

狭隘な施工区域での法面对策工の計画事例

ニタコンサルタント株式会社 ○法人会員 美馬 成一郎
正会員 大和 直也

1. はじめに

当該計画対象は、水力発電所の導水管の左右斜面である。対策する斜面を写真1に示す。対象斜面は、経年的な表層崩壊や落石等が発生しており、導水管等への発電施設への影響が懸念されてた。また、写真1からも分かるように対策工のための施工区域（作業箇所）は上空の高圧線や施工区域が狭隘であるため索道仮設や建設重機（バックホウ等）の使用が困難であった。このような施工環境の中、当該区域の法面对策工を実施することが目的となった。

2. 調査検討事項

1) 仮囲い設置スペースの調査

仮設工は、上空制限により標準的な仮設防護柵の設置が困難であることから、仮囲いを設置できる箇所の調査や範囲および構造について検討した。

2) 対象斜面の安定勾配の検討

斜面の抑止計画を立案するために現状の崩壊勾配や発生している落石の大きさを調査した。

3) 斜面安定工法の検討

斜面对策は、仮囲いによる安全対策を選定したため、通常为重機による大規模な法面施工はできない。そのため、小規模な人力による切土および人力施工による工法を検討した。



写真1 計画対象地

表1 当箇所の制約条件

導水管（保全対象）	導水管の左右斜面の安定勾配での切土は掘削土量が多くなり困難。
高圧線	施工区域の上空に張り巡らされた高圧線によりクレーン作業や索道仮設ができない。
国道の現道交通の確保	工事期間中の土砂の崩落や落石に対して標準の仮設防護柵による防護ができない。

2. 手順

1) 斜面安定計算

崩壊履歴から地山の安定勾配を1:1.2と設定し、法裾からこの勾配より上に堆積している土塊を対象として抑止工を計画した。土質定数は、一般的な二次元の斜面安定解析の逆算法により決定した。その時の現況安全率は、 $Fs0=1.00$ とし、つり合い条件を満たす（ C 、 ϕ ） $C=3.0\text{k/m}^2$ 、 $\phi=31.88$ 度を算定した。

計画安全率は、保全対象により通常 $Fs=1.05\sim 1.20$ で定められる。ここでは、発電設備の重要度から $Fsp=1.20$ とし、必要抑止力 $Pr=19.0\text{kN/m}$ とした。

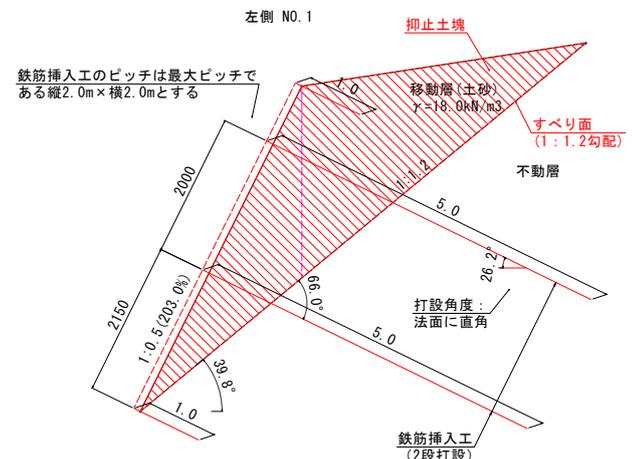


図1 設計計算モデル図

2) 対策工法の選定

対策工法は、人力施工による斜面整形と材料運搬を考え、部材重量が軽く、人力で整形した斜面に直接施工ができる地山補強土工（ネット）を採用した。採用した本工法は、補強材（鉄筋挿入工）とネット（正方形の鋼より線）を支圧板により連結し、これらの相互作用により斜面の安定化を図るものである。検討の結果、鉄筋長 $L=5.0\text{m} \cdot 2$ 段打設・配置間隔 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ピッチ（千鳥配置）が最も経済的であった。

3) 施工計画

仮囲いは、導水管左右の既設の土留擁壁天端に設置されている転落防止柵に番線で固定する計画とした。

地山補強土工の部材や掘削残土は、モノレールを設置して搬入や搬出を行った。部材は軽量であるため人力で敷設できるが、補強材の削孔径は $\phi 90$ と大きい。そのため、削孔方法は、ロープ足場工法（人力）と無足場工法（SD工法）が考えられたが、削孔径と削孔長の制約から無足場工法を採用した。

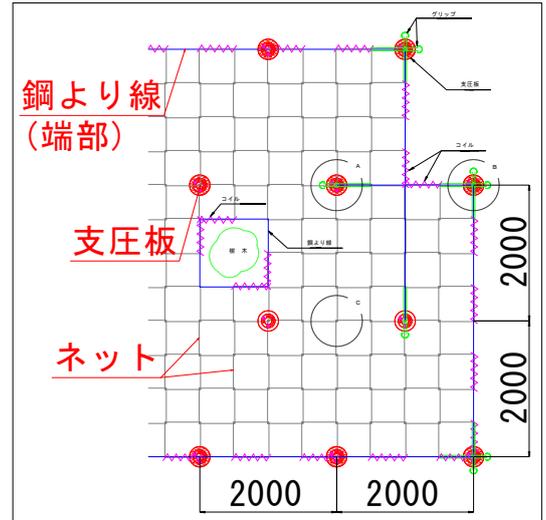


図2 地山補強土工構造図



写真2 仮設状況



写真3 無足場工法施工状況

表2 削孔検討・概要

削孔方法の検討

1. クレーン式ドリル	→ 大型重機の搬入が不可能
2. 定置式ドリル(足場設置)	→ 当箇所での足場の構築が不可能
3. ロープ足場工法	→ 足場は不要であるが削孔長が対応していない(削孔長 $L=2.0\text{m}$)
4. 無足場工法	→ 足場不要、削孔長 $L=7.0\text{m}$ 以下(施工可) 採用

無足場工法 (SD) 概要

- 無足場工法 (SD工法) 概要
- 削孔方式
→ 単管、自穿孔式削孔、二重管削孔
 - 削孔 : $45 \sim 90\text{mm}$
 - 削孔長 : 7.0m 以下

1. おわりに

本対策は、水力発電の導水管左右の斜面对策の一例である。全国にある水力発電所は、建設年度も古く周辺斜面の風化侵食も本事例と同様に進行していると予測される。また、対策立案時に高压線による上空制限や現道交通への影響等、本事例と同様の課題も発生することが考えられる。当設計事例が施工制限の多い現場での課題解決の参考になれば幸いである。



写真4 地山補強土工
(ラス張併用)