

2 施工計画

架空線直下における既設構造物を生かした 落石防護柵工法の提案

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

工事課長

技術管理室課長

小林 信敬[○] 杉木 雅

1. はじめに

本工事の施工箇所は、北安曇郡白馬村倉下地区と県道を結ぶ村道3067号線沿いに位置する。この村道では、毎年のように落石が発生しているが、村道の斜面上部には露岩部斜面が広範囲に確認されており、凍結融解作用による緩みやカモシカ等の野生動物の行動が原因と考えられる。(図-1)

そこで、迂回路が無く、村道を生活道路として利用している地域住民の安全確保のため、落石対策工事を進めている。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度 村道災害防止工事
- (2) 発注者：白馬村役場（長野県北安曇郡）
- (3) 工事場所：北安曇郡白馬村 字 倉下
(村道3067号線)
- (4) 工期：令和2年5月25日～
令和2年12月24日



図-1 施工箇所村道上部斜面 露岩斜面

過年度の施工ブロックでは、アンカー式の高エネルギー吸収型落石防護柵工を進めてきた。しかし、本工事では前述した露岩部斜面の岩塊にアンカー工を施工しなくてはならず、施工中の安全面やアンカー品質確保を考慮して、杭式の高エネルギー吸収型落石防護柵が計画されていた。

現地確認において、既設の重力式擁壁背面に施工する場所打杭工の直上には、複数の配電線や通信ケーブル等の架空線が存在し、施工を進める上で支障になると考えられた。当初は、架空線の移設が着手前に完了する計画であったが、打合せを進める中で移設が難しいとの回答から、杭式工法の防護柵の設置が不可能と判断された。(図-2)

そこで、変更案の検討を進める中で、既設擁壁を生かした、架空線直下でも施工可能な落石防護柵工法を提案し実施することとした。



図-2 施工箇所直上 架空線

2. 現場における問題点

① 架空線近接部での杭式落石防護柵工の施工

前述の通り、本工事では杭式の高エネルギー吸収型落石防護柵工であったが、施工では大口径ボーリングマシンを足場上に設置し、掘削および支柱建込を行う計画であった。しかし、機械本体や支柱材、クレーンが通信用架空線や配電線と完全に接触する形となるため、杭式工法での施工は不可能であり、工法検討が必要であった。(図-3)

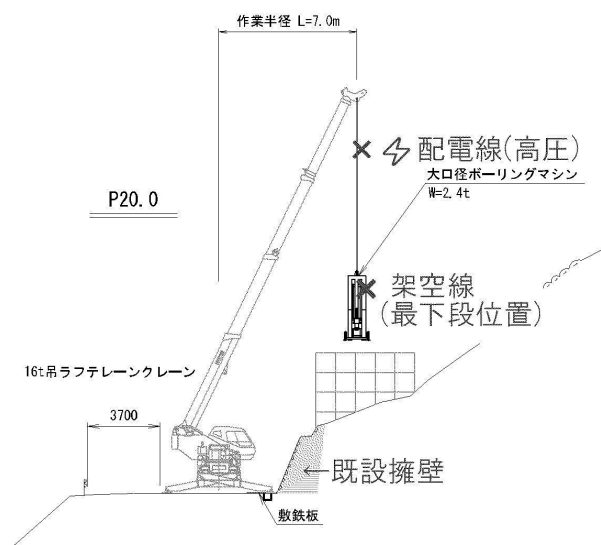


図-3 杭式工法と現地架空線の位置関係

② 落石防護柵設置精度の確保

落石防護柵の設置において、想定した落石捕捉効果を発揮する上では、防護柵の正確な位置関係や既設構造物の形状の把握が必要である。また、防護柵の関係材料の大半は、製作日数を要することから、部材の数量算出に精度を求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 架空線近接部での杭式落石防護柵工の施工

架空線の切断や感電事故の防止を考慮しつつ、所定柵高や性能を確保した上で施工可能な落石防護柵の工法検討が求められた。

本現場は、施工箇所下方の道路脇に既設コンクリート擁壁が施工されており、劣化や損傷もほぼ見られなかった。そこで、健全性の高い既設構造

物を活かした構造物設置型落石防護柵（TFバリア工法）を提案し、変更採用された。(図-4)

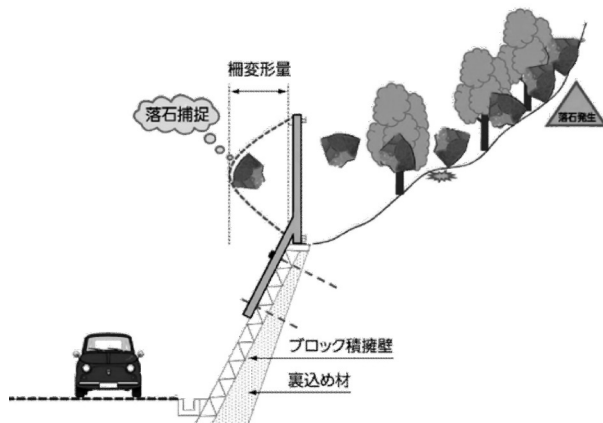


図-4 構造物設置型落石防護柵 落石捕捉イメージ

イ) 構造物設置型落石防護柵の特徴

構造物設置型の落石防護柵の支柱材は、既設擁壁天端に直接設置が可能な「くの字」型の支柱になっている。そのため、材料加工依頼の際に、既設擁壁の形状や勾配をあらかじめ計測して発注することにより、現場での設置作業が容易（上部からではなく、側方からの設置が可能）となる。

また、落石防護柵の控えの施工にあたっては、支柱と擁壁接点部で落石捕捉時に支柱基礎反力体を形成することから、山側方向への控えロープの施工が不要な工法である。特に当現場のように、防護柵背面の斜面が不安定な露岩斜面の様な現場条件では、安全面や品質確保の点で優れている。

そして、エネルギー吸収機構として、各種ワイヤー類に作用する張力を緩和するプレーキリング、および支柱と擁壁にかかる荷重を緩和するゴム緩衝材の2種類の衝撃緩衝装置を有することにより、効果的な落石捕捉を可能としている。(図-5)

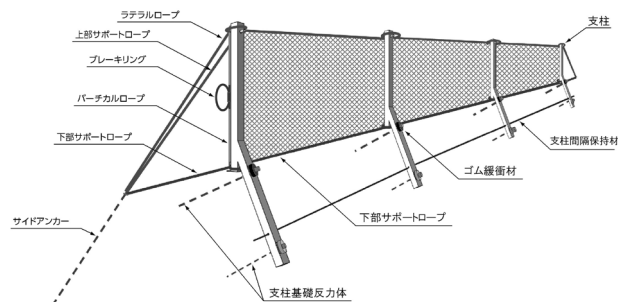


図-5 構造物設置型落石防護柵 構造図

ロ) 当初設計と変更案との経済性比較

当初設計にある杭式工法による落石防護柵工は、架空線等による現場条件から施工が難しいと判断されたが、同じ設計条件にて構造物設置型の変更案で経済性比較をすると以下の様になる。

(表-1)

- ・ 落石条件：落石衝撃エネルギー E=200kJ
- ・ 柵条件：計画柵高さ H=3.0m
- ・ 冬季積雪の雪圧作用の考慮：あり
- ・ 施工数量：施工延長 L=60.0m

表-1 当初設計と変更案との経済性比較

当初	落石防護柵工 (杭式)					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費)	落石防護柵	杭式	60.0	m	¥351,300	¥21,078,000
	仮設足場工	単管足場	585.0	空m3	¥3,260	¥1,907,100
施工延長 60m当						
	合計					¥22,985,100
						1mあたり ¥383,085

変更案	落石防護柵工 (構造物設置型)					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費)	付帯工	調整コンクリート	60.0	m	¥29,900	¥1,794,000
	落石防護柵	構造物設置型	60.0	m	¥260,600	¥15,636,000
施工延長 60m当	仮設足場工	単管足場	610.0	空m3	¥3,260	¥1,988,600
	仮設足場工	掛足場	160.0	掛m2	¥3,200	¥512,000
	合計					¥19,930,600
						1mあたり ¥332,177

上記の経済性比較の表から、単位施工延長あたりの概算工事費において、変更案は当初設計と比較して経済性が高いことが分かる。

ハ) 適用結果

架空線近接部の施工による事故防止を目的とした構造物設置型落石防護柵工の変更提案により、足場上でのダウンザホールハンマー削孔や支柱建込に伴う架空線近接作業のリスク低減が図られ、安全管理において非常に有効であった。

また、経済性の比較において、変更案では調整コンクリート等の付帯工の増工や作業に伴う施工日数増加が見込まれるが、仮に施工前に架空線の移設が可能であった場合でも、変更案の方が経済性において優位であることが確認された。

② 落石防護柵設置精度の確保

イ) 施工用丁張の設置

落石防護柵の施工において、計画位置での施工可否や材料形状の確認、製作日数を要する各種部材数量の正確な算出が重要となる。そこで落石防護柵施工イメージの可視化と数量算出を目的として、施工用丁張を設置した。(図-6)

施工用丁張には、一般的な丁張板材および伸縮ポールを用いた。設計の支柱ピッチにて支柱材形状を元にした疑似支柱を作成し、既設構造物に設置した状態とワイヤー類の位置関係を確認した。



図-6 落石防護柵 施工用丁張設置

施工用丁張の設置後は、設計の落石防護柵設置時の各種部材の取り付け状態や不具合箇所の有無の確認を行った。その際、既設構造物勾配と支柱材加工角度の関係により、部分的に隙間が出来てしまうことが確認できた。(図-7)

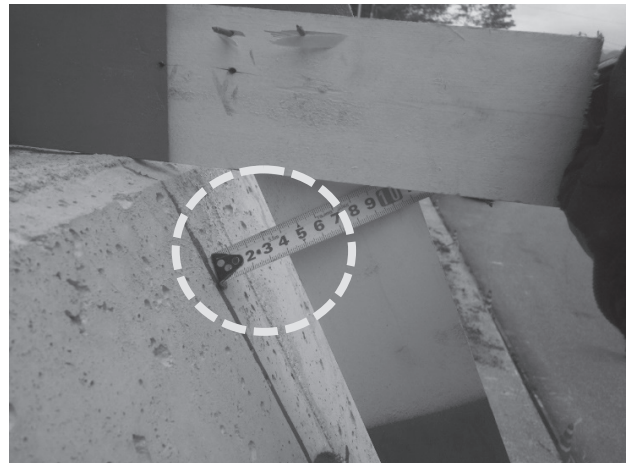


図-7 既設構造物と施工用丁張との隙間

ロ) 縦断勾配の解消

構造物設置型落石防護柵の設置では、既設構造物の形状や勾配を考慮する必要がある。今回は、擁壁天端に縦断勾配（約3度）があるため、支柱が垂直に設置することできない状態であった。

そこで、勾配調整による支柱設置時の垂直確保を目的に、支柱底部に設置するずれ止め防止部材付きの角度調整プレートを製作した。（図-8）

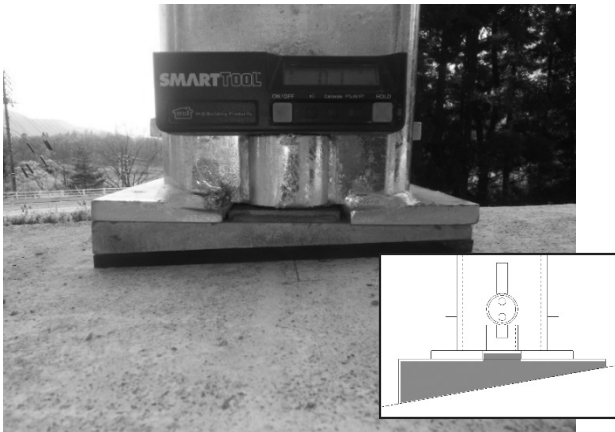


図-8 支柱勾配調整用 角度調整プレート

ハ) 適用結果

落石防護柵施工精度の確保を目的として、施工用丁張を設置することで、正確な材料数量が算出され、本施工時には材料の不足や無駄もなく施工が完了した。また、支柱設置前に空隙処理の必要性が確認できたことで、施工段階での不具合対応による手待ち等の予防処置に繋がった。そして、擬似支柱を設置して施工イメージを確認する事により、架空線との離隔を考慮した支柱材の吊り方の具体的な検討が可能となり、施工中の架空線接触や切断事故の予防に繋がった。（図-9）



図-9 落石防護柵 支柱設置

4. おわりに

本工事では、架空線近接施工の安全性を考慮した工法検討が必要となり、構造物設置型の落石防護柵工法の変更提案を採用頂いた。変更案では、落石防護柵としての必要な品質や機能を確保しつつ、当初設計案より高い経済性を確保することが可能となった。

全国各地の既設擁壁の天端には、従来からの支柱埋設型の落石防護柵が多く見られる。しかし、国土強靱化として防災施設の機能強化を進める中で、既存施設では柵高不足や高エネルギー吸収型への対応等、追加施工や新規更新等が必要なケースは少なくないと思われる。インフラ施設の維持更新費用が問題となる昨今において、今回施工した構造物設置型落石防護柵工は、既設構造物を活用した費用対効果に優れた工法であると感じた。

そして、従来からの施工用丁張の設置による施工精度の確保では、数量算出と共に、可視化による安全性の向上において非常に有効であった。

今後の課題として、生産性向上の上では3次元モデル等のICT技術の活用が欠かせないが、従来技術の長所との融合により、更なる生産性及び安全性向上に取り組む必要があると考えている。

結びとなりますが、本工事の施工にあたり、ご指導ご協力いただいた発注者および工事関係者、そして、地元の皆様方からの御理解の元に無事故での工事完成に、深く感謝申し上げます。



図-10 現場完成