

腐食環境下における鋼製透過型砂防堰堤の状況と対策に関する検討

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○武田一平, 嶋丈示
 砂防鋼構造物研究会 國領ひろし, 守山浩史, 山口聖勝, 渡部昭子
 京都大学大学院 水山高久

1. はじめに

鋼製砂防構造物が設置され 30 年以上が経過し、これまでも鋼製砂防構造物の腐食等に関する調査等^{1) 2)}が行われてきた。腐食速度は、鋼材が置かれている環境によって様々であり、鋼材の腐食は気候、火山性ガス、流水、pH 値など複数要因が組み合わさって発生するものと考えられ施設の設置環境によって鋼材の腐食時系列は異なると考えられる。³⁾

本稿では特殊環境で設置された鋼製砂防構造物の腐食調査について報告し、対応策等について提案した。

2. 調査地概要

対象とする調査地は腐食環境下の、「火山性ガス」に着目した鹿児島県桜島（野尻川 8 号えん堤下流右岸）の暴露供試体及び「酸性河川」に着目した北海道函館建設管理部管内の白浜川 3 号砂防ダムとした。

桜島については、2009 年から現在において火山活動が活発化している状況である。白浜川 3 号砂防ダムは、1999 年の設置後に土石流を捕捉、捕捉後の鋼管凹み及び強酸性河川における腐食対策のため、2001 年度に格子形脚部に 22.0mm の鋼板を設置された。また、当現場での pH は測定の結果 3.5 であった。

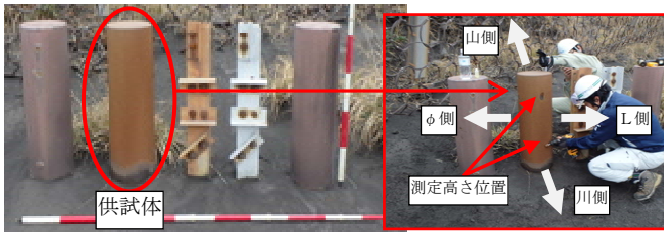


写真 2-1 桜島設置状況(2013/4/23)



写真 2-2 白浜川 3 号砂防ダム(2014/6/30)

3. 腐食量の調査方法

3.1 腐食量の算出方法及び使用機器

腐食量の定義は次の通りである。

① 錆の除去後板厚、② 健全部の塗装除去後板厚、③ 腐

食量 **腐食量③ = 健全部② - 腐食部①**

錆除去は電動工具（ドリル等）で行い、板厚の測定に使用した機器は次の通りである。

使用機器 : 一般・腐食検査用 超音波厚さ計
 測定範囲 : 0.63~508mm
 超音波精度 : ±0.01mm

3.2 測定位置

桜島供試体の測定位置は、1.1m の供試体高さに対して基礎から 0.3m、0.8m 及び山川 φL の 4 方向。白浜川は写真 2-2 に示すように、最上流部材の上流面 3 箇所（底版より ※1:100mm, ※2:1200mm, ※3:1370mm）を測定した。

4. 調査結果および既往の腐食予測値

4.1 各調査地における調査結果

各調査結果を下記に示す(表 4-1 桜島, 表 4-2 白浜川)。設置年数と腐食量の関係を把握するため腐食量/設置年数 = 年間腐食量 (mm/y) (=腐食速度) とした。

表 4-1 桜島

調査日	設置年数	腐食量(mm)	年間腐食量(mm/y)
2009/5/12	約 4 年	0.09 ~ 0.18	0.034
2010/12/4	約 5 年	0.17 ~ 0.24	0.038
2011/12/14	約 6 年	0.23 ~ 0.27	0.040
2013/4/22	約 8 年	0.54 ~ 0.64	0.073
2015/2/25	約 9.5 年	0.53 ~ 0.62	0.063

表 4-2 白浜川

計測箇所(mm)	設置年数	腐食量(mm)	年間腐食量(mm/y)
100※1	約 14 年	1.138	0.081
1200※2	約 14 年	0.480	0.034
1370※3	約 16 年	0.228	0.014

4.2 既往の腐食予測値³⁾

調査結果値及び腐食予測値³⁾を図 4-1 に示す。

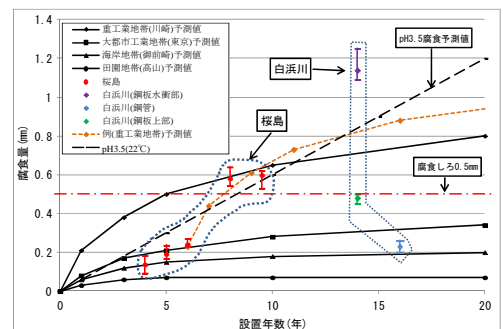


図 4-1 腐食量の経年変化と既往の腐食予測データ
 腐食予測値は、大気中：「陸上鉄骨構造物研究会」の腐食推定式、pH の影響による腐食：「日本学術振興会編、金属防蝕技術便覧、昭和 47 年 4 月」を引用した。

5. 考察

5.1 火山地域（桜島暴露供試体）

既往データと比較すると、設置から6年間は大都市工業地帯程度であったが、設置から8年以上を経過して調査した結果、腐食速度が増加し重工業地帯を越える値を示した。暴露供試体は流水による摩耗の影響が考えられないことから、火山性ガスの影響及び火山灰などが水分を含んだ状態（酸性状態）で鋼材に付着するなどの現象が繰り返され腐食に至ったと推測する。

図5-1に月別の二酸化硫黄放出量、降灰量及び雨量を示す。図5-1より2011/12/14から2013/4/22までに、二酸化硫黄放出量及び降灰量が多いことがわかる。8年目から9.5年目を確認したところ、年間腐食量の増加は落着いた。ここで、8年目と9.5年目の腐食量をみると、同等または8年目の方が大きな値を示した。これは、錆を除去する際の削りすぎなど人的要因が考えられる。

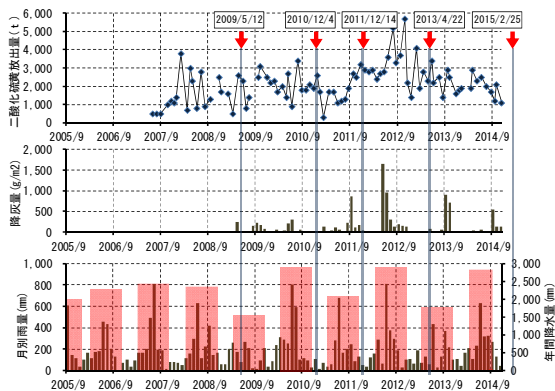


図5-1 二酸化硫黄放出量※1, 降灰量※1及び雨量※2

(※1 引用：桜島の火山活動解説資料（鹿児島地方気象台）

(※2 大隅河川国道事務所提供資料)

5.2 酸性河川（白浜川3号砂防ダム）

鋼板水衝部は、既往のpH腐食予測値を1.35倍超えていることが確認できる。柱の状況を目視確認したところ、柱上流面は底版から1.5m程度までは塗装が剥げ落ち、発錆が確認されたが、下流面では底版近傍を除き塗装が残存している状態であった。これは、補強対策後に土砂流出があり、塗装面が摩耗され、酸性流水が付着して腐食に至ったと考えられる。上部と下部での腐食量の違いは、酸性流水に晒される頻度が底版近傍と比べ少ないことが要因でと考えられる。

6. 腐食に対する対応策

桜島では0.073mm/yの最大腐食速度を示し、白浜川では0.081mm/yの最大腐食速度であった。鋼製砂防構造物設計便覧（以下、便覧）では、腐食しろの他に摩耗や礫衝突の影響から鋼製砂防構造物の安全性を高める目的³⁾で余裕しろを見込んだ設計を行っており、最

上流部材や底版近傍でH21年便覧は腐食しろ0.5mm余裕しろ3.5mm、H21年便覧以前は腐食しろ1.5mm余裕しろ3.5mm考慮している。上記設計しろにて両地区の最大年間腐食量から設計しろ/年間腐食量=耐用年数とした結果を表6-1に示す。

表6-1 設計しろ分の耐用年数

	H21年便覧以前 (腐食しろ+余裕しろ)	H21年便覧以前 (腐食しろ)	H21年便覧 (腐食しろ+余裕しろ)	H21年便覧 (腐食しろ)
桜島	68年	21年	55年	7年
白浜川	62年	19年	49年	6年

白浜川はH21年便覧以前の設計であり、腐食しろのみで19年、余裕しろも含めると60年以上の耐用年数が見込める。さらに鋼板根巻きにより補強対策されており、それ以上の耐用年数が見込め、現状で問題無いと考えられる。また、両地区において、摩耗が見られない箇所では、塗装が十分に残っており錆の発生は見られなかった。よって腐食環境下においても塗装処理をする事による防食対策は十分に効果を発揮していると判断される。

しかし、底版近傍では土砂流出等による摩耗で塗装が剥がれて腐食していることから、摩耗対策も重要であり、対応する事で更なる耐用年数の向上が考えられる。摩耗は、鋼製以外においても対応すべき課題であり、その対策としては底版近傍など摩耗の影響が考えられる箇所の根巻きが第一に考えられ、その材料として鋼板・コンクリート・ラバーシール・間伐材等が考えられる。なお、コンクリート等も鋼材と同様に酸性河川内では早期の劣化に留意する必要がある⁴⁾。

7. おわりに

腐食環境下では、通常河川と比べると錆の進行が早いのは調査結果からも明らかではあるが、現仕様でも50年程度の耐用年数が見込め、塗装処理による延命が期待できる。さらに、摩耗対策（増厚、根巻き）を施すことで、腐食環境下でも鋼製透過型砂防堰堤を選択する事ができると考える。

今後も継続的に調査を実施し、腐食環境や対応策について検討し、新設・既設の鋼製砂防構造物を耐久性の向上によるLCC低減、環境に左右されず求められる機能を有した砂防施設の選定に繋げられればと考える。

参考文献

- 1) 嶋丈示：鋼製透過型砂防堰堤の腐食に関する一考察，平成15年度砂防学会研究発表会概要集，pp152-153，2003
- 2) 吉田圭佐，嶋丈示，川村崇成，山口聖勝，井上隆太，國領ひろし：火山性ガスによる鋼製砂防構造物の腐食状況調査，平成24年度砂防学会研究発表会概要集，pp74-75，2012
- 3) 鋼製砂防構造物設計便覧平成21年版，財団法人砂防・地すべり技術センター，鋼製砂防構造物委員，2009
- 4) 片山哲夫，沖中健起：酸性河川における砂防構造物設計に関する一考察，平成22年度砂防学会研究発表会概要集，pp204-205，2010