

施工計画

無人化施工による国道洞門上の長大斜面下での崩積土除去について

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

監理技術者

現場代理人

原 田 和 樹[○]

谷 澤 貞 彦

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：H28長野市小市防災他工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
長野国道事務所
- (3) 工事場所：長野市塩生甲地先 小市工区②
- (4) 工 期：平成29年2月7日～
平成30年1月31日

本工事は平成26年11月22日に発生した神城断層地震による国道19号小市第二洞門上の長大斜面の崩壊箇所をモルタル吹付、覆式落石防止網にて復旧する工事である。(SL=55m 平均勾配65°)

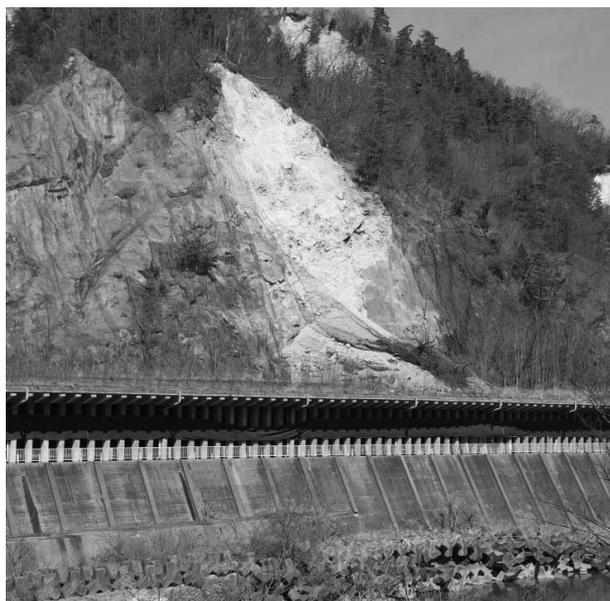


図-1 着手前（下方は信濃川水系犀川）

主たる工事内容（小市工区②）

崩土除去工・搬出 $V = 2500\text{m}^3$

人力掘削工 $V = 900\text{m}^3$

モルタル吹付工 $t = 10\text{cm}$ $A = 1610\text{m}^2$

覆式落石防止網工 $A = 2750\text{m}^2$

2. 現場における問題点

施工に先立ち現地踏査を行った結果、次の3点についての問題点を抽出した。

- ① 裾花凝灰岩を基岩とした当該斜面の表層は脆弱であり風化浸食されやすく、風雨により落石が発生するため、下部に有人による防護柵等が設置できず、通常の施工方法（有人仕様）では先行して崩積土の除去ができない。



図-2 斜面状況（亀裂大）

- ② 現状にて先行して上部からの人力整形掘削を行うと、河川内に岩石等が落下し、掘削土の回収が困難であり河川断面減少等、河川環境に悪影響が発生する。

③洞門上からの土砂搬出に関し、当初計画ではクレーン・ワイヤーモックによる方法（図-3）であるため搬出効率が悪く、上下各1車線国道上における片側交互規制期間の増大が工程に大きく影響する他、玉外し時のワイヤーの跳返り・走行線への落石の危険があった。



図-3 ワイヤーモックでの土砂積込

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 工夫・改善点

前項問題点①②を解決するため、施工手順を見直し、無人化施工を検討し、かつ分解型でのバックホウ・不整地運搬車での搬入計画を行い、斜面からの落石による対事故リスクの回避を図った。

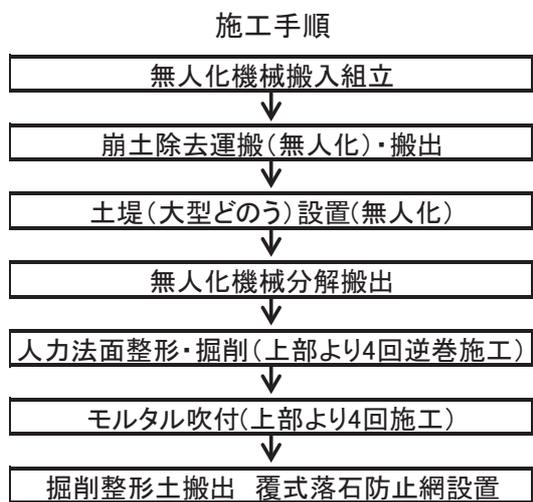


図-4 施工手順

洞門上への重機搬入路の設置ができない条件から、事前に工場にて分解された無人化施工機械(バックホウ0.45m³級・不整地運搬車6t級 各12t程度)を25tラフタークレーンにより組立を実施した。クレーンの揚重能力より吊上げるパーツを5t未満に制限した。また事前に洞門への荷重影

響の照査を行い、施工を実施した。



図-5 揚重状況

無人化施工システムの実施方式として、直接目視方式とモニター操作方式など映像伝送システムを用いた方式に大別されるが、当現場では操作距離が50m以下であるため直接目視による直接操作方式を採用した。



図-6 崩土除去時の見取図

崩落法尻直下には無人化施工重機を搬入し、落石の影響範囲外にて重機オペレーターが無線により、掘削・搬出作業を行った。バックホウ操作者は上部からの落石対策と視認性を明確にするため高所作業車上(4m以上)にて作業を行った(図-7)。



図-7 崩土積込状況

また不整地運搬車の操作者は積込・搬出場所の双方が視認できる場所に配置し、排土を実施した。

不整地運搬車の仕様として上部全旋回型（日立EG70R）を採用し、ヤードの狭い洞門上において方向転換をせずに、運搬することが可能となった（図-8、図-9）。



図-8 崩土小運搬状況



図-9 無線操作者（不整地運搬車）

手元送信機においては操作者の転倒等により誤操作が発生しないよう、保持角度が大きく変化すると自動的に機械が停止する機構が装備されており、安全面においても考慮されている。

③の改善点として、洞門上からの土砂積込搬出のためワイヤーモッコから底開き式の土砂バケツト1m³仕様（ノセ技研製）（図-10）に変更した。当バケツトは止め具を解除しハンドルを手前に引くと底板が外れ土砂が落下し、平坦な箇所には置く底板がロックする機構がある。これを2個使用し、交互にダンプトラックへの積込を行った。



図-10 底開き式バケツトによる積込状況

3-2 適用結果

(1) 無人化施工による効果

第一に落石の多発する箇所での人的事故防止を達成できたという点である。

施行中、無線式バックホウに20cm大の落石がキャビンに当たり損傷したが、有人での施工ではオペレーターへの直撃の可能性もあったため、安全施工として適正であったと考えられる。

第二に河川への整形・掘削土石の落下を防止し、河川への影響をゼロにできた点である。

無人化施工後には法面上部より人力整形・掘削・モルタル吹付を4回に分けて逆巻きにて実施した。同施工中、法尻には土石等が落下集積するため、整形・掘削前に無線式バックホウにて大型土のう（図-11）を設置し、整形・掘削中の河川への落石防止することができた（図-12）。



図-11 大型どこのう設置状況



図-12 人力整形土石の集積状況

また無人化施工における操作技術・効率は習熟度合により左右されるため、当現場では砂防工事等で多くの経験を積んでいる熟練者にて施工を行い、無事に完了することができた。

(2) 底開き式土砂バケット使用による効果

第一にダンプへの旋回荷下ろし回数の半減により、1台あたりの残土積込・運搬に関わるサイクルタイムが60分から40分となり、工程の短縮が可能となった点大きい。

第二に荷卸し時の作業員へのワイヤーの跳ね返り事故がなくなり、かつ荷台上での荷下し作業の安全性が向上し、片側走行車線への落石を防止できた点が挙げられる。

第三にダンプへの過積載防止対策として有効となった点である。バケットに入る土砂容積が一定であるため、土砂重量を事前にクレーンスケール(3t)にて確認後、(1バケット当り1.5t)バケットでの下し回数を定め(5回:7.5tに設定)8t積大型ダンプへ、最大積載量以下で積込みを行った。



図-13 重量検収状況

4. おわりに

無人化施工および底開き土砂バケットの使用により無事故にて崩積土の除去を達成できた。

12月中旬現在、覆式落石防止網の設置復旧も終了し、仮設物の撤去を行っている状況である。

当現場で用いた無線式のバックホウや不整地運搬車は分解組立に対応した機種であったが、全国的にも台数は少なく、特に不整地運搬車(6t仕様)は数台である現状から、災害等で使用を急ぐ場合はリース会社等に確認をとる必要がある。

分解組立式機械の適用範囲としては直接自走できない箇所が該当し、他に山頂部・山腹部など索道やヘリコプターでの搬入での実績が挙げられる。

無人化施工の課題としては、一部の砂防工事を除き積算体系が確立されておらず、当現場でも特別調査による歩掛が採用されているため、事前協議等の必要がある点が挙げられる。

また無線操作技術者の絶対数も限られており、技能伝承も会社単位で行われていることが多い。技術者の育成および熟練した無人化施工技術者を各地域に配置できるようにすることが望ましい。

底開き土砂バケットの使用上の留意点として、径の大きい岩石等(50cm以上)を投入すると石同士がクサビ状態により落下しにくい場合があった。当現場では土砂バケット1m³仕様へ投入する際、岩石径を30cm程度に小割して搬出を行った。



図-14 完成

最後に、無人化施工の採用にご理解をいただき、採用に当たりご指導を賜りました関東地方整備局長野国道事務所の皆様と同施工をしていただいた(株)今井工務店の皆様に御礼を申し上げます。