

氏 名	井 口 真 生 子
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2835 号
学位授与の日付	平 成 19 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 社 会 基 盤 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	微細粒土砂の堆積・侵食に着目した貯水池土砂管理手法に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 中 川 一 教 授 田 村 武 准教授 角 哲 也
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ダムの持続的管理を実現させるために必要な貯水池土砂管理方策の確立を目指して、恒久対策手法の一つであるフラッシング排砂の導入可能性を検討するとともに、従来積極的には対策がなされてこなかった貯水池内の下流部に主に堆積する粘土・シルト主体の微細粒土砂に着目した土砂管理手法を開発することを目的として研究を行ったものである。論文は全体6章から構成される。

第1章では、本研究の背景となる我が国における貯水池堆砂問題および貯水池土砂管理技術の現状を概説し、問題の所在、研究の目的および研究の方法を述べ、既往の研究を踏まえた本研究の位置づけを行っている。

第2章では、世界銀行が開発したRESCONモデルを基礎に、掘削、浚渫、フラッシング排砂および水位差吸引土砂排出システム(HSRS)を対象に貯水池土砂管理計画の比較検討手法について検討を行っている。RESCONモデルでは、技術的導入可能性を判定した後、各対策に対して経済分析がなされ、環境・社会面での問題の有無を別に評価した上で最適な方法が提案される。対策手法の中では、フラッシング排砂は、流水の掃流力を回復させて土砂排除を行うことより経済性の観点からは有利となるが、ダム貯水池の地形、水文、土砂の性状などの要素に結果が大きく左右され、これを適切に判定することがモデルの有効性の鍵であった。ここでは、フラッシング排砂導入可能性の判定指標であるSBR(堆積土砂量と排出土砂量のバランス)およびLTCR(長期的に確保される貯水池容量の割合)の日本の貯水池への適用性について検討を行い、国内のダムの排砂実績値や既往の研究をもとに排砂量推定式の改良などのモデルの修正を提案している。さらに、国内の多目的ダム10ダムについて修正モデルを用いて判定を行った結果、半数以上のダムでフラッシング排砂の導入可能性が高いことを明らかにするとともに、有効でない貯水池について、放流設備の設置高さなどの原因を整理している。

第3章では、ダム貯水池の密度流堆積層の堆砂対策として、貯水池に流入した微細粒土砂が固結する前に後続の洪水時に貯水池内の流動とともに排出させる「新堆積泥再浮上排出」を提案している。まず、侵食を受ける微細粒土砂の基本特性を把握するために、複数の貯水池の密度流堆積層に堆積した底質を採取し、これらの堆積状態を推定するのに有効な指標として液性限界を取り上げ、中央粒径、強熱減量、含水比との関係を検討している。その結果、貯水池底泥は貯水池によって粒径・強熱減量が大きく異なり、粒径が小さいほど、強熱減量が大きいほど、さらに、自然含水比が高いほど液性限界が大きくなる傾向があり、液性限界は堆積状態を推定するのに有効な指標となることを明らかにした。さらに、貯水池に堆積した微細粒土砂の圧密過程について、採取した底質の沈降実験と既往のボーリング調査結果より検討した結果、既往の研究では考慮されていなかった有機物含有量が、自重圧密の速度、最終的な平均含水比に大きな影響を与えることを明らかにした。

第4章では、新堆積泥再浮上排出の2つ目の検討課題として、密度流堆積層に堆積した微細粒土砂の侵食特性を把握するために、第3章で基礎的物性を調べた底泥を対象に水路実験を行い、流送形態の観察、限界掃流力および侵食速度の測定を行い、液性限界との関係も踏まえ結果を整理している。その結果、貯水池底泥の侵食特性には、有機物含有量が大きな影響を与えていること、および、限界掃流力は液性限界と含水比の関数で表され、液性限界の大きい底泥ほど、また、含水比が

小さくなるほど、大きくなることを明らかにした。さらに侵食速度については、今回の実験条件範囲内では、摩擦速度の3乗に比例し、その比例係数は液性限界が大きい底泥ほど大きくなることを示している。

第5章では、貯水池に流入した微細粒土砂の密度流としての流動、さらに、沈降・堆積および再浮上を表現できるモデルとして、一次元河床変動モデルと鉛直二次元濁水解析モデルの統合モデルを構築し、過去に貯水池内で微細粒土砂の再浮上を確認されている貯水池を対象に検証を行っている。その結果、濁水挙動、河床形状、河床材料とも比較的よく再現できることが確認され、さらに、微細粒土砂の侵食現象の再現には、限界摩擦速度の設定および河道縦断方向に加えて横断方向の河床材料の適当なモデル化が重要であることを明らかにしている。

第6章では、新堆積泥再浮上排出の有効性について第3章から第5章までの結果をもとに総合的に考察している。新堆積泥再浮上排出が効果的に行われる条件は、再浮上に十分な底面せん断応力が発生すること、および、排出対象となる底泥は、圧密が進行していなく、侵食されやすい状態であることである。ここでは、これらの条件を前提とし、さらに、ダムにおける洪水放流管の設置標高およびダムの密度流堆積層の堆砂進行速度、さらに、貯水池内に一定規模以上の流動場を発生させる洪水規模と生起確率を考慮した上で、上記のような新堆積泥再浮上排出の成立要件について整理を行っている。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ダムの持続的管理を実現させるために必要な貯水池土砂管理方策の確立を目指して、恒久対策手法の一つであるフラッシング排砂の導入可能性を検討するとともに、従来積極的には対策がなされてこなかった貯水池内の下流部に主に堆積する粘土・シルト主体の微細粒土砂に着目した土砂管理手法を開発することを目的として研究を行ったものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 世界銀行が開発したRESCONモデルを基礎に、日本の貯水池への適用性を考慮してフラッシング排砂導入可能性の判定指標の改良を行った結果、半数以上のダムでフラッシング排砂の導入可能性が高いこと、また、有効でない貯水池についてはその原因が明らかになった。
2. ダム貯水池の密度流堆積層に堆積した微細粒土砂の堆積状態の推定には液性限界が有効であり、中央粒径が小さいほど、強熱減量が大きいほど、さらに、自然含水比が高いほど液性限界が大きくなる。
3. 密度流堆積層に堆積した微細粒土砂の侵食特性には、有機物含有量が大きな影響を与えており、限界掃流力は、液性限界が大きいほど、また、含水比が小さくなるほど大きくなる。さらに侵食速度は、摩擦速度の3乗に比例し、その比例係数は液性限界が大きい底泥ほど大きくなる。
4. 貯水池に流入した微細粒土砂の挙動を表現するために、一次元河床変動モデルと鉛直二次元濁水解析モデルの統合モデルを構築し、濁水挙動、河床形状、河床材料および貯水池上流部での微細粒土砂の再浮上現象を良好に再現し得ることを示した。
5. 微細粒土砂の管理手法として、洪水流入後の新鮮な底泥を後続の洪水時に再浮上させて排出することが有効であり、これを効果的に行うためには、再浮上に十分な底面せん断応力が発生することと、底泥の圧密が進行していなく、侵食されやすい状態であることが重要である。

以上、本論文は、ダムの持続的管理の実現に必要な貯水池土砂管理方策のうち、恒久的な貯水池土砂管理の推進および微細粒土砂管理手法の確立への具体的な検討を行ったものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年4月25日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。