

# 通信環境の悪い山間奥地における ICT施工の導入について

湯地 純子<sup>1</sup>・尾方 祐貴<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿中国森林管理局 福井森林管理署 治山グループ（〒910-0019福井県福井市春山1-1-54）

<sup>2</sup>近畿中国森林管理局 福井森林管理署 治山グループ（〒910-0019福井県福井市春山1-1-54）

2020年2月に2.4haの大規模崩壊が発生した福井県三方上中郡若狭町の河内国有林において、溪流内の不安定土砂を固定する目的で2024年に溪間工に着手した。近畿中国森林管理局では、通信環境の悪い山間奥地で小規模な施工地が多く、ICT施工の導入が進んでいない課題がある。当施工地において、これらの課題解決のためICT施工導入の検討を進めた結果、生産性の向上や安全性の確保、施工の精度が高いことなど、一定の成果を得ることができた。

キーワード 山間奥地，ICT施工，効率化，安全性

## 1. 背景

2019年に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が改正されて以降、近畿中国森林管理局管内では「遠隔臨場」や「ICT施工の導入」の推進に努めてきた。しかし、国有林の治山工事現場は市街地から離れた山間部が多く、通信環境が悪いなどの理由でICT施工の導入は進んでいないのが現状である。また、2024年4月から建設業においても時間外労働の上限規制が適用され、労働時間や休日労働を適正に管理することが必要となり、これまで以上に「働き方改革への対応」や「生産性向上への取組」について求められるようになった。

そのため、今回は通信環境の悪い山間奥地において、施工管理の効率化などの効果が期待できるICT施工を選定し導入に向け取組を行った。

## 2. 工事箇所の概要

福井県南部の三方上中郡若狭町に所在する河内国有林は、滋賀県との県境付近に位置しており、年間平均降水量は2033mmで冬季には降雪の多い地域である。2020年の1月から2月にかけて異常な降雪と急激な融雪によって、2.4haの大規模崩壊が発生した（写真-1）。推定される崩壊土砂量は約17万m<sup>3</sup>で、若狭町や地域住民から早期の復旧が要望されている。現在も多くの不安定土砂が溪流内に堆積していることから、土砂の流出を防止すること

を目的に、溪間工（鋼製枠谷止工29.45t）を施工している工事箇所である。

この箇所はモバイル通信のエリア外（図-1）であり、これまで近畿中国森林管理局管内でICT施工を導入してきた市街地に近く通信環境の良い箇所とは異なった条件下にある。また、ICT施工の対象は、掘削工（土砂）500m<sup>3</sup>程度と掘削面仕上げ60m<sup>2</sup>の比較的小規模な施工地である。ただし、左岸側の一部には推定岩盤線があり、岩盤掘削についてはバケットでの掘削が出来ないため、ICT施工の対象外としている。



写真-1 大規模崩壊地

### 3. ICT施工の導入に向けて

森林整備保全事業ICT活用工事（土工）試行実施要領では、（1）3次元起工測量、（2）3次元設計データ作成、（3）ICT建設機械による施工、（4）3次元出来形管理等の施工管理、（5）3次元データの納品の5段階に分けられ、このうち（1）と（3）については受注者の希望によることとされている。今回は、受注者と協議し、全ての段階を実施することとした。

今回の工事箇所は、モバイル通信のエリア外、山間部の谷地形で衛星の捕捉が困難、左岸側は樹木で覆われているなどの現場条件を考慮し、3次元起工測量とICT建設機械による施工の手法について検討を行う必要があった。

### 4. 手法の検討

まず、3次元起工測量の手法として、これまでICT施工で実施されている主なものには、空中写真測量（無人航空機）、無人航空機搭載型レーザースキャナー、地上型レーザースキャナーの3つがある。それぞれのメリット・デメリットについて整理（表-1）を図り、通信環境が不要であり、かつ溪間工1基に必要な測量範囲が小面



図-1 モバイル通信可能エリア<sup>1)</sup>と施工位置

積であるため、測量機器設置の移動回数が少なく効率的と判断される地上型レーザースキャナーを用いた測量手法を採用することとした。

続いて、ICT建設機械による施工については、現場条件から、衛星を使用するICT建設機械による施工は困難であったため、衛星を使用しないトータルステーションによる施工を選定する必要があった。また、工事箇所までの林道は狭く、搬入できるバックホウの大きさが0.45m<sup>3</sup>級までと限られていたため、現場条件や工事規模などを考慮し、小規模土工に使用されている杭ナビショベル（以下、杭ナビ）を採用しマシンガイダンス（MG）による施工を行うこととした（表-2）。

### 5. ICT施工の流れ

ICT施工は実施要領に則り、（1）～（5）の順で行った。

#### (1) 3次元起工測量

手法の検討で採用した、地上型レーザースキャナー（写真-2）を使用し起工測量を行った。外部業者に委託し実施したため、はじめに測量範囲の確認を行った。機

表-2 ICT施工の選定フロー

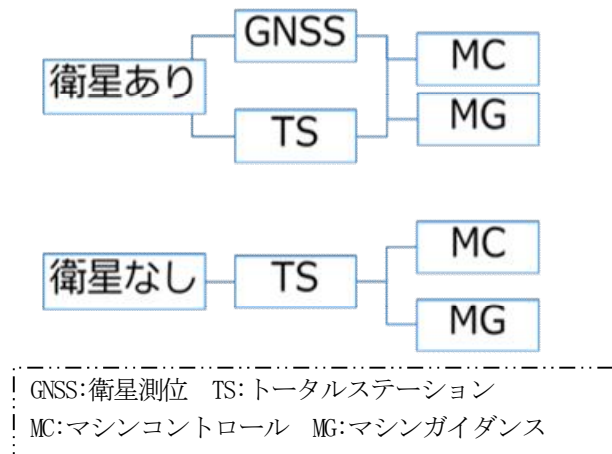


表-1 主な測量方法

|                   | メリット                                                                                                      | デメリット                                                                              |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 空中写真測量            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・短時間で広範囲の測量可能</li> <li>・人が立ち入れない場所も出来る</li> <li>・少人数で可能</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信環境が必要</li> <li>・地表の障害物の影響を受ける</li> </ul> |
| 無人航空機搭載型レーザースキャナー |                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信環境が必要</li> <li>・2つに比べコストが高い</li> </ul>   |
| 地上型レーザースキャナー      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信環境は必要ない</li> <li>・地表の障害物の影響を受けない</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無人航空機に比べ測量時間が長い</li> </ul>                 |



器の設置場所は、現地の高低差や起伏などを考慮し、7箇所とした。今回使用した地上型レーザースキャナーの場合、1回のスキャン時間は約2分で、事前準備から約2時間で起工測量が完了した。また、起工測量の精度確認のため、検定点を複数箇所設置しトータルステーションにより測点間距離を計測した。

## (2) 3次元設計データ作成

起工測量で取得した点群データ（図-2）から、不要な点を削除し、3次元設計データを作成した。図-3は当初設計と起工測量の結果を示した図面で、黒線が当初設計、赤線が起工測量結果である。地上型レーザースキャナーは細かい起伏等の地形データを取得でき、より正確な地形を把握することが可能となったが、当初設計と比較したところ、相違が少なかったため、今回は当初設計データを採用した。

## (3) ICT建設機械による施工

手法の検討で採用した、杭ナビを使用する前に、杭ナビで取得したバケット刃先座標と、トータルステーションで計測したバケット刃先座標を比較し、十分な精度であるか確認を行ったうえで、施工を開始した。杭ナビは、見通しの良い場所に設置することで（写真-3）、バックホウに取り付けたセンサーによってバケットの刃先座標

を自動で計算するため、オペレーターは機械位置や刃先座標を手元のモニター（図-4）でリアルタイムに確認することが出来る。これにより、床掘状況と設計データを比較しながら作業を進めることが可能となった。

杭ナビを使用するうえで、機械の移動や機械が揺れて動いた場合には、機械の位置情報を正確に把握する必要があるため、その都度90度以上の旋回作業が必要となる。

## (4) 3次元出来形管理等の施工管理

起工測量と同様に、地上型レーザースキャナーで出来形計測を行った。出来形計測は、上下流や床掘内から7箇所計測し約1時間で完了した。

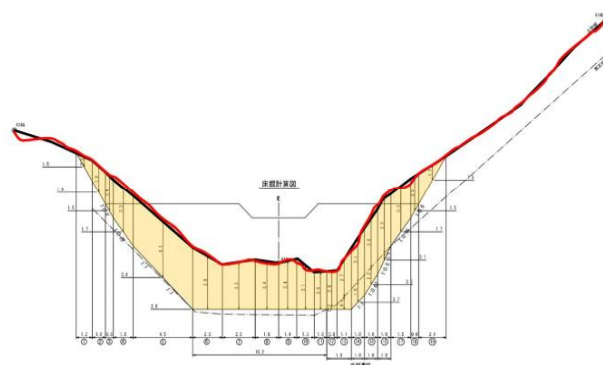


図-3 起工測量結果



写真-2 地上型レーザースキャナー



写真-3 杭ナビショベル

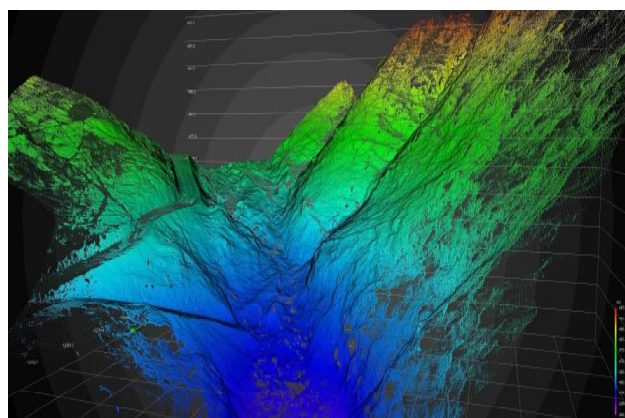


図-2 3次元起工測量の点群データ



図-4 手元のモニター

### (5) 3次元データの納品

取得した点群データから出来形管理図（図-5）を作成した。さらに、出来形管理図からヒートマップ（図-6）を作成することで、床掘設計値に対する差を最小・最大箇所に色分けでき、床掘確認を行う際に、容易に床掘面の状況を判別することが可能となった。受注者は工事完了の際に、3次元データを納品する。

## 6. 取組結果

今回の工事箇所では起工測量から丁張設置まで2～3日は必要であったが、ICT施工を導入した結果、事前確認から約2時間で測量が完了した。従来は丁張設置に伴い、作業員が足場の悪い高所・急傾斜地での危険を伴う作業が必要であったが、地上型レーザースキャナーを用いることで危険箇所への立入が無くなり、安全性の向上にも繋がった。床掘は、500m<sup>3</sup>程度の作業で従来は15日間程かかるところ、11日間で作業が完了した。通常は床掘の途中で作業を止め検測を行う必要があるが、杭ナビを用いたことで、オペレーターは床掘状況と設計データの比較をモニター上でリアルタイムに確認でき、差分の検測が不要となったことから掘削機械を止めることなく、手戻りなしで効率良く作業を実施できた。その結果、起工測量から出来形計測完了まで従来と比べ8日間短縮することができた（表-3）。

なお、従来日数は、受注者への聞き込みにより算出して

いる。

実際に施工した受注者の意見として、「従来行っていた丁張設置や床掘状況の確認などの作業が不要となり、作業効率が向上した」、「3次元設計データを作成し完成イメージを関係者全員で共有できた（図-7）」などが挙げられ、好印象であった。

また、地上型レーザースキャナーの起工測量の精度は精度基準±20mmに対し+2mm、杭ナビのバケット刃先座標の精度は標高較差±50mmに対し+6mmとどちらも高い精度であり、出来形管理をする上で十分な精度が確保されていることが確認できた。

## 7. 考察

今回導入した手法により、通信環境の悪い山間奥地であってもICT施工による一定の成果が得られた。また、施工精度も高く、小規模施工地においても生産性の向上や安全性の確保などにも効果が認められる結果となったことから、働き方改革への対応を進めるためには、ICT施工の導入は有効な手段であると考えられる。しかし、起工測量から電子納品までを全て受注者自ら行うには、機器の購入など初期費用が高額となり、外部委託やリースに頼らざるを得ないため、ICT施工に係る全般での経費も高額になる。これらの点については、現状の課題である。

今後も山間奥地や小規模土工での手段の検証や森林土

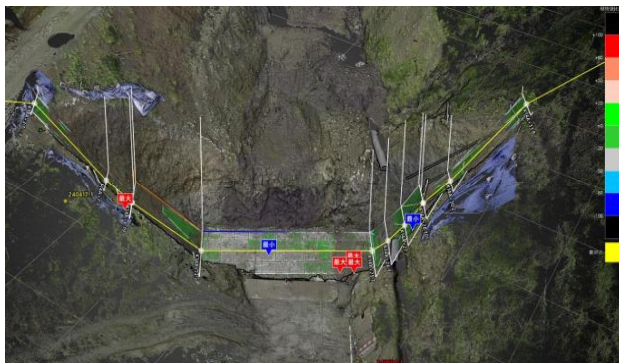


図-5 出来形管理図

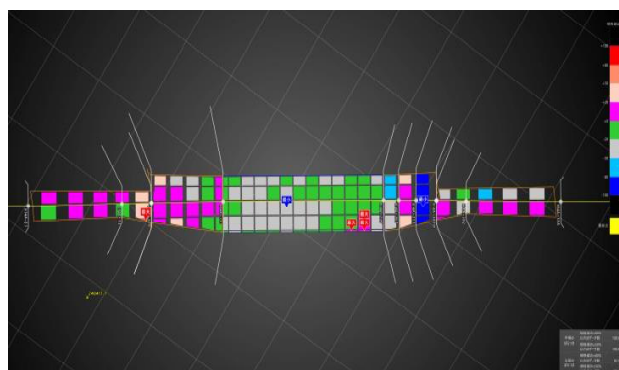


図-6 ヒートマップ

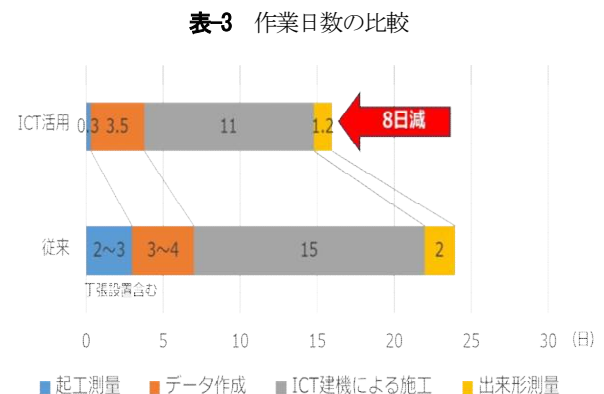


表-3 作業日数の比較



図-7 完成イメージ



本分野での導入促進に向け、発注者・受注者間で情報共有し技術の研鑽に努め、ICT施工の導入に向けて取り組んでいきたい。

参考文献

1) NTT ドコモ：サービスエリアマップ  
[https://www.docomo.ne.jp/area/service\\_area/map/?rgcd=03&cmcd=5G&scale=2048000&lat=35.690767&lot=139.756853&icid=CRP\\_AREA\\_technology\\_5g\\_CRP\\_AREA\\_service\\_area\\_map](https://www.docomo.ne.jp/area/service_area/map/?rgcd=03&cmcd=5G&scale=2048000&lat=35.690767&lot=139.756853&icid=CRP_AREA_technology_5g_CRP_AREA_service_area_map)

(最終閲覧：2025/07/11)