

雪崩対策施設の健全性評価手法の検討

奥山 悠木¹・判田 乾一¹

¹ 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 (〒944-0051 新潟県妙高市錦町2-6-8)

雪崩対策施設は設置から長期が経過し、部材の劣化や損傷事例が見られており、施設の健全性を適切に評価し、必要な対策を講じていくことが求められている。本検討では、雪崩対策施設のうち設置事例が多い雪崩予防柵について、新潟県内における調査結果を踏まえ、施設の健全性評価手法について検討を行った。その結果、施設の部位ごとの変状およびそれらが施設全体の機能に及ぼす影響を整理し、施設の健全性評価手法を提案した。

キーワード 雪崩対策施設、維持管理、点検

1. はじめに

集落保全を主目的とした雪崩対策事業は昭和60年に制度が創設され、以来30年余りにわたり都道府県により事業が実施されてきている。

このような状況の中、設置から長期が経過した雪崩対策施設は、鋼製部材の腐食や積雪・落石による部材の変形、基礎の洗堀による転倒等の損傷事例が見られている¹⁾ (図-1)。

雪崩対策施設を含む砂防関係施設の維持管理に関する要領としては、砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン (案)²⁾および砂防関係施設点検要領 (案)³⁾が国土交通省により作成されている。このうち点検要領では、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ており、都道府県をはじめとした施設管理者はこれらの要領に基づき施設点検および健全度評価を実施することとなっている。ただし、本要領では、雪崩対策施設については急傾斜地崩壊防止施設に準じて取り扱うこととなっており、雪崩対策施設の点検における具体的な考え方は記載されていない。

そこで、雪崩・地すべり研究センターでは、雪崩対策施設の維持管理のための点検に関する研究を進めてきており、2017年には松下ら⁴⁾が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・部位ごとに着目すべき損傷等とその要因となる現象、損傷等による部位の変状レベルの判断について整理している。

本検討では、上記研究を踏まえ、雪崩対策施設のうち設置事例が多い雪崩予防柵を対象として、実際の損傷事例を現地調査し、部位の変状が施設全体の機能に及ぼす影響について整理することにより、施設の健全度評価を行う手法について検討した。



図-1 雪崩対策施設で見られる変状の例

2. 調査方法

(1) 調査対象施設

現地調査は、図-2に示す新潟県村上市に設置されている雪崩予防柵171基を対象とし、調査は無雪期と積雪期の2度にわたり実施した。

雪崩予防柵の配置図を図-3に示す。



図-2 調査対象位置図

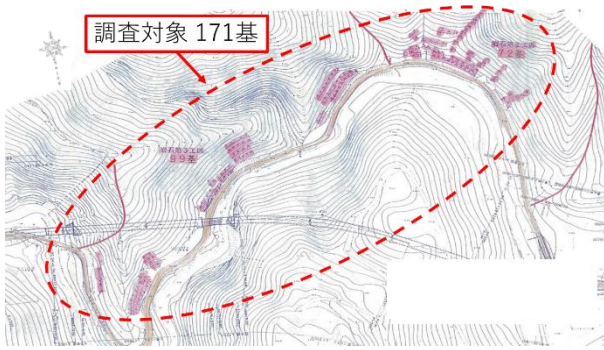


図-3 雪崩予防柵配置図

また、雪崩予防柵の基本的な構造は図-4に示す通りである。

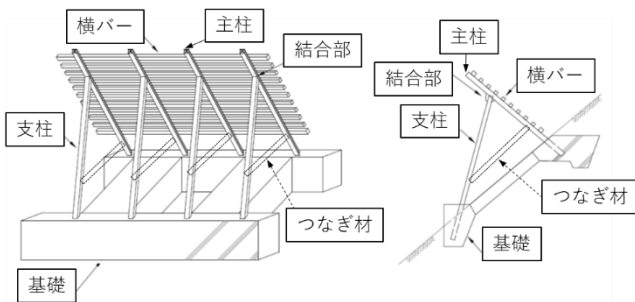


図-4 雪崩予防柵の構造

(2) 無雪期の調査

2017年11月27日、28日の2日間で、雪崩予防柵171基を対象に無雪期の調査を行った。道路上からの目視確認・写真撮影を原則として、確認できる範囲で各部材の破損・欠落状況や腐食状況を把握した。斜面へのアクセスが容易な一部の雪崩予防柵については、近接目視および近接写真撮影も行った。基礎の状況が視認可能な場合には、基礎の変状も把握した。

(3) 積雪期の調査

2018年2月27日、28日の2日間で、雪崩予防柵171基を対象に積雪期の調査を行い、無雪期から積雪期にかけての変化を確認した。無雪期の調査と同様に、道路上からの目視確認・写真撮影を原則として、確認できる範囲で雪崩予防柵周辺の積雪状況や雪崩発生状況、無雪期からの破損・欠落の変化状況を把握した。斜面へのアクセスが容易な一部の雪崩予防柵については、近接目視および近接写真撮影も行った。

3. 調査結果

(1) 無雪期の調査結果

調査対象となった171基中、樹木に遮られたり、下部の

予防柵に重なったりする等して道路上から確認できなかった46基を除いた125基について、調査結果の整理を行った。図-5に無雪期の全体調査で変状が確認された予防柵の基数を部位ごとに示す。なお、一つの予防柵で複数の部位に変状が確認された場合は、各部位で一基ずつカウントした。変状の内容は以下の通りで、目立った変形や腐食等が見られなかった予防柵は「変状なし」とした。

- ・全体：予防柵本体の転倒や消失
- ・横バー：欠落や腐食、座屈等の変形
- ・支柱・支柱：座屈や断裂
- ・基礎：基礎洗堀
- ・接合部：支柱接合部の断裂

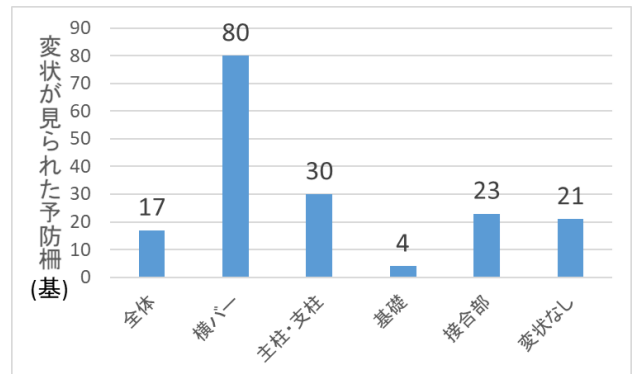


図-5 無雪期に確認された雪崩予防柵の変状

無雪期の全体調査で見られた変状の殆どが横バーであった。また、横バーの欠落や変形が生じていた箇所は雪崩予防柵によって異なっており、上部に集中している場合や下部に集中している場合、不連続な場合、全て欠落している場合などが見られた。横バーに変状が見られた雪崩予防柵の例を図-6に示す。



図-6 異なる箇所の横バーに変状が見られた雪崩予防柵

(2) 積雪期の調査結果

無雪期の調査時と同様の理由で確認できなかった46基を除いた125基について、調査結果の整理を行った。調査

した雪崩予防柵を以下の4つに分類し、それぞれの基数を図-7に示す。また、積雪以外の変状が見られた雪崩予防柵の例を図-8に示す。

- ① 損傷拡大：破損や欠落といった損傷が拡大しているもの。なお、今回損傷拡大が確認された部位は全て横バーである。
- ② 雪崩堆積：雪崩予防柵の上部に雪崩が堆積しているもの
- ③ 雪崩すり抜け：発生した雪崩が雪崩予防柵をすりぬけて流下しているもの
- ④ 積雪：目立った変状がなく、雪崩予防柵周辺に雪が積もっているもの

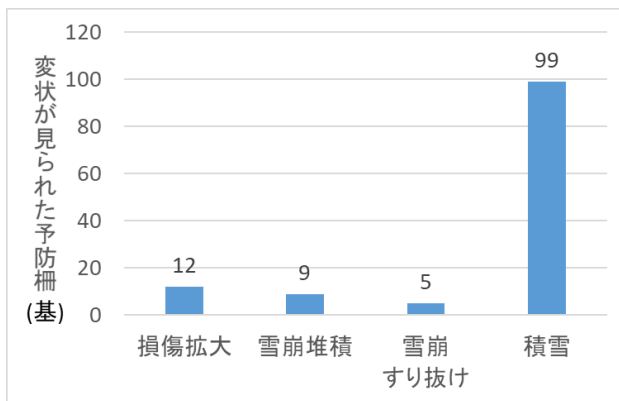


図-7 積雪期に確認された雪崩予防柵の状態



図-8 無雪期から積雪期にかけて生じた変状

4. 考察

(1) 変状が機能に及ぼす影響

無雪期および積雪期の調査結果を踏まえ、雪崩予防柵の変状が雪崩予防柵の機能に及ぼす影響を評価した。今回は以下の3段階で評価するものとした。

- ① 機能保持：当初の設置位置に自立し、必要な柵高も保持されている状態。

- ② 機能低下：必要な柵高が低下したり、部分的に柵が欠落したりしている状態。

- ③ 機能喪失：雪崩予防効果が殆ど期待できない状態。

①機能保持は、変状がないか変状が軽微な場合であり、施設が健全に機能している状態である。②機能低下は、部位の変形や部分的な欠落が見られ、施設の機能が低下しているが完全には喪失していない状態である。③機能喪失は、施設本体の転倒や流失のほか、ほぼ全ての部位が欠落するなどして施設としての機能が果たせない状態が該当する。

このうち、②機能低下に該当する、部分的な横バーの欠落が見られた施設について、積雪期調査において、雪崩が雪崩予防柵をすり抜けて流下していた事例が確認された。そこで、以降は横バーの欠落位置に着目し、欠落位置が施設の健全度に及ぼす影響について考察した。

(2) 横バーの欠落位置による影響

a) 下部の横バーが複数欠落した場合

まず、積雪期調査で確認された、雪崩が雪崩予防柵をすり抜けた事例について検証する。この事例では、図-9に示すように、雪崩予防柵の下部の横バーが複数欠落しており、その隙間から雪崩が流下したものと考えられた。下部の横バーが複数欠落している場合の雪崩予防柵の機能について図-10に示す。



図-9 下部の横バーが複数欠落した雪崩予防柵と雪崩すり抜け事例

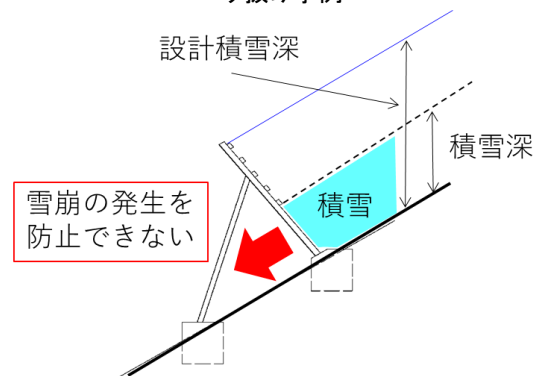


図-10 下部の横バーが複数欠落した場合の機能

図-10に示すとおり、積雪深が残存する横バーの高さまで達しない限り、雪崩の発生を防止できないと考えられる。特に斜面が急な場合は、残存する横バーの下端に積雪が到達する前に雪崩が発生する可能性が高く、雪崩の

発生を予防する効果が期待できない。よって、下部の横バーが複数欠落した場合は、②機能低下ではなく③機能喪失として整理する必要があると考えられる。

b) 上部の横バーが複数欠落した場合

図-11のように上部の横バーが複数欠落した場合、今回の調査では雪崩の発生等は確認されなかった。しかし、下部の横バーが欠落した場合に準じて考えると、雪崩予防柵の機能は図-12のように考えることができる。



図-11 上部の横バーが複数欠落した雪崩予防柵

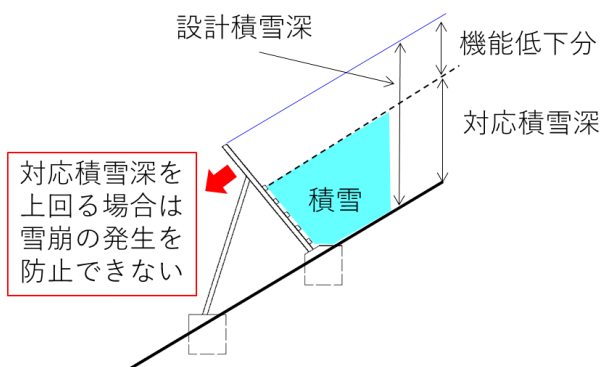


図-12 上部の横バーが複数欠落した場合の機能

図-12に示すとおり、残存する横バーの上端（対応積雪深）までは、通常の雪崩予防柵と同様に雪崩の発生を防止できるが、積雪深がこれを超える場合には雪崩の発生を完全には予防できない状態となる。このことから、上部の横バー欠落は②機能低下に該当すると考えられる。

c) 複数の横バーが不連続に欠落した場合

図-13のように横バーの欠落部が連続していない場合も雪崩の発生等は確認されなかった。しかし、場合によっては欠落部から雪崩が発生する可能性があると考え、機能を図-14の通り想定した。



図-13 複数の横バーが不連続に欠落した雪崩予防柵

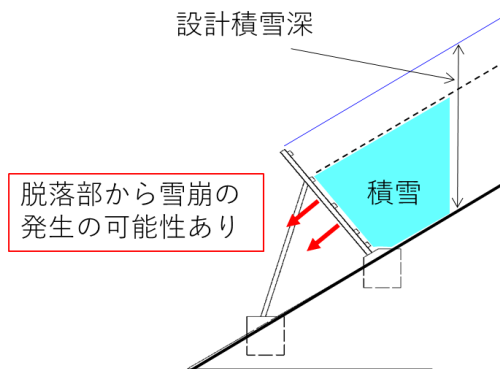


図-14 複数の横バーが不連続に欠落した場合の機能

図-14に示すとおり、横バーが欠落している部分から雪崩が発生する可能性があるものの、施設がない場合と比較してある程度の雪崩予防効果は保持されていると考え、②機能低下に該当するものと整理した。

5. まとめ

雪崩対策施設のうち雪崩予防柵について、実際の損傷事例を調査し、その結果に基づき施設点検の着目点を整理するとともに、施設健全度評価の考え方を提示した。

雪崩予防柵125基の無雪期における変状調査結果より、最も変状が見られた部位は横バーであった。また、3か月後の積雪期の調査では、損傷の拡大や雪崩が施設をすり抜けて発生した状況が確認された。

上記を分析した結果、雪崩予防柵の点検においては横バーの欠落位置に着目し、雪崩予防効果の観点から施設健全度を区分して評価する必要があることを提示した。

本検討では、同一年度内の2時期で調査を行ったが、今後はより長期間の調査結果を蓄積することにより、変状予測の精度向上が期待される。

謝辞

本検討の現地調査に際し、新潟県村上地域振興局に多大なご協力を賜った。ここに記して御礼申し上げる。

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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 松下拓樹, 石田孝司, 金澤瑛: 雪崩対策施設の損傷等の分類と変状レベルについて, 地すべり研究第61集, 2017