

排砂ゲートによる沈砂池内排砂の一次元解析

鳥取大学工学部 フェロー 道上 正規
 鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治
 鳥取大学大学院 学生員 ○砂田 哲也

1. はじめに

沈砂池は、水力発電所において取水口から取り入れた水の中に含まれる浮遊土砂を沈殿し排除することによって、土砂が下流に流れて発電所の導水路や水車を摩耗するのを防ぐために造られる。本研究では、排砂ゲートを用いた沈砂池の模型で排砂の実験を行い、排砂ゲートを用いた沈砂池の土砂排出特性について検討した。さらに一次元解析で実験を再現し、実験値と計算値を比較することによって、一次元解析法の有用性についても検討した。

2. 実験

(1) 実験装置：実験装置は、図1に示すように沈砂池の長さ 130.4cm、沈砂池の水路幅 24cm、導流部の水路幅 16cm、水路床縦断勾配 1/17 の開水路で、沈砂池下流端に高さ 10cm の堰があり、堰直前の左岸下流端に幅 6.4cm、最大開度 6.4cm の排砂ゲートが設置されている。

(2) 実験方法：流量は、1.54 l/s、2.17 l/s、3.26 l/s の 3 種類を設定した。詳しい実験条件を表1に示す。沈砂池上流から 0.9 l/min で 25 分間連続給砂を行い、25 分後に給砂をやめ、3 時間放置した。3 時間後ゲートを開け、ゲート開度を 1cm、2cm、5cm に合わせてからそれぞれ 30 分間排砂を行い、30 分後の水位と河床位を計測した。また、ゲート開度 5cm の場合、開門後に急激な排砂が予想されるため、開門してから 30 分まであるいは堆砂がすべて排出するまでの間に、3 分おきあるいは 5 分おきに水位と河床位を計測した。

表1 実験条件

流量 $Q(l/s)$	1.54, 2.17, 3.26
給砂量 (l)	22.5
実験砂の平均粒径 $d(mm)$	0.6
水路の粗度係数 n	0.012
水位調節ゲートの高さ (cm)	9

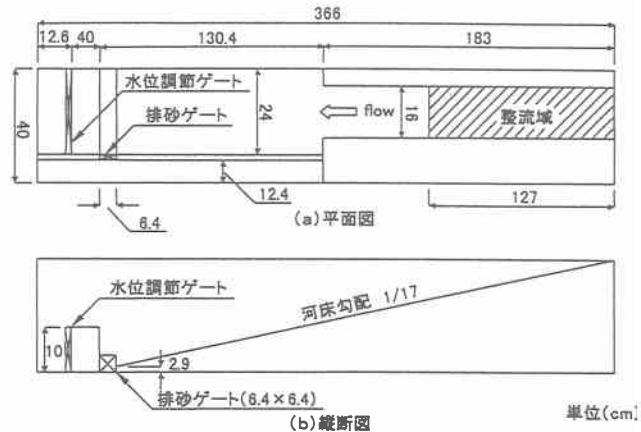


図1 実験装置

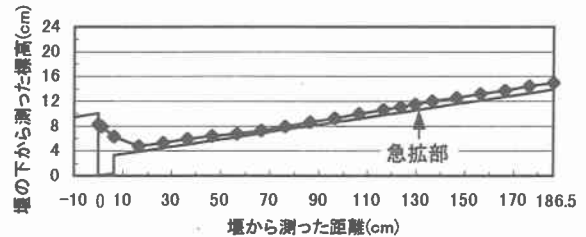


図2 開度5cmで7分後の水面形(流量1.54l/s)

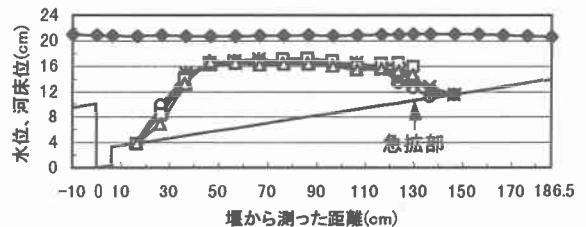


図3-1 排砂前の堆砂形状(流量3.26l/s)

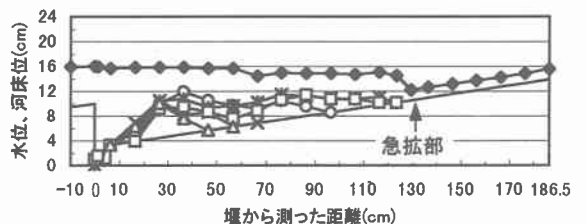


図3-2 開度5cmで30分後の堆砂形状(流量3.26l/s)



(3) 実験結果と考察：まず、どの流量においてもゲート開度 1cm および 2cm の場合、堆砂は前進するものの排砂量はわずかであったが、ゲート開度 5cm の場合には急激な排砂現象が見られた。また、流量が 1.54 l/s および 2.17 l/s の場合、ゲート開度 5cm で開門してからそれぞれ 7 分後、11 分後にすべての堆砂が排砂ゲートから流出した。これは、実験水路が急勾配であるため、流量が小さいほど跳水が沈砂池の下流端に近い場所で発生し、下流端まで等流状態となったからだと考えられる。図 2 は排砂後の水面形の例として、流量が 1.54 l/s の場合を示している。一方、図 3-1~3-2 は流量が 3.26 l/s の場合の水面と堆砂面の初期形状および最終形状を示している。なお、図中の水面形は水路中央縦断面の水面形を表している。これを見ると、流量が 3.26 l/s の場合には、ゲート開度 5cm で 30 分間通水後も多くの土砂が沈砂池内に残留しているのがわかる。これは、流量が 3.26 l/s の場合、実験水路の排砂ゲートで全流量を排出することができず、沈砂池下流端で堰上げが生じたからだと考えられる。以上の結果から、流量が最大流量の場合でも全流量を排砂ゲートから排出させることができ、かつ沈砂池下流端で跳水を発生させればより多くの土砂を排出できる可能性があると考えられる。

3. 再現計算

つぎに、従来の一次元 MacCormack 法¹⁾を用いて、実験データをもとに排砂実験の再現計算を行った。計算の順序は、実験方法に準ずる。境界条件として、上流端では流量を与え、下流端では実験によって得られた水深を与えた。計算条件をまとめて表 2 に示す。なお、表中の計算条件の他に、計算を行う上で下流端を通過した砂はすべて排砂ゲートから流出するという仮定を用いた。また、ゲートの開度や計算領域外の河床形状による計算領域への影響は、すべて下流端の水深で表現した。

一次元解析により得られた結果と実験値を比較した例として、流量が 1.54 l/s の場合を図 4 に示す。なお、実験値の河床位は計測した 5 断面の河床位の平均値で表している。図 4 より計算値は排砂前の初期河床と水位低下に伴う堆砂形状の変化を良く再現できている。特に、ゲート開度 5cm で開門してから 3 分後の堆砂形状はほぼ一致しており、実験で見られた急激な排砂現象を再現可能であることがわかる。

4. おわりに

本研究の結果から、排砂ゲートが最大流量に匹敵する流量を排出でき、かつゲート全開時に沈砂池下流端で跳水が発生するように沈砂池を設計することによって、土砂排出効果が大いに期待できると考えられる。また、ゲート操作による沈砂池内の堆砂形状の変動については、一次元解析によってある程度再現できることがわかった。

参考文献：1) 道上、檜谷、藤井、大丸：ダム堆砂計算におけるマッコーマック法の適用、第 47 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集、pp.165-166、1995。

表 2 計算条件

流量 $Q(\text{l/s})$	1.54, 2.17, 3.26
$\Delta t(\text{sec})$	0.005
粗度係数 n	0.015
平均粒径 $d(\text{mm})$	0.6
人工粘性係数	流れ 2.5, 河床変動 0

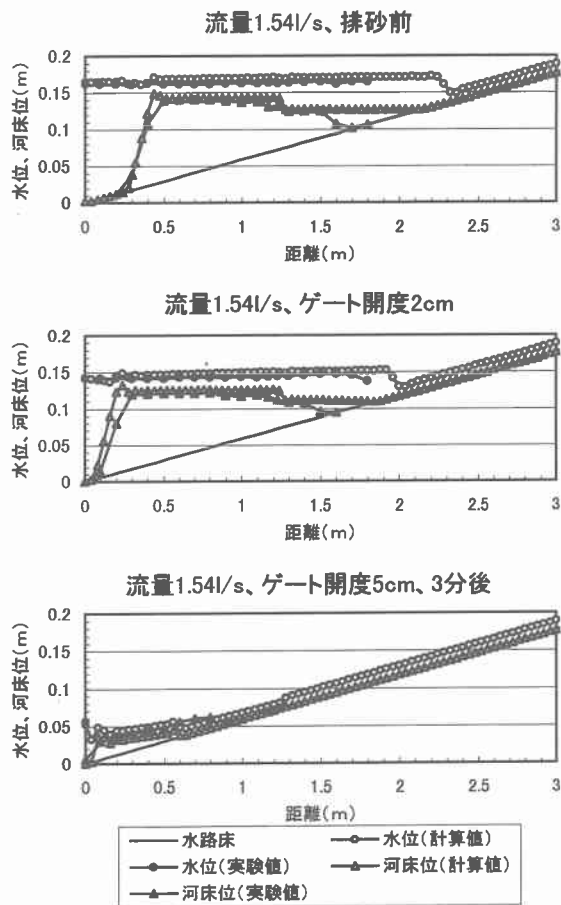


図 4 計算値と実験値の比較(流量 1.54 l/s)