

排水門吐口の堆砂による ゲート閉鎖不全対策装置の検討について

濱田 靖彦¹・川西 南斗²

¹中国地方整備局 出雲河川事務所 中海出張所 (〒692-0016安来市東赤江町福井1637)

²中国地方整備局 出雲河川事務所 管理第一課 (〒693-0023出雲市塩冶有原町5-1)

島根県と鳥取県に跨る中海(汽水湖)の湖岸には、堤内地への逆流防止のため76基もの排水門が存在するが、これらの排水門の吐口付近では風浪により土砂が堆積し、出水や高潮時にたびたびゲートの閉鎖不全の原因となっている。また、頻繁に行う必要のあるこれら堆積土砂の撤去は、維持管理上の大きな負担となっている。出雲河川事務所では、ゲート閉鎖時にゲート直下に水を噴射することで堆積土砂を排除し、確実に排水門を閉鎖させるための対策装置を論田第3排水樋門で試作的に開発したので報告する。

キーワード 排水門, 堆積土砂対策, コスト縮減

1. 中海の概要

出雲河川事務所が管轄する一級河川 斐伊川の下流部には、宍道湖と中海の2つの連結汽水湖がある。下流に位置する中海は、国内で5番目の湖面積を誇る湖で、元々東に開いた湾であったが、日野川からの排砂により発達した弓浜半島により塞がれて形成された。周辺には、松江市や米子市など山陰の主要な都市が集中し、沿岸には国道9号やJR山陰本線等の交通網が集中している。

中海の水位は、流入河川の洪水等の流入と、境水道を介して受ける日本海の干満の影響により変化する。周囲は堆積平野であり、その大部分が地盤高が低く、流入する河川や水路等にはほとんど勾配が無い。

このため、出水や高潮等により水位が上昇した際の逆流による浸水被害を防止するため、多くの排水門が設置されており、国土交通省管理の排水門も76基存在する。<図-1>



図-1. 中海周辺図

2. 樋門の堆砂問題

中海は、飯梨川など周辺の流入河川からの土砂供給が多く、海風も強いので排水門の吐口付近に均一な砂が多量に堆積し、出水時や高潮時等においてゲートの閉鎖不全が生じる場合がある。これらの堆砂は出水時等に障害となるだけでなく、頻繁に土砂の撤去を要するため維持管理上の負担ともなっている。<図-2>

堆積した土砂は、少量であれば操作員が点検時に除去したり、多量の場合には維持工事で撤去したりしているが、操作員の多くが高齢であることや、いずれも水中での人力除去作業となることから負担は大きい。また、出水時等に閉鎖不全が発生してもゲート付近で除去作業を行うことは危険が伴い不可能である。このため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っているが、全閉に至らないケースも発生している。



図-2. 中海における排水門の堆砂状況

3. ゲート閉鎖不全対策の検討

この様な状況を鑑み、確実なゲート閉鎖を行う方法を検討し、対策装置を開発することとした。

(1) 解決すべき課題

①堆積土砂の自然流出は期待できない。

通常の河川であれば砂程度の堆積土砂は内外水位差による水流によって自然にフラッシュ（排出）することが期待されるため、閉鎖不全を起こすほどの堆積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いことから排水の勢いが足りず自然流出は期待できない。

②作業の省力化

水中での土砂撤去はある程度の堆積量が堪ってから人力によって行っているため、常に良好な状態を保つことは難しい。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など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。

③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危険を伴い不可能であるため、操作台の上から操作できるような構造とする。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、堆積が顕著な排水門に常設できる簡素な装置とする。

④低コストでの製作

対策が必要な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する。

- ①出水や高潮時等に確実に作動する。
- ②高齢の操作員の方でも安全で簡単に操作可能。
- ③市販品をベースとし、特注品等を使用しない。

(3) 対策装置の開発

流入水路等の排水の勢いの代わりに人工的に水流を発生させ土砂を排除することが可能であれば、確実にゲートを閉鎖可能と考え、ゲート前面から水を噴射し土砂を排除するものとした。〈図-3〉

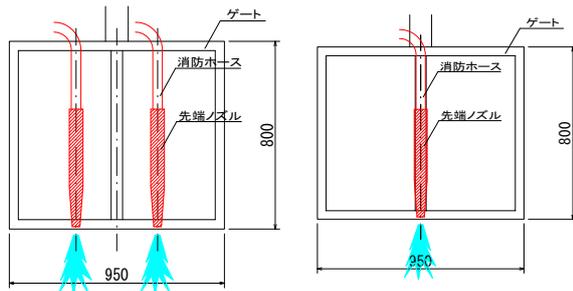


図-4. ノズル配置による比較

4. ノズルの配置、放水口数の検討

(1) 検討条件

試作試験に当っては、堆積が顕著で年4回程度の堆積土砂撤去を実施している「論田第3排水樋門」にて行った。未対策時の作動では、自動降下による全閉操作で8cm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0.2m³/min）を接続して放水口数及び、設置位置によるフラッシュ効果の違いを検証した。

〈図-4〉〈図-5〉

(3) 試験結果

未対策時の自動降下では残り8cm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5cm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には、自動降下で全閉可能であった。ポンプの規格についても0.2m³/min規格で十分に堆積をフラッシュさせることが可能であり、堆積土砂対策としての実用性が確認された。

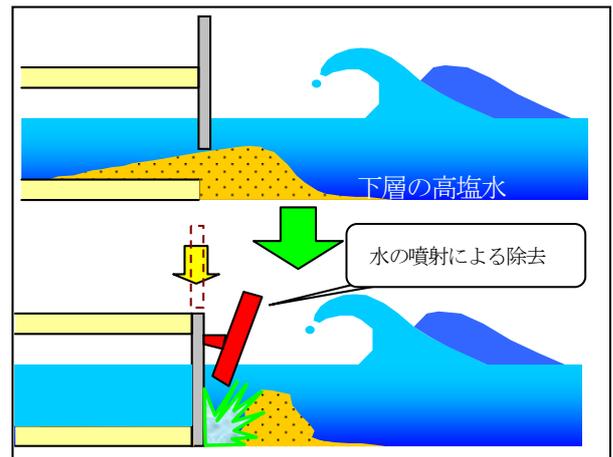


図-3. 概念図



図-5. 消防用ノズルを用いた試作装置

5. ノズル形状の検討

(1) 検討条件

4. の結果より、2放水口が有効であると判明したため、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作りとし検討を行った。

(2) 試作ノズル形状<図-6>

【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。1回目の自動降下ではわずかに全閉にすることができなかったが、2回目の自動降下で全閉することができた。

【タイプ2：多穴型ノズル】

ノズルの先端に複数の穴を開け、細い水流を多数発生するようにしたもの。1回の自動降下ではわずかに全閉にすることができなかったが、2回目の自動降下で全閉することができた。

【タイプ3：平型ノズル】

ノズルの先端を平たくした形状のノズル。ゲートの下を線的に強い水圧で放水することが可能で1回の自動降下で全閉することができた。

【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では、放水圧が高まらず残り1cmで閉鎖不全となった。

(3) 試験結果

試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。

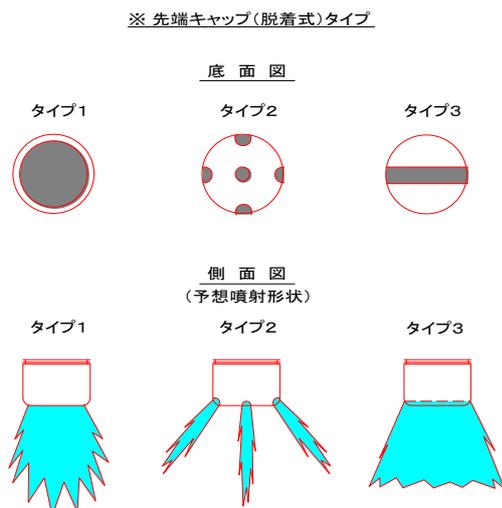


図-6. ノズル形状の検討

6. 現地実証試験

(1) 基本構造の決定

以上の試験結果より、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。操作については操作台から操作できる様に既設の樋門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。<図-7><図-8><図-9><図-10>

(2) 試験条件

試験では、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。

(3) 試験結果

このような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下降することで全閉することができた。

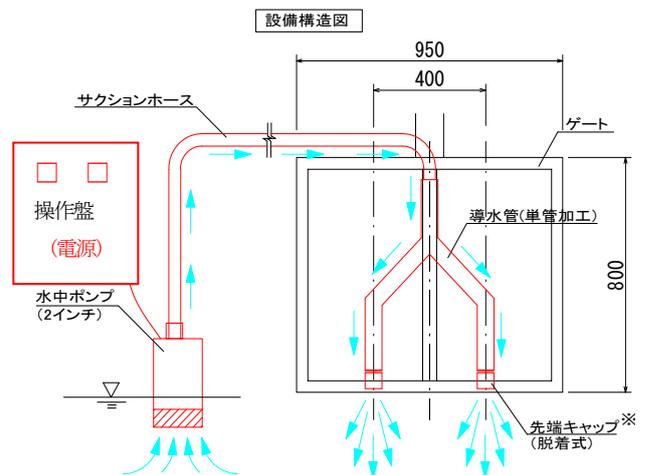


図-7. 設備概用図



図-8. 実証試験の風景

7. 評価

(1) 能力

人為的に踏み固めた堆積土砂のような悪条件下でも1回もしくは、少数回の操作で全閉にすることが可能であった。

これまでは複数回の開閉操作を行っても全閉には至らないことがあったが、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。また、操作員による点検時に、頻繁にゲート付近の土砂を噴射除去することで強固な堆積の発生を予防し、より効果的に運用することが可能であると考える。

(2) 運用上の労力、コスト

維持管理の労力増加は普段の点検時であれば試運転と吸水口ゴミ除けの清掃が増える程度であり、軽微であると考えている。また、製作コストも市販品を組み合わせることで安価に作成でき、排水門本体にも大きな改造を伴わないため、故障した場合の交換も含めて設置は容易である。今後の運用で長期的な土砂撤去費用の軽減を図ることが期待される。

参考：製作費用70万円程度（操作盤改造含む）

8. 設置後の実運用状況

平成24年3月に設置し、本格的な運用を開始した。

中海は日本海の潮位の影響を受けやすいことから、天文潮位（太陽潮）、高温による海水の膨張、台風等の影響で夏場に高潮が発生しやすい状況にある。今年度も台風14号、15号の影響のほか、8月以降は連日高潮が発生し、排水門の操作を行っているが水位が高い状況下でも装置の水流が減殺されることもなく短時間で確実にゲートを全閉可能であった。また、例年は年4回程度実施していた維持工事による土砂撤去も現在まで実施していないことから、維持管理コストの縮減もできている。

9. 今後の課題と発展

現在までのところ、大きな不具合やパーツ交換も発生しておらず、耐久性も確保できている。性能に影響は無いものの単管パイプを加工した噴射ノズルに発錆が確認されているため。今後はステンレスへの変更を検討している。〈図-11〉

今後は、更に運用実績を重ねてフラッシュの効果や水流の噴射角・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行きたいと考える。

参考文献

1) 日本河川協会他：改定・河川管理施設等構造令。



図9. ノズル付近



図10. 樋門操作盤にスイッチを増設した例



図11. 運用5か月後のノズルの状況