

透過型砂防堰堤が手取川流砂系に及ぼす影響評価のための水路実験

国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 二俣 秀, 森田賢治, 宮本憲治
日本工営(株) ○田方 智, 貝塚和彦, 杉山 実, 伊藤隆郭

1. 結論: 手取川は、白山(2,702m)を源とし、尾添川、大日川などその他の支川を合流して日本海に注ぐ幹線延長 72 km、流域面積 809 km² の一級河川である。下流直轄部(鶴来～美川)の平均河床勾配は 1/145 の急流河川である。上流域には、別当崩を始め多くの崩壊地が土砂生産源である。昭和 9 年の大洪水後、直轄区間での河道掘削が行われ、昭和 30～40 年代に砂利採取が盛んに行われ河床低下が進んだ。砂利採取が禁止された昭和 40 年代後半からは、河床低下傾向は緩和されたが、昭和 55 年の手取川ダム completion 後、ダム下流への土砂供給が減少し、ダム下流域でアーマー化(破壊流量 約 2,000m³/s)が進んだ。その後の土砂供給は、上流支川の尾添川等から行われるのみである。また、河口から 13km の区間では複列砂州、その上流では、単列砂州が形成される川幅で、ダム完成前では、年最大流量程度(約 1,600 m³/s)で、砂州が冠水して砂州移動があった。手取川ダム完成後の洪水調節によりピーク流量が約 2/3 程度に減少し、更に、砂州域への植生化・微細土砂の堆積に起因した砂州固定化が進み、河道内の流路固定化が進み、海岸域では養浜に必要な微細成分の流砂不足が顕在化している¹⁾。

手取川では、総合土砂管理計画の一環として、下流への流砂促進を図るため、砂防河川における砂防堰堤のスリット化等が行われているが、透過部の水理特性や透過部からの土砂流出に関する現地・実験データ²⁾ が少なく、スリット化による土砂調節効果の評価が十分でない。ここでは、手取川支川の尾添川に位置する透過型堰堤を対象とし、清水流および掃流・土砂流の定常実験を行い、透過型砂防堰堤の水位～流量関係や流量ごとの透過部からの土砂流出量を把握し、今後の数値計算の精度向上を図るために砂防施設断面における境界条件を得るためのデータを一部取得したため、これらを報告する。

2. 流域概要: 手取川・尾添川流域の平面図を図-1 に示す。対象とした支川の尾添川は、手取川ダム下流域で合流する支川であり、延長:26.6 km、流域面積:189.7 km²、平均谷幅:約 40m、平均河床勾配:1/46.5(手取川合流～上流支川の中ノ川合流点の区間)である。ここでは、尾添川本川に設置されているスリット砂防堰堤(瀬戸砂防堰堤、尾添川第 2 号砂防堰堤)、大暗渠砂防堰堤(尾添砂防堰堤、尾添川第 1 号砂防堰堤)を対象とした。対象とした施設の瀬戸砂防堰堤は、不透過型砂防堰堤をスリット化(2 門、スリット幅 6m、スリット深 5m)したものである。

3. 水路実験: 図-2 は、直線水路の模式図である。水路幅:80cm、水路長:20m の可変勾配式の水路である。先に述べたように、次の 4 種類の透過型砂防堰堤を対象とした。スリット型砂防堰堤として、尾添川第 2 号砂防堰堤(堰堤高



図-1 手取川流域と砂防堰堤

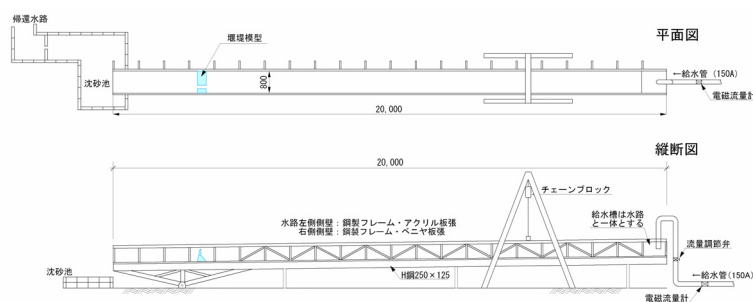


図-2 直線水路の平面図と側面図

(河床からの高さ) H_d : 12.529 m、元河床勾配 i_b : 1/40 (=1.43 deg.), 対象最大流量: $Q=1,080$ m³/s、瀬戸(部分スリット) (H_d : 11.445 m、スリット深さ: 5m, i_b : 1/82 (=0.699 deg.), $Q=2,198$ m³/s)、大暗渠砂防堰堤として、尾添(H_d : 13.292 m, i_b : 1/29 (=1.97 deg.), $Q=1,240$ m³/s)、尾添川第 1 号(H_d : 8.083 m, i_b : 1/72 (=0.796 deg.), $Q=1,700$ m³/s)である。堰堤による湛水・堆砂域が再現されると共に、堰堤の高さを大きくし、流砂を含む流れと透過型堰堤の透過部からの流出現象を再現するために、大縮尺モデルを用い、多くの堰堤モデルは半幅実験とし、モデル縮尺は 1/50 とした。実験では、定常流実験を行い、清水実験では水位～流量関係を得て、掃流・土砂流実験では、堰堤満砂状態(計画堆砂高さと同勾配をもつ堆砂域)を想定した実験を行った。土砂流実験では、満砂状態を初期河床として、4 つの定常流に対して平衡給砂を行い、透過部からの土砂流出を見ている。また、瀬戸および尾添川第 1 号堰堤において、初期堆砂形状(堆砂高さ)を流量ごとに実験的に求め、それを初期河床として透過堰堤からの土砂流出実験(堆砂肩給砂依存)も行っている。瀬戸堰堤では、スリット化前後の土砂流出の違いについて比較するために、堰堤高さが等しい不透過堰堤も実験対象とした。いずれの堰堤も主堤の袖部や副堤を再現し、副堤の影響が顕著でない堰堤(瀬戸堰

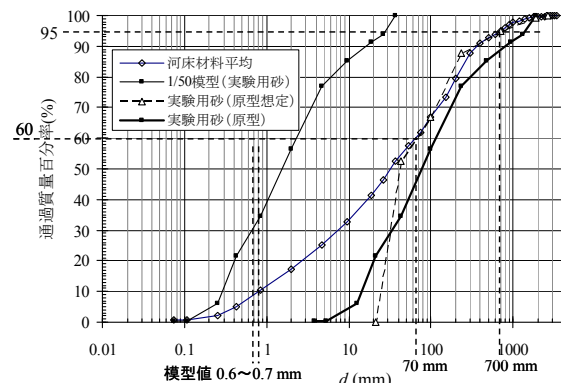


図-3 現地河床材料と実験砂の土砂の粒度分布

堤)では、副堤を設置していない。

図-3 は、実験砂の粒度分布である。粒度は幾つかの河床材料調査データの平均値を用いて設定した。模型土砂では、浮遊成分となり得る土砂を除き、掃流砂が卓越する流れとなるようにした。なお、模型土砂の物理特性は、比重 σ_p : 2.64, 静止堆積濃度 c^* : 0.654, 内部摩擦角 ϕ : 38.4° である。給砂は勾配に対する平衡給砂とし、各砂防堰堤における土砂輸送濃度は、尾添川第2号($c_f=0.00359$), 瀬戸($c_f=0.00175$), 尾添($c_f=0.00604$), 尾添川第1号($c_f=0.00190$)である。

実験で得られたデータについてみる。図-4 は、清水実験における各堰堤における $H \sim Q$ 関係である。スリット堰堤では、一般に設計で用いられる流量係数(= 0.6)と比べて、水位に応じて変化すると共に、流量係数が一定でない。次いで、掃流・土砂流実験についてみる。ここでは、堰堤を尾添川第1号砂防堰堤の流量毎に初期堆砂形状を変えた実験を例としてみる。水位・河床位の縦断分布は、堰堤直上流での水位変

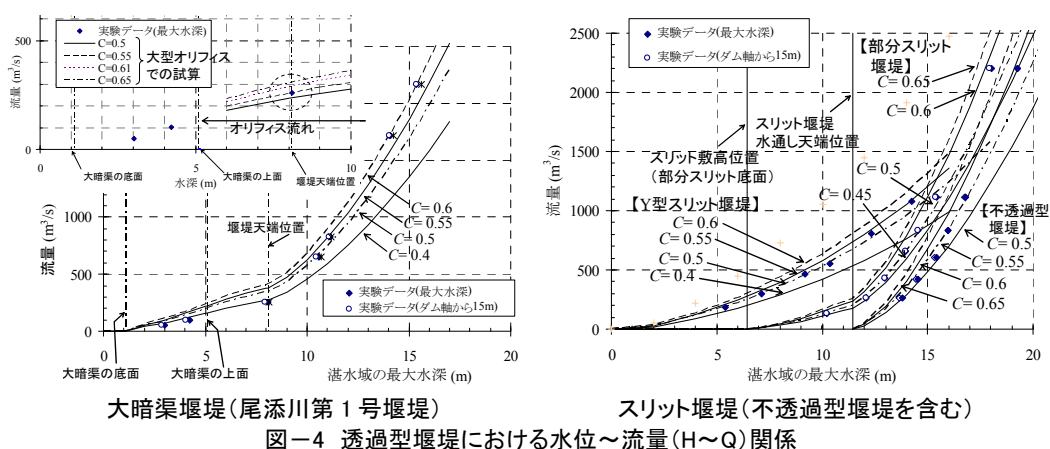


図-4 透過型堰堤における水位～流量($H \sim Q$)関係

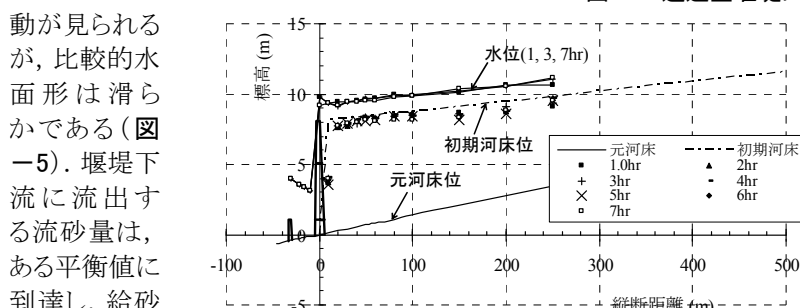


図-5 水位・河床の時間変化(尾添川1号砂防堰堤: 堆砂肩給砂依存)

動が見られるが、比較的水面形は滑らかである(図-5)。堰堤下流に流出する流砂量は、ある平衡値に到達し、給砂(平衡流砂)に対する違いが見られる(図-6)が、流出土砂量の平均粒径や95%粒径の時間変化は顕著ではない(図-7)。ここに示していないが、スリット堰堤(尾添川第2号)では、通水に伴い流出土砂の粒径が小さくなる結果が得られ、透過部の透過断面による流出流砂量の質的な変化があった。透過部の効率的な流出流砂量を生む流量を見るために、平衡流砂量に対する流出流砂量の比(図-8)をみると、流出流砂量比のピークを生じる流量があることが分かる。スリット堰堤では、約 $400 \sim 600 \text{ m}^3/\text{s}$, 大暗渠堰堤では、約 $300 \sim 500 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、両者に共通の流量($400 \sim 500 \text{ m}^3/\text{s}$)があるようである。

4. 結論: 尾添川に位置する種々の透過型砂防堰堤に対して、清水流・土砂流を対象として、水位～流量関係、堰堤透過部からの土砂流出特性等について実験的検討を行った。透過部からの土砂流出が効率的となる流量が明らかとなり、今後の総合土砂管理計画や管理型砂防計画に対する基礎的な情報を得た。今後、主堤・副堤の透過型化、下流河川～海岸域への効果的な土砂供給のタイミングとなる条件・管理方法について検討する予定である。

参考文献: 1) (財)河川環境管理財団: 河川整備基金事業、河道変遷特性に関する研究、H10年度、4.4章、1999、2) 水山ら: 新砂防、43、2、29-34、1990、3)

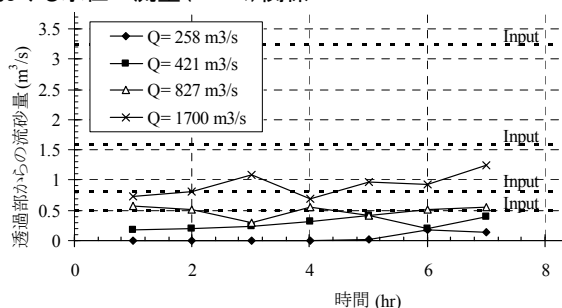


図-6 透過部および副堤から流出する流砂量の時間変化(尾添川1号砂防堰堤: 堆砂肩給砂依存)

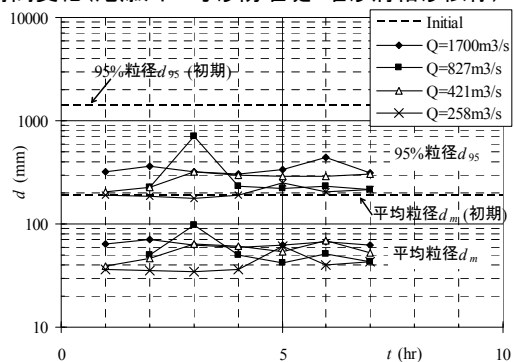


図-7 透過部および副堤から流出する流砂量の平均粒径、95%粒径の時間変化(図-5の流出流砂量の粒度分布)

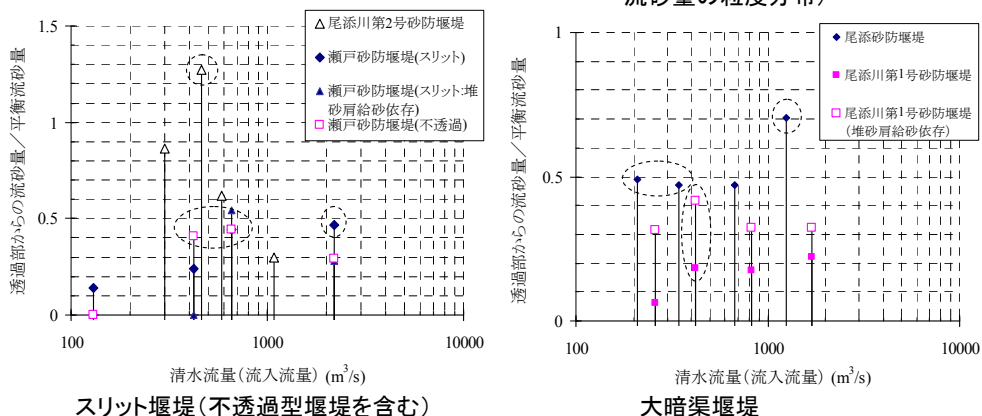


図-8 堰堤からの流出土砂の濃度と平衡流砂量の比