

■相談事項

取水堰及び汐止堰として機能している既設の頭首工が老朽化したので、ゴム引布製起伏堰で改修を検討しています。その場合に、維持管理する上で注意すべき技術課題があればご教示下さい。

匿名希望

●既設の頭首工は河口付近にあり、河床勾配がレベルの地点にあるとのこと。鋼製起伏堰で改修すれば、扉体を収容する凹部に土砂が堆積し、ゲートの不完全倒伏が懸念されたため、ゴム引布製起伏堰（以下、ゴム堰という。）の採用を検討する判断は妥当と考えられます。

ただし、ゴム堰には特有の技術課題があり、今回はVノッチ現象など3つの技術課題について解説しました。今回は、ゴム堰における堆砂問題を取り上げます。

水利工学研究領域 基幹施設水理担当上席研究員 高木強治

【課題4】堆砂対策

ゴム引布製起伏堰施設技術指針（農林水産省）には、堆砂の模型実験結果を基に、堰全幅に堰高 H_0 の20%程度の堆砂がある場合、内圧を高めれば初期堰高の約95%は回復することが示されています。また、袋体の起伏操作が土砂の排除に有効であることも確認されていますが、上流側からの土砂が供給され続けられれば、機械力等による排除が必要になるとの注釈があります。これについて理解を深めるため、農工研で行ったゴム堰の堆砂実験写真を示しながら解説していきます。

<移動床実験>

まず、ゴム堰の堆砂問題に関わる移動床水理模型実験を紹介します。検討対象となったのは、戦後に建設された固定堰が老朽化したため、その下流側100m地点に、左右両岸に引き上げ式土砂吐ゲート、中央の4門にゴム堰、両岸に魚道をもつ新堰（可動堰）を建設し、その後で旧堰（固定堰）を撤去するという計画です。

既設の固定堰の上流側には大きな砂州が形成されており、新堰の建設後に固定堰が撤去されると、大きな洪水によって砂州が下流側に移動することが予想されました。その場合に、倒伏したゴム堰の上に堆砂する可能性が高く、どの程度影響を受けるのか、適切に排砂できるのかが懸念され、善後策を講じることが重要な課題となりました。

ゴム堰周辺の河床変化を俯瞰的に捉えるため、1/50縮尺の移動床模型実験を行うことにしました。この実験は、時間と費用がかかることから減多にお目にかかれません。

●実験開始前の新堰の付近

河床の形状を決めると考えられる最頻度洪水量を流し始めました。(写真の上が上流側。中央の青い模型が堰の本体部分、その下流側の黒い模型は護床工。左右岸には魚道の模型も配置しました。)



写真1 実験開始前の新堰の付近

●実験開始約30分後

上流側の砂州が移動してゴム堰付近に達しました。

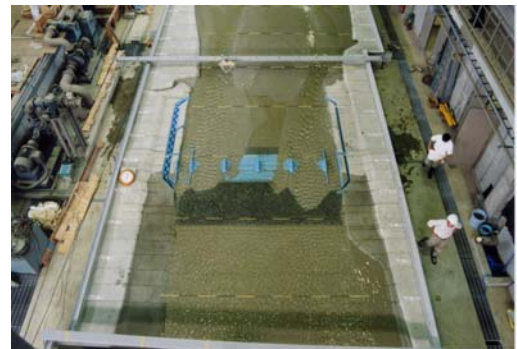


写真2 実験開始約30分後

●実験開始後約4時間(実規模で約28時間)

河床の移動が止まったと判断し実験を終了。径間毎に堆砂厚を測定しました。

この時の最大堆砂厚は、基準堰高 H_0 の約30%もあり、これは前述した技術指針の想定を超えていました。

(注) 移動床の上に白い○が7つ並んで見えますが、これは天井のライトが水面に映っているためです。)



写真3 実験終了後の新堰の付近

そのため、堆砂排除の具体的な対策を講じ、それを堰の管理規程に反映させる必要が生じました。そこで次に、袋体の1/15縮尺模型を製作し、排砂特性実験を行いました。

<排砂特性実験>

(ア) 両岸の土砂吐ゲートを全開状態で、袋体の上に堆砂厚 $0.3H_0$ が被った状態では、基準内圧で袋体を起立させても、堆砂の影響で袋体は十分膨らむことができず、計画取水水位を回復することはできませんでした。このとき、洪水吐(ゴム堰)を起立させることができる堆砂厚の限界は約 $0.13H_0$ だったのです。そこで、袋体周辺の堆砂をフラッシュするために、両岸の土砂吐ゲートを閉鎖し、起立が不十分なゴム堰に河川水を誘導して越流させ、この状態で袋体を倒伏させま

した。この操作の後で袋体を再び起立させると、袋体は十分膨張でき、計画取水位を回復させることができました。

このフラッシュ操作の手順として、先に兩岸の土砂吐ゲートを閉鎖し、洪水吐ゲートに河川水を導いた後で袋体を起立させても、ほぼ同じ結果が得られました。

なぜ、土砂吐ゲートを全開した状態で洪水吐ゲート（ゴム堰）を起立させるのか疑問に感じた方がおられるかもしれません。当該施設的设计者は、当初、取水口や魚道の出入り口に土砂が堆砂することを避けるため、洪水吐ゲートの起立を優先させ、土砂吐ゲートに河川水を集中しようと考えました。しかし、袋体の排砂を優先させるのであれば、前述の通り、土砂吐ゲートの閉鎖を優先させる必要があるのです。

（イ）次の URL から、土砂吐ゲート全開の下で、堆砂厚 $0.3H_0$ の袋体を起立させたものの、計画取水位を回復するに至らなかった実験の模様を、上方と下流側の 2 方向から連続写真でご覧下さい。

- ・（上方から）：①<http://nkk.naro.affrc.go.jp/merumaga/18/pdf/parapara1.pdf>
- ・（下流側から）：②<http://nkk.naro.affrc.go.jp/merumaga/18/pdf/parapara2.pdf>

次の URL からは、堆砂厚 $0.3H_0$ の状態で袋体を起立させた後、土砂吐ゲートを閉鎖し、河川水を堆砂した袋体に誘導してから倒伏させ、堆砂を一度フラッシュしてから再び起立させた時の実験の模様を、上方と下流側の 2 方向から連続写真でご覧下さい。

- ・（上方から）：③<http://nkk.naro.affrc.go.jp/merumaga/18/pdf/parapara3.pdf>
- ・（下流側から）：④<http://nkk.naro.affrc.go.jp/merumaga/18/pdf/parapara4.pdf>

■まとめ

（１）洪水後まもなくの堆砂は、袋体の起伏によってある程度跳ね上げることができます。ただし、シルト分が多い土砂は単位体積重量が大きくなり、さらに乾燥が進むと表面が膜のように固まり、袋体を起立させることが難しくなるので注意が必要です。

（２）今回の実験条件ではフラッシュ操作による排砂効果が確認されました。しかし、堆砂をフラッシュしても上流から多量の土砂が供給される、あるいは、フラッシュ操作に必要な河川水が確保できない場合には、袋体の内圧を十分に高めて排砂するなどの方法を併用する必要があるでしょう。

（３）袋体の起立は、給排設備の能力が制約要因となります。それを裏返せば、計画取水位の回復には相当の時間がかかるということであり、それを踏まえた上で、袋体の起立と排砂の手順を検討することが肝要です。

（４）いずれにしても、洪水後の袋体の起立のタイミングや袋体の排砂特性は、各現場で経験的に学ぶ必要があります。堰の管理規程は河川協議の対象ですが、現場の状況に合わせて見直していく柔軟な対応も必要と考えられます。