

災関治山 第901-6号

市宇災害関連緊急治山工事

工事場所：

高知県香美市物部町市宇

発注者：

高知県中央東林業事務所

受注者：

株式会社 谷渕組



# 工事概要

- ・ 土留工（生コン）  
2基  $L= 25.50\text{m}$
- ・ のり枠工（簡易法枠）  
 $A=5,166.28\text{m}^2$
- ・ モルタル吹付工  
 $A= 380.27\text{m}^2$
- ・ 植生基材吹付工  
 $A= 235.58\text{m}^2$
- ・ 仮設工 1.0式

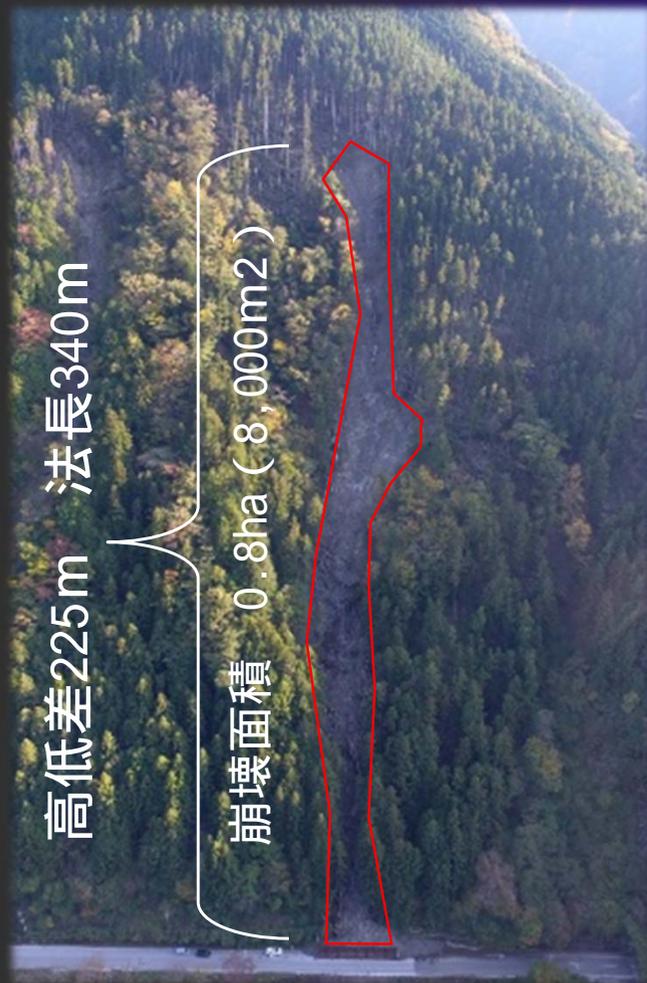


# 工事特性

当該工事は、香美市物部町市宇地区の国道195号で発生した崩壊斜面の復旧治山工事である。



崩壊規模は幅15～30m程度であるが、高さが国道より225m上部から始まる細長い形状で、急峻地形に加え崩壊地内には土砂や風倒木が広い範囲に堆積していた。



崩壊上部に徒歩で移動するには、40分以上かかるうえ、崩壊地外にも風倒木や落石が数多く、現場を徒歩で移動するにも危険の多い現場であった。

国道195号は地域住民の生活道であり、徳島県南部と高知県中央部を結ぶ主要国道であることから、通行量が多く一般交通への配慮が必要であった。



# 当該工事での課題

---

法面整形工における施工の効率化、発生する落石の飛来防止と土砂の集積方法、及び危険度の高い倒木処理作業の施工性・安全性の確保

ケーブルクレーン設備、運搬に係る国道の安全と通行者への影響の軽減、及び運搬作業の安全性と効率化

モルタル吹付工の施工性及び品質確保

上部作業場（高低差225m、斜面長340m）への移動方法

# 課題 -

---

## -1 法面整形工の効率化 落石飛来防止と整形土砂の集積方法

崩壊斜面の頂部（ $H = 225\text{m}$ ）から行う法面整形工において、従来の人力作業では作業員の負担、工程に問題があった。

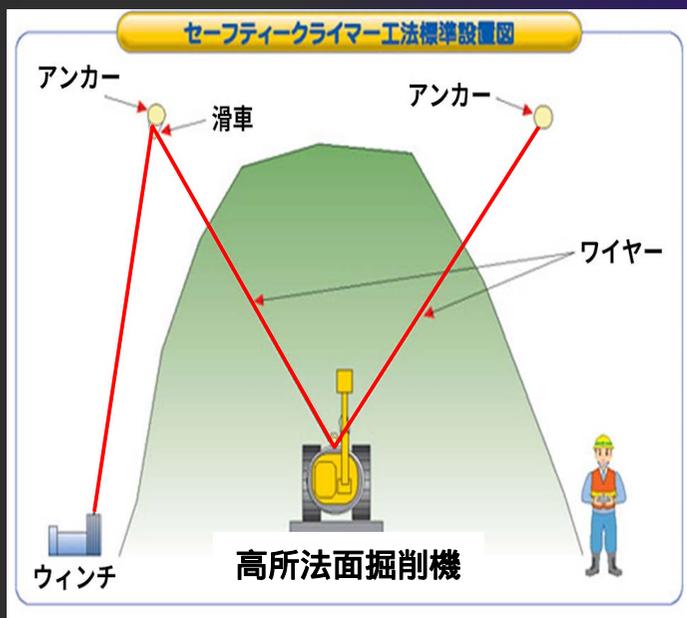
急斜面の広い範囲を、小型バックホウが自在に移動できる  
**セーフティークライマー工法**を提案・実施

法面整形で発生する落石の飛来防止や整形土砂の流出を防ぎ、下方に位置する国道の安全確保が必要となった。

国道から高低差70mの斜面に、落石の飛散防止と整形土砂の集積を兼ね備えた自社独自の**仮設防護柵**を設置

## 【セーフティークライマー工法】

機体をウインチのワイヤーで吊り、高所斜面を自在に移動し、OPが搭乗せずリモコンによる遠隔操作で無人掘削を行った。



## 《セーフティークライマー工法の効果》

1. 通常は機械施工が困難な高所斜面での整形工に無人掘削機を用いることで、人力作業が無くなり、機械施工による効率化により作業日数を約1/2に短縮
2. 法面作業に関する転落災害や重機災害のリスクを低減



## 【独自の仮設防護柵】

国道から高低差70mの斜面上に基礎を不要とする自社製作の土留構造体を用いた仮設防護柵を設置



### 『特徴』

- ・支柱は斜面上に自立するため容易に設置
- ・防護柵の骨格が鋼材のため堅固に設置



## 《仮設防護柵の効果》

1. 高所で発生する落石の勢いと散乱を防ぎ、多量に発生する土砂を集積し、国道の安全を確保
2. 集積した土砂を利用して後続作業（土留工）の作業ヤードを確保



## -2 狭隘地で危険度の高い人力作業の軽減

崩土・倒木の処理作業において、限られた狭い作業場では重機と作業者の『接触災害』のリスクが高い。

上部作業場で玉掛けされた倒木を荷受けする際、荷崩れなど『はさまれ災害』のリスクが高い。

重機と作業者の接近作業や、危険を伴う荷受け作業に作業員を配置しないため、**高機能装置**による作業の**機械化**と**無人化**を実施

## 【フェラーバンチャザウルスロボ】 (高機能林業機械装置)

掘削・掴み(グラップル)・木材の切断  
を1台のバックホウで行うアタッチメント



『バケット機能』



『グラップル機能』



『カッター機能』

## 【ロボキャッチャー】 (自動荷外し装置)

リモコンにより自動で荷外しを行う装置



『ロボキャッチャー』



『リモコン操作』

## 《フェラーバンチャ ザウルスロボの効果》

1. 倒木処理の一連の作業を1台の重機作業に集約し、狭隘地での複数重機の使用が無くなり作業性が向上
2. 人力による木材切断作業を無くし労務負担の軽減と安全性が向上

## 《ロボキャッチャーの効果》

1. 危険な崩壊地での玉掛け作業を軽減し、安全性が向上



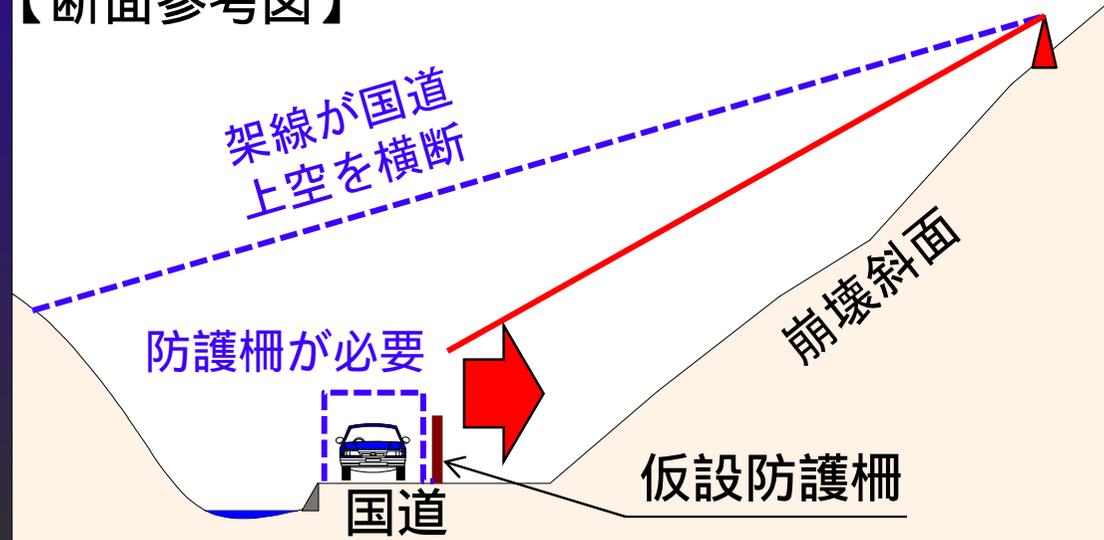
# 課題 -

ケーブルクレーンに係わる国道の安全と通行者への影響の軽減及び運搬作業の安全性と効率化

当初設計では国道から河川を挟んだ対岸の山林から設置する計画であったが、国道利用者への影響とケーブルクレーン作業の安全性と作業性を考慮したうえ、仮設防護柵の内側からの架設を計画実施した。



【断面参考図】



# ケーブルクレーン計画上の制約

- ・ 国道上空に架線を横断させない
- ・ 限られた作業スペースに影響を与えない架設方法

## 【自社独自の門型支柱】

- ・ 主索アンカーとして**グラウンドアンカー**を**垂直**に設置
- ・ 支柱に**堅固な門型支柱**を設置
- ・ 支柱補強に**サポート材**を支柱の**両端**に設置

### 門型支柱の構造規格

- ・ 支柱材、受材、サポート材・・・H鋼350型

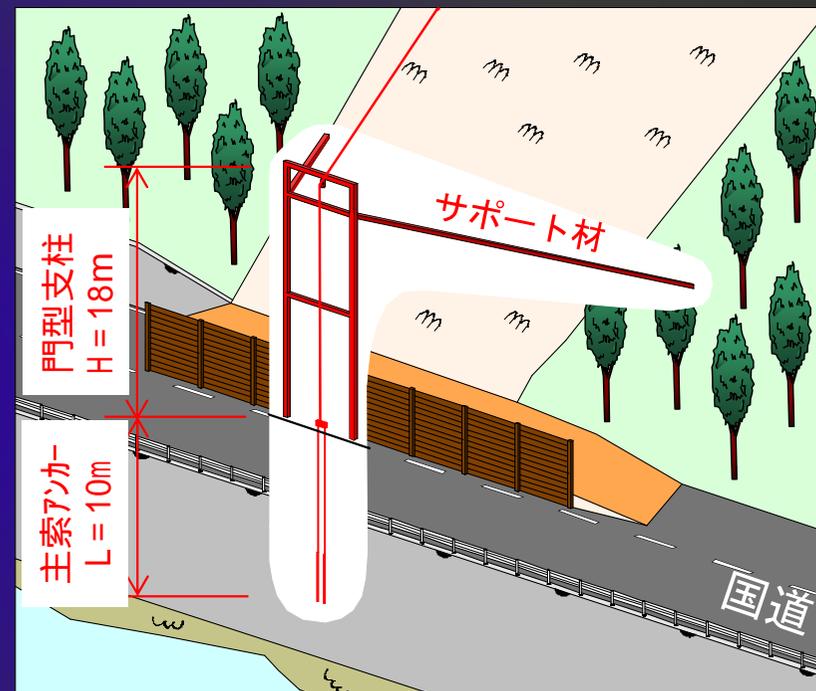
### 主索アンカーの構造規格

- ・ アンカー材・・・ゲビンデスタープ (D26) L=10.00m N=2本
- ・ アンカー耐力・・・200KN/本 × 2本=400KN

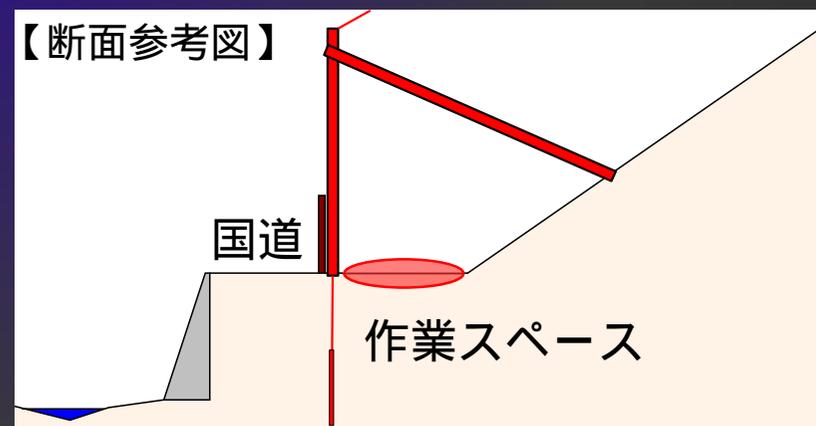
主索線の最大張力260KNの1.5倍

### 『特徴』

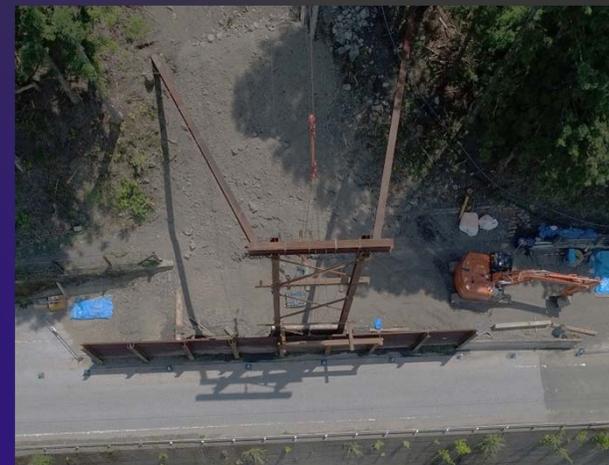
- ・ H鋼材で組立てるため、支柱高さ・支柱間隔等の調整がやすく補強も容易である。
- ・ 主索アンカーにグラウンドアンカーを用いることで、引き抜き抵抗力を引き抜き試験で事前に確認できるため信頼度の高い主索アンカーを造成できる。



### 【断面参考図】



# 自社独自の門型支柱



# ケーブルクレーンの効果

1. 国道の上空架線を無くし、国道利用者の危険を回避
2. 架線設置作業や国道の防護柵設置作業を無くし、通行規制（時間止め）を不要としたことで、国道の利便性・国道利用者の安心感を確保

当初設計・・・50日間の時間規制が必要

実施方法・・・時間規制が不要 **50日の規制を解除**

3. 支柱を防護柵に沿わずことで作業スペースを確保

4. 架線高さが低く、吊り荷の上げ下げの時間を1/4に短縮

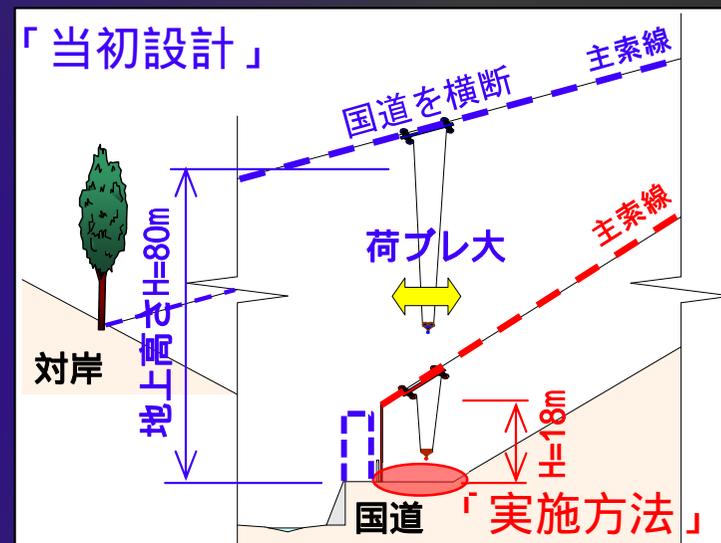
1回の巻き上げ下げ時間が4分から1分となり3分短縮

1日当り30回の稼働で90分短縮 **実作業時間の短縮**

運搬時間を短縮し生コン打設の品質を確保

**作業能率：当初比の1.3倍/日**

5. 架線高さが低い分、荷ブレが少なく、操作性が向上し、危険リスクを低減



# 課題 -

## 厳しい施工条件下におけるモルタル吹付

通常吹付工法で施工が困難な高低差200mを超える範囲でのモルタル吹付に特殊工法「セパレートショット工法」を実施

### 《現場条件による問題点》

- ・ 通常吹付工法の原則吹付範囲の5倍となる位置での施工
- ・ 原則範囲内となる位置への吹付プラントの設置が困難
- ・ 長距離、高揚程となる吹付では、材料分離や圧密不足



# 【セパレートショット工法の実施】

## 《セパレートショット工法 の特徴》

- ・ 長距離、高揚程の圧送を可能にする高圧力対応の吹付機械の使用



- ・ 乾式吹付方式で各材料（細骨材・セメントミルク）を別々に圧送し、吹付け先端の手前で混合して吹付ける

混合は特殊加工されたジョイント管【混合管】により、瞬時に攪拌される



# 《特殊吹付の品質を確実にする取組み》

- 事前に吹付最上部で試験吹付を行い、圧送性と圧密性、強度等を確認、結果を基に日々管理を行なった。
- モルタル材の品質を均一化するため、細骨材のサイクルタイムを緻密に測定し、結果を基にセメントミルクの圧送量を調整することで、吹付け先端での配合精度を高めた。



細骨材プラント  
(排出時間測定)

セメントミルク圧送プラント流量調整例 (1バッチ当り)

細骨材の排出時間 (3分0秒) … セメントミルク ( 9.4L/分 )

細骨材の排出時間 (2分0秒) … セメントミルク ( 10.2L/分 )

# 《セパレートショット工法の実施効果》

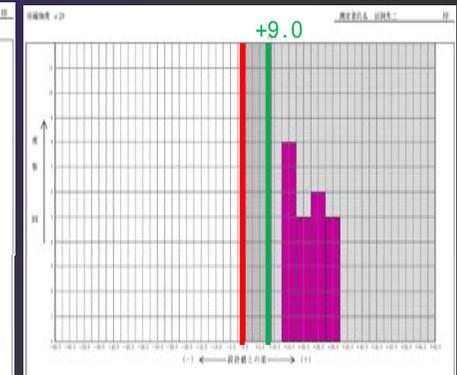
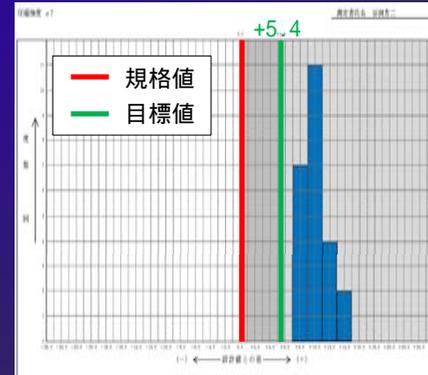
- 各材料を別々に圧送する乾式吹付工法によって、長距離・高揚程吹付けとなる過酷な現場条件下で、排出口での圧力の低下がなく、密実で高品質なモルタル吹付けを実施
- 施工箇所で作成した供試体による圧縮強度試験の結果ではすべてのデータが現場目標値とした設計基準強度18N/mm<sup>2</sup>の1.5倍（27N/mm<sup>2</sup>）以上達成

当該工事の高低差は、四国内で行われた吹付工事の中でも一番高い事例となったが、良質なモルタル吹付に成功

## 【吹付工法的能力比較】

施工可能範囲	通常工法	実施工法	比較
直高（高低差）	45m	225m	揚程能力5.0倍
ホース延長	100m	400m	圧送能力4.0倍

## 【圧縮強度試験データまとめ】 （σ7強度） （σ28強度）



項目	σ7	σ28
打点数（日/回）	24	24
平均強度（N/mm <sup>2</sup> ）	22.6	39.7
最大強度（N/mm <sup>2</sup> ）	27.5	48.7
最低強度（N/mm <sup>2</sup> ）	20.2	31.3
規格強度（N/mm <sup>2</sup> ）	12.6	18.0
目標強度（N/mm <sup>2</sup> ）	18.0	27.0

# 課題 -

---

## 急峻な山地の上部作業場への移動手段の確保 作業員の負担軽減

工事を始めるに当り、最初に問題となったのが上部作業場への移動手段であった。

現場を囲む山林は急峻で風倒木や落石が多く、作業通路の設置が出来る状態ではなかった。

### 《移動手段の条件》

- ・ 安全に現場内を移動出来ること
- ・ 昇降にあまり時間がかからないこと
- ・ 作業員の負担にならないこと

## 【乗用モノレール・プラットホーム】

- ・現場外側に沿った位置に、**乗用モノレール（900kg級）**を設置

作業通路による徒歩移動による疲労やタイムロスを無くし、安全を人員輸送が可能

- ・モノレールのルートに**プラットホーム**を適所に設置

急斜面に設置したモノレールの乗り降り場を厳守して安全を確保



乗用モノレール L=380m



プラットホーム 5箇所

## 《乗用モノレール・プラットホームの効果》

1. 現場の昇降にかかる時間を大幅に短縮

- ・徒歩で片道40分が15分、往復で50分の短縮
- ・使用日数150日間で約125時間のタイムロスを無くした

2. 作業員にかかる疲労が軽減された

3. 作業の進行で変わる作業位置への乗り降りがスムーズかつ安全に出来た



ご清聴ありがとうございました