

農業水利施設の三次元損傷データ構築へのレーザスキャニング計測の有用性 Effectiveness of 3D Damage Data Creation for Irrigation Infrastructures by Laser Scanning Method

○鈴木哲也*・柴野一真**・Nadezhda MOROZOVA**・島本由麻***

○Tetsuya SUZUKI*, Kazuma SHIBANO**, Nadezhda MOROZOVA** and Yuma SHIMAMOTO ***

1. はじめに

基幹的農業水利施設の維持管理において三次元データの活用が期待されている。施設の経年的な劣化および供用環境がもたらす損傷蓄積による施設機能の損失は、農業水利施設の突発事故件数の増加傾向に反映されており¹⁾、機能診断は喫緊の課題である。一方で、ダム、取水堰等の整備された農業水利施設は2020年3月時点で7,656箇所ある¹⁾。維持管理に対する予算や人手不足の現状の中で、既存の手法による農業水利施設全体の損傷状況の把握は不可能である。令和3年3月に閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画では、農業水利施設の機能が安定的に発揮されるよう、施設の点検や機能診断等の省力化・高度化を目的としたデジタル技術の活用が推進されている²⁾。具体的な取り組みとしては、AIによるひび割れの自動検出、BIM/CIM21 (Building Information Model/Construction Information Model) の取組として三次元データの取得による施設の現状把握と時間と空間の両軸での一元管理が挙げられる。

そこで本報では、損傷が進行したコンクリート取水堰でレーザスキャニング計測を行い、三次元データにより表面損傷検出を行った結果を報告するとともに、既存の画像処理によるひび割れ検出技術との相違を考察し、点群を用いたBIM構築の特徴を概説する。最後にBIMを活用した農業水利施設の維持管理について考察する。

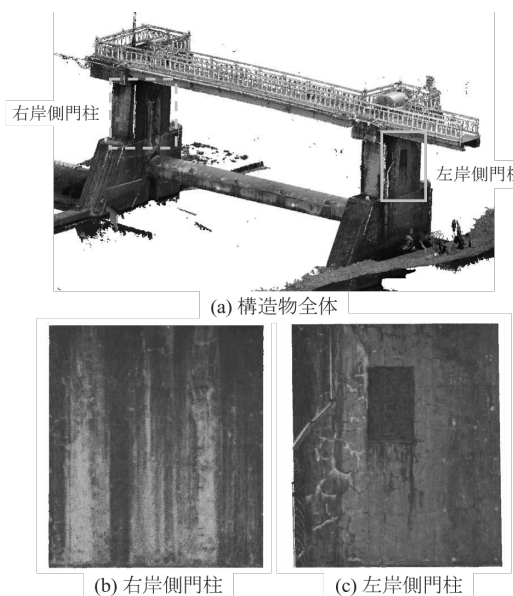


図-1 対象構造物の点群

2. 対象構造物とレーザスキャニング計測

計測対象とした構造物は1976年に竣工したコンクリート取水堰であり、レーザスキャニング計測と目視によるひび割れの確認を行った。レーザスキャナはFARO® Focus S150 laser scannerを用いた。測定では完全な点群データの取得のために20回のスキャンを行うとともに、スキャンの統合のためにターゲットを設置した。点群の座標データは位相差による測距、ミラーの回転および角度エンコーダによって得た。得られた点群を図-1に示す。本研究では、右岸側および左岸側の門柱を解析対象として用いた。目視では、左岸側の門柱はひび割れおよび遊離石灰が確認され、右岸側は小さなひび割れが多数確認された。

* 新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

** 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

*** 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード: 農業水利施設, 損傷度評価, 非破壊・非接触計測, レーザスキャニング, 三次元データ

3. 幾何学情報と反射強度による損傷検出

点群の幾何学情報および反射強度から表面損傷の評価を行った。幾何学情報の評価指標には粗さを用いた。粗さは、任意の半径内の点群を対象に平面フィッティングを行い、フィッティングされた平面と点群との距離を表す指標である。ひび割れや遊離石灰析出部はコンクリート表面に凹凸を形成するため、粗さを用いることで定量的に評価できる。本報では、半径を 10 cm として粗さを算出した。図-2 に粗さを投影した点群を示す。軽微な損傷状況の右岸側門柱では、目地が大きな値をとっていることが確認された。相対的に軽微なひび割れの箇所では、評価値に差異は見られなかった。この結果は、軽微なひび割れは幾何学情報のみで評価することは困難であることを示唆していると考えられる。極度に損傷が顕在化していた左岸側門柱では、遊離石灰、目地、排水パイプおよび銘板において相対的に粗さ指標の有用性が確認された。

図-3 に反射強度の結果を示す。右岸側門柱では、幾何学情報では確認できなかった小さなひび割れが輪郭としてとらえられており、損傷の分類に用いる特徴量として有用であると考えられる。左岸側門柱では、黒い銘板および変色部が小さな値を示し、遊離石灰部では、高い値を示したことから、色の影響が大きいと考えられる。ひび割れは幾何学情報同様に輪郭が確認され、健全部より小さな値を示した。先行研究では、レーザの反射強度が欠陥のエッジ付近で低下することが確認されている³⁾。

以上より、幾何学情報と反射強度を相補的に用いることで、損傷の分類と定量評価が可能になることが示唆された。

4. おわりに

本報では、既設コンクリート取水堰においてレーザスキャニング計測を行い、得られた点群によって表面損傷の検出を試みた。

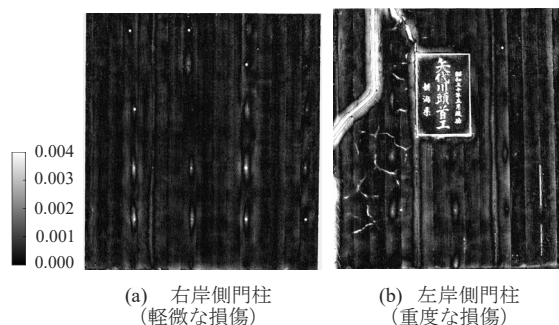


図-2 粗さ

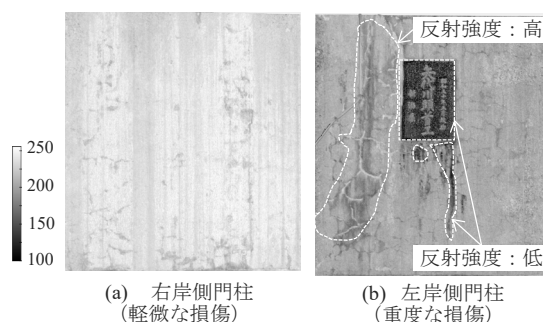


図-3 反射強度

検討の結果、複数スキャンの統合には用いる点群の範囲を考慮する必要があると示唆された。幾何学情報から算出した粗さは目地、遊離石灰部で大きかった。反射強度は色に影響を受けていると考えられ、ひび割れは健全部と比較して小さな値であった。幾何学情報および反射強度の指標を相補的に用いることで、表面損傷の分類と検出が可能であることが示唆された。このことから、レーザスキャニング計測は BIM の作成に有用であり、BIM は農業水利施設の維持管理に寄与すると考えられる。

引用文献

- 1) 農林水産省：令和 3 年度 食料・農業・農村白書，https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/pdf/zentaiban.pdf (参照 2023 年 2 月 17 日)
- 2) 内閣府：第 6 期科学技術・イノベーション基本計画，<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf> (参照 2023 年 2 月 17 日)
- 3) Nicodemus, F. E. : Directional reflectance and emissivity of an opaque surface, *Applied optics* 4(7), pp.767~775 (1965), doi : <https://doi.org/10.1364/AO.4.000767>