

老朽化した雪崩対策施設の健全度評価に関する研究

○堀口 礼頭, 落合 達也, 松坂 裕之, 中島 達也 (アジア航測株式会社)
隅田 聖也, 星本 真秀, 原田 紹臣 (三井共同建設コンサルタント株式会社)
水山 高久 (京都大学名誉教授)

1. はじめに

砂防関係施設の管理者は、既存施設及び施設周辺の点検により各施設の部位におけるそれぞれの変状レベルを把握し、それらの変状レベルやライフサイクルコスト等を評価して対象施設の健全度や補修等の対策優先度に関して検討(図-1)することとなったため^{1),2)}、これらの健全度に関する評価指標等の立案が急務となっている。そこで、これまで欧州における橋梁を対象にした維持管理マネジメントの意思決定手法³⁾を参考に、砂防関係施設の長寿命化計画策定において有効であると考えられる老朽化した砂防関係施設の健全度に関する定量的な評価手法等を提案している⁴⁾。

本稿では、殆ど議論^{1),2)}されてこなかった雪崩対策施設に関する健全度評価手法について提案する。

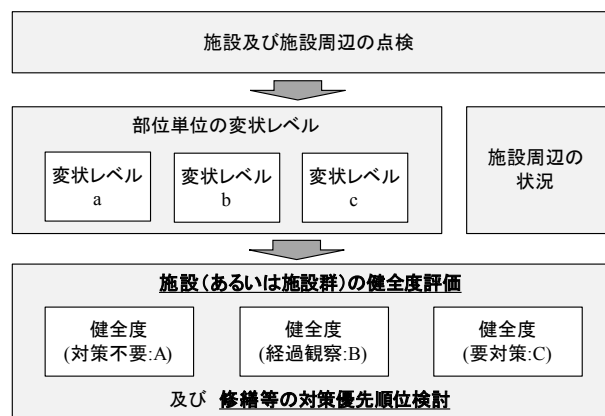


図-1 砂防関係施設の健全度評価及び対策優先順位検討の流れ¹⁾に一部加筆

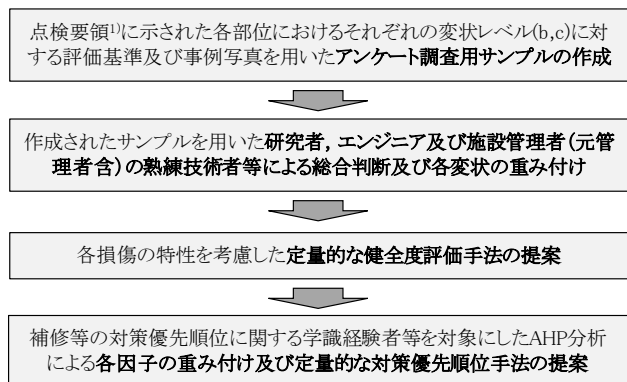


図-2 筆者らの既往研究⁴⁾における検討手法の概要とその流れ

2. 雪崩対策施設に関する健全度評価手法の提案

砂防関係施設の長寿命化計画策定において、砂防関係施設の管理者は図-1に示されるとおり点検要領¹⁾等で定義された各施設の部位における変状レベル(a, b, c:表-1)等を対象に既存施設の健全度(A, B, C:表-2)について評価する必要がある。その際、説明責任の観点より、定量的な評価指標の立案が望まれる。そこで、筆者らは、施設の健全度について評価する際に有効な指標に関して、図-2に示されるとおり学識経験者、エンジニア及び管理者(元管理者含)ら熟練技術者等により回答されたアンケート調査結果を用いて分析⁴⁾しており、これまで数多くの一般的な砂防関係施設^{1),2)}を対象に議論している。しかしながら、寒冷地域等において管理されている砂防関係施設(雪崩対策施設)については議論できていない。

そこで、雪崩対策施設の健全度に関する評価指標について、これまでと同様に、学識経験者、エンジニア及び管理者(元管理者含)ら熟練技術者等により回答されたアンケート調査結果を用いて分析を加えるものとする。ここで、対象となる雪崩対策施設の分類や種類について表-3に示す。

表-1 部位あるいは部位グループの変状レベル評価¹⁾

変状レベル	損傷等の程度
a	当該部位に損傷等は発生していないもしくは軽微な損傷が発生しているものの、損傷等に伴う当該部位の性能の劣化が認められず、対策の必要がない状態
b	当該部位に損傷等が発生しているが、問題となる性能の劣化が生じていない。現状では対策を講じる必要はないが、今後の損傷等の進行を確認するため、定期巡視点検や臨時点検等により、経過を観察する必要がある状態
c	当該部位に損傷等が発生しており、損傷等に伴い、当該部位の性能上の安定性や強度の低下が懸念される状態

表-2 砂防関係施設の健全度評価と表記¹⁾

健全度(表記)	損傷等の程度
対策不要(A)	当該施設に損傷等は発生していないか、軽微な損傷が発生しているものの、損傷等に伴う当該施設の機能の低下及び性能の劣化が認められず、対策の必要がない状態
経過観察(B)	当該施設に損傷等が発生しているが問題となる機能の低下及び性能の劣化が生じていない。現状では対策を講じる必要はないが、将来対策を必要とするおそれがあるので、定期点検や臨時点検等により、経過を観察する必要がある状態
要対策(C)	当該施設に損傷等が発生しており、損傷等に伴い、当該施設の機能低下が生じている、あるいは当該施設の性能上の安定性や強度の低下が懸念される状態

表-3 雪崩対策施設の分類と種類⁵⁾

雪崩対策施設	施設の種類
雪崩予防施設	予防柵工
	予防杭工
	植栽工
	階段工
雪崩防護施設	阻止工
	防護工
	減勢工
	誘導工

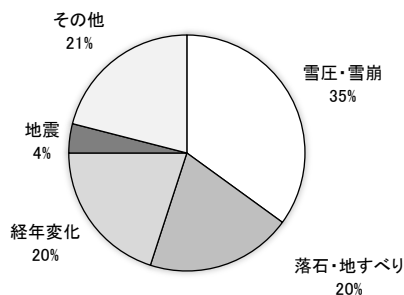
図-3 雪崩対策施設の損傷等における主な要因の割合⁶⁾

表-4 今回新たに追加した雪崩予防施設における分析結果

部 位 ⁶⁾	変状レベル(概要) ⁶⁾	評価値 V_d
雪崩 予防 柵工	結合部の変状	結合部材の緩み・脱落・腐食
	梁材・支柱の変状	水平部材・支柱の変形・破損
	本体工の倒壊・崩落	倒壊・崩落
	基礎洗掘・浮上り	基礎洗掘・浮き上がり
	吊り部材の変状	線部材の破断
	雪 防 護 網	スノーネットの変形・損傷

表-3に示されるとおり、雪崩対策施設は、主に、雪崩の発生を予防する施設（雪崩予防施設）と発生した雪崩を制御する施設（雪崩防護施設）に分類され、それぞれの機能を有する対策施設が提案されている⁵⁾。その中でも、予防柵工（雪崩予防施設）や擁壁等による阻止工（雪崩防護施設）が、一般的に多く採用されている。

一方、既往の雪崩対策施設（73事例）を収集して分析された雪崩対策施設の損傷等における要因によると、主に、外力による変状と経年変化によるものとに分類されている⁶⁾。その際、外力による変状として、主な要因としている雪圧や雪崩以外に、落石等の積雪期以外においても発生する可能性がある変状も多く報告されている。

雪崩予防施設（予防柵工）を対象に、熟練技術者等（10名）により回答されたアンケート調査結果を用いて分析した結果（予防柵工の各部位における主な変状⁶⁾）を表-4に示す。なお、表-4に示される評価値を用いて、これまでと同様に、得られた各部位における施設の健全度については、

表-5 変状レベル（評価値）と施設の健全度との関係⁴⁾

施設の健全度（表記）	変状レベルの評価値 V_d
対策不要 (A)	$V_d = 0$
経過観察 (B)	$0 < V_d \leq 61$
要 対 策 (C)	$61 < V_d$

表-6 急傾斜地崩壊防止施設における分析結果⁴⁾（雪崩防護施設）

部 位 ¹⁾	変状レベル(概要) ¹⁾	評価値 V_d
擁壁工 (待受式含)	ひび割れ	部分的なひび割れ等
		広範囲な連続したひび割れ等
	湧水	部分的な湧水等
		広範囲な湧水等
	変形	微細な変形(はらみ出し等)
		顕著な変形(はらみ出し等)
	沈 化	微細な沈化
		顕著な沈化
落石 防護柵工	損 傷 変形等	支柱の変形(折れや曲り)等
安全設備	防止柵等	損傷・変形・腐食・劣化による使用不可

表-5に示される閾値(評価値61)を参考にして評価するものとする。ここで、表-4における雪崩予防施設の評価値については、これまでにおける他の砂防関係施設（例えば、砂防堰堤⁴⁾と比較して、安全側（高い数）の傾向が示されている。この要因として、雪崩予防柵工は一般的に不安定な斜面中腹に存在することが多く、斜面下部へ施設が落下する危険性が高いことと、これまであまり議論されてこなかったため、技術知見が比較的不足しており、結果として、安全側に評価（回答）されたことによるものと考えられる。

一方、雪崩防護施設については、図-3にも示されるとおり、雪圧や雪崩以外に落石等による変状も想定されることより、ここでは機能として類似する急傾斜地崩壊防止施設において提案されている既往の評価値（擁壁工）を参照するものとする。今後、更なる評価値の精度向上が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部：砂防関係施設点検要領（案），2014.
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部：砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案），2014及び2019（改訂）.
- 3) Brime: <http://www.trl.co.uk/brime/index>
- 4) 原田紹臣・小杉賢一朗・里深好文・水山高久：老朽化した砂防関係施設の健全度及び対策優先度に関する定量的な評価手法の提案，河川技術論文集，Vol.21，pp.183-188，2015.
- 5) 土木研究所 土砂管理研究グループ 雪崩・地すべり研究センター：雪崩対策施設，<https://www.pwri.go.jp/team/niigata/leaflets/>
- 6) 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，北陸地方整備局事業研究発表会，2015.