

鋼製砂防構造物の維持管理手法

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 西 真佐人、○廣瀬隆浩、藤本拓史
砂防鋼構造物研究会 岡田 勝 国土防災技術株式会社 寺田秀樹、小林 浩

1. 序論

鋼製砂防構造物は、昭和49年(1974)の鋼製自在枠(不透過型)に始まり、透過型としては昭和51年(1976)の鋼製スリットA型、昭和54年(1979)の格子形(透過型)、また平成2年(1990)には流木止群が開発されるなど機能を拡大して、多くの型式が開発されて来た。鋼製砂防構造物の開発導入から半世紀近く経過したが、現存する施設はその機能・性能を維持してきている。しかし、鋼製砂防構造物も、他の砂防構造物と同様に、過酷な環境や外力に晒され、また経年的な劣化・損傷も生じている事実から、砂防施設として維持管理手法を早期に定め適切な維持を行っていく必要がある。折しも、平成26年(2014)に国土交通省砂防部保全課より「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)¹⁾」、「砂防関係施設点検要領(案)²⁾」が通知され、施設の維持管理の適正化が求められているところである。

砂防関係施設の内、鋼製砂防構造物に着目すると、平成26年(2014)時点で、全国に4,536施設が建設され、施設数は増加傾向にある。これは、昭和60年(1985)に鋼製砂防構造物設計便覧³⁾が発刊され、かつ継続的に改訂がなされ設計手法が確立してきたことが寄与していると考えられる。

一方で、鋼製砂防構造物の維持管理に関するマニュアル類は、いまだ未整備であるという現実に即し、昨年度から鋼製砂防構造物の維持管理に関する研究に着手したので、現在における研究成果の一部を報告する。

表-1 全国鋼製砂防構造物の施設実態(出典：砂防鋼構造物研究会)

	不透過型	透過型	流木止め
施設数	1,056 (23%)	2,352 (52%)	1,128 (25%)
施設数上位の都道府県	長野県 新潟県 東京都	岐阜県 鹿児島県 長野県	大分県 岐阜県 兵庫県
構造形式	枠、セル ダブルウォール	鋼管フレーム	

2. 鋼製砂防構造物の変状

鋼製構造物の設計手法は、土石流対策指針等⁴⁾が網羅しているため、設計に関しては他に譲り、本研究では完成後の劣化損傷状況について調査分析し、鋼製砂防構造物の維持管理の基本データとして位置づけることとした。

鋼製砂防構造物の変状に関しては、平成3年(1991)に実施された全国的な調査結果⁵⁾がある。

ただし、この変状の実態は、砂防関係施設点検要領(案)が定まる前の記録であり、統一的な観察でなく、開発途上の構造物、特殊構造物との認識もあって、開発企業の自主的観察・測定が唯一の記録であった。

しかも、開発企業の記録も散逸している状況であり、データ収集は困難であったが、砂防鋼構造物研究会の協力を得て、今回新たに24事例の変状が収集できた。

表-2 鋼製砂防構造物の変状事例(1990⁶⁾)

項目	不透過型	透過型
施設数	10	58
部位	本体	鋼管、継手、底版
変状の内容	沈下、移動、変形 ボルトの緩み、摩耗 腐食	変形、腐食

表-3 鋼製砂防構造物の変状事例(2014)

項目	不透過型	透過型
施設数	2	22
部位	部材、壁面材	鋼管、継手、底版
変状の内容	腐食	変形、ボルト欠損 底版コンクリート摩耗

ここで、機能・性能への影響について「砂防関係施設点検要領(案)」を踏まえて整理すると、不透過型は「沈下・変形、壁面部材」の変状、透過型では「鋼管部材の変形」が重要項目であると整理できる。一般に、鋼製構造物は摩耗、腐食等が重要視されるようにとらえる傾向があるが、基本的に使用鋼材には余裕代を見込んでいて、設計耐力への影響は軽微である。

平成27年度から実施される「定期点検」は「目視」が基本であり、構造的にシンプルで観察しやすい透過型鋼製構造物の変状の確認しやすさに比べ、外部に変状が表れてきて初めて確認できる(外壁や外部部材しか観察できない)不透過型の沈下変状等の観察手法は工夫が必要である。特に砂防関係施設点検要領(案)に示されているような、土砂中詰や強度レベルⅢ未満の砂防ソイルセメントを用いた構造物の沈下や変形観察の手法について具体的な検討が必要である。

3. 変状の発現要因分析

(1) 経過年数に伴う変状の発現

鋼製構造物設計便覧の3版(1993)が発刊された前後で、鋼製砂防堰堤の変状の発生頻度は激減している。特に透過型は土石流対策施設と位置づけられた平成4年(1992)を境に透過型の設置数が急増している。設計手法の統一化が図られ、変状の発生が抑制されたものと推察されるが、今後は砂防関係施設点検要領(案)の適正運用により変状の発現傾向がより明確化になるとと思われる。

表-4 設計便覧整備前後の変状事例数

形式	平成5年以前	平成5年以降
透過型	17【11.7%】 (145基)	15【0.7%】 (2,207基)
不透過型	59【48.0%】 (123基)	1【0.1%】 (933基)
計	76【28.4%】 (268基)	16【0.5%】 (3,140基)

(2) 特殊環境に伴う変状の発現

酸性河川については、鋼製構造物設計便覧により重防食処理等の検討が、義務付けられているが、特殊な例の変状が見いだせる。その主要因は「火山性ガス」であり、有珠山や三宅島等では、不透過型の壁面材に相当な腐食が見いだされ、補修がなされている。

(3) 設計外力を超える外力に伴う変状の発現

設計荷重を超える外力や、想定外な方向からの外力(落石等)によって、変形が発現している。その多くが、透過型の場合、設計思想の「変形によってエネルギーを吸収する」を見事に表しており、これは点検によって容易に評価できる。しかし、不透過型の変形については、情報も乏しく、主たる発現要因は特定できない。

(4) 複合要因に伴う変状の発現

この変状は、不透過型に限定される⁵。不透過型の場合、設計思想の「枠構造物は接合部の構造特徴で構造体の性能を低下させることなく沈下に追従できる」といわれているが、他方「枠構造は局部的な沈下事例が多く、ダブルウォールは枠より広い範囲で沈下が生じる」と沈下の特徴が示されている。前者は、変状の許容値が数値的にしめされているが、後者は内部材料の沈下、基礎等の沈下の複合要因であり、その要因は特定できない難しさがある。

これらの変状要因は、更に調査を経なければ言及はできないが、現時点では次のように考えることが適切である。

- ① 透過型は、通常環境では劣化損傷はほとんど生じない。したがって、洪水や土石流、地震等によるイベントがない限り、点検頻度は間隔を延ばせる可能性がある。
- ② 火山性ガスの発生する箇所設置されている構造物は、ガスによる腐食が顕著であるため、必要十分な点検が必要である。特に酸性土壌に基礎を定着する不透過型堰堤は注意を要する。
- ③ 透過型は構造上また施工手順から、出来形が精密であり、変形等については、計測によって容易に確認できる。他方、不透過型は設計思想を踏まえて、完成直後の出来形図を作成し、原形を把握する必要がある。
- ④ 沈下に関しても、不透過型(透過型の袖含む)特有の変状は、完成後の出来形記録図を確実に作成して原形を把握する必要がある。
- ⑤ 流木対策施設の変状は確認されていないが、透過型に準じて推論しても問題はない

4. 今後の研究方針

本研究は、昨年度着手したものである。鋼製砂防構造物は、直轄砂防施設の平均経過年数である40年に達し、今後新設はもとより維持管理のための点検、補修、改築が実施されていくことは明らかである。

研究は来年を目途に、点検から得られた変状を評価し、どのような補修対策を行うべきか、次の課題につ

いて、関係機関の協力を得て、「鋼製砂防構造物維持管理マニュアル(仮称)」として取りまとめ発刊していく予定である。なお、近年増加している「柔構造砂防施設」に関しても、今後鋼製砂防構造物と同様に検討を進める予定である。

【解決すべき課題】

- ① 点検業務支援のための部位別変状レベルの視覚化を整備するとともに、鋼製砂防構造物の機能・性能を再吟味して、性能保証の閾値等に関する指標が必要である。
- ② 施設健全性の評価方法と補修工法等の提示が必要である。
- ③ 合理的な点検を実施する上での必要不可欠な、点検頻度と経過観察方法を提示し、点検、経過観察、詳細調査の各歩掛を立案して、点検記録の見える化とともに、設計基準改定へのフィードバックを図る必要がある。

5. 結語

近年、異常気象に伴う広域あるいは局地的に甚大な土砂災害が発生している。特に、このような災害復興において、鋼製砂防構造物はその特徴を生かし、多くの成果を上げてきた。しかし、現存し、あるいは採用されている鋼製砂防構造物の種類は、透過型としては12種、流木止めは5種、不透過型は10種と多種多様な構造形式となっている。これまで、開発企業の自主努力によって劣化損傷等の変状追跡調査が行われているが、5千を超える施設の適正な維持管理を行っていくには、相応の合理的な維持管理手法が必要である。「鋼製構造物」=「腐食」という概念は、砂防鋼製構造物において意味はなく、どちらかと言えば、機能・性能保証という極めて高い次元の維持管理が必要となる。言い換えれば、砂防施設的环境は、道路橋梁等とは比較にならない特殊な環境下で機能・性能を維持していかなければならない。

限られた予算の中で、施設を維持管理していくには、必要十分な記録を蓄積し、徹底した点検の合理化によって実行していく他に無い。しかも、点検調査に従事する技術者の育成を図りつつ、適正なコストで管理する必要がある。

最後に、砂防施設の維持管理について当学会において議論が活発化することを望むものである。

¹ 砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)、国土交通省水管理国土保全局砂防部保全課 2014

² 砂防関係施設点検要領(案)、国土交通省水管理国土保全局砂防部保全課 2014

³ 鋼製砂防構造物設計便覧、(一財)砂防・地すべり技術センター 1985,1987,1993,2001,2009

⁴ 土石流対策技術指針、流木対策技術指針、建設省砂防部砂防課 2000,2007

⁵ 鋼製砂防構造物設計事例集、(一財)砂防・地すべり技術センター 1991