

論文名「林道災害復旧における ICT 作業土工の適用と垂直擁壁の早期構築 について」

工事名「湯船(湯船)林道改良工事(R5 補正)」

地区名:三島地区

会社名:小野建設株式会社

執筆者氏名:主任技術者 渡邊 哲也

技術者番号:180139

工事概要

工事名 : 湯船(湯船)林道改良工事 (R5 補正)

発注者 : 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柳島湯船林道

契約工期 : 令和 6 年 11 月 5 日～令和 7 年 3 月 14 日

実施工期 : 令和 6 年 12 月 2 日～令和 7 年 2 月 13 日

工事目的 : 2021 年 8 月の豪雨により崩壊した林道の復旧

主な工種 : ICT 作業土工 一式、垂直擁壁工(ボラメッシュ工法) 一式、路盤工 一式

1. はじめに

本工事は、2021 年 8 月の豪雨により甚大な被害を受けた林道の早期復旧を目的とした改良工事である。被災箇所は林業関係者の重要な輸送路であり、早期の機能回復が強く求められていた。実施工期が冬季に集中する厳しい条件下で、垂直擁壁工を主構造物として含むため、**工期短縮**と**品質確保**を両立させることが最大の課題となった。この課題解決のため、土工部には **ICT 作業土工**を、主要構造物にはプレキャスト工法(ボラメッシュ工法)の施工を行い、その効果を検証したため、ここに報告する。

2. 工事内容の詳細

本工事で計画された主な工種と数量は以下の通りである。

- 土工: ICT 作業土工 230m³、埋戻 120m³
- 路面工: 下層路盤工 69m²、上層路盤工 130m²
- 垂直擁壁工:(ボラメッシュ工法) H=5.0m、A=87.2m²、V=130m³
- 仮設工: 支障木処理 1 式

この中で、特に工事の成否を分けたのが、**垂直擁壁工の施工**と **ICT 作業土工の活用**である。

3. 現場の特殊条件と課題

本工事の現場は、以下の特殊な条件を有していた。

3.1 崩壊地特有の施工条件

- **不安定な地盤:** 豪雨により崩壊した斜面での作業であり、地盤が不安定であることから、構造物の基礎掘削及び埋戻し作業における安全管理が非常に重要であった。
- **施工箇所上部の既設石積の崩落の危険**
空積の切留石積みが存在した。

- **狭隘な作業スペース:** 林道沿いの急斜面であり、資材置場や大型建設機械の旋回スペースが極端に限られていた。特に垂直擁壁の施工においては、プレキャスト部材の搬入・設置のためのクレーン作業スペースの確保が不可能であった。



3.2 厳しい工期と冬季施工

- 実施工期は伐採も含め 12 月から翌年 2 月までの約 3 ヶ月間に集中している。これは、積雪や凍結の恐れがある**冬季施工**となることを意味し、特に現場打ちコンクリート工においては品質確保や養生期間の点で大きなリスクを伴う。

4. 課題解決のための対応策

上記の課題に対し、本工事では下記の工法を導入することで、工期の短縮、品質の向上、そして安全性の確保を目指した。

4.1 垂直擁壁工のボラメッシュ工法の適用

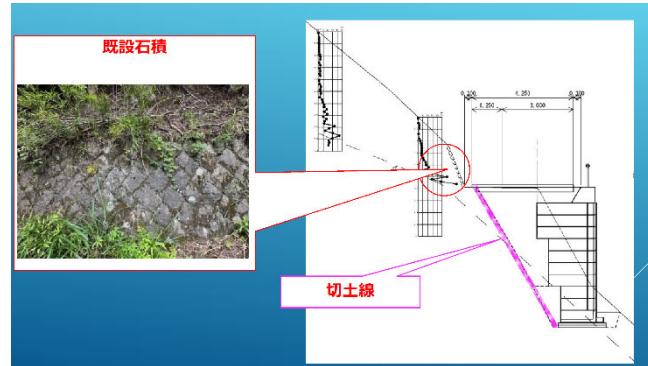
垂直擁壁工($H=5.0m$)の施工は、工期上 最もクリティカルな工程であった。冬季の現場打ちコンクリート施工を極力回避し、工期の短縮を図るため、作業効率の優れた大型ブロックである「ボラメッシュ工法」が採用された。

- **工法選定理由:** ボラメッシュ工法は、プレキャスト擁壁部材とカゴ枠の地盤補強材を組み合わせた工法であり、現場でのコンクリート養生が不要となるため、大幅な工期短縮が可能である。また、工場生産された部材を用いることで、均一な品質が確保できる。
- **課題と対応:** 狹隘な現場へ大型のプレキャスト部材を搬入・設置するため、部材の運搬計画及び重機作業ヤードを事前に 3 次元データを用いて施工箇所谷側に搬路を計画し、安全かつ円滑な施工体制を確立した。



4.2 施工位置の照査

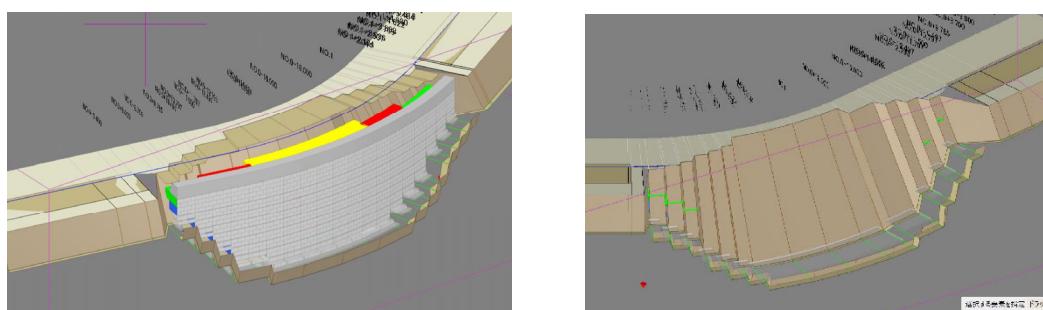
作業土工の範囲が既設石積の支持地盤直下であり、床堀時に崩落の恐れがあった。河川境界や官民境界など照査をおこない林道谷側の河川側へ60cm 移動することとした。

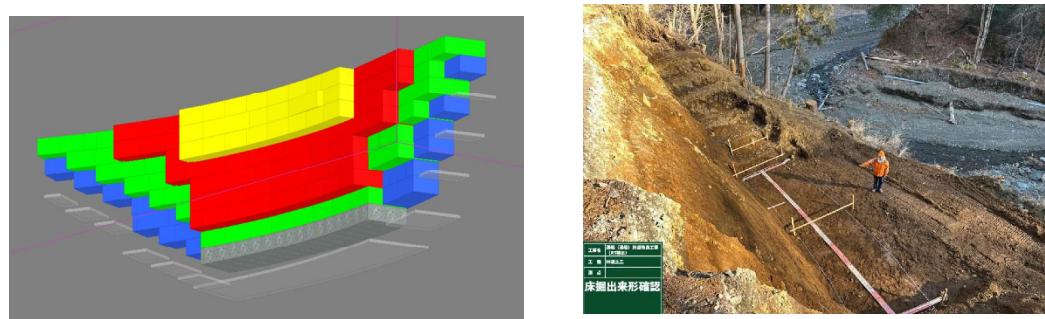


4.3 ICT 作業土工の全面適用

不安定な崩壊地の段状で複雑な掘削の効率化と精度向上を目指し、ICT 建機による施工を全面的に導入した。

- 導入目的:
 - 省力化: 丁張設置の手間を削減し、測量作業を大幅に減少する。
 - 品質向上: 3次元設計データに基づき、設計通りの出来形を迅速かつ正確に確保する。
 - 安全性向上: 崩壊地での人力作業を減らし、重機周辺での作業員のリスクを低減する。
- 課題と対応: 初めて ICT 施工を行うオペレーターに対し、施工前に研修を実施し、システムの習熟度を高めた。また、3次元設計データの作成を迅速に行う為、自社によるデータ作成の体制を構築し、施工位置の変更によるデータの変更にも迅速に対応した。





5. 適用結果と効果

5.1 ポラメッシュ工法の適用効果

ポラメッシュ工法の採用により、当初懸念された冬季施工による影響を最小限に抑え、品質と工期目標を達成することができた。

- **工期短縮効果:** 現場打ちコンクリート養生期間が不要となり、擁壁の組立・埋戻し・路盤工への移行を迅速に行うことができ、全体の工期を約 25%短縮(推定)することが可能となった。また、間詰コンクリートと基礎コンクリートを同時に打設することも工期の短縮となった。
- **品質の安定性:** プレキャスト製品の採用により、擁壁の壁面の仕上がり(平滑性、寸法精度)は極めて良好であり、高品質な構造物を実現した。

5.2 施工位置の変更の適用効果

- **掘削土量の減少による工期短縮と経済性の向上**
- **既設石積との距離の確保による安全性の向上**
- **上記の理由により林道上に歩経路の確保**

という効果となった。

5.3 ICT 作業土工の適用効果

ICT 作業土工の導入は、土工の品質確保と作業効率の向上に明確な効果をもたらした。

- **作業効率:**
丁張設置・確認の工数が不要となった事や、熟練度によらず設計通りの法面勾配や複雑な床付け形状も効率よく床堀を施工できた。
- **経済効果:**

今回使用した工法は TS によるマシンガイダンスシステムであり、施工精度の信頼性が高く、施工精度の向上は、過剰掘削や間詰コンクリート材料の無駄を削減し、間接的な経済効果に繋がった。

- **安全性の向上**

ICT 建機の導入により、重機が到達するエリアでの人力での測量作業が不要となり、崩壊地の不安定な斜面での作業時間が大幅に短縮された。これは、特に災害復旧現場における作業員の安全リスク低減に大きく貢献した。

6. 総括と今後の展望

6.1 総括

本工事は、豪雨災害により崩壊した林道の復旧という社会的使命を負った工事であり、厳しい工期条件、不安定な施工環境、そして冬季施工という複合的な課題を抱えていた。しかし、ICT 作業土工の積極的な導入と、プレキャスト垂直擁壁(ボラメッシュ工法)の採用により、

これらの課題を克服し、契約工期内に高品質な構造物として完成させることができた。新技術・新工法が、災害復旧工事の安全性・品質・工期の全てを向上させる有効な手段であることを実証したと言える。

6.2 今後の留意点

- **ICT 施工の適用拡大:** 今後、ICT 施工をより小規模で複雑な林道工事にも拡大するため、3 次元データ作成の自動化、および狭隘地に適した小型 ICT 建機の開発・導入が望まれる。
- **災害発生時の連携体制:** 本工事のように設計変更が伴う場合、発注者、設計者、施工者の間での情報共有を 3 次元モデル等のデジタルデータで行うことで、設計変更手続きを更に迅速化し、早期着工・早期復旧の体制を強化する必要がある。
- **新工法の普及:** ボラメッシュ工法のようなプレキャスト工法は、林道工事における構造物施工の標準工法の一つとして位置づけ、その適用範囲や設計基準に関する技術情報の共有を進めるべきである。

結論

本工事で得られた災害復旧現場における新技術適用の経験は、今後の林道改良・維持管理事業において、生産性向上と安全性の確保に不可欠な知見となる。今後も技術革新を継続し、地域社会の安全と発展に貢献していく所存である。