

砂防ソイルセメントを用いた既設砂防設備の維持管理手法に関する研究

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 ○竹内智志 田村圭司 山本 悟
株式会社インボックス 岩田 健 秋山剛志 根岸陽子

1. はじめに

砂防ソイルセメント工法は、現地発生土を現場内で有効活用できることから、搬出土砂の抑制、環境負荷の軽減、工期短縮及びコスト縮減などメリットが多く、災害対応を含め砂防設備が多く構築されている。

本研究では、今後も施工実績の増加が想定される砂防ソイルセメント構造物について、変状発生→経過観察→補修に至る現状の維持管理に関する実態調査や各メーカーへのヒアリングを実施し、点検～補修・改築にわたる維持管理のための「砂防ソイルセメント構造物維持管理マニュアル（案）」の試案をとりまとめたので報告する。

2. 砂防ソイルセメント堰堤の歴史

2.1 砂防堰堤の材料の変遷

我が国における砂防堰堤は、江戸時代中期の福山藩による砂留工（空石積）から始まり、その主材料も、石や粗石コンクリートから純コンクリートへと変わり、現在では鋼製砂防構造物や砂防ソイルセメントなど様々な材料が用いられている。

2.2 日本初の砂防ソイルセメント堰堤

砂防堰堤の本体部に初めて砂防ソイルセメント工法が適用されたのは、六甲山系の兵庫県住吉川水系に位置する西滝ヶ谷 5 号低ダムで、現地発生土の有効活用を目的に、低ダム群の一つが INSEM 材で施工された。砂防工事に伴う掘削残土の処分が費用面及びその搬出経路沿いの環境面において事業上の大きな負担となっていたことから、現地発生土とセメントを混ぜて現地で定着化する INSEM 工法の発想が生まれた⁴⁾。

堰堤規模は H=5m、L=43m で、試験的な施工ということもあり形状は比較的単純化され、下流法勾配は人や動物の往来が可能となるよう 1:1.5 の緩斜面で計画された。なお、INSEM 工法の適性を長期的に確認するため、表面保護は行われていない。

平成 10 年竣工後約 25 年が経過しているが、堤体表面が多少摩耗している程度で、今もなお防災施設としての機能を十分に発揮している（写真-1 参照）。



写真-1 西滝ヶ谷 5 号低ダム

2.3 砂防ソイルセメント堰堤の整備状況

国内の砂防ソイルセメント堰堤は、1990 年代の西滝ヶ谷 5 号低ダムを皮切りに、2002 年に砂防ソイルセメント活用ガイドラインが発行されて以降増え続け、現在までに約 700 基が整備され、総打設量は 250 万 m³ を

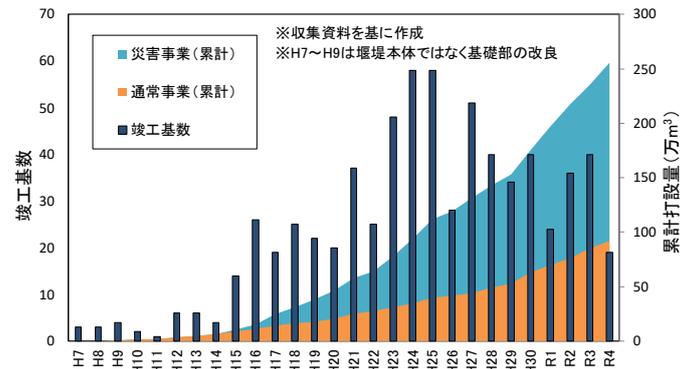


図-1 砂防ソイルセメント堰堤基数及び打設量推移

超えている（図-1 参照）。

この背景として、施工実績の増加とともに、掘削土砂の現場内利用による様々な派生効果（搬出土砂の大幅な抑制による残土運搬・処分費用の削減、ダンプトラックや生コン車など運搬車両の減少による環境負荷軽減、養生期間が不要かつ連続施工が可能といった特性による工期短縮等）や現場の施工方法及び品質管理方法等が広く知られるようになったためと考える。

砂防ソイルセメントが大規模災害で使用された事例として、平成 16 年中越地震における新潟県芦川寺野地区の河道閉塞対策では、砂防堰堤の基礎として大規模な ISM 工法が採用された⁵⁾（写真-2 参照）。

また、熊本県阿蘇地域では、平成 24 年九州北部豪雨災害で大量に発生した土砂の有効活用を図るため、複数基の砂防ソイルセメント堰堤に対し INSEM 材を製造する集中プラント方式を日本で初めて採用し、のちの熊本地震の際にも同プラント方式が用いられた⁶⁾（写真-3 参照）。

3. 砂防ソイルセメント構造物の維持管理上の課題

砂防ソイルセメント構造物は、現地発生土を有効活用するため、セメント系を主体とする結合材を用いて構造物を構築する工法であるが、砂防堰堤の分類上、砂防ソイルセメント施工便覧に基づく設計基準強度 3.0N/mm² を満足する砂防ソイルセメント構造物はコンクリート堰堤と同等と位置づけられているため（図-2 参照）、点検要領ではコンクリート堰堤と同様の点検内容で維持管理されている^{1) 2) 3)}。

しかし、砂防ソイルセメント構造物は剛体構造物として設計されているものの、配合強度や施工方法等はコンクリート構造物とは異なっている。

したがって、今後の維持管理に資するため、健全度評価に基づく補修や改築に向けた砂防ソイルセメント構造物の特徴を踏まえた維持管理手法が求められる。

4. 既設砂防ソイルセメント堰堤の実態調査

砂防ソイルセメント堰堤は、現地発生土をセメントで改良した INSEM 材を堤体の主材料として、外側を外部保護材（コンクリートブロック、軽量鋼矢板、残存型枠、鋼板パネル等）で被覆する構造体である。

このような構造特性を踏まえ、砂防ソイルセメント堰堤に将来的に生じる可能性のある変状の特性及び部



写真-2 中越地震 芋川河道閉塞対策実施例 (ISM)



写真-3 九州北部豪雨災害 阿蘇地域集中プラント実施例 (INSEM)

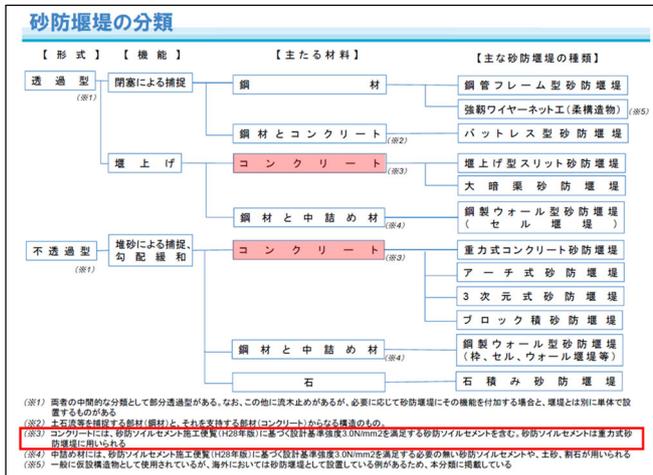


図-2 砂防堰堤の分類

位等を想定するとともに、補修等の実績やその内容について確認することを目的に、既設砂防ソイルセメント堰堤の実態調査並びに各メーカーへのヒアリングを実施した。実態調査箇所を選定にあたっては、経年変化や土石流捕捉後の状況、改良材（製鋼スラグ、水砕スラグ）使用による影響等を確認でき、かつ地理的バランスも考慮したうえで選定することとし、砂防ソイルセメント堰堤第1号の西滝ヶ谷5号低ダムを含む5道県20基の堰堤を選定した（表-1参照）。

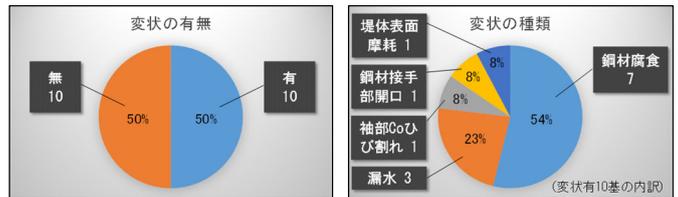
実態調査の結果、構造体の機能・性能に著しく影響を及ぼすような変状は殆どなく、外部保護材の腐食や漏水等が一部確認された程度であった（図-3参照）。

5. 砂防ソイルセメント構造物維持管理マニュアル（案）の作成
近年、砂防ソイルセメント構造物の施工実績が増加しており、今後の劣化進行等に対する経過観察や補修・改築等の維持管理に資するため、点検要領の補完的な位置づけとして、「砂防ソイルセメント構造物維持管理マニュアル（案）」の試案をとりまとめた。

特に、長寿命化計画策定時の健全度評価においては、経過観察及びデータの蓄積が重要となることから、砂

表-1 実態調査箇所一覧

道県	堰堤名	竣工	堤高	堤長	調査目的
北海道	シユル沢川砂防堰堤	2021	7.5	171	凍結融解の状況
	ヤチセ沢川1号砂防ダム	2020	6.5	149	
	朝里温泉スキー場沢川1号砂防ダム	2008	9.5		
	朝里温泉スキー場沢川2号砂防ダム	2007	9.5		
新潟県	東竹沢第2号砂防堰堤	2006	11.5	112	経年変化の状況
	油夫川砂防堰堤	2007	14.5	121	INSEM(LUC)-SBウォール工法
	荒谷沢砂防堰堤	2014	6.5	76	INSEM-SBウォール工法
兵庫県	西滝ヶ谷5号低ダム	1998	5.0	43	日本初の砂防ソイルセメント堰堤
	大町5号砂防堰堤	2018	11.5	49	土石流捕捉後の状況
広島県	阿武の里2号砂防堰堤	2016	11.0	186	INSEM-SBウォール工法
	山手川1号砂防堰堤	2020	14.5	73	
	山手川2号砂防堰堤	2017	14.5	85	
	山手川3号砂防堰堤	2019	9.0	103	
	八木ヶ丘砂防堰堤	2017	11.5	62	
熊本県	土井川砂防えん堤	2016	11.5	83	改良材（製鋼スラグ）使用
	坂梨砂防堰堤	2014	11.5	168.3	改良材（水砕スラグ）使用
	中松川1号砂防えん堤	2019	12.5	124	
	水口川砂防えん堤	2019	12.0	88	JSウォール堰堤工法
	芝原川砂防えん堤	2019	14.5	148.8	



※右図において変状の合計が10とならないのは、複数の変状を有する堰堤があるため。

図-3 変状の有無（左）と変状の種類（右）

防ソイルセメント堰堤の構造特性を踏まえ、わかりやすいマニュアルとなるよう心掛けた。

主なポイントは、以下のとおりである。

- ① 解釈に齟齬が生じないように用語の定義を明記した。
- ② 外部保護材の腐食やひび割れ、水通し部保護コンクリートの摩耗など、部位毎における変状レベルの評価基準を図表や写真を用いてわかりやすく解説した。
- ③ 詳細点検時の仕様書及び歩掛を掲載した。
- ④ 経過観察方法や補修方法のほか、緩衝工や人工地山など砂防ソイルセメントの活用事例を掲載した。

6. おわりに

令和5年5月に施行された盛土規制法による規制の強化に伴い、除石や砂防関係工事に伴う現地発生土の処理がますます困難となることが想定される。

そのためにも、直ちに本マニュアル（案）を活用し、コスト縮減並びに環境負荷軽減等に資する砂防ソイルセメントの更なる利活用を図るとともに、構造特性を踏まえた的確な維持管理を行うことが望ましい。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部保全課：砂防堰堤の分類について（事務連絡），2017
- 2) 国土交通省砂防部保全課：砂防関係施設点検要領（案），2022
- 3) （一財）砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント施工便覧，2016
- 4) 角茂：西滝ヶ谷低ダム群で「インセム工法」試験施工，砂防と治水 Vol. 32, pp. 97-100, 1999
- 5) 山口真司，山本悟，宮島邦康：芋川流域寺野地区における砂防ソイルセメントによる大規模急速施工について，北陸地方整備局管内技術研究論文集，pp. 101-104, 2006
- 6) 熊本県阿蘇地域振興局資料，2012