

火山砂防地域における鋼製砂防構造物の点検調査及び変状レベルの評価手法

八千代エンジニアリング株式会社 池田誠，横尾公博，○長塚結花
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧河川事務所 松本卓也，佐藤宏樹，村井瞳

1. はじめに

砂防施設は、出水や地震などの外的要因による損傷や時間経過による劣化が生じる一方で、求められる機能や性能を長期にわたって維持・確保していく必要がある。H26年度に示された点検要領¹⁾や長寿命化ガイドライン²⁾により、砂防施設の点検を統一した視点で実施し、適切な維持管理や長寿命化計画の策定が求められている。

しかしながら、要領¹⁾では砂防施設の多くを占めるコンクリート構造物を主な対象としているため、現状で鋼製砂防施設の点検項目や変状レベルの評価手法が確立されているとはいえない。

本検討では、北海道苫小牧市に位置する樽前山直轄火山砂防流域内にある既存鋼製砂防施設(計9基)を対象として、点検項目の抽出及び変状レベル評価を実施した結果を報告するものである。なお、本報告では砂防施設本体に対する点検について報告する。

点検対象施設は、現地発生土砂を中詰めした鋼製セル型砂防堰堤(セル)、鋼製ダブルウォール型砂防堰堤(DW)、越流部をセルで非越流部をDWで構成している砂防堰堤(セル/DW)の3種類で、竣工後1年～15年計画した施設である(表1)。本対象施設は、火山泥流対策であり、既往実績によると平常時に大きな外力は作用していないという特徴にある。

表1 点検対象砂防施設

	構造	堰堤長	堰堤高	竣工年
1	セル/DW	187.5m	6.5m	H19
2	DW	76.5m	4.5m	H22
3	セル/DW	95.9m	7.0m	H22
4	DW	45.9m	4.5m	H21
5	セル/DW	176.6m	6.0m	H21
6	セル/DW	570.5m	14.5m	H17
7	セル/DW	480.1m	14.5m	H14
8	セル	342.6m	14.5m	H27
9	セル	235.4m	14.5m	H29

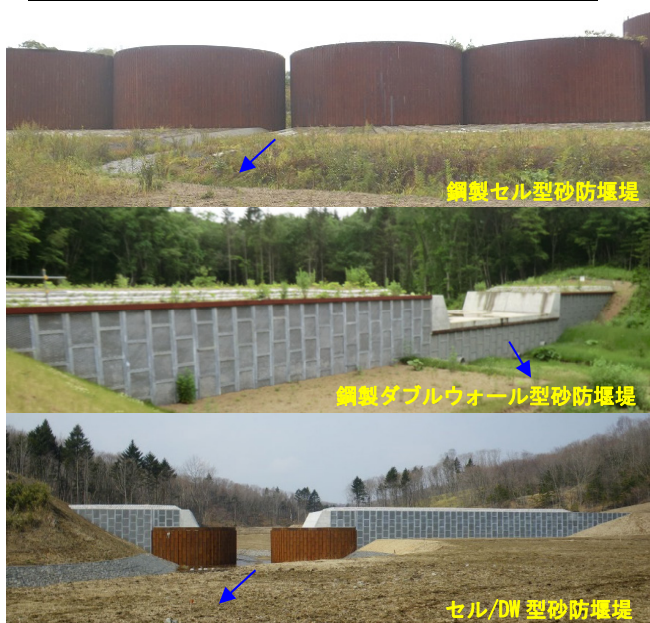


図1 対象施設

2. 点検計画の立案

2.1 点検項目

鋼製砂防施設の点検は、点検を実施すべき部位が明らかになっていない現状にある。従って、砂防施設の部位を最小の点検単位として整理した。

併せて、各部位に求められる機能や性能を明らかにしたうえで、各部位で想定される、または着目すべき損傷を明らかにした。この部位毎の損傷を点検事項として整理した(表2)。

表2 点検事項の抽出

調査項目	材料	部位に求められる機能・性能	備考	点検事項
水通し天端	天端コンクリート	堆砂面の形成 ↑ 水通し高の確保	・泥流を水通し天端高で捕捉する ・泥流流下時に中詰め土砂を流亡させない ・泥流流下時に壁面材の折れや破損を防ぐ	沈下 摩耗 ひび割れ
袖部	天端コンクリート 天端盛土	流路の形成 ↑ 袖の確保	・泥流や洪水を安全に下流へ流下させる	沈下 摩耗 ひび割れ 沈下
本体及び袖部	壁面材	堆砂面の形成 ↑ 水通し高の確保、構造物としての安全性確保	・泥流発生時にセルやDWが破損・倒壊しない ・泥流発生時に中詰め土砂を流亡させない	摩耗・腐食 変形 破損 継手の開き 漏水 吸い出し防止材の変状
	水抜き暗渠	-	・常時流水を流下させる	破損 土砂堆積
前庭部	護床ブロック	堆砂面の形成 ↑ 基礎の安全性確保	・泥流発生時に洗掘による堰堤本体の破壊を防止する	流出 沈下 摩耗 ひび割れ

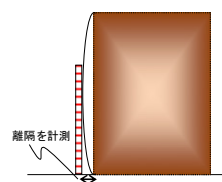
2.2 点検手法及び点検調査

点検は目視または検測ボールやコンベックス等を用いた簡易な計測を主として実施した。簡易な計測では変状を評価できない鋼材の腐食やセルの変形については、計測機器等を用いて変状を評価することとした(表3)。

立案した点検事項及び手法に基づき、点検対象施設の全9基に対して、点検調査を実施した。

表3 点検手法

調査項目	点検事項	調査手法	目視・計測方法
水通し天端	天端コンクリート	目視 計測	目視・計測方法
	沈下	○ ○	天端コンクリートと壁面材の差分高さを計測
	摩耗	○	目視にて摩耗状況を確認
	ひび割れ	○ ○	クラックスケールにて計測
袖部	天端コンクリート	目視 計測	目視・計測方法
	沈下	○ ○	天端コンクリートと壁面材の差分高さを計測
	摩耗	○	目視にて摩耗状況を確認
	ひび割れ	○ ○	クラックスケールにて計測
天端盛土	沈下	○ ○	検測ボール及びコンベックスにて沈下深さを計測
本体及び袖部	壁面材	目視 計測	目視・計測方法
	摩耗・腐食	○ ○	超音波板厚計にて厚さを計測
	変形	○ ○	測量用スタッフによるはらみだしの簡易計測
	破損	○	目視にて破損状況を確認
	継手の開き	○	目視にて開きを確認
	漏水	○	目視にて漏水の位置を確認
	吸い出し防止材の変状	○	目視にて吸い出し防止材のめくれ等の変状を確認
	水抜き暗渠	目視 計測	目視・計測方法
	破損	○	目視にて破損状況を確認
	土砂堆積	○ ○	検測ボール及びコンベックスにて土砂堆積深を計測
前庭部	護床ブロック	目視 計測	目視・計測方法
	流出	○	目視にて流出状況を確認
	沈下	○ ○	検測ボール及びコンベックスにて沈下深さを計測
	摩耗	○	目視にて摩耗状況を確認
	ひび割れ	○ ○	クラックスケールにて計測

鋼材の腐食	セルの変形
超音波厚さ計にて鋼材厚を計測	測量スタッフと水準器によりセルの変形を計測
	

3. 変状レベル評価

3.1 評価手法の検討

変状レベル評価の検討手順は、図2に示すとおりで、①「2.点検計画の立案」で示した点検項目ごとに砂防施設の損傷や変状を把握し、②点検項目ごとにその変状が進行した場合に想定される現象を検討する。その結果を踏まえて、③変状レベル評価の観点を設定し、点検項目毎に変状レベル評価を実施した。さらに、点検項目毎の変状レベル評価結果を部位ごとにとりまとめ、④各点検項目の変状が部位の機能や性能へ与える影響の大小を評価し、部位ごとの変状レベル評価を行った。

なお、変状レベル評価は砂防施設の機能や性能を踏まえて、部位毎に評価するものとし、要領^りで示されている「a:損傷なしもしくは軽微な損傷、b:損傷があるものの現時点での対策は必要なし、c:損傷があり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」に準拠することとした。

例えば、天端コンクリートの変状レベル評価を行う際は、沈下、摩耗、ひび割れの点検項目毎の変状レベル評価結果を総合的に判断し、部位の変状レベル評価を実施する。また天端コンクリートの沈下は、完全に沈下して壁面材が露出した状態であると、泥流発生時に壁面材の破損の原因となること、堰堤高が足りず容量不足となることから、砂防施設の所定の性能を発揮が困難である。従って、壁面材が完全に露出している際は変状レベル c と評価し、部分的な露出の場合は変状レベル b と評価するなどして、変状レベルの観点を設定した。

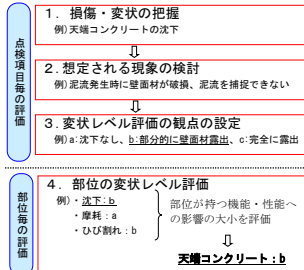


図2 変状レベル評価検討フロー

表4 変状が進行した場合に想定される現象

調査項目(部位)	点検事項	性能への影響	機能への影響	変状が進行した場合に想定される現象
水通し天端	天端コンクリート	沈下	小さい	沈下が進行→壁面材が完全に露出→泥流発生時に壁面材の折れや破損→機能(確実な泥流の抑制)が低下
	天端コンクリート	摩耗	大きい	摩耗が進行→中詰め土砂の露出→泥流発生時に中詰め土砂が流出→性能(安定性)が低下
	天端コンクリート	ひび割れ	大きい	ひび割れが進行→中詰め土砂の露出→泥流発生時に中詰め土砂が流出→性能(安定性)が低下
袖部	天端コンクリート	沈下	大きい	沈下が進行→壁面材が完全に露出→泥流発生時に壁面材の折れや破損→性能(安定性)が低下
	天端コンクリート	摩耗	大きい	摩耗が進行→中詰め土砂の露出→泥流発生時に中詰め土砂が流出→性能(安定性)が低下
	天端コンクリート	ひび割れ	大きい	ひび割れが進行→中詰め土砂の露出→泥流発生時に中詰め土砂が流出→性能(安定性)が低下
天端盛土	天端盛土	沈下	大きい	沈下が進行→壁面材が完全に露出→泥流発生時に壁面材の折れや破損→性能(安定性)が低下
	天端盛土	摩耗・腐食	大きい	腐食が進行→腐食・剥離が進行→中詰め土砂の流出→性能(安定性)が低下
	天端盛土	変形	大きい	変形が進行→壁面材の破損や継手の開き→中詰め土砂の流出→性能(安定性)が低下
本体及び袖部	壁面材	破損	大きい	破損が進行→中詰め土砂の流出→性能(安定性)が低下
	壁面材	継手の開き	大きい	破損が進行→中詰め土砂の流出→性能(安定性)が低下
	壁面材	漏水	大きい	漏水が進行→中詰め土砂の流出→性能(安定性)が低下
水抜き暗渠	水抜き暗渠	破損	大きい	破損が進行→上流に土砂が堆積することで効果量を減らす→泥流発生時に機能(確実な泥流の抑制)が低下
	水抜き暗渠	土砂堆積	小さい	土砂堆積が進行→上流に土砂が堆積することで効果量を減らす→泥流発生時に機能(確実な泥流の抑制)が低下
	水抜き暗渠	流出	大きい	流出→泥流発生時に基礎地盤が洗掘→性能(安定性)が低下
前底部	護床ブロック	沈下	大きい	沈下が進行→泥流発生時に基礎地盤が洗掘→性能(安定性)が低下
	護床ブロック	摩耗	大きい	摩耗が進行→泥流発生時に護床ブロックが破損→基礎地盤が洗掘→性能(安定性)が低下
	護床ブロック	ひび割れ	大きい	ひび割れが進行→泥流発生時に護床ブロックが破損→基礎地盤が洗掘→性能(安定性)が低下

表5 変状レベルabc設定例

点検事項	変状レベルa	変状レベルb	変状レベルc
沈下	沈下なし、もしくは軽微な沈下	沈下により壁面材の内側が部分的に露出	沈下により壁面材の内側が完全に露出
継手の開き	継手の開きなし	開口はあるが、中詰め材の流出が認められない	開口があり、かつ中詰め材の流出が認められる

3.2 評価結果

全9基の点検結果を基に評価手法を踏まえて、各砂防施設の部位毎の変状レベルを評価した。評価結果の総括は表6に示すとおりである。

表6 変状レベル評価結果

調査項目	NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
水通し天端	天端コンクリート	b	b	b	a	b	-	b	-	-
袖部	天端コンクリート						b	a	a	a
	天端盛土	b	a	a	a	a				
本体及び袖部	壁面材	a	a	a	a	a	b	a	b	a
	水抜き暗渠		c		a					
前底部	護床ブロック				a		-	-	a	a



図3 確認された変状(例)

3.3 変状レベル傾向の検証

点検項目毎の変状レベル評価合計点と各砂防施設の竣工からの経過年数について散布図を作成しその傾向を検証した。

結果として、対象砂防施設は常時の外力が少ない流域であることから、顕著な傾向は確認されなかったが、概ね経過年数が大きいほど、合計値が大きくなる傾向にあった。

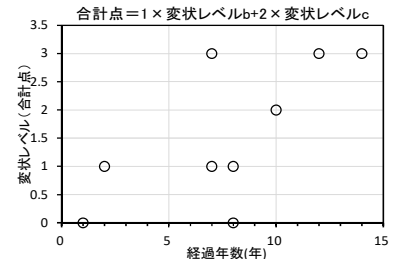


図4 変状レベルと竣工からの経過年数の関係

4. 今後の検討課題

本検討では、鋼製砂防施設に対して、砂防施設の機能や性能と部位が与える影響の大小を明らかにしたうえで、点検項目及び手法、その評価の方法を検討した。

本検討結果を踏まえ、今後、鋼製砂防施設の点検を実施する上での課題を列挙する。

①補修基準値の設定：点検で変状が確認された際に、補修が必要と判断される基準値を検討する必要がある。その際は、砂防施設の機能・性能を踏まえた上で、各砂防施設の設計報告書や既往被災事例などを基に検討していく必要がある。

②補修計画：点検結果より補修が必要と判断された際の補修計画を立案することが必要である。今後は、既往の補修事例や損傷箇所の特徴を踏まえて、具体的な補修計画を検討していく必要がある。

③点検困難箇所の点検手法：本検討で確認された点検困難箇所は大きく2種類(①アクセス困難箇所、②目視不可能箇所)に区分された。特に②については、点検の必要性や点検手法を検討し、その適用性について検証していく必要がある。

④予防保全型管理：合理的な維持管理計画立案のため、点検を定期的の実施し、損傷の経年的なデータを蓄積することで、部位の劣化曲線を検討する。劣化曲線と補修基準値を基に、予防保全型管理による維持管理を実施していくことが望ましいと考える。

参考文献；

- 平成26年度 砂防関係施設点検要領(案) 国土交通省砂防部保全課
- 平成26年度 砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案) 水管理・国土保全局砂防部保全課