような撮影方法によれば誤差を少なくできるのか、試行を重ねる必要があります。今回の手法による三次元点群の精度はUAV等搭載のGPSに依存しているため、RTK-GNSS測量機器等を併用することで、より正確な測量ができるのではないかと考えています。精度の基準についても、開けた場所を想定し高い精度を要求する国土交通省のマニュアルと、コンパス測定の誤差までなら許容されている東北森林管理局の林道設計要領のどちらに準拠するべきなのかも検討しなければなりません。

また、各署で実践可能な手法であることから、広く着手していただき実用化を進めるためにもマニュアルの整備をしていく必要があります。

さらに、今回取り組めなかったこととして、施工直後の点群データと現在の点群データを比べることがあります。トラック走行後の碎石移動量や災害時の土砂流出量を算出し、復旧工法の検討ができるのではないかと考えられるので、今後検証を進めていきたいと思います。

本研究を遂行するにあたって、岩手南部森林管理署 添谷稔署長には有益なご助言を多数いただきました。また、現場での検証から発表資料の作成に至るまで快くご協力いただいた森林整備官 小渡太氏をはじめ、署内各位には多大な便宜を図っていただきました。ここに記して深甚の謝意を表します。

参考文献等

- 1 一井康二・玉木徹・藤井堅 (2014) 写真画像から形状復元した3次元点群データによる構造物の変状把握報告書. (一財) 日本建設情報総合センター研究助成事業.
- 2 国土交通省国土地理院 (2016) UAV を用いた公共測量マニュアル (案). 2017年3月改正.
(<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/>)
- 3 瀧誠志郎・中澤昌彦・斎藤仁志・大野勝正・鈴木秀典・吉田智佳史・千原敬也・岡子光太郎 (2020) 動画データによる作業道の三次元点群データの構築. 森林利用学会誌 35巻 4号:P203~208. 発行年月: 2020年10月