

ロックフィルダムの浸透量の定量的な評価事例

独立行政法人水資源機構 正会員 市川 滋己 正会員 津田 守正
応用地質株式会社 正会員 ○池田 誠一

1. はじめに

フィルダムにおける浸透量の観測はダムの安全管理において最も重要な観測項目の一つであり、河川砂防技術基準には必須項目として定められている。フィルダムで観測されるダム浸透量には堤体及び基礎からの浸透量の他、降水の影響が含まれている。そのため、単純に観測値からダムの遮水機能の状態を評価することが難しく、観測されたダム浸透量から降雨の影響を除去する研究がなされている²⁾。

本報告では、ダム管理者が日常的にダムの遮水機能の状態を把握するための評価手法について検討し、貯水位および気象観測の結果から浸透量の再現を試み、ダム管理に適用した事例について述べる。

2. 観測データ

(1) 観測データ

検討はAダムをモデルとして行った。2017年から2018年のダム浸透量観測結果の例を図1に示す。

ダム浸透量の年間変動は貯水位の変動に概ね連動するが、降雨後に浸透量の変動傾向が異なる。気温は12月末～3月上旬にかけて氷点下になり、この期間の降水量は積雪となり地表に貯留されており、堤体内への浸透はないと考えられる。

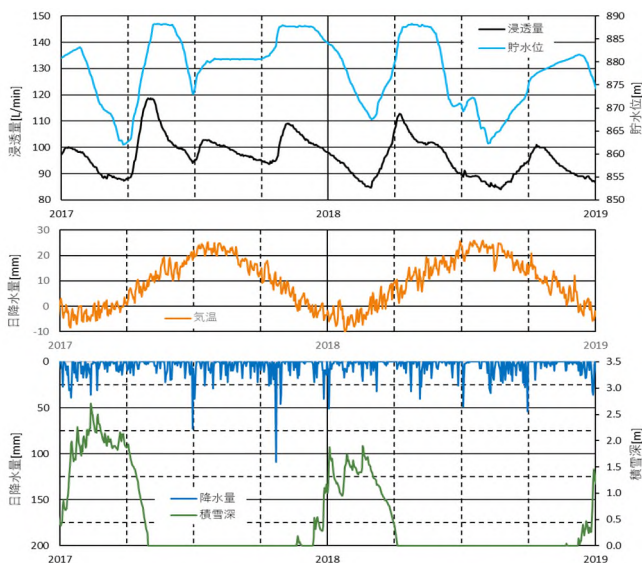


図1 ダム浸透量の観測結果の例 (Aダム)

(2) 貯水位と浸透量の関係

2017年および2018年における浸透量と貯水位の関係を図2に示す。1月～3月上旬の積雪期間において浸透量と貯水位の間には線形関係が認められる。この期間の浸透量と貯水位の関係から、降雨の影響を除去した浸透量(基底浸透量)と貯水位の関係(H-Q式)を設定した。

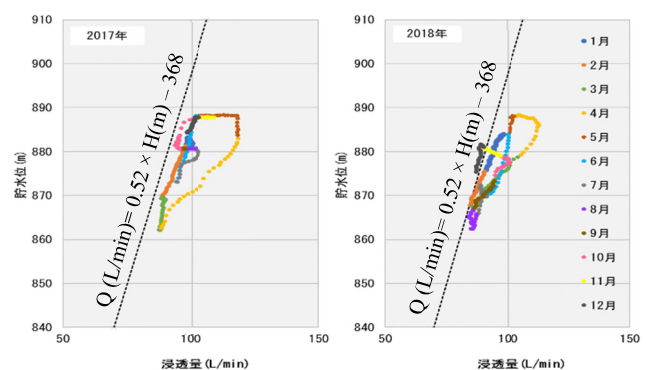


図2 貯水位と浸透量の関係

3. 浸透量計算モデル

(1) 計算モデルの概要

浸透量評価モデルは、ダム浸透量に含まれる降水量の成分を「降雨浸透量」とし、ダム浸透量を式1から推定した。

$$\text{ダム浸透量} = \text{基底浸透量} + \text{降雨浸透量} \quad \text{式1}$$

基底浸透量はH-Q式により推定し、降雨浸透量はタンクモデル³⁾により推定した。また、積雪量と融雪量の算定に当たっては、日平均気温が0°Cを下回る時に日降水量は地表面に積雪として貯留され、日平均気温が0°Cを上回るときに地表に貯留された積雪は融解するとした。融雪量は菅原の式(式2)により推定した。計算に用いる観測データは日データとし、計算の時間間隔は1日とした。

$$r_m = m \times T_m + T_m \times P / 80 \quad \text{式2}$$

ここに、

- r_m : 日融雪量 (mm)
- m : 融雪係数 ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{日} \cdot \text{°C}$)
- T_m : 日平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)
- P : 日降水量 (mm)

キーワード ロックフィルダム, ダム管理, 浸透量, タンクモデル, 積雪・融雪モデル

連絡先 〒338-0812 埼玉県さいたま市桜区大字神田936番地 独立行政法人 水資源機構 総合技術センター TEL 048-711-3081

(2) 計算モデルの精度の検証

2017年1月から2018年12月までの観測結果から設定した計算モデルを用いて計算した結果と観測結果の比較を図3に、観測値と計算値の関係を図4に示す。浸透量の計算はExcel (Microsoft社製) の関数機能を使用した。計算値と観測値の乖離は10L/min以下に収まっており、浸透量計算モデルによりダム浸透量を精度良く再現できることが確認された。

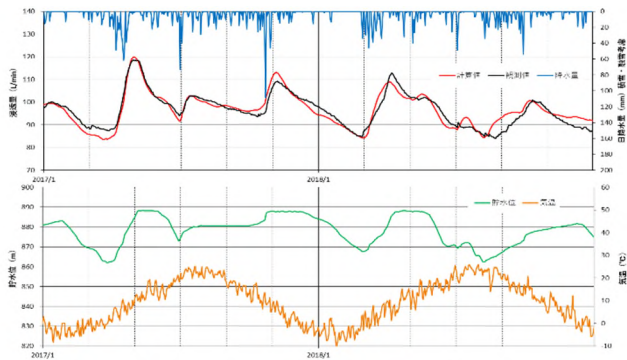


図3 浸透量の計算モデルの検証結果

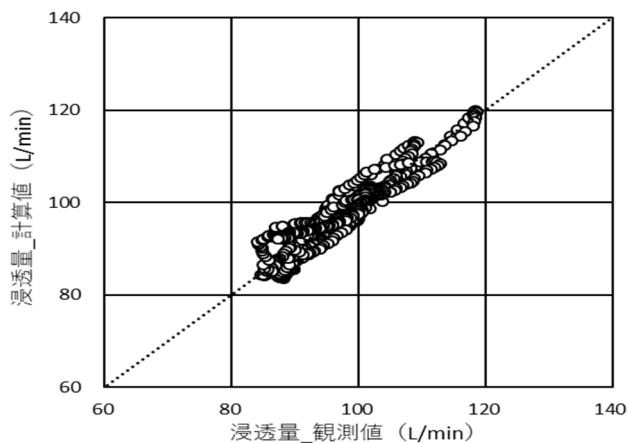


図4 ダム浸透量の観測値と計算値の関係

(3) 地震時の浸透量評価

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震の直後に、Aダムの観測浸透量は135L/minから156L/minに増加した。地震以前の観測結果から浸透量計算モデルを設定し、2004年1月から2005年9月までの浸透量を計算した結果を図5に示す。地震発生前に105mm/日の降雨があるが、この降雨による計算モデルの浸透量の反応は小さい。

浸透量の観測値から降雨浸透量を除去して求めた基底浸透量と貯水位の関係を図6に示す。基底浸透量と貯水位の関係は概ね線形関係にあるが、地震直後にその関係から逸脱する傾向が認められる。その後、貯水位は上昇するが、浸透量は減少し同年末には従来の変動範囲に収まることが確認された。このこ

とから、地震によるダム堤体の遮水機能への影響は小さく、地震直後の浸透量の増加は一時的な浸透経路の変化によるものと推定された。



図5 新潟県中越地震前後のダム浸透量

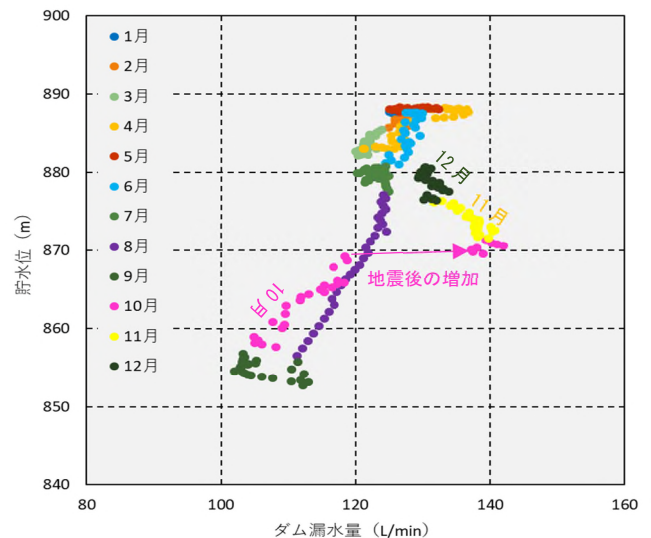


図6 基底浸透量と貯水位の関係 (2004年)

4. おわりに

モデルとしたAダムの浸透量は貯水位、降水量および気温の観測結果から再現することが可能であり、ダムの安全管理に有効であることを確認した。

Aダムで予測モデルが構築可能となった要因として、積雪期間が長く、基底浸透量と貯水位の関係の把握が容易であることが挙げられる。今後は、各ダムの特性に応じた浸透量評価手法を確立し、ロックフィルダムの安全管理に活用していくことを考えている。

参考文献：

- 1)河川砂防技術指針 維持管理編 ダム編, 2014
- 2)フィルダム浸透量を定量的に評価するための貯水位と降雨の経験的評価 (ダム工学 27(1),5-5,2017)
- 3)タンクモデル—河川の流量を雨量から算出する一つのモデルについて— (地学雑誌 94-4,1985)