

国土交通省中部地方整備局越美山系砂防工事事務所

田井中 治、岩田 幸雄

国際航業株式会社 ○吉川 卓郎、西村 公志

坪田 浩一、片山 博

1. はじめに

越美山系砂防工事事務所管内では昭和44年9月の中津戸第一砂防ダムの完成以来、今日まで135基の砂防堰堤(揖斐川水系74基、根尾川水系61基)を整備してきた。これら砂防施設は、現在紙媒体の台帳形式により管理されている。一方で近年、砂防事業においてもデータベースやGISソフトを用いた電子データによる情報の管理が進められている。こうした中、越美山系砂防工事事務所管内においても1/5,000のデジタルマップが整備され、GISシステムの整備や各種台帳等の電子データ化を行っているところである。また今後、土砂災害防止法に関する基礎調査においては危険箇所周辺の1/2,500地形図を新に整備する予定となっている。

これまでのGISによるデータ整備は、2次元の地理的な位置情報を管理するものが主流であった。しかしながら、パソコンの性能の向上に伴い3次元データの取り扱いが比較的容易になってきていることに加え、3次元地形データの取得についても従来のデジタルマッピングやCAD等による机上でのデータ作成といった手法の他に、3Dスキャナ(レーザープロファイル)等により現地で3次元データを取得する手法が提示されている。

本研究は、平成14年7月に岐阜県根尾村で発生した土石流により土砂が堆積した砂防堰堤を対象として地上型3Dスキャナを用いてデータを取得し、実測値との比較検証を試み、その精度や作業効率および作業時の安全性について考察するとともに、取得した3次元データを設計資料より作成した砂防堰堤のCADデータと重ね合わせ3次元データによる砂防施設の管理についても併せて検討したものである。

2. 調査地の概要および調査手法

サンプルデータ取得のための計測は、平成14年8月に根尾川水系の和井谷および越波谷右支渓において実施した。両渓流とも平成14年7月の豪雨により、砂防堰堤上流側に流出土砂が堆積した渓流であり、和井谷では一部土砂が流出していたがほぼ発生時のままの状況であった。

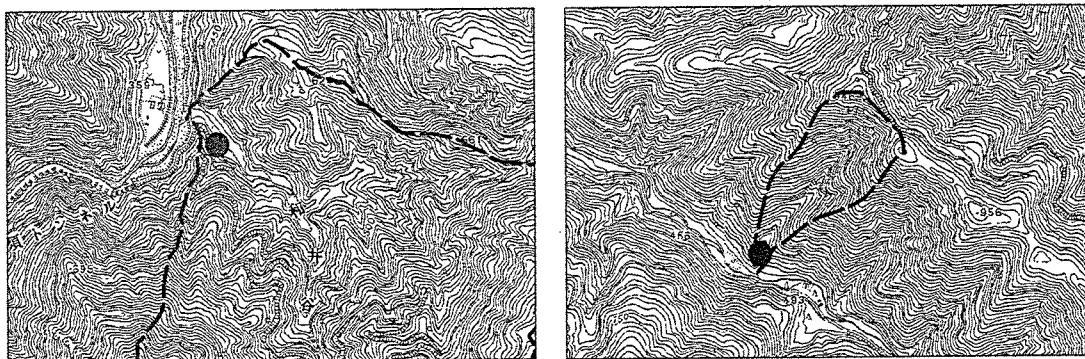


図-1 測定箇所(左：和井谷、右越波谷右支渓 縮尺1/25,000)

本計測には、地上型3Dスキャナを用いた。3Dスキャナはスキャナタイプのレーザーセンサで光波測距儀の一種である。任意のターゲットに向けて射出したレーザーパルスが反射して戻ってくるまでに要する時間から距離を計測し、短時間に大量のポイントのデータを取得することが可能である。観測精度にもよるが、設置場所から上下方向80°、水平方向340°の範囲を15~20分でスキャン可能である。3Dスキャナによる計測は、従来のトータルステーション等による測量と比較して以下のようなメリットがある。

- 1) 単位時間あたりの計測面積が広い
- 2) 高密度の計測により対象物の表面形状の把握が可能である
- 3) ノンプリズムでの計測が可能でミラー設置が不要のため作業の安全性が高い

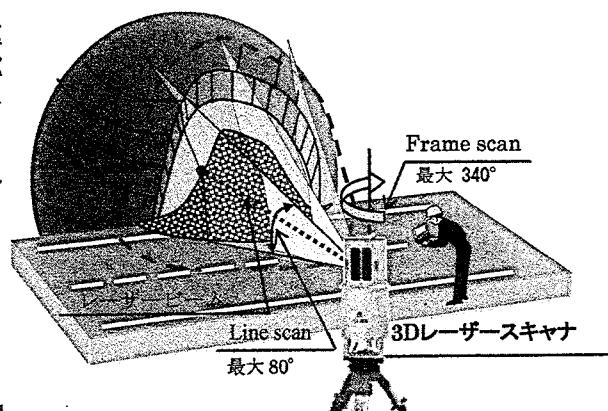


図-2 3Dスキャナによる地形計測(イメージ図)

3. 計測結果

計測結果を図-3～4に示した。3D スキヤナによる計測は堰堤天端より行った。下図はこれに設計資料を元に CAD により再現した砂防堰堤の 3 次元データを重ねている。地形データとの位置照合は、現地で取得したデータの堰堤袖部や水通し部などのエッジ部分を参照して行った。

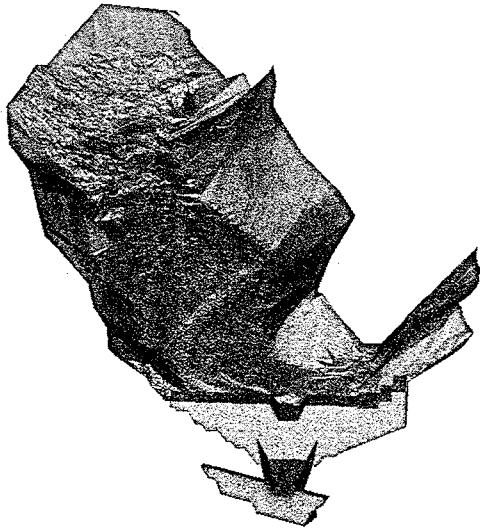


図-3 和井谷における計測結果

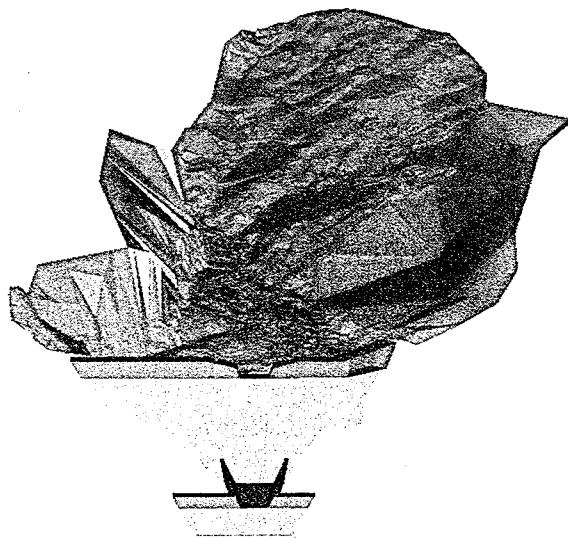


図-4 越波谷支渓における計測結果

図-3 に示す和井谷は、計測箇所全体が緩勾配(1/5,000 地形図による計測で 1/20 程度)であるため、比較的見通しが良好で、また堆積物も流水の侵食により流路が形成されてはいるが、地表面全体に凹凸が少なく良好なデータを得ることが期待できた。測定結果データでは土砂の堆積形状の他に表面侵食による流路も明瞭に確認することができる。堆積土砂量は従来の堆砂横断測量による実測値(7/22 計測)の $24,495\text{m}^3$ ²⁾に対し、3D スキヤナによる計測値は $21,080\text{m}^3$ ¹⁾であった。実測値による土砂量は平均断面法で算出したものである。両値の差の原因としては、同一断面での比較で横断形状が変化していることより実測後の 1 ヶ月間に堆積土砂の一部が流出してしまったことが挙げられる。

図-4 に示す越波谷右支渓は、和井谷と比較すると急勾配(1/5,000 地形図による計測で 1/2 程度)であることに加え、土砂の堆積状況が一様でなく、堆積土砂の表面に比高 1m 前後の凹凸があった。このため天端より見通した際、凹凸部の上流側にあたる部分はレーザーの死角となり詳細に再現できていない。堆積土砂量は実測値(8/8 計測)の $4,029\text{m}^3$ ²⁾に対し、3D スキヤナによる計測値は $5,028\text{m}^3$ ¹⁾であった。実測では断面を取得するための測線を 20m 間隔に固定しているが、本手法によれば今回のように凹凸の激しい地形での計測は死角部を過大に計測する可能性があるものの堆積土砂の表面形状を直接計測しているため、二時期を 3D スキヤナにより計測すれば精度の高い計測結果を得ることが可能である。

表-1 檢証結果

流域名	流域面積 (km ²)	平均渓床勾配 (°)	検証結果(土砂量 m ³)		
			3D スキヤナ(1)	実測値(2)	差分(1)-(2)
和井谷	3.1	15	21,080	24,495	-3,415
越波谷右支渓	0.2	28	5,028	4,029	999

4. おわりに

3D スキヤナによる計測結果は、現場の地形勾配に左右されるものの流出土砂の把握には一定の精度が期待できる。3 次元データを用いることにより、これまで平均断面積に延長を乗じて得ていた値を土砂量として把握することも可能となる。死角となる部分の計測ができないものの、その差は断面測線の設定により生じる誤差で相殺できる程度に収まるものと考えられる。また計測技術者による計測値の誤差も小さくなることが期待できる。今後出水前後の計測や実測との同時計測等によりさらに検証を重ねたい。

同手法では、現地での作業時間は機器の据え付けから計測終了まで概ね 1 時間程度であり、機材搬入ルートが確保できれば地形計測が容易に行える。また土砂流出の危険が伴う災害直後の現場では、直接河床に立ち入らずに計測でき、データ取得の即時性の面でも有効である。

このほか既設構造物や測量既知点がある場合、設計図面や測量図面と重ね合わせて表現することも可能である。また既知点のない箇所についても、今後 GPS との併用により位置精度を向上させることが可能であり、これにより GIS 上でのデータ管理も可能となる。

参考資料：1) 平成 13 年度揖斐川新砂防基本計画検討基礎調査業務委託報告書

2) 平成 14 年 ダム堆砂測量横断図(和井谷 7/22 越波谷 8/8)