

酸性度の高い溪流における鋼製砂防堰堤の腐食対策の1 試案

アジア航測株式会社 ○堀口 礼顕, 黒岩 知恵, 森田 康裕, 石川 丈瑛, 中鉢 信幸
国土交通省 東北地方整備局 湯沢河川国道事務所 流域治水課 穂積 薫

1. はじめに

火山地域では、火山ガスの放出、火山ガスが溶けた雨水の流出等により、砂防堰堤の堤体材料である鋼材の腐食（錆）が進行する可能性がある。近年では、三宅島・桜島・有珠山で火山ガスや酸性度の高い流水によって鋼製砂防構造物の腐食が進行した事例が報告されている（例えば、井上ら、2023；佐々木・嶋，2021；吉田ら，2012）。鋼製砂防構造物の錆の進行が想定される地域では、耐酸塗装などの腐食対策を講じる必要があるが、既往研究を見ると腐食対策に関する検討や設計事例が少ないのが現状である。

湯沢河川国道事務所では、秋田駒ヶ岳火山砂防事業の一環として、降灰後の降雨に起因する土石流氾濫に対して施設整備等を進めている。本稿では、火山地域において比較的酸性度が高い溪流を対象に、新設する鋼製砂防堰堤の腐食対策の検討及び設計事例を報告する。

2. 対象地の概要

検討対象地である片倉沢第3 砂防堰堤計画位置は、秋田駒ヶ岳の火口から直線距離で約 2km 下流にあり、秋田駒ヶ岳の火山活動の影響を直接受ける。片倉沢に隣接する乳頭温泉郷は弱酸性の泉質であり、河川の pH 値が低い。

堰堤計画位置で 2025 年 11 月に採水し、ガラス電極法により計測した結果、pH 値は 4.3 であった。pH 値は 4 以下ではないが、採水時期が冬季であったことから、渇水時に pH が低下する可能性も考えられる。また、秋田駒ヶ岳の火山活動が活発になることにより火山ガスと熱水の増加により pH が低下する恐れもある。

これらのことから、新設する鋼製砂防堰堤の腐食対策を検討し、施設設計に反映した。

3. 腐食対策の手法検討

「新編・鋼製砂防構造物便覧（令和3 年度版）」では「耐酸塗装を施す方法」を基本としている。堰堤計画地周辺の既設堰堤の腐食状況の確認、腐食対策に関する事例収集を行い、対象地における腐食対策手法を検討した。

3.1 既存堰堤の腐食状況

検討位置から約 500m 下流に位置する片倉沢第1 砂防堰堤（2020 年 10 月完成、共用年数約 4 年）における腐食状況を図 1 に示す。同堰堤では腐食対策は実施しておらず、腐食しろは 0.5mm、余裕しろは 3.5mm と想定される。

片倉沢第 1 砂防堰堤の上流側において、礫が堆積したスリット部には変色が認められた。常時流水があたる下流側のスリット部には錆は認められなかった。また、底版近傍の鋼管において塗装の剥離があった。



図 1 片倉第1 砂防堰堤鋼製スリット部状況
(左：スリット部右岸，右：スリット部中央)

3.2 腐食対策の先行事例

三宅島(榎木沢砂防堰堤)、東北地方整備局福島河川国道事務所管内(不動沢第3 砂防堰堤)及び関東地方整備局利根川水系砂防事務所管内(振子沢砂防堰堤)における腐食対策の先行事例を調査した。榎木沢砂防堰堤は吉田ら（2012）を用いた文献調査、不動沢第 3 砂防堰堤及び振子沢砂防堰堤はメーカーより聞き取り調査により、対策手法とその効果を確認した。

榎木沢砂防堰堤においてはスリット部に飽和ポリエステル樹脂粉体塗装のみによる腐食対策を実施している。

不動沢第 3 砂防堰堤及び振子沢砂防堰堤においては飽和ポリエステル樹脂塗装及びゴム製鋼管保護工を併用することにより腐食対策を実施している（図 2）。



図 2 腐食対策先行事例

(左：振子沢砂防堰堤，右：不動沢第 3 砂防堰堤)

3.3 本検討における腐食対策

本検討における腐食対策としては先行事例から耐酸性に優れる飽和ポリエステル樹脂塗装の被覆を基本として、礫の衝突による塗装の剥離を防止するゴム製鋼管保護工を併用する腐食対策を採用した。(表 1 表 2 参照)

表 1 腐食対策の特徴(1/2)

腐食対策	対策の特徴
飽和ポリエステル樹脂塗装	● 特殊な塗装であり、工場で塗装を行う。 ● 材料費に加え、輸送費が必要となるため、高価となる(21 万円/t)。 ● 礫の衝突により塗装が剥離する。 ● 耐酸性に優れる。

表2 腐食対策の特徴(2/2)

腐食対策	対策の特徴
ゴム製鋼管保護工	● 耐衝撃性や耐摩耗性、耐酸性などに優れている。 ● 部材が薄く、巻付け時に鋼管の間隔を狭めない。 ● 巻付け時の水密性が低い。 ● 概算工事費(200万円/基)

4. 腐食対策の検討結果

4.1 ゴム製鋼管保護工の設置位置

ゴム製鋼管保護工の設置位置(高さ)については明確な基準はないが、土石流時に衝突する石礫による鋼管の塗装の剥離防止と鋼管の保護を目的として、衝突する礫の大きさを目安として設定した。

本検討では、土石流時には最大礫径の概ね半分程度の高さで、石礫が鋼管に衝突すると想定した。片倉沢第3砂防堰堤では、礫径調査の結果、最大礫径は1.7mであったため、最大礫径の半分(0.85m)を目安とし余裕を考慮し設置高さを1.0m程度とした。ただし、下流側の鋼管部に溶接突起部がありゴム製鋼管保護工と干渉するため、高さを溶接突起部の下までとした(図3)。

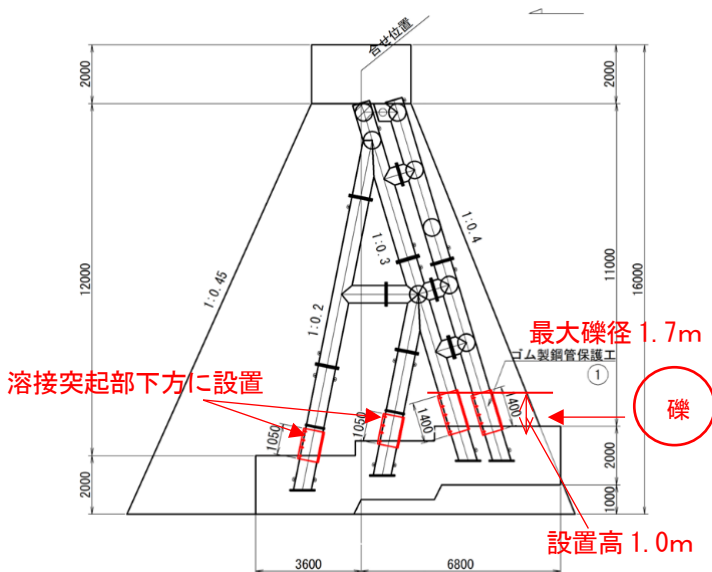


図3 ゴム製鋼管保護工設置高の目安

4.2 飽和ポリエステル樹脂塗装範囲

図4に飽和ポリエステル樹脂の塗装範囲を示す。基本的には鋼管保護工を設置する範囲で塗装すれば腐食対策を満たすが、塗装が工場でのドブ漬け塗装となるため、分割された鋼管部材(底版コンクリートから1つ目のフランジ接合部)まで塗装を行うことになる。

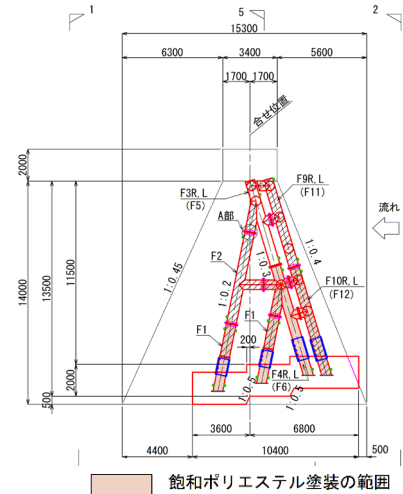


図4 飽和ポリエステル樹脂塗装範囲

5. 腐食対策の課題

本検討において採用した腐食対策は、新設する鋼製砂防堰堤に対して有効であるが、既設の鋼製砂防堰堤に対しては、後付けでの同様の対策が難しく課題となる。

検討対象位置下流に位置する既設の片倉沢第1砂防堰堤は河川水のpH値は4.3であり、今後火山活動が活性化した場合には、腐食が進行する可能性がある。既設砂防堰堤に対して実現性の高い腐食対策手法は限られるが、同堰堤を対象とする場合、対策として以下のことが考えられる。

片倉沢第1砂防堰堤では上流側に礫が堆積したスリット部において変色が進んでいることから、定期的に変色原因となる礫や流木を除去することにより、劣化の進行がある程度抑制できるものと考ええる。

腐食の影響を受けるのは底版付近であり、底版コンクリートに埋め込まれた鋼材の交換を要する程度まで腐食が進行すると、修繕に多大な費用と労力が必要となるため、塗装の塗替えや鋼板の巻き付け等が有効と考える。

6. 今後の展望

本稿では、鋼製砂防堰堤の腐食対策に関する既往事例を調査し、秋田駒ヶ岳火山砂防地域において有効と考えられる腐食対策として、鋼材への「飽和ポリエステル樹脂の塗装」と「ラバーシールによる被覆」を組み合わせた工法を提案した。今後は、腐食対策を含めた鋼製砂防堰堤の施工性、対策効果や維持管理上の課題等についても把握し、対策工の有効性について知見を蓄積することが重要であると考ええる。

引用文献

- 井上ら(2023): 火山地域における鋼製砂防ダム劣化判定について、令和5年度砂防学会研究発表会概要集, p.387-388
 一般財団法人砂防・地すべり技術センター(2021): 新編・鋼製砂防構造物設計便覧 鋼製砂防構造物委員会〈令和3年度版〉
 佐々木・嶋(2021): 鋼製砂防構造物の腐食に関する健全度評価手法について、令和3年度砂防学会研究発表会概要集, p.145-146
 吉田ら(2012): 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, p.74-75