

RESCONモデルによるフラッシング排砂の フィージビリティー評価に関する研究

FEASIBILITY STUDY OF SEDIMENT FLUSHING OPERATION IN RESERVOIRS USING THE RESCON MODEL

角 哲也¹・高田 康史²・井口真生子³・中西 義昭⁴
Tetsuya SUMI and Yasufumi TAKATA and Makiko IGUCHI Yoshiaki NAKANISHI

1. 正会員 工博 京都大学助教授 大学院工学研究科 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)
2. 正会員 工修 京都大学大学院工学研究科博士後期課程 (〒540-0008 大阪市中央区大手前)
(㈱建設技術研究所大阪支社水工部)
3. 正会員 工修 京都大学大学院工学研究科博士後期課程 (〒550-0015 大阪市西区南堀江)
(㈱ハイドロソフト技術研究所大阪本社解析技術グループ)
4. 学生会員 工学 京都大学大学院工学研究科修士課程 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

The reservoir storage loss caused by sedimentation is critical problem for those reservoirs which are expected to provide water resources and flood control. Hence, it is getting more important to promote sustainable sedimentation management in the near future.

In this paper, the RESCON model which is a determination tool of several sedimentation management techniques, developed by the World Bank, is introduced. Regarding river and reservoir conditions in Japan, modification of the existing model is examined on the following points; a) estimation equation of flushing sediment volume, b) efficiency of sediment flushing, c) return period of flushing discharge rate, d) limitation of the total water volume necessary for flushing in the mean annual runoff volume. After these modifications, the technical feasibility assessment of sediment flushing used in the model is studied in order to apply it to reservoirs in Japan.

Key Words: Reservoir sedimentation management, sediment flushing, RESCON model

1. はじめに

近年では、水資源開発や洪水調節を目的に建設された貯水ダムにおいて、貯水容量の減少をもたらす堆砂問題が顕在化してきており、堆砂が起因となる貯水容量の減少量は毎年世界の総貯水容量の0.5～1.0%にも及んでいる。

このような世界的な貯水池堆砂問題を背景とし、1999年12月に世界銀行は貯水池の持続的管理の実現可能性の評価を政策レベルで検討するツールとして、RESCON (REServoir CONservation) プロジェクト¹⁾をスタートさせた。RESCONモデルは、5つの土砂管理代替案 (a. フラッシング排砂, b. 水圧差による土砂吸引法 (HSRS), c. 浚渫, d. 掘削, e. 土砂除去なし) の技術的評価を行い、それを基に経済的に最適な代替案を選択するツールである。しかしながら、その適用事例はまだ少なく、今後更なる改良を加えるべき課題が残っているものと考えられる。

一方で、我が国の河川流域に目を移すと、その地形、地質、水文学的条件により、世界的に見ても土砂生産の盛んな特性を有しており、中部地方を中心

に貯水池内堆砂の進行が活発な地域が多い。また、現在我が国においては、経済面や環境面への配慮より、新規ダムの建設は困難となっており、既存ダムをいかに持続的に有効活用するかの観点が重要となってきた。

このような状況下において、今日ではフラッシング排砂や排砂バイパス等の持続的土砂管理手法の重要性が認識され始めており、特にフラッシング排砂については水位低下に伴う流水の掃流力により排砂を促すもので、ダム貯水池の排砂効率や排砂効果の条件 (地形、水文条件) および下流域に対する環境影響の条件 (生物や河床材料・形状に対するインパクトが許容範囲内に収まる) さえ整えば、経済的にも有利な堆砂対策となると考えられる。

以上より、本研究では、RESCONモデルの土砂管理代替案の中でも、フラッシング排砂モデルに着目し、日本の貯水池にも適用可能なようにモデルの改良を行うと共に、これを用いてフィージビリティー評価手法の提案を行った。

2. RESCONモデルの概要

RESCONモデルにおけるフラッシング排砂の評価には、容量確保の観点より継続可能な否かの判定基準として、Atkinsonの提案した判定指標SBR, LTCR²⁾が採用されている。

(1) SBR (Sediment Balance Ratio)

持続的な貯水池運用のためには、1回のフラッシング排砂で排出可能な土砂量は、少なくとも次の排砂が実施されるまでの期間に堆積する土砂量と同量以上でなければならない。SBRはこのような排砂効率を判定する指標であり、SBRの条件は式(1)により定義される。

$$SBR = \frac{\text{1年当りフラッシング排砂量}}{\text{年間排砂量}} = \frac{\left(\frac{Q_s T_f \cdot 86400}{N} \right)}{M_{in} \cdot TE} \geq 1 \quad (1)$$

ここに、 Q_s :フラッシング排砂量(t/s)、 T_f :排砂実施期間(日)、 N :排砂実施サイクル(年)、 M_{in} :年流入土砂量(t/年)、 TE :土砂捕捉率である。 TE は貯水池回転率と土砂補足率の関係を示したBrune曲線³⁾により、 Q_s は清華大学式²⁾により求められる。

(2) LTCR (Long Term Capacity Ratio)

貯水池の水利用を考慮すれば、フラッシング排砂により維持可能となる貯水容量は所定の大きさを満足する必要がある。LTCRはこのような排砂効果を判定する指標であり、初期の総貯水容量に対する維持可能な容量の割合で定義される。この割合は、Atkinson²⁾では0.5、RESCONモデル¹⁾では0.35と設定されており、LTCRの条件は式(2)により定義される。

$$LTCR = \frac{\text{維持可能な貯水容量}}{\text{初期貯水容量}} \geq 0.35 \quad (2)$$

(なお、Atkinson²⁾では $LTCR \geq 0.5$)

RESCONモデルでは、図-1に示すように、複雑な貯水池地形を単純にモデル化し、ダムサイト付近の代表断面にてLTCRが評価され、代表断面は図-2のように表現される。ここで、排砂しても堆積土砂が除去されずに取り残される断面積をA、排砂によって土砂が除去される断面積をBとすると、LTCRの条件は式(3)により表される。

$$LTCR = \frac{B}{A+B} \geq 0.35 \quad (3)$$

(3) フラッシング排砂量の推定方法

SBRに必要なフラッシング排砂量 Q_s (t/s)は、RESCONモデルでは式(4)で示される清華大学式²⁾により求めている。

$$Q_s = \Psi \cdot \frac{Q_f^{1.6} S^{1.2}}{W_f^{0.6}} \quad (4)$$

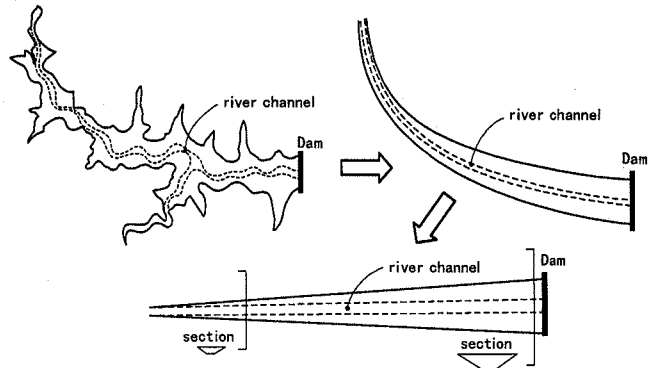


図-1 貯水池のモデル化イメージ²⁾

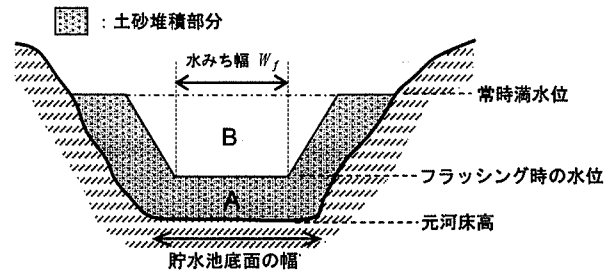


図-2 モデル代表断面模式図

ここに、 Q_f :排砂流量(m^3/s)、 S :河床縦断勾配、 W_f :水みち幅(m)、 Ψ :定数である。 Ψ は堆積土の質により下記のように設定される。

- ・ 黄土のような土; $\Psi = 1500$
- ・ $D_{50} < 0.1mm$; $\Psi = 650$
- ・ $D_{50} \geq 0.1mm$; $\Psi = 300$
- ・ 流量が小さいときの排砂; $\Psi = 180$

なお、水みち幅 W_f は実測値から得られた式(5)により求められる。

$$W_f = \alpha Q_f^{0.5} \quad (5)$$

式(5)はレジーム則と同じ形式であり、RESCONモデルでは $\alpha = 12.8$ が採用されているが、日本の一般河道では $\alpha = 5 \sim 8$ が適用される場合が多く、著者ら⁴⁾の成果によると、出し平ダムの初回のフラッシング排砂時には $\alpha = 6.4$ が得られており、日本におけるフラッシングには $\alpha = 6$ 程度の値が妥当であると考えられる。

3. RESCONモデルの改良

著者らの検討成果⁴⁾等を参考にすると、RESCONモデルのフラッシング排砂モデルに関して、以下の点が課題点として挙げられる。

- i) 現在設定されている定数 Ψ は、中国の貯水池の実測値から得られた経験定数であり、この値をそのまま他国(例えば日本)の貯水池に適用すると、排砂量として過大評価となる可能性がある。
- ii) SBR (Sediment Balance Ratio) を満足する条

件とは、式(1)および(4)より明かなように、ある流入土砂量に対して排砂流量 Q_f をいかに大きくできるかの条件である。しかし、実際の排砂運用時には、 Q_f は無制限に設定できるわけではなく、「a. 排砂流量は生起が可能な流量規模であること」、「b. 排砂時に使用する水量が所定の使用可能水量内に収まること」等の制限が加わる。

本章では、上記2点の課題を改善するため、現行のRESCONモデルの改良を行った。

(1) フラッシング排砂量推定式の改良

a) Ψ の定式化

清華大学式は中国の貯水池の実測データより得られた経験式である。一方、日本の貯水池は、河床勾配が急、堆積土砂の粒径が大、一洪水当たりの継続時間が短い、フラッシング排砂時に使用できる流量が多い、等の特性を有している。著者らの検討⁴⁾によると、出し平ダム(日本)とVerboisダム(スイス)の実績排砂量に関して、式(4)をそのまま適用した場合、出し平ダムでは22~250倍、Verboisダムでは5~12倍と過大に算出されることが分かった。よって、清華大学式の Ψ を中国の貯水池以外にも適用が可能となるように見直す必要がある。ここでは、一般的な流砂量式から算出される排砂量と清華大学式から算出される排砂量を比較して、 Ψ を土砂粒径、河床勾配、排砂流量を変数とする簡易式で表すことを試みた。

全体の排砂量は掃流砂量と浮遊砂量の和とし、掃流砂量は芦田・道上式⁵⁾を、浮遊砂量は基準面濃度式として芦田・道上式、濃度分布式としてLane-Kalinske式を使用した。また、限界摩擦速度については岩垣公式⁵⁾を使用し、水みち幅 W_f は式(5)で $\alpha=6$ 、Manningの粗度係数は $n=0.030$ 、土粒子密度は $\sigma=2.65(t/m^3)$ とした。検討範囲を下表に示す。

表-1 流砂量式による Ψ の検討範囲(計275ケース)

粒径 d (mm)	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 2.0 (11ケース)
河床勾配 S	1/50, 1/100, 1/125, 1/200, 1/500 (5ケース)
流量 Q_f (m^3/s)	30, 50, 100, 200, 400 (5ケース)

なお、清華大学式による排砂量を流砂量式で評価するため、掃流砂量、浮遊砂量それぞれの流砂量 Q_s に対する Ψ は式(4)より、次式で与えられる。

$$\Psi = \frac{Q_f^{1.6} S^{1.2}}{Q_s W_f^{0.6}} \quad (6)$$

i) 検討方針

表-1の各ケースについて、所定の流砂量式より掃流砂量および浮遊砂量を算出し、式(6)より求める掃流砂、浮遊砂それぞれの Ψ に対し、次式のよう

な簡易式を設定するものとする。

$$\Psi(d, S, Q_f) = K \cdot d^a \cdot S^b \cdot Q_f^c \quad (7)$$

ここに、 K, a, b, c : 定数である。ここで、式(7)の両辺を対数にとると、

$$\begin{aligned} \log \Psi(d, S, Q_f) \\ = \log K + a \cdot \log d + b \cdot \log S + c \cdot \log Q_f \end{aligned} \quad (8)$$

となり、式(8)は重回帰分析により各定数が算出できるため、式(7)が設定できる。

ii) 掃流砂

表-1の計算ケースに対して求められる掃流砂 Ψ_b から式(7)の定数を算出した結果、次式が得られた。

$$\Psi_b = 12.7 d^{-0.043} S^{-0.11} Q_f^{-0.33} \quad (9)$$

上式による Ψ_b と、掃流砂量式から得られる Ψ_b の比較を図-3に示す。これによると、式(9)は簡易式として良好な再現性を有していることがわかる。

iii) 浮遊砂

浮遊砂については、粒径が大きくなると流砂量がほぼゼロと算出されるため、表-1の計算ケースのうち、0.1mm~0.5mmのケースに対して求められる浮遊砂 Ψ_s から式(7)の定数を算出した。

$$\Psi_s = 0.042 d^{-2.6} S^{-0.35} Q_f^{0.073} \quad (10)$$

上式による Ψ_s と、浮遊砂量式から得られる Ψ_s の比較を図-4に示す。これらによると、式(10)は $\Psi_s=100$ 程度以上の範囲で若干差異が生じるものの、簡易式として概ね良好な再現性を有していることがわかる。

iv) 全流砂量

全流砂量については、掃流砂量と浮遊砂量の和と考えることができる($\Psi = \Psi_b + \Psi_s$)。しかし、今回算出を行っていない $d < 0.1mm$ の範囲については、通常の掃流砂量式および浮遊砂量式を用いた流砂量の評価は適切ではなく、wash loadとしての粒子輸送特性を考慮する必要があると考えられる。従って、当該範囲については、著者らの検討結果⁴⁾に従い下記の式(12)を使用するものとする。また、中国の黄土のような微細土粒子についても同様の理由により、清華大学式の Ψ をそのまま使用するものとする。

以上より、今回設定した Ψ の簡易式(全流砂に対する)は下記のとおり表せる。

$$\begin{aligned} \cdot \text{中国の黄土のような微細土粒子の場合} \\ \Psi = 1500 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \cdot d < 0.1mm \text{ の場合} \\ \Psi = 650/3 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \cdot 0.1mm \leq d \text{ の場合} \\ \Psi = 12.7 d^{-0.043} S^{-0.11} Q_f^{-0.33} + 0.042 d^{-2.6} S^{-0.35} Q_f^{0.073} \end{aligned} \quad (13)$$

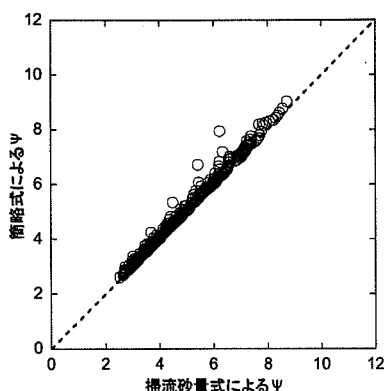


図-3 掃流砂 Ψ_B 比較

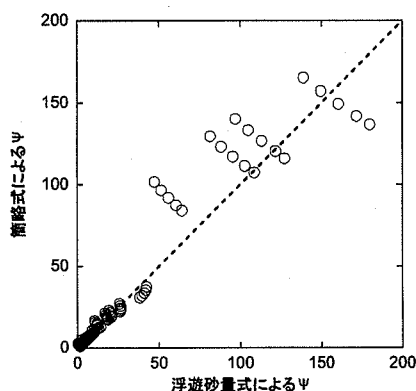


図-4 浮遊砂 Ψ_s 比較

b) 排砂効率 ε の導入

ここでは、清華大学式が対象とする中国のダムと特性が異なるダムとして、国内で排砂実績のある出し平ダム（河床勾配1/70, $d_{50}=0.2\text{mm}$ ）と、長い排砂実績のあるスイスのGebidemダム（河床勾配1/24, $d_{50}=6.0\text{mm}$ ）を対象に、両ダムの排砂実績^{4),6)}から算出できる Ψ と、前述の簡易式から算出できる Ψ との比較を行った。なお、土砂の空隙率は、砂礫分 $\lambda_s=0.4$, wash load分 $\lambda_w=0.7$ が同率で存在するものと仮定した。比較結果を図-5, 6に示す。これらによると、良好な一致を示す年もあるものの、（実績値の Ψ ）/（計算値の Ψ ）の値が、出し平ダムで0.1~0.4, Gebidemダムで0.6~1.0程度となった。

ここで、式(11)~(13)は、平衡状態を仮定した流砂量式から算出された式であることに留意する必要がある。我が国の貯水池において計算による Ψ が、実績値から得られる Ψ よりも大きく算定されてしまう原因としては、排砂時の土砂移動が平衡状態ではないことが考えられる。つまり、中国等のダムでは河川流量が豊富ではなく、単位水量当たりの排出土砂量が多く、ほぼ平衡状態（高濃度状態）で排砂が実施されている一方、出し平ダム等ではフラッシング時の排砂流量が大きいために、排砂期間中において土砂移動の平衡状態が継続されていないことが考えられる。事実、出し平ダムにおける排砂期間中のダム直下でのSS濃度に着目すると⁷⁾、SS濃度は自然流下開始の1, 2時間前からピークとなり、自然流

下を開始されてしばらくすると急激に低下している。これは、排砂時間の最初の方では効率良く排砂が行えていたものの、後半では排砂の効率が急激に低下したことを意味する。よって、一連の排砂操作を1サイクルとしてみると、単位時間当たりの実測排砂量 Q_s は小さい値に算出され、計算値の Ψ よりも小さく算定されるものと考えられる。上記を勘案すると、式(11)~(13)のように Ψ を定式化したとしても、あらゆる河川を対象に、式(4)をそのまま用いて排砂量を見積もることは適当ではない。

そこで本研究では、土砂移動の平衡状態を仮定した式(11)~(13)による排砂量と実績の排砂量 Q_s の差異（割合）を示すパラメータとして排砂効率 ε を新たに定義し、排砂量推定式に導入する。これは、排砂期間中の非平衡な土砂流出状態を含めて平均化した係数と位置づけられ、河川・ダムごとの排砂特性を示すパラメータである。

$$Q_s = \Psi \cdot \varepsilon \cdot \frac{Q_f^{1.6} S^{1.2}}{W_f^{0.6}} \quad (14)$$

ここに、 ε :排砂効率である。出し平ダムおよびGebidemダムについて、 ε を算出してみると、図-7のとおりであり、出し平ダムの方が排砂効率 ε が低いことがわかる（0.1~0.4程度）。

なお、排砂効率 ε は下記のような種々の要因に支配される定数と考えることができる。特に、黒部川の排砂は融雪期のしかも自然出水時に実施されており、よほど前年の堆積土砂が多い場合（例えば1995年排砂）を除いて、一般に堆積土砂に対する排砂流量が多く、結果として ε は小さくなる。

- ・河川の地形的、水文的な特性
- ・下流環境への配慮（濁水の希釈の有無）
- ・排砂する時期（洪水期or非洪水期など）
- ・排砂間隔（何年毎の実施か）
- ・前年の堆砂状況

上記からも明らかなように、排砂実績のないダム貯水池の排砂効率 ε を事前に推定することは現在のところは困難であり、今後さらに多くの排砂の実績データの蓄積と研究が必要である。

(2) SBR条件の改良

前節では、精華大学式の Ψ を貯水池特性により定式化するとともに、排砂効率 ε を排砂量式に導入することにより、既往のRESCONモデルの実用性向上を図った。次に、フラッシング排砂時の排砂流量 Q_f の条件について考察を加える。実際の排砂運用が実現するためには、排砂流量 Q_f には下記の2点の条件が課せられる。

- 条件a) 排砂流量が十分に大きく、かつ毎年の生起が可能なる量であること
- 条件b) 排砂に使用する水量が、ダムに一年間に流入する総流量に対して所定の割合に収まること

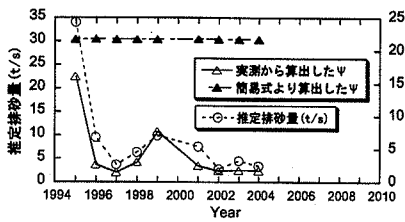


図-5 実測Ψと計算Ψ(出し平ダム)

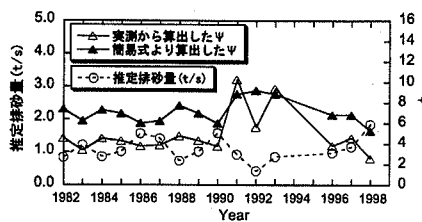


図-6 実測Ψと計算Ψ(Gebidemダム)

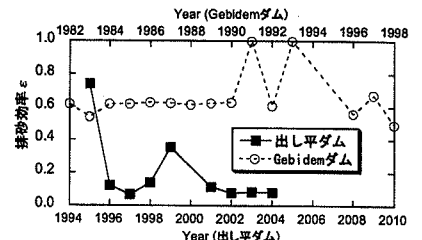


図-7 両ダム排砂効率ε

a) 排砂流量規模に関する条件

排砂流量 Q_f を下式のように表現する.

$$Q_f = rQ_{ave} \quad (15)$$

ここに、 Q_{ave} :年間平均流量(m^3/s), r は年間平均流入量と排砂流量の比率である. 式(15)および式(5)を式(14)に代入すると、次式が得られる.

$$Q_s = \Psi \cdot \varepsilon \cdot \frac{(rQ_{ave})^{1.3} S^{1.2}}{\alpha^{0.6}} \quad (16)$$

次に、 MAR :平均年間流入量(m^3)とすると、 Q_{ave} は式(17)のとおりとなり、これを式(16)に代入して N 年毎に、 T 日間フラッシングすると、年間のフラッシング排砂量 $\Sigma Q_s(t)$ は、式(18)となる.

$$Q_{ave} = \frac{MAR}{86400 \times 365} \quad (17)$$

$$\Sigma Q_s = \Psi \cdot \varepsilon \cdot \frac{(r \cdot MAR)^{1.3} \cdot S^{1.2}}{\alpha^{0.6} \cdot 86400^{0.3} \cdot 365^{1.3}} \cdot \frac{T}{N} \quad (18)$$

ここで、 MAS :平均年間土砂流入量(m^3)とすると、 $MAS \leq \Sigma Q_s / (\sigma(1-\lambda))$ であるから、 CAP :総貯水容量(m^3)より、上式を CAP/MAS (貯水池寿命)の形式に変形すると、式(19)に示す「条件a) 排砂流量規模に関する条件」が得られる. ここに、 σ :土粒子密度($=2.65t/m^3$), λ :空隙率($=0.55$)である. 式(19)は排砂流量のみに着目し、流入土砂量と可能排砂量の比較により、排砂可能条件を導いたものである.

$$\frac{CAP}{MAS} \geq \frac{\sigma \cdot (1-\lambda) \cdot \alpha^{0.6} \cdot 86400^{0.3} \cdot 365^{1.3} \cdot N}{\Psi \cdot \varepsilon \cdot r^{1.3} \cdot S^{1.2} \cdot T} \cdot CAP^{-0.3} \cdot \left(\frac{CAP}{MAR} \right)^{1.3} \quad (19)$$

b) 排砂時の使用可能水量条件

著者⁸⁾による検討に従えば、 N 年毎に T 日間フラッシングするものとする、フラッシングに使用する水量 ΣW は、排砂中の年間総流量 ΣQ_f とフラッシングを行うために貯水位を一時的に低下させる分である CAP の和として次式で表わされる.

$$\Sigma W = \Sigma Q_f + \frac{T}{N} \cdot CAP \quad (20)$$

また排砂流量 Q_f は次式と表せるから、

$$Q_f^{1.3} = \left(\frac{\Sigma Q_f}{86400} \cdot \frac{N}{T} \right)^{1.3} \quad (21)$$

上式と $\Sigma Q_f = \left(\frac{rMAR}{365} \cdot \frac{T}{N} \right)$ を式(18)に代入して、

$$\Sigma Q_f = \left(\frac{\Sigma Q_s}{F_e} \right)^{1/1.3} \quad (22)$$

$$F_e = \Psi \cdot \varepsilon \cdot \frac{S^{1.2}}{\alpha^{0.6} \cdot 86400^{0.3}} \cdot \left(\frac{N}{T} \right)^{0.3} \quad (23)$$

が得られる. ここで、年間総流入量 MAR に対する排砂操作に必要な水量の比率 β と仮定すると、

$$\beta = \frac{\Sigma W}{MAR} = \frac{\Sigma Q_f + \frac{T}{N} \cdot CAP}{MAR} \quad (24)$$

式(22)を上式に代入して、さらに CAP/MAS の形式に変形すると、式(25)に示す「条件b) 使用水量の条件」となる. これは、年流入量のうちフラッシング排砂に使用可能な水量の割合に着目し、その使用可能な水量で排砂可能な土砂量と年平均流入土砂量との比較により排砂可能条件を設定したものである. なお、 β は著者の既往の検討成果⁸⁾より、 $\beta=0.1$ 程度が妥当であると考えられる.

$$\frac{CAP}{MAS} \geq \frac{\sigma \cdot (1-\lambda)}{F_e} \cdot CAP^{-0.3} \cdot \left(\frac{\frac{CAP}{MAR}}{\beta - \frac{CAP}{MAR} \cdot \frac{T}{N}} \right)^{1.3} \quad (25)$$

4. 我が国のダム貯水池への適用

(1) 我が国の河川流況の整理

排砂流量は、持続的管理の観点からも、流入量が大きく、生起頻度もある程度高い流量が望ましい(例えば、3位/365日). 式(19)中の r は、排砂流量の強さを表すパラメータである. ここでは、我が国の各地域において、 r がどの程度の値となっているかを調べた. 結果を図-8に示す. なお、使用した流量データは、平成11年~平成13年間に直轄河川において計測された流量⁹⁾のうち、上位5位までを抽出したものである. これらによると、全国平均的には3位/365日流量で $r=8$ 程度である.

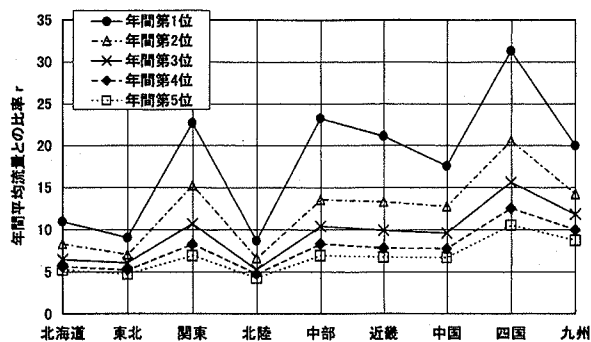


図-8 我が国の r (排砂流量と年間平均流量の比)

(2) フラッシング排砂のフィージビリティ評価

ここでは、日本における貯水池土砂管理事例をCAP/MAS~CAP/MAR図上にプロットした図¹⁰⁾を使用して、前節までに検討を踏まえた、フラッシング排砂のフィージビリティ評価を例示する。

基本ケースを $\varepsilon=0.1$, $d=0.1\text{mm}$, $S=1/200$, $r=8$, $CAP=10,000,000\text{m}^3$ とし、 ε , d , r の変化に対して、排砂可能と判断される範囲の変化を図-9~11に示す($\alpha=6$, $N=1\text{年}$, $T=1\text{日}$, $\sigma=2.65\text{t/m}^3$, $\lambda=0.55$ は固定)。なお、「排砂により貯水池の持続的管理が可能」と判断される領域は、同図の条件aラインより上部、かつ条件bラインより上部の領域である。

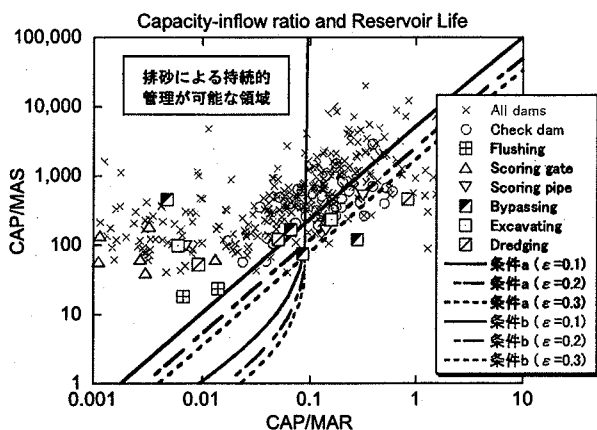


図-9 フィージビリティ評価(ε 変化の場合)

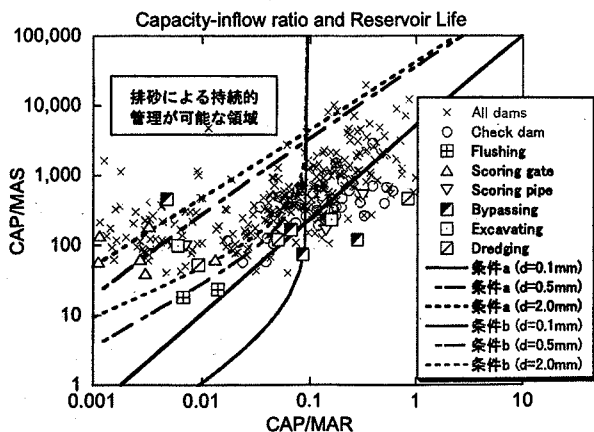


図-10 フィージビリティ評価(d 変化の場合)

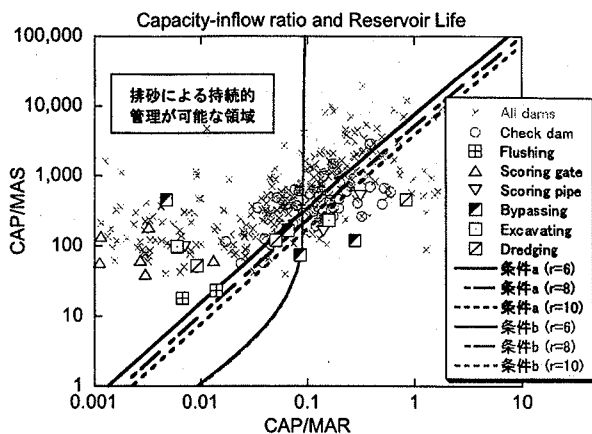


図-11 フィージビリティ評価(r 変化の場合)

これらによると、排砂により貯水池持続的管理が可能か否かは、堆積土砂の粒径 d の影響がかなり大きいことがわかった。また当然のことながら、排砂効率 ε の影響も比較的大きい。一方、排砂流量の規模を表す r の影響は比較的小さいことがわかった。

5. まとめ

本研究は、RESCONモデルのフラッシング排砂モデルに着目し、日本の貯水池にも適用可能なようにモデル改良を行い、フィージビリティ評価を検討したものである。結果、RESCONモデルの実用性が向上するとともに、CAP/MAS~CAP/MAR図上にSBR (Sediment Balance Ratio) の条件を明示することができた。今後の課題としては下記のとおりである。

- ・ 各ダムの特性に応じた排砂効率 ε の設定方法および所定の ε を実現するための運用方法の検討
- ・ 排砂実績の収集によるモデルの検証

参考文献

- 1) The World Bank: Reservoir Conservation Volume I The RESCON Approach, 2003
- 2) Atkinson, E.: The feasibility of flushing sediment from reservoir, HR Wallingford Report OD137, 1996
- 3) 例えば, Morris, G. and Fan, J.: Reservoir Sedimentation Handbook, McGraw-Hill, 1997, pp10. 27
- 4) 角 哲也, 井口真生子: RESCONモデルを用いたフラッシング排砂の適用性検討について, ダム工学 (投稿中)
- 5) 例えば, 土木学会: 水理公式集, 平成11年版, pp. 159-173, 2000
- 6) Morris, G. and Fan, J.: Reservoir Sedimentation Handbook, McGraw-Hill, 1997, pp21.1-21.10
- 7) 黒部川ダム排砂評価委員会資料, 国土交通省黒部河川事務所
- 8) 角 哲也: ダム貯水池のフラッシング排砂における排砂効率, ダム工学Vol.10, No. 3, pp211-221, 2000
- 9) 直轄河川流量データ, 国土交通省河川局編, 日本河川協会
- 10) 角哲也: 水資源の持続的管理のための貯水池土砂管理の推進, 水文・水資源学会2003年研究発表会要旨集, pp. 34-35, 2003.

(2005. 4. 7 受付)