

貝塩山腹工工事における安全対策・創意工夫について

(株)岡部 貝塩山腹工工事

(工期：平成 20 年 4 月 14 日～平成 20 年 12 月 9 日)

現場代理人 ○高本 貢

監理技術者 高平 大司



1) はじめに

本工事箇所である貝塩地区では近年、法面崩壊が著しく進み、斜面背後には奥飛騨の各温泉街を結ぶ一般国道 471 号、また斜面下を流れる平湯川の下流域には観光名所である福地温泉街や新平湯温泉街等が広がっています。更なる法面崩壊によって土石流等の二次災害が発生し、それらの温泉街に危険を及ぼすことが懸念されていた為、今回の工事では法面对策として吹付法枠工や植生基材吹付工を実施し、整備を行うことで下流側の温泉街を保全するのが目的でありました。

本文では、吹付法枠工を施工する為の掘削工・法面整形工における新技術「セーフティークライマー工法」の工法説明の他、現場での安全対策や創意工夫の実施内容について紹介します。

2) 工事概要

掘削工（無人化）	1700m ³
法面整形工（無人化）	3205m ²
吹付法枠工（CF200×200）	
※着色顔料 3%添加	2749m ²
枠内植生基材吹付工 （吹付厚 t=7cm）	1719m ²
植生基材吹付工 （吹付厚 t=7cm）	298m ²
仮設工	1 式



3) リモコン操作式バックホウ（セーフティクライマー工法）について

(1) 他工法との比較検討

当該工事現場は、平均斜面勾配 1:0.3（約 70 度）もある凹凸の厳しい崩壊法面であり、また斜面には右写真のように根株の浮き上がった立木が立ち並び、人力施工による掘削や除根作業は不可能に近い、非常に現場条件の悪い場所でありました。



設計図書では掘削工、法面整形工については新技術「セーフティクライマー工法」による試行を提案されていましたが、まず施工に先立ち詳細な現場条件調査を行い、**他工法との施工性・経済性・安全性等について比較検討**を実施しました。検討結果より、この工法が妥当であることを確認をし、決定しました。（図-1）

図-1 比較検討書

セーフティクライマー工法			他工法		
経 済 性	概算工事費	セーフティクライマー工法掘削 4,373円/m ³ アンカー設置 111,290円/箇所 合計 4,700円/m ³	概算工事費	切り崩し 5,020円/m ³ 土のう作付け 96,408円/箇所 合計 5,587円/m ³	
		セーフティクライマー工法整形 1,001円/m ²		工法整形 1,673円/m ²	
		○	アンカー設置箇所数が、セーフティクライマー工法の2倍必要である。		△
工 程・工 期	同等（今回の現場条件に關して）	○	同等（今回の現場条件に關して）		○
出 来 形・品 質	同等	○	同等		○
安 全 性	リモコン操作により、極めて安全。また、滑車の数を増やすことで各立木アンカーへの荷重を調整できる。	○	主に高乗操作で施工するが、リモコン操作も可能である。特定の立木アンカーに荷重が集中する。		△
総合評価	経済性、施工性、安全性において非常に、優れている。	◎	高下機においては、セーフティクライマー工法とほぼ同等であるが、経済性、安全性において不利である。		○

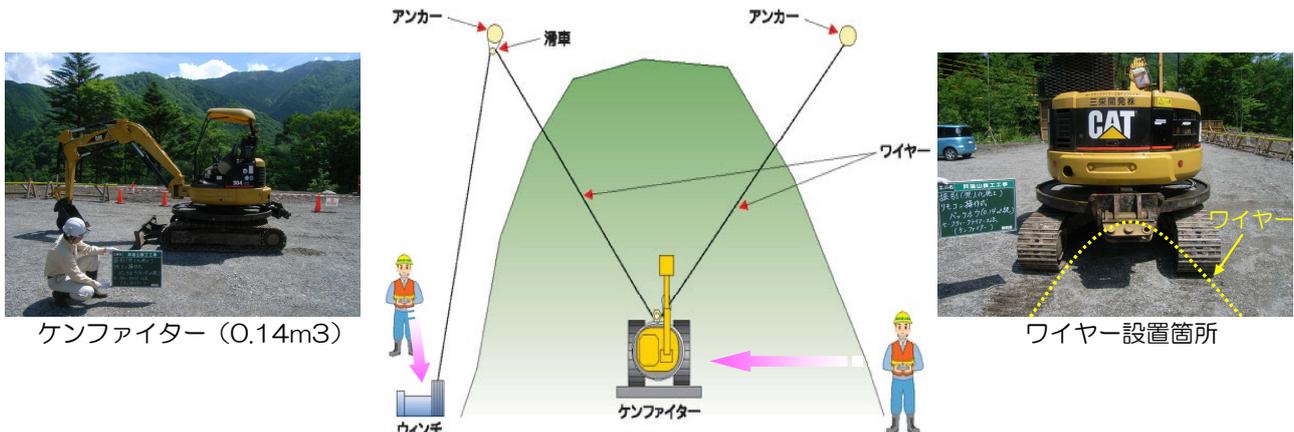
検討結果→セーフティクライマー工法の決定！

(2) 工法概要

「セーフティクライマー工法」はリモコン操作式掘削機械（通称ケンファイター）を使用し、Vの字にワイヤーを取って機体を吊り、オペレーターはプロポ（送信機）にて遠隔操作します。その為、危険を伴う搭乗操作の必要性が無く、急斜面でも安全に工事を行うことができる工法です。（図-2）

立木アンカー（立木が無い場合は埋め込みアンカー等）を設置し、ウインチによる巻上げ巻下げ（リモコンによる遠隔操作）により、機体を登降坂させ掘削作業を行います。

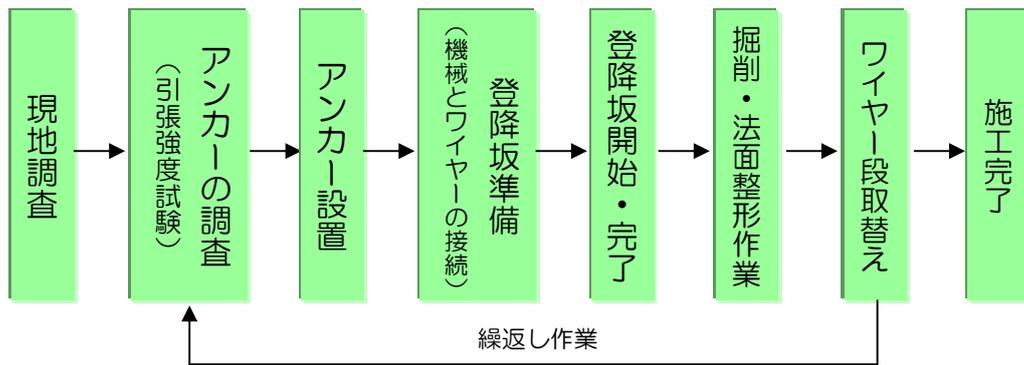
図-2 セーフティクライマー工法設置図



ケンファイター (0.14m³)

ワイヤー設置箇所

(3) 施工フロー



(4) 施工

写真 1～3 は施工状況写真です。写真-3 のようにアタッチメントを付替えることで転石破碎等も可能となります。



写真-1 全景



写真-2 掘削状況



写真-3 ブレーカー掘削状況

(5) 安全対策

① 着工前の作業手順等の確認

当該技術は当社としても初めての施工であった為、着工前に元請及び作業員全員で作業計画の立案や作業手順等の確認を行いました。(写真-4)



写真-4 作業手順説明会

② 監視員の配置及び無線連絡

掘削作業時に不規則な掘削土(岩塊)の飛散や、地山崩壊等が懸念された為、掘削箇所と対岸に監視員を配置し、無線連絡により作業状況確認を行いました。

(写真-5)



写真-5 監視員配置

③第三者対策

掘削法面下には平湯川があり、第三者（釣りや山菜採り等）の河川利用により法面下への立入が懸念された為、河川敷侵入路入り口に注意喚起看板を設置し注意を促しました。
（写真-6）



写真-6 注意喚起看板

これらの安全対策を実施したことで、掘削作業時における安全管理体制がより確実なものとなり、上方重機オペレーターも安心して作業を行え、掘削作業能率向上にも繋がりました。

(6) 考 察

今回「セーフティークライマー工法」による機械掘削を実施した結果、以下の考察が得られました。

①工程について

従来工法による人力施工に比べ、根株や巨角礫の除去作業などは全て機械作業となる為、圧倒的な工期短縮となった。
また、労力の軽減にも繋がった。



②品質・出来形について

人力では取り除き不可能な根株、巨岩塊等の除去作業が行えたので出来栄は優れた。
また地山の凹凸部の整形も綺麗に行えた為、法枠の品質・出来形向上にも繋がった。

③安全性について

無人化施工の為、法面中でのチェーンソー使用による根株等の除去作業や落石による労働災害等の危険有害要因が排除され、安全性は従来工法よりも格段に向上した。ただし掘削作業中は機械吊り用ワイヤーがVの字に張られる為、関係者以外立入禁止措置等を徹底して行う必要がある。

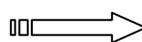
④経済性について

今回の現場のように施工延長が長い場合には、アンカー設置箇所数が多くなることはあるが、人力施工と比較すると圧倒的な工期短縮となった為、経済的であった。

（約 10%の経費削減であった）

以上のことから「セーフティークライマー工法」による施工により「従来工法（人力施工）」に比べ、工期短縮や安全性、経済性の向上に繋がりました。しかしアンカーの設置位置計画や掘削作業計画、リモコンによる掘削機械及びウインチの操作等いずれも熟練した者による施工が必要であり、熟練依存度の高い工法であることも分かりました。

着工前



掘削、法面整形完了



4) 法面作業時における安全対策・創意工夫

当現場の地形は崩壊法面ということもあり、斜面平均勾配が 1 : 0.3 (約 70 度) と非常に急峻で、また凹凸の激しい法面でありました。豪雨等の影響で更なる地山の崩壊も予想され、厳しい現場条件での法面作業でありましたが、その中で実践した安全対策・創意工夫した点をここでは紹介します。

(1) 法面からの墜落・転落事故防止対策

①親綱ロープに使用開始年月日の明示

親綱ロープ全てに使用開始年月日を明示し、使用開始日から 4 ヶ月間と使用期限を定めた。(写真-7)



使用期限を定めたことで、摩耗度に関わらず長期にわたって使用する親綱ロープが無くなった。



写真-7 使用開始年月日の明示

②シグナルロープの使用

親綱ロープが摩耗してくると、中から緑色のロープが出現するシグナルロープを使用した。(写真-8)



ひと目で摩耗度を知らせてくれることで、廃棄の判断基準が誰にでもすぐに分かった。



写真-8 シグナルロープの使用

③作業員全員による親綱ロープの作成及び使用前点検実施

作業開始前に親綱ロープの作成及び点検を作業員全員にて行った。(写真-9)



①、②事項を全員に周知徹底させることで作業員一人一人の安全意識の高揚に繋がった。



写真-9 親綱ロープ作成・点検

④親綱ロープ保護具の改善

従来型親綱ロープの欠点

- ・作業中にずれる
- ・クランプと接触し、摩耗する
- ・不可視部ができ、点検できない

改善

改善型保護具「マモロール」の使用

- ・ずれたり、脱落したりしない
- ・マモロール自体がクランプ接触を防止
- ・点検が直視にて安易に行える



従来型の親綱ロープ



作業中にずれてしまう！



マモロールの使用



クルクル回転！

(2) 地山崩壊による事故防止対策

- ・プリズム効果のある反射板を取付けた変位杭による地山点検の実施



変位杭5箇所設置！

対岸からの光波測量

効果

- ・対岸より作業員一人で光波測量による地山変位観測を行えるようになった。
- ・大雨後等の危険な場所への手元作業員（ミラー持ち）の立入がなくなった。
- ・光波測量により各 X・Y・Z 軸において精密な地山変位状況を観測できた。
- ・作業前に点検を実施し、安全を確認したことで作業員に安心感を与え、作業効率向上にも繋がった。



徹底した作業開始前の地山点検により安全確認を行い、法面崩壊等に伴う事故等無く、工事を進捗出来ました。

5) 下方法面等施工についての簡易施工計画の作成

当該工事は、今後も今回施工範囲外であった法面下方等の工事が継続して進められる予定となっています。そこで今回の工事での現地調査結果や現場経験等を踏まえ、今後の仮設備計画や施工方法等の提案事項を取りまとめた簡易施工計画書を作成しました。

今年度の現場経験から、より現場条件に適應した安全性、経済性に優れた工事計画が可能となりました。

6) 景観対策

当該工事現場は各奥飛驒温泉街を結ぶ一般国道471号沿いに位置し、観光シーズンともなれば非常に多くの観光客が来訪します。

また写真-10のように現場出入口付近には、奥飛驒温泉観光案内看板等が設置してあり、頻繁に観光客が立ち寄る為、当現場はひと目につきやすい場所でありました。



写真-10 観光客が立ち寄る様子

問題点

当現場で使用する建設機械等の資機材が丸見えで、訪れた観光客に不快感を与える。



遮蔽する対策が必要！

対策

現場出入口に仮囲いフェンス（H=1800）を設置し、現場内を遮蔽した。また間伐材を使用した構造とすることで、周囲の景観と調和させることにも繋がった。

$$\text{遮蔽率} = \frac{\text{フェンスによって遮蔽された延長}}{\text{全延長}} \times 100 = 80\%$$

完全に遮蔽させる考案もありましたが、外から全く内が見えないと閉鎖的であり、逆に不信感を与えてしまうということで、出入口はバリケードを設置、またフェンスには間抜きを行いました。結果、工事の様子を拝見した観光客や地元の方々が工事に対して関心を持って頂き、工事内容の説明をさせて頂く機会が度々ありました。

その他、現場出入口付近にはかわいいキャラクターを用いた工事完成予想図や間伐材を使用したフラワーポットを設置し、現場のイメージアップ向上にも配慮しました。



法面の崩壊を抑制する工事をおこなっております！

地元町内会の方々への工事内容の説明

7) 環境面への配慮

今回、植生基材吹付工を実施するに当たり、事前に現場条件や地域景観、現地植生状況を調査、検討した上で環境面や地域性、景観性を配慮し、より現地に適した種子配合計画を実施しました。

(1) 現場条件による検討（平均法面勾配約 70 度の急斜面）

草本群落

- ・根系が浅く、地中に深く入らない
- ・風化土層の発達、浸透水、凍上・凍結等により滑落の恐れ有り

木本群落

- ・根が地中に深く入り、法面の安定度が高まり、防災機能面からも好ましい状態になる

(2) 景観面による検討

現場周辺に国立公園や温泉施設がある観光地



平面的な草本群落よりも立体的な景観となる木本群落が望ましい

(3) 環境面による検討

環境負荷の低減



草本群落よりも木本群落のほうがCO2 吸収率が高い

(4) 種子の検討

外来種による遺伝子攪乱等による自然生態系の破壊問題



全て在来種による緑化計画

以下の観点より、今回の種子配合計画は木本類主体（中・低木型）の、配合種子は全て在来種による緑化計画としました。特に今回播種したコマツナギに関しては、一般的に流通面、コスト面より中国産の種子を使用することが多いですが、今回は純国産の種子を使用し、より地域保全の配慮にも努めました。



草本類主体での緑化の様子



木本類主体での緑化の様子



コマツナギ種子（日本産）
国産は、花のピンク色も濃く
綺麗で景観性が良い！

8) まとめ

当該工事は急斜面で、凹凸の厳しい崩壊法面での非常に現場条件及び施工条件の悪い中での危険な法面作業でありました。しかし、今回紹介した創意工夫、安全対策等を実施し、作業従事者全員一丸となって安全意識の高揚を図り、「安全第一」で作業を行った結果、無事に「無事故・無災害」で工事を完了させることができました。

発注者の方々を始め、お世話になった地元住民の方々、そして日々工事完工に向け作業を行っていただいた各協力業者の皆様に厚く感謝申し上げます。