

鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）を用いた頭首工洪水吐ゲートの検討

Consideration of Steel and Rubber Hybrid Gate of Head Works

○長谷川 真也* 長岡 正昭* 森田 孝治* 今井 豊* 矢野 聡恵*
○HASEGAWA Shinya NAGAOKA Masaaki MORITA Koji IMAI Yutaka YANO Satoe

1. はじめに

当地区は雄物川水系の支流に位置し、少子高齢化の進む地域のため、操作管理者の高齢化や人員不足といった施設管理面での課題を抱える。また、近年では地球温暖化に伴う短時間豪雨の多発など災害頻度も高まっており、雄物川下流では昨年記録的豪雨によって堤防が決壊し、周辺農地が湛水被害を受けたことは記憶に新しい。このような自然災害を含めた社会情勢の下、将来的な維持管理の軽減や治水上の安全確保に配慮した河川構造物の設計が課題となる。本報文では、コンサルタント設計者の立場から頭首工洪水吐ゲートについての実務的な課題を述べる。

2. 現状の問題点と要求事項

本頭首工は、築造から40年以上が経過し老朽化が著しく、更新整備に伴って上流移設する新設の計画である。現況施設は全面可動であり洪水吐ゲート（径間長15m×2門）は土砂吐を兼ねた油圧シリンダによる鋼製起伏堰である。耐用年数を超過した油圧配管は漏油が著しく毎年の維持管理に苦慮しており、河川流況の変化に合わせて洪水吐ゲートの開度調整を行っているため管理手間がかかる。このような現状を踏まえ、新設頭首工の洪水吐ゲートを設計する上での要求事項は、①利水面では水管理の運用方法として、魚道流量（河川維持流量）は年間を通して一定量を確保しつつも、期別変化する取水量は頭首工掛りと堰下流の二方向に確実に配分させる。②治水面では、洪水時にゲート操作遅れがないよう無動力で完全倒伏させ、堤内地の安全を確保することが求められる。設計ではこれらの要求事項を満足し、当地区に適した頭首工ゲートを選定する必要があった。

3. 洪水吐ゲート設計上の課題

ゲート形式は、鋼製起伏堰のうち現況と同じく油圧シリンダで押し上げる背面支持式と空気によるゴム袋体支持式（以下、SR堰という）の2種類を比較し、メンテナンス費用（定期点検、部品交換）を含めた耐用年数40年間におけるライフサイクルコストによって経済性で有利なSR堰を選定した。SR堰とは、従来の鋼製起伏堰（背面支持式）とゴム堰の中間的な特性を持ち、鋼製の扉体はゴム袋体の膨張・収縮により起伏する構造である。利点として、ゴム堰に比べ倒伏過程においてVノッチ現象が生じないため、中間開度が可能となる。また、漏油の心配がないため環境負荷も小さい。しかし、SR堰は比較的新しい技術であり、従来のゲート形式に比べ全国的に施工実績が少ないために、操作性、安全性および維持管理の考え方が設計上の課題であった。

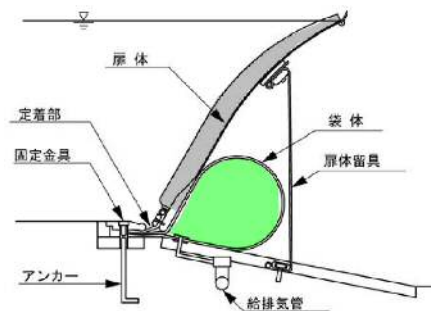


図1. SR堰の起立状態

*サンスイコンサルタント株式会社 Sansui Consultant Co

キーワード：灌漑施設、用水管理

4. 解決策

A) 水位一定制御のためのゴム袋体内圧設定

当地区では変化する河川水位や期別ごとの農業用水量に対して、ゲート操作を簡素化することが要求される。SR 堰の特徴は、扉体背面のゴム袋体内圧設定によって河川水位に追従して堰上げ水位を制御することができる。本頭首工では、この特徴を生かし、袋体を低内圧にすることで、河川水位の変化に応じて袋体内圧を自動調整し、自ら堰高を変化させながら、堰上流側の水位を一定制御するパターンを採用した。これにより倒伏頻度が減る上に、取水ゲートのみを開度調整しながら流量制御でき、管理の省力化が図れる。

B) 河床変動解析によるゲート扉体前面の堆砂予測

本川の河川特性は平野部を流れる緩やかな勾配 $I=1/1000$ のため、転石や流下物は少ない。しかし、ゲート起立時に扉体上に流下物が厚く堆積すると操作上の信頼性が懸念される。これを検証するため、現況河床材料の粒度試験から得られた粒度分布をもとに、洪水による河床変動解析を行った。解析では 1/30 年確率相当の洪水が発生した場合の 24 時間後における河床変動量をシュミレーションする。解析結果より、ゲート前面の堆砂予測は $+0.2\text{m}\sim 0.3\text{m}$ 程度であった。これは既往実験データ（堆砂厚 1m でも土砂を 80%程度起立できる）と比較しても、起立操作を繰り返すことでフラッシュ排砂され、動作に支障がないものであると確認できた。

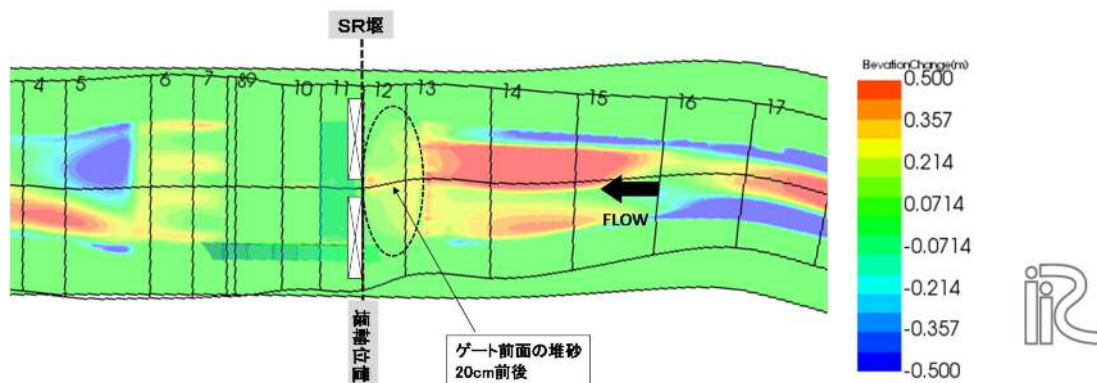


図 2. 洪水後の河床変動量

C) 倒伏装置の二重安全対策

SR 堰は、倒伏水位（ゲート高+30cm）に達すると、水位計で感知した電気信号によって徐々に自動倒伏を開始し、それと連動して取水ゲートも閉じられる。これにより管理者の操作遅れによる湛水被害を防ぐ。本頭首工では近年の災害リスクを考慮し、倒伏装置を電気式と機械式の二重方式を採用した。電気式倒伏装置が停電で機能しない場合でも、予備の機械式装置が機能することで緊急異常時の安全性と確実性を兼ね備えた。

5. 今後の展開

土地改良事業では SR 堰の施工実績が少ないのが現状であるが、設置場所の条件（堰高、径間長）によっては幹線水路等の堰上げ施設としての活用が期待できる。しかし、実績の浅い新技術であるため、現在建設されたものは耐用年数に至っていない。鋼製扉体とゴム袋体を組み合わせたゲート構造は、各材質のもつ耐久性の違いや土木構造物との更新時期の同期化といった長寿命化計画の面から今後の検証が必要であると考えられる。

参考文献 1) 鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）設計指針（一次案増補版）、：SR 堰技術検討会、（H19.5）

2) 堆砂時の操作性に関する現地実験観測結果、：飯田鉄工株式会社、（H16.11）