

向山法面崩落対応について

工 事 名 令和5・6年度糸魚川管内維持工事

工 事 場 所 糸魚川市歌地先

会 社 名 株式会社笠原建設

発 表 者 本 間 清 和

1. はじめに

本工事は、糸魚川国道維持出張所管内における国道8号の維持修繕を行う工事であり、施工範囲は糸魚川市徳合から富山県境の約46kmにわたります。今回、令和6年1月1日に発生した能登半島地震により、歌地先の向山洞門の法面が崩落し、ポケット式ロックネット、向山4号洞門上部の布製型枠（タコム）が被災した。

以下に、応急対策の施工内容について紹介する。

2. 概要

被災箇所は洞門上部からほぼ垂直な風化が進行していた花崗岩からなる岩塊斜面及び緩んだマサ土が分布しており、令和6年1月1日に震度5弱が発生し崩落したと推測される。この時点では4号洞門上に崩落が集中しており、2月26日に富山側法面に新たな崩落が発生し、5号洞門上に崩落土砂、倒木、ポケット式ロックネットが堆積することとなった。地震の影響で法面が不安定になっていたこと、前日の降雨がきっかけとなり崩落したと推測される。

施工開始予定の4月には3～5号洞門補修工事が施工予定であり、4・5号洞門補修工事は施工予定であったが崩落の影響のため施工中止となり次年度施工となった。そのため本工事では5月から10月末の降雪前までに応急対策として法面上部の不安定土砂、洞門上の崩落土砂撤去、崩落部のモルタル吹付の施工を行うこととなり、課題となったことを下記に記す。



写真 - 1 法面崩落状況（1月撮影）



写真 - 2 法面崩落状況（4月撮影）

① 崩落土砂撤去を行うための施工方法について

洞門上にはすでに約2800m³の土砂が堆積していた。この状態で法面上の不安定土砂の撤去を行うと洞門への影響が考えられたため下記の順序での施工が必要だった。

- ① - 1 隣接工事、通信管路への落石対策
- ① - 2 すでに洞門上に堆積している土砂の撤去
- ① - 3 法面上の不安定土砂の撤去
- ① - 4 法面掘削で堆積した土砂の撤去

上記施工を不安定法面下で安全にかつ第三者、隣接工事への影響なく、工程内で完了する施工方法の検討と落石対策が課題となった。

② 長大斜面、長距離圧送でのモルタル吹付工法について

モルタル吹付箇所は直高で最大74mあること、洞門上での施工等の周辺環境から吹付プラント設置可能箇所が限られ、モルタル圧送時の品質の確保、長距離圧送の必要があった。

以上のことから、モルタル吹付工法の選定が課題となった。

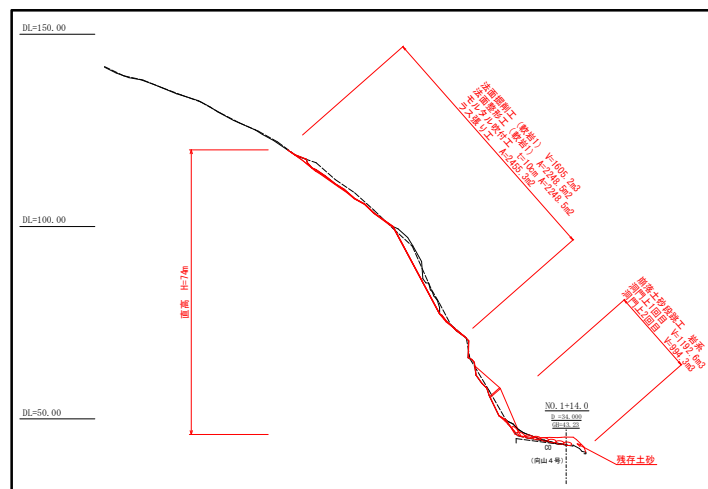


図 - 1 向山崩落対応横断面図

3. 方法

課題に対して行った対策を下記に記す。

① セーフティクライマー工法による不安定土砂の撤去、仮設備による落石対策

土砂の搬出について発注者と協議し、向山洞門下部の工事用道路に4号洞門上から土砂を直接海岸に投下することとした。

土砂を落下させる際の近隣対策として、洞門補修工事を行っている向山3号洞門側へ撤去土砂が落下しないようにすること、洞門海側に取り付けされている通信管路を損傷させないため仮設備を設置し防護を行った。

セーフティクライマー工法はワイヤーロープで高所無人掘削機を吊り離れたところからオペレーターがラジコン操作し施工する工法である。この工法により、最初の洞門堆積土砂撤去と法面不安定土砂の掘削を行った。その後の洞門上堆積土砂撤去は、洞門上の岩盤にロックボルトアンカーを設置し、ワイヤーロープを重機に接続し重機の洞門上からの落下防止をおこない海岸への投下を行った。



写真 - 3 洞門内への落石防護



写真 - 4 堆積土砂撤去状況（1回目）



写真 - 5 法面不安定土砂掘削状況

2回目の堆積土砂の撤去施工中の8月1日に、4号洞門上の布製型枠と下部の軽量盛土材（発泡スチロールブロック）が海側に張り出しているところを発見した。

このまま施工を継続すると布製型枠と軽量盛土材が滑落する恐れがあるため8月8日に作業中止となった。発注者と協議を行った結果、4号洞門は3分の2程度土砂撤去が完了していることから施工を中止し、5号洞門上堆積土砂の撤去を5号洞門上から行うこととなり、5号洞門の通信管路防護を追加し、8月30日より落下土砂と通信管路の離隔を確保するためと重機の移動を最小限とするため、作業半径の広いスライドアーム仕様のバックホウを使用し洞門山側から土砂投下を行った。



写真 - 6 布製型枠変異状況



写真 - 7 洞門海側追加防護状況



写真 - 8 洞門堆積土砂撤去状況

② セパレートショット工法（長距離圧送）によるモルタル吹付

圧送距離、法面直高から施工可能工法としてセパレートショット工法を選定した。セパレートショット工法は細骨材とセメントミルクを別々に圧送し、吹付直近で混合する工法である。この工法により、吹付プラント設置、材料搬入が可能な旧洞川橋に設置し、圧送距離約640m、直高約74mの箇所へのモルタル吹付を行った。

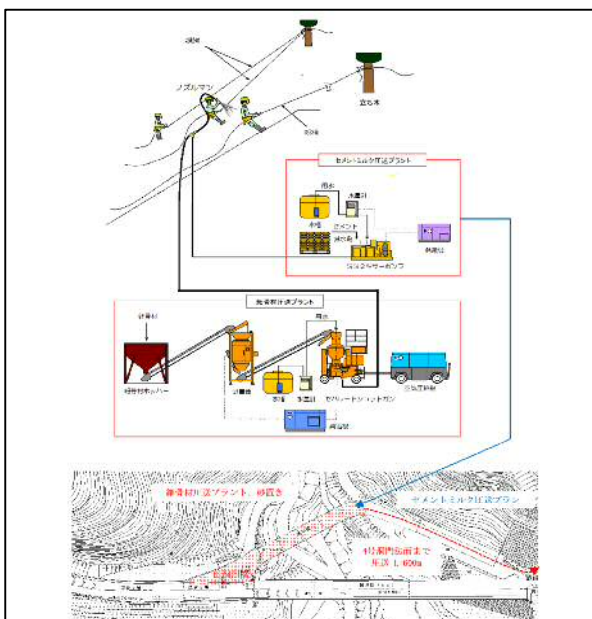


図 - 2 セパレートショット工法概要図



写真 - 9 吹付プラント状況



写真 - 10 モルタル吹付状況

4. 結果

崩落土砂撤去の課題に対しては、セーフティクライマー工法により土砂を海岸工事用道路へ直接投下を行ったことで、安全かつ工程を守ることができた。また、想定外の布製型枠等の変動等もあり一時作業中止となったが対策方法を検討し施工方法を工夫することにより3カ月で1600m³の法面掘削と3000m³の土砂撤去を完了することができた。

モルタル吹付の課題に対しては、セパレートショット工法により従来施工では困難であった、高所かつ長距離圧送を行わなければならない現場環境下の中で材料分離のない安定した高品質のモルタル吹付を完了することができた。



写真 - 11 土砂撤去完了



写真 - 12 応急対策完了

5. 考察及びまとめ

災害現場のため今回上げた課題以外にも様々な課題があった中で、災害発生直後から現場調査を行い、施工検討し現場条件に合った工法提案することで当初の予定であった応急対策を予定工期内に無事完了することができ、次年度に施工予定の洞門補修工事が再開できるようになった。また、供用中の洞門上での施工ということで第三者、他工事への影響も懸念されたが打ち合わせを密に行うことで大きなトラブルなく完了することができた。

今回紹介した課題への対策は、似たような作業環境下の中で参考になる事例と考える。

6. あとがき

今回のように災害等で施工するにあたり地形的制約から施工困難な現場も多数あると思われ、このような工法のニーズは増すものと思われる。

今後も今回のような災害が発生した際は、この貴重な工事経験を生かし、状況に適した工法と対策を考えて施工に従事していきたいと思います。

最後に関係各位のご協力に感謝するとともに今後ともご指導をよろしくお願いします。