

3次元データを活用した堤防の変状検出に向けた検討

国土技術政策総合研究所 正会員 ○下津隆介, 笹岡信吾, 福島雅紀

1. 背景及び目的

堤防の点検は、出水期前、台風期及び出水期後に天端、法面、法尻等を徒歩による目視にて実施している¹⁾。点検には多くの人員と時間を要することから、効果的且つ効率的な点検方法の確立が望まれている。近年、レーザ測量を用いて正確に現地の3次元データを作成する技術が発達し、河川管理に適用するための検討が進められてきた。安達ら²⁾はMMSによるレーザ計測を行い、堤防地表面の植生による遮蔽の影響と計測箇所による点群密度の違いを把握するとともに、堤防形状の計測には除草が大きな影響を与え、必要不可欠であることを示した。また、中村ら³⁾の研究では、植生がUAVレーザ測量の測量精度に与える影響を確認しており、測量精度を確保するためには、植生密度や葉の面積により植生高を0.3m~0.5m以下に管理する必要があることを確認している。福島ら⁴⁾は堤防点検に3次元データを活用する際の、データの表示法に関する検討を行った。しかし、堤防の変状の検出に3次元データを活用した例はまだ少なく、変状を検出するまでのプロセスが定まっていない。

本検討では堤防の変状検出への3次元データの活用に向けて、堤防点検で扱われる変状から地形変化を伴う変状を対象として、3次元データを用いた変状検出の試行を行った。試行結果から3次元データの作成方法による検出率の違いや検出可能な変状の特徴をまとめた。

2. 3次元データの取得と堤防点検への適用

本検討では、河川堤防の右岸(延長:1km)を対象として、大型除草機械(図-1)を用いた除草を行い、同時に大型除草機に搭載しているレーザスキャナ(以下、「除草機レーザ」)による測量(点群密度:約40,000点/m²)を実施した。次に、同区間においてUAV(図-1)に搭載したレーザスキャナ(以下、「UAVレーザ」)により測量(点群密度:約200点/m²)を実施し、その後堤防の目視点検を行った。次に3次元データより、目視点検を正として目視点検に参加していない技術者5人が変状を抽出できるか検証した。今回はレーザ機器で

計測されたデータの内、地形データに着目し、地形変化を伴う変状のみを対象とした。なお、3次元データの表示は傾斜図等、福島ら⁴⁾にならい作成した。

3. 考察

3. 1. メッシュサイズと変状判読率

まず、異なるメッシュサイズの点群データから3次元データを作成した。取得された点群データに正方形のメッシュを鉛直方向から重ね、メッシュ内の最下点の値を各メッシュの標高とした。目視点検により検出された変状を、特徴毎に分類し、代表的な変状を選定した(表-1)。選定した5種類の変状周辺の傾斜図から、5人の技術者が変状を判読した。作業を行ったのべ技術者数に対する、変状を判読したのべ技術者数の割合を判読率とし、メッシュサイズと判読率の関係を図-2のようにまとめた。図-2より、最も判読率の高いメッシュサイズは除草機レーザ、UAVレーザでそれぞれ0.1m、0.07mであった。図-3は、実際に侵食(ガリ)がある箇所の点群データと3次元データの標高を重ね、堤防縦断方向に見た図である。図-3(a)より、0.01mメッシュでは隣り合うメッシュ間の傾斜が狭い範囲で変化するので、変状の境界が不明瞭になったと考えられる。また、図-3(b)より0.21mメッシュでは、隣り合うメッシュ

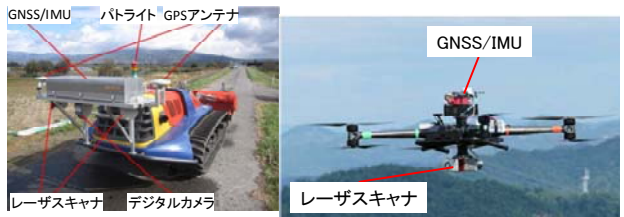


図-1 大型除草機械, UAV とレーザ計測機器

表-1 変状の特徴による分類

グループ	変状の種類	変状の特徴	代表的な変状[寸法(m)]
A	モグラ等の小動物の穴、侵食(ガリ)	・形状特性が線又は点(変状幅が小さい) ・変状の輪郭が明瞭	・モグラ等の小動物の穴[L=2m, B=2m, H=0.15m] ・モグラ等の小動物の穴(人為的に作成)[L=0.3m, B=0.3m, H=0.2m] ・侵食(ガリ)(人為的に作成)[L=2.5m, B=0.3m, H=0.15m]
B	陥没、不陸、法崩れ	・形状特性が面(変状幅が大きい) ・変状の輪郭が明瞭	・陥没[L=5m, B=4m, H=0.3m]
C	寺勾配、沈下、はらみ出し	・形状特性が面(変状幅が大きい) ・変状の輪郭が不明瞭	・寺勾配[L=30m, B=(データなし), H=0.15m]

キーワード 堤防点検, 3次元点群データ, UAV, 大型除草機械, レーザスキャナ
連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 TEL 029-864-2680

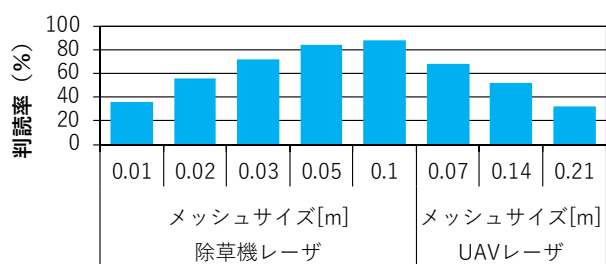


図-2 メッシュサイズ毎の変状判読率

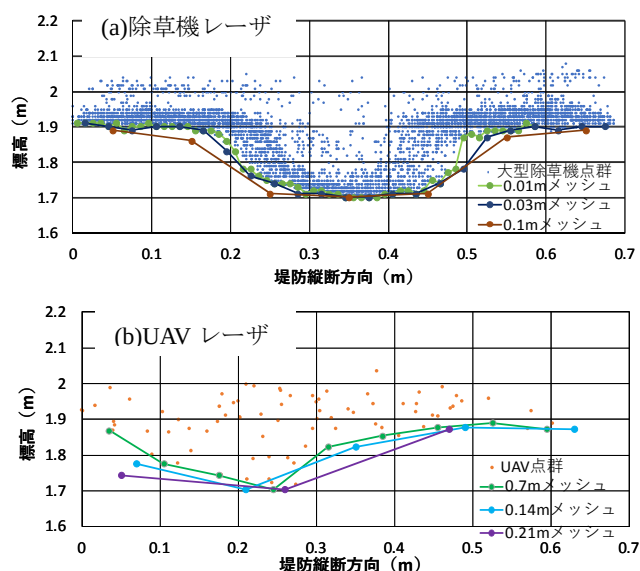


図-3 3次元データにおける侵食(ガリ)断面図

の間隔が広く、地形の変化を捉えられていない。今回の侵食(ガリ)では、除草機レーザ、UAVレーザとともに、最も判読率が高いメッシュサイズにおいて、変状外部の地形変化点から変状内部の最も深い地形変化点までを隣り合うメッシュで捉えており、変状の境界が傾斜図に明瞭に表示されたと考えられる。このことから、変状境界の勾配の始点と終点付近を隣り合うメッシュで捉えられると変状が検出されやすいと考えられる。

3. 2. 変状の特徴と検出率

目視点検と除草機レーザ (メッシュサイズ:0.07m)、UAVレーザ (メッシュサイズ:0.1m) で計測した堤防全体の3次元データから検出された変状数を図-4に示す。3次元データからの変状の検出数は技術者5人の内1人以上が発見できた変状数としている。これは1人が変状を発見できると、経験を重ねることにより他の人も検出できるようになる可能性があると考えたからである。次に、変状の特徴毎の検出率を示す(図-5)。目視点検で検出された変状数の内、3次元データから検出され

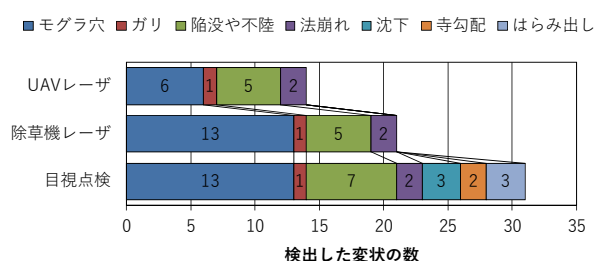


図-4 各手法における変状の検出数

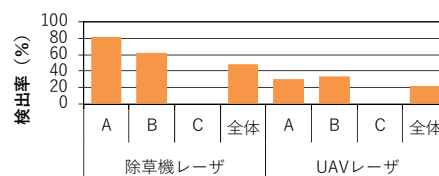


図-5 変状の特徴毎の検出率

た変状数の割合を検出率とした。ここでは判読率と異なり、堤防全体のデータを用いて作業を行ったため、検出率としている。図-4、図-5よりA、Bグループの変状は検出されたのに対して、Cグループの変状は検出されていない。Cグループは変状の輪郭が不明瞭なため、3次元データ上で地表面と変状の区別ができなかったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

今回の検討では3次元データを用いて、堤防の変状を検出できる可能性があることを確認した。そして、変状発見の確率を高めるためには、変状の幅や高さに応じたメッシュサイズを用いる必要があると考えられる。また、輪郭が不明瞭な変状は変状境界の勾配を捉えにくいことから、検出率が低くなることが分かった。膨大な3次元データの効果的かつ効率的な活用のためには、AI等の技術と連携し、変状の大きさに応じたメッシュサイズの自動変更や3次元データを用いた変状の自動検出技術等を今後検討していく必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：堤防等河川管理施設及び河道の点検要領，2016
- 2) 安達孝実，河野隆治，関克己，藤山秀章，小澤淳真：堤防管理の高度化に向けた堤防地表面の点群データの活用に関する検討，河川技術論文集，第24巻，pp.565-570
- 3) 中村賢人，福島雅紀，諏訪義雄：堤防法面の変状把握におけるUAVレーザ測定の適用限界，河川技術論文集，第24巻，pp.35-40
- 4) 福島雅紀・笹岡信吾・諏訪義雄：河川分野における3次元データの活用について～堤防点検を対象にして～，土木技術資料，第60巻，第10号，pp.16-19