

砂防事業における ICT 活用工事の課題

三俣溪流保全工工事における検証

高橋 博之

建設業界では、就業者の高齢化と若年入職者の減少により将来的な人材不足が懸念されており、これらの対応として建設現場における生産性の向上が大きな課題となっている。国土交通省では、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある現場を目指す「i-Construction」の取組の一環として、平成 28 年度より、ICT 土工の本格運用が始まった。本稿では、砂防事業では、まだ活用事例が少ない ICT 土工について、砂防工事現場の特徴を踏まえた取組と課題について報告する。

キーワード：砂防事業、ICT 砂防土工、UAV、MC バックホウ

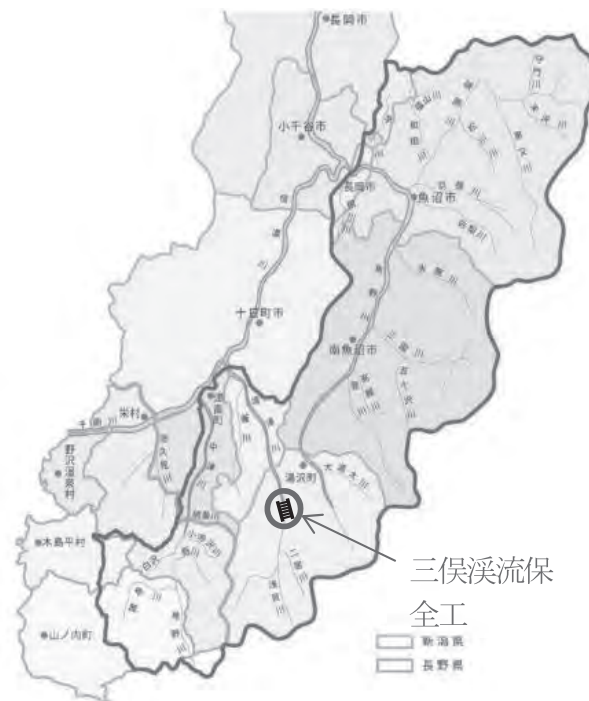
1. はじめに

湯沢砂防事務所は、一級河川信濃川の支流である魚野川、清津川、中津川の流域約 2,200 平方キロメートルにおいて砂防事業を行っており、管内には谷川岳・苗場山などからなる「上信越高原国立公園」、越後三山・守門岳・浅草岳などからなる「越後三山只見国定公園」や巻機山を中心とする「魚沼連峰県立自然公園」があり、四季の変化に富んだ自然豊かで美しい地域となっている。

その一方で、豊かな自然の恵みを与えてくれる山々は非常に脆弱な地質と急峻な地形からなっており、梅雨から秋にかけては集中豪雨や台風により、また、冬から春にかけては豪雪および融雪によって、土砂流出や崩壊などが発生しやすい地域となっている。

そのため、砂防工事の実施にあたっては、安全施設の設置や出来形管理のための仮設足場などにコストがかかるケースも多く、また、狭隘な河道内での作業であるため、作業スペースの制約を受けるなど、厳しい条件の現場が多く、他工事に比べ生産性が低下する傾向にある。

このような現場条件の厳しい砂防施設の建設現場において、平成 28 年度に、砂防工事としては北陸地方整備局内において初となる ICT 活用工事を、三俣溪流保全工工事（新潟県南魚沼郡湯沢町三俣地先）において実施することとした（図—1）。



図—1 三俣溪流保全工工事位置図

2. 湯沢砂防事務所管内における ICT 土工の導入実績

平成 28 年度の本格運用以降、これまでの湯沢砂防事務所における ICT 活用工事の実績を表—1 に示す。

平成 28、29 年度は各年 1 工事での ICT 活用実績に留まり、平成 30 年度に入り 4 件の工事での活用と工事件数としては微増しているものの、ICT 土工を実施する企業数としては、3 ヶ年延べで 3 企業と少ない。

表—1 湯沢砂防事務所における ICT 土工活用工事の実績

実施年度	工事名	適用工種
平成 28 年度	三俣溪流保全工（その 4）工事	掘削工：2,200 m ³
平成 29 年度	三俣溪流保全工（その 5）工事	掘削工：4,500 m ³
平成 30 年度	浅貝溪流保全工（3 工区）外工事	掘削工：10,900 m ³
	浅貝溪流保全工（3 工区）その 2 工事	掘削工：8,700 m ³
	三俣溪流保全工（その 6）工事	掘削工：1,600 m ³
	北ノ入川第 1 号砂防堰堤工事	掘削工：4,700 m ³

ここでは、湯沢砂防事務所管内における ICT 活用工事のうち、平成 28 年度に実施した三俣溪流保全工（その 4）工事および平成 29 年度に実施した三俣溪流保全工（その 5）工事において得られた知見を基に、ICT 土工の導入による生産性の評価と、砂防工事で活用するうえでの課題について紹介する。

3. 従来工法と ICT 土工との比較（生産性の評価）

（1）起工測量

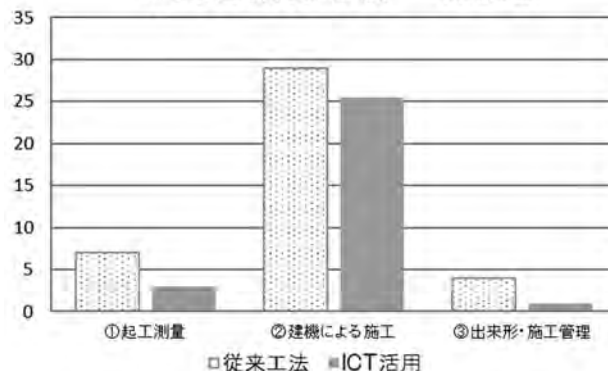
従来の起工測量では、施工用ベンチマークの設置を実施した後、縦横断測量などの直接測量を実施し、測量成果などの計算を行う必要があるため、これに相当な時間と労力が必要となる。これに対し、UAV を活用した写真測量（写真—1）では、短時間で 3 次元測量を実施することができることから、現地での直接測量作業や測量データ処理時間が削減され、図—2 に示すとおり、従来工法と比較して、作業日数、作業人工とも約 57% 程度の縮減効果が確認された。

また、雨天・寒冷・猛暑時などの気象条件の悪い状態での作業も低減され、技術員の作業環境も向上するといった結果も得られている。

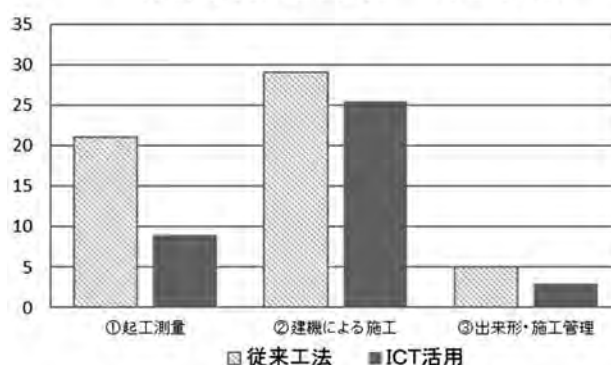


写真—1 UAV による 3 次元測量

作業日数の比較（単位：日）



作業人工の比較（単位：人・日）



図—2 ICT 土工と従来工法との比較

（2）建機による施工

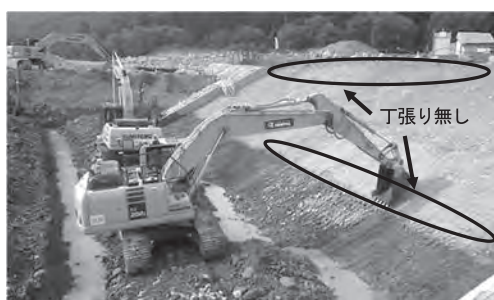
従来の土工では、熟練オペレーターが、丁張りを指標として掘削作業を行っていたため、手間がかかるだけでなく、安全確保にも留意が必要となる（写真—2）。

ICT 土工による掘削作業においては、マシンコントロールバックホウ（以下、「MC バックホウ」とする）による「自動アシスト機能」を活用することで、丁張りの設置や、掘削面を確認しながらの作業が必要ないため（写真—3）、熟練オペレーターでなくとも設計面付近の土工作業をスムーズに行うことができ、作業日数および作業人工とも従来工法に比較して約 12% 程度の縮減効果が確認されている。

また、MC バックホウでは、過掘りの危険性が無く、



写真一2 従来の土工



写真一3 ICT 建機による掘削



写真一4 MC バックホウによる切土法面整形

リアルタイムに設計値との差を確認しながら施工できるため（写真一4）、出来形・仕上がり状態が向上している。

さらに法面整形時に施工範囲外にバケットを移動することが自動的に制御されることから、施工範囲外で作業する作業員との接触の危険性などのリスクが低減する効果も得られている。

(3) 出来形・施工管理

従来、工事実施前の施工量の把握には、単位延長あたりの断面から土量などをその都度算出する必要があったが、起工測量時に、UAV などによる空中写真測量により取得した3次元点群データを基に、設計図を3次元化し、現況地形と参照することで、必要土量

を自動的に算出・把握することが可能となり、施工量の算出や書類の整理を、効率的に実施することが可能となる。

また、施工後の出来形管理においても、従来では、出来形面に対し作業員が直接測量作業により基準高などの測量を実施するなどして出来形管理を行っているが（写真一5）、施工後に、再度、UAV を用いた空中写真測量により施工面の3次元点群データを取得し、3次元の元設計データと対比することで、容易に出来形管理図（ヒートマップ）を作成することができ、作業日数で約75%程度、作業人工で約62%程度の縮減効果が確認されている。



写真一5 従来の出来形計測

(4) 総合的な評価

三俣地区において、ICT 施工を実施した結果、工事全体としては、作業日数で約26%（10.5日）、作業人工では32%（17.5人日）の縮減ができ、施工効率の観点から従来工法と比較して優位であり、生産性の向上に大きく寄与することが確認できた。

今回、検証した三俣溪流保全工（その4）工事および三俣溪流保全工（その5）工事における施工数量は、それぞれ2,200 m³ または4,500 m³ と比較的小規模土工での検証となったが、施工量に応じては、さらなる省力化・縮減効果が期待できると思われる。

しかし、実際にICT 土工を活用していくうえで、砂防現場の特殊性から、いくつかの課題もあることが確認できた。

4. 砂防工事における ICT 土工活用時の課題と留意事項

(1) 現場の地形的条件について

今回、ICT 活用工事として実施した湯沢町三俣地区は、比較的川幅が広く、山間の開けた状況であったこ



写真一六 三保溪流保全工全景

とから(写真一六), GNSS 衛星からの電波の受信状況は比較的良好であったが, 時間帯と GNSS 衛星の位置によっては, 受信状態が不安定な時もあり, 施工前のキャリブレーションに時間の掛かる場合も見られた。

このように, 砂防工事の現場は, 周囲を山に囲まれた山間部がほとんどであり, GNSS 衛星から発信される電波の状況によっては, 施工に支障が出る可能性があることから, ICT 土工の活用にあたっては, 十分事前調査を行い電波の受信状況を確認する必要がある。

(2) UAV による空中写真測量

UAV による空中写真測量では, 計測対象範囲に作業員や仮設構造物, 建設機械などが配置されている場合, 地形面のデータが取得できない。そのため, 可能な限り地形面が露出している状況で計測する必要があるが, 砂防工事の現場は, 山間部が多いため, 樹木が生い茂っており, 草木があると測量の精度が落ちる。さらに降雪期が早いことから撮影に適した期間が限られてくる。

また, UAV の運航エリアに, 希少猛禽類の営巣地がある場合は, UAV の使用に際しても細心の注意を払う必要があることから, 実施可能な範囲や実施時期に大きな制約が生じることとなる。

(3) 建設機械の調達

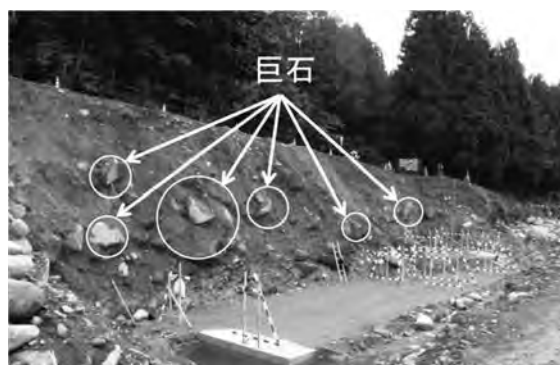
ICT 建機をリースにより調達する場合, 月単位でのリース契約となるため, これに見合うだけの施工量(土工量)を確保する必要があるが, 狭隘な現場の多い砂防事業においては, 施工の段取り替えが細かく, また, 掘削範囲が複数に分かれるなどして施工時期が異なるため一連での作業が難しいことから, 採算性に問題が生じる場合がある。

また, 地方の建設会社の場合, 自社あるいは関連下請け会社などが自社で建設機械を所有している場合が多く, ICT 活用工事を適用した場合, 自社持ちの建

設機械稼働率が著しく低下し, 各社保有の建設機械の減価償却行程にも影響を与えてくるなど, ICT 活用工事における ICT 建機の需要と供給, 採算性が今後の課題となることが考えられる。

(4) ICT 建機による施工

山間溪流における工事が多い砂防工事では, 土工箇所巨石・転石を含むケースが多く(写真一七), 径の大きな土石が多く点在する場合, MC バックホウの施工では, 巨石・転石にあたった場合, その都度マシンコントロール((以下,「MC」とする))を解除して, 巨石などの適切な処理を行い, 再度, MC を設定し作業を継続するといった施工の繰り返しとなり, 作業効率が落ちてしまう。



写真一七 掘削面における巨石・転石の状況

今回の施工場所においても, 石径 $\phi 50 \sim 300$ mm 程度の転石がある箇所では, バケットの爪先を駆使して MC 制御の範囲内で転石処理を行うなど工夫をしながらの施工となり(写真一八), 土質条件によっては, 重機オペレーターの経験・スキルが必要となる場合がある。



写真一八 転石処理状況

(5) 出来形管理

巨石や転石が多い砂防土工の出来形管理においては, 巨石・転石の処理により掘削面に不陸が発生し, 点群データによる出来形管理が困難となる場合がある。

を検討する必要がある。特に、衛星電波受信状態が ICT 土工の採用の決定の際に大きく影響を与えることから、今後、日本の人工衛星「みちびき」などの GPS 互換の「準天頂軌道衛星」が増えることにより、測量精度および施工精度が格段に向上し、ICT 活用工事の適用範囲の拡大に繋がるものと考ええる。

また、ICT 建機の高性能化や出来形管理データの処理技術の高度化がさらに進む事で、施工条件の悪い地域における ICT 土工の普及に加速がつくものと思われる。

今後も、日本有数の山岳地帯での砂防事業に係わる ICT 活用工事の実績データを収集し、解析する事によって、多様な現場条件における ICT 普及の可能性について検証を進めていきたい。

J C M A

【筆者紹介】

高橋 博之（たかはし ひろゆき）
国土交通省 北陸地方整備局
湯沢砂防事務所
工務課長

