

大規模な押え盛土工事におけるICT技術の活用について

小栢洞 彩音

長野県姫川砂防事務所 砂防課

当事業は長野県北安曇郡小谷村八方岩地区における地すべり対策工事で、大規模な押え盛土工を施工するものである。工事着手前には従来どおりの平面的な設計を実施していたが、工法の特徴や支障物の少なさからICT活用による施工の効率化が見込まれたため、起工測量や施工、出来形管理等の各段階で多様なICT技術の活用に取り組んだ。本稿では、作業の省略や人員削減の観点において効果が発揮された事例について紹介する。

キーワード 地すべり、押え盛土工、ICT活用

1. はじめに

(1) 現地概要

北安曇郡小谷村（きたあづみぐんおたりむら）は長野県北部の新潟県境に位置する人口約2,600人の村で、冬期の積雪が2mを超えることもある自然豊かな地域である。当事業は、村内中部の八方岩（はっほういわ）地区において実施した地すべり対策事業である。（写真-1）



写真-1 現場周辺状況

(2) 長野県神城断層地震の概要

平成26年（2014年）11月22日22時8分、長野県北部を震源とする「長野県神城断層地震」が発生し、長野市、小谷村、小川村で最大震度6弱を観測した。（図-1）人家や交通施設等に甚大な被害をもたらされ、姫川砂防事務所管内である小谷村と白馬村においても多くの地すべり

や山腹崩壊による被害が発生した。しかしながら、幸いなことに死者及び行方不明者はなく、平時からの防災活動や避難訓練等のソフト対策、住民同士で助け合う「共助」の意識によって被害を最小限に抑えることができた事例としても、全国的に注目を集めた災害であった。¹⁾

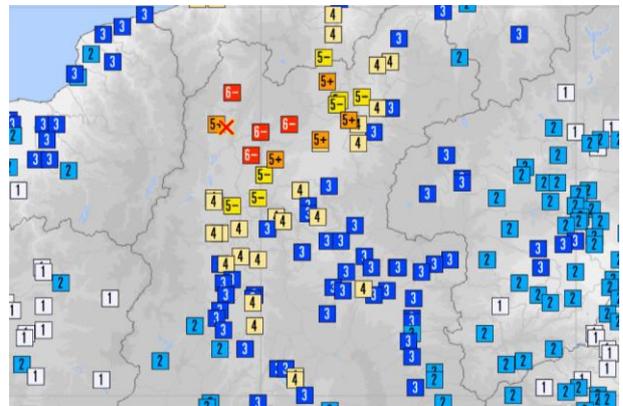


図-1 神城断層地震の震度分布²⁾

(3) 八方岩における地すべり対策の概要

小谷村の地すべり防止区域「八方岩」では前述の神城断層地震に起因して地すべりが発生し、土塊の押し出しによって人家1戸が全壊するとともに、村道等に大きな被害をもたらした。（写真-2）当該箇所は過去にも、「平成7年梅雨前線豪雨」などの際に地すべり活動を繰り返しており、平成26年の被害に関しても既往大規模地すべりが地震で大きく再活動したために発生したと考えられている。

姫川砂防事務所では地震発生後から平成29年（2017年）にかけて、地震による被害が最も大きかったCブロックの対策工事を実施した。具体的には災害関連事業により



写真-2 八方岩地区 地震直後の被害状況

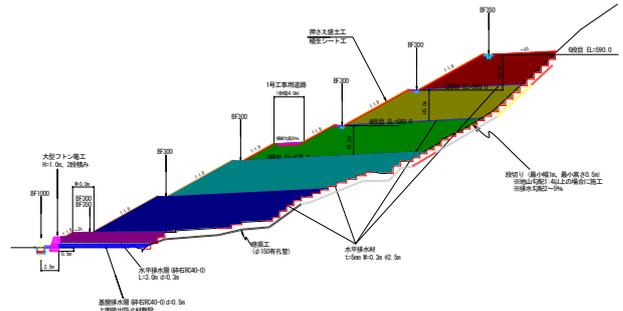


図-3 八方岩 断面図

鋼管杭工，アンカー工，横ボーリング工を，特定緊急砂防事業により集水井工をそれぞれ施工しており，対策後の観測結果からCブロックの活動は落ち着いた状態にあることが確認されている。

その後，Cブロックと比べると緊急性は低かったものの，地震時に明確な地すべり活動が確認されたEブロック及びFブロックの対策に着手し，大規模な地すべり現象に起因する中谷川への土砂流入と，それに伴う河道閉塞を防止することを目的として対策工事を進めてきた。平成30年（2018年）から大規模特定事業により対策工事を実施し，令和6年（2024年）に主要工種である押え盛土工が完成している。盛土量の合計は $V=91,000\text{m}^3$ で，全6段に分けて大規模な盛土を実施した。（図-2,3）

なお，押え盛土工の採用理由としては，東側に隣接する既設の押え盛土範囲では地震時に顕著な地すべり現象が確認されず，押え盛土工が当地区の地すべりに対して極めて高い抑止効果をもたらすと実証された点が挙げられる。

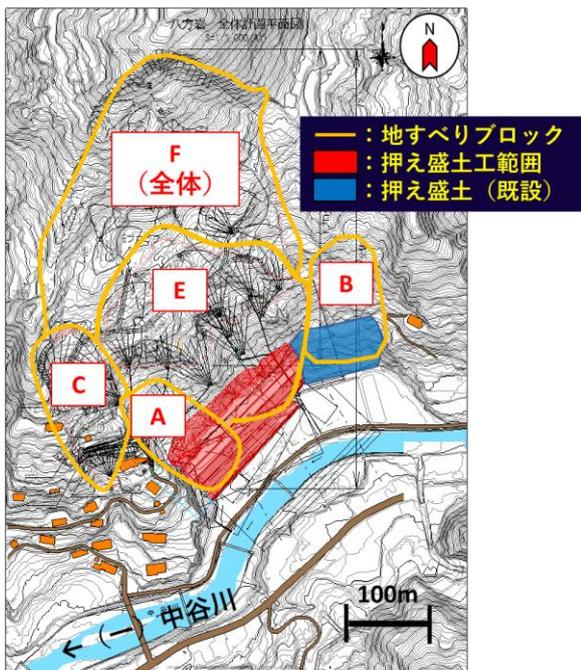


図-2 八方岩 平面図

2. 押え盛土工におけるICT活用の効果

(1) 本工事におけるICT活用の内容

長野県建設部ではICT活用工事の実施方針に基づき，施工プロセスのすべてまたは一部の段階においてICT施工技術の活用を推進している。³⁾

本工事では，特殊な資材や複雑繊密な施工が比較的少ない工法であること，現場に立木等の支障物が少なく写真測量の精度が高いこと，施工規模が大きいためICT活用による省力化等の効果がより顕著に発揮されることなどが予想されたため，ICT活用工事に取り組むこととした。本工事で実施した内容は次のとおりである。

a) 3次元起工測量

広範囲の自然斜面並びに前年度しゅん工した盛土範囲の形状を効率的に把握するため，UAV（ドローン）による空中写真測量を用いた起工測量を行い，写真の画像解析により点群データを取得した。（写真-3）



写真-3 起工測量に使用したUAV（ドローン）

b) 3次元設計データの作成

八方岩ではもともと従来どおりの平面的（2次元的）な設計を実施していたため，その資料と起工測量で得られた点群データを組み合わせ，新たに押え盛土工の3次元設計データを作成した。（図-4）

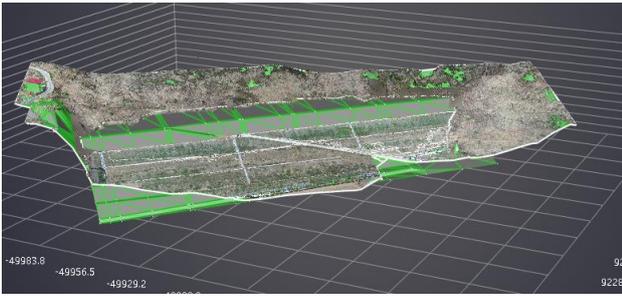


図4 押え盛土工の3次元設計データ

c) ICT重機を用いた盛土施工

マシンガイダンス技術（以下MG）とマシンコントロール技術（以下MC）を併用し、各種施工を行った。

MGは重機の位置や標高データをリアルタイムに取得し、3次元設計データとの差分を運転席のモニターに表示させて操作を誘導する技術であり、本工事では主に盛土工及び法面整形工に活用した。バックホウのバケットやブルドーザの排土板が3次元データと連動しており、重機オペレータは正しく施工できているか常にモニターで確認しながら施工することが可能である。（写真4）

MCは重機の位置や標高データをリアルタイムに取得し、3次元設計データとの差分に基づいて重機を自動制御する技術であり、本工事では主に土砂運搬に活用した。オペレータは従来のように重機に搭乗することなく、離れた場所から重機を遠隔操作することが可能である。



写真4 重機運転席のモニター

d) 3次元設計データに基づく出来形管理

TS等光波方式を用い、施工後の盛土標高と3次元設計データとの差分に基づいて出来形管理を行った。（図-5）

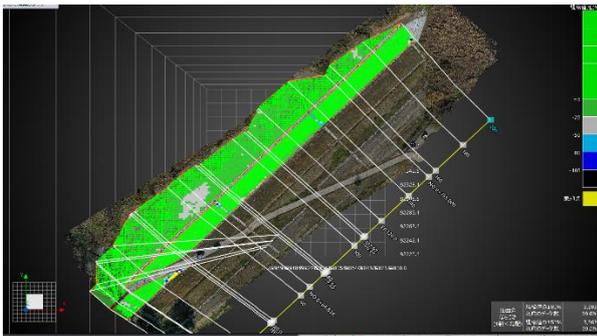


図5 TS等光波方式による出来形管理

(2) ICT活用による省力化

施工の中で現場の省力化や人員削減に対して効果があった事例を紹介する。

a) 測量回数の低減・丁張設置の省略

従来の押え盛土工施工においては、締固めや法面整形等の各段階で規定の層厚ごとに出来形を管理し、その都度測量や丁張の設置を行う必要がある。しかし3次元設計データを活用することでこれらの工程が不要となり、施工の効率化につながった。また、施工中に重機の位置情報を常に取得することで、走行した軌跡から全体の締固め回数を把握し、転圧がさらに必要な箇所などを色分けして分かりやすく表示させた。（図-6）

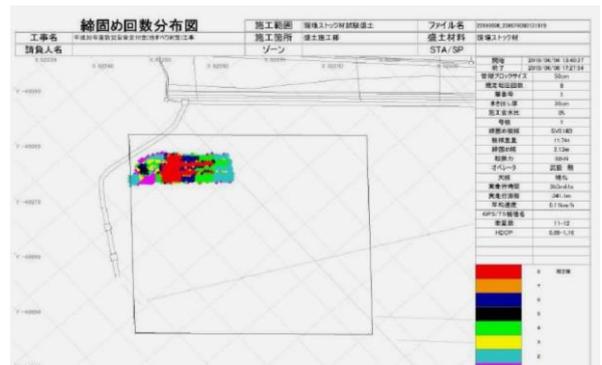


図6 重機の走行軌跡データを利用した締固め回数管理

b) 盛土材の二次運搬におけるMC活用

本工事では施工面積が広大であったため、盛土天端まで運搬した盛土材（土砂）をブルドーザによる押土だけですべて移動させることが困難であり、盛土天端中央付近までの二次運搬が必要であった。そこで、盛土締固めを行うオペレータが、ブルドーザの運転席にいながら別のMCクローラを遠隔操作することにより二次運搬を実施し、人員削減を図った。結果として本来2名必要な重機オペレータが1名となり、施工の省力化に大きな効果を発揮した。また副次的な効果として、土砂運搬先の位置やタイミング等に関して、オペレータ1名で判断するため意思疎通の誤りがなく、作業の確実性や安全性の観点からも効果があったといえる。（写真-5,6,7）



写真5 MC重機を用いた無人の土砂運搬



写真-6 MC重機を遠隔操縦するオペレータ



写真-7 土砂二次運搬のイメージ

3. おわりに

本工事の試みでは、施工規模の大きさや採用工法の特徴、現場条件等がICT活用に適しており、省力化や安全性など様々な面で効果が発揮された。現場代理人や重機オペレータからも「施工の進捗や最終的な完成形を容易にイメージすることができ、手戻り防止に効果的であった」との意見があり、より効果を実感することができた。

一方で、ICT関連のソフトウェアや対応重機の導入については、初期投資による経済的な負担や扱える人員の確保など、受発注者双方において課題が多く、依然として途上段階であるといえる。積極的にICT活用工事に取り組むことによる技術の習熟、また工種にかかわらずより多くの現場でICT技術の利用が可能となる環境形成を目指し、今後も幅広く活用方法を模索していきたい。

参考文献

- 1)長野県神城断層地震災害記録集 記憶をつなぐ 未来につなぐ (長野県危機管理部 2018)
- 2)震度データベース検索 (気象庁)
<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/#20141122220817>
- 3)ICT活用工事の実施方針 (長野県建設部 令和6年10月版) .