

ダムからの土砂供給の量と質が下流河川に与える影響の基礎的検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○山下遼、正会員 宮川仁、正会員 櫻井寿之
(国研) 土木研究所 正会員 宮脇千晴、正会員 石神孝之

1. はじめに

ダムが土砂を捕捉することにより、下流の河床の粗粒化など河床環境への影響が懸念されており、出水中にできるだけ自然に近い状態でダムから土砂供給することが求められている。また、想定を超える堆砂進行により恒久的堆砂対策が必要なダムがあるが、実用化されている技術は貯水池の運用に影響を与える場合があり、貯水池運用を変更せずに排砂する技術が求められている。さらに、堆砂対策は現在問題となっていないダムでも将来必ず直面する課題である。

本研究では、土木研究所が実用化に向けた研究・開発を進めている潜行吸引式排砂管¹⁾を想定し、当該施設から土砂供給を行った場合の土砂供給条件の違いによるダム下流の河床環境への影響について、一次元河床変動計算を通じて概略的に検討した。

2. 研究方法

本研究では、土木研究所にて開発された一次元不定流河床変動計算プログラムを用いて数値計算を行った。対象河道は実際のダムが設置されているA川の河道を選定した。流入ハイドログラフは1987年から2003年までの17年間の出水時のモデル(図1参照)上流端のAダム運用実績に記録されている放流量から決定した。

また、ダムからの土砂供給施設として管径φ600mmの潜行吸引式排砂管⁴システムを想定し、数値計算における土砂供給時の土砂濃度と運用方針を検討した。本研究で対象とした計算ケースは、本川・支川から給砂を行わない無給砂条件の1ケースに、供給土砂として材料1～3の3種類を設定し各供給土砂に対して供給時の土砂濃度を5%、10%、20%の3通りに変化させた9ケースを加えた、全10ケースである。表1に濃度と土砂供給量との関係を、表2に潜行吸引式排砂管運用方針を、図2に供給土砂・初期河床の粒度分布曲線を示す。なお、濃度については、これまでの水理実験の結果^{1),2)}から管内閉塞が生じる可能性が少ないと考えられる20%以下に設定した。供給材料には、砂を主体とする材料1($D_{60}=0.36\text{mm}$)、材料1と3を半量ずつ混合した材料2($D_{60}=4.55\text{mm}$)、礫を主体とする材料3($D_{60}=10.7\text{mm}$)を利用することとした(0.074mm未満を粘土・シルト、

0.074mm以上2mm未満を砂、2mm以上を礫とした)。

3. 計算結果

3.1 供給土砂材料の違いによる河床高への影響

無給砂の場合と濃度20%で土砂供給を行う場合の各ケースの比較結果を図3に示す。図3を見ると、材料1供給のケースは材料3供給のケースに比べ、68km地点より上流では河床上昇が小さく、同地点より下流では河床上昇が大きい。また、材料2供給のケースは、材料1供給、材料3供給の中間的な河床上昇となる。

治水上、環境上の観点から考えると、過剰な堆積や洗掘が生じず、河床高が大きく変動しない供給方法が

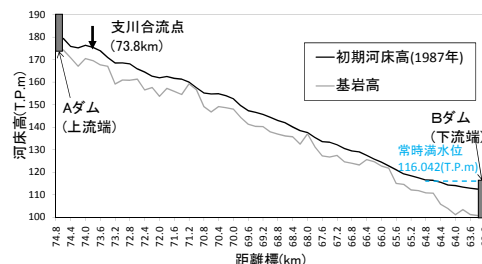


図1 モデル区間概略図

表1 土砂濃度と土砂供給量との関係

土砂濃度 (空隙なし)	5%	10%	20%
土砂供給量 Q_{sed} (m^3/s)	0.113	0.226	0.453
計算期間(17年間)の総土砂供給量 (m^3) (空隙なし)	約 50.8 万	約 101.5 万	約 203 万

表2 潜行吸引式排砂管運用方針

運用方針	運用のタイミング	供給土砂の種類
4系統同時に土砂供給	Aダム放流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上で土砂供給	材料1、材料2、材料3の3種類

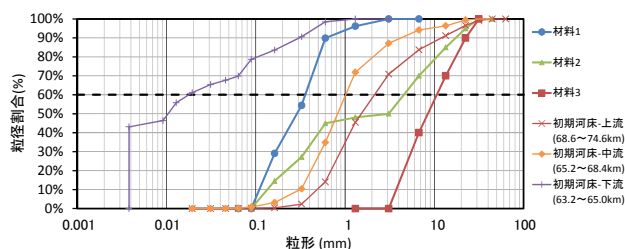


図2 供給土砂と初期河床の粒度分布曲線

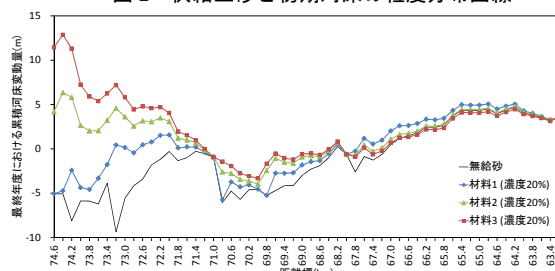


図3 河床変動量の比較 (土砂体積濃度 20%)

キーワード ダム貯水池、堆砂対策、潜行吸引式排砂管、一次元河床変動計算
連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 TEL:029-879-6783

望ましいと考えられる。このことから、砂、礫の割合を適切に調整した砂礫混合供給が、ダムからの土砂供給施設の運用方針として重要な視点と考えられる。

3.2 供給土砂の粒径や濃度の違いによる河床表面の粒径等への影響

図4、図5に、無給砂のケースと、材料1と材料3供給時の河床表面の代表粒径 D_{60} の比較を示す。また、図6～8に、初期河床、材料1と材料3を濃度20%で供給したケースの計算最終時点の河床表面の粒度分布を示す(図7、図8の左端は供給材料の粒度分布を示す)。

図4の材料1供給のケースでは、上流端～73kmの区間において濃度5%、10%のケースの代表粒径が濃度20%のケースを下回る箇所が見られるものの、73km～70.8kmで代表粒径が安定し、70.6kmより下流においては代表粒径がほぼ一定となっている。そして、70.6kmより下流では、濃度を高くする程、河床表面の代表粒径が材料1の代表粒径0.36mmに近づくことが分かる。

図5の材料3供給のケースでは、上流から下流に向かい代表粒径がゆるやかに下降していく傾向が見られる。また濃度を変えた場合でも、河床表面代表粒径にあまり差異がないことが分かる。土砂をある程度以上の濃度で供給する場合、河床表面の代表粒径は供給土砂の粒度分布によって決まる傾向があると言える。

さらに図6～図8の通り、供給材料の粒度分布を変えて、代表粒径だけでなく河床表面の粒度分布も影響を受けることが確認できる。

以上より、環境上(例えば生息地の多様性の維持という点で)望ましいと考えられる河床表面の代表粒径の目標値を管理指標として設定できる場合は、砂・礫の割合を適切に調整した砂礫混合供給が、ダムからの土砂供給施設における運用方針として重要な視点となると考えられる。

4. まとめ

本研究では、貯水位を低下させずにダム堆積土砂を適切な量(濃度)と質(粒径)に制御しつつ下流へ供給可能な土砂供給施設の1つとして土木研究所において研究・開発を進めている潜行吸引式排砂管を運用した場合を想定し、出水時の当該施設からの土砂供給条件の違いによるダム下流の河床環境への影響について、一次元河床変動計算を通じて概略的に検討した。検討により、砂・礫の割合を適切に調整した砂礫混合供給が、ダムからの土砂供給施設における運用方針として重要な視点と成り得ることを確認した。

5. 今後の課題

今後は、他河川の河道形状(河道幅・河床高)を対象

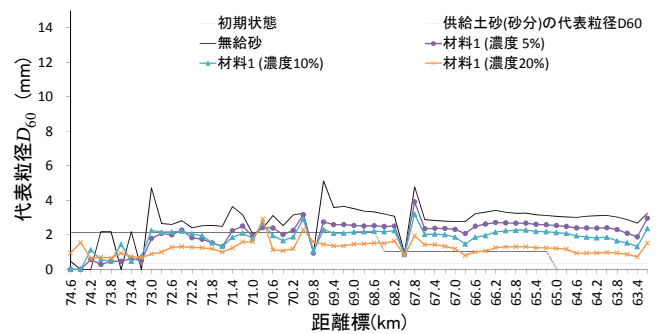


図4 材料1供給時の河床表面代表粒径の比較

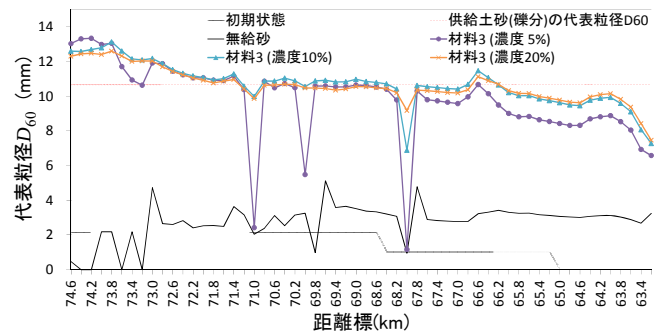


図5 材料3供給時の河床表面代表粒径の比較

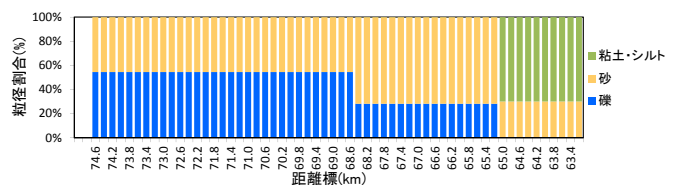


図6 初期河床の河床表面粒度分布

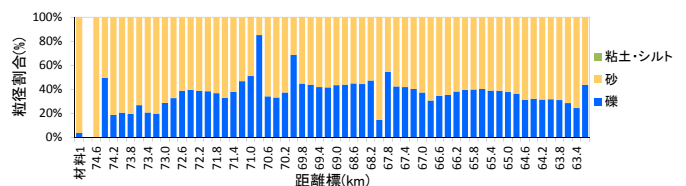


図7 材料1(濃度20%)供給時の最終河床表面粒度分布

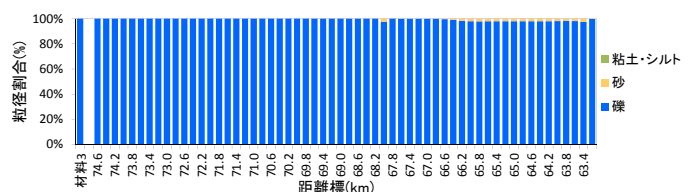


図8 材料3(濃度20%)供給時の最終河床表面代表粒径

にした計算や土砂供給の条件を変えた計算等により、目標とする河床環境に向けた運用方法のあり方を検討することが必要であると考えられる。また、数値計算の前提条件となる実規模の潜行吸引式排砂管の排砂特性の把握や実際の運用方法の検討も併せて進めていくことも重要である。

参考文献

- 1) 宮川仁、宮脇千晴、櫻井寿之、石神孝之、箱石憲昭：潜行吸引式排砂管の現地排砂実験による実用化に向けた検討、河川技術論文集、Vol. 21、pp. 189～194、2015。
- 2) 櫻井寿之、箱石憲昭：堆砂対策と流砂の連続性を達成するための土砂供給施設の運用に関する考察、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集、II-068、pp. 135～136、2011。