

雪崩対策施設の管理技術の向上に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
研究期間：平 24～平 27
担当チーム：雪崩・地すべり研究センター
研究担当者：石田孝司、松下拓樹

【要旨】

雪崩対策施設の機能を維持するためには、点検によって施設の異常を発見し対応することが必要である。本研究では、雪崩対策施設の維持管理に関する点検の基本的な着眼点を提示することを目的として、国内における雪崩対策施設の損傷事例と国内外における点検に関する資料を収集し、雪崩対策施設の種類ごと及び部位ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象について整理した結果を報告する。

キーワード：集落雪崩、雪崩対策施設、維持管理、点検、損傷

1. はじめに

集落保全を主目的とする雪崩対策事業が創設されてから 30 年が経過し、風水雪による損傷や凍結融解などの影響による鋼材の腐食、基礎の浸食等による施設の劣化等が認められる雪崩対策施設^{1)~5)}が見受けられる（図 1）。国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課の「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)⁶⁾」によると、「砂防関係施設の長寿命化計画は、保全対象を守る観点から既存の砂防関係施設の健全度等を把握し、長期にわたりその機能及び性能を維持・確保することを目的として、維持、修繕、改築、更新の対策を的確に実施するための計画である」とある。

また、「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)⁶⁾」に従って統一かつ効果的に点検を実施し、客観的な基準で施設の健全度を評価し対策することを目的として、「砂防関係施設点検要領(案)⁷⁾」が作成された。この要領(案)⁷⁾では、砂防関係施設の点検における施設の健全度評価の考え方や留意点が整理され、各施設ごとに、さらには施設の部位ごとに事例を提示することにより、施設の変状レベルと健全度を対応させることができるようになっている。ただし、雪崩対策施設（要領(案)⁷⁾では、雪崩防止施設）については、急傾斜地崩壊防止施設に準じて適切に取り扱うこととなっており、雪崩対策施設の点検に関する具体的事例は示されていない。

そこで、国立研究開発法人土木研究所雪崩・地すべり研究センターでは、「雪崩対策施設の管理技術の向上に関する研究」において、雪崩対策施設の維持管理のための点検に関する調査を実施した。例え

ば、道府県における雪崩対策施設設置斜面の点検の実態に関するアンケート調査⁸⁾を実施したところ、課題として、点検の着眼点が不明、点検の客観性の確保、点検台帳の未整備を挙げる道府県が多く、客観的かつ的確な点検の実施及び点検結果の整理に課題を抱えている実態が浮き彫りとなった。

本報告では、雪崩対策施設の維持管理に関する点検の基本的な着眼点を提示することを目的として、国内における雪崩対策施設の損傷事例と国内外における点検に関する資料を収集し、雪崩対策施設の種類ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象について整理した結果を報告する。



図 1 雪崩対策施設の損傷例

2. 研究方法

2.1 雪崩対策施設の損傷事例の収集

雪崩対策施設の損傷事例は、国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課を通じて、各道府県の雪崩対策事業担当者に依頼を行い、各道府県における雪崩対策施設の損傷および機能低下の事例の提供を求めた。また、新潟県と北海道を主とした地域において、雪崩・地すべり研究センターが独自で調査・収集した雪崩対策施設の損傷事例も整理した。

2.2 雪崩対策施設の点検に関する資料の収集

雪崩対策施設の維持管理に関する点検の考え方や着眼点を整理するために参考とした主な要領および資料は、以下のとおりである。

- ・「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)⁶⁾」(国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課、平成26年6月)
- ・「砂防関係施設点検要領(案)⁷⁾」(国土交通省砂防部保全課、平成26年9月)
- ・「新潟県防災防雪施設点検要領(案)⁹⁾」(新潟県土木部道路管理課、平成25年4月)
- ・「Defense structures in avalanche starting zones¹⁰⁾」(スイス、2007)
- ・「ÖNORM-Regel 24807¹¹⁾」(オーストリア、2010)

上記資料は、一般に入手できる資料である。「新潟県防災防雪施設点検要領(案)⁹⁾」は、道路に関する雪崩対策施設の点検について示したものである。道路に関する雪崩対策施設の点検については、この他にも各地域における取り組み^{12)~15)}を参考にし、必要に応じて担当部署に雪崩対策施設の点検に関する資料の提供をお願いした。また、オーストリアの「ÖNORM-Regel 24807¹¹⁾」の原文がドイツ語であるため、内容の把握にはこれを英語で解説した「The Technical avalanche protection handbook¹⁶⁾」を用いた。

なお、雪崩対策施設には、雪崩予防施設(予防柵、吊柵など)と雪崩防護施設(減勢柵、防護擁壁など)があり、それぞれの施設の構造は異なる^{17),18)}。よって、施設の維持管理に関する点検において、施設のどこに着目して、どのような状況に注意すべきか等の着眼点は、以下の点に注意して整理した。

- ・雪崩対策施設の種類ごとに整理する
- ・施設の部位(または材質)ごとに整理する
- ・点検の種類(時期や現象)を意識して整理する

2.3 対象とする雪崩対策施設の点検について

雪崩対策施設の点検には、大きく分けて無雪期と積雪期の点検¹⁹⁾があり、これらは点検項目や発見した異常に対する対応等が異なる。無雪期点検とは、地形、植生の状況や雪崩対策施設の状況等を把握することを目的として、積雪の無い時期に現地を点検することである。積雪期点検とは、斜面の積雪状況や施設の状況等を把握することを目的として、積雪期に現地を点検することである。本研究では、雪崩対策施設の状況を直接見ることができる無雪期における点検を対象とした。

なお、積雪期点検における斜面積雪と施設の状況に関する参考資料としては、「豪雪時における雪崩斜面の点検と応急対策事例²⁰⁾」や「道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪)¹⁹⁾」などがある。

3. 研究結果

3.1 収集した雪崩対策施設の損傷事例について

収集した事例のうち、雪崩対策施設の損傷や機能低下となった事例は、63件(延べ75事例)である。

図2は、これら損傷事例の雪崩対策施設の種類別の割合である。雪崩予防柵が53.3%と最も多く、次に吊柵(20.0%)が多かった。予防柵、吊柵、スノーネット、予防杭を合わせた雪崩予防施設(雪崩発生区への対策として斜面に設置される施設)^{17),18)}全体では、77.3%であった。その他、減勢柵・防護柵が17.3%、防護擁壁が2.7%であり、これらを合わせて雪崩防護施設(雪崩の走路や堆積区への対策施設)^{17),18)}とすると20.0%であった。実際の雪崩対策では、斜面に設置する雪崩予防施設の数が多いが、今回の調査では雪崩防護施設の損傷事例も比較的多く収集できたと考えられる。

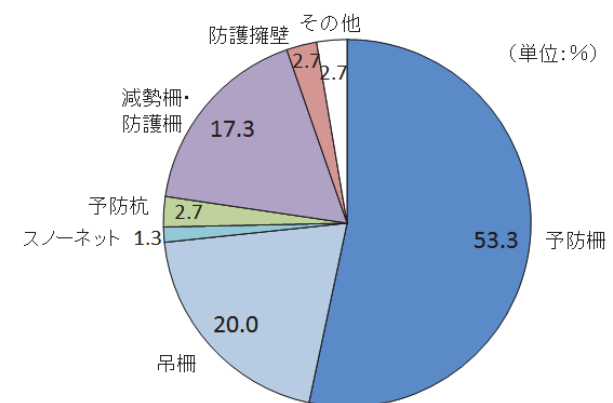


図-2 調査対象とした雪崩対策施設の割合

図3は、収集した雪崩対策施設の損傷を分類した結果である。損傷のうち最も多かったのは変形・破損(36.0%)で、移動・転倒(17.3%)、腐食(16.0%)がそれに続く結果となった。次に、基礎(コンクリート)のひび割れ・欠損(4.0%)、基礎の浮き上がり(4.0%)、基礎周りの洗掘(2.7%)、アンカーの引き抜け(1.3%)となり、雪崩対策施設の基礎に関わる損傷が12.0%であった。その他、ワイヤー破断が4.0%、ボルトや結合部の破損が2.7%、土砂・樹木の堆積が1.3%、樹木の絡まりが2.7%であった。

図4は、雪崩対策施設の損傷等の要因となった現象を分類した結果である。最も多いのが、雪圧・雪崩の34.7%で、これらは斜面積雪による偏荷重や雪崩の直撃による衝撃荷重によるものである。次いで、落石・地すべりの20.0%、経年劣化の20.0%が雪崩対策施設の損傷等の要因として多い結果となった。これに次いで多いのが地震による損傷事例の4.0%で、これらは2004年10月の新潟県中越地震と2011

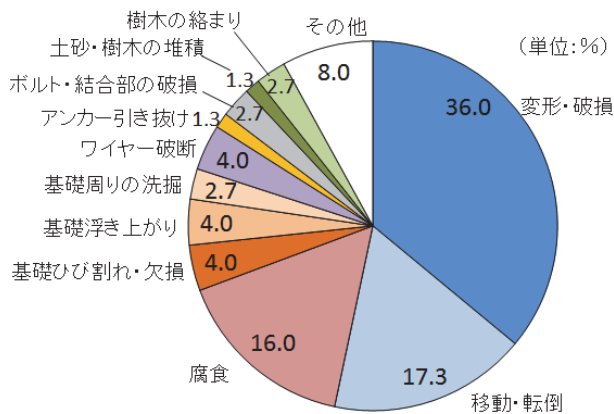


図3 雪崩対策施設の損傷等の種類の割合

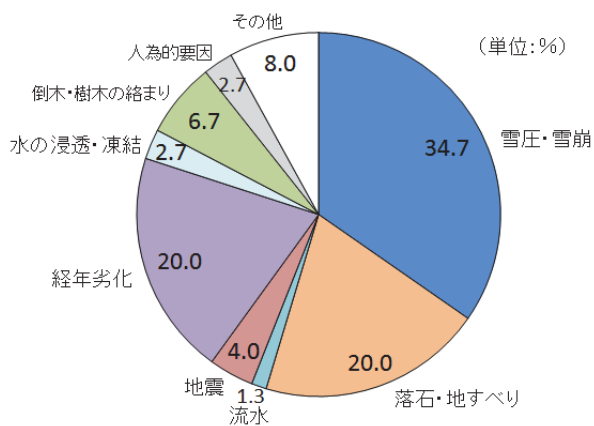


図4 雪崩対策施設の損傷等の要因の割合

年3月の長野県北部地震によるものである。この他の損傷要因として、流水(1.3%)、水の浸透・凍結(2.7%)、倒木・樹木の絡まり(6.7%)があり、事例収集によって損傷等の要因となった主要な現象を把握できたと考えられる。この他、人為的な要因と考えられる事例が2.7%あるが、以下に示す雪崩対策施設の損傷とその要因の分類では対象としなかった。

3.2 雪崩対策施設の損傷とその要因の分類

国内における雪崩対策施設の損傷事例と国内外における点検に関する資料を収集し、雪崩対策施設の種類ごと及び部位ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象を整理した。

表1~表7に、各雪崩対策施設(予防柵、吊柵、吊柵、予防杭・減勢杭、スノーネット、減勢柵・防護柵、誘導擁壁・防護擁壁)に対して、施設の部位

表1 雪崩予防柵の損傷とその要因

| 予防柵の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|-------|-----------|------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| | | | | 予防柵 | 全体 | 移動・転倒・変形 支持面の著しい変形 | | ● | | | |
| | 水平梁材(横バー) | 変形・破損・脱落 腐食 | | ● | ● | | | | | | |
| | 支柱・支柱 | 変形・破損 腐食 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 基礎 | 移動・転倒 浮き上がり・沈下 基礎周りの洗掘 | | ● | | ● | | | | | ● |
| | 結合部 | ひび割れ・欠損 ボルトの緩み・欠損 腐食 | | ● | ● | | ● | | | | ● |

表2 吊柵の損傷とその要因

| 吊柵の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| | | | | 吊柵 | 全体 | 傾き・移動・転倒・変形 支持面の著しい変形 | | ● | | | |
| | 水平梁材(横バー) | 変形・破損・脱落 腐食 | | ● | ● | | | | | | |
| | 支柱 | 変形・破損 腐食 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | ワイヤー | 緩み・破断 腐食 | | ● | ● | | ● | | | | ● |
| | 枠組み(ベースプレート) | 変形・破損 腐食 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | アンカー | 引き抜け・移動 浮き上がり・沈下 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 結合部 | ボルトの緩み・欠損 腐食 | | ● | ● | | ● | | | | ● |

表3 吊枠の損傷とその要因

| 吊枠の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
| | | | | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| 吊枠 | 全体 | 傾き、移動、転倒、変形 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 枠組み | 変形、破損 | | ● | ● | | | | | | |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| | ワイヤー | 緩み、破断 | | ● | ● | | | | | | |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| | アンカー | 引き抜け、移動 | | ● | ● | | | | | | ● |
| 浮き上がり、沈下 | | | ● | ● | | | | | | | |
| 結合部 | ボルトの緩み、欠損 | | ● | ● | | | | | | | |
| | 腐食 | | | | | | | | | ● | |

表6 減勢柵・防護柵の損傷とその要因

| 減勢柵の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
| | | | | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| 減勢柵(特種工) | 全体 | ずれ、変形 構造の著しい変化(機能低下) | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 水平梁材、横板、上笠材 | 変形、破損、脱落 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| | 誘導柵 | 主柱・支柱 | 腐食 | | ● | ● | | | | | ● |
| 防護柵 | 基礎 | 移動、浮き上がり、沈下 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 基礎周りの洗掘 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 基礎 | ひび割れ、欠損 | | ● | ● | | | | | | ● |
| 結合部 | ボルトの緩み、欠損 | | ● | ● | | | | | | | ● |
| | 腐食 | | | | | | | | | | ● |

表4 予防杭・減勢杭の損傷とその要因

| 予防杭の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
| | | | | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| 予防杭 減勢杭 | 主柱・支柱 | 変形、破損 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 基礎 | 移動、浮き上がり、沈下 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 基礎周りの洗掘 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 結合部 | ひび割れ、欠損 | | ● | ● | | | | | | |
| ボルトの緩み、欠損 | | | ● | ● | | | | | | | ● |
| 結合部 | 腐食 | | | | | | | | | | ● |

表7 誘導擁壁・防護擁壁の損傷とその要因

| 防護擁壁の例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|--------|-----------|----------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
| | | | | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| 誘導擁壁 | 本体 | ずれ、傾斜、沈下 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 構造の著しい変化(機能低下) | | ● | ● | | | | | | ● |
| | 補助防護柵 | ひび割れ、欠損 | | ● | ● | | | | | | ● |
| 防護擁壁 | 補助防護柵 | 変形、破損 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| 結合部 | ボルトの緩み、欠損 | | ● | ● | | | | | | | ● |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |

表5 スノーネットの損傷とその要因

| スノーネットの例 | | | | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|---------|------|----|-----|
| 施設種類 | 部位 | 着目すべき損傷等 | 実測レベル・健全度 | 損傷等の要因となる現象 | | | | | | | |
| | | | | 雪圧(大雪・雪崩) | 落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風) | 流水(大雨・台風) | 疲労(強風・台風) | 水の浸透・凍結 | 経年劣化 | 地震 | その他 |
| スノーネット | 全体 | 移動、転倒、変形 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 支持面の著しい変形 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | ネット | 変形、破損 | | ● | ● | | | | | | |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| | 支柱 | 変形、破損 | | ● | ● | | | | | | |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| | 基礎(台座) | 移動 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 浮き上がり、沈下 | | ● | ● | | | | | | |
| | ワイヤー | 緩み、破断 | | ● | ● | | | | | | ● |
| | | 腐食 | | | | | | | | | |
| アンカー | 引き抜け、移動 | | ● | ● | | | | | | ● | |
| | 浮き上がり、沈下 | | ● | ● | | | | | | | |
| 結合部 | ボルトの緩み、欠損 | | ● | ● | | | | | | | |
| | 腐食 | | | | | | | | | ● | |

ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象をまとめた。表1～表7より、損傷等の要因となる現象を、雪圧(大雪・雪崩)、落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風)、流水(大雨・台風)、疲労(強

風・台風)、水の浸透・凍結、経年劣化、地震の7つの現象に集約した。これにより、融雪直後の点検では、雪圧(大雪・雪崩)や水の浸透・凍結の欄に印(表中の●)が付いている部位の損傷に着目し、大雨や台風後の異常時の点検では、落石・地すべり・土砂等の堆積(大雨・台風)や流水(大雨・台風)の欄に印(表中の●)が付いている部位の損傷を中心に着目して点検を行うことで、点検における事前準備や点検時の効率化に寄与できると考えられる。このように、点検時期や種類(定期、臨時)に応じて表1～表7の着眼点を絞り込んでもよい。その他の損傷等の要因となる現象としては、雪崩予防施設の支持面(斜面積雪を支える柵面やネット面)や雪崩防護施設に対する樹木や植生の絡まりや倒木があり、これらはその他の欄に記載した。また、部位の結合部など雨水等が溜まりやすい箇所では、腐食が進行する可能性が考えられるため、これもその他の欄に記載した。

4. 考察

表1～表7に示す雪崩対策施設の損傷分類では、スノーネットや雪崩予防柵など、構造が比較的複雑な施設は、その部位が多いため損傷等の分類の項目が多くなっている。一方、雪崩防護擁壁のように、規模が大きく比較的単純な構造の施設は損傷等の分類項目は少ない。しかし、各施設の部位ごとの損傷等を比較してみると、柵構造の箇所、基礎、ワイヤーやアンカーなど、各施設で類似する部位では共通する損傷やその要因がみられる。そのため、施設ごとに整理するのではなく、構造的な特徴や部材の材質ごとに、その損傷と要因を整理する方法も考えられ、より効率的に少ない資料を基に損傷の把握ができる可能性もある。

表1～表7は、国内外の事例や資料に基づいて整理したため、考えられる損傷を広く網羅する結果となっている。しかし、地域によっては希にしか起こらない現象もある。今回整理した表1～表7を参考に、各地域の特徴的な現象に即した損傷等の分類を行うことも大切であると考えられる。

また、雪崩対策施設の損傷とそれによる雪崩対策としての機能面への影響は、施設の種類（雪崩予防施設、雪崩防護施設）によって異なり、施設によっては設置されている斜面全体で損傷等を把握する必要がある。例えば、雪崩予防施設として斜面に数多く設置されている雪崩予防柵は、軽微な損傷を含めるとダメージを受ける可能性が雪崩防護施設より高いが、斜面全体を考えた場合には損傷による影響は限定的（損傷を受けた柵の斜面における位置にもよる）となる場合もあるため、損傷した予防柵の斜面全体での位置の記録も重要である。

なお、表1～表7に示す変状レベル・健全度の欄は空白となっている。雪崩対策施設の点検の結果を受けて施設の修繕等の対策を行う際には、「砂防関係施設点検要領(案)⁷⁾」、「新潟県防災防雪施設点検要領(案)⁹⁾」、「ÖNORM-Regel 24807¹¹⁾」などで示されているように、点検によって対策施設の損傷等の程度(変状レベル)を把握し、その変状レベルに応じて施設の健全度を判断し、対策不要、経過観察、要対策に分けて対応していく必要がある。今後、国立研究開発法人土木研究所雪崩・地すべり研究センターでは、収集した雪崩対策施設の損傷等の事例や既往の要領等を参考に、雪崩対策施設の変状レベルや健全度についても、損傷等の種類ごとに整理していきたいと考えている。

5. まとめ

本研究では、雪崩対策施設の維持管理に関する点検の基本的な着眼点を提示することを目的として、国内における雪崩対策施設の損傷事例と国内外における点検に関する資料を収集し、雪崩対策施設の種類ごと及び部位ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象を整理した。

雪崩対策施設の点検について、その着眼点や客観的な判断を助ける項目の整理が行われている地域もあるが、各地域および各分野で取り組まれている雪崩対策施設の点検の考え方と着眼点を共有することは、これから雪崩対策施設の点検について整理しようとしている地域において大変有用であると同時に、すでに整理している箇所においても地域によって多様性を見せる雪崩対策について他地域の取り組みを知ることは重要であると考えられる。

今後は、雪崩対策施設の変状レベルや健全度についても整理していく予定である¹⁾。また、これらをまとめ、無雪期における雪崩対策施設の維持管理に関する点検の考え方と着眼点について、「砂防関係施設点検要領(案)⁷⁾」を雪崩対策施設の点検に関して補完するという観点で整理することを目指している。これにより、どのタイミングで、どのような損傷等に着目し、そしてどのような対策（修繕、改善等）を行うことが効率的で効果的かの判断に寄与する資料を作成できればと考えている。

参考文献

- 1) 松下拓樹、桂 真也、石田孝司：「雪崩対策施設の維持管理のための点検の着眼点について」、平成27年度北陸地方整備局事業研究発表会、2015年7月
- 2) 秋山一弥、花岡正明、佐藤宗吾、関口辰夫：「新潟県中越地震による雪崩対策施設の被害と斜面変動」、日本雪氷学会全国大会講演予稿集、170、2005年9月
- 3) 町田 誠：「雪崩対策施設の機能と効果を持続するための維持管理」、日本雪工学会誌、Vol. 25、No. 4、276-279、2009年10月
- 4) 阿部孝幸：「雪崩予防柵（吊柵）の改善に関する考察」、雪氷、77巻、67-74、2015年1月
- 5) 赤沼圭一：「雪による近年の公共土木施設災害について」、ゆき、No. 101、8-11、2015年12月
- 6) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課：「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)」、2014（平成26）年6月

- 7) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課：「砂防関係施設点検要領(案)」、2014（平成 26）年 9 月
- 8) 桂 真也、秋山一弥：「道府県による集落雪崩対策施設設置斜面の点検に関する実態調査結果について」、平成 26 年度北陸地方整備局事業研究発表会、2014 年 7 月
- 9) 新潟県土木部道路管理課：「新潟県防災防雪施設点検要領(案)」、pp.40、2013（平成 25）年 4 月
- 10) Margreth, S.: “Defense structures in avalanche starting zones”, Technical guideline as an aid to enforcement, Environment in Practice No.0704, Federal Office for the Environment, Bern; WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Switzerland, pp.134, 2007
- 11) Überwachung und Instandhaltung: “ÖNORM-Regel 24807”, Permanenter technischer Lawinenschutz - Überwachung und Instandhaltung, Ausgabe, 2010.6, (in German)
- 12) 嶋津君雄、石川 功、阿部 力：「雪対策施設点検要領の策定について」、ゆきみらい研究発表会論文集、260-263、2010 年 2 月
- 13) 八橋義昭、小越範夫、松本喜裕：「雪崩対策施設点検要領について」、ゆきみらい研究発表会論文集、294-295、2010 年 2 月
- 14) 田嶋史人：「最近の道路雪害対策への取組について」、平成 26 年度北陸地方整備局事業研究発表会、2014 年 7 月
- 15) 窪 宗昭、中村圭弘：「長岡国道事務所における防雪対策事業の取り組みについて」、ゆきみらい研究発表会論文集（応募論文）、2015 年 1 月
- 16) Rudolf-Miklau, F., S. Sauermoser and A. Mears (ed.): “The technical avalanche protection handbook”, Ernst & Sohn, pp.408, 2015.4
- 17) 土木研究所 寒地土木研究所：「北海道の地域特性を考慮した雪崩対策の技術資料(案)」、2010 年 3 月
- 18) 建設省河川局砂防部、社団法人雪センター：「集落雪崩対策工事技術指針(案)」、1996（平成 8）年 2 月
- 19) (財)道路保全技術センター：「道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪）」、pp.53、2007 年 9 月（平成 23 年 10 月(社)全国地質調査業協会連合会 再編)
- 20) 土木研究所：「豪雪時における雪崩斜面の点検と応急対策事例」、土木研究所資料、4167、2010 年 3 月

A STUDY ON IMPROVEMENT OF MANAGEMENT STRATEGIES FOR MAINTAINING AVALANCHE PROTECTION STRUCTURES

Budgeted: Grants for operating expenses
General account

Research Period: FY2012-2015

Research Team: Erosion and Sediment Control
Research Group (Snow Avalanche and
Landslide Research Center)

Authors: ISHIDA Koji
MATSUSHITA Hiroki

Abstract: To maintain the function of avalanche protection structures, early detection of damages and functional defects in the structures by inspection and application of suitable maintenance measures against the damages are required. In this study, fundamental viewpoints in the inspection of the avalanche protection structures were considered, and principal damages and functional defects including its possible causes were classified for each structure based on a case analysis of damages in the structures and existing guidelines for inspection of structures.

Key words: Snow avalanches, avalanche protection structures, maintenance management, inspection, damages