

SMDP を用いたダム排砂時の SS 濃度の連続計測について

京都大学大学院工学研究科 正会員 角哲也
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 白音包力皋
 (株)SMD 技術研究所 正会員 森田佐一郎

1. はじめに

「流砂系における総合的な土砂管理」の一貫としてのフラッシング排砂において、排砂に伴う土砂動態のモニタリングが極めて重要となっている。浮遊土砂濃度の計測手法としては、濁度計による連続観測や採水分析などの手法があるが、いずれにも安定性や手間がかかるなどの課題がある。本研究では、2004 年度の黒部川の出し平ダムと宇奈月ダムの連携排砂・通砂時のダム下流の浮遊土砂濃度の計測結果について、SMDP (Suspended Sediment Concentration Measuring System with Differential Pressure Transmitter、以降 SMDP と呼ぶ) と採水手法の計測結果の比較分析を行い、SMDP の適用性について検討を行う。

2. 計測方法及び計測場所

SMDP は差圧センサーによって流体の密度を直接測定することにより、洪水時の河川や貯水池における高濃度の浮遊砂濃度を連続で自動的に計測するシステム（詳しい原理については、参考文献 1、2 を参照）である。ここで、実際の計測条件により、計測システム本体を水中に直接置くか置かないかによって、水循環型と水中型の二種類がある。2004 年度の連携排砂は、図 1 に示すように 7/17 から開始されたが、自然流下（排砂）の段階で大きな洪水が発生（7/18 未明）したため、洪水調節に移行し、その後再び水位低下を行って、7/19 まで通砂が行われた。下流河川の浮遊土砂濃度の計測は毎正時の採水法と SMDP を用いた連続計測方法で、図 2 に示すように宇奈月ダム直下（水循環型）、愛本橋（水中型）、下黒部橋（水循環型）の 3 地点で同時に行われた。

3. 計測結果及び考察

採水法と SMDP による計測結果を図 3～5 に示す。今回の連携排砂・通砂時の下流河川の SS 変化は、SMDP を用いて概ね自動で連続的に計測することができた。その中、宇奈月ダム直下では、大出水による急激な濃度上昇や排砂に伴って流出した流木に

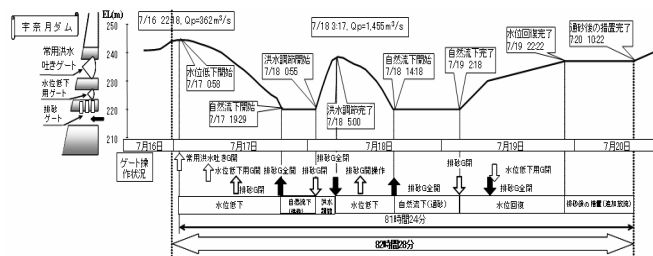


図 1 2004 年度連携排砂時の宇奈月ダム水位過程

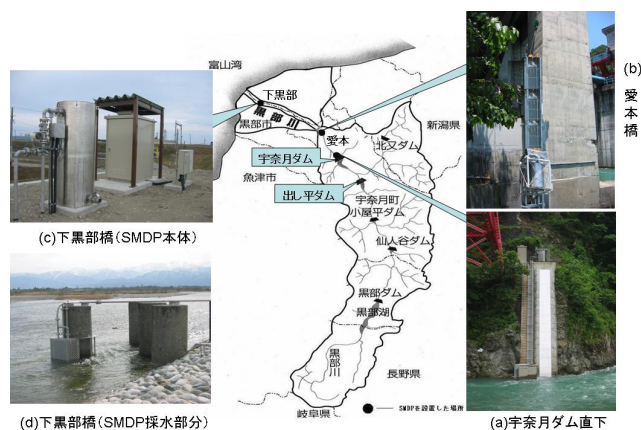


図 2 黒部川流域及び SMDP 設置場所

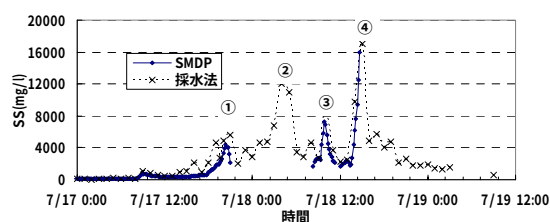


図 3 宇奈月ダム直下（下流 500m）の SS 計測結果

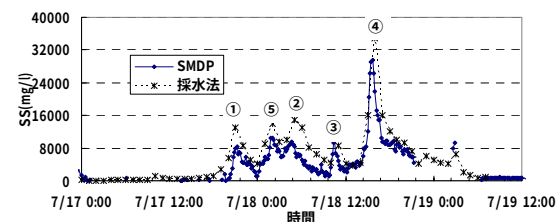


図 4 愛本橋（ダム下流約 1.2km）の SS 計測結果

キーワード ダム排砂 浮遊土砂濃度 SMDP 黒部川

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL: 075-753-4751

よる SMDP 配管の一部破損により、欠測時間がある。また、下黒部橋でも、一部同様な欠測が生じた。

これら各地点での SMDP の欠測時間帯を除き、採水法と SMDP の計測結果の比較より、両者のピーク発生時刻はほぼ一致し、良好な相関を示している。このうち、宇奈月ダム直下では四つのピーク値（図 3 の採水法の計測結果により、①～④）、愛本橋及び下黒部橋では五つのピーク値（図 4、5 の採水法の計測結果により、①～⑤）が計測されている。①～④のピークはそれぞれ宇奈月ダムの排砂ゲート開操作（水位低下）や自然流下（排砂）、本川上流域の洪水、洪水後の排砂ゲート開操作（水位低下）及び洪水後の自然流下（通砂）操作などに対応していると考えられる。また、愛本橋及び下黒部橋でピーク⑤が一つ増えた理由としては、宇奈月ダム下流から愛本橋までの間に支川が複数合流しており、7/18 未明の降雨流出による影響と考えられる。

また、両者の計測値の比較では、愛本橋は水中型であり、高濃度領域でも SS 濃度の精度が高いことが示された。一方、水循環型では、宇奈月ダム直下は良好に一致しているのに対して、下黒部橋では SMDP と同じ左岸側の採水値との比較でも両者にやや乖離が見られる。そこで、水循環型 SMDP の河川水と SMDP 内の粒度特性を比較した。

図 6 に示したように、宇奈月ダム直下地点では、SMDP 本体（水槽）内の粒度分布は河川水とほとんど一致しており、問題なく導水・密度測定が行われている。これに対して、下黒部橋においては（図 7）、河川水、SMDP への配管内に比べて SMDP 本体（水槽）内の粒度分布がやや小さくなっており、数十 μm 以上の粒径の細粒土砂が減少している。この理由として、下黒部橋では河道内から堤防上までの水平管部分が長い（配管全長 60m）ために、途中で SS 成分の沈降が生じている可能性がある。現在、導水管内の流速を 0.5m/s 以上確保するように調整しているが、今後の改良すべき課題と考えられる。

4. おわりに

SMDP を用いた黒部川の連続排砂・通砂時における下流河川の SS 計測により以下の結果が得られた。

（1）水中型と水循環型 SMDP とともに、ダム排砂時の最大約 30,000mg/l に達する SS の急激な変化を自動で連続的に計測可能であり、SS ピークを含む SS 波形の再現性も良好であることが確認された。

（2）排砂・通砂に発生した SS ピークは、宇奈月ダムにおける自然流下（排砂）、洪水処理、洪水後の水位低下、洪水後の自然流下（通砂）及び下流支川からの洪水流入などの各インパクトに対応し、下流 3 地点の SMDP と採水法の計測結果より、流下による遅れ時間やピーク値の大きさなどの伝播特性を把握することができた。

（3）水中型は河川流速による動圧の影響が課題であるが、数千 mg/l 以上の高濃度領域では時間遅れも無く良好に計測可能であること、一方、水循環型では、ポンプ～導水配管を含めた採水システムの設計が重要であることが確認された。

参考文献

1. 角哲也・森田佐一郎・越智隆志・小宮秀昭：差圧測定による浮遊砂濃度計測システムの開発，ダム工学，11(3)，pp. 4-12，2001.
2. 角哲也・森田佐一郎・越智隆志・小宮秀昭：差圧センサーを用いた河川・ダム貯水池における新しい浮遊砂濃度計測手法の開発，水工学論文集，第 46 巻，pp. 779-784，2002.

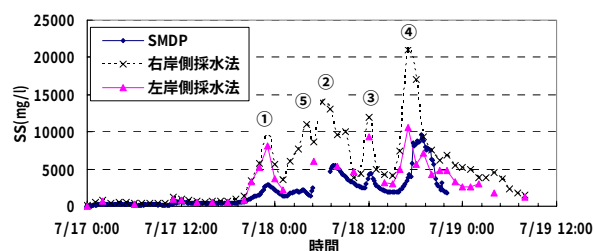


図 5 下黒部橋（ダム下流約 20km）の SS 計測結果

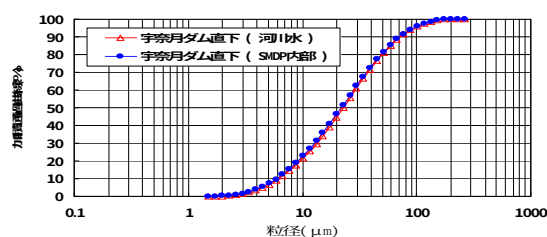


図 6 採水場所ごとの粒度分析結果（宇奈月ダム直下）

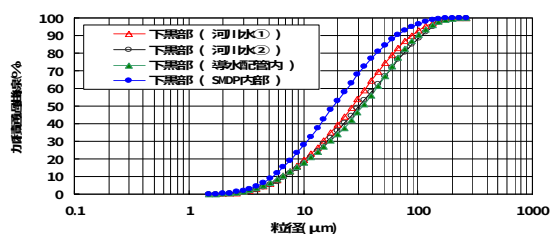


図 7 採水場所ごとの粒度分析結果（下黒部橋）