

大西山の無人化機械の施工について

南信森林管理署 小波川治山事業所主任
株式会社トライネット 土木部課長
株式会社熊谷組 土木技術推進部長

ふるはた よしたか
○古畑 義隆
さかい しゅん
酒井 淳
おかだ たかし
岡田 喬

要 旨

大西山の事業地では、平成10年度治山工事实行中の土砂崩落により、尊い命を失う痛ましい災害が発生しました。そこで、平成10年11月に、有識者等を交えた現地検討会が行われ、無人化機械による工事の施工や安全管理などについて検討がなされ、リモコン操作により動くバックホーを、大型ヘリコプターにより分解搬送し、現地で組み立て法切工を施工することとしました。

はじめに

施工地は、中央構造線沿いの脆弱な地質かつ急峻な地形であり、また、現地が山の中腹部であることから、資材の運搬や作業員の搬送はモノレールにより行っている。さらに、災害発生以降の崩壊地斜面内には、人間が立ち入ることができなくなっている、このことから当地においては大型ヘリコプターにより分解搬送した、リモコン操作による無人化機械法切工は、最良工法と思われます。

1 大西山の概要

大鹿村は、長野県南部に位置し、南アルプスの主峰赤石岳の麓に開けた、面積約2万5千ha、人口約1,500人の山村であり、村の中央を、分杭峠から地蔵峠へと、中央構造線が縦断し東西の地質を2分しており、中央構造線の東側は、外帯と呼ばれ三波川帯・御荷鉾帯で、大西山は西側の内帯で、領家帯に属し、南側岸壁斜面は鹿塩マイロナイトであり、長くのびた北側斜面及び崩壊源頭部は斑状花崗岩・珪質花崗岩で、間にホルンフェルスを含み、いずれも圧砕による変成作用を受けており破碎・風化が進んでいて非常に脆弱な地質構造をしています。

大西山崩壊地は、昭和36年6月伊那谷を襲った梅雨前線豪雨により、山の中腹部から高さ450m幅280mにわたって崩壊し、崩壊土砂280万m³、死者42名、家屋全壊流失39戸という人惨事を引き起こし、年々その面積を広げ、現在の面積は、約18haの大崩壊地です。

図-1

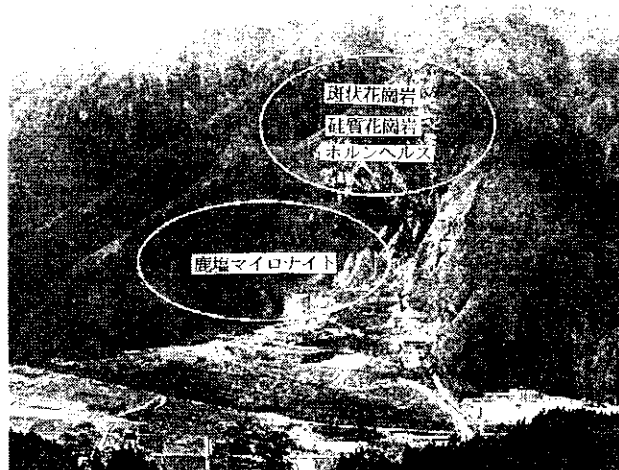
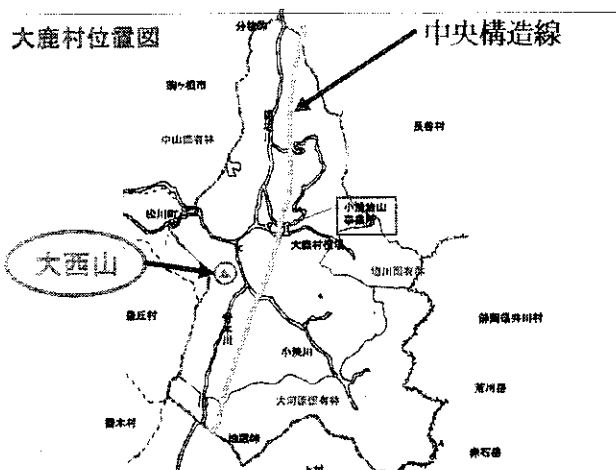


写真-1

2 大西山の工事経過

この崩壊地における治山工事は、民有林直轄治山事業により、昭和61年から崩壊地下部に鋼製棒土留工などを施工してきましたが、10年あまり経過した時点における進捗率は、低い状態にありました。そのような状況で、平成7年からは源頭部の工事に着手しており、主に人力作業により工事を進めてきたところですが、平成10年8月27日、法切作業中に突然斜面が崩壊を起こし、作業員1名が崩落土砂に巻き込まれて死亡するという予期せぬ重大災害が発生してしまいました。このため、労働基準監督署より施工業者に対し「崩壊地に人間を立ち入らせてはならない」という指導がされ、工事は約1年間ストップすることになりました。

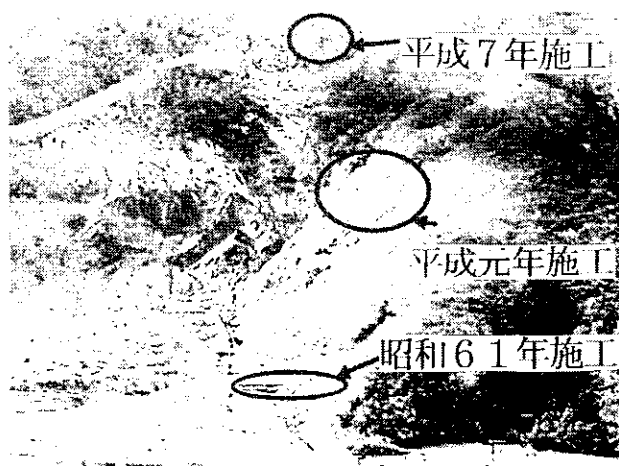


写真-2

このため、労働基準監督署より施工業者に対し「崩壊地に人間を立ち入らせてはならない」という指導がされ、工事は約1年間ストップすることになりました。

3 検討会の発足

工事の再開に向け、復旧工法の全面的な見直しを余儀なくされたことから、信州大学農学部・北沢教授、森林総研山地防災研究室・阿部室長らをアドバイザーに迎え平成10年11月18・19日の2日間にわたり、県、及び局管内の治山担当者60名が参加して、大規模崩壊地の復旧工法について現地検討会を開催しました。

現地では、自然的・物理的な制限が多い中で、大規模崩壊地の早期復旧を目指し安全かつ効率的な工事を進めるために、①大規模崩壊地の山腹工で効果を発揮している大型階段工の特質についての検討。②工事施工中における安全管理についての検討③崩壊地頭部の急斜面の法切・緑化手法の問題点についての検討④資材運搬が困難な奥地崩壊地への、重機などのヘリコプター搬送の可能性及びヘリコプター輸送にかかる経費について、以上の4点についての検討がされ、活発な議論が行われました。

4 導入経緯

大西山崩壊地における源頭部の復旧工事は、地質が悪く、急峻・狭隘な地形特性から、人力により進められてきました。

平成元年、大西山崩壊地源頭部の復旧工事を進めるに当たって、大西山の復旧にかかわる運搬方法についての調査が実施されましたが、地形的な制約から、運搬路の開設及びケーブルクレーンの架設は不可能であり、モノレール以外に運搬手段がないとの結論に達し、現在敷設されているモノレールが導入された経緯があります。

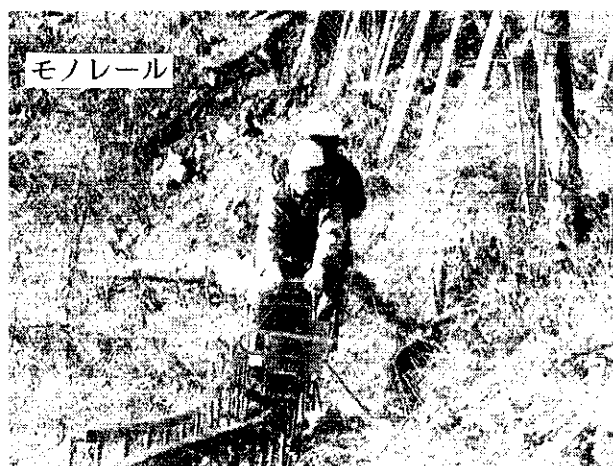


写真-3

しかしながら、今日、一般的にヘリコプターによる重量物運搬が可能になったこと、及び大型建

猪ヶ谷沢復旧治山工事

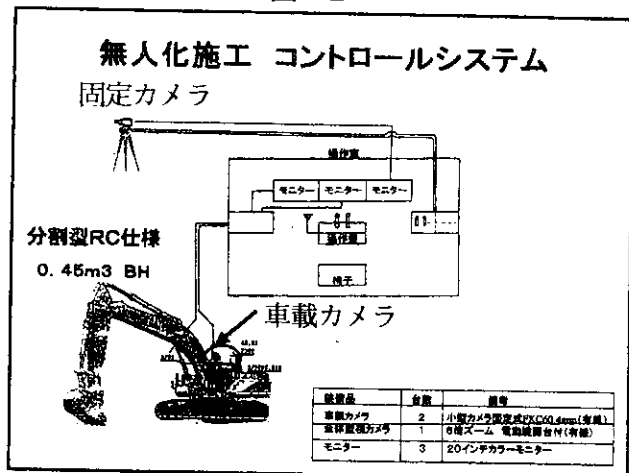


写真-4

爪あとの治癒であることを踏まえて、さらに発注者・施工業者などで協議を行い、当所管内の猪ヶ谷沢の、治山現場で、施工している機械法切工をベースに、また、雲仙普賢岳で行われている無人化機械施工を参考にして、作業方法は、「無人化機械による法切工」を採用することにしました。建設機械については、0.45m³・0.60m³・1.20m³級のバックホーについて検討した結果、リース方式の0.45m³級バックホーをリモートコントロールにより操作する方法に決定しました。

また、建設機械の運搬は、ヘリコプターにより分解搬送して現地で組み立てることにしました。

図-2



5 機械説明

この機械は、バケット容積平積み0.39m³機械重量12.15tのラジオコントロール操作のバックホーで、無人化施工コントロールシステムを搭載し、見通しの良いところは、目視により操作を行います、そうでない所は、作業領域が狭く、また、経済的な理由から、2台の有線式車載カメラと固定カメラから送られてくる映像を見ながら操作します。

設機械が空輸可能重量に分解可能となったことなどから、現地調査を行った結果、大型ヘリコプターの飛行ルートに問題はなく、重機械の組み立て、分解用ヤードの設置も可能と判断されたこと等から、機械化施工を導入すべく検討を行ったものであります。

一般に機械化施工には、工事規模の大型化、工期の短縮、工事の質の向上、工事単価の軽減、労働力の節減、重労働からの解放、工事の安全、等のメリットがあります、中でも最大のメリットは、危険労働からの解放であり、さらには工期短縮による36年災害の大きな

図-3

無人化機械の選定

- ① 空輸条件
 - 吊り上げ荷重 2.8t (3.0t)
- ② 分割可能な機種
 - 0.45m³級 0.6m³級 BH
- ③ 組立ヤードの広さの制限
 - 8m×10m
- ④ 作業ヤード内の作業効率
 - ヤード幅 7m~12m
- ⑤ 機械の耐用年数
- ⑥ コストの縮減

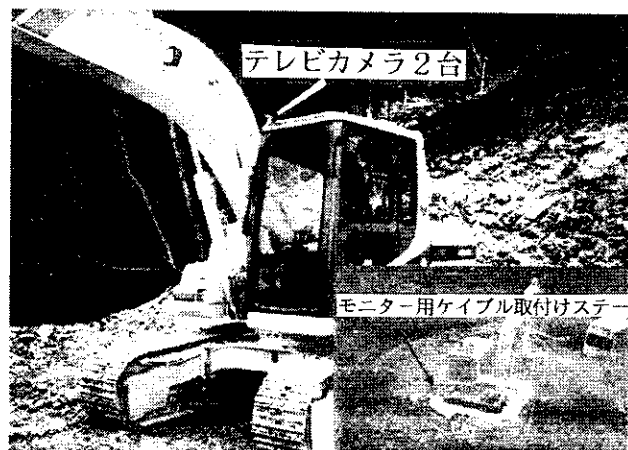


写真-5

6 施工状況

実際の工事の施工手順としましては、まず、人力により、有人小型ショベルの作業ヤード造成を行い、小型ショベルを空輸します。

次に、空輸した小型ショベルにより、さらに大きな造成を行い、約80㎡まで広げて組み立てヤードを作ります。

そこへ、建設機械を組み立てるためのミニクレーンと11個に分解したバックホーを、ヘリコプターで運搬し組み立て、試運転を行い施工に取り掛かりました。

今年度の工事は、機械法切工だけとなっており、法切工は、斜面を8分に切り取り、直高約10m間隔に2mの小段を設けながら施工しております。

また、工事実行中注意する点としては、①上部からの落石②昨年12月に行われたボーリング調査の結果、崩壊地源頭部の背面に開口亀裂やクラックがある事が判明したため、この不安定土石の動向を監視しながら作業を行うことです。

今までの作業結果から見ると、大西山の不安定土塊の安定的勾配は、周囲の状況などから、1割2部程度と推定されており、今回の機械法切で局所的ではありますが、平均的勾配は、1割となりほぼ安定するとのデータが得られました。

基地造成作業



ミニバックホー空輸



写真-6



ヘリポート

写真-7



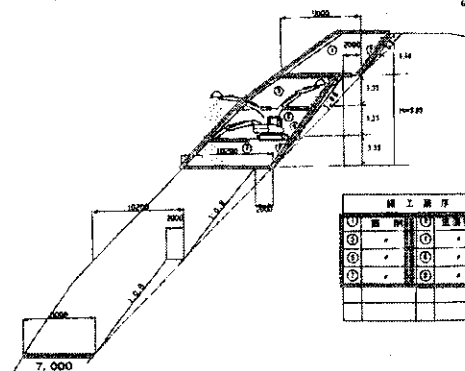
図-4

組立て作業



写真-8

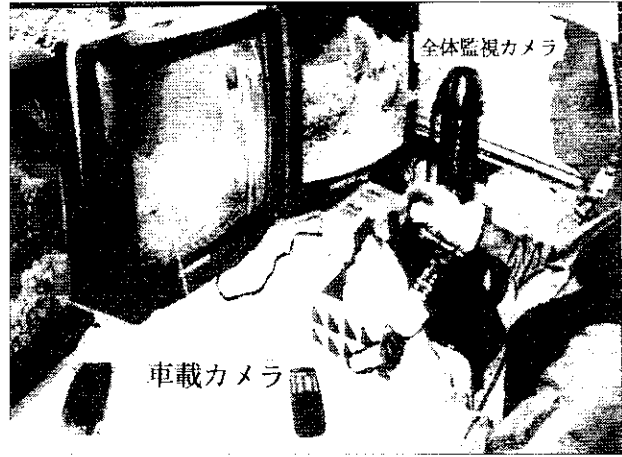
施工イメージ





掘削作業

写真-9



全体監視カメラ

車載カメラ

写真-10



施工前

写真-11



施工後

写真-12

7 今後の課題

今後の課題としては、施工歩掛りの検討、大西山の全体計画に基づく、土留工の施工、工事規模の拡大に伴う施工機械の規模・台数の検討、緑化工の検討、崩壊地下部の土砂整理、などがあげられます。

終わりに

最後に大西山のような極めて厳しくまた、特殊な場所での「無人化機械施工」による治山工事は、全国でも初めてのケースであり、施工に当たっては、幾つかの課題も残されていますが、工期の短縮や労働安全の確保の視野に立つて実用化に向けて努力していきたいと考えております。

施工中の大西山全景



写真-13