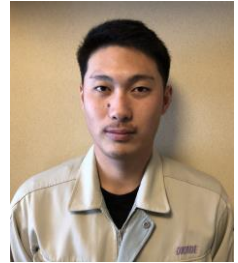


かいしお さほうえんてい のりめんたいさく こうじ
◎令和2年度貝塩第2号砂防堰堤法面对策その2工事における

安全対策・創意工夫について

(株)岡部 令和2年度貝塩第2号砂防堰堤法面对策その2工事
(工期：令和3年3月23日～令和3年12月28日)



かほきょうすけ
現場代理人 下保 恭介
監理技術者 黒田 智晴

キーワード：「法面作業時の安全対策」

1. はじめに

本工事は平湯川流域貝塩谷の右岸法面崩壊箇所における法面保護工事である。今年度は法面上流側の法枠による補強及びそれに伴う仮設工事を行った。

本稿では、その中での安全対策や創意工夫について報告する。



2. 工事概要

工種	種別	数量
砂防土工		一式
	掘削工	4,200m ³
	段跳工	14,600m ³
	法面整形	2,860m ²
法面工	吹付枠	2,011m ²
	植生工	1,260m ²
	排水構造物工	一式
仮設工		一式

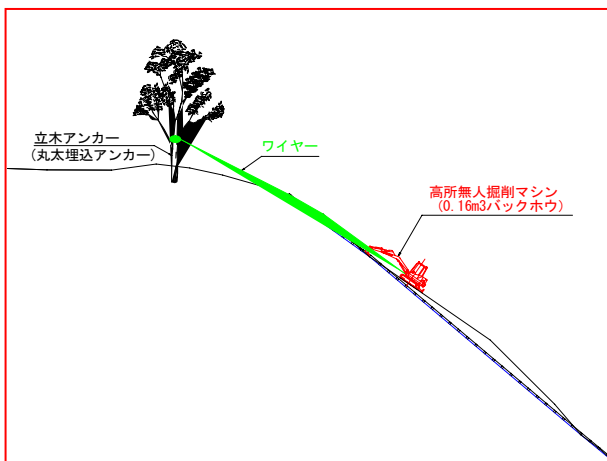
3. 本工事における安全課題について

本工事を施工する上での課題は法面作業時の安全確保である。その中で特に危険である高所法面掘削作業時の安全な施工方法と、施工管理における安全対策についてそれぞれの対策と工夫を紹介していく。

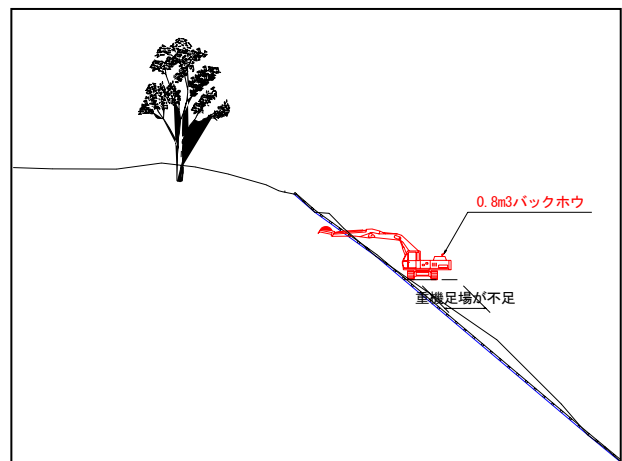
4. 本工事における安全対策について

4-1.高所法面掘削作業時の安全対策

本工事では当初設計で 0.8m³ バックホウでの掘削作業が計画されていた。しかし、掘削は崩壊した法面上に堆積した崩落土砂の撤去が目的であるため掘削断面が非常に薄く、また、不安定な崩落土砂上で安全なバックホウの作業足場及び法肩までのバックホウ進入路を確保することが不可能であった。そこで当該作業における施工方法について人力掘削とその他の特殊工法で検討を行った。



<SCM 工法掘削イメージ>



<0.8m³ バックホウ掘削イメージ>

下表の3つの工法で検討した結果、本工事では安全性・施工性ともに最も優れていることから『セーフティクライマー工法 (SCM 工法)』を採用した。この工法は、小型バックホウ (0.16m³ 級) をワイヤーにて法面上に吊下げ、リモコン操作にて斜面上の移動・無人掘削を行う工法であり、危険を伴う搭乗操作の必要性が無いため、本工事のような長大かつ急勾配な高所法面掘削に適した工法である。

人力掘削 (従来工法)	ロッククライミング工法 (RCM工法)	セーフティクライマー工法 (SCM工法)
<ul style="list-style-type: none"> 高所法面上での人力作業のため、墜落災害や斜面上方からの落石の接触災害等の危険が伴う。 人力作業のため作業員の労働負担が大きい。 機械掘削と比較すると施工性がかなり劣る。(機械掘削と同等の施工性を求めるには作業人員が大量に必要となる。) 	<ul style="list-style-type: none"> 機械掘削のため人力作業と比較すると安全性、施工性ともに向上する。 施工は搭乗操作となるため万一機械が墜落した場合、オペレーターも墜落する危険性がある。 機体の左右にそれぞれ設置されたウインチによって斜面上を移動するため、上下移動は容易であるが左右方向の移動にはかなりの制約がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工はリモコンでの遠隔操作による完全無人化施工のため、搭乗操作は不要である。 V字状に張ったワイヤーをウインチにて巻取ることで斜面上を移動するため、上下左右へ容易に移動が可能。 無人化施工のため現場条件によっては、掘削作業が完了した箇所から法面保護工の施工が可能。

<高所法面掘削における工法比較表>



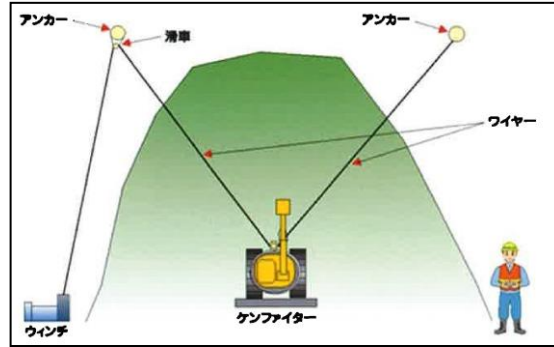
＜埋込アンカー＞



＜立木アンカー＞



＜ウインチ設置・固定＞



＜SCM 工法概要図＞



＜バックホウ・ウインチ操作リモコン＞

SCM 工法の施工では、アンカーの引抜けやワイヤーの破断などによる重機の墜落災害の危険があった。そこで本工事ではアンカーの引張強度試験を各アンカーの組合せ毎に行うとともに、アンカーの異常がないかを監視する「アンカー監視員」、ウインチの負荷が許容範囲内であることを監視する「ウインチ監視員」を常に配置した。

本工事では施工時最大荷重(計算値)=3.39tであることから、試験荷重=3.5t(23.6A)以上掛けた場合にアンカーに異常が無ければ OK とする。

アンカーに掛かる荷重計算

現場の勾配によってアンカーに掛かる荷重は変動する。荷重 (F) の計算式は $F = W \sin \phi - W \mu \cos \phi$ で求める。
 W : 機械重量=6.52 t ϕ : 法面勾配
 μ : 摩擦係数=0.7 (金属と土砂の場合通常0.81程度だが、安全を考慮して0.7とする。)
 作業面の角度による機械重量

ϕ	計算式	F
90	$6.52 \times 1.00 - 6.52 \times 0.7 \times 0.00$	6.52t
60	$6.52 \times 0.87 - 6.52 \times 0.7 \times 0.50$	3.39t
45	$6.52 \times 0.71 - 6.52 \times 0.7 \times 0.71$	1.39t
30	$6.52 \times 0.50 - 6.52 \times 0.7 \times 0.87$	-0.71t
0	$6.52 \times 0.00 - 6.52 \times 0.7 \times 1.00$	-4.56t

ϕ	$\sin \phi$	$\cos \phi$
90	1.00	0.00
60	0.87	0.50
45	0.71	0.71
30	0.50	0.87
0	0.00	1.00



＜アンカー引張試験 (荷重確認)＞



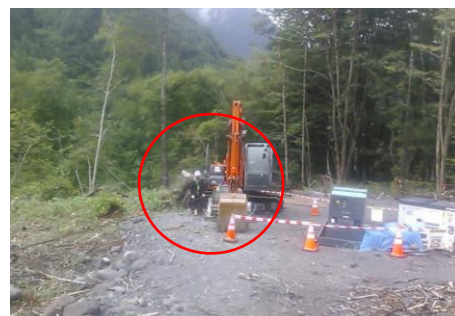
＜アンカー引張試験 (荷重確認)＞

荷重	電圧値 (220V/60Hz 1φ 7.5kW)
4,000kg	26A
3,500kg	23.6A
3,000kg	21.2A
2,500kg	19A
2,000kg	16.9A
無負荷	9A

＜定格荷重早見表＞



＜アンカー監視員配置＞



＜ウインチ監視員配置＞

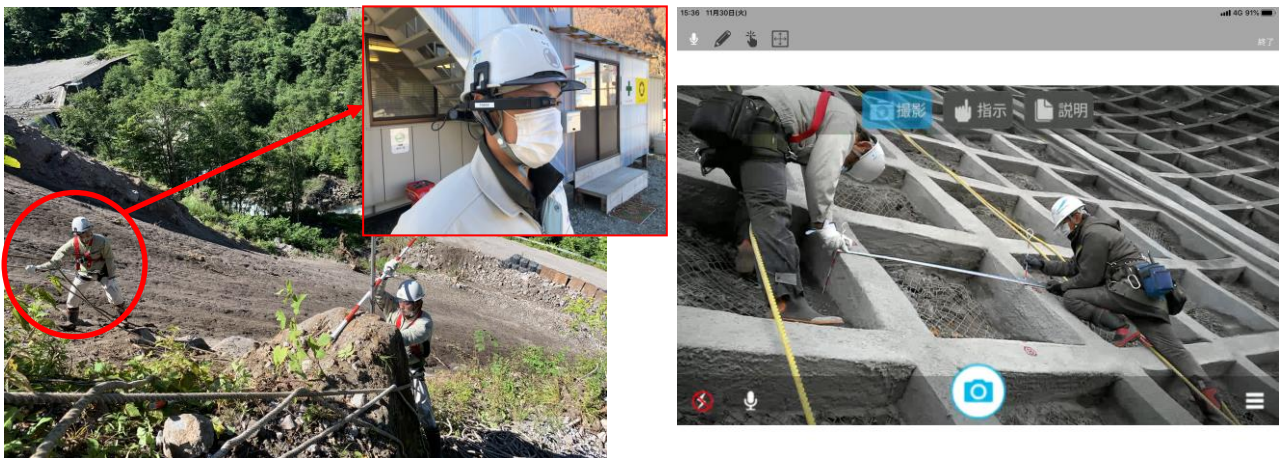


<SCM 工法施工状況>

これらの結果、高所法面掘削作業時の安全を確保することができ、無事故で施工を終えることができた。また、人力掘削と比較して格段に施工性・出来栄が向上した。

4-2.法面上での施工管理における安全対策

本工事は法面对策工事であるため法面上での出来形確認等の立会頻度が多くなることから、手持ちタイプの遠隔臨場システムではなく、ウェアラブル型の遠隔臨場システム「スマートグラス G-eye M-300」を使用した。ヘルメットに装着して使用するタイプを採用したことで常に両手が空き、法面上での移動を安全かつスムーズに行うことが可能であった。また、本工事では社内検査などにも利用することで、安全確保はもちろん、社内検査員の移動時間の削減や本社（富山県）からの移動を避けることで新型コロナウイルス感染症のリスク低減にもつながった。



<遠隔臨場立会実施状況>

5. まとめ

本工事は施工の大半が法面上での高所作業ということで、万が一事故が発生すると重大災害になりかねない厳しい作業環境であった。その中でより安全で施工性の高い工法を検討・提案しながら無事故で工事を完成することができた。今後もこのような新しい技術を取り入れながら安全で高い品質の施工を行っていきたい。

最後になりますが、ご指導頂きました発注者の皆様、工事についてご理解ご協力して頂いたその他関係者の皆様に感謝申し上げます。