

ペケレベツ川 2号砂防堰堤における
事例を対象とした細粒土砂の堆積過程の考察

国土技術政策総合研究所 砂防研究室 ○永谷直昌, 泉山寛明, 山越隆雄
筑波大学 内田太郎

1. はじめに

近年では平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨、平成 28 年 8 月北海道豪雨、平成 29 年 7 月九州北部豪雨や平成 30 年 7 月西日本豪雨などにより砂成分などの浮遊砂となる粒径の土砂が山地域、河道域から流出し、河道に堆積して土砂・洪水氾濫などの災害事例が発生している。砂防堰堤は土石流や土砂・洪水氾濫を引き起こす土砂の捕捉をその機能の一つとしている。砂防堰堤の効果評価を河床変動計算により行う方法としてこれまでいくつか提案がなされているが(例えば¹⁾、粒径の大きな砂礫の捕捉・堆積過程に焦点が当てられており、浮遊して流下し得る細粒土砂の堆積過程については既往の解析手法で取り扱うことの妥当性について検討が必要である。平成 28 年 8 月北海道豪雨では、十勝川水系佐幌川支川ペケレベツ川に設置されているペケレベツ川 2 号砂防堰堤(高さ 13m、長さ 278m、水通し幅 60m、河床勾配 1/35)に細粒土砂が大量に堆積する事例が見られ、かつボーリング試験等の詳細な調査がなされている。そこで本研究では、大規模な出水に伴って供給された細粒土砂の堆積する粒径を明らかにすることを目的に、簡単な手法を用いて検討を行った。

2. 2号砂防堰堤に堆積している土砂の粒度分布

宮崎ら²⁾により、2号砂防堰堤の上流側 6 地点でボーリング調査(Φ=116mm)が実施され、堆積土砂の粒径分布状況が整理されている。2号砂防堰堤に堆積する粒径を下流から上流にかけて 200m 単位で領域を設定し、それぞれの領域において粒径の存在割合を比較した。図-2 において、各領域とも粘土、シルト成分は少なく 10%程度となっている。領域①~③では砂成分の 0.106~0.85mm の粒径が多くっており、上流側の領域になるにつれて粒径が粗くなる傾向になる。領域①では礫・石成分の粒径はほとんど存在していない。0.425mm の粒径が一番多



図-1 ペケレベツ川 2号砂防堰堤の堆積状況
(北海道庁撮影 H28. 9. 16)

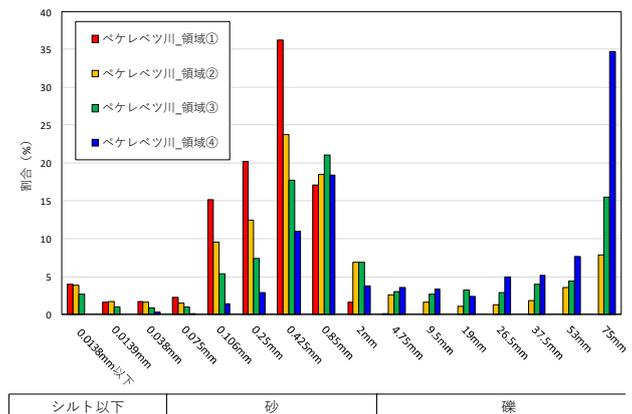


図-2 各粒径の割合

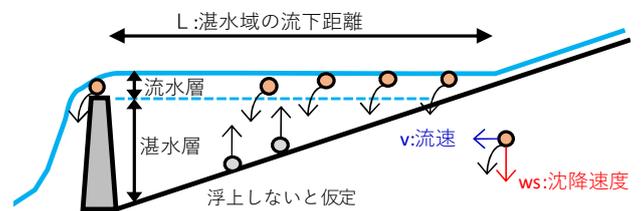


図-3 沈降する深さのイメージ図

く存在している。領域④については 0.425mm、0.85mm の粒径が多いものの、礫・石の成分の粒径も多く存在している。

3. 2号砂防堰堤に堆積する粒径の把握手法

浮遊砂として挙動できる粒径の土砂が不透過型砂防堰堤に堆積するかを判定した。ここでは、簡略的に図-3のように粒子の流下時間 T_v が各粒子の沈降時間 T_w が等しいときに粒子が堰堤に到達する。

$$T_v = T_w \quad \dots (1)$$

式(1)に $T_v = L/v$ 、 $T_w = h/w_s(d)$ をそれぞれ代入した場合、式(1)は式(2)に変形することができる。すなわち、式(2)は水平方向と鉛直方向の距離と速さの比となる。

$$L(d)/h = v/w_s(d) \quad \dots (2)$$

ここに、 $L(d)$ ：各粒径における流下距離(m)、 h ：流水層の水深(m)、 v ：流速(m/s)、 $w_s(d)$ ：粒径 d の土砂の沈降速度(m/s)とする。

次に、 h の算出は難しいため、 $h = q/v$ を式(2)に代入して式(3)に変形した。

$$L(d) = q/w_s(d) \quad \dots (3)$$

ここに q ：単位幅流量(m^2/s)とする。

各粒子が堰堤に到達する距離が実際の湛水域の流下距離より短いと堰堤に土砂が堆積する。

$$L(d) < L \quad \dots (4)$$

ここに、 L ：実際の湛水域の流下距離(m)とする。河道断面は矩形とし、単位幅流量は、ピーク流量 $193m^3/s$ を2号砂防堰堤の水通し幅60mで除して算出した。ピーク流量は流出解析を実施して算出した。湛水域の流下距離 L は昭和63年測量と湛水域の水深の交点となる位置を設定し、2号砂防堰堤から400mとした。

なお、ここでは砂防堰堤の湛水域内の水と土砂の移動については以下のように仮定した(図-3)。

- ・湛水域は流水層と湛水層に分ける
- ・湛水層から流水層に土砂は巻き上がらない
- ・浮遊砂の流下速度は流水層の流れの断面平均流速に等しい
- ・浮遊砂が水面から沈降する

4. 結果・まとめ

2号砂防堰堤に流入した土砂が流下する間に湛水域に堆積するかどうかを判定するために、図-4のように各粒径において q - L 線図を作成した。ペケレベツ川2号砂防堰堤の堆砂区間の $L=400m$ の時にはピ

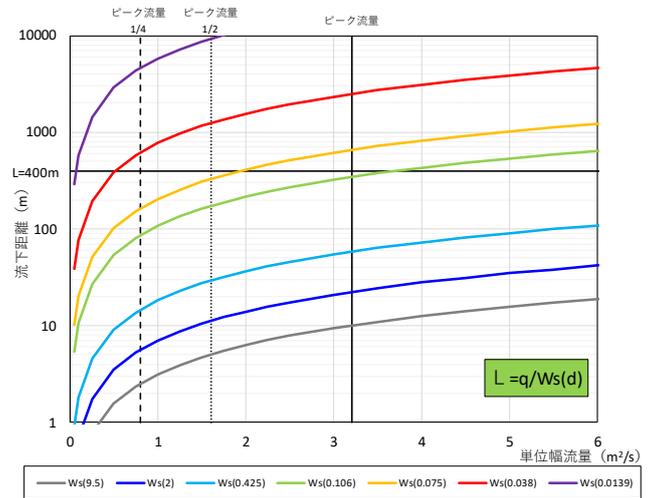


図-4 土砂が流下する条件 (q - L 線図)

ーク流量時は0.106mm以上の粒径が堆積する。ピーク流量1/2、ピーク流量1/4の時は0.075mm以上の粒径が堆積する。

図-2に示すように湛水域の流下距離にあたる領域①、②に堆積している土砂は0.106、0.25、0.425、0.85mmの粒径のものが多く堆積している。 q - L 線図をみると浮遊砂として挙動できる粒径は砂(0.075~2mm)が堆積していることが確認できる。両者を比較してみると0.075mmは実績については堆積している量が少ない結果となった。

q - L 線図ではシルト・粘土(0.075mm以下)についてはピーク時の1/4未満の流量であっても、堆積せずに流下すると考えられる。

本研究では、浮遊砂が水面から沈降することを仮定した。今後は浮遊砂の鉛直濃度分を仮定して、重心となる高さから沈降する条件で検証する予定である。

5. 謝辞

データをご提供いただいた北海道開発局、北海道庁の方々には感謝致します。

【参考文献】

- 1) 里深好文・水山高久：砂防ダムが設置された領域における土石流の流動・堆積に関する数値計算，砂防学会誌, Vol.58, No.1, pp.14-19, 2005
- 2) 宮崎知与ら：1出水により満砂した不透過型砂防堰堤の堆砂土層の粒度組成,砂防学会研究発表会,pp.53-54,2019