

# 既設砂防堰堤の漏水調査と対策工法の紹介

より確実な漏水対策の実現に向けて

**キーワード** 砂防堰堤、長寿命化、漏水対策、UAV、ボーリング調査、線上止水注入工法

東北国土保全コンサルタント技術部 堀口 礼顕・森田 康裕・石川 文瑛  
 中部国土保全コンサルタント技術部 澤 陽之  
 株式会社 村尾技建 まつなが 松永 松永 京子・田中 倫久

## はじめに

砂防堰堤は、土砂災害防止機能をもつ重要な社会資本の一つです。地域の安全・安心な生活を実現するためには、砂防堰堤がもつ所定の機能が持続的に発揮される必要があります。経年的な調査や点検、それらの結果に基づく対策を講じて、長寿命化を図ることが重要です。

本報では、既設砂防堰堤の長寿命化対策の一事例として、堤高15m以上の堆砂が進行したハイダム(図1)を対象とした漏水調査とその対策工法を紹介します。

漏水調査では一般的な外観調査に加えて、堤体内部の損傷状況を把握するために、垂直コアボーリングを行うことで、コア採取およびポアホールカメラによる孔壁の観察を行い堤体内部の損傷状況を分析・評価することができました。

また、漏水対策工法の検討では、作業員の安全性を確保できるとともに、確実に止水を行うことができる工法を選定しました。



図1 調査対象とした砂防堰堤

## 堤体の漏水調査

砂防堰堤の漏水原因は一般的には外観調査により推定されますが、外観調査だけでは堤体内部の損傷状況が不明で堤体内部の状況を分析・評価することが困難です。本調査では、目視による砂防堰堤の漏水の位置と状況調査に加えて、堤体のボーリング調査も実施しました。

砂防堰堤がハイダム(堤高15m以上)であり、主な漏水箇所である堤体下流面は、人が接近して損傷部位などを計測することが困難でした。このため、UAV(無人航空機)による施設やその周辺の撮影等を実施し、撮影結果を基に漏水箇所を確認しました。このほか、熱赤外線調査による画像判読を実施し、目視により確認できなかった中央部の水平打継目部の漏水を確認することができました(図2)。

この結果、下流面の漏水は水平打継目を中心に6箇所が発生していることが確認されました。

漏水が確認された堤体の打継目部が、堤体内部でどのような状態となっているかを確認するために、堤体のボーリング調査、コア室内試験およびポアホールカメラによる孔壁観察を実施しました(図3)。

堤体の左岸側(図-3のB-1孔)および右岸側(図-3のB-2孔)で実施した堤体天端から底面までの垂直コアボー

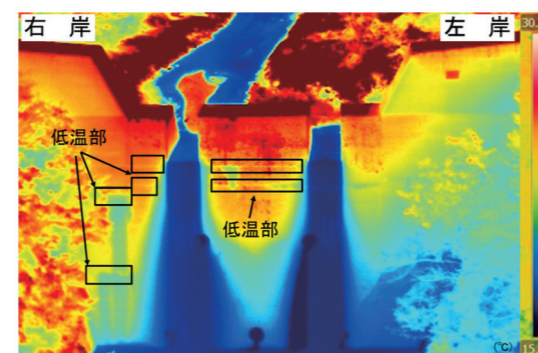


図2 熱赤外線画像結果(堰堤正面)

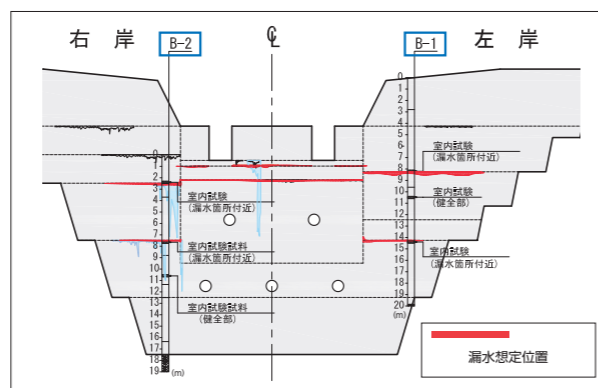


図3 漏水想定位置およびコアボーリング位置

リングとポアホールカメラの結果を図4と図5に示します。ポアホールカメラによる孔壁観察結果より、漏水が発生していた水平打継目部において空隙(最大6mm程度)が確認されました。また、漏水箇所では打継面の摩耗、付着物がありました(図5)。

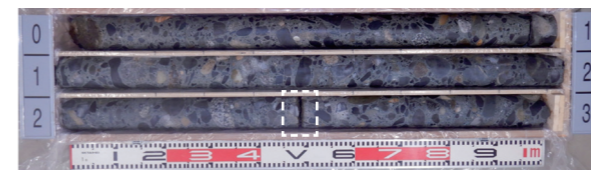


図4 ボーリングコア写真(B-2孔)

※図4中の白の点線枠は、深度2.5m付近を示す。

部位	打継目の状態	ポアホール画像	空隙
漏水部打継目	深度2.5m付近 打継目は摩耗・変色し、断面には細粒分が付着している。		最大幅6mm程度の空隙が観察される
	深度1.5m付近 打継目は摩耗・変色し、断面には細粒分が付着している。		打継面の摩耗が観察され、施工境界が自立つが顕著な空隙は認められない
健全部打継目	深度1.5m付近 変色・摩耗等は観察されず、打継目は密着した状態にある。		コンクリートの施工境界が認められるが、密着した状態にあり健全である

図5 ボーリングコア・ポアホールカメラ結果(B-2孔)

## 漏水の発生原因

目視による外観調査とボーリング調査により、堤体の主要な漏水は水平打継目に沿って発生しており、漏水は堰堤のコンクリート打設の際に新旧コンクリートの打継目が相対的な弱部となったことから発生していると考えられました。

通常、コンクリートの水平打継目では上下のコンクリートを一体化させるための表面処理(レイトランス処理・チッピング等)が実施されます。しかし、適正な表面処理を実施しても新旧境界面の脆弱性を完全に排除することは難しく、

新旧コンクリートが完全に一体化しなかったものと推定されました。

漏水の進行を放置すると、水との接触面からコンクリート中の可溶成分が溶解・溶出し、コンクリートの組織が空隙化したり、凍結融解作用が繰り返されることにより打継面が劣化して構造物の強度低下により破壊に至り土砂流出機能の低下につながるものが将来的に懸念されます。

## 漏水対策工法の検討

水平打継目に沿った漏水部について、漏水進行を防止するための対策工法を検討しました。本堰堤の漏水について、対策工を実施する上での条件は以下の通りです。

- ① 砂防堰堤の上流面は堆砂が進行しており、上流面からの施工が困難である。
- ② 漏水箇所の躯体厚が5~10m程度と厚く、この漏水箇所全面に止水材を注入する必要がある。
- ③ 打継目に土粒子が入り込んでおり、注入材の付着力を阻害しない材料の選定が必要である。

これらの条件を満たし、確実な防水性・水密性を回復させるとともに、耐久性も考慮した工法を3種類比較の上選定しました。本検討では上流に土砂が堆積していることや砂防堰堤の漏水に対して実績のある「線上止水注入工法(スーパーロック工法)」を採用しました。

選定した工法は、コンクリート構造物に発生した漏水を

遮水して躯体を修復補強する工法で、ファインセラミック注入材を使用し、打継目部の漏水を修復し補強する工法です(図6)。ファインセラミック注入材は水と攪拌後、1時間で硬化が始まり、4週間でコンクリートとほぼ同等の圧縮強度を発揮します。また、この工法は、堰堤下流側から施工が可能で堆砂の掘削が不要なため作業員の安全性を確保でき、確実な防水性及び打継目部などの空隙を補強することができます。

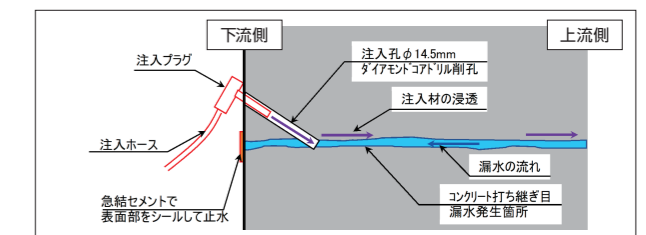


図6 線状止水注入工法概要図(断面図)

## おわりに

漏水が進行中の砂防堰堤が全国に多数存在しています。本報で紹介した調査方法や対策工法は、同様な損傷(漏水)条件をもつ既設砂防堰堤に対して有効であり、全国的に適用可能と考えます。ただし、既設砂防堰堤の漏水対策工法は確立された技術がないため対策工事の実績を積み重ねていく必要があります。本報告が、砂防堰堤の漏水対策

等による長寿命化の一助となることを期待します。本報は湯沢地区砂防堰堤詳細設計業務、「令和4年度荒川下流域管内(新潟)地質調査業務」に基づき作成しました。業務を進めるにあたり、国土交通省北陸地方整備局飯豊山系砂防事務所の関係者の皆様には、多大なご指導、ご協力をいただきました。御礼申し上げます。