

ダム貯水池の持続的 management のための貯水位低下操作の効果について

京都大学工学研究科 正会員 田村 武
 京都大学工学研究科 正会員 角 哲也
 京都大学工学研究科 学生員 八ツ元 仁

1. はじめに ダム貯水池での堆砂対策として、貯水池の水位を完全に低下させて流水の掃流力により土砂を排出するフラッシング 排砂が試行され黒部川では定着してきている。しかし、多くのダムにおいては水使用の観点から、水位を完全に低下させることには困難が伴う。これに対して、土砂流入の多い洪水期に一時的に貯水位を低下させ、主に微細土砂の排出を促す方法があり、台湾などでは大きな効果を上げている [1]。

本研究は、このような水位低下操作を伴う貯水池運用方式により微細土砂の捕捉率が経年的にどのように変化するか、ひいては貯水容量の持続的維持にどのように貢献するかを検討することを目的としている。検討には、貯水池の長期にわたる堆砂量予測を行なうために開発された一次元貯水池河床変動計算プログラム RESSASS(REServoir Survey Analysis and Sedimentation Simulation) を用いており、また、天竜川水系小渋ダム(建設省管理多目的ダム)を検討対象とした。

2. 研究手法 RESSASS では、次に示す流れで計算を行っており、基礎式を (1)~(4) に示す [2]。

掃流砂量は Ackers and White の式、浮遊砂量は Westrich and Jurashek の式、wash load 量は小渋ダムにおける実測データをもとに、角 [3] により提案されている式を用いて計算した。

[流砂の連続式]
$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{1}{B} \frac{\partial}{\partial x} (q_T \cdot B) = 0 \quad (3)$$

t : 時間, λ : 河床砂の空隙率,

[圧密算定式]
$$W_t = W_1 + 0.4343B \left[\frac{t}{t-1} (\ln t) - 1 \right] \quad (4)$$

W_t : t 年後の堆積土砂の密度, W_1 : 初期圧密後の堆積土砂の密度, B : 土砂粒径による定数

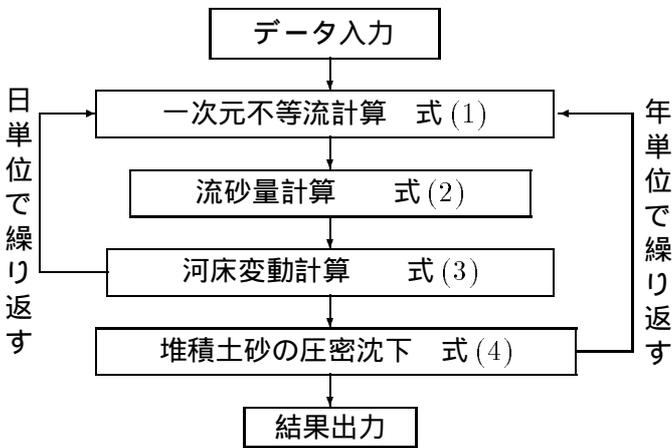
入力データは、貯水池内等高線データ、水文データ、流入土砂粒径などである。作成した貯水池モデルを図 1 に示す。設定した断面は本川、支川合わせて 53 断面ある。水文データは多目的ダム管理年報よりダム完成後の約 30 年間の実績値を用いるとともに、将来予測については代表的な 1971, 72, 74 年の 3 年間のデータを使用した。また流入土砂の粒径については、実績の堆砂のボーリング調査結果を参考に、0.064mm を境界に砂分とシルト分で別々に分布させて与えており、砂分の 50% 粒径が 17.6mm, シルト分の 50% 粒径が 0.015mm となっている。

3. 解析結果 まず、はじめにダム完成後の約 30 年間 (1969~1997 年) の実績水文データおよび現行の貯水運用方式、堆砂量、堆砂形状に関する検証計算を行ない、ある程度の精度で再現可能であることを確認した。

次に、図 2, 3, 4 に示す現行方式を含む 3 パターンの運用方式を与え、それぞれについて 1997 年から 2081 年までの 84 年間の将来予測を行なった。

パターン I は現在小渋ダムで実施されている運用方式である。パターン II はパターン I に比べ洪水期水位をさらに下げた運用方式である。低下水位を 575m に設定したのは、常用洪水吐ゲートが 570m に設置されており、それより若干高い標高としたものである。パターン III は 365 日、水位 609m を保ち続けた。

図 5, 6, 7 にそれぞれの堆砂形状変化を示すが、3 パターンともダム堤体から 5000m 以上の上流部分では



[運動方程式]
$$\frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{u_*^2}{gR} = 0 \quad (1)$$

B : 河幅, h : 水深, V : 流速, z : 河床高,
 R : 径深, x : 流下方向の座標, u_* : 摩擦速度

[全流砂量]
$$q_T = q_B + q_s + Q_s \quad (2)$$

q_T : 全流砂量 (単位幅当たり) q_B : 掃流砂量
 q_s : 浮遊砂量 Q_s : wash load 量

大きな差は見られない．それに比べ 2000m 付近までの河床形状の差は著しい．特にパターン II に関しては 2025 年以降の河床上昇はほとんど見られない．図 8,9 に総貯水容量及び土砂捕捉率の変化を示すが，2025 年以降のパターン II の土砂捕捉率は減少し続けており，総貯水容量の減少もほとんど見られない．このことからパターン II は貯水容量を維持するのに適した運用方式であることがわかる．

4. 結論

- 水位低下操作を伴う運用方式であるパターン II は，常時満水方式に比べて貯水機能を長く維持させるという点では大きな効果があることがわかった．
- 大幅な水位低下を伴う運用方式は，ダム貯水機能を長く維持させるという点では有効であるが，実際のダムでは，治水の目的だけでなく利水を含めた多目的使用がなされており，これらの整合についても検討が必要である．

5. 参考文献

- [1] 角 哲也：台湾における貯水池土砂管理, ダム技術, Vol.159, pp.41-52, 1999 .
- [2] Gregory L.Morris and Jiahua Fan : Reservoir Sedimentation Handbook, McGraw-Hill, 1997 .
- [3] 角 哲也・塚原 千明：ダム流域におけるウォッシュロード量の評価, 河川技術に関する論文集 Vol.5, pp.172-175, 1999 .

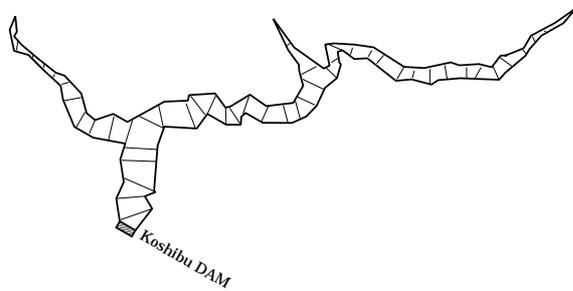


図 1.RESSASS による小渋ダム貯水池平面図

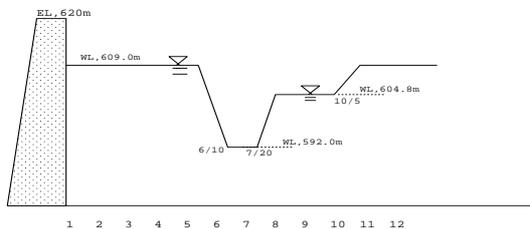


図 2.パターン I (現行) の運用計画

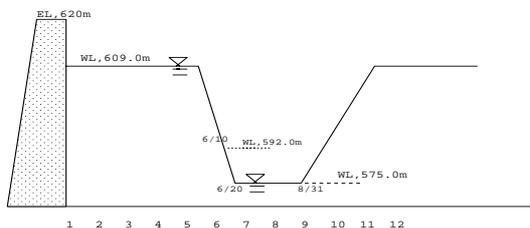


図 3.パターン II (水位低下) の運用計画

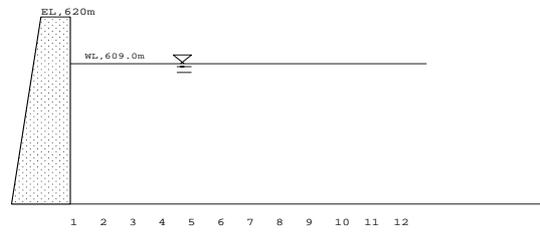


図 4.パターン III (常時満水) の運用計画

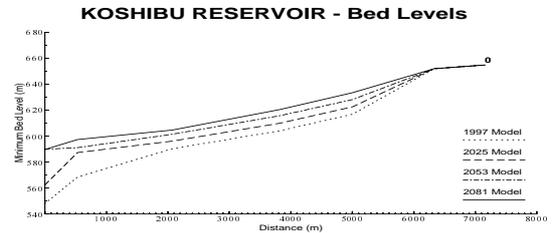


図 5.パターン I の堆砂形状変化図

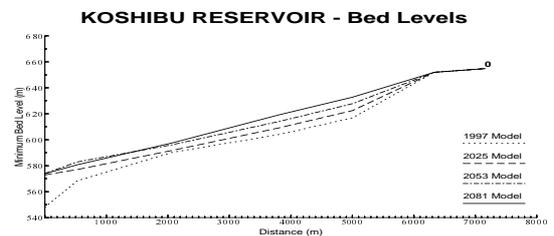


図 6.パターン II の堆砂形状変化図

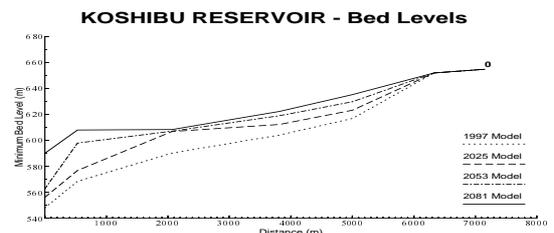


図 7.パターン III の堆砂形状変化図

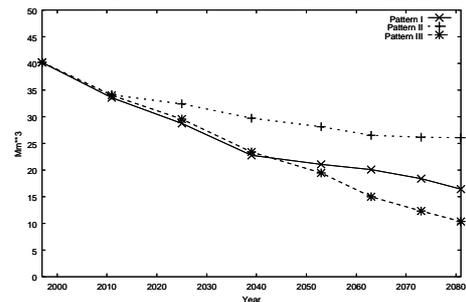


図 8.パターン I,II,III の総貯水容量の変化

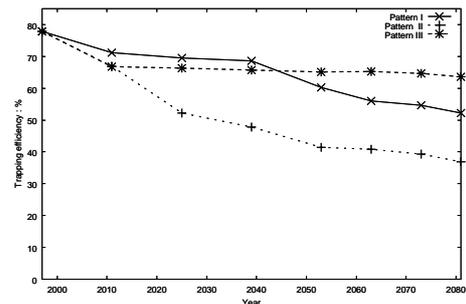


図 9.パターン I, II, III の捕捉率の変化