

第 部門 SMDP を用いたダム排砂時の SS 観測について

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○白音包力皋
 京都大学大学院工学研究科 正会員 角 哲也
 (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)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 変化を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 の計測結果を比較すると、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

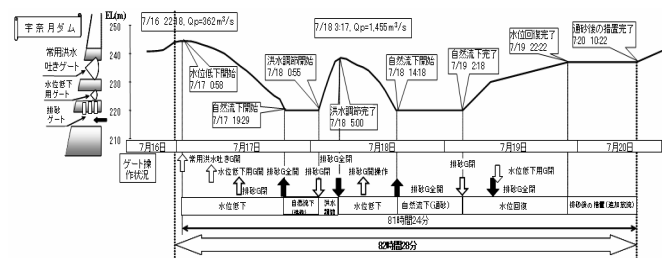


図 1 2004 年度連携排砂時の宇奈月ダム貯水位変化

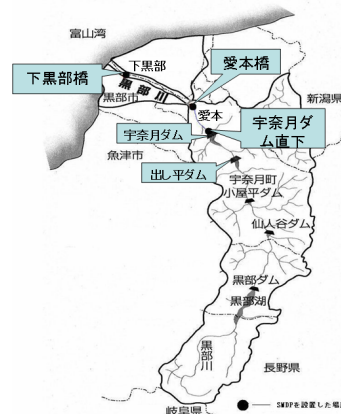


図 2 黒部川流域及び SMDP 設置場所

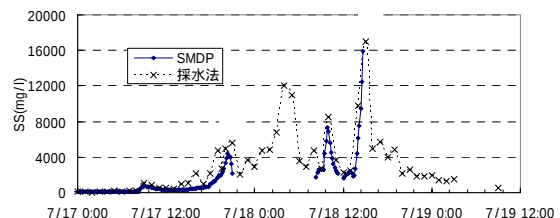


図 3 宇奈月ダム直下(下流 500m)の SS 計測結果

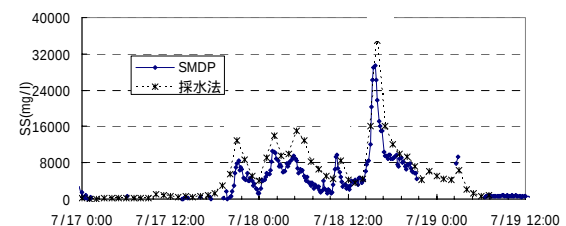


図 4 愛本橋(ダム下流約 7km)の SS 計測結果

により、～）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、～）が計測されている。～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が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。

各地点のSMDP計測結果の各ピーク値をその最大ピーク値で割った結果（表中の比率）を表1に示す。これから分かるように、ダム操作などによる河川のSSの変化は宇奈月ダム直下と下黒部橋ではよく一致しているが、その間にある愛本橋では7/17のピークを除くと上下流の約半分の値を示している。この理由と

しては、水循環型の場合には配管及び水槽内の濁水が20分程度の入れかわりを繰返しながらか計測するために、その間の河川内のSS変動が平均化されるの

に対して、水中型ではほぼ瞬間値を時間遅れなく計測しているために、通砂時のピーク値がより大きく評価されたことが一因と考えられる。また、下黒部橋の採水法とSMDPの計測結果の大きな相違については、計測場所の相違（SMDP（左岸）採水（右岸））などが影響していると考えられる。

愛本橋における採水法と水中型SMDP計測値との比較を図6に示すが、最大約30,000mg/lまでの範囲で良好な相関が得られている。平均してSMDPの方が約1/1.7とやや低い値となっているが、これは採水法との計測地点の相違および流速による動圧の影響と考えられる。

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ている。

（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1,000mg/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、逆に、水循環型では、高濃度となった場合の採水系統の安定的な稼動が課題であることが明らかとなった。

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。

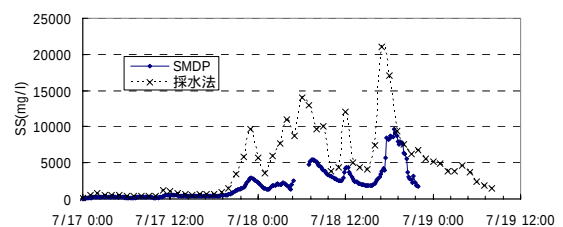


図5 下黒部橋（ダム下流約20km）のSS計測結果

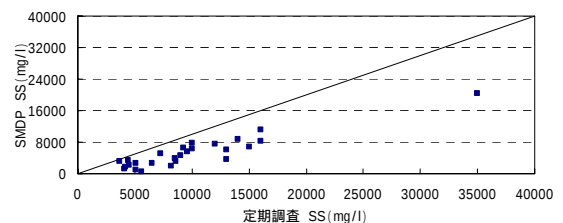


図6 採水法と水中型SMDP計測値の相関（愛本橋）

表1 各計測地点のピーク値の比較

No.	日付	宇奈月ダム直下			愛本橋			下黒部		
		時間	SS(mg/l)	比率	時間	SS(mg/l)	比率	時間	SS(mg/l)	比率
	7月17日	20:20	4440	0.28	21:10	8360	0.28	23:10	2943	0.31
	7月18日	—	—	—	2:10	10455	0.35	—	—	—
		—	—	—	4:40	9425	0.32	7:40	5450	0.57
		9:50	7270	0.46	11:30	9760	0.33	12:20	4350	0.45
		14:40	15910	1.00	15:40	29465	1.00	18:40	9629	1.00