

細砂が流下する礫河川における河床への細砂捕捉特性に関する研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 阪野雅之
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 戸田祐嗣
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 辻本哲郎

1. はじめに

河川においてダムが与える河川環境への影響は大きい。ダムに起因する問題として、ピーク流量の低減や出水頻度の低下からおこる河道の樹林化やダム上流で生産された土砂の遮断、貯留によるダム湖内の堆砂問題、ダム下流での粗粒化などが存在している。近年、ダム貯水池の機能維持と水系一貫とした土砂管理の立場から、ダム下流への置き土や排出パイパストンネル等によるダム下流への土砂還元が実施されている。また、ダム貯水池に堆積した土砂を洪水時にダム下流へ排砂する恒久的な堆砂対策が検討されており、排砂が与える下流河川への影響の把握が急がれている。

そこで本研究では、礫と細砂の二粒径から構成される河川を想定し、平水時には安定している礫床で浮遊砂のない粗粒化した河床条件において洪水時に細砂が排砂された際の、河床への細砂の捕捉特性を実験的に明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

本実験は、一洪水の Hydrograph に対して、総流下細砂量が等しく流量ハイドロと土砂ハイドロの PEAK 時間の異なる通貨土砂 Hydrograph を与え、流量 Hydrograph と土砂 Hydrograph の関係が土砂トラップ量にどのような影響を与えるかを解明することを目的とする。

流量 Hydrograph (図-1)を次式で与えるとする。

$$Q = 47.8 \sin\left(\frac{t}{T} \times \pi\right) \quad (1)$$

ここに、 t は時間、 T は流水時間で、 $T=3.2$ (h)である。

次に、流量 Hydrograph での各時点における平衡浮遊砂量を Lane-Kalinske 式より与える。

$$q_s = q C_s P \left(\frac{\omega_0}{khu} \right) \quad (2)$$

ここに、 q_s は単位幅、単位時間当たりの浮遊砂量、 q は単位幅流量、 P は ω_0/u_s 、 κ および $\phi = v/u_s$ の関数、 C_s は基準点濃度、 ω_0 は沈降速度である。次に、各時点での平衡浮遊砂量 Q_{se} から平衡浮遊砂量 Hydrograph を作成し、平衡浮遊砂量 Hydrograph を 1/2 倍したものを土砂 Hydrograph とし、土砂 Hydrograph の PEAK を $T/4$ 、 $2T/4$ 、 $3T/4$ とした土砂 Hydrograph を実験で用いる土砂 Hydrograph (図-2)とした。実験では、求めた土砂 Hydrograph を積分し、投入土砂量を算出した。そして、投入土砂量は等しい条件で土砂 Hydrograph の Peak 時間を $T/4$ 、 $2T/4$ 、 $3T/4$ とした三つの土砂 Hydrograph を実験で用

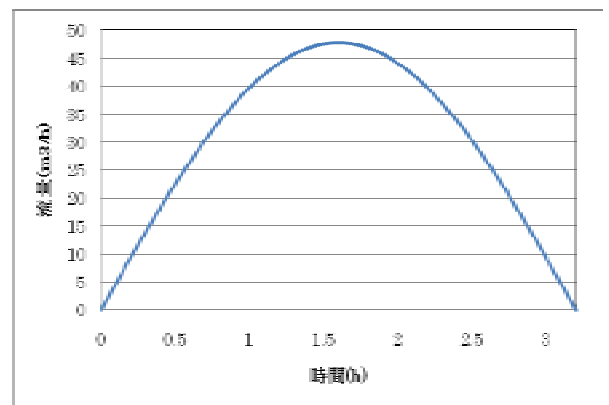


図-1 流量Hydrograph

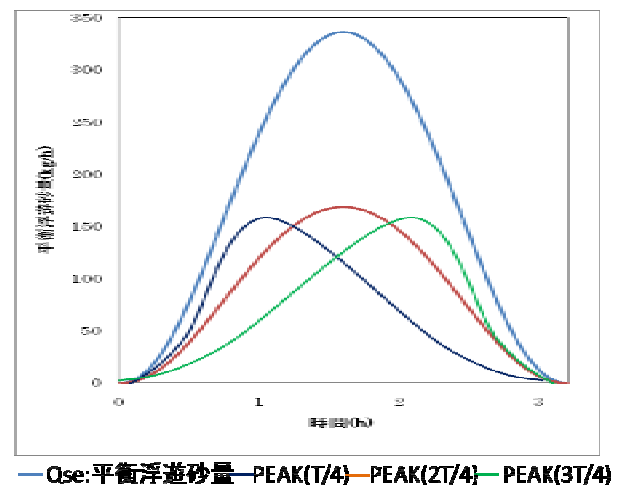


図-2 土砂Hydrograph

いた。

本実験では、堆砂高とトラップ量を計測した。ここで、堆砂高とは実験前後での堆砂高の差である。堆砂高の計測地点は、土砂投入位置から下流 3m の地点を 0m 地点と設定し、下流方向へ 1m 毎に 15 地点計測した。トラップ量とは水路への流入土砂量と水路からの流出土砂量の差である。

3.結果と考察

本実験では、2 で示した流量 Hydrograph に、Peak 時間の異なる三つの土砂 Hydrograph を与えときのトラップ量と堆砂高を計測した。トラップ量の結果を表-1 に、堆砂高の結果を図-3 に示す。

実験結果より、流量 Hydrograph と土砂 Hydrograph の PEAK 時間の位相が一致している場合に、最もトラップ量が少なく、流量 Hydrograph の PEAK の後に土砂 Hydrograph の PEAK が存在する場合に、最もトラップ量が多い。また、堆砂高の結果より、流量 Hydrograph の PEAK の前に土砂 Hydrograph の PEAK がくる場合に一様に堆砂する傾向がみられた。土砂 Hydrograph の PEAK が流量 Hydrograph の PEAK よりも先に生じる場合においては、流量 PEAK 前に、掃流力と比して過剰な細砂が河道内に供給され、それが水路上流部に堆積し、その後の PEAK 流量時に徐々に下流には流下されるものの、依然として河道内にトラップされている細砂が残存するため、流量、流砂量 Hydrograph の位相が揃ったケースより、河道内の土砂トラップ量が多くなったものと判断される。

実河川は、実験水路長に比べてはるかに長いことから、実験水路内でのトラップ量が最も少ない条件、すなわち流量 Hydrograph と土砂 Hydrograph の PEAK 時間を合わせた場合に最も下流に土砂を運搬することがわかる。このことから、洪水時に排砂する長期排砂対策において、洪水流量 PEAK 時土砂投入量 PEAK を合わせることで、下流に多量の土砂を運搬できることが明らかになった。

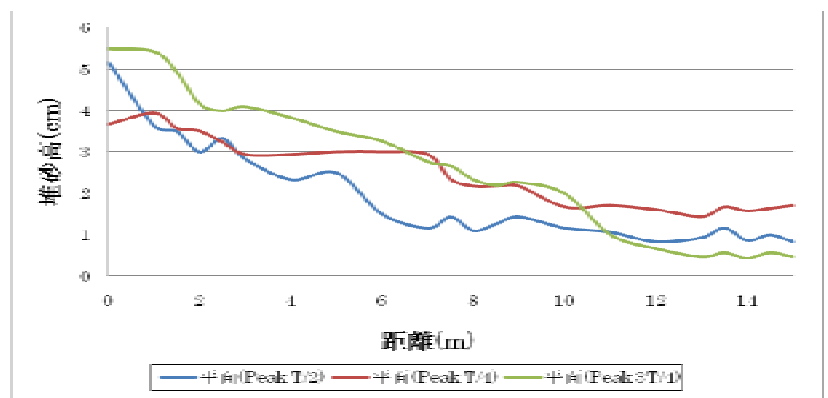


図-3 堆積高に砂

4.おわりに

本実験では、平面河床における堆砂特性を明らかにした。しかし、河川内には交互砂州や、瀬、淵、大礫や岩盤の張り出しによる河道の急縮や拡張など様々な河川環境がみられる。そのため、平面河床だけでなく、交互砂州などの河床構造の異なった条件においても堆砂特性を明らかにする必要がある。また、数値モデルを用いた堆砂特性についても検討していく。

表-1 トラップ量

	土砂流入量 $V_{in}(cm^3)$
	103.4
Peak	土砂トラップ量 $V(cm^3)$
T/4	87.0
2T/4	81.4
3T/4	102.5

参考文献

- 1) 菊池英明・小出武文・小林信昭・末次忠司・岡野眞久：長期排砂対策を考慮したダム下流土砂還元試験と影響調査に関する提案，河川技術論文集，第 13 巻，pp69-74
- 2) 南修平・藤田正治：貯水池の排砂に対する下流河川での土砂応答，河川技術論文集，第 14 巻，pp259-264
- 3) 藤田光一・山原康嗣・富田陽子・伊藤嘉奈子・小路剛志：大礫床表面における砂の堆積状況と浮遊砂量との関係についての実験的研究，水工学論文集，第 52 巻，pp547-552