

# 27 その他

## 工事中道路開設における 従来施工と ICT・CIM 活用施工の比較

長野県土木施工管理技士会

株式会社相模組

監理技術者

西山 義則<sup>○</sup>

現場代理人

倉科 信人

### 1. はじめに

日本三大雪渓の一つ、白馬岳の白馬大雪渓から 2 kmほど下流、猿倉登山口に位置する北股第 1 号砂防堰堤は昭和40年に完成後、50数年を経過し摩耗損傷と底部洗堀が進行していることから、補修・補強を行う工事である。

当該堰堤の建設工事は溪谷間にケーブルクレーンを設置して施工され、車両が通行できる進入路が設けられていなかった。そこで、堰堤の補修・補強工事を行うに先立ち溪谷内に車両が通行できる工事中道路（W=4.0m）を整備することから始める補修・補強事業である。

平成30年から令和元年に北股第 1 号砂防堰堤改築工事にて、堰堤下流工事中道路（L=540m）を開設し、本工事で堰堤上流工事中道路（L=515m）の開設を行った。平成30年の堰堤下流工事中道路開設も私が担当し従来工法にて施工したが、今回の上流工事中道路開設は、3次元データを活用し CIMと ICT技術を用いて施工を行ったので、施工性や安全性等の結果比較について述べる。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：北股第1号砂防堰堤改築その2工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局  
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：長野県北安曇郡白馬村北城地先
- (4) 工 期：令和3年5月10日～  
令和3年12月28日

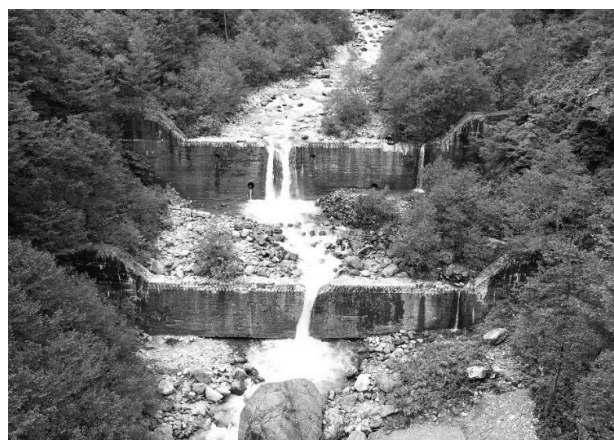


図-1 補修・補強対象の北股第 1 号砂防堰堤

### 2. 現場における問題点

施工箇所となる北股入沢は勾配20%を超える滝のような川で、氷河により運ばれた直径 5 m ～ 10mを裕に超える巨大転石がゴロゴロしている。

発注図面は、LP測量を基にした概略発注であり、工事の中で現地地形に合わせ変更設計する必要があった。

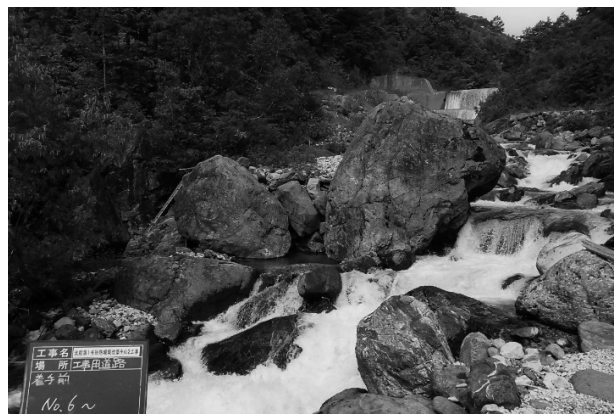


図-2 北股入沢の巨大転石

発注図面を基に中心線測量を行ったところ各測点では経済的で一般的な切土・盛土が計画されていたが、測点同士を結んでみると巨大転石が支障となり、取り壊さなければ道路にならない。下流工事用道路や流域での堰堤工事の経験から、この地域の転石は、韌性が高く大型ブレイカーで破碎を試みても、あっという間にブレイカーのノミ(チゼル)が減ってしまったり、ノミが折れてしまったりと非常に苦勞したことから、できるだけ転石破碎は避けたいところである。

(韌性：個体が持つ性質のひとつで、粘り強さや外から加わる力に対しての破壊されにくさ)

表-1 測量・設計の方法

	測量・設計の方法
下流工事用道路	従来手法による測量設計
上流工事用道路	3次元点群測量とCIMを用いた設計

【下流工事用道路】測量設計コンサルタントに依頼し従来手法で基準点測量から工事用道路の測量・設計を実施し、発注者と設計変更協議をした結果、約4か月を費やしてしまった。当該地域は11月後半には降雪が見込まれるため、工事用道路の施工期間がわずか2か月しかなくなってしまい、約半分の施工で打ち切りとし、翌年続きを施工することとなった。

《問題点・課題》

測量に際し、下草や枝葉が密生している見通しが利かず、草刈り・枝払いに多くの時間を要した。また、急峻で転石だらけの道なき道を、毎日測量機器を担いで往復しなければならず、体力の消耗が激しく熱中症のリスクや、転倒・滑落のリスクが非常に高かった。

【上流工事用道路】下流工事用道路工事で測量・設計に時間を費やしたことから、今回は自ら変更設計を行うこととした。当初よりICT土工を用いて工事用道路の施工を予定していたため、3次元点群測量を当初設計道路範囲の2～3倍程度

広い範囲で実施した。取得した点群データをもとに、自ら工事用道路の3次元CIMモデルを作成し、カーブ半径の変更や直線の延伸・短縮や道路勾配の変更等、転石と転石の間をすれすれでかわし、転石を破碎しないで回避する線形計画と縦断計画を立てた。また、下流工事用道路施工における切土法面崩壊の経験から、設計段階で切土法面をできるだけ減らして法面崩壊のリスクを低減させ、かつ、新たな転石出現を回避するため工事用道路の大部分を盛土区間にして、事前に発生が見込まれるトラブルを回避して工程短縮に期待した。

これらの結果、基準点測量から3次元点群測量に約1か月、変更設計を約2週間で終えて、従来手法に比べ早期に施工に着手することができ、全体工期への影響を小さくすることができた。



図-3 TLS点群測量状況

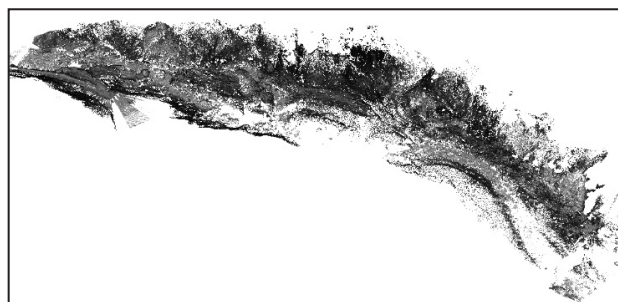


図-4 点群測量成果

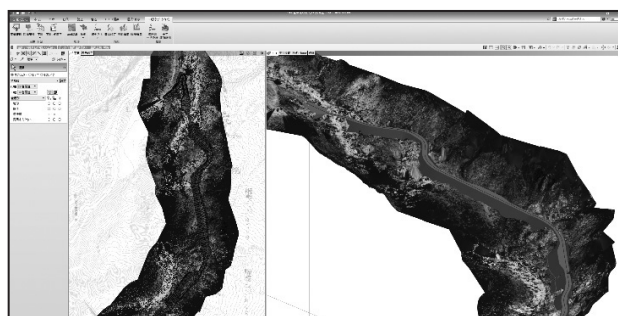


図-5 CIMによる設計



《問題点・課題》

TLS測量により取得した3次元点群データの立木や下草等の不要点処理において専用ソフトで自動フィルタリングを行ったところ、肝心の巨大転石まで除去対象にされてしまったため、やむを得ず手作業で少しずつ立木等の不要点を消去処理する作業に非常に時間がかかり苦勞した。処理ソフトに転石を認識できる機能を設定してほしいものである。

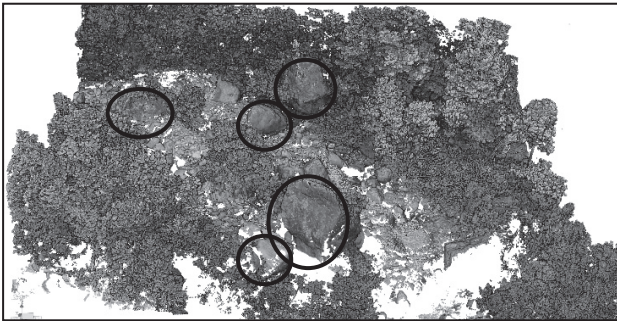


図-6 3次元点群の生データ  
(立木や下草などの不要点を除去したい)  
(○印が巨大転石)

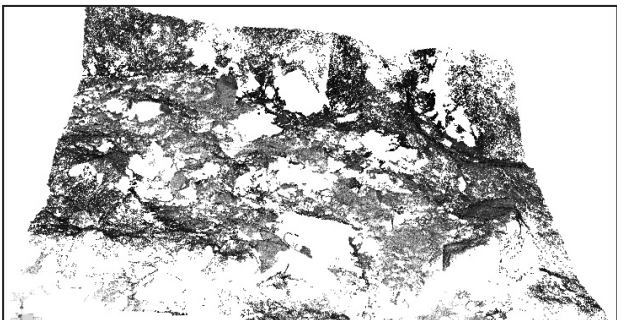


図-7 自動フィルタリング後のデータ

表-2 丁張の設置と施工の方法

	丁張設置・施工の方法
下流 工事用道路	従来工法による施工 ・切土及び盛土丁張の設置 ・通常バックホウによる切土盛土
上流 工事用道路	ICTバックホウによる施工 ・丁張設置不要 ・MC/MGバックホウによる切土盛土

【下流工事用道路】管理測点や変化点に従来通りの丁張を設置し、熟練オペレーターによる施工。

《問題点・課題》

丁張材料や測量機器を急峻で滑りやすい斜面を歩いて運搬し、踏ん張りの利かない斜面で杭を打ち丁張を設置する必要がある。親綱設置も丁張設置以上に危険で苦勞した。



図-8 従来施工（切土丁張設置）

【上流工事用道路】ICT仕様のバックホウを使用したため丁張設置の必要がなく、急峻な斜面や転石のゴロゴロした河床を歩く必要がなくなった。



図-9 ICT法面整形

《問題点・課題》

従来施工に慣れている私にとっては、切土及び盛土丁張がないと、工事用道路がどこにできて、どのような高さや勾配になるのかを現地でイメージしにくく、ICTバックホウのモニターのみが頼りとなった。近い将来には、AR（拡張現実）等の技術が進み、スマホをかざせば現地映像に完成形を付加した映像が見られる日が来るのだろう。

また、ICTバックホウは、当初GNSS仕様で施工したが、山間狭隘地形と周辺の立木で衛星受信状況が安定せず精度が出なかったことから、自動追尾トータルステーションによる施工に変更したところ、精度のある安定した施工が行えた。

ここで、本工事を担当したバックホウ運転手を紹介すると、25歳で現場経験5年、ICTバックホウを使用した施工は初めてであったが、作業を始めると、すぐに慣れて自分の手足のように操縦していたことから、熟練オペレーターでなくとも問題は生じなかった。むしろ、ICTモニターの操作などはすぐに覚え、作業内容によって表示内容を変更するなど応用できていた。

表-3 出来形管理の方法

	出来形管理の方法
下流 工事用道路	従来手法による管理 ・巻尺、レベルによる検測
上流 工事用道路	TS出来形による管理 ・TSによる検測

【下流工事用道路】管理測点を従来通り巻尺とレベルで測定し写真撮影。

【上流工事用道路】点群データを用いた面管理を検討したが、地形と道路線形が複雑でTLS据付回数が非常に多くなること、落ち葉を観測してしまうこと、無人航空機の使用は谷が狭隘で立木が支障となること、衛星受信状況が不安定なことから断念し、TS出来形管理とした。ICTバックホウ用に作成した3次元設計データを用いることで、測定用に改めて何かを作成する必要がなく、また、施工が完了した断面から順次出来形測定することでスムーズな管理ができた。

### 3. おわりに

工事用道路の設計と施工を、従来工法と新工法を用いて施工してみると、条件が異なり簡単に比較できないが、いずれにおいても新工法が優れており、設計・測量は手法の進化と自ら行ったこと

で大幅な工程短縮ができた。施工は、従来施工の下流工事用道路が約4か月、ICTバックホウを用いた上流工事用道路が約3か月と、約1か月の短縮となった。ICTバックホウを用いて丁張設置を不要としたことで安全性が向上し、肉体的負担が軽減されたことで技術の進化を感じることができ、建設業における3K（きつい、危険、汚い）は大幅に改善されたと実感した。

私が実際の施工で3次元設計データを使用したのは、この現場が初めてであったが、3次元点群データとCIMによって、あたかも現地に構築したかのような3次元画像が確認でき、2次元図面では表現しきれない（気づかない）細部の取り合いの確認ができ、事前検討することで、現場施工を待たせることなくスムーズな施工につながり、工事の生産性向上と安全性向上が図れた。

最後に、本工事でも無事故無災害で完成することができました。ご指導を賜りました発注者をはじめ、ご協力いただいた業者及び作業員の皆さまに感謝を申し上げます。



図-10 上流工事用道路全景



図-11 工事用道路（下流より上流を望む）