

建設省土木研究所 正会員 小嶋 光博 安田 成夫 中村 昭

1. はじめに

フィルダムにおける計測項目の中でも、変形と浸透量(漏水量)はダムの安全管理上最も重要な計測項目である。このうち、変形に関しては貯水位との関係が明確¹⁾なことから実際に多くのダムで安定性の判定基準とされているが、浸透量については変化の要因が多いことから多変量解析²⁾を行ってもダムの安全を即時に検討することは困難である。

そこで、本報告では、建設省所管の11ダムについて浸透量の実測値を整理し、正常に機能しているダムの浸透量の変化傾向を示すとともに、測定装置の設置計画をするにあたって注意すべき点を挙げる。なお、フィルダムにおいては、貯水池からの浸透水を、①フィル堤体および基礎の浅い部分から浸透する「堤体浸透流」、②基礎岩盤を浸透する「基礎浸透流」、③洪水吐等のコンクリート部を浸透する「漏水」と区分しており、ここでは①、②を対象とする。

2. 堤体浸透(流量)

図-1に、解析基準日からの堤体浸透量の変化を示す。ここで、解析基準日とは試験湛水を終了し、正常な水位変動の繰り返しが始まる日から初めてその中間水位に達した日を指す。Aダムの例では降水量や貯水位の変動に応じて浸透量が大きく変化しているが、この変動を打ち消し、長期的な傾向を捕らえるために、長いスパンで移動平均を求めた結果、減少傾向が把握できた。これは単純に浸透経路の目詰まりによるものと考えられ、大きな浸透破壊等がない安全なダムの傾向として容易に予想できることである。

正常に機能しているダムの浸透量計測値は、その要因別に区分した以下の式のように表現されたと考える。

$$Q = (\text{基底流量}) + a \cdot (\text{貯水位の上昇}) + b \cdot (\text{降雨量}) + c \cdot (\text{地山からの流入量}) + (\text{その他の不確定要素})$$

ここに a, b, c : 係数

不確定要素として、降雪地域における堤体上の融雪水等が挙げられるが、他のパラメータと比較するとごくわずかな値と考えられる。

さて、本来、浸透量として計測されるべきものは、前2項であり、後3項は計測値に含まれることを極力避けたい値である。また、貯水位の影響は比較的、関数で表現しやすいが、降雨や流入水はその影響が計測値に現れるまでタイムラグがあるため、一般にその予測は困難である。

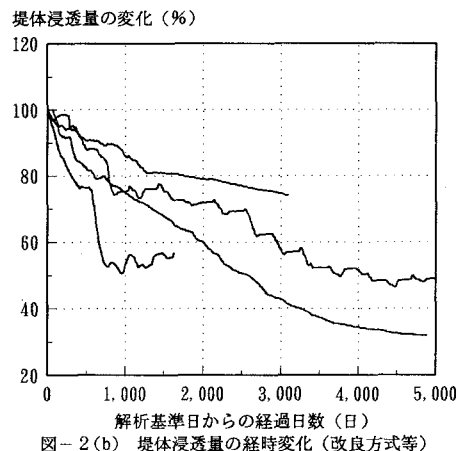
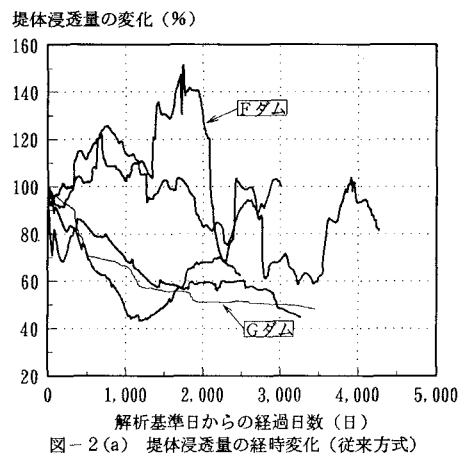
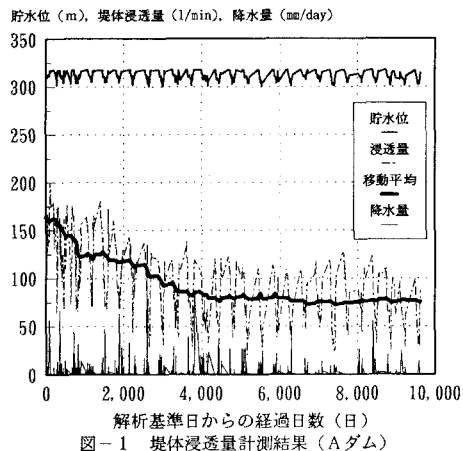


図-2に、解析基準日の値を100%とした堤体浸透量の移動平均を示す。ここで、堤体浸透量の計測にはいくつかの方法がある³⁾ため、堤体下流法尻に堰を設けて計測する従来方式による5ダムを(a)に、降雨等の影響を避けるための工夫を施した方式の4ダムを(b)に分けて表した。一見して理解されたとおり、(a)のダムは、前述式の後3項の値が大きいため、Gダムを除いて真の浸透量の傾向がつかめない。これに対し、(b)のダムは、後3項の値が小さいため、貯水位の影響と思われる周期的な階段状の変化はあるものの、長期的には真の浸透量ともいえる前2項が減少傾向にあることが理解できる。なお、途中から増加方向に転じなければ一般的に安全であると判断されることと、個々のダムによって減少傾向に特性があると考えることから、敢えて回帰式を求めても物理的な意味を見いだすことは困難と思ひ、ここでは数値的な表現をしないこととする。

図-3に、Fダムについて、同一貯水位における降水量と浸透量の関係を示すが、前述の理由から、係数b, cを正確に把握することは困難である。それ故に、集水堰を堤体内部の下流フィルタゾーン等に設置する改良方式によって計測し、その上で水切り水路を設けて地山からの流入水を遮断するなどの工夫をし、後3項を無視できる程度の値とする事が必要であるといえる。さらに、潜水開始前に基底湧水量を計測(少なくとも1年以上)しておけば、これを浸透量計測値から差し引くことにより、湛水によって生じる浸透量およびその係数aを求めることができる。また、異常が生じた場合に、早急に対策を打つため、当該箇所限定が可能となるよう、分水壁によって数ブロックに区分して計測することが安全管理上望ましい。

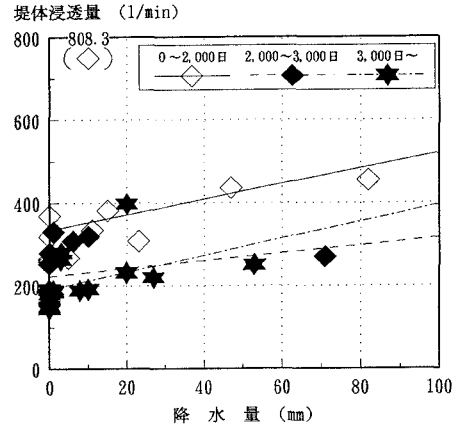


図-3 同貯水位における降水量と浸透量 (Fダム)

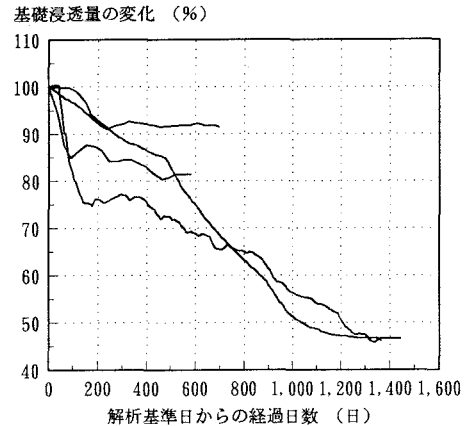


図-4 基礎浸透量の経時変化

3. 基礎浸透(流)量

基礎岩盤の浸透流は、おもに監査廊内に設置される浸透流観測孔によって圧力および流量が求められる。この計測値は、湛水初期までにおいて追加グラウチングの認定に用いられるため、竣工後は堤体浸透量に比べて重要視されない傾向があるが、基礎部の浸透破壊を監視するためには必要不可欠な計測項目と考える。図-4に基礎浸透量の移動平均を示す。ダム数、計測期間ともに少ないが、降雨等の影響がほとんどないことから全てのダムで減少傾向が明確に理解できる。

4. まとめ

- ① 正常に機能しているダムの真の堤体浸透量は、浸透経路の目詰まりによって、長期的には減少傾向を示す。
- ② 真の堤体浸透量とは $Q = (\text{基底流量}) + a \cdot (\text{貯水位の上昇})$ で示されるべきであり、実際の計測値には含まれてしまうその他のパラメータ、特に降水量の影響は後で正確に取り除くことが困難であるため、計測方法に工夫を凝らし、極力含まないようにすべきである。
- ③ 降雨等の影響がほとんどない基礎浸透量は、堤体浸透量に比べて関数表現が容易と考えられ、基礎部の浸透破壊を監視する最も有効な項目である。

【参考文献】 1) 中村, 藤澤, 安田, 伊藤, 小嶋; フィルダムの挙動解析(その二) - 変位・浸透 -, 土木研究所資料(未定稿) 2) 川村強, 小山修; 多変量解析による湧水量の予測, ダム技術, pp. 26~37, No. 29, 1989.5 3) 建設省土木研究所フィルダム研究室; Q & A, ダム技術, pp. 66~68, No. 47, 1990.8