

東京電力株式会社 正会員 梅島 仙次郎
正会員 角江 俊昭
正会員 三浦 康史

1. まえがき

現在フィルダムの湛水後における安全管理のため浸透水量、間隙水圧、変形、土圧等諸計測が行われている。中でも堤体及び基礎を通る浸透水は、ダムの安全監視上重要な指標の一つである。しかし計測される値は、真の浸透水量ではなく降雨の影響を受けたものであるというのが避けられない現状である。そこで本報告では、当社（群馬支店管内）のフィルダムにおいて試みた二つの浸透水量予測式について紹介する。

2. Kダムの浸透水量予測式（年間調整型ダム）

Kダムは昭和初期に建設されたセンターコア（鉄筋コンクリート）タイプのアースダム（ $H=18\text{m}$ ）で年間調整型の貯水池運用を行っている。図-1は降雨の影響を受けない浸透水量と貯水位の関係を表したもので、貯水期（4月～6月）と使用期（7月～3月）により2種類の曲線となり、以下の2次式で与えられる。

$$Q_h = K_0 + K_1 \cdot H + K_2 \cdot H^2$$

ここに、

Q_h ：貯水位に支配される浸透水量（ l/min ）

H ：貯水位（ m ）

K_i ：係数

上式の係数は、適用期別に貯水位適用範囲を決め、最小二乗法により決定した。

降雨の影響による浸透水量増分については以下の式を仮定した。

$$\Delta Q_r = \sum (A_i \cdot R_i)$$

ここに、

ΔQ_r ：降雨量に支配される浸透水量増分

A_i ：偏回帰係数

R_i ： i 日前の日降雨量（ mm/day ）

月別に重回帰分析を行い求めた偏回帰係数は、二乗平均雨量と2次式の関係にある。これは、少量で長く続く雨は浸透水量にあまり影響を与えず、集中的な降雨に影響される傾向にあるからである。

なお二乗平均雨量は、下式のように仮定する。

$$R = (1/n) \cdot \sum (r_i)$$

ここに、 n ：日数、 r_i ：日雨量

以上まとめるとKダムの浸透水量の予測式は、以下の式で表される。（図-2に実測値との比較を示す）

$$Q = Q_h + \Delta Q_r = K_0 + K_1 \cdot H + K_2 \cdot H^2 + \sum (A_i \cdot R_i)$$

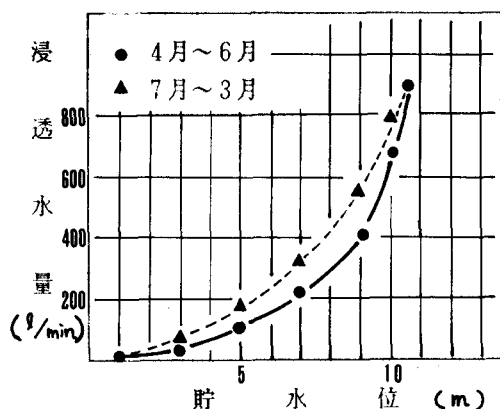


図-1 浸透水量と貯水位の関係

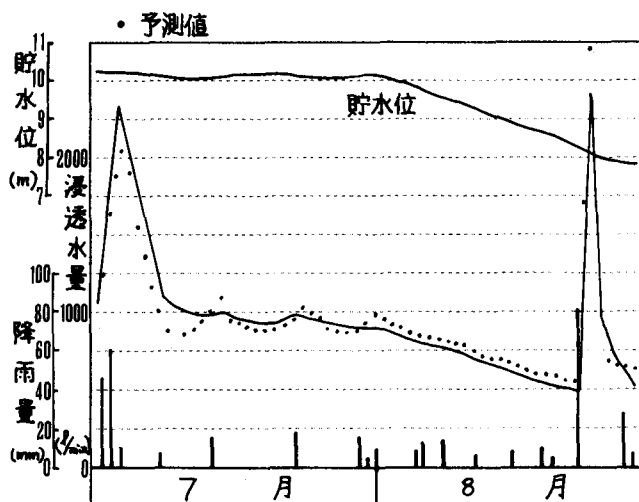


図-2 実測値と予測値の比較

3. Tダムの浸透水量予測式（週調整型ダム）

Tダムは揚水式発電所の上部調整池ダムとして建設された中央土質遮水壁型フィルダム（H=116m）である。

図-3はWL1160m付近での浸透水量の経時変化グラフである。減少傾向にありこの傾向を下式により基礎データに反映させ、貯水位を因子とした重回帰分析を行った。

$$Q^* = Q_d + Q_y$$

ここに、 Q^* ：分析に用いる浸透水量(l/min)

Q_d ：降雨の影響を受けない浸透水量の実測値

Q_y ：経時減少量（図-3より算出）

説明変数の数及び内容を変え重回帰分析を以下の式形で行い相関の良い式を選択した。

$$Q_h = B_0 + \sum (B_i \cdot H_i)$$

ここに、

Q_h ：貯水位に支配される浸透水量（l/min）

B_i ：偏回帰係数

H_i ：単日水位又は数日間の平均水位

単日水位を1因子とし相関係数を求めると、2日前と3日前の水位と良い相関を示す。

次に前式を利用し、降雨の影響による浸透水量増分 ΔQ_r の予測式を作成した。図-4は総雨量と浸透水量増分のグラフで、これより浸透水量に影響を及ぼす降雨量の最小値を仮定した。又降雨後の影響は一定期間続きその影響度合も時間を追って変化するのでその影響日数をハイドログラフより求め説明変数の内容を数種類仮定し以下の式形で重回帰分析を行った。

$$\Delta Q_r = C_0 + \sum (C_i \cdot R_i)$$

ここに、 C_i ：偏回帰係数

R_i ：単日雨量又は数日間の合計雨量

以上まとめるとTダムの浸透水量予測式は

$$Q = Q_h - Q_y + \Delta Q_r$$

上式と実測値との相関係数は、ダム下流法尻で0.937、コア直下で0.929とかなり精度の高い予測式が得られた。（図-5に実測値との比較を示す）

4. おわりに

予測式により任意時点での浸透水量をそれぞれ要因別に分離することができ、堤体からの真の浸透水量を把握することができる。今後は他の計測値を総合的に評価することによりダムの挙動を把握し、浸透水量と諸計測値の相関性を用いより予測式の精度を上げていく必要がある。

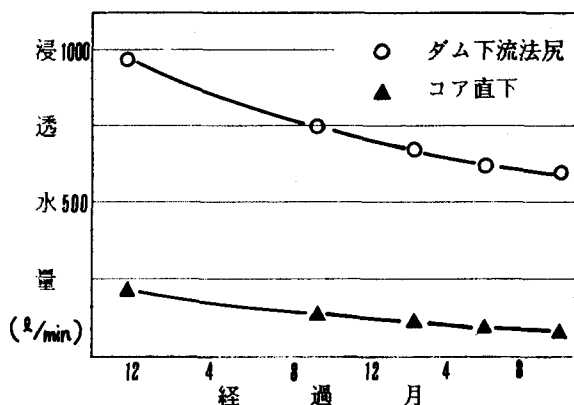


図-3 浸透水量の時間経過に伴う低減

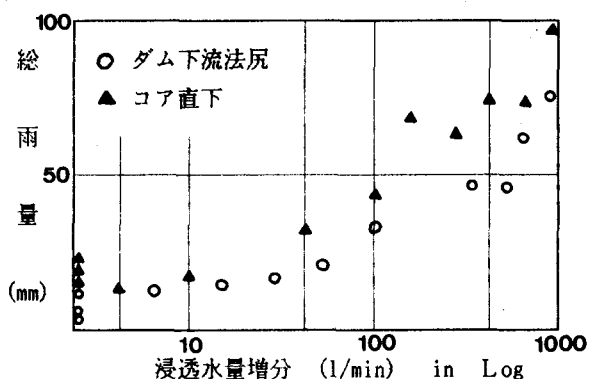


図-4 降雨量と浸透水量増分の関係

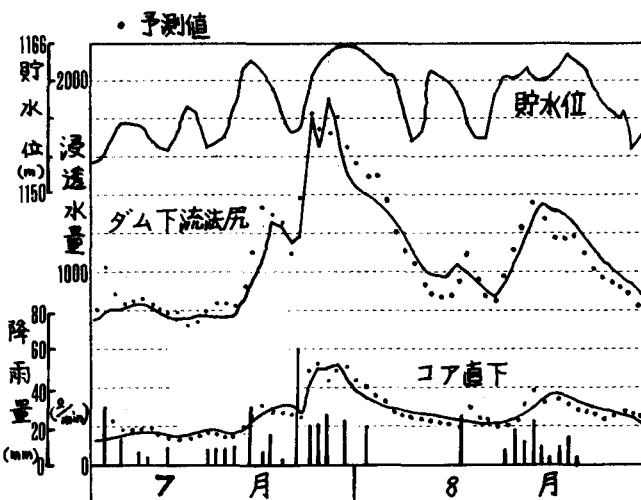


図-5 実測値と予測値の比較