

水門の自重降下装置について

松岡 良介

関東地方整備局 荒川下流河川事務所 施設管理課 (〒115-0042 東京都北区志茂 5-41-1)

河川に設置された各水門には、洪水による内水被害を防ぐため、確実に水門を閉鎖できることが求められる。さらに、荒川下流河川事務所管内では、下流部に堰がなく津波への対応も必要となる。水門の自重降下装置は、地震等により電源供給が受けられない場合においても、津波や地震後の洪水等の複合的な災害による被害を防止するため、安全かつ確実に水門を閉鎖できるようにするものである。荒川下流河川事務所では、管内8水門の開閉装置を自重降下装置付のものに改修を行った。自分は、施設管理課の担当として、岩淵水門ほか5水門の開閉装置改修工事の設計・積算・現場管理に携わったものである。

キーワード 水門、自重降下、遠隔操作、津波対策

1. 自重降下装置の必要性

河川用の水門設備は、堤防を横断して設置される施設であり、洪水や高潮による堤内地への浸水氾濫防止を目的として設置され、堤防の一部として国民の生命財産を守るとともに、安全な生活を享受する上で欠かすことのできない重要な施設である。

その重要施設を管理している中で、昨今の局地的な豪雨や、いつ起きてもおかしくない首都直下型地震など、災害が複合的に起こる可能性は低くない。

荒川下流河川事務所管内では、2つの排水機場と8つの水門を光ケーブルを用いた遠隔監視操作制御設備で事務所から監視・操作可能としている。各水門は、直近の排水機場等に設置された自家発電設備により電源のバックアップを確保しているが、万一、ケーブルの切断等により電源供給が絶たれた場合、水門の操作が不可能となる。そのため、地震等による電源喪失という危機的状況下においても、ゲートの重みで安全・確実に水門を閉鎖し、津波や地震後の

洪水等による被害を防止できるよう開閉装置を自重降下装置付きのものに更新を行ったものである。



図1. 荒川下流河川事務所管内施設



写真1. 施設の例 (岩淵水門)

2. 自重降下装置の仕組み

図2は、一般的な鋼製ローラゲートの構造で、荒川下流管内の8水門は基本的に全てこの構造となっている。水門の閉操作の時には、①電動機の回転力が②減速機→③ドラムピニオン→④ドラムギアへと伝わり、⑤ドラムが回転し、ワイヤーロープを送り出すことで水門が閉じる。

自重降下の場合、水門扉の重さでドラムが回転し水門が閉じるが、着床時の衝撃で扉体や土木構造物等に損傷を与えないよう降下速度を調整する必要がある。

自重降下時の制動装置としては、遠心ブレーキ、ファンブレーキ、油圧ブレーキ等があるが、今回対象となる水門は、全て大型水門であること、操作室内のスペースの都合上コンパクトな制動装置としたいことから、油圧ブレーキを採用した。

また、水門を自重降下させた後、洪水の自然流下や舟運の確保のため電源復旧前に水門を開操作する必要が生じたときのために、各水門には開操作用の予備エンジンを設けた。

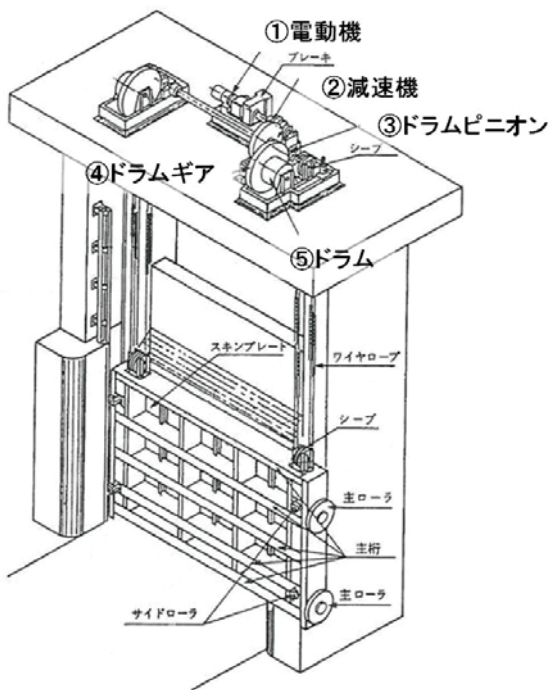


図2. ローラゲートの構造図

図3に、自重降下装置付きの開閉装置の機器配置図を示す。

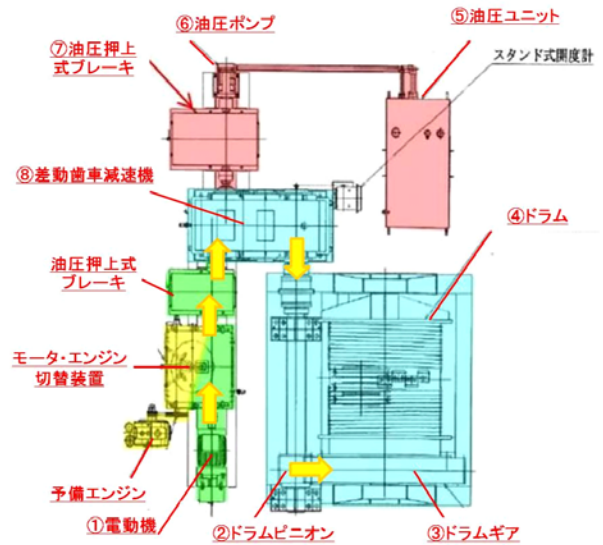


図3. 岩淵水門1号ゲート機器配置図

写真2に自重降下装置部分の写真を示す。

自重降下装置は、図4の⑥油圧ポンプと⑤油圧ユニットにより構成され、油圧ポンプにより配管内を流れる油の量を油圧ユニットの流量調整弁で調整することにより、抵抗を生み出し、電源が無い状態でも扉体が下降する速度を調整することができる。

自重降下の際には、扉体の運動エネルギーにより油圧ユニット内の温度が上昇し、温度が上昇する程抵抗が少なくなってしまうため、各水門2回程度連続で自重降下を行っても問題の生じない容量を確保している。



写真2. 自重降下装置写真

写真3は更新後の巻き上げ室内の写真である。



写真3. 岩淵水門巻き上げ機室内写真

3. 津波対応

平成23年3月11日の東日本大震災で荒川でも津波を観測し、河口にある南砂町の水位観測所で約80cm、そこから約20km上流にある岩淵水門(上)水位観測所で60cm、さらに河口から約30km地点にある笹目水位観測所で約40cmを観測し、最終的に、津波は河口から約35km上流にある秋ヶ瀬取水堰まで到達した。参考までに津波の観測時間と距離の関係から速度を計算すると、平均約25km/hの速度で遡上していったことがわかった。図4に平成23年3月11日の芝川水門(荒川河口より約20km)における水位変動のグラフである。ここからも水門は、津波発生から短時間のうちに確実に閉鎖できることが求められることが分かる。

平常時の水門の開閉速度は、毎分30cmであるが、自重降下時の開閉速度は、扉体や駆体への影響を考慮し毎分1mに設定してある。

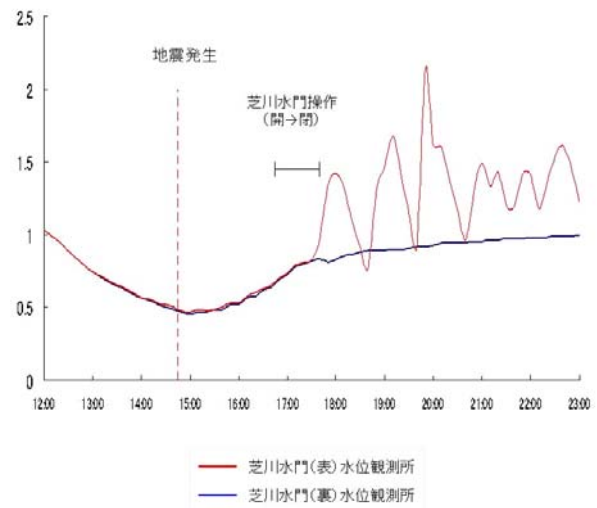


図4. 水位変動 (3. 1. 1 芝川)

4. 自重降下操作

水門の自重降下を行う状況は、何らかの原因により、水門への電源供給が遮断された、もしくは、機側操作盤が損傷した状況で洪水や津波等に対応するため、迅速にまた確実に操作を行う必要がある。また、操作をする人間は必ずしも水門の操作に慣れているとは限らないため、操作は簡易であることが求められる。

そこで、開閉装置の減速機に差動歯車減速機を用いることで、レバー操作により油圧押し式ブレーキを開放するだけで自重降下可能とした。

電動機による開閉操作時において、図4の①電動機の動力は、⑦差動歯車減速機→②ドラムピニオン→③ドラムギア→④ドラムと伝達され、ドラムが回転することにより開閉操作を行う。この時、⑥自重降下装置側の油圧押し式ブレーキは固定されており⑦油圧ポンプ側には、動力が伝わらない。

また、図5に、自重降下時の動力伝達を示す。扉体の自重により④ドラム→③ドラムギア→②ドラムピニオン→⑧差動歯車減速機→⑥油圧ポンプと伝達され、油圧ポン

ブと油圧ユニットにより構成される油圧ブレーキの抵抗で速度調整を行い、扉体が閉鎖する。この時、電動機側の油圧押し式ブレーキは固定されており、⑦自重降下側の油圧押し式ブレーキを手動開放することで⑥油圧ポンプに動力が伝達される。

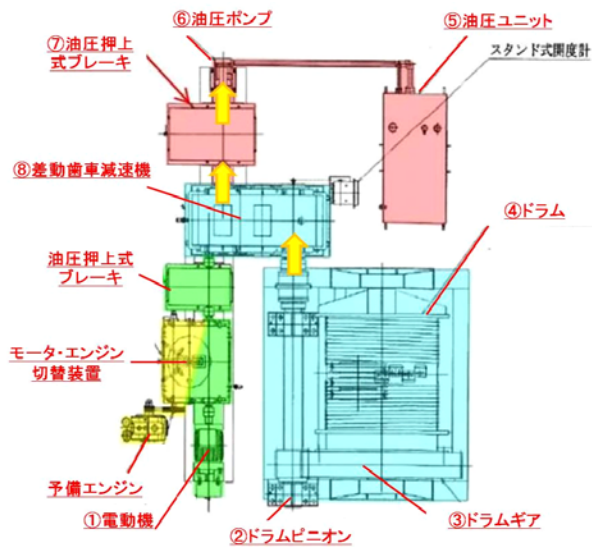


図5. 自重降下時の動力伝達

図6は、差動歯車の仕組みを示したものである。差動歯車減速機の内部は自動車のデファレンシャルの様な構造になっており、入力軸の片方を固定することで、もう片方の入力軸から出力軸へ動力が伝達されるようになる。これにより、油圧押し式ブレーキの作動／開放を切り替えることで電動と自重降下の切替を行うことができる。

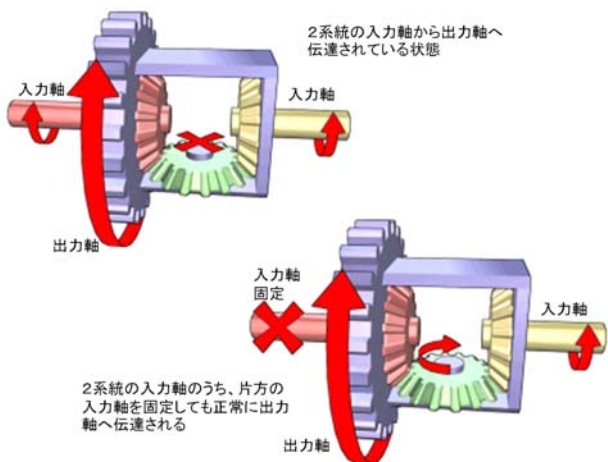


図6. 差動歯車の仕組み

5. 施工中の課題と解決に向けた取り組み

(1) 開閉装置更新中の津波、洪水対応

水門の開閉装置を更新にあたっては、扉体からワイヤーロープを取り外す必要があるため、撤去から据付までの期間はゲートを開閉することができない状態となる。

工事期間中の津波に備え、1門しかない水門については、全閉状態での施工とした。この際は、屋形船等の繁忙期である桜の季節を避ける、迂回路となる水門の工事と施工の時期をずらす等、施工時期を舟運への影響に配慮したものとした。2門以上ある水門については、1門ずつの施工とし、残りの門扉は全開状態で舟運を確保しつつ、有事の際には遠隔操作にて閉鎖できる状態で施工した。

(2) 機器の配置

各水門の巻き上げ機室は狭隘な箇所が多く機器の配置が困難であったが、非常時に操作員が分かりやすく、安全に操作できるよう自重降下装置側の油圧押し式ブレーキ解除レバーを操作しやすい位置に配置するとともに、操作方法を分かりやすく記載した説明書を巻き上げ機室内に設置した。

6. 今後の対応

平成24年度までに、荒川下流河川事務所管内で管理している全ての水門について開閉装置の更新を行った。

しかし、津波発生時の対応を考慮すると、操作遅れをなくし、また操作員の安全を確保するため、機側操作だけでなく遠隔操作により自重降下可能とすることが必要である。

荒川下流管内の各水門施設は、ループ化された光ケーブルにより通信を行い、CC

T Vカメラにて状況を確認しながら遠隔操作を行っている。また、電源については、直近の排水機場もしくは機側に設置された自家発電設備によりバックアップされている。

現在、遠隔操作設備の改造を順次行っており、平成25年度中に遠隔操作で全ての水門が自重降下可能となる予定である。また、大規模な地震等の原因により、光ケーブルや電源ケーブルが損傷する事態を想定

し、今後、電源喪失時に油圧押し式ブレーキの開放を行うための最小限のバッテリーを機側に装備し、無線等により最低限の操作指令の通信を行い自重降下を可能とすることを計画している。

これが完成すれば、大規模停電時にも遠隔操作により全ての水門を閉鎖することができ、大規模地震時の津波対策、地震後の洪水等の複合的な災害対策において地域住民を守る、より安全な対応が可能となる。