

河川管理の効率化を目指した DXの取り組みについて

中濱 匡

関東地方整備局 下館河川事務所 管理課（〒308-0841 茨城県筑西市二木成1753）

これまで二次元の図面を用いて実施されてきた河川の様々な業務は、近年のレーザ測量・写真測量技術の進歩により、航空レーザ測量により三次元データの定期縦横断面図を作成し、河川の様々な業務で活用していくことが可能となったが、測量方法の違いなどから、測量結果に差異が生じている。そこで本稿では、その差異についての対応を検討するため、UAVレーザ測量を用いた現地実験を行い、その結果を報告するものである。

キーワード 三次元データ、UAVレーザ測量、堤防横断形状

1. はじめに

河川の様々な業務における図面の活用は、これまで二次元の管内図、平面図、縦横断面図を用いて実施されてきたが、近年のレーザ測量・写真測量技術の進歩を踏まえ、航空レーザ測量により定期縦横断面図（以下、三次元データの定期縦横断面図）を作成し、河川の様々な業務で活用していくこととなる。

三次元データの定期縦横断面図については、「河川管理三次元データ活用マニュアル（案）」等に基づき作成することとなるが、三次元データの定期縦横断面図の作成、活用していくにあたっては、航空レーザ測量・写真測量技術の特性及び点群データから作成される図面の特性を踏まえて作成、活用していくことが必要である。

現在、三次元データと地上測量により作成する定期縦横断面図の成果について、実際の堤防及び高水敷の高さや形状と比べた場合、測量方法の違いなどから生じる差異

の傾向が分かってきた。

本報告は、2種類の定期縦横断面図における差異の傾向について、差異が生じる要因と傾向を整理し、三次元データの定期縦横断面図の作成及び活用していく場合の注意点・対応を検討するものである。

2. 三次元データの現状と課題

(1) 現状

三次元データの定期縦横断面図については、以下の要因から地上測量の定期縦横断面図の堤防の高さや形状に対して差異が生じると考えられる。

- ① 測量方法の違いにより生じる差異
- ② 横断面作成方法の違いにより生じる差異

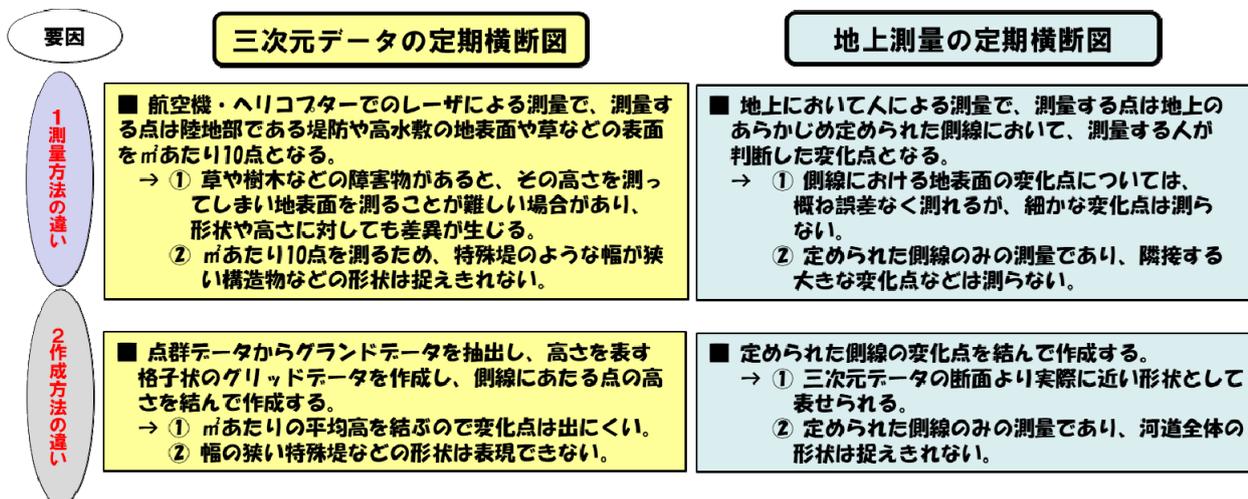


図-1 定期縦横断面図作成の手法の違いによる差異

三次元データにより作成される堤防の横断面図の一例を以下に示すが、植生や点群密度等の影響により地上測量の定期縦横断面図の堤防の高さや形状に対し差異が生じている。

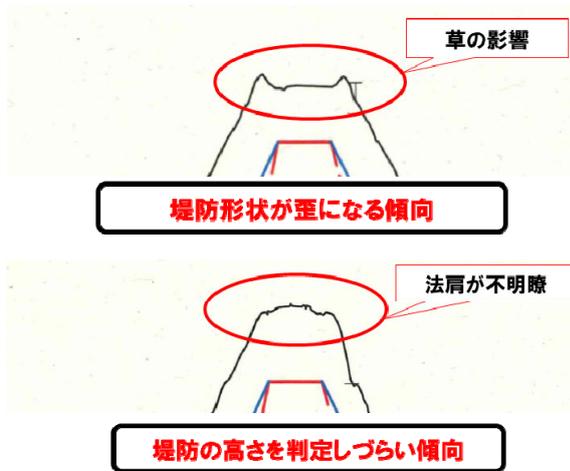


図-2 測量手法の違いにより発生する差異

(2) 課題

三次元データによる定期縦横断面図の作成にあたっては、測量手法の違いから、前述に記すような差異が発生することが分かってきた。

定期縦横断面図の作成にあたっては、以下の三点に対して検討・対応する必要がある。

- ①航空レーザ測量において堤防の高さとする位置の考え方
- ②明らかに草の高さが高水敷高となっている場合の修正や活用にあたっての考え方
- ③特殊堤など形状が捉えきれない区間の補完

(3) 課題に対する対応

上述する三つの課題に対し、以下の考え方で対応を検討していくこととした。

- ①航空レーザ測量において堤防の高さとする考え方・位置の設定

航空レーザ測量による定期縦横断面図の作成については、測量時に草などの影響を出来るだけ排除して実施することが、堤防の高さを適切に押さえることに繋がる。

また、従来、堤防の高さとして測っていた法肩について、航空レーザ測量においても適切に測ることを目的として、法肩ブロックを設置した場合における効果を確認することで、航空レーザ測量において堤防法肩を捉えきれぬかどうか検討する。

なお、航空レーザ測量による定期縦横断面図の作成における堤防の高さについては、従来の測量を踏まえ、堤防の高さとする位置の考え方を整理する必要がある。

- ②明らかに草の高さが高水敷高となっている場合の修正や活用にあたっての考え方

河川の高水敷については、同じ河川でも一つとして同じ形状をなしておらず、特に樹林化や草本類が密になっている区間については、航空レーザ測量では地表面を捉えきれない場合があるため、流下能力検討、河道の経年変化把握などの活用に向けて、修正や活用にあたっての考え方を整理する必要がある。

- ③特殊堤など形状が捉えきれない区間の補完

航空レーザ測量により形状が捉えきれない特殊堤などの区間については、三次元データにより三次元河川管内図を作成することも考慮し、UAV測量により補完する。

本論文では、上述する課題のうち、①について、UAV測量による現地実験を行い、その結果を報告するものである。

3. 課題解決に向けた現地実験

鬼怒川・小貝川において、UAV測量を実施し、点群測量の精度検証を行った。

(1) 鬼怒川での現地実験

鬼怒川では、鬼怒川プロジェクトにより堤防法肩に洗堀防止のブロックが一連で設置されているため、法肩の形状が植生の影響を受けにくい。そのため、UAVレーザ測量の高精度な計測密度による堤防高、堤防幅の再現性を把握するとともに、レーザ測量に適した調整点（測量基準マーカ）の検討を行った。

1) 実施概要

UAVレーザ測量の概要は以下のとおりである。

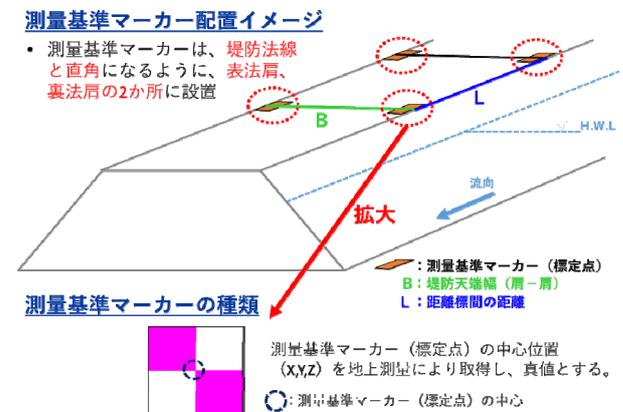


図-3 測量基準マーカ配置イメージ

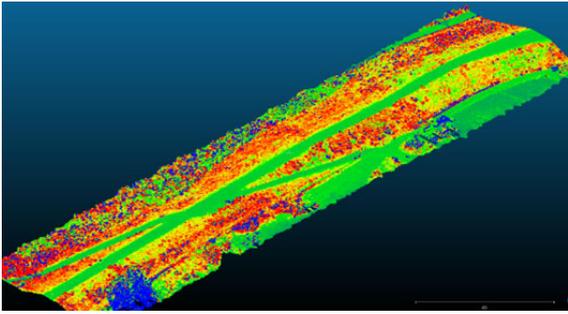


図-4 取得点群データ

2) 位置精度検証

UAVレーザ測量による測量基準マーカ設置箇所の標高（天端高），平面位置の精度検証を行った。

検証状況を以下に示す。

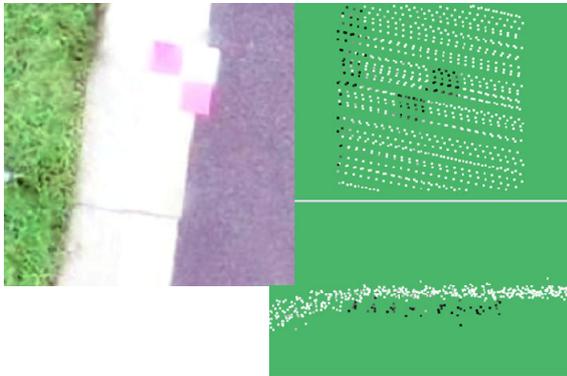


図-5 UAV測量による取得点群データ

標高については，マーカーの白の部分若干低い値（黒点）を示す結果となった。マゼンダ部は想定した高さを示すことからマゼンダのみの計測点を用いることで安定した位置精度を確保できることが確認された。

平面位置については，マゼンダのみの計測点を用いることで，点群の計測点間隔による読み取り誤差程度の精度に収まることが確認された。

表-1 精度検証結果一覧

(単位:m)

| | | 全部の計測点 | | | マゼンダのみの計測点 | | | 備考 |
|---------------------|------|--------|-------|--------|------------|-------|--------|----------------------------------|
| | | x | y | h(AVE) | x | y | h(AVE) | |
| 100点/m ² | 平均 | -0.031 | 0.011 | -0.034 | -0.024 | 0.012 | -0.014 | 速度5m/s。速度2.5m/sに比べ標準偏差のパラツキが大まい。 |
| | RMSE | 0.038 | 0.027 | 0.037 | 0.030 | 0.025 | 0.017 | |
| | 最大 | -0.056 | 0.037 | -0.044 | -0.049 | 0.037 | -0.027 | |
| 200点/m ² | 平均 | -0.023 | 0.004 | -0.015 | -0.019 | 0.018 | 0.006 | 速度2.5m/s |
| | RMSE | 0.026 | 0.033 | 0.018 | 0.030 | 0.030 | 0.008 | |
| | 最大 | -0.041 | 0.042 | -0.029 | -0.057 | 0.048 | 0.013 | |
| 400点/m ² | 平均 | -0.023 | 0.029 | -0.003 | -0.024 | 0.022 | 0.004 | 速度2.5m/s |
| | RMSE | 0.027 | 0.036 | 0.009 | 0.026 | 0.038 | 0.009 | |
| | 最大 | -0.034 | 0.062 | -0.016 | -0.039 | 0.060 | 0.016 | |

鬼怒川の現地実験の知見としては，以下が確認された。

- ・マゼンダのみの計測点を用いることで安定した位置精度を確保できる。
- ・2.5m/sの飛行速度で安定した高さ精度を確保できる。

(2) 小貝川での現地実験

小貝川では，一般的な土堤であり，図-2に示すような影響が想定されたため，堤防法肩に法肩ブロックの設置を行った上で，河川堤防の横断形状の再現性確認を行った。



図-6 法肩ブロック設置状況

1) 実施概要

UAVレーザ測量の概要は以下のとおりである。

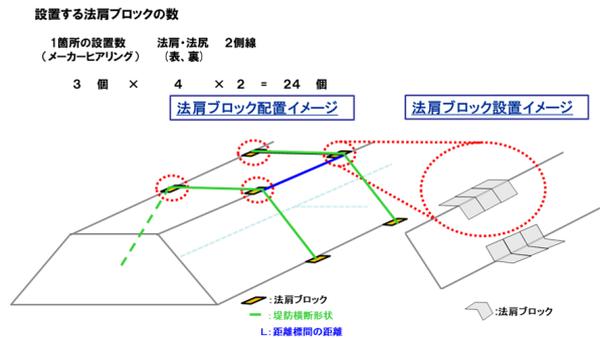


図-7 法肩ブロック設置イメージ

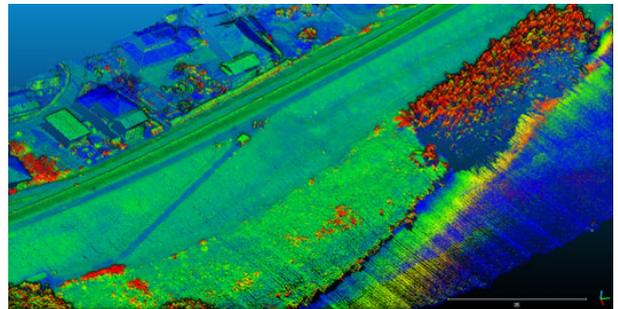


図-8 取得点群データ

2) 堤防形状再現性検証

UAVレーザ測量による法肩ブロック設置箇所の堤防形状再現性の検証を行った。

堤防形状測定位置を以下に示す。



図-9 堤防形状測定位置

図-9に示す位置での堤防形状測定の結果を以下に示す。測線と直交している天端の法肩ブロックは、点群に幅がなく、形状の読み取りが容易であったが、測線に対して斜めの法尻のブロックは、点群に幅が発生するため、形状の読み取りに誤差が生じる恐れがあることがわかった。

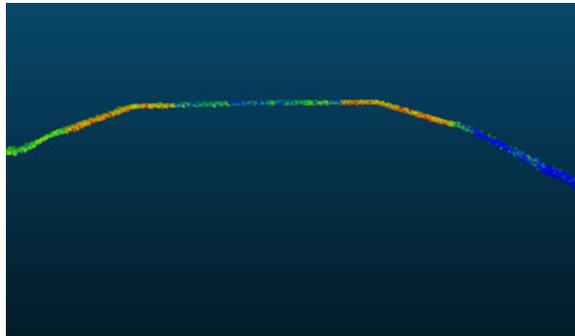


図-10 堤防形状 (天端部)

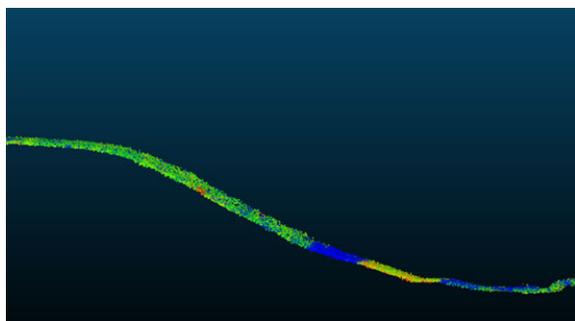


図-11 堤防形状 (法尻部)

また、UAVレーザ測量と地上測量を比較した結果、100点/m²の結果では、天端幅、距離標間が数cm誤差の高精度で把握可能であり、利用可能なことが確認できた。

表-2 天端幅・距離標間距離の再現性

| | 地上測量 | UAV レーザ測量 | | | | | |
|-----|-------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| | | 100 点/m ² | | 200 点/m ² | | 400 点/m ² | |
| | | B (m) | B (m) | 地上測量との差 | B (m) | 地上測量との差 | B (m) |
| No1 | 3.319 | 3.308 | -0.011 | 3.343 | 0.024 | 3.29 | -0.029 |
| No2 | 3.321 | 3.336 | 0.015 | 3.339 | 0.018 | 3.301 | -0.02 |
| No3 | 3.722 | 3.685 | -0.037 | 3.704 | -0.018 | 3.744 | 0.022 |

| | 地上測量 | UAV レーザ測量 | | | | | |
|-------------|---------|----------------------|-------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| | | 100 点/m ² | | 200 点/m ² | | 400 点/m ² | |
| | | L (m) | L (m) | 地上測量との差 | L (m) | 地上測量との差 | L (m) |
| No1 と No3 間 | 185.063 | 185.112 | 0.049 | 185.148 | 0.085 | 185.125 | 0.062 |
| No2 と No3 間 | 185.163 | 185.252 | 0.089 | 185.102 | -0.061 | 185.074 | -0.089 |

4. 終わりに

本報告で検証した結果について、以下に示す。

- 鬼怒川で確認した200点/m²で安定した位置精度を確保できた。
- 小貝川では調整点による位置補正が必要であった。小貝川は雨天直前に計測を実施した。低気圧がある場合や上空の水蒸気により、GNSS測位成果（GPS座標値）は、位置精度が劣化する傾向がある。こうした影響により位置精度が劣化したと考えられる。また、1点の調整点による位置補正を行った点群は、2cm程度の再現精度を確保できる。法肩ブロックを用いることで、UAVレーザ測量は天端幅 (B) と距離標間 (L) が、数cm誤差の高精度で把握できる。

今回は植生の影響が少ない冬場での現地実験であったが、今後の三次元データ活用に向けて、夏場での現地実験を行いたい。また、既往の三次元データ（三次元管内図、堤防周辺点群データ、CIM等）を活用することにより、効率化が図れる維持管理業務の抽出を行い、その効率化の可能性を検討していくものである。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室：河川管理用三次元データ活用マニュアル（案）令和2年2月