

砂防堰堤の健全度評価を目的とした 漏水調査事例



小岩 晃*

宿田 浩司**

REPORT

技術本部 道路構造部

小岩 晃* RCCM
(地質, 道路)

宿田 浩司** 技術士
(総合技術監理部門, 建設部門, 応用理学部門)

概要

調査対象は供用後50年程度経過した砂防堰堤であり、施設点検で漏水が問題視されていた。調査では、資料調査（施設構造、既往調査報告書）や現地調査で排水の起源と経路を推定し、ボーリング調査と現場透水試験で漏水の発生範囲や基礎底面地山の透水性など機構の解明に当たった。本稿は、調査結果に基づき施設の健全度を評価することで、長寿命化計画策定に必要な技術提案を行った事例報告である。

キーワード | ●砂防堰堤 ●長寿命化 ●漏水調査 ●地下水 ●孔内カメラ

1. はじめに

調査対象の砂防堰堤（L=150m、昭和40年代竣工）では、施設点検で右岸側壁護岸の水抜き穴から大量の排水（629ℓ/分、以降「側壁護岸排水」）と直下流の護岸から湧水（74ℓ/分）が確認され、これが堰堤基礎底面を流下する漏水である場合は、パイピングによる基礎地盤の破壊につながる懸念があった（写真-1参照）。

本調査の目的は、砂防堰堤に対する健全度評価の指標として、堰堤基礎底面（地山との境界面）に漏水が発生しているか否かを確認することであった。

2. 資料調査・現地調査及び検討

調査計画では、砂防堰堤の基礎資料を得るため、既存資料の収集・現地調査及び排水の起源推定等の検討を行った。

(1) 構造寸法照査(作工調査)

砂防施設台帳の一般図と作工調査の結果を重ね合わせて「構造寸法照査」を行ったところ、断面欠損や標高の相違、傾倒などの施設変状は確認されず、現時点で堰堤本体は不安定化していないと判断された。

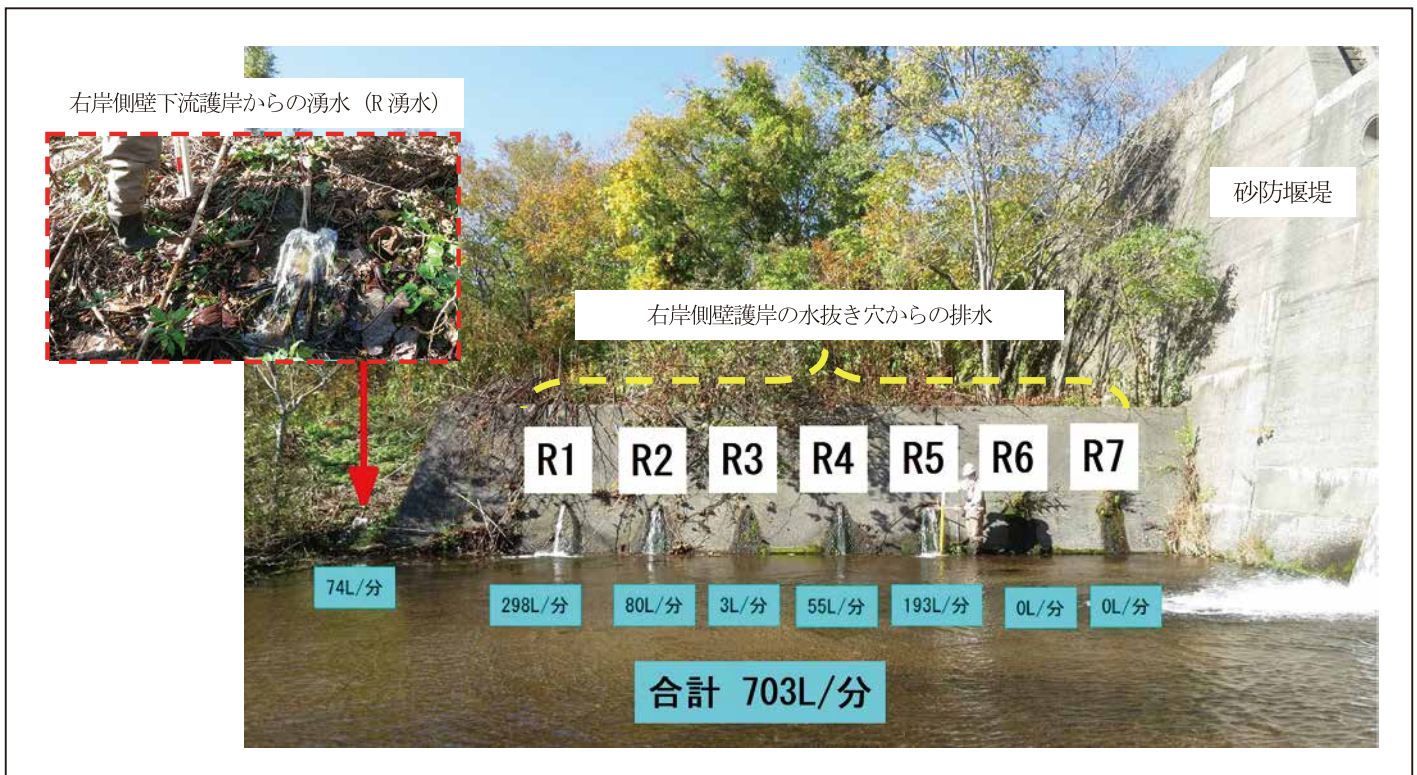


写真-1 砂防堰堤右岸側壁からの排水・湧水

(2) 側壁護岸排水等の水質調査及び水量観測

水質調査（水温・pH・EC）の結果、堰堤本体から流下する河川水と側壁護岸排水の水質は同質であると判断された（表-1 参照）。

表-1 水質・水量観測結果(ポータブル水質計)

場所	本調査		
	水温 °C	pH	EC mS/m
河川水	10.8	6.94	6.83
側壁護岸排水	10.6	6.89	6.87
湧水	10.6	6.85	6.85

(3) 地質調査資料の収集及び評価

本堰堤から約100m下流に位置する道路構造物の地

質調査報告書によると、本溪流には層厚5m程度の「高透水性」のAg（砂礫層）が分布しており、砂防堰堤の基礎地盤も同質であると想定された（図-1 参照）。

(4) 側壁護岸排水の起源の推定

側壁護岸排水の起源は、水質が河川水と同質であることや供給される水がこれより高い水面を持つ必要があることから、堰堤上流側の河川水と考えた。

また、砂防堰堤下の地下水の経路は、河川上流水位を勘案すると、図-2に示す範囲（紫塗り潰し）の2系統（ア、イ）である可能性が高いと推察した。

(ア) 堰堤袖部直下を流下する地下水

(イ) 袖部の段切り部直下を水平に回り込む地下水

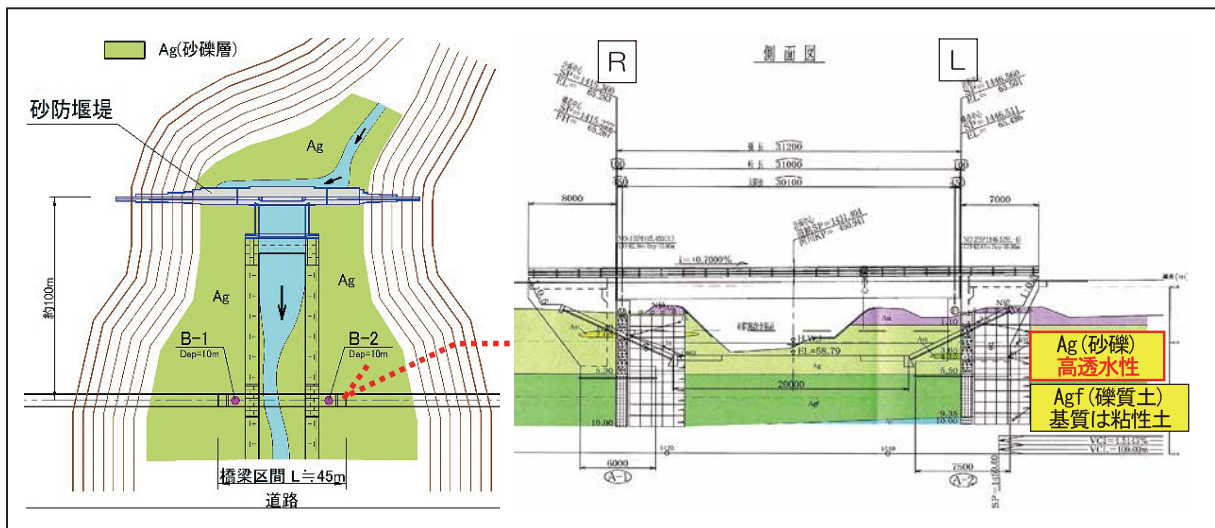


図-1 周辺の地質状況(道路構造物の地質調査報告書より)

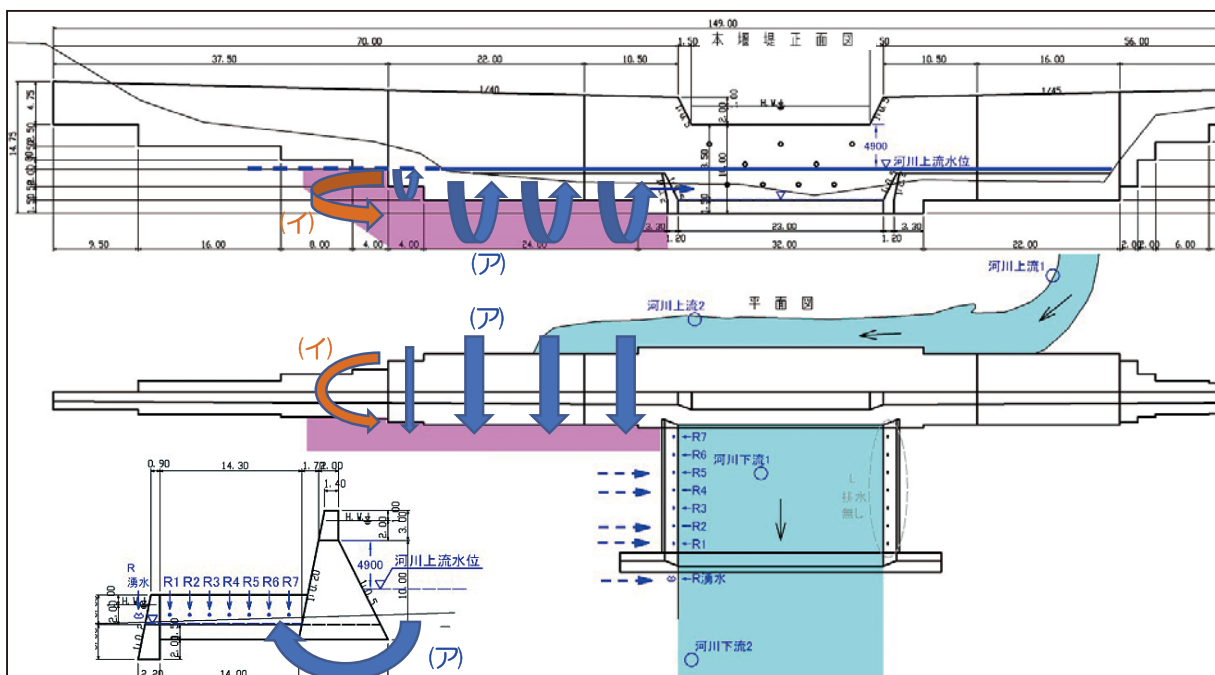


図-2 側壁護岸排水の供給経路(推定)

3. 調査計画

(1) 調査目的と方針

- ① 調査の目的は、基礎底面で想定される漏水現象や空洞化の有無を把握することである。
- ② 調査の方針は、漏水の有無をボーリング調査と原位置観測等で確認することであり、孔内水位の水頭や透水性をその指標とした。さらに、孔内状況をカメラで直接確認することも有益であると考えた。

(2) ボーリング等調査

- ① 調査箇所は、右岸袖部の3箇所（C-1～3）と水叩工1箇所（C-4）の計4箇所とし、堰堤基礎コンクリートと直下の地山を対象に削孔した（図-3参照）。
 なお、袖部では、C-1とC-2を先行させて漏水の有無を判定し、漏水範囲の絞り込みを狙ってC-3を配置する計画とした。
- ② 原位置観測の項目と狙いは次のとおりである。
 - a. 孔内水位の確認⇒被圧状況の確認
 - b. 現場透水試験⇒透水性から漏水の有無を評価
 - c. 孔内カメラ撮影⇒基礎底面直下の状況を直接確認

(2) 孔内水位（自然水位）及び現場透水試験

孔内水位は、削孔が地山に達した後に確認され、基礎底面より高い位置で安定した（図-3参照）。

C-1の透水係数は、C-2と比較して極めて高い（ $k=10^0\text{m/s}$ ）ことが確認できた。これを受けて両者間の絞り込み地点として実施したC-3では、C-2と同様に小さい（ $k=10^{-5} \sim 10^{-7}\text{m/s}$ ）値を示した。

(3) 孔内カメラ撮影

C-1での孔内カメラ撮影は、基礎底面の地山が空洞化し、その中で水流も明確に確認された（写真-2参照）。

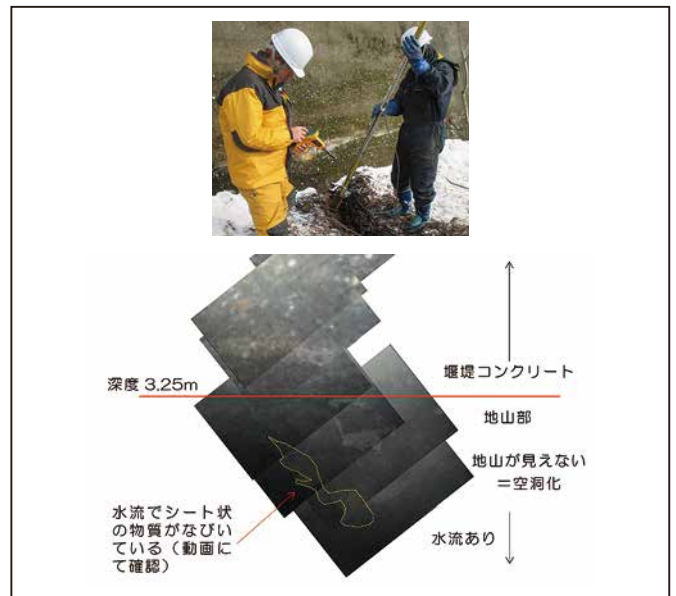


写真-2 孔内カメラ（右岸袖部C-1）

4. 資料調査・現地調査及び検討

(1) ボーリング調査結果

ボーリングコアから、コンクリートの健全性と基礎底面に砂質土～礫質土が分布することを確認した。

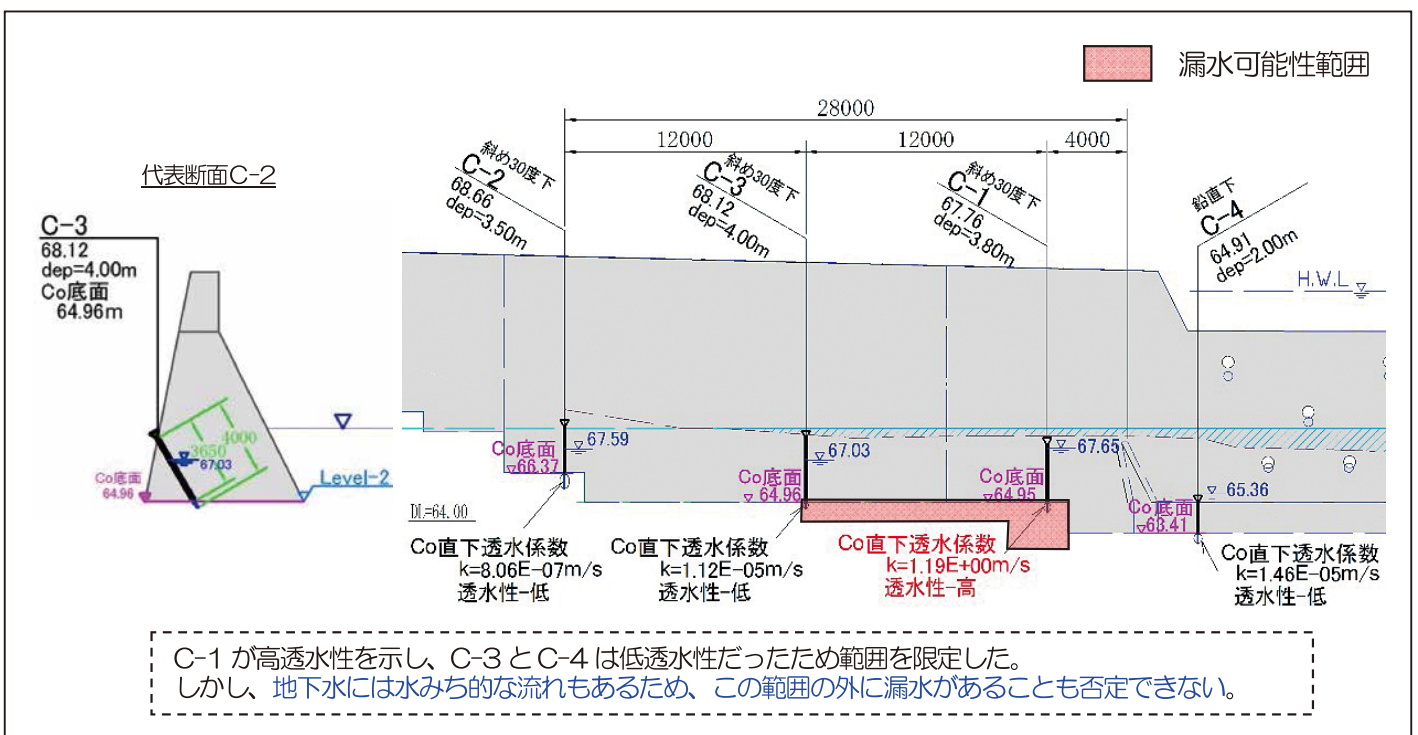


図-3 漏水範囲の推定

5. 考察

(1) 漏水の有無

C-2～C-4の透水係数は、砂礫等地山相当の透水係数 ($10^{-5} \sim 10^{-7} \text{m/s}$) であったのに対して、C-1はこれよりも5～7乗程度高い値となった。また、孔内カメラ撮影で得られた空洞化や水流の状況から、C-1地点の基礎底面直下では、漏水が発生している可能性が高いと判断された。

(2) 漏水の範囲

砂防堰堤水通し部に近いC-1で透水性が極めて高いことが確認され、C-3・C-2と離れた地点では透水係数は地山相当であった。

したがって、調査した基礎底面3箇所の結果から、漏水範囲はC-3よりも水通し部側で発生していると言える。

(3) 詳細調査の必要性

本調査ではボーリング調査で漏水が確認された範囲を推定したが、漏水は一概に面的な広がりを持つとは限らず、パイピングや水みちと言われるように3次元的に複雑な流れを持つことも想定されるため、C-2やC-3では偶然漏水箇所にあたらなかった可能性を否定できない。また、本調査では経路(図-2(イ))のような堰堤の段切り部を回り込むような流れの有無を確認できていない。

よって、漏水の範囲や深さをより詳細に絞り込み、的確な対策を行うには地下水検層や孔内微流速測定などの詳細調査を提案した。

(4) 漏水対策工法(案)の検討

詳細調査で漏水範囲が明らかになった後は、その規模や整備水準、優先順位等を勘案したうえで、漏水対策工法の検討を行う必要がある。

対策の基本方針は、施工時の「遮水対策」と「支持力回復対策」に大別される(図-4参照)。

① 遮水対策

グラウト注入(瞬結型)や矢板による締切りがあげられ、基礎底面直下の施工に先立ち、地下水の流れを遮断することを目的とする。

② 支持力回復対策

グラウト注入(緩結型)等の注入工法で、支持力低下が懸念される地盤の空隙(水みち)を埋塞して当初の地山状態に戻すことで、支持力の回復を図る。

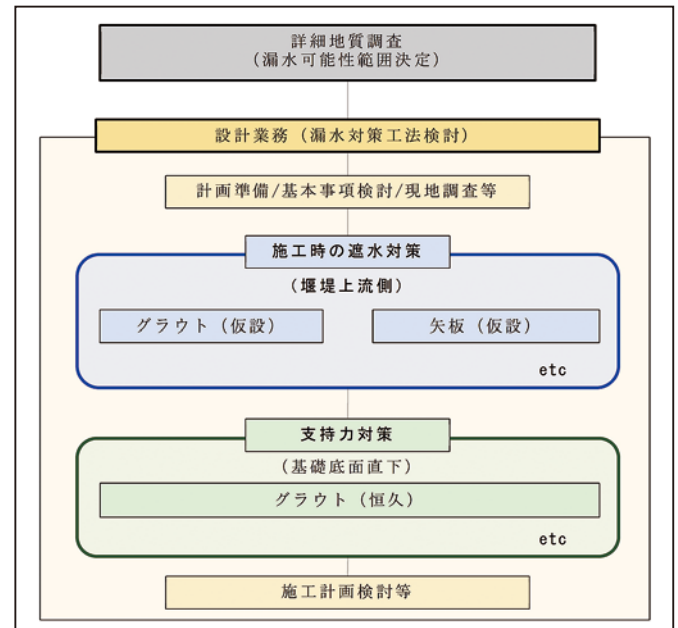


図-4 漏水対策工法検討の流れ

6. おわりに

作工調査や現地調査時には、漏水に起因する砂防堰堤に有害な変状が発生している兆候は確認されなかった。よって、現時点では機能は維持されていると判断される。

しかし、漏水が進行するとパイピング、基礎地盤の破壊につながる可能性があり、これらが発生すると構造物自体に甚大な損傷(機能低下)を及ぼすことが予想される。

よって、今後は漏水箇所(規模等)を特定し予防保全型管理の観点から詳細調査を行うことで施設の健全度を再評価し、砂防関係施設の長寿命化計画を策定することが望まれる。

<参考文献>

- 1) (社)地盤工学会：
地盤調査の方法と解説-二分冊の1-，
平成25年3月
- 2) (社)地盤工学会：
地盤材料試験の方法と解説，
平成21年11月
- 3) 国土交通省砂防部保全課：
砂防関係施設点検要領(案)，
平成26年9月
- 4) (社)日本河川協会：
河川砂防技術基準(案)同解説 設計編[Ⅰ]，
平成9年10月
- 5) (社)日本河川協会：
河川砂防技術基準同解説 計画編，
平成17年11月
- 6) (財)北海道河川防災研究センター：
河川堤防の漏水対策技術，
平成16年8月