

河川堤防における三次元データの取得について

細田 雅子¹

¹関東地方整備局 利根川上流河川事務所 沿川整備課（〒349-1198 埼玉県久喜市栗橋北二丁目19番1号）

利根川上流河川事務所管内の右岸堤防において、植生や高架線、橋梁等がある条件下で三次元データの取得を行うため、UAV写真測量、UAVレーザ測量、地上レーザ測量の3つの手法を使い、それぞれがどういった環境下でより正確な測量成果を取得できるのか比較を行った。本稿は経済性や河川堤防における適用度を考え、利根川での調査事例としては総合的にどの手法が最も適当であったかの考察を行い報告するものである。

キーワード 三次元データ、三次元点群測量、UAV写真測量、UAVレーザ測量、地上レーザ測量、河川堤防

1. はじめに

利根川右岸122.0k～144.2kにおいて、堤防設計へ活用および築堤後の変状の把握を目的としてUAV写真測量、UAVレーザ測量、地上レーザ測量の三種類の三次元点群測量を実施した。当初、地上レーザ測量で構造物周りの測量を実施することを除き、土堤部についてはUAV写真測量を実施する予定であった。しかし、6月に実施しようとした時点で想定以上に草が繁茂しておりUAV写真測量では実施が困難との判断となった。一部区間については早急に堤防設計に必要であり、協議の後一部区間についてはUAVレーザ測量を実施することとした。その際に、仮に初夏の草が繁茂している環境下でUAV写真測量を実施した場合とUAVレーザ測量を実施した場合とでどの程度成果に違いが見られるかの検証を行った。



図-1 三次元点群測量実施箇所

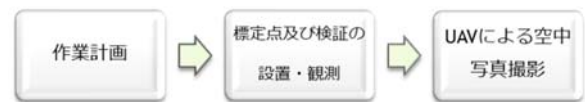


図-2 作業フロー (UAV 写真測量)

表-1 UAV 飛行条件

条件	雨天時	風速5.0m以上	UAV飛行と 同周波環境
測量可否	×	×	×

(2) UAVレーザ測量

UAVレーザ測量はUAVにレーザスキャナを搭載し測量を行う。飛行条件はUAV写真測量と同様（表-1）



図-3 UAV (UAV レーザ測量)

2. 三次元点群測量の概要

(1) UAV写真測量

UAV写真測量はUAVに搭載されているカメラで写真を撮影し、写真から三次元点群データを作成する。

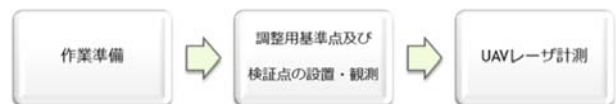


図-4 作業フロー (UAV レーザ測量)

(3) 地上レーザ測量

地上より三次元点群データの取得を行う。



図-5 地上レーザ測量

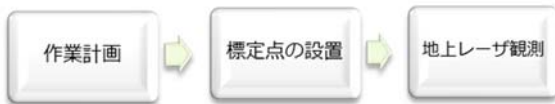


図-6 作業フロー (地上レーザ測量)

3. 堤防における三次元データの取得

(1) 現場条件

1) 除草後約1ヶ月経過し、草丈が20cm以上成長している条件下にてUAVレーザ測量を実施。



図-7 現地状況 (除草の約1ヶ月後 (出水期前))

2) 利根川を横断する橋梁周辺部については地上レーザ測量を実施。

3) 除草直後の草丈が短く、地面がある程度露出している状況においてはUAV写真測量を実施。



図-8 現地状況 (除草直後 (台風期前))

(2) 成果例

1) UAV写真測量

UAV写真測量では測量箇所においてラップさせた連続写真を撮影し、2枚以上の写真が同じ場所を撮影出来た場合に三次元形状の復元が可能となる。

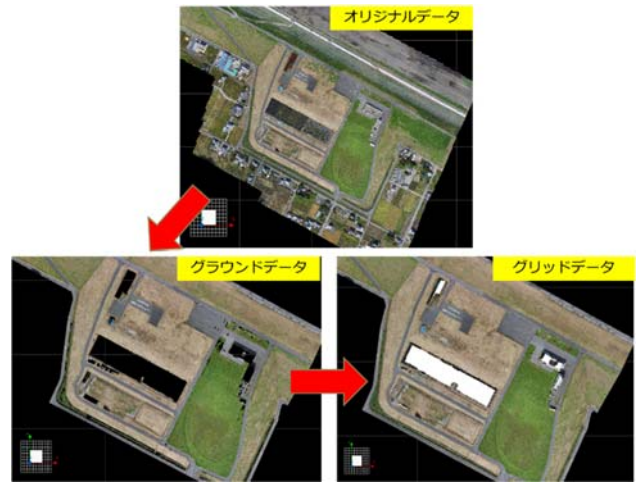


図-9 成果例 (UAV 写真測量)

2) 地上レーザ測量

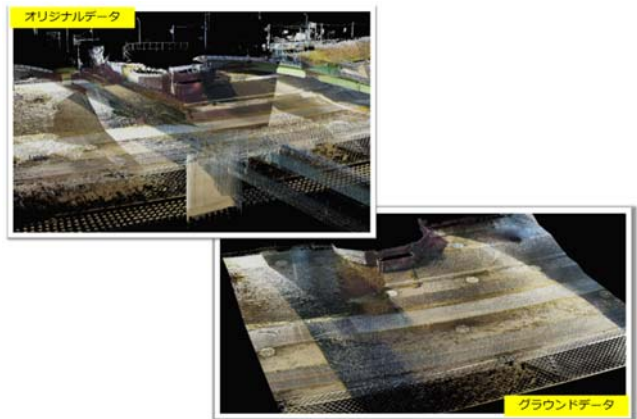


図-10 成果例 (地上レーザ測量)

3) UAVレーザ測量

三次元写真測量と異なり、レーザにより地形を点で捉えるため、ある程度植生がある条件下においても地表面を観測することが出来る。

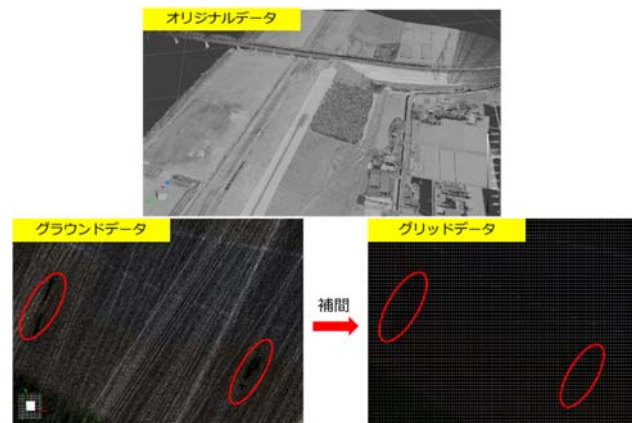


図-11 成果例 (UAV レーザ測量)

4. UAV写真測量とUAVレーザ測量の比較検証

3. (I) 1) 除草後約1ヶ月経過した環境下において、UAVレーザ測量と併せてUAV写真測量を一部区間実施した。各測量にて得られたオリジナルデータを比較すると、樹木下において差が大きく出ていることがわかる。

また、点群データにて比較を行うと、UAV写真測量のオリジナルデータ上では観測出来ているように見えた箇所においても、地表面を捉えられておらず、草の背丈位置を捉えてしまっていることがわかる。



図-12 オリジナルデータ (UAV 写真測量)



図-13 オリジナルデータ (UAV レーザ測量)

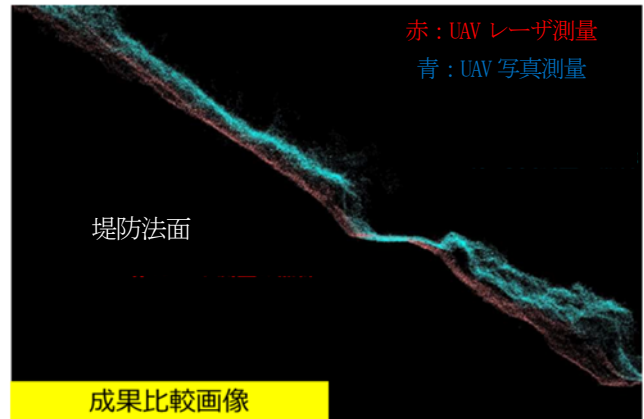


図-14 点群比較図

(青 : UAV 写真測量、赤 : UAV レーザ測量)

次に、作業時間について比較を行った。UAV写真測量及び、UAVレーザ測量実施時に地上に設置が必要となる標定点及び調整用基準点の数についてはUAV写真測量がUAVレーザ測量の約10倍の数が必要となり、撮影に入るまでの地上での作業時間はUAV写真測量が長くなる。また、UAV写真測量が一つの面に対して複数の写真が必要となることから、ラップして観測する必要があり、撮影時間についても長くなっている。

費用面については、UAV写真測量の方が作業時間が長くかかるがUAVレーザ測量の機械経費が高額であるため、UAVレーザ測量の方が高くなる結果となった。

最後に成果の見栄えについては、UAV写真測量ではカラー表現が可能であり優位といえるが、UAVレーザ測量においても受光強度によりモノトーン表現は可能となっている。(表-2)

表-2 UAV 写真測量と UAV レーザ測量比較表

測量手法	樹木・草木の影響	精度	作業時間			費用	成果の見栄え
			標定点数 (調整用基準点数)	飛行コース数	総合		
UAV写真測量	× (植生下の計測不可・ 形状復元不可)	× (裸地では○)	× (レーザの約10倍)	× (レーザの約2倍)	×	○	○
UAVレーザ測量	○	○	○	○	○	× (機械経費が高い)	× (受光強度により モノトーン表現は可能)

5. まとめ

UAV写真測量にて植生のある堤防の形状を把握しようとする場合、除草時期を把握し除草完了箇所を追う形で実施する必要がある。出水期前の除草直後は草の伸長も早く、実施可能期間が短い場合、広範囲にて一度に実施する場合は台風期前の除草または冬期が適しているのではないかと考える。

しかし、UAV写真測量UAVレーザ測量に比べ、植生の影響も受けやすく、実施可能期間も短いことには変わりないため適用の可否については現場条件を確認し実施する必要がある。

経済性については、今回広範囲の三次元点群測量となったため見積にて費用を算出したが、UAV写真測量、UAVレーザ測量、地上レーザ測量にて比較を行うと、地上レーザ測量が最も高く、UAV写真測量が最も安価となった。

地上レーザ測量はUAVを用いた測量と比較して高価ではあるが、河川堤防には橋梁や鉄塔周辺などUAVによる測量が困難な箇所が多々あるため、そういった環境においては地上レーザ測量の活用が必要となる。

今回植生のある堤防の形状を把握するために三種類の測量手法を用いて実施してきたが、UAV写真測量では実施可能な箇所はあるが天候に左右されるUAVを扱う作業において実施可能な期間に限られるなどデメリットがある。総合的に考えた場合、UAVレーザ測量は機械経費が高価ではあるが、植生の影響も受けにくく、UAV写真測量と比較して現場作業が少なく現場への負担を抑えることができるという大きなメリットがあり、また、橋梁や鉄塔などがある環境を除き、一般的な土堤部を広範囲で測量しようとした場合においては、適用範囲の広いUAVレーザ測量が最も適しているのではないかと考える。

今後は、技術の進化・発展を鑑み業務に反映していくことになるが、効率性、経済性を鑑みながら当面は地上レーザ測量と組み合わせながら業務に取り入れていきたい。

参考文献

- 1) UAVを用いた公共測量マニュアル(案)
平成28年3月(平成29年3月改正)
国土交通省国土地理院
- 2) UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)
平成30年3月
国土交通省国土地理院