水際部における物理指標の変化と河床材料の移動

竹内 洋介[1)]、青木 克憲[1)]、枡本　拓[2)]
1)東日本旅客鉄道株式会社　信濃川発電所業務改善事務所
2)東日本旅客鉄道株式会社　信濃川発電所業務改善推進部

１．はじめに

信濃川中流域には当社が保有する宮中取水ダムが信濃川河口から約 134km の位置に位置している。信濃川は１年を通して出水が頻繁に発生する河川である。一方で宮中取水ダムの下流においては、ダム放流量により、流速や水深等の物理指標が変動する河川でもある。そのため物理指標の変化による河床材料の移動により，礫に付着する藻類の繁茂や生育等に効果を及ぼしている可能性がある。以上より，河床材料の移動の状況を詳細に把握し，付着藻類等に与える影響を考察することが必要である。そこで，現地河川を対象として，ダム放流量の増加に伴う河床材料の移動の検証を実施した。

２．検証地点の選定

検証地点を選定するに当たり、河川へのアクセスの容易さ、水際が主流路内にあること、流線が大きく屈曲しないこと等の観点から、十日町橋付近の 65.0kp 付近を選定した。65.0kp 付近の河川断面において、平面二次元水理モデルを用いて放流量ごとの物理指標として、流速、水深、摩擦速度を算出した。物理指標の計算結果から、河川の断面における領域を、陸域、遷移領域、水際部、流心部、浅水域の 5 領域に区分し、どの領域において最も物理指標の変化が大きいか検討した。検討の結果、水際部が流量変化による物理指標の変化が大きい領域であることが分かった。上記を踏まえ、65.0kp 付近の水際部にて、河床材料の移動の検証を実施した。

３．現地での検証

65.0kp 付近の水際部において、粒径の異なる 3 種類の着色礫を、図-1 のように 2.0m ×2.0m の枠内に敷均し、宮中取水ダムからの放流量が 60m3/s から 80m3/s（ケース①）、80m3/s から 100m3/s（ケース②）に変動する際の着色礫の流出・拡大範囲並びに代表的な箇所の着色礫の移動状況を撮影した。3 種類の着色礫は、粒径が 2 ㎜以下の礫 No.1、5 ㎜から 20 ㎜程度の礫 No.2、20 ㎜から 40 ㎜程度の礫 No.3 を使用した。また表-1 は、検証実施箇所周辺において 5 本の測線を設置し、各測線にて水際部から流心部にかけて 10 地点の流速、水深の測定を各放流量について実施した結果である。

検証の結果、いずれのケースにおいても、最も粒径の小さい礫 No.1 が大きく移動していることが確認された。礫 No.2 においては僅かに移動する礫が確認されたが、設置した枠外に移動することは無かった。また、礫 No.3 の移動は確認されなかった。

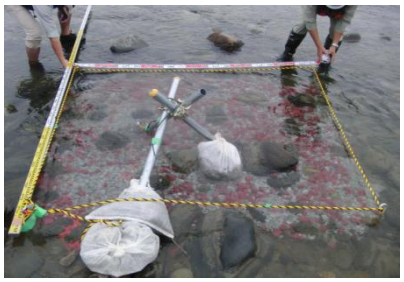

図-1　機器及び着色礫の設置状況

表-1　流速水深計測結果

		60m³/s時		80m³/s時		100m³/s時	
		最大	最小	最大	最小	最大	最小
水深（m）		0.56	0.05	0.63	0.1	0.75	0.13
流速（m/s）	表層	0.88	0	0.99	0.01	1.38	0.05
	中層	0.75	0	0.91	0.01	1.17	0.05
	底層	0.5	0	0.49	0.01	0.83	-0.05
	平均	0.71	0	0.8	0.01	1.13	0.02
摩擦速度（cm/s）		9.8	－	10.8	－	14.8	－

４．水理計算結果との比較

65.0kp 付近の水際部から流心部において、水理計算で求められた各流量時の摩擦速度を図-2 に示す。水際部における摩擦速度は 60m3/s 時に 4cm/s 程度、100m3/s 時においても 7cm/s 程度であった。単一粒径を対象とした岩垣の式によれば、2～6mm 程度の粒子が移動すると想定される。一方、混合粒径を対象とした修正エギアザロフ式による限界摩擦速度と粒径の関係を図-3 に示す。現地の状況を考慮し中心粒径を 21.5 ㎜とした場合、粒径 8.6 ㎜以下では限界摩擦速度が 12.2 ㎝/s となり、水際部では流量 100m3/s でも礫は移動しない結果となった。

現地での検証において、礫 No.1 が流量増時に大きく移動していたのは、同じような粒径の礫が固まっている箇所、あるいは大きな礫の上に乗っているような不安定な礫が移動したものと考えられる。礫 No.2 についても同様な理由で僅かに移動したと考えられる。

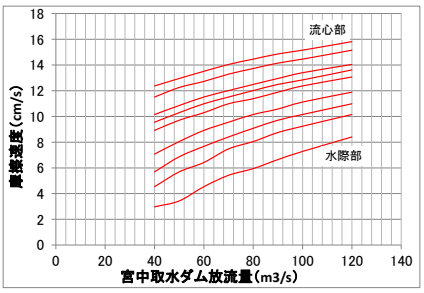

図-2　水理計算における 65.0kp 地点の摩擦速度

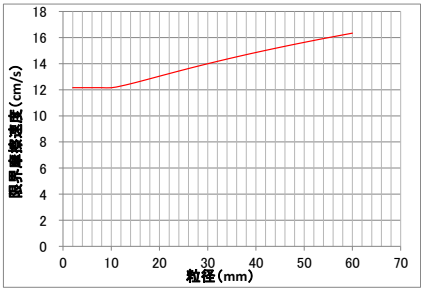

図-3　修正エギアザロフ式による粒径と限界摩擦速度
（中心粒径 21.5 ㎜の場合）

５．おわりに

水理計算と現地の検証結果より、水深や流速の変化では、粒径の異なる礫が組み合わさっている河床においては礫の移動は無く、同じような粒径の礫が多い河床や、大きな礫の上に載っているような不安定な状態の比較的粒径の小さな礫のみが移動すると考えられる。また今回の検証は独立行政法人土木研究所萱場上席研究員に多大なご協力及びご指導をいただいた。ここに厚く謝意を表する。