

ワイヤー掛け工と岩盤接着工法併用による落石対策

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○淀 健, 松尾 賢, 片山 浩一, 平本 光鋭, 榎原 裕希

1. はじめに

JR大糸線は、北アルプスの東側を高瀬川・姫川に沿って走る、松本駅と糸魚川駅を結ぶ路線である。冬季の降雪も多く、周辺には行楽地やスキー場があるため、観光客のアクセスに利用されている。

大糸線の当該箇所は、姫川によって形成された河岸段丘斜面である。斜面上部には不安定な岩塊が存在し、定期的な検査を実施し管理している（図-1、写真-1）。

岩塊は、用地外である線路上部約90mの急斜面上に位置（図-2）しており、斜面途中で数多くある突起や凹凸による想定以上の跳躍の可能性がある。想定落石エネルギーは8,000kJを超えていた。線路近傍での待受け対策では、斜面上に複数の擁壁及び落石覆いを設置する等、大規模な対策となるため、発生源対策を検討することとした。

本稿では、発生源対策として採用したワイヤー掛け工と岩盤接着工法併用による落石対策についての概要を報告する。

2. 対策工の検討

2-1. 現場状況

当該斜面は、湧水の無い岩盤斜面であり、以下の特徴がある。

- ・オーバーハングした岩塊（4.0m×2.1m×1.0m）を有する（写真-2）
- ・周辺には転石が多数存在しており、表面にはひび割れや風化が見られる
- ・地権者との協議により、立木伐採が不可

2-2. 岩塊撤去の検討

まず、発生源対策として、岩塊の撤去を検討した。

対象岩塊をとり除くためには、現地近傍までの道路等がないため搬出用モノレールの延長が長くなり、急斜面上に大規模な仮設足場等の設備が必要となる。また、施工中に万が一落石が発生した場合の線路防護設備の設置等、仮設費及び工期が膨大となるため、別の対策を検討した。

2-3. ワイヤー掛け工の検討

次に発生源対策として、岩塊を押さえつける工法として、ワイヤー掛け工を検討した。

当該岩塊は大きくオーバーハングしており、常時状態において滑動する力が大きく、ワイヤー掛け工の設計はワイヤーが25本以上、アンカーは50本以上必要になる結果となった。ワイヤーおよびアンカーの間隔が非常に密（約0.16m間隔）となり、アンカー位置が近傍で定着を確保できない。また、ワイヤー設置範囲に立木が多数存在していることで、伐採が必要となり、地権者交渉等の新たな課題が浮上してくる。

そこで、オーバーハング部を解消し、常時荷重による滑動を防止することを目的とし、ワイヤー掛け工に併用する補助工法の検討を行った。

2-4. 補助工法の検討

ワイヤー掛け工の課題及び当該岩塊の環境条件から以下のとおり課題と対策を整理した。

キーワード 落石対策、岩盤接着工法、表面保護

連絡先 〒380-0935 長野県長野市中御所 1-8-13 東日本旅客鉄道（株）長野土木技術センター TEL 026-224-3378



図-1 位置平面図



写真-1 航空写真

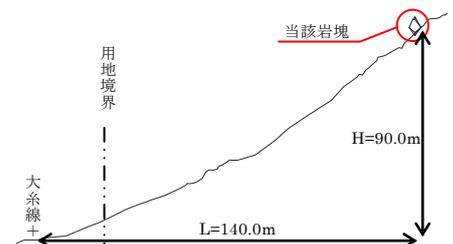


図-2 断面図



写真-2 当該岩塊

1) オーバーハングしている岩塊の安定化

根固め工を施工することにより、岩塊と地表の岩盤を一体化させ、常時状態で作用する滑動する力の軽減を図る（図-3）。これにより、ワイヤーが負担する主な力を地震時の転倒とし、ワイヤー本数の低減を図る。

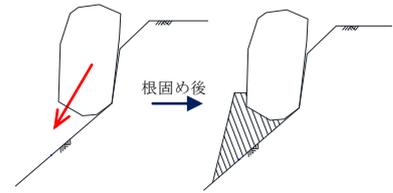


図-3 根固め工断面図

2) 周辺の転石との一体化

岩塊が落下する時に、周辺の転石を巻き込んで落下する危険性があるため、周辺岩塊と一体化することで落下防止を図る。

3) ひび割れ補修及び風化防止

岩塊表面には経年劣化による剥離・剥落が見られるため、表面を被覆することで風化防止を図る。

表-1 強度比較表

	一般モルタル	特殊モルタル
圧縮強度基準値(N/mm ²)	18.0	30.0
曲げ強度基準値(N/mm ²)	3.0	5.0
引張接着強度基準値(N/mm ²)	0.1	0.3

表-2 各試験結果

	設計値	実測値
圧縮強度基準値(N/mm ²)	30.0	37.2
曲げ強度基準値(N/mm ²)	5.0	6.7
引張接着強度基準値(N/mm ²)	0.3	0.8
引抜試験値(kN)	35.0	36.0
吹付け厚(mm)	50	62

上記課題を満足できる補助工法を検討し、岩盤接着工法を選定した。

3. 岩盤接着工法概要

岩盤接着工法は、プレミックス製品による短繊維高強度特殊モルタルを乾式吹付けする工法であり、以下の特徴がある。

- ・表-1 の通り、圧縮強度、曲げ強度、引張接着強度が大きく、岩盤との接着が期待できる
- ・ひび割れ補修及び表面保護による風化防止が期待できる
- ・岩塊の根固め及び周辺の転石との一体化が期待できる
- ・ロープ足場による施工のため、プラント設備を小規模にできる

岩盤接着工の施工前には、目視及び削孔にて深さ 1.0m まで岩盤であることを確認した。確認後、モルタルを吹付け一体化した転石に対してワイヤー掛け工を施工し、アンカーの定着状況の確認及び引抜試験を実施した。

各強度試験においては、現場付近にあるいくつかの岩を試料とし、室内試験にて全ての項目を満足することを確認した（表-2）。

4. まとめ

今回、ワイヤー掛け工に岩盤接着工法を併用することで、先に挙げた課題を解消することができた。オーバーハング部の根固め工による基岩との一体化により、常時状態で作用していた滑動する力を軽減した結果、ワイヤー本数は減り、適切な間隔で施工ことができ、アンカーの定着を確保した（図-4）。

ワイヤー掛け工と岩盤接着工法とのコスト比較を表-3 に示す。ワイヤー掛け工では、使用材料が多いためモノレール等の仮設が必要となり、仮設費が膨大となっていた。当初必要であった 25 本のワイヤーは 4 本まで低減できたが、特殊モルタル分の材料費が加わるため、金額の差はほとんど無かった。しかし、アンカー本数が低減されたことで、削孔等による施工効率化が図れ、コストダウン及び工期短縮を図れた。

5. おわりに

ワイヤー掛け工と岩盤接着工法の併用は、湧水が無く、岩盤を確認できる斜面及びオーバーハングした岩塊を有する斜面では、非常に効果的であることが分かった。今後も、オーバーハングした岩塊を有する斜面では、岩盤接着工法との併用を検討し、品質向上及びコストダウンに寄与していく。

参考文献

- 1) 落石対策便覧（社団法人 日本道路教会）、落石対策の手引き（日本鉄道施設協会）

表-3 コスト比較表

	ワイヤー掛け工	ワイヤー掛け工 + 岩盤接着工法
仮設費	×	◎
材料費	△	△
労務費	△	○
合計	△	○



写真-3 施工後

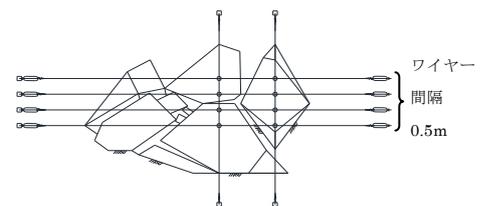


図-4 ワイヤー配置図