

# 白山白川郷ホワイトロードにおけるロックシェットの災害について

About the disaster of rock shed on Hakusan Shirakawago White Road

梶谷 浩\*, 栗橋祐介\*\*

Hiroshi Masuya, Yusuke Kurihashi

\*工博, 金沢大学教授, 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

\*\* 博 (工), 金沢大学准教授, 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

*Key Words: Rock slope collapse, Rockfall, Rock shed*

キーワード: 岩盤崩落, 落石, ロックシェット

## 1. まえがき

日本では、いたるところで落石の危険にさらされている。落石現象の多くは、突発的に発生するものであるため、現象の解明に直接役立つ落石事例の集積が難しいという性格を有している。このため、落石の発生予測をはじめ落石の運動形態や考慮すべき落石の運動エネルギーなどに関しては不明な点が多く、落石防護工の設計における跳躍量や落石荷重などの設計条件は、落石対策便覧を参考に経験的に設定されることが多い<sup>1,2)</sup>。

このような流れを受け、落石対策便覧が 2017 年 12 月に改訂され、落石対策施設においても性能設計の枠組みが導入された。落石事故は、地震時、大雨時等の際に山岳部で発生する災害の一つである。地震災害のように広範囲の被害は少ないが、局所的に煩雑に発生し、図-1 に示すように人命や道路、鉄道に大きな被害を与える場合も少なくない<sup>3)</sup>。ここでは、2018 年 12 月 14 日に石川県の林道で発生した白山白川郷ホワイトロードの落石災害について報告する。



崩壊斜面とロックシェット全景



内部の状況

図-1 ロックシェットの被災例

## 2. 災害の概要<sup>4,5,6)</sup>

### 2.1 発生地点の状況

図-2 に示すが、ホワイトロード石川県側の起点 1.6 km の地点で、標高約 1500m の山体から北側に伸びる尾根部の標高約 530m の地点で崩壊が発生した。崩壊発生箇所は全体的に凸状の尾根部であるが、その中で小さな沢状地形が確認されており、降雨時に表面水が流下しやすい状況にあったと推定された。



図-2 白山白川郷ホワイトロードの被災場所

調査地周辺に分布する地質は、ジュラ紀以前の飛騨変成岩類と呼ばれる片麻岩類である。周辺の片麻岩は、主に白と黒のしま模様が見られる硬質な岩盤である。斜面全体に亀裂が発達している。崩壊土砂には、直径1mから3m程度のブロック状の岩塊が多く混入していた。最大では直径が4m程度のものもみられた。

図-3は、崩落地点の状況をドローンで撮影したものである。斜面崩壊部はロックシェッドの真上であり、ロックシェッド屋根部にかなり堆積したが、幸いなことロックシェッドに大規模な破壊は生じなかった。崩壊部の左右には落石防護網、右側（金沢方向）には落石防護柵が設置されている。

図-4は被災地の平面図とその中の測線Fの断面図を示したものである。断面図では元地形と現地形を示している。崩壊規模は、幅40m×高さ40m（斜面傾斜60～70°）であり、崩壊土砂量は約1800m<sup>3</sup>であった。図-5は斜面直下のロックシェッドの金沢側の状況を示したものである。崩落した大きな岩塊（高さ2m×幅2m×長



図-3 崩壊斜面の状況

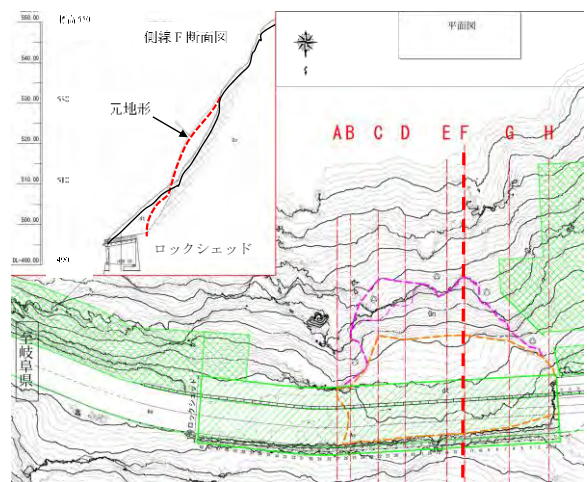


図-4 被災地平面図と測線Fの断面図

さ4m) がロックシェッドを超えてロックシェッド入り口の道路まで達している。沢側にもかなりの量の土砂と立木が崩落していた。

## 2.2 ロックシェッドの損傷状況

図-6に損傷が生じたロックシェッドの断面図を示す。ロックシェッドは1983年(昭和58年)に竣工された延長幅員6.5mのPC製逆L形式ロックシェッドである。当時の設計書が残っていないが、昭和58年に初版が発行されていた落石対策便を参考に設計されたと思われる。対象落石は質量1000kg、落下高15mと推測される。図中にロックシェッドの損傷を示す。柱の曲げひび



図-5 被災したロックシェッドと巨礫

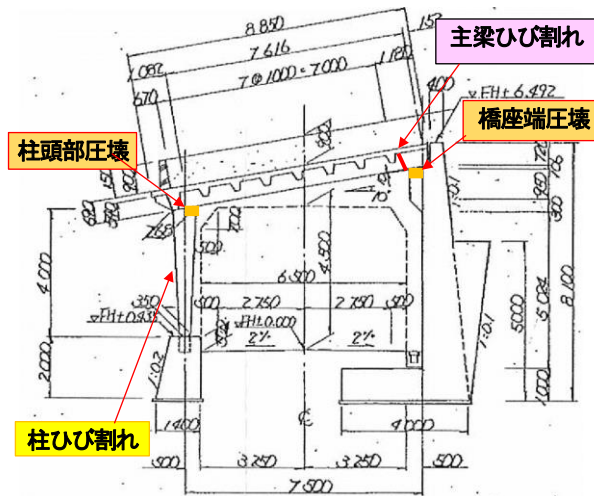


図-6 ロックシェッドの断面図

われ、柱・はり接合部での柱頭部圧壊、主桁ひびわれ、橋座端圧壊などが認められた。

図-7にロックシェッドの損傷位置を示す。ロックシェッドの入り口15mの範囲(①~⑩)では、堆積土があるが損傷は認められず、15m~30m(⑪~⑳)の各所で各種損傷が認められた。図-8に代表的な損傷例を示す。

### 3. 応急復旧

#### 3.1 斜面の応急復旧

早期の暫定交通開放及び施工時に必要な安全性を確保することを目的とし、崩壊した斜面及び隣接部斜面の安定、落石の防止、落石からの通行車両の保護、損傷したロックシェッドの補強、監視体制の構築を行うことが方針とされた。

基本的に作業の安全を考慮し、上部から下部へ順に応急対策工を施工された。具体的な斜面応急対策は下記の順序で行われた(図-9参照)。

- ① 頭部浮石のロープ掛工(図-10参照)  
斜面上部にある不安定な浮石を固定する。
- ② 斜面監視センサーの設置  
表層の緩みに伴う落石や岩盤崩落の危険性を事前に察知する斜面警報システムを設置する。
- ③ 浮石除去・法面整形  
崩壊部周囲及び内部にみられる不安定部分を整形し、浮石を除去し、崩壊の拡大を防ぐ。
- ④ ロックシェッド内の支保工の設置

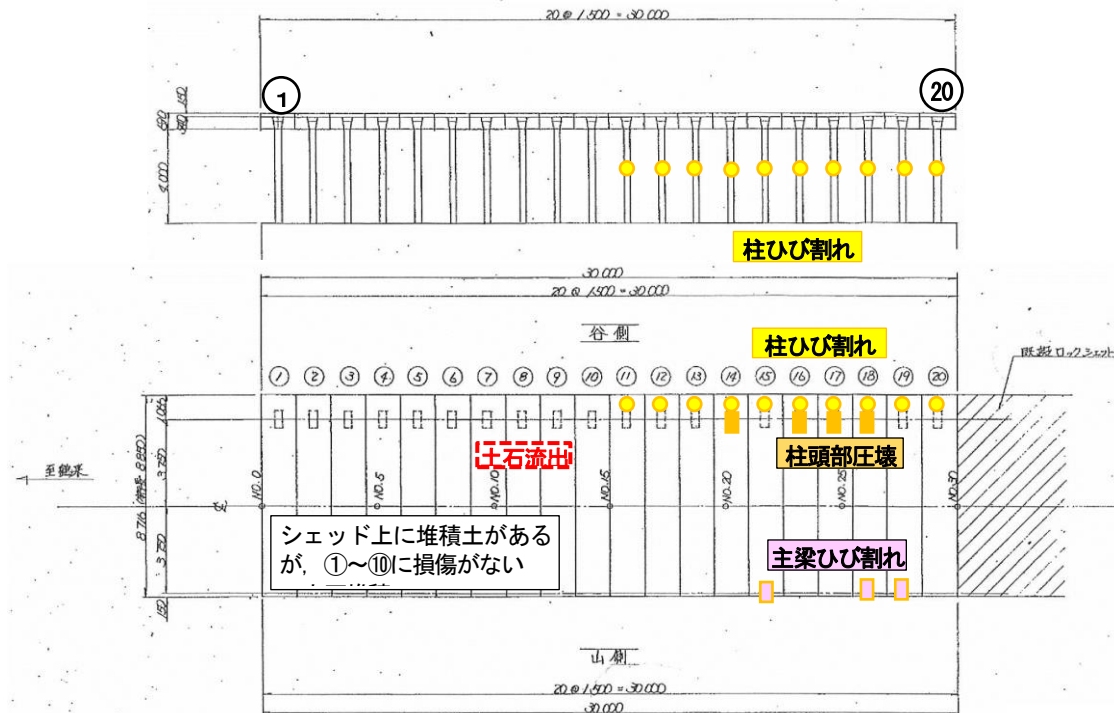


図-7 ロックシェッドの損傷位置



柱の曲げひびわれ



柱頭部圧壊



主桁ひびわれ，橋座端圧壊

図-8 代表的な損傷例

ロックシェッド主梁にせん断ひび割れが入っているの  
で、ロックシェッド主梁に現況以上の負担がかかること  
の防止を目的として、堆積土砂および施工中の重機の荷  
重を加味してシェッド上部の全荷重を受ける支保工を設  
置する。

⑤ ロープ伏せ工の施工

崩壊箇所下位の作業員および通行車両の落石に対する  
安全を確保するため、法面の整形面に現れるφ0.6m 程  
度以下の不安定な浮石に対してロープ伏せ工を施工す  
る。

⑥ モルタル吹付工

ロープ伏せ工施工後に法面の風化と侵食を防止し、岩盤  
の緩みの進行を抑制するためにモルタル吹付工を施工す  
る。

3.2 ロックシェッド内鋼製支保工の設置について

(1) 鋼製支保工による補強目的と効果

安全性を確保した上で早期に交通解放をするため、主  
梁，サンドクッション，堆積土砂の重量及び施工中の重



図-10 ロープ掛け工

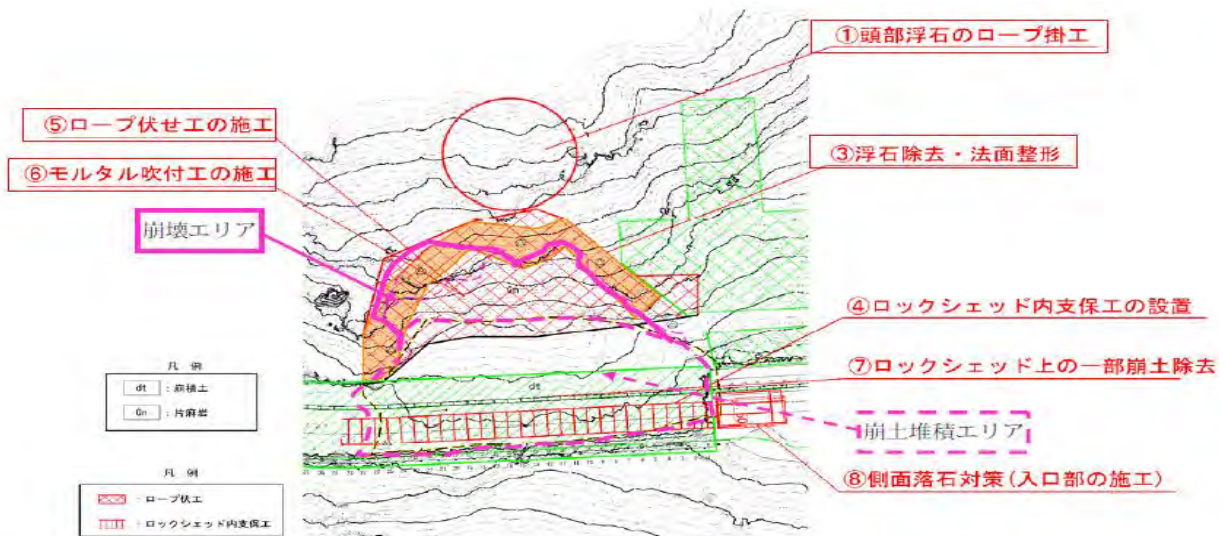
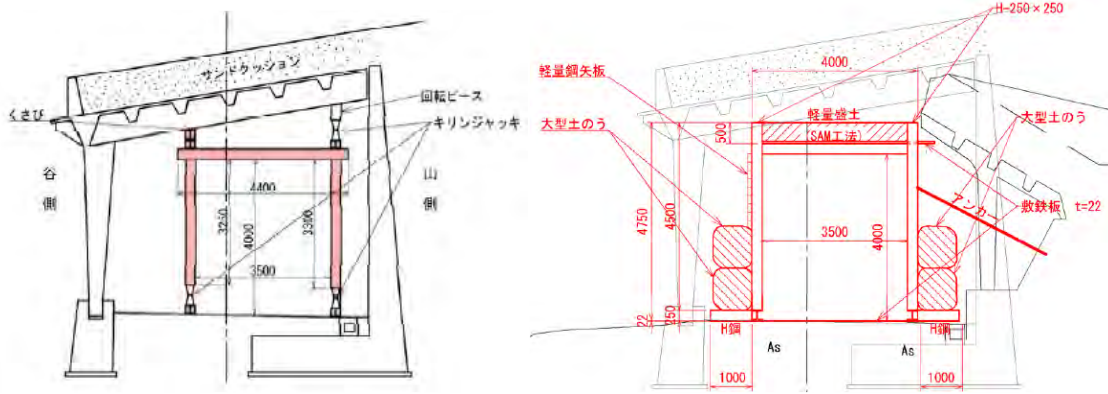


図-9 斜面の応急復旧対策工



鋼製支保工の基本断面

延長部の防護構造

図-11 鋼製支保工

機の偏荷重に対し、十分な安全率を確保することを目的として、ロックシェッド内に鋼製支保工が施工された。これにより、現在、山側せん断ひび割れが見られる主梁や幅 0.6 mm のひび割れが見られる柱部材の支持が期待できない事態が生じてロックシェッド内への主梁、サンドクッション、堆積土砂の落下を防止することができる。主梁の山側せん断ひび割れについては監視しながら支保工で支えるものとする。鋼製支保工による補強は、あくまでも仮設であり、堆積土砂の除去が完了すれば、柱部材や主梁の復旧工事前に撤去する予定である。

## (2) 鋼製支保工の詳細

内空断面については車両制限令に基づく一般的制限値内（高さ 3.8m、幅 2.5m、長さ 12m）で車両を片側交互通行させるために必要な寸法とした基本断面を図-11 に示す。

主梁は 1.5m 間隔で設置されていることや安定計算に基づき、各主梁に合わせた間隔で支保工を設置することにした。

## (3) 道路側応急落石対策

その他、道路側応急対策として下記の対策が取られた。

### ① 崩土の撤去

落石防護網設置後に一部崩土の除去を行った。

### ② 大型土のうの設置

大型土のう 3 段設置して、跳躍する落石を捉えるポケットを高さ 2m 分（余裕高 0.5m あり）確保した。

### ③ 支保工の延伸

崩土が堆積しているシェッド上部から落石が発生して大型土のうを乗り越えて道路に達する可能性があることから、通行車両の安全を確保するために支保工を延長した。図-10 に示したように延長部には落石防護のため頂部に土嚢を上に乗せた SAM 工法を採用した。図-12 に施工中の鋼製支保工を示す。

## 4. まとめ

本論文では、2018 年 12 月 14 日に石川県の林道で発生した白山白川郷ホワイトロードの落石災害の概要と応急復旧対策について報告した。災害後直ちに学識経験者を交え石川県関係各位で議論を重ね、慎重に安全監視と復旧作業が続けられた。白山白川郷ホワイトロードは 2019 年 7 月 19 日（金）に片側交互通行ではあるが、開通にこぎつけた。

白山白川郷ホワイトロードは、冬場には閉鎖されるため、工事期間に限られ、本復旧には時間は少しかかるこ



対岸上空より



金沢側より

図-12 施工中の鋼製支保工

とが予想される。できるだけ早期の本復旧に向け、現在計画が進められている。十分に対策し、深刻な災害が起きないように関係者全員の不断の努力のもと通行車両の安全のため監視体制も本復旧までは継続される。

#### 謝辞

本報告作成に当たっては、有識者である川村國夫 金沢工業大学教授、大丸裕武 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所研究ディレクターならびに公益財団法人石川県林業公社の皆様から多大なるご協力を得た。また、現場斜面状況については、株式会社ホクコク治水の辻内欣男氏から、ロックシェットの状況・設計については東京コンサルタンツ株式会社の小村辰彦氏のご協力を得た。ここに記して深謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路土工構造物技術基準・同解説，日本道路協会，2017.3.
- 2) 日本道路協会：落石対策便覧，日本道路協会，2017.12.
- 3) 耐爆・耐衝撃設計法に関する調査研究小委員会：爆発・衝撃作用を受ける土木構造物の安全性評価－希少事象に備える－，構造工学シリーズ27，土木学会，2017.9.
- 4) 石川県：白山白川郷ホワイトロード復旧検討資料（被災状況，応急復旧），2019.3.
- 5) 石川県：白山白川郷ホワイトロード復旧検討資料（被災状況，地質調査・計器観測とその結果，応急復旧），2019.5.
- 6) 石川県：白山白川郷ホワイトロード復旧検討資料（地質調査・計器観測とその結果，ロックシェットの復旧），2019.7.