

Ⅱ-40 跳水を伴う混合砂礫によるダム堆砂現象に関する実験

愛媛大学大学院 学生員○宇都宮啓三

愛媛大学工学部 正会員 鈴木幸一

愛媛大学工学部 正会員 門田章宏

1. はじめに

ネパールのように山岳地帯に建築されたダム貯水池は、上流から流入する土砂が多く、洪水時にはダム上流部で跳水現象が見られ、貯水容量の減少やダム上流の河床上昇に伴う洪水危険度の増大などの問題がある。このような問題に対処するため土砂の流送過程に大きな影響を与えるダム堆砂の諸特性を把握しておくことは極めて重要である。河川の中・上流域において河床を構成している砂礫は粒径分布が大きく、いわゆる混合砂礫となっているにも関わらず、一様砂の研究に対し少ないと言える。そこで本研究はダム模型を用い跳水を伴う急勾配河床において混合砂礫の堆砂過程および堆砂現象を実験的に明らかにする。

2. 実験の概要

急勾配河川に設けられたダム貯水池内での背砂機構と河床変動特性を知るために、長方形一様断面水路にダム模型を設置し、上流から一定量の急砂を行うことによって、跳水断面上下流の河床変動の状況を測定する。実験に用いた水路は全長 10m（測定区間 7m）、高さ 30cm、幅 15cm で側壁が透明なガラス製の可変勾配型循環式水路である。実験は水路勾配を 1/50 に固定し、水路下流端に高さ 7cm および 10cm の 2 種類

表-1 実験条件

Runs	細砂の 粒径 (mm)	粗砂の 粒径 (mm)	単位幅 流量 (cm^2/s)	ダム高 さ(cm)	河床勾 配	砂の供 給量 (cm^2/s)
RunK	0.1	2.5	200	10.0	0.02	0.111
RunL	0.1	2.5	266	10.0	0.02	0.111
RunM	0.1	2.5	333	10.0	0.02	0.111
RunN	0.1	2.5	200	7.0	0.02	0.111
RunO	0.1	2.5	266	7.0	0.02	0.111
RunP	0.1	2.5	333	7.0	0.02	0.111

のダム模型を設置する。また、単位幅流量をそれぞれ 200, 266, 333 cm^2/s の 3 種類とした。上流端から所定の一定給砂を行うが、実験砂は粒径が 0.053mm~0.21mm の範囲を持ち平均粒径が 0.1mm の細砂と粒径が 2.00mm~3.00mm の平均粒径 2.5mm の粗砂の 2 種類を 1 対 1 の割合で混ぜ合わせたものを用いた。各実験条件を表-1 に示す。なお、各実験ともに上流からの砂の移動がスムーズに行われ、上流端で堆砂しないような条件下で急砂量を決定した。河床縦断方向の測定については、河床形状測定器を用いて、水路の中央線、中央から左右に 5.5cm 離れた 2 つの測線の計 3 測線を 10cm 間隔で 60 分毎に行い、河床縦断形状の連続的な測定を行った。また、RunK においては 60 分毎に RunL から RunP は実験終了時間に混合砂礫表層砂礫河床の任意の断面における粗砂 d_1 および細砂 d_2 の占める割合を調べた。

3. 実験結果と考察

堆砂過程として、デルタが形成され下流および上流に進行していき、それに伴い跳水位置も上流に移動していくことが実験で得られた。デルタの進行過程としてはまず、デルタ肩から細砂が飛び出しデルタ下流端よりさらに下流に落ち細砂 100% の底部堆積層を形成し、その上に混合砂礫が掃流され堆積をしていく。跳水現象は最初、上流での射流である

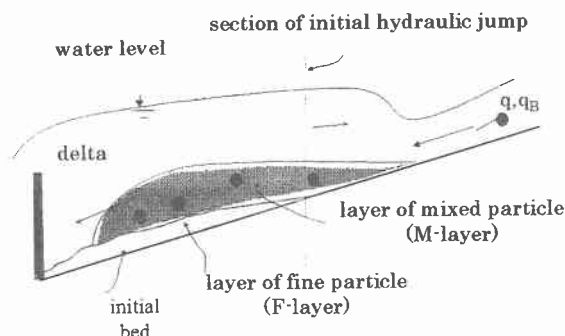


図-1 水面形および混合砂礫堆積概要図

流れがダムによって堰上げられ上流へと遷移し完全跳水となるが堆砂により波状跳水へと変化する。堆砂量が多くなると流水は急に完全跳水に戻り、跳水位置が初期跳水位置よりやや上流側に移る。その後もこの過程を繰り返し徐々に上流側に遡上する。その堆積概要図を図-1に示し、実験によって得られた堆積過程を図-2に示す。

図-3はRunK,RunL,RunNの実験結果である。RunK,RunLはともにダム高さ10cmで流量を変えたものであり、RunNはダム高さ7cmで流量に関してはRunKと同じものである。それぞれ上述したとおり時間に比例してデルタの下流への進行、上流端の遡上それに伴う跳水位置の移動が認められる。RunK, RunLより流量が大きいほど堆砂域の流下方向長は小さく、またRunK, RunNの比較によりダム高さが低いほど、堆砂はダムに近い場所で生じることが分かる。

図-4は任意の断面における混合砂礫表層中の粗砂、細砂が占める割合を示したもので、RunKに関しては60分毎、RunL,RunNは実験開始時間から180分後にRunMは240分後に測定を行った。

実験開始後初期はデルタ上流端を除いては、各断面で粗砂の割合が高く細砂、粗砂ともに同様の割合を持っているが、時間がたつにつれデルタ下流端において徐々に粗砂の占める割合が減少し、細砂の占める割合が増加して、いずれその割合が逆転することが分かる。さらに時間がたつにつれ占有率の逆転が徐々に上流側に移動し、その下流では一層、細砂の増加、粗砂の減少が進んでいく。

4. おわりに

本研究は、跳水を伴う貯水池内における混合砂礫の堆砂現象を実験的に検証した。

参考文献

1) Bal B.Parajuli et al.,Anunal Journal of Hydraulic Engineering,JSCE,Vol.45,pp.835-839,2001.

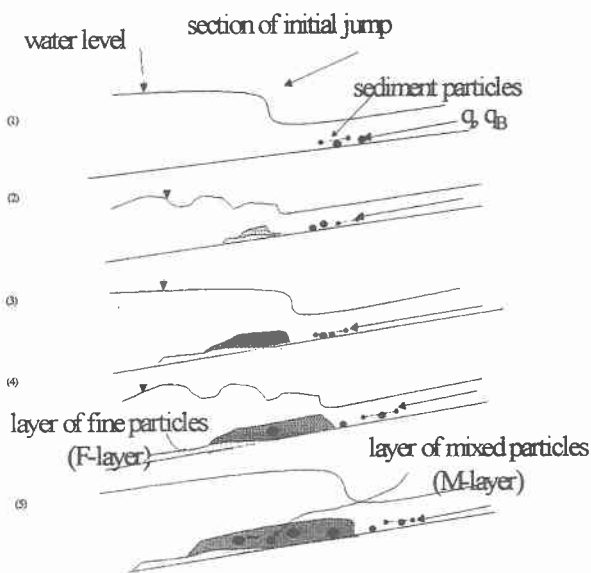


図-2 水面形および混合砂礫堆積過程

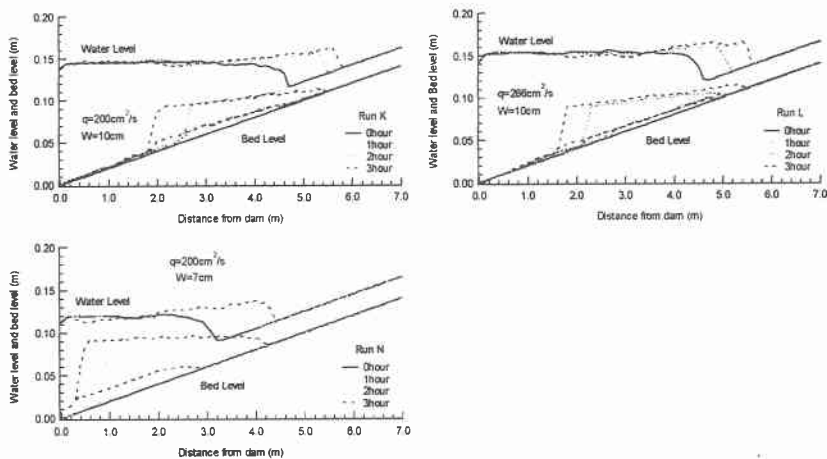


図-3 水面形および河床縦断形状の時間的变化

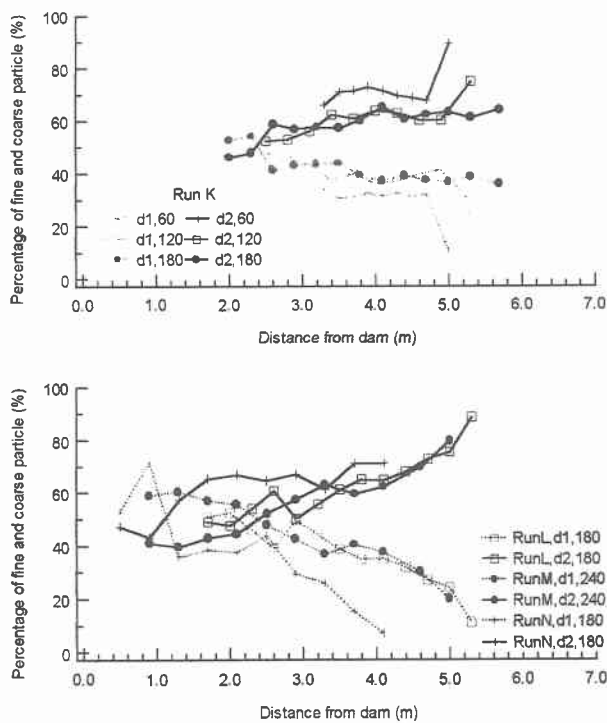


図-4 細砂、粗砂の占める割合