

# 国立公園内における土砂崩壊対策事例

札幌開発建設部 千歳道路事務所 工務課 ○本間 強  
計画課 小田嶋 正之  
谷口 拓也

一般国道453号千歳市支笏湖畔道路は、約1.8kmに渡り土砂崩壊が懸念される火山灰質の連続斜面が近接している。

本区間において、札幌開発建設部千歳道路事務所では、土砂崩壊対策を実施するにあたり、支笏洞爺国立公園内での景観・樹木伐採・用地制約等を検討する必要があった。

本論文では、これらの各種制約条件に有効な「支柱根入れ式土砂防護柵」を採用したものであり、その対策事例について報告する。

キーワード：防災、自然災害

## 1. はじめに

一般国道453号のうち千歳市支笏湖畔の区間（以下支笏湖畔道路）は支笏洞爺国立公園内に位置し、シーニックバイウェイの「支笏洞爺ニセコルート」を形成するなど、観光路線であることはもとより、バス路線及び救急搬送ルートとなる重要な路線である。

しかし、急斜面が連続し、落石・表層崩壊・雪崩などの斜面関連災害（写真-1）が多く、H16年の台風18号（風台風）以降顕著になった倒木や鹿の食害など、斜面の状況は悪化している。（写真-2）

災害事象発生や警戒のための通行止めも頻発しており、対策を講じることが喫緊の課題である。

本稿では、斜面災害のうち、表層崩壊対策として、「支柱根入れ式土砂防護柵」を採用した事例の報告を行うものである。



写真-2 鹿の食害による荒廃や強風による倒木

## 2. 地形・地質概要

支笏湖畔道路の一部（対策範囲）（図-1）は、崩壊の跡が目立つ区間で、H17.9の豪雨時に発生した表層崩壊時には、崩壊土砂が現道まで達した。（写真-1）



写真-1 H17.9に発生した表層崩壊

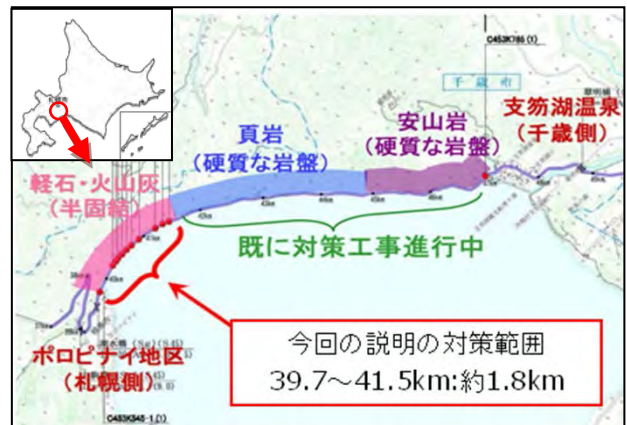


図-1 支笏湖畔斜面対策範囲位置図

本対策範囲の地形・地質は以下のような特徴を有する。  
(図-2)

また、国立公園内であることから、地形改変と景観に配慮している。

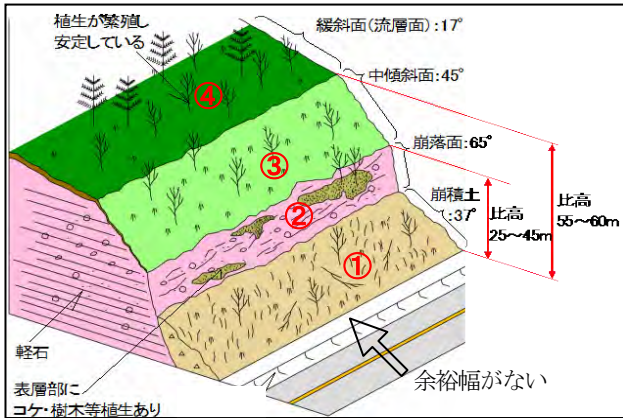


図-2 地形地質模式図

(1) 地形・地質

- ・基盤地質は軽石・火山灰。半固結で脆い。
- ・表層は、厚さ数十cmから1m程度の斜面堆積物。ただし、端部の崩積土は厚い土砂。
- ・地形は現道付近から順に①崩積土からなる斜面、②軽石の急崖面、③中傾斜斜面および緩斜面、④植生が繁殖して安定している緩斜面。

(2) 斜面変状の機構

かつて②の部分の崩壊により①が堆積したとみられ、長期的にみると今後も繰り返すと考えられる。

(3) 想定される災害種

①および②における「表層崩壊」

当斜面对策の対象は、②を主とする表層土砂（植生、表土および軽石からなる風化生成物）である。

3. 土砂崩壊対策の選定

斜面对策は、斜面对策工（予防工）と待受工（防護工）から抽出し、比較、検討を行う。（図-3）（表-1）

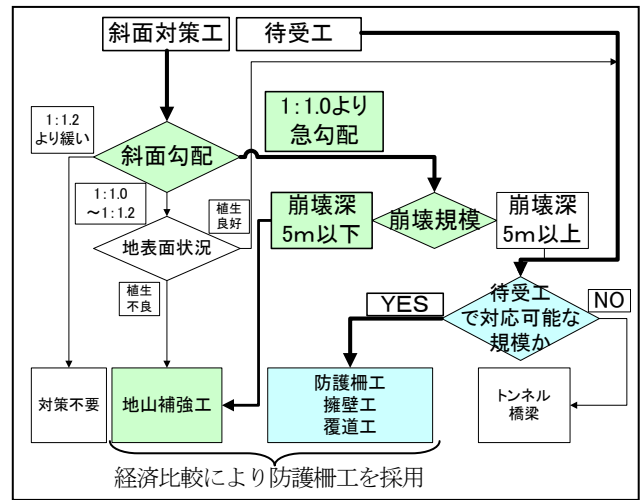


図-3 土砂崩壊対策選定フローチャート

※道路土工 切土工・斜面安定工指針を参考に作成。

(1) 斜面对策工（予防工）

斜面对策工は発生源に直接行う対策で、斜面の風化・浸食の抑制や崩壊発生を予防する工法である。

斜面そのものへの対策は、自然保護の視点からは回避することが望ましく、ワイヤーロープ併用鉄筋挿入工の場合、広範囲に用地を取得することが前提となる。

その結果斜面对策工は対策面積が大きく、施工費が高く、用地取得費も必要であるため、経済性で待受工に劣る。

(2) 待受工（防護工）

待受工は、崩壊により発生した崩土の運動を停止させるなど、道路を防護するための待受け工法である。

土砂衝撃力と堆積土砂の土圧に耐えうる構造のものを選定する必要がある。

待受工は土提や擁壁のような構造物が一般的であるが山側の斜面勾配が急で、崩土のポケット容量が確保できない場合は、覆道を用いる。

表-1 対策工比較表

区間2	斜面对策工（予防工）		待受工（防護工）		
工法	ワイヤーロープ併用鉄筋挿入工	鉛直式防護柵工法	防護補強土土工法	重力式擁壁工法	覆道工法
概要図					
概算工事費	本体 97.1万円/m 仮設 35.7万円/m 合計132.8万円/m(別途用地代)	本体 65.7万円/m 仮設 20.1万円/m ◎合計 85.8万円/m	本体 24.3万円/m 仮設 47.8万円/m 地盤改良 19.9万円/m 合計 92.0万円/m	本体 53.1万円/m 仮設 39.8万円/m 地盤改良 15.0万円/m 合計 107.9万円/m	合計 240.0万円/m

※斜面对策工は施工時の交通に与える影響が少ない。※覆道工は施工時に通行止めが発生する。



当対策範囲は表層部が火山灰層であり、土堤や擁壁の場合、支持地盤に達するまで地盤改良が必要となる。急斜面が道路に迫っているため、地盤改良のための掘削は、斜面切土量が多くなり、これを回避するための仮締切が必要となる。

これらを考慮し、概算工事費を算出した結果、待受工の中でも鉛直式土砂防護柵が最も安価となった。

さらに、土堤を採用した場合、道路景観上の圧迫感と景観阻害は避けられない。土砂防護柵であれば問題ないと判断した。(図-4)

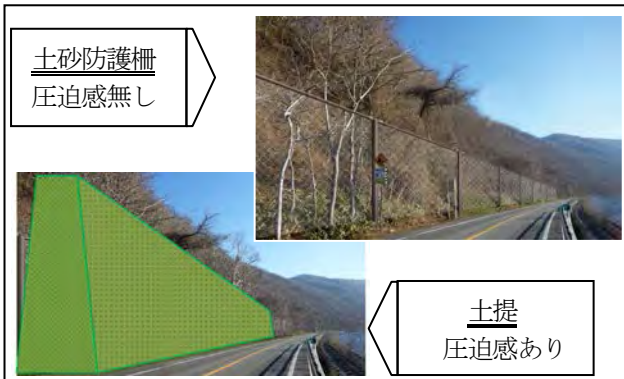


図-4 フォトモンタージュ

### (3) 新技術の採用

これまでの土砂防護柵は、当対策範囲のような用地および崩土ポケットの少ない狭小現場において、土圧のような大きな荷重に耐えるものではなかった。

工法選定において、新技術の採用を模索したところ、土圧に耐えうる新技術工法である土砂防護柵「スロープガードフェンス工法」(HR-10008-A)がNETIS登録されていたので、当工法の採用を検討した。

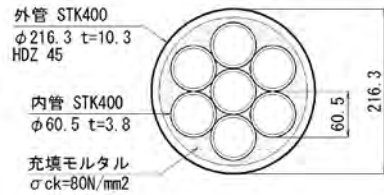


図-5 支柱根入れ式土砂防護柵 支柱断面図

北海道での採用実績は、当支笏湖土砂崩壊懸念区間のみである。ただし、JR(新幹線)新茂辺地トンネルの雪崩防止として使用した例が1件ある。

### (2) 支柱根入れ式土砂防護柵の概要

従来の防護擁壁では軟弱地盤の場合、杭基礎か地盤改良を用いる必要があるが、抑止杭(抑え杭)の考え方をういて支柱・基礎一体の支柱根入れ式土砂防護柵を採用した。その概要を以下に示す。(図-6)

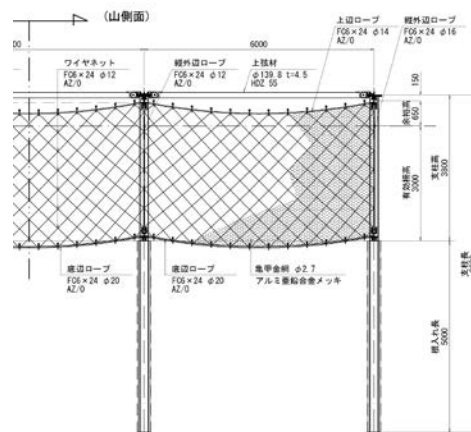


図-6 支柱根入れ式土砂防護柵正面図

## 4. 「支柱根入れ式土砂防護柵」の現状と課題

### (1) 開発の背景

土砂防護柵が開発された背景は、自然環境の保護とコスト削減を意識した対策が求められるようになったことや、適する対策案がなく、対策が後回しになっていた箇所対策を実施するに至ったことが考えられる。狭小現場において擁壁や土堤は、掘削範囲が広く、地形変化が大きいため、地形変化や掘削の少ない鋼構造(H鋼や鋼管)での対策が望ましいが、耐力が小さいため、土圧に耐えられず採用できなかった。

NETIS登録された土砂防護柵は、鋼管柱に鋼管を内在させ、モルタルで充填し、(図-5)高エネルギーにも耐えうる部材であり、当対策範囲のような条件に適するものであると考えた。

- ・地山に直接支柱を建て込み、支柱間にパネル式ワイヤーネットと高強度・高耐破網性の二重撚線六角亀甲金網を張った土砂防護柵で土砂を捕捉する。
- ・支柱には、鋼管内部に束ねた小口径鋼管を配置し(蓮根型)、鋼管の隙間にモルタルを充填することで、剛性・靱性を向上させた新型耐荷材を使用する。(図-5)
- ・支柱を地山に直接建て込むことが可能で、従来工法であるコンクリート擁壁に比べ地山の掘削や樹木の伐採が最小限で済み、自然環境の負担が少ない。
- ・杭基礎形式のため、地盤支持力の低い地盤で計画が可能である。

### (3) 施工時の課題とその解決策

施工に際し想定した課題は下記の3点であった。

### a) 火山灰による孔壁閉塞

支柱は、削孔した穴に支柱を挿入し設置するが、表層付近の火山灰により孔壁が保持できず、穴が閉塞する事象が想定された。

一般的な孔壁の保持は、安定液（泥水）を入れて孔壁を保持するが、孔口や火山灰の隙間から安定液が発散する可能性があったため、湖水の水質保護の観点から、汚水の発生を防ぐ「孔壁保護管」を採用した。

削孔径は通常、鋼管径+100mm程度で行うが、当支柱（杭）には工場溶接されたブラケット（金網取付け金具）があるため、鋼管径+100mmではケーシング引抜時にブラケットが引っ掛かり、ケーシングが引き抜けないことが分かっていた。このため、ブラケットの分も含まれた大きな掘削径が必要であった。

そこで、大口径掘削と孔壁保護管を使用した通常掘削の経済比較を行った。（図-7）

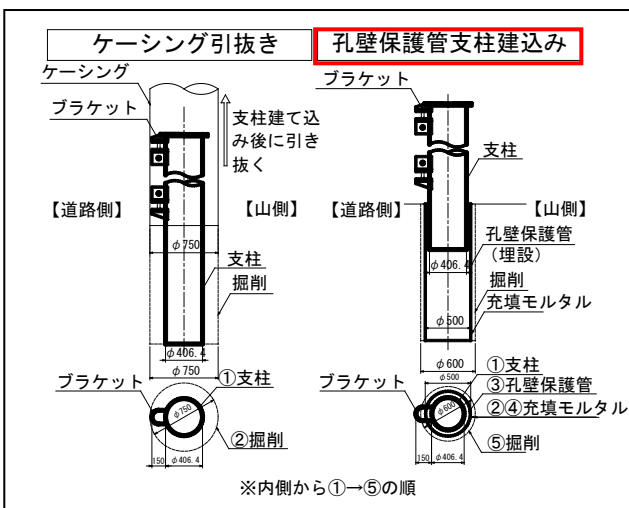


図-7 孔壁保護管の使用方法

大口径掘削手順：①φ750で削孔→②削孔と同時にケーシングを挿入→③支柱挿入→④ケーシング引抜→⑤モルタル打設。

通常掘削手順：①φ600で削孔→②削孔と同時にケーシングを挿入→③孔壁保護管挿入→④ケーシング引抜→⑤モルタル打設⑥支柱挿入→⑦モルタル打設。

削孔費の差額は、孔壁保護管材料費を上回ったため、孔壁保護管を使用した通常掘削が割安となった。

また、孔壁保護管と杭との隙間は50mm前後を基準としたが、杭を継ぎ足した場合は、ボルトを考慮した保護管径に変更する必要があった。

### b) 定尺以上の杭継ぎ

鋼管杭とは異なり、工場制作されたモルタル鋼管柱は、現場において任意に切断、延長することができない構造となっている。

これは、メッキ品であるため、現場溶接の際には有毒ガスが発生することや、溶接部周辺のメッキの品質低下

につながるため、工場にて溶接し、メッキを施す。

当対策箇所に採用する土砂防護柵は、支柱（地上部）・杭（地下部）が一体であるため、定尺長12mを超える支柱があった。

このため、作用応力が小さい地中先端部で継ぎ手を設け、鋼管を接続することとした。

継ぎ手部から上は、モルタル鋼管柱に鋼管杭を工場溶接したもので、これを現地でボルト接合した。

### c) 道路縦断勾配部の杭打設

施工区間は縦断勾配 7.1%の箇所があり、三点式杭打ち機の場合は、施工箇所ごとに水平を保つための水平レールや敷き板等が必要となるが、リーダレス杭打ち機を使用することにより、車両が傾斜しても、容易に杭の打設ができるよう配慮した。（図-8）

これにより、連続掘削が可能となり、工期が短縮された。

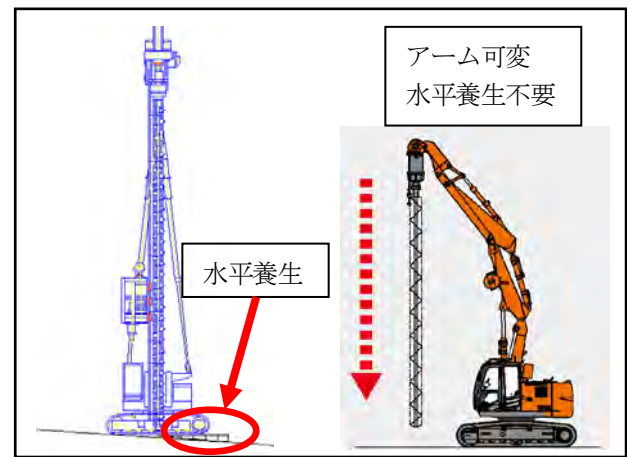


図-8 三点式杭打ち機とリーダレス杭打ち機

## 5. 考察

当工法は、以下の条件によって選定された。

- ・国立公園内であり、景観に配慮する必要がある。
- ・用地取得、樹木伐採が困難である。
- ・法面崩壊対策であり、対策範囲が広い。
- ・道路と斜面間が狭く崩土ポケット容量が少ない。
- ・地表面付近が火山灰で構造物の支持層に適さない。

モルタル鋼管柱は擁壁や土提に比べて単位延長では高価であるが、用地買収や樹木伐採費、施工日数を考慮すると総合的に安価になる場合がある。また、施工が容易であることや、道路に近いため維持管理しやすいなどの優位性もある。

このように、一般の斜面崩壊地対策においても対策の選択肢の一つとして挙げられるものである。最近では、雪崩対策として採用されている例もあり、土砂崩壊のみでなく、各種斜面災害の対策として有効であると考えられる。

## 6. おわりに

本報告では、土砂崩壊対策として「支柱根入れ式土砂防護柵」を採用した事例を紹介した。現在、土砂崩壊懸念箇所11箇所のうち4か所の対策工事を完了した。現時点では土砂防護柵までの崩土の到達は見られない。

また、冒頭で述べたように、近年当該地域で斜面災害が増大した原因の一つとして強風を伴った台風や鹿の食害による地山表層の荒廃化が挙げられている。

荒廃化した区間については土砂防護柵の設置で現道の安全確保を急ぐ一方、今後の荒廃化拡大防止についての協議を環境省や林野庁と行っていくことも必要と考えている。

これらを踏まえて、残る箇所の土砂崩壊対策を鋭意進行するとともに、対策完了までの期間は、パトロール等

によるソフト対策を行っていく所存である。



写真3 完成した土砂防護柵