

## 砂防施設群の歴史的・文化的価値に関する調査事例 —写真モデリングとレーザデータの活用—

富山県土木部砂防課 濱浦 泰成, 高畑 裕介 (現 氷見土木事務所)  
中日本航空株式会社 ○小野 貴稔, 広田 孝喜, 加藤 卓也

### 1. はじめに

富山県では、白岩砂防堰堤や本宮堰堤、泥谷砂防堰堤群等、常願寺川流域における砂防施設群の重要文化財指定に向けて、現存する砂防施設の歴史的・文化的価値の調査を進めており、平成 27 年度は西谷砂防堰堤及び泥谷砂防堰堤群山腹工の現地調査を行った。現地調査にあたり、西谷堰堤では三次元写真測量の活用を、泥谷砂防堰堤群山腹工では現存の航空レーザ測量成果（国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所より借用）から埋没した山腹工の可視化による現況把握を試みた。本稿ではその調査事例を報告する。



図 1 西谷堰堤、泥谷砂防堰堤群の位置

### 2. 西谷堰堤

#### 2.1 現地状況

図 1 は、西谷堰堤と泥谷砂防堰堤群の位置図である。西谷堰堤は、大正 14 年までに竣工したとされる単独の空石積み工の堰堤である。平成 27 年 10 月に現地調査を実施したところ、土砂の堆積による堤体の埋没、植生繁茂（特に木根の侵入）、苔の付着などが確認されたため、堤体全体を正確に把握するために土砂や植生を除去した（図 2）。

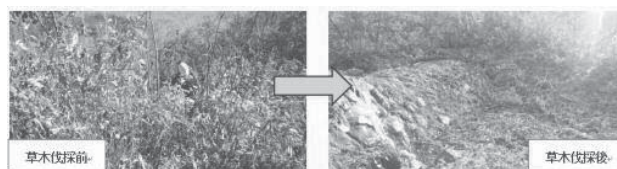


図 2 西谷堰堤の植生除伐前後

#### 2.2 現地調査

西谷堰堤は石積み工の堰堤であり、管理のためには母材となる石の配置等を現況のまま把握することが重要となる。また、現場が遠隔地で沢などの障害物があること、一日の作業時間が限られていること等から、作業時間及び精度を確保できる測量方法を検討した結果、簡易な機材を用いて行う三次元写真測量（SFM：Structure from Motion）を採用した。現地作業の主な流れを以下に整理する。

- ① 写真画像の合成や画像から構築した 3 次元モデルに地理空間座標を定義するための標定点を設置（図 3 左上）。
- ② 標定点に地理空間座標値を与えるため、トータルステーションによる観測を実施（図 3 右上）。
- ③ デジタルカメラを使用して堰堤を多方向から写真撮影（図 3 下）。



図 3 西谷堰堤測量及び写真撮影状況

#### 2.3 西谷堰堤の解析作業

現地で撮影した写真及び測量成果を基に実施した主な解析作業を以下に整理する。

- ① 多方向から撮影した複数の写真データから、写真を撮影した位置を推定したうえで点群データを生成。
- ② 複数の画像に写っている同一の対象物（GCP：Ground control point）を設定し、三次元地形モデルを作成。なお、GCPには標定点を利用。
- ③ 写真画像から生成したテクスチャーを貼り付けた三次元モデルを作成。
- ④ 写真画像を合成処理し、堰堤の図面作成に利用するためのオルソフォト（正面・平面）を作成。

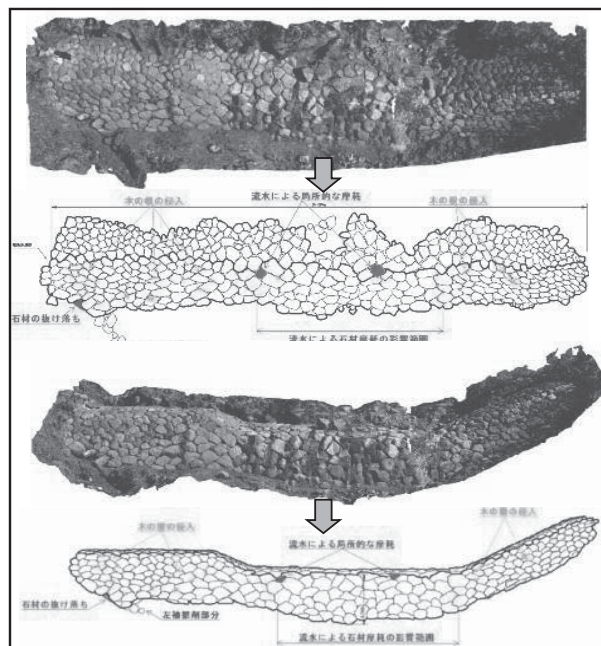


図 4 西谷堰堤現地調査結果図（平面図・正面図）

## 2.4 . 西谷堰堤の図面作成と調査結果

写真測量により取得したオルソ図を基に、石積みの様子が見えるよう堰堤の描写を行い、平面図（1/100）と正面図（1/100）を作成した（図4）。また、現地で確認した抜け落ちや流水による摩耗、木根の侵入箇所など、正確な状況を平面図・正面図に整理することができた。

## 3. 泥谷砂防堰堤群山腹工

### 3.1 現地状況に応じた既存資料の活用

泥谷砂防堰堤群山腹工は昭和13年までに竣工したとされる、水路石張り工、山腹土止め工（石積み工）、護岸石積み工等から成る山腹工であり、既存資料としては泥谷災害復旧工事竣工平面図（昭和10年10月）が存在している（図6）。

現地調査の計画段階では、兩岸の平均勾配は約45度で高低差が50mあること、植生の繁茂も著しいこと、一日の作業時間が限られていることなどから作業の効率化が課題であった。そこで、航空レーザ測量データから山腹工を可視化した平面図を作成し、竣工平面図と重ね合わせたところ（図7）、床固め工や水路石張り工などの位置がほぼ一致することが分かった。この重ね合わせ図により、過去に施工された施設の位置を予想する事ができた。

### 3.2 泥谷砂防堰堤群山腹工の予察と現地調査結果

重ね合わせ図（図7）から、崩壊地や左岸に整備された水路石張り工の位置、上流側の植栽工、泥谷の床固め工などは鮮明に表現され、土砂の移動などによる崩壊や堤体の移動もなく、竣工時当時の位置のまま残っていることが分かる。その一方で、左岸や下流側の柵作りや石積み工といった構造物の痕跡は図面上では把握できなかった。

現地調査を行ったところ、予察で想定していた地形・地物が見られたことから、レーザ測量平面図が植生の影響を受けず施設や地形を再現していることが確認できた。また、今回の調査成果として石積み擁壁や石組の排水施設などが確認された（図8）。なお、参考であるが、点群データの下層モデルを再処理した起伏図を重ねたところ、石積み擁壁や縦方向に整備された空石積みの排水施設の微地形が更にわかりやすく可視化され、点群データそのものの活用も有効であることがわかった（図9）。

## 4. まとめ

今回、現地作業条件の厳しい中での調査であったが、西谷堰堤では、写真モデリング技術を採用することで簡易な機材にて石積みの配置を正確に表現した図面を作成できた。また、泥谷砂防堰堤群山腹工ではレーザデータ平面図を用いることによって、事前に竣工時の施設位置を概ね把握することができ、現地において水路石張り工や石積み工等の山腹工の配置を効率的に精度よく把握できた。

砂防関連施設のような現地作業条件の厳しいところに位置する施設の場合でも、高精度の図面作成や効率的な現地調査の実施は重要であり、今回報告した事例はその手法検討の一助になるものと考えられる。

【謝辞】本調査の実施に当たり航空レーザ測量成果をご提供いただいた国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所はじめ関係機関の皆様には、現地調査や資料提供等のご協力をいただきありがとうございました。ここにお礼申し上げます。

参考文献：1) 浅井誠二、林成憲(2009)：立山カルデラ内の県営砂防施設について、平成21年度北陸地方整備局事業研究発表会

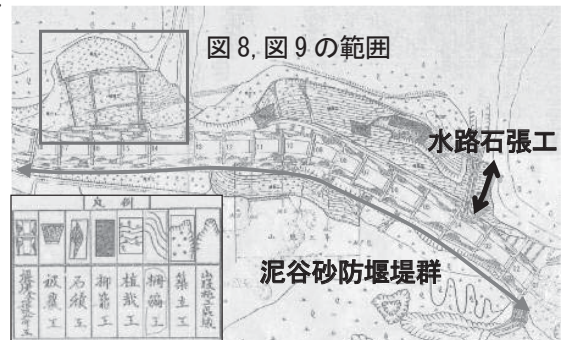


図6 泥谷災害復旧工事竣工平面図

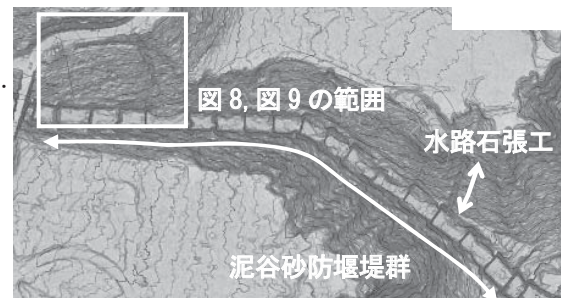


図7 レーザ測量図面に竣工図の工種を表示

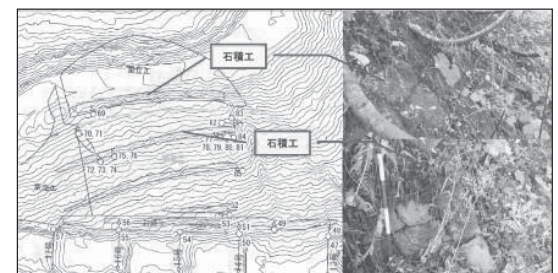


図8 泥谷左岸現地調査結果

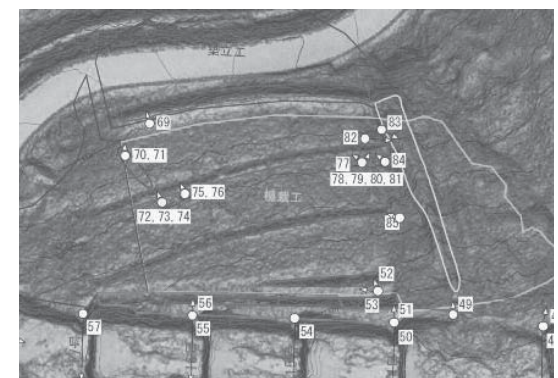


図9 泥谷左岸現地調査結果(背景図はレーザデータを再処理した起伏図)