

立山砂防工事専用軌道における落石対策への取り組み

国土交通省立山砂防事務所 長井隆幸, ○福田光生, 佐々木誠, 片山健
国土交通省水管理・国土保全局砂防部 三上幸三 (前立山砂防事務所)
アジア航測株式会社 船越和也, 村中亮太, 澤陽之, 染谷哲久, 熊倉歩

1. はじめに

立山砂防工事専用軌道(以下、「軌道」とする)は、常願寺川上流の直轄砂防工事に必要な人員、資機材の輸送、運搬を目的とした施設であり、工事専用軌道安全管理規程や規則等に基づいた安全管理の下で運行している。軌道が敷設されている常願寺川流域は、急峻な地形と脆弱な地質により荒廃が激しく、冬期間の凍結融解や積雪による斜面の不安定化により、斜面災害が発生しやすい条件下にある。このような条件のなかで、特に、軌道斜面で発生している落石について、近年の発生状況や斜面特性を踏まえた安全管理上の課題を整理し、安全管理強化のための取り組み事例について報告する。

2. 軌道の概要

立山砂防事務所では立山カルデラからの土砂流出による災害を防止するため砂防工事を進めており、軌道は人員・資機材等の大量・効率的な運送を目的として1929年に設置された。軌道区間は、立山砂防事務所がある千寿ヶ原(標高475m)から水谷出張所(標高1,117m)までの延長約18kmであり、標高差約640m、最大勾配1/20の急勾配な地形条件下で運行している。また、概ね5月末から11月末の工事期間に運行しており、夜間や冬季は運行していない。

軌道は常願寺川右岸の急峻な斜面の下部付近を通過しており、軌道沿い斜面には露岩や転石等の落石発生源が分布している。そのため、ロープネット掛工などの原因対策や待受対策工の整備を進めてきた。待受対策工は礫径1m以上の落石を想定した高エネルギー吸収柵を重点的に整備し、これまで多くの落石被害を防止してきた(図-1)。



図-1 高エネルギー吸収柵で捕捉された落石事例

3. 軌道における落石発生状況と課題

軌道運行日には、毎朝、落石発生状況等を確認す

る。日常巡視点検を行っており、落石の個数や軌道上の落下位置が把握されている。

平成24年度の調査結果から礫径別の落石割合を整理すると、15cm未満の落石が全体の約85%を占めており(図-2)、落石のほとんどは15cm未満であることが分かった。また落石発生箇所の現地調査結果から、15cm未満の落石は軌道付近の待受対策工の下方斜面からの落石や、待受対策工自体からのこぼれ出しによるものが多かった(図-3)。一方で、礫径が30cm以上の落石の中には、既往待受対策工を飛び越えて発生するものもみられた。特に、このような礫径が大きく軌道に大きな影響を与える落石に対する安全管理が課題となっている。

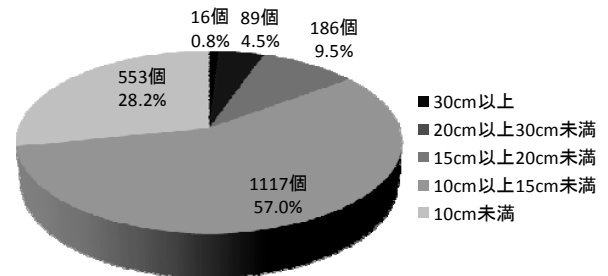
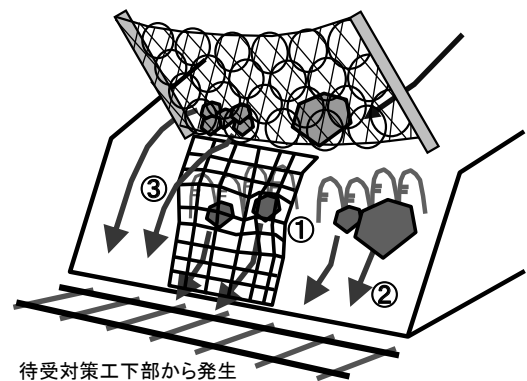


図-2 落石径ごとの落石個数の割合(平成24年度)



- ① 待受対策工下部から発生
- ② 原因対策工からのこぼれ出し
- ③ 待受対策工からのこぼれ出し

図-3 軌道における落石発生状況模式図

4. 防災カルテを用いた斜面監視

軌道沿い斜面から発生する小落石については、前述の日常巡視点検や、必要に応じて誘導網、簡易ネット等のハード対策を進めている。

一方、エネルギーの大きな落石については、優先度に応じて待受対策工等の整備を進めながら、防災カルテ点検に取り組んでいる。防災カルテは、道路管理者や鉄道事業者で実施されている手法を参考に、次の方針に基づきカルテ様式や運用計画を作成した。

4.1. 軌道斜面の特徴を踏まえた監視方法

軌道斜面は冬期間に斜面侵食や荒廃、凍結融解により地形変化が激しく、落石の安定度が急激に変化する可能性がある(図-4)。一方で、落石発生源は急峻な斜面に多数分布しており、落石発生源の全てを登攀して点検することは困難である。

そのため、斜面状況と落石発生源の安定状況の変化を効果的かつ効率的に監視する防災カルテ点検を実施していくものとした。防災カルテ点検では、落石発生源の安定度や地形特性、状況変化の把握に着目して、段階的に点検を実施していく方法を立案した。すなわち、軌道沿いや対策施設は短いインターバルで密に点検し、その状況から登攀して確認する箇所を絞り込むとともに、空中写真判読を活用した斜面状況変化の監視を行うことにより、詳細点検を効率的かつ効果的に行うものとした。

4.2. 落石エネルギーが大きい発生源の重点監視

高エネルギー吸収柵は、現状で不安定な落石に対応する構造で計画している。しかし、軌道斜面上部には、現状で安定していても万一落下した場合には吸収エネルギーを超過する礫径の浮石・転石も存在する。このため、現状の安定状況にかかわらず、落石発生源とその周辺の地形変化を把握しておくことが必要である。特に、冬期間には雪崩や融雪等により斜面荒廃が進行することから、融雪時期に重点的な点検を行い管理することとした。

4.3. 防災カルテの点検内容と運用計画

軌道斜面の特性や以上の方針をふまえ、次のとおり点検内容と運用計画を検討した。

まず、落石エネルギーが大きく重点的な監視が必要な落石発生源については、職員が毎年融雪後の軌道運行開始前にヘリコプターを用いた点検(ヘリ点検)を実施する(図-5の①)。

次に、想定落下経路や軌道付近の対策工変状を確認する点検(定期点検)を軌道の全区間で毎年、実施する(図-5の②)。

さらに、落石発生源の変化状況を詳細に把握するため、5年に1回の間隔で斜面を登攀して直接落石発生源を確認する点検(詳細点検)を実施する。また、点検により異常が確認された箇所では、臨時点検を実施する(図-5の③)。

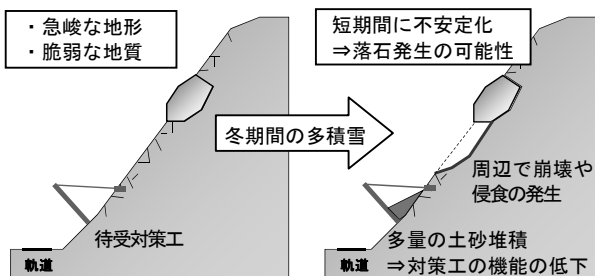


図-4 軌道沿い斜面の状況変化模式図

また、概ね10年に1回の間隔で斜面全体の再点検(総点検)を実施し、落石発生源の見直しを行うものとした(図-5の④)。

以上の点検方針と点検方法に基づき、職員や点検技術者に使用しやすい防災カルテを作成し、斜面の変化を的確に把握する体制を構築した(図-6)。

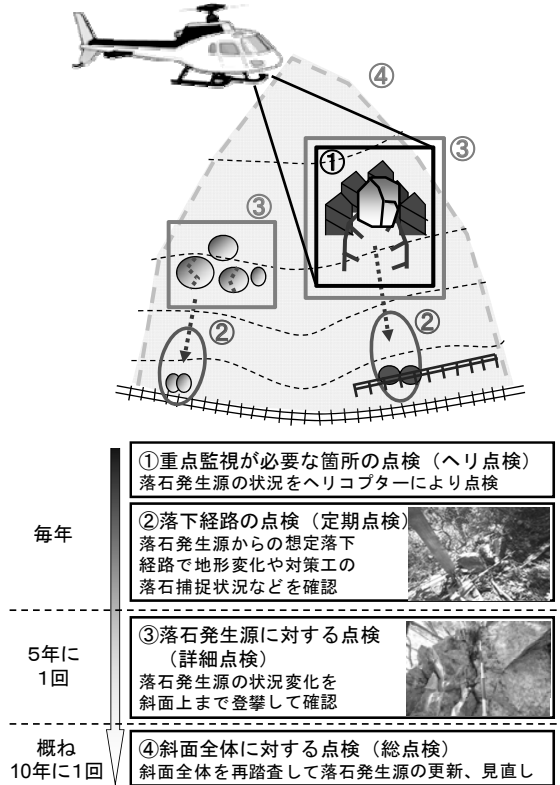


図-5 防災カルテ点検の場所(上)と点検内容(下)



図-6 作成した軌道斜面の防災カルテの例

5. おわりに

本報告では、厳しい自然環境下にある軌道斜面の落石に対して発生実態と特徴を整理し、防災カルテによる安全管理の取り組み事例を示した。今後も、富山平野を守る常願寺川の砂防工事に欠かせない人員・資材運搬手段である軌道に対して、安全対策を強化していく予定である。