

自動開閉樋門設計 における二つの要点

REPORT

技術部 水工課



長東 亮平
(RCCM：河川、砂防及び海岸・海洋)



北村 明
(技術士：建設部門)

概要

従来、樋門のゲートは操作の確実性に優れている引上げ式のローラーゲート、または小規模断面の場合は引上げ式のスライドゲートが標準形式とされてきた。しかし、操作員の高齢化や後継者不足の問題に加え、操作員の安全確保の観点から、ゲート開閉操作の自動化が進められているところである。北海道では、自動開閉樋門の考え方を自動開閉樋門設計要領(案)として取りまとめ、平成25年8月の河川事業設計要領の改訂とともに運用が開始された。

本稿は、自動開閉樋門設計の初期段階で直面する二つの要点(問題点)について述べる。

キーワード 自動開閉樋門、樋門操作、不完全閉塞、内外水位差

1.はじめに

樋門のゲートには、確実に開閉ができ、十分な水密性を有する構造とすることが求められることから、従来、操作の確実性に優れている「引上げ式樋門」(ローラーゲート、またはスライドゲート)が多くの場合採用されてきた。しかし、引上げ式樋門は人為的な操作を要するものであり、ゲート操作員の高齢化や後継者不足が問題となっている。さらに、東日本大震災では、ゲート開閉操作に向かった操作員が津波に流され、尊い命が失われた。これらのことから、操作員の安全を確保するとともに、迅速かつ確実に樋門ゲートの開閉操作が行われるように、ゲート開閉操作の自動化が進められているところである。

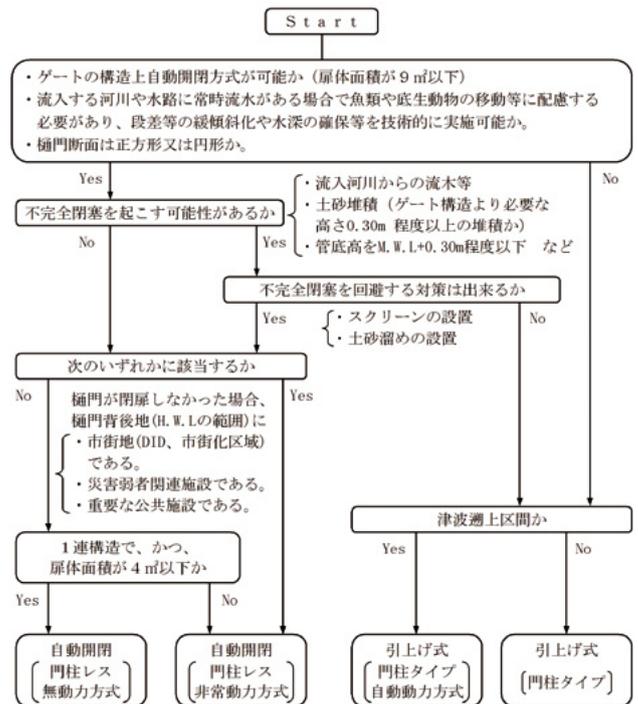
北海道では、小さな内外水位差で確実に開閉し、人為的操作を必要としないバランスウエイトを有する自由振動タイプのゲートを「自動開閉樋門」と呼称し、平成25年8月の河川事業設計要領の改訂とともに設計及び施工運用が開始された。そこで、自動開閉樋門設計の初期段階で直面する二つの要点(問題点)について述べる。



図-1 引き上げ式樋門(左)と自動開閉樋門(右)

2.【要点①】“不完全閉塞を起こす可能性”の解釈

図-2に自動開閉樋門設計要領(案)における、「自動開閉樋門」の適用選定フロー図を示す。



※全てのゲート形式で不完全閉塞時に対応し、角落としを付加する。

図-2 自動開閉樋門の選定フロー図

このフロー内の2番目の分岐である“不完全閉塞を起こす可能性があるか”および3番目の分岐“不完全閉塞を回避する対策は出来るか”の連続照査ルートが示すとおり、自動開閉樋門の適用性は、ゲートの不完全閉塞を起こす可能性の有無によって決定付けられる。

しかし、不完全閉塞を起こす可能性があるかについて、具体的にその判断を成すのは意外と困難である。フロー内にはその判断

補助としていくつかの補記があるが、当社ではゲートの不完全閉塞を防ぐために、「土砂堆積高の影響を受けない管底高」かつ「M.W.L+30cm程度以上の管底高」の確保を十分条件として自動開閉樋門の適用判定を行なっている。

ここで、土砂堆積高の評価方法は現在のところ定まっていないため、現地踏査による概測（堆積高の簡易測量や目視による痕跡の調査）を用いる（図-3）。土砂堆積（流動）が土砂溜めの設置によって回避できる程度の場合は、呑口（川裏）翼壁の敷高を下げる（50cm程度以上）ことで“対策可能”と判断する。



図-3 川表側土砂堆積

なお、吐口（川表）側に土砂堆積の痕跡が認められた場合は、「設置位置を見直す」「河道線形を改良する」といった抜本的対策が必要であり、止むを得ずそのような場所に樋門を設置する場合は、“対策不可能”すなわち「引き上げ式樋門」の適用を提案する。

水位が内水位より下がった場合に開扉することが証明された。

以上のことから、「樋門を自動開閉化しても従来の操作規則（水位条件）を変える必要は無い」との理解を得ることが出来る。

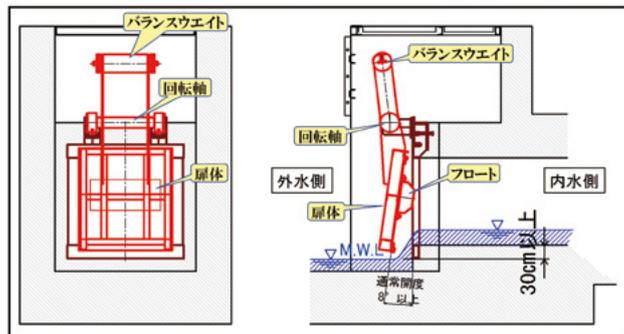


図-4 自動開閉ゲートの構造

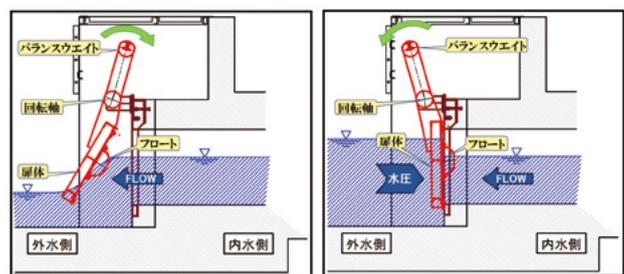


図-5(1) 内水排除時

図-5(2) 逆流防止時

3.【要点②】“自動閉扉水位”への理解

(1) 樋門操作要領

従来の樋門では、樋門毎に「樋門操作要領」が策定されている。これは、洪水が発生した時のゲートの閉扉（開扉）操作を行う水位を定めたものであり、「外水位が上昇し逆流を開始した時点で樋門を閉扉し、外水位が内水位より下がった場合に開扉する。」という基本原則に則っている。

では、ある樋門を自動開閉樋門へと改築した時に、従来の樋門操作要領を変更する必要があるのか無いのか。このことは、治水の根幹に関わる要点である。

(2) 自動開閉樋門のメカニズム

自動開閉樋門（ゲート）の上部にはバランススイート（重り）が付いており、扉体中央部にはフロート（浮き）が付いている（図-4）。回転軸でバランスを取っており、水につかっていると、数百kgのゲートを片手で持ち上げることが可能である。

従って、内水が排除されている段階（図-5(1)）ではゲートが水に押されて大きく開き、外水が内水よりもわずかも上昇すると、扉体に水圧がかかり密閉される（図-5(2)）。

このメカニズムは、樋門操作要領の基本原則そのものを表しているように思える。図-6に自動開閉ゲートの開閉状況を実測したグラフを示す。結果、「外水位が逆流を開始した時点で閉扉、外

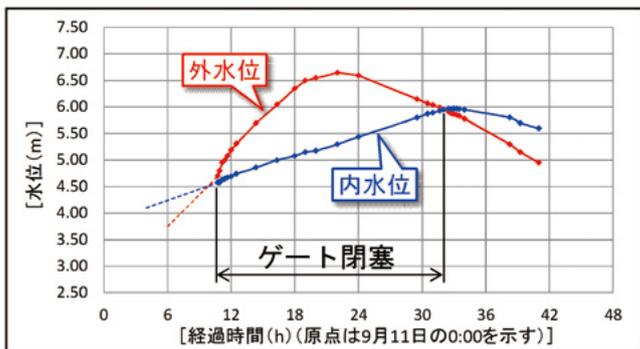


図-6 自動開閉ゲートの閉塞時間（実測データ）

4. おわりに

樋門自動化を推進する新しい設計方法は、平成25年8月より北海道の新設計要領として運用が開始された。本稿では、新要領の運用において、当社が経験した疑問点の解釈や、解明の要点を紹介した。

当社では、自動開閉樋門設計の専門チームを早くから立ち上げ、適用性の検証からコスト面の提案、レベル2地震動に対応した詳細設計までを複数基行っている。この過程で得られた知見や問題点の解決策などについて、積極的な発信を心掛けているところである。

参考文献 1) 自動開閉樋門設計要領（案）

北海道建設部 土木局河川課 平成24年