

出し平ダム，宇奈月ダム洪水時連携排砂における土砂動態に関する研究

中央大学大学院理工学研究科 学生会員 ○鈴木 航平 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二
国土交通省黒部河川事務所 内堀 伸吾 関西電力黒部川水力センター 大坪 祐介

1. 序論

富山県に位置する黒部川は日本有数の急流河川であり，土砂の生産量が非常に多いことから，流砂系一貫の総合土砂管理計画を検討中の河川である．黒部川流域の最下流に位置する宇奈月ダム，出し平ダムでは，連携排砂が実施されている．連携排砂とは，洪水発生時に宇奈月ダム(国土交通省)とその約 7km 上流の出し平ダム(関西電力(株))が，連携したダム操作により，ダムに堆積した土砂や洪水による流入土砂を宇奈月ダム下流河道へと排砂するもので，宇奈月ダム下流河川の河床低下防止や更なるダムの機能維持のためには，連携排砂時の宇奈月ダムの洪水流土砂動態特性を把握し，排砂機構を解明する必要がある．

本論文では，H26 年洪水時連携排砂を対象に，出し平ダムからの洪水と排砂のハイドログラフを考慮した両ダム連携の準三次元洪水流河床変動解析法を構築し，連携排砂時の宇奈月ダム河道域の応答や自然流下時の宇奈月ダム貯水池内の土砂動態，排砂機構について検討を行った．

2. 解析条件および上流端土砂境界条件の設定方法

(1) 解析条件

解析区間は，図-2 に示す出し平ダム直下流(27.4km)から宇奈月ダム堤体直上流(20.6km)までとし，25.0km 上流付近で支川黒薙川が合流している．河床変動解析には，石礫河川の河床変動機構を考慮した長田・福岡の石礫河川の二次元河床変動解析法を用い，準三次元洪水流河床変動解析を行った．粒度分布(図-2)は，宇奈月ダム下流河道で採取されたものを解析に用いた．

自然流下時の宇奈月ダム貯水池内では，河道の主流線形状に起因して大きな砂州が水表面上に現れ，滞筋位置が固定化している．自然流下時の土砂流出量の把握のためには，このような滞筋の位置を解析に取り込むことが重要である．そのため，22.2km 付近(図-2)で撮影された CCTV 映像から見られる滞筋の平面的な位置を表現するよう，初期河床を作成した．

(2) 上流端土砂境界条件の設定方法

宇奈月ダム貯水池内の土砂動態の解析にはその 7km 上流の出し平ダムからの排砂量を考慮する必要がある．本研究では，上流端の土砂境界条件として出し平ダム排砂量ハイドログラフを与えた．このハイドログラフは出し平ダム貯水池を対象に，洪水流河床変動解析を行い得られた結果である．図-3 は，両ダムのゲート操作の時間帯と水位ハイドログラフ，出し平ダム放流量ハイドログラフを示す．図中の①，②，③の時間帯はそれぞれ，①出し平ダムが排砂ゲートを開け水位を低下している時②出し平ダムが水位低

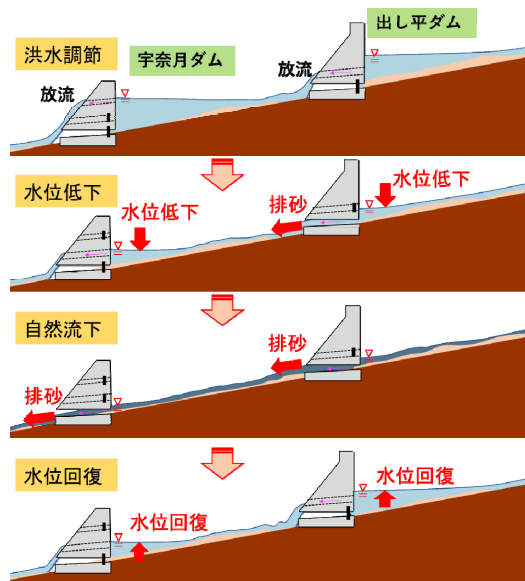


図-1 連携排砂の概要図

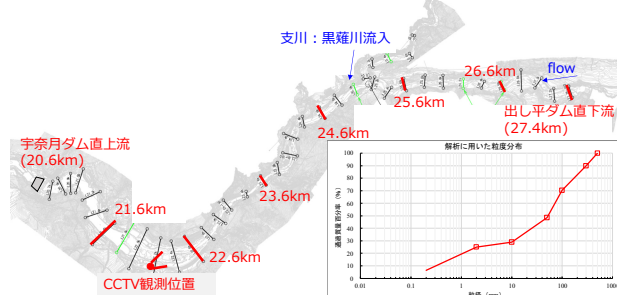


図-2 宇奈月ダム平面図

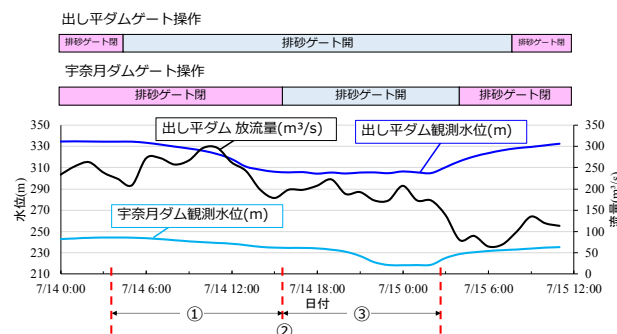
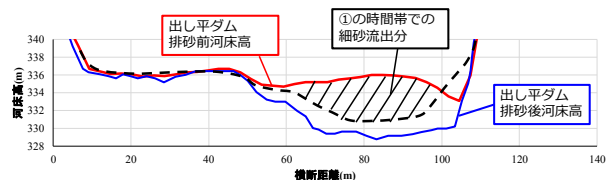


図-3 宇奈月ダム，出し平ダム水位ハイドログラフ

図-4 出し平ダム貯水池の横断面と
細砂流出の考え方

キーワード 黒部川，宇奈月ダム，出し平ダム，連携排砂

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615

下を終え、自然流下に移行する時③出し平ダム自然流下時の時間を示している。本研究では、以下のように考え解析した。図-4の黒点線に示すように、①の時間帯に洪水時の流量に応じて洗掘、輸送され滞筋を形成する。(2) 出し平ダム貯水池内や、洗掘した滞筋部の側岸に堆積した粗礫は、細砂の流出とともに側岸浸食などによって貯水池底部に沈降する。そして③の時間帯に近づくに従い、貯水池が自然流下状態になり掃流力が増大し貯水池底部の土砂は下流に排砂される。本研究では簡単のため、図-4の黒斜線に示す連携排砂前後の断面変化量に係る細砂量は①の時間帯に下流に排砂されると仮定し、黒点線で示す河床高を初期河床として解析を行った。解析結果を図-5(a)(b)に示す。粗礫は最大で500mmが排砂されており、総排砂量は135,000m³であった。また、水位低下に伴い出し平ダムから排砂された細砂は0.2mmで代表した。粗粒土砂が河道変化に与える影響が大きいとし、図-5(a)に示す粗粒土砂排砂量ハイドログラフのみを与えている。

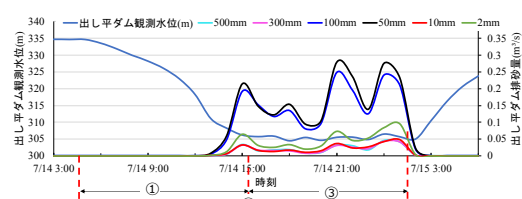
3. 解析結果と考察

図-6は、宇奈月ダム自然流下時の河床コンターの計算結果を示し、図中のベクトルは水深平均流速を表している。宇奈月ダム自然流下時のCCTV映像を再現するように河床高分布を作成することで、自然流下時の流況をほぼ再現することができた。砂州が水表面上に現れ通水断面面積が減ることにより主流速が早くなり、土砂が貯水池内を通過しやすくなっている。図-7、図-8はそれぞれ宇奈月ダム自然流下時の平均河床高・平均水位縦断面図、流砂量縦断面の計算結果を示す。出し平ダム直下流では、出し平ダムからの排砂のため流砂量が多くなっており、下流へ行くほど徐々に流砂量が落ちていく。宇奈月ダム貯水池内では最大100mm粒径の比較的大きい粗粒土砂が移動している。また、宇奈月ダム堤体付近では、主流の幅が狭くなる影響で貯水池内に比べ流砂量が多く算出されており、最大で300mm粒径が移動している。図-9は、10分間に排砂された300mm, 100mm, 50mm粒径の宇奈月ダムからの排砂量ハイドログラフの計算結果を示す。自然流下中の宇奈月ダムからは、最大300mm程度の粒径までが排砂されており、自然流下時に貯水池を移動し排砂されたと考えられる。また、自然流下時には300mmの粒径は10分間で4個程度排砂されている。また50mm, 100mm粒径はそれぞれ17,000個, 1,500個程度の数量が排砂されている。これらは排砂ボリュームで見ると、ほぼ同じ程度の量となっている。図-10は、宇奈月ダム下流の減勢池で採取された粒度分布と採取場所を示す。宇奈月ダム減勢池では、平均的に100mm粒径が多く存在しており、最大で200mm粒径が存在している。これより、排砂される粒径の大きさは比較的合致していると考えられる。

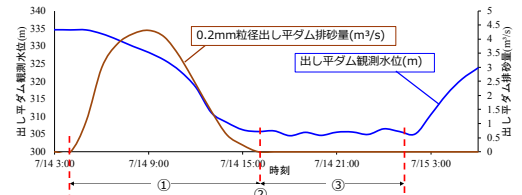
4. 結論と今後の課題

自然流下中の宇奈月ダムからは、最大300mm程度の粒径が排砂されることが分かった。今後は、今回の検討で十分考慮できなかった細砂を含めた解析を行い、河床の応答や土砂通過量について検討していくとともに、宇奈月ダム下流河道への排砂の効果を検討する予定である。

参考文献 1) 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所：H28年度減勢池河床状況調査結果。



(a) 粗粒土砂の排砂量ハイドログラフの計算値



(b) 細粒土砂の排砂量ハイドログラフの計算値

図-5 出し平ダム排砂量ハイドログラフの計算値

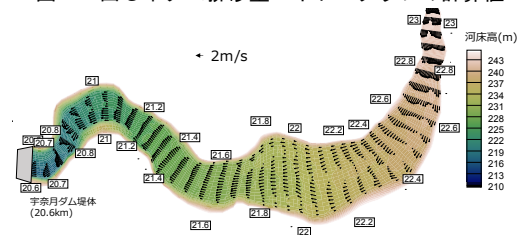


図-6 宇奈月ダム貯水池内河床高コンター計算結果

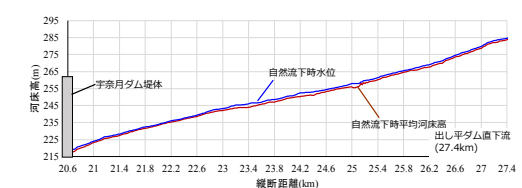


図-7 宇奈月ダム自然流下時の平均河床高、平均水位縦断面の計算値

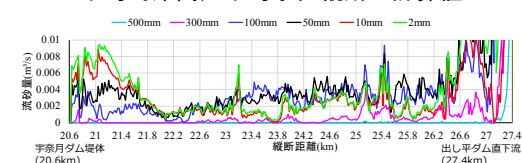
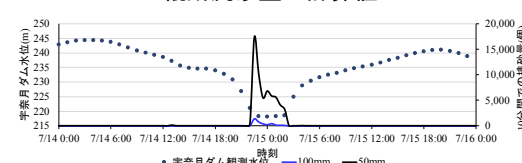
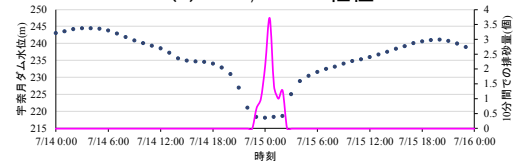


図-8 宇奈月ダム自然流下時の縦断流砂量の計算値



(a) 50mm, 100mm 粒径



(b) 300mm 粒径

図-9 宇奈月ダム排砂量ハイドログラフの計算値

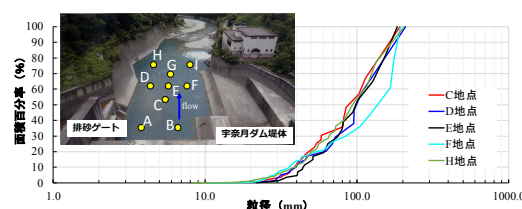


図-10 宇奈月ダム下流減勢池粒度分布¹⁾