

新技術開発探訪

堆砂による排水門ゲート 閉鎖不全対策について

1. はじめに

中海^{なかうみ}は、斐伊川の下流に位置し、鳥取・島根両県にまたがる全国第5位の広さの汽水湖である。

この中海の南岸に流入する河川は、かな流しによる土砂供給が多く、河口域において低平地を形成している。この土砂が風浪によるわずかな打ち寄せでも河口が閉塞するという特徴がある。このため国土交通省で管理する排水門76カ所の中には、堆砂によりゲート操作に支障が生じる箇所がある。

こうしたことから、操作時に確実にゲート操作ができる装置（以下「除砂ポンプ」という）の開発を行ったので報告する。



図 1 位置図

2. 排水門の堆砂の現状と課題

(1) 風浪による堆砂

中海は、南岸に流入する河川からの土砂供給が多く、風浪も強いいため排水門の吐口付近では砂が多量に堆積し、出水時や高潮時においてゲートの閉鎖不全が生じることがある。

一方、中海は海水の1/2の濃度の塩水であり、収穫期には塩害の恐れもあるため、完全閉鎖が不可欠である（写真 1）。



写真 1 堆砂事例

(2) 堆積土砂の自然流出

通常の河川であれば砂程度の堆積土砂は内外水位差を利用し、水流によってフラッシュすることが期待されるため、閉鎖不全を起こすほどの堆砂事例は少ないと考えられる。しかし、中海は湖沼域であり、内外水位差が比較的小さく、流入河川の勾配も緩いことから、排水に必要なヘッド差が確保できず自然流出が期待できない。

(3) 現状の対策

現状では、堆積した砂を操作員が点検時に除去したり、維持工事で撤去したりしているが、抜本的な対策となっていない(写真 2)。また、出水時に閉鎖不全が発生した場合に、ゲート付近で除去作業を行うことは不可能であり、ゲートの上下動を繰り返して堆積土砂を押し崩す等の対応を行うしか方法はなく、全閉に至らないケースも発生している。



写真 2 堆砂撤去状況

3. ゲート閉鎖不全対策の検討

このような状況を鑑み、確実なゲート閉鎖を行う方法を検討した。

(1) 解決すべき課題

① 作業の省力化

堆砂の撤去は、ある程度の堆積量がたまってから人力によって行っているため、緊急時の即応性が低い。また、撤去してもその後の風浪の状況によっては数週間で再堆積することもあり、年間で複数回撤去作業を行っており多大な労力を要している。このため、人力に頼らない即応性のある方法とする必要がある。

② 出水時における安全で確実な作動

高潮時にゲート付近で作業することは不可能であるため、操作台の上から操作できる構造とする。また、出水時に機材を運び設置することも不可能であるため、堆砂が顕著な排水門に常設できる構造とする。

③ 低コストおよび耐塩性

堆砂する排水門が多数存在することから、ラン

ニングコストも含め低コストで対策可能なものとする必要がある。さらに、塩分を含む外水と接するため、使用する材質に配慮する必要がある。

(2) 開発のコンセプト

以上の課題から、下記のコンセプトにより対策を検討した。

① 高齢の操作員でも簡単に操作可能である

② 市販品をベースとする

③ 対塩性を備える

(3) 除砂ポンプの開発

これらのコンセプトを踏まえ、対策方法を検討した結果、内外水位差によるフラッシュの代わりに人工的に水流を発生させ、土砂をフラッシュさせる装置を開発することとした。

4. 実験による構造の検討

(1) 実験 1 : ノズルの配置, 放水口数の検討

① 検討条件

実験場所は、堆積が顕著で年 4 回程度堆砂の撤去を実施している「論田第 3 排水樋門」にて行った。未対策時の操作では、自動降下による全閉操



写真 3 実験 1 設置状況



写真 4 ノズル設置状況

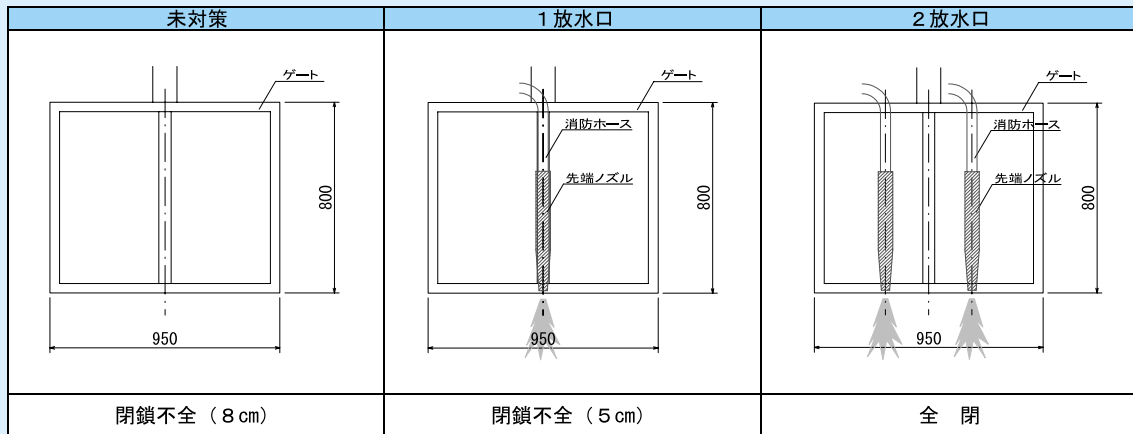


図 2 実験 1 結果

作で 6 ~ 8 cm の隙間を残して閉鎖不全となった。

② 試作装置概要

ゲートに消防用のノズルを 2 基セットし、それぞれにポンプ (約 0.2 m³/min) を接続して放水口数および設置位置によるフラッシュ効果の違いを検証した (写真 3, 4)。

③ 実験結果 (図 2)

未対策時の自動降下では残り 8 cm で閉鎖不全になったが、中央に 1 放水口を設けた場合には残り 5 cm まで下げることができた。2 放水口で左右から放水した場合では、自動降下で全閉可能であった。

(2) 実験 2 : ノズルの形状, 放水口数の検討

① 検討条件

4 (1) の結果より、2 放水口が有効であると判明したため、次はノズル形状の違いによる堆砂除去性能を検証するため、放水口の架台を単管とクランプで設置し、放水角度も変更できる構造とし検討を行った。ポンプの規格については、0.2 m³/min 1 基で対応可能か確認することとした。

② 試作ノズル形状

【タイプ 1 : 円形型ノズル】 ノズルの先端を若干細くして、水圧を上げて放水できるようにしたもの。

【タイプ 2 : 多穴型ノズル】 ノズルの先端に複数の穴を開け、細かい水流を多数発生するようにしたもの。

【タイプ 3 : 平型ノズル】 ノズルの先端を平たくし、線的に強い水圧で放水するようにしたもの。

【ノズルなし : 単管パイプのまま】 単管を単純に切断したもの。

③ 実験結果 (図 3)

実験の結果ノズルタイプ 3 の平型ノズルが強い水圧をゲート下に効率的に水流を誘導させることができ、良好な結果であったためこれを採用する。ポンプも 1 基で対応可能であった。

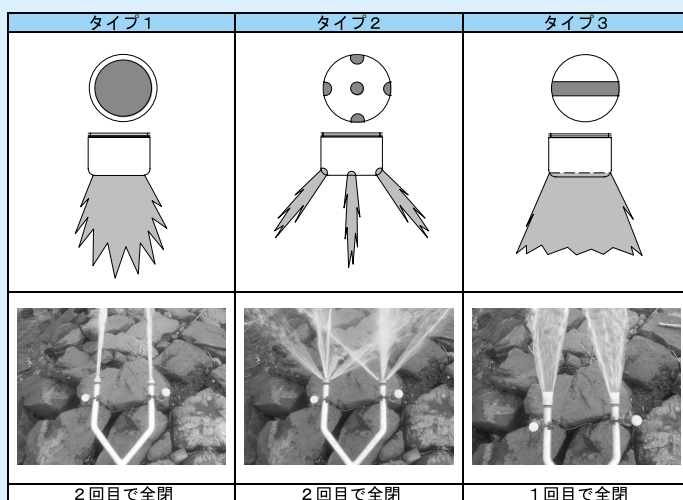


図 3 実験 2 結果

5. 除砂ポンプ1号機の設置

(1) 基本構造の決定

以上の実験結果より、構造は水中ポンプ1基(0.2m³/min)で外水側の水を汲み上げ、2放水口(平型ノズル)により噴射するものとした(写真5, 図4)。



写真 5 除砂ポンプ全景

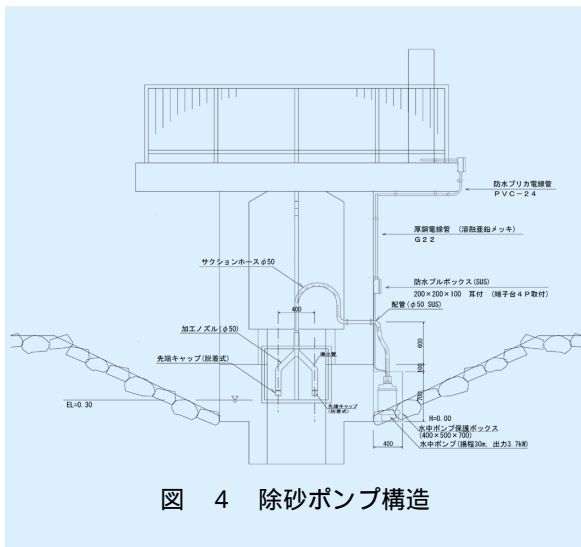


図 4 除砂ポンプ構造

操作については操作台から行えるように既設操作盤にスイッチを追加し、ゲートの開閉に連動して噴射できる装置とした(写真6, 7)。

(2) 性能確認実験

最終の性能確認実験では、ゲートの前面に土のうを沈め、土のうとゲートの間にマサ土を投入して踏み固め、厚さ20cm程度の強固な堆積土砂が発生している状況を人為的に再現して行った。

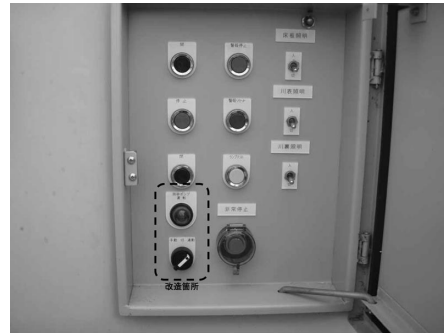


写真 6 操作盤改造状況



写真 7 噴射状況

(3) 実験結果

人為的に踏み固めた悪条件下の試験では、1回目の降下では、わずかに全閉とすることができなかったが、若干ゲートを上げた状態で水を噴射しながら再降下することで全閉することができた。

これまでであれば複数回の開閉操作を行っても全閉には至らなかったため、この装置により確実な排水門の閉鎖が可能になっている。

6. 今後の課題と発展

今後は、実際に外水位が高い場合でのフラッシュの効果や、噴射角・射口形状やポンプの最適規格を検討することとしている。併せて、より大型の水門への適用についても検証していく予定である。

また、当該水域は塩分を含む汽水域であることを考慮し、部品の消耗などの経過を見ながら、トータルコストと耐久性を考慮し、同様の問題を抱える、他の排水門への発展を検討していきたい。