

治山工事におけるICT技術の活用について

地区名：三島

会社名：小野建設株式会社

主執筆者氏名：小嶋雅也

CPDS 技術者証番号:00323732

共同執筆者氏名：鈴木俊貴

CPDS 技術者証番号:00317949

1. 工事概要

工事名：小山地区(角取山1外)直轄治山工事(R4ゼロ国)

発注者：林野庁 関東森林管理局 静岡森林管理署

工事場所：静岡県駿東郡小山町北郷地内

工期：令和5年3月18日～令和6年3月15日

工事内容

角取山1工区：鋼製枠床固工 3基 流路工 41.5m 丸太法枠工 2758.5m²
既設鋼製枠撤去工 50t 残土処理工：5900m³

角取山7工区：鋼製枠谷止工 2基 流路工 36.6m 丸太法枠工 1834.5m²
鋼製かご帯工 50t

2. はじめに

本工事は、平成22年の台風9号によって被災した静岡県駿東郡小山町北郷地内の治山工事である。当時、小山町では局地的な豪雨が約10時間継続し、広範囲に甚大な被害を与えた。特に土砂流出による被害が著しく、台風9号による土砂災害報告件数は39件であり、主要道路である国道246号においては、流出した土砂によって一時通行止めになる等、その被害は人々の生活にまで及んだ。この広範囲にわたる土砂災害の発生は、同町山腹付近に堆積しているスコリアという特殊な土質が大きく影響している。

スコリアは火山砕屑物の一種であり、多孔質で暗色のものを指す。粘性が無く、土粒子間における結合力が弱いことから、少量の降雨や風により、その都度、浸食や崩壊を引き起こしている。この自然災害に対して脆弱な山間部に局所的な豪雨が降り続けたことにより、広範囲で土砂災害が発生した。

当現場についても、スコリアの堆積により、台風9号はもちろん、昨今の気候変動に伴い、近年相次いで発生している突発的な豪雨の影響で、防災機能を有する既設構造物が崩落する(写真-1)等の被害を受けている。また、現場下流部には富士霊園が位置していることから、早急に十分な安全性を確保する工事が求められている。

上記の事項を踏まえ、本工事では点在する崩壊箇所のうち、図に示す2か所について復旧工事を行う。



図-1 施工箇所位置図



写真-1 施工箇所①被災状況

3. 現場における問題点

本工事における施工箇所は、標高約1000mの高所に位置しており、夏季では突発的な豪雨や台風、冬季では積雪や凍結等、年間を通して天候不順による工期遅延を生じる恐れがあった。

また施工箇所①に関しては、鋼製枠の組立位置より両岸に、高さ10m程度の土砂が堆積していたことから、丁張作業等における安全性への懸念事項があった。

4. 対応策・改善点と適用結果

4-1. ICT建機導入の検討と課題

上記の問題点を解決するため、本工事ではICT建機の活用を試みた。

ICT建機については主にマシンコントロールとマシンガイダンスの2つが挙げられる。一般的にはマシンコントロールの人工衛星が重機位置の計測を行い、重機が半自動で施工を行う技術をイメージしやすいが、山間部の工事であることから、電波の受信強度が弱く、人工衛星による重機位置の計測が難しいと判断した。またスコリアを含む堆積土砂の掘削・整形作業となるため、安全性の観点から半自動での施工に懸念もあった。反面、マシンガイダンスは物にもよるが、「重機位置を計測する際、公共電波に依存しない点」また「オペレーターをガイドし、その技量を損なわない点」が特徴として挙げられる。以上のことから、電波の受信強度に左右されず、かつオペレーターの技量を損なわないマシンガイダンスによる施工方法を選定した。

4-2. マシンガイダンス概要

本工事では施工箇所①を対象に、マシンガイダンスの一種である杭ナビショベルを利用し、鋼製枠組立における床掘作業を行う。本工事で使用する主要機械及びソフトウェアについて以下に示す。

- ①自動追尾型測量器(杭ナビ LN-150)
- ②Android Panasonic TOUGHBOOK FZ-A3A(情報処理能力, 現場利用での観点から推奨品)
- ③バックハウ PC128US-11 0.45m³



写真-2 自動追尾型測量器(杭ナビ LN-150)



写真-3 Android Panasonic TOUGHBOOK FZ-A3A



写真-4 バックハウ PC128US-11 0.45m³

杭ナビショベル利用にあたり、以下の手順で作業を行った。

- ①3次元設計データの作成
- ②タブレット・杭ナビ間による器械位置の決定
- ③タブレット・杭ナビ・重機間による掘削作業

4-2-1. 3次元設計データの作成

杭ナビショベル利用にあたり、3次元設計データの作成に関して「SiTECH 3D」を使用した。作成したデータ及び基準点はタブレットに出力する。

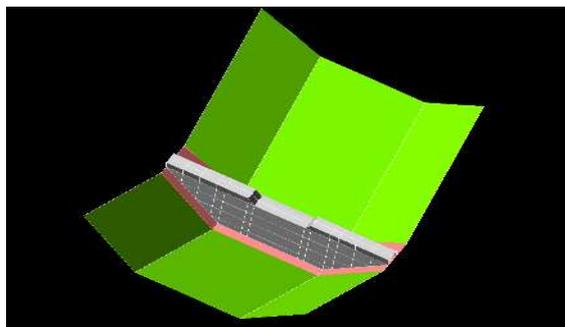


図-2 鋼製枠床固工及び床掘
3次元設計データ

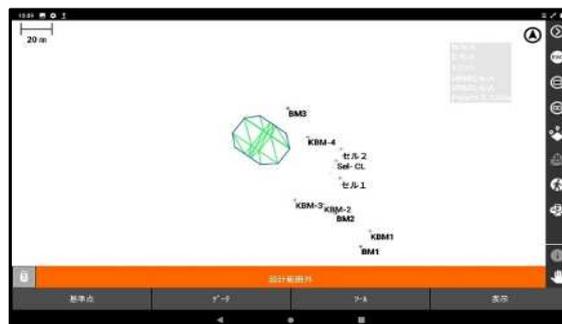


図-3 タブレットによる床掘図 表示画面

4-2-2. タブレット・杭ナビ間による器械位置の決定

杭ナビショベルのソフトウェアである「pocket 3D」を使用し、後方公会法により杭ナビの器械設置を行った。

4-2-3. タブレット・杭ナビ・重機間による掘削作業

杭ナビショベルのソフトウェアである「3DMCExcavator」を使用し、Wi-Fi、Bluetoothを介して各機械の接続を行う。続いて器械位置の定まった杭ナビが、重機後部のプリズムを追尾観測し、バケット刃先の位置を算出する。作業中は、タブレットがカーナビのような役割を果たし、設計面と現況の差分をオペレータに常時表示する。本工事では確認用の丁張を最小限設け、位置及び勾配に相違が無いかの判断基準とした。また床付け作業前にレベルを用いて高さ確認を行い、過掘りがないことを確認した後、床付け作業に着手した。上記の確認作業の結果、誤差はおおよそ1cm以内であり、精度は良好であった。

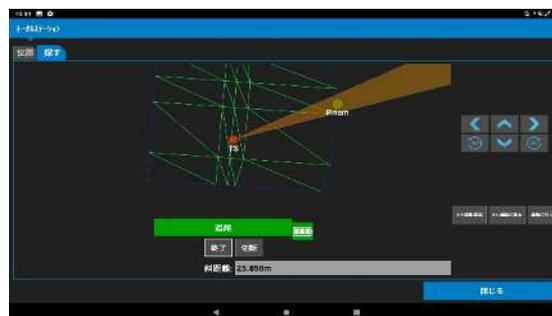


図-4 杭ナビによる追尾状況



写真-5 杭ナビショベルによる施工状況①



写真-6 杭ナビショベルによる施工状況②

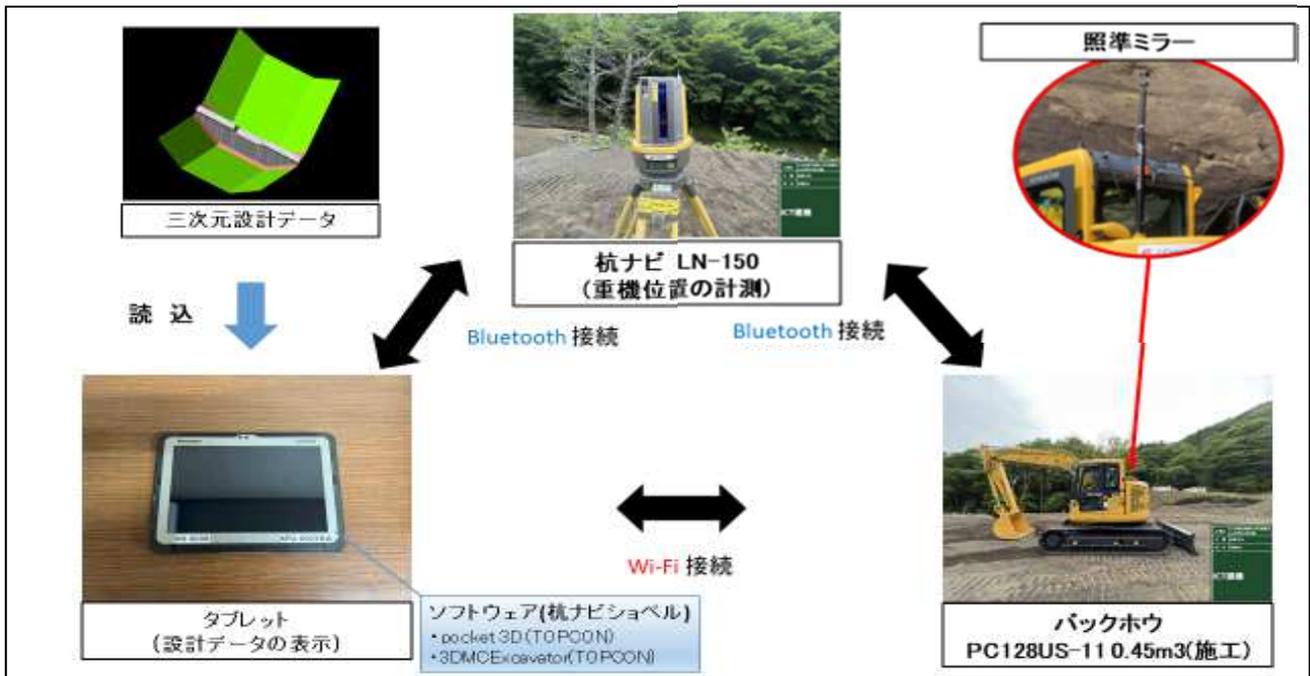


図-5 杭ナビシヨベル 概要図

4-3. 適用結果

ICT建機を活用することで、丁張作業や掘削法面の確認作業を省略化することができ、人員削減及び作業効率を大幅に向上することができた。また確認作業の省略に伴い、危険な急斜面を往来する必要がなくなり、安全に作業を行うことができた。以上のことから、ICT建機の導入により、当初の課題である「工期短縮」と「安全性確保」の双方を満たし、無事掘削作業を終えることができた。またICT建機利用にあたり、懸念事項であった電波についても、各々がWi-Fi、Bluetoothといったローカルな電波で接続を行うため、円滑に施工を行うことができた。



写真-7 鋼製枠床固工 床付完了

5. おわりに

本工事で採用した杭ナビシヨベルは、公共電波に依存せず、かつ手練れたオペレーターの技量を最大限に活かせる技術である。したがって山間部の工事における電波の受信強度について考慮する必要がなく、かつスコリアを含む特殊な土砂掘削に関して、安全に作業を行うことができた。いわば治山工事に適した技術といっても過言ではない。重機旋回時、杭ナビがプリズムを見失い、双方の再接続に時間がかかるなど、改良の余地はみられるものの、ICT建機の活用により、作業効率、安全性を向上させ、無事工期内に施工を終えることができた。

今後も、工事における新技術について知識を深め、より良い施工環境を整えられるよう、努めていく。



写真-8 施工箇所① 施工完了