

可動堰ゲートフラッシュの成否に及ぼすゲート戸溝形状の影響 Effect of Gate Groove Shape on Flushing of Accumulated Sand under Movable Gates

濱上 邦彦* 浅利 健也*
HAMAGAMI Kunihiko, ASARI Kenya

1. はじめに

取水堰敷高は、現況河床より低く設定された計画河床高に合わせて建設されるため、取水堰の上下流には掘削区間を設ける。このため洪水後は砂礫が掘削区間に堆積しゲート閉鎖の障害がしばしば発生している。このような閉鎖障害の対処方法の一つとして、洪水減水時のゲート操作による堆砂フラッシュが実施されている。著者ら（2012）は、ゲートフラッシュの成否を決定付ける主要因であるゲート上下流水位差に注目し、ゲートフラッシュの特徴的な条件を模擬した水理実験によりフラッシュ過程とフラッシュ可否の実態を明らかにした。同実験の際、ゲート直下の砂礫のほとんどは排砂できても戸溝に残った砂礫がつかえてゲートの閉塞がなされない事例が見られた。これは現場においてもしばしば起こっており、戸溝周りの排砂がフラッシュの可否において重要であるといえる。本研究では、可動堰ゲートにおける戸溝の排砂が可能となる条件（上下流水位差、土砂の粒径、戸溝の形状）を明らかにすることを目的として水理実験による検討を行った。

2. 実験概要

Fig.1 は実験装置を示している。全長 17m、幅 50cm、高さ 50cm の水平勾配の水路において、上流から 11m 地点に可動堰ゲートを設置した。ゲートから上流 60cm、下流 70cm を堆砂区間とし、砂厚 10cm になるように砂礫を敷き詰めた。戸溝形状については、戸溝幅 W を 1.5cm・2.5cm、奥行 B を 1.5cm・2.0cm・2.5cm・3.0cm と変化させ設置した。ゲートは高さ 60cm、幅 50cm、厚さは戸溝幅に合わせて 1.5cm・2.5cm である。

流量は 3L/s、下流堰上げ高は 8.5cm とし、これはゲート全開時において砂礫面上に約 1cm の水深となるように設定している。砂礫は、粒径 D が L 砂（粒径 2~5mm）、M 砂（1~2mm）、S 砂（0.5~1mm）の三種類を堆砂区間において横断方向に全面堆砂させた。

各戸溝形状・砂礫粒径条件において通水を行い、水位が安定した後にゲート降下を開始した。ゲート開度は（12, 10, 8, 6, 4, 3.5, 3.0, 2.5, 2.0, 1.5, 1.0, 0.5cm）の 12 段階とし、降下後土砂の動きに変化がなくなった後に次の段階に進んだ。左右両方の戸溝の排砂が完全になされた段階で通水を終え、排砂完了とした。ゲート上下流付近に水位計を設置し 2 秒ごとに水位を計測した。

3. 実験結果

Fig.2 は、戸溝排砂完了水位差 (H/D) と戸溝のアスペクト比 (B/W) との関係を示している。ここに、 H はゲート両端戸溝部分の排砂が完了した時の上下流の水位差で

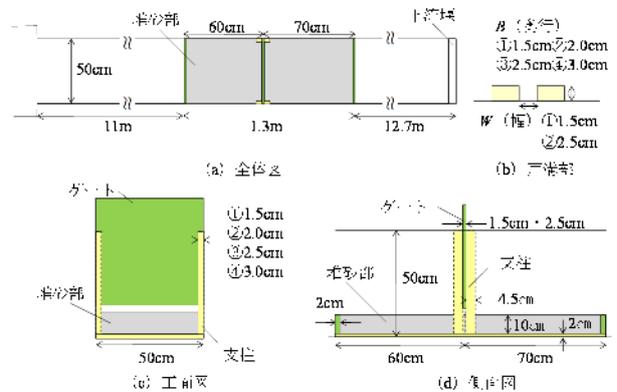


Fig.1 実験装置図

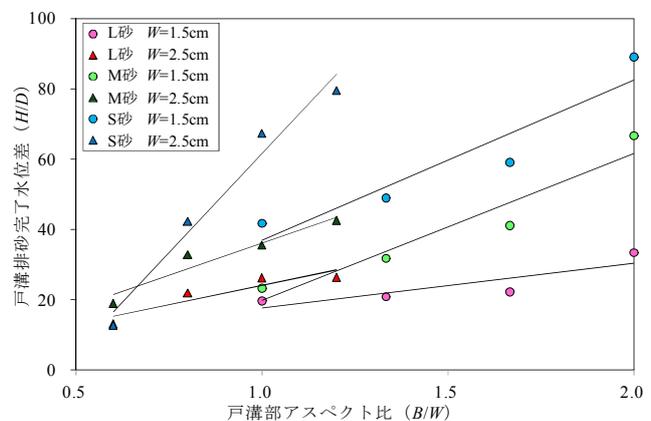


Fig.2 H/D と B/W の関係

*岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, キーワード: 可動堰, 堆砂, ゲートフラッシュ

ある。粒径、戸溝幅一定のデータでまとめると、近似直線が引かれている通り、 B/W が増加する（すなわち戸溝の奥行きが大きくなる）と、戸溝の排砂に必要な水位差も大きくなっていることがわかる。また、Fig.3は戸溝排砂完了水位差（ H/D ）と土砂の粒径と戸溝の面積との比 A/D^2 との関係を示している。同アスペクト比（すなわち B/W 一定）の条件でも A/D^2 が増加すると、戸溝の排砂に必要な水位差も大きくなることがわかる。

上記の結果より、 H/D は水理実験の条件内においては独立変数 B/W および A/D^2 の変化に線形的に反応する従属変数であることがわかる。そこで、それぞれの影響度について検討を行うため重回帰分析を行った。今回は実験で得られたデータから、Excel (Microsoft) を用いて重回帰式を算出しところ、次のような式が得られた。

$$H/D = 26.17(B/W) + 0.04(A/D^2) - 7.08 \quad (1)$$

Fig.4は式(1)を三次元座標に示しており、グラフ上の点は実験で得られた24パターンの値をプロットしたものである。また、Table 1は重回帰分析の結果を示している。回帰式によって得られた目的変数 H/D の当てはまりの良さを表す補正 R^2 は0.8である。 t 値より、 B/W に比べ A/D^2 の方が H/D に与える影響が大きいことがわかる。説明変数の有意性を示す p 値は、両変数ともに非常に小さい値となっており、有意な影響を与えているといえる。以上のことから、得られた回帰式は H/D を説明する式として概ね妥当であると判断された。

4. 実験式の現場への適用

得られた実験式について、現場の可動堰ゲートフラッシュへの有効性を検討するため、著者ら(2012)によるK頭首工(北海道：石狩川)におけるゲートフラッシュの条件に適用した。本事例では、洪水吐ゲート直下の堆砂に対して、ゲートフラッシュを実行したところ、ゲートを全閉することが出来た。このとき、フラッシュ時におけるゲート上下流水位差を概算すると、60cm程度であると確認された。土砂の排砂対象粒径 D を5cm、戸溝形状は、現場の写真から幅 W を50cm、奥行き B を20cmと設定した。これらの値を式(1)に代入し、戸溝の排砂に必要な上下流水位差 H を求めると55cmとなり、現場での実測値とおよそ等しい値が得られた。

5. まとめ

本研究では、戸溝形状および河床粒径と、戸溝の排砂に必要な水位差の関係について実験的に検討し、重回帰分析による実験式を得た。また実験式を実事例に適用した結果、およそ近い結果となった。しかし、実事例との検証数が不足しており、さらなる検証が必要である。

参考文献 高井和彦, 三輪式, 演上邦彦, 永吉武志 (2012) 取水堰ゲート操作による堆砂フラッシュ事例の分析, 農業農村工学会平成24年度応用水理研究部会講演集, pp.1-16.

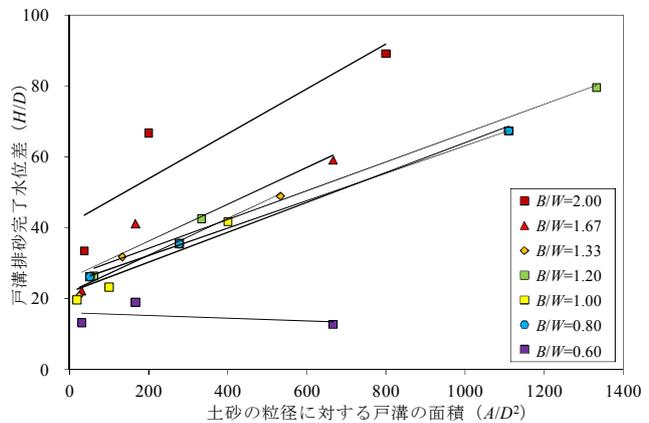


Fig.3 H/D と A/D^2 の関係

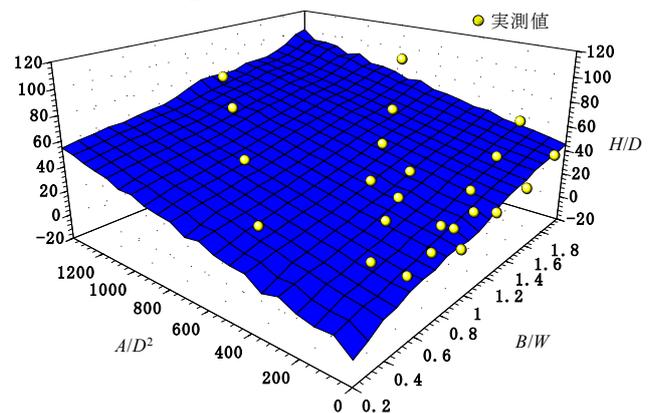


Fig.4 H/D と A/D^2 および B/W の関係

Table 1 重回帰分析結果

	補正 R^2 (自由度修正決定係数)	有意 F	
	0.806	2.81×10^{-8}	
	係数	t 値	P 値
切片	-7.08	-1.18	0.25
B/W	26.17	5.93	8.35×10^{-6}
A/D^2	0.04	7.83	1.61×10^{-7}