

平成25年度

石狩川頭首工の管理について

札幌開発建設部 札幌北農業事務所 第1工事課

○吉川 隆史
武田 耕一
中野 利尚

新石狩川頭首工は、平成15年度から施工していた頭首工本体部が平成23年度に完了し、右岸管理橋の建設と一部使用検査を経て、平成25年11月より直轄管理事業として国が管理を行っている。

本報は、石狩川頭首工を管理するにあたり、流量変動予測の考え方、ゲート操作方法及び管理体制について報告するものである。

キーワード：流量予測、操作方法、管理体制

1. はじめに

国営かんがい排水事業「篠津中央二期地区」（以後本事業）は、石狩振興局及び空知総合振興局管内の1市2町1村における受益地7,460haを対象としている。また、本事業の受益地は主として水田地帯であるため、代かき期間の短縮や深水かんがいなど、稲作に必要な用水を安定的に供給することにより、農業経営の安定と地域農業の振興に資することを目的としている。本事業では、老朽化の著しい旧石狩川頭首工（昭和38年竣工）を全面改修し、河川工作物としての安全性の向上に加え、維持管理費の削減を図る。

新石狩川頭首工（以後本頭首工、写真-1）は、石狩川河口から55km上流（図-1）、旧石狩川頭首工の約300m下流に位置している。本頭首工は、フローティングタイプの全可動堰であり、堤長257m、堤高4.6m、計画最大取水量37.49m³/s、洪水吐5門、土砂吐1門を有する頭首工である。

受益地である篠津地域は、泥炭土壌が広く分布する特殊土壌地帯である。明治時代から運河掘削が始まり、昭和30年代には「篠津地域泥炭地開発事業」が世界銀行の融資を受けて行われるなど、その開発には長い歴史がある。このような経緯で開発された篠津地域を潤す篠津運河へ用水を引き入れることが、本頭首工の役割である。現在建設中の本頭首工は、直轄管理事業として引き続き国が管理を行う。

本頭首工地点は、過去に洪水が発生した場所であり、この地点の計画洪水量は12,500m³/sと大きい。また、下流には札幌市を中心とする約200万人もの人口が集中していることから、治水上の要所であるといえる。さらに、篠津運河の泥炭法面において、極端な水位変動に伴う乾燥と過湿を防ぐため、冬期を含めた通年取水等の管理を

行っている。したがって、河川流況を長年にわたる経験から熟知しており、直轄管理事業を継続することは極めて重要である。

本報では、次のように今後の石狩川頭首工の操作・管理について報告する。まず、石狩川の流況と運用諸元について述べる。次に、流量変動の予測とゲート操作方法について説明し、最後に石狩川頭首工の管理体制について述べる。



図-1 石狩川頭首工位置図



写真-1 新石狩川頭首工状況（H25.10.29現在）

2. 流況と運用諸元

(1) 頭首工地点における石狩川の流況

i) 流況

本頭首工地点の流域面積は9,342km²と極めて大きい。月形観測所における近年10カ年の流況は以下の通りである。なお、各流量は、1年を通じて括弧内の日数より下らない流量である。

- ①豊水流量 (95日) : 365 m³/s
- ②平水流量 (185日) : 220 m³/s
- ③低水流量 (275日) : 151 m³/s
- ④渇水流量 (355日) : 108 m³/s

また、近年10カ年における最大流量は5,480 m³/s (H13.9)である。

ii) 頭首工地点の洪水発生頻度

頭首工地点は、大雪山系・暑寒別岳・十勝岳連峰など高峰の山地流域を抱えていることから、4月～5月の融雪期のほか、7月～9月は出水期であるため、2度の河川増水期がある。近年10カ年において、本頭首工地点の日最大流量が洪水時流量以上となる日数は319日 (32日/年) である (表-1)。

表-1 近年10カ年の洪水発生日数

| | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 月計 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 1月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3月 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 4月 | 17 | 23 | 13 | 15 | 18 | 15 | 9 | 5 | 10 | 10 | 135 |
| 5月 | 6 | 0 | 9 | 14 | 16 | 23 | 8 | 0 | 3 | 25 | 104 |
| 6月 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| 7月 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 5 | 24 |
| 8月 | 1 | 4 | 1 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 9 | 23 |
| 9月 | 6 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 15 |
| 10月 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 11月 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 12月 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| 年計 | 38 | 31 | 26 | 33 | 42 | 45 | 20 | 8 | 21 | 55 | 319 |

(2) 石狩川頭首工の運用諸元

i) 計画取水位

頭首工地点においてWL=4.97mとする。

ii) 洪水時流量

洪水時流量とは、頭首工ゲートを全開とした場合に、頭首工地点の河川水位が計画取水位である時の河川流量をいう。本頭首工の洪水時流量は790m³/sである。

iii) 放流限度量

放流限度量とは、本頭首工のゲート操作により放流を行う際、下流水位を10分間に10cm以上上昇させない放流の限度量である。これは、管理区内で水位上昇の速い断面を対象に不等流計算で検討を行った。例えば、頭首工地点の流量が約400m³/sの場合、放流限度量は約27m³/sとなる (図-2)。

iv) 最大堰上げ水位

本頭首工における堰上げの上限水位は、5.37mである。これは、頭首工中水敷高より風波高の余裕を見て堰上げ水位の検討を行った。

v) 管理区間

管理区間は、本頭首工から約15km下流の幾春別川新水路合流地点までとする。

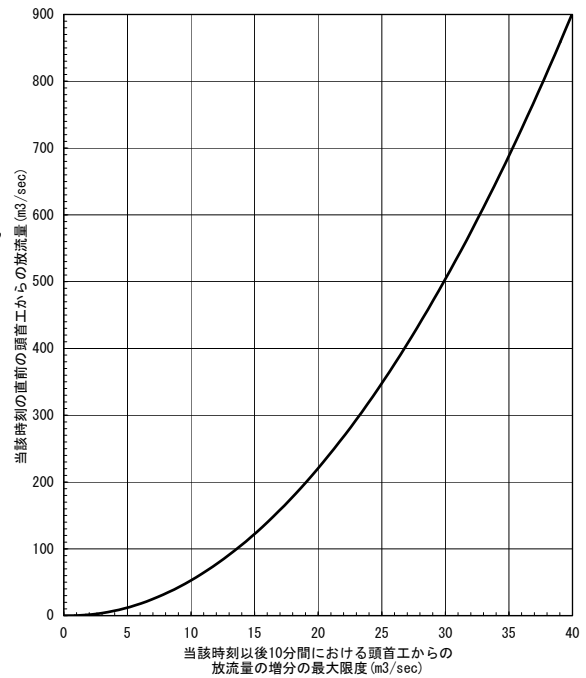


図-2 放流限度量曲線

3. 流量変動の予測とゲート操作方法

(1) 基本的な考え方

本頭首工のゲート開閉速度は1分間に30cmであり、安全上の観点から、同時に複数のゲートを動かすような運用は認められていない。つまり、ゲートの開閉には時間を要するので、時間的余裕を持って操作を行うために頭首工地点の流量を事前に予測し、河川水位を適切に管理することが重要である。

このことから、ゲート操作は頭首工地点の水位を計画取水位4.97mに保つとともに、①ゲート放流量は放流限度量を超えないこと、②水位の堰上げは最大堰上げ水位以下で行うことの2つの条件を守るものとする。

流量変動予測の基本となる考え方は、本頭首工地点の上流22kmに位置する奈井江大橋地点 (図-3) の流況を観測 (国交省ホームページ「水文水質データベース」より入手) し、奈井江大橋地点から本頭首工地点までの流達時間が平均3時間であることから、3時間後の頭首工地点流量を予測するというものである。本頭首工より上流にある15カ所の観測地点から奈井江大橋地点を選定した根拠は、①他地点と比較し相関が良いこと (相関係数0.98、図-4)、②平均流達時間が3時間でゲート全開操作等の対応に時間的余裕が見込めることである。

なお、3時間を時間的余裕とする根拠は、過去10カ年の流況を検証した結果、時間当たりの流量増加が最も大きい場合においても、3時間あれば十分にゲートを全開にすることができるためである。

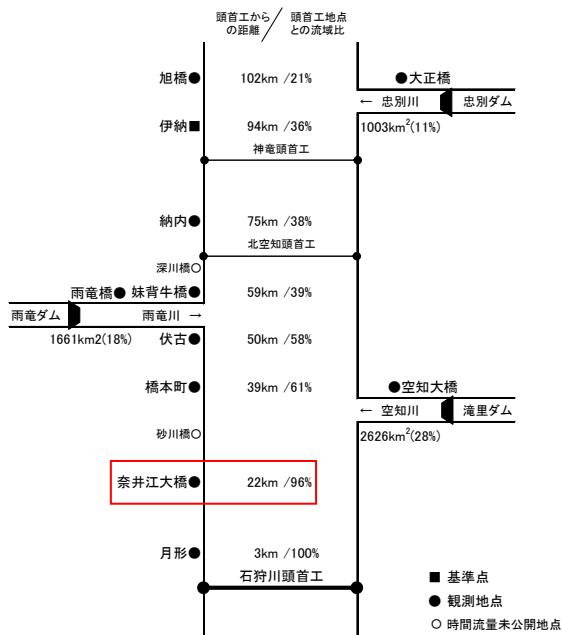


図-3 河川水位観測地点

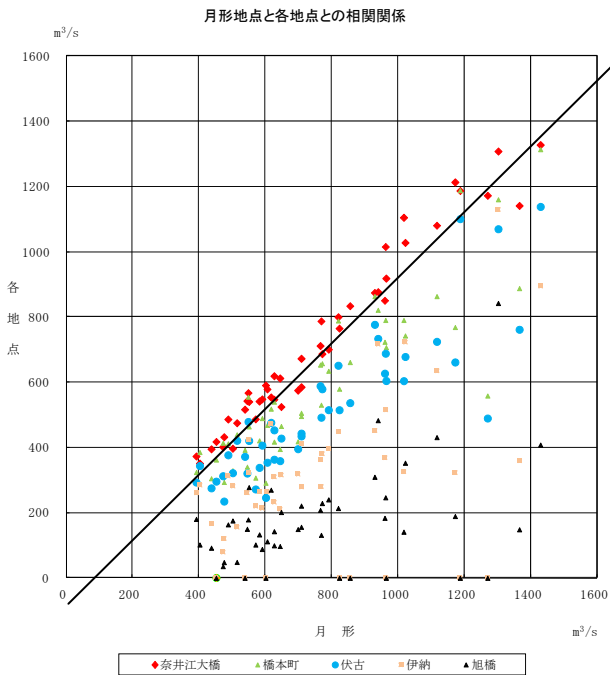


図-4 月形地点と各地点との相関関係

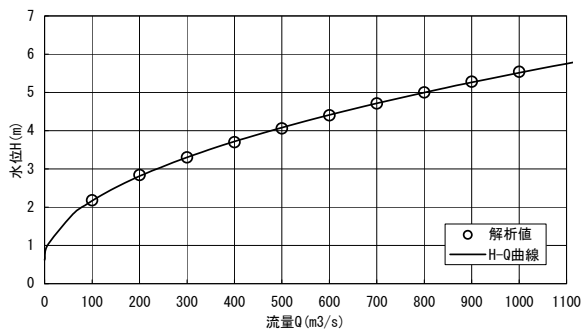


図-5 頭首工地点のH-Q曲線

(2) 流量変動予測のフロー

流量変動の予測は以下の流れで行う。

- ①国交省ホームページ「水文学質データベース」のテレメータ水位から奈井江大橋地点の水位を観測する
- ②奈井江大橋地点におけるH-Q式より、水位を流量(Qx)に変換する
- ③奈井江大橋地点の流量(Qx)を、以下の式により3時間後の頭首工地点の流量(Qy)に変換する

$$Q_y = 1.0027 * Q_x + 22.97$$
- ④本頭首工地点におけるH-Q式(図-5)より、頭首工地点の流量を水位に変換する

$$Q_y = 41.77 (H - 0.62)^2$$

なお、上記の各式は不等流計算結果に基づき求め、計算条件は石狩川河川整備計画と同等条件とした。以上の手順により、奈井江大橋地点の水位から、3時間後の本頭首工地点の流量および水位の予測が可能になる。

(3) ゲート操作について

i) ゲートの操作設備

ゲート操作を行う施設は図-6に示す通りである。基本的には頭首工堰柱内にある機側操作盤(写真-2)で操作する。また、堰柱内には機側伝送装置盤もあり、ある堰柱内にいながら他のゲートの開度状況等も確認できる。さらに、管理棟内には遠隔操作が可能なコンピュータ端末があり、堰柱内外に取り付けられたカメラによりゲート周辺の状況を確認することもできる。なお、機側操作盤に操作権がある時は、管理棟からの遠隔操作はできないように制御される。

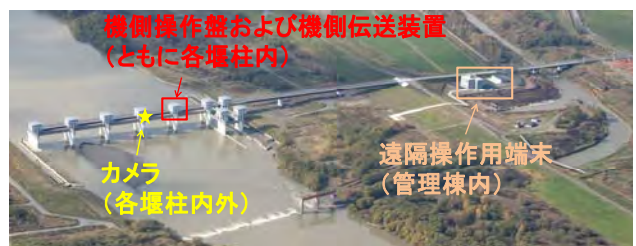


図-6 ゲート操作施設



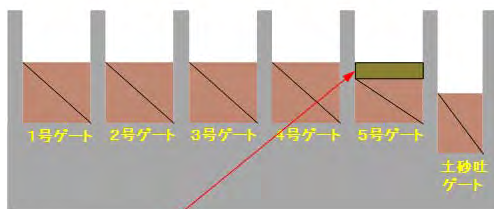
写真-2 機側操作盤

ii) ゲート操作方法

ゲートは、計画取水水位4.97mを保つように調整し、具体的なゲートの操作順序は以下の表-2のようになる。開操作において説明すると、まず、5号上段扉体(図-7)は、初期段階における放流として運用する。次に、流量増加による水位上昇に伴い、5号上段扉体の起立後、下流に対する安全性の観点から、ゲート1回の最大開閉量を0.62mとして3号→2号→4号→1号→5号下段扉体→土砂吐ゲートの順で開けていき、以後この操作順序で開操作を繰り返す。なお、閉操作は開操作と逆の順序で行う。

表-2 ゲート操作手順

| 洪水吐ゲート | | | | 5号 | | 土砂吐ゲート | |
|---------|---------|-------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1号 | 2号 | 3号 | 4号 | 下段扉体 | 上段扉体 | 下流 | 上流 |
| ① | ⑦ | ⑥ | ③ | ⑩ | ①~⑤全開迄 | ⑪ | 全開 |
| ② | ⑧ | ⑦ | ④ | ⑪ | 全閉迄⑥ | ⑫ | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| i+3(全開) | i+1(全開) | i(全開) | i+2(全開) | i+4(全開) | | i+5(全開) | |



5号上段扉体

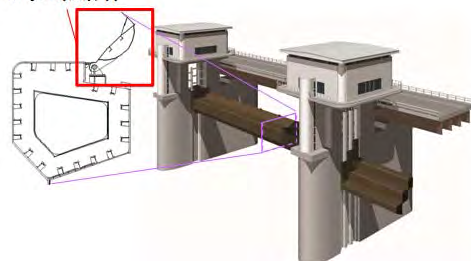


図-7 ゲート模式図

(4) ゲート操作頻度

本頭首工のゲート操作頻度は、近年の河川流況に基づき、1号~4号洪水吐ゲートは約400~430回/年、5号下段扉体および土砂吐ゲートは約380回/年と試算している。

4. 石狩川頭首工の管理

(1) 管理体制

i) 基本体制

河川流況の監視は頭首工地点の水位や流量等について、管理職員及び委託管理員により24時間体制で行う。本川ゲート(洪水吐ゲート・土砂吐ゲート)の操作は必ず管理職員が行い、委託管理員は取水樋門のゲートのみ操作を行うことができる。図-8は、水管理概念図として、頭首工管理に関わる施設を模式的に示したものである。

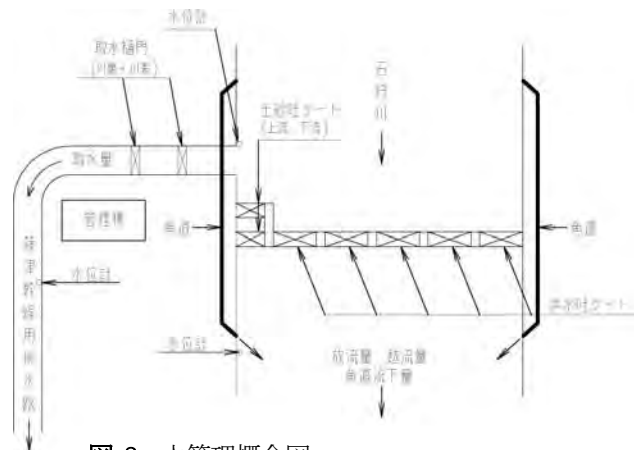


図-8 水管理概念図

ii) 洪水警戒体制

洪水警戒体制とは、頭首工及びその周辺に適切に管理できる要員を確保することをいう。奈井江大橋地点において、流量400m³/s以上かつ時間増加量24m³/s以上の場合、不等流計算の検討結果から3時間後の頭首工地点の流量が洪水時流量に達する可能性がある。そこで、これを判断指標のひとつとし、天候等を踏まえて総合的に洪水警戒体制をとるかどうかを判断する。ただし、岩見沢市および月形町に大雨警報が発令された場合は、必ず洪水警戒体制をとる。

頭首工地点の流量が790m³/s以上となる洪水時においては、ゲートを全開に操作する。

iii) 下流警報活動

急な流量変動により、やむを得ず放流限度量を超えるような緊急操作を行う場合には、警報車(写真-3)の拡声器により警告する。警報活動は管理区間内の堤防を左右岸2台で走行する。



写真-3 警報車

(2) 取水管理のフローチャート

取水管理の流れについては、以下のフローチャート(図-9)の通りである。まず、篠津中央土地改良区が管理する集中管理センターから取水の要請を受ける。次に、河川水位が計画取水水位に保たれているかを確認し、必要に応じて洪水吐ゲート进行操作する。最後に、取水ゲート进行操作して必要水量を取水する。

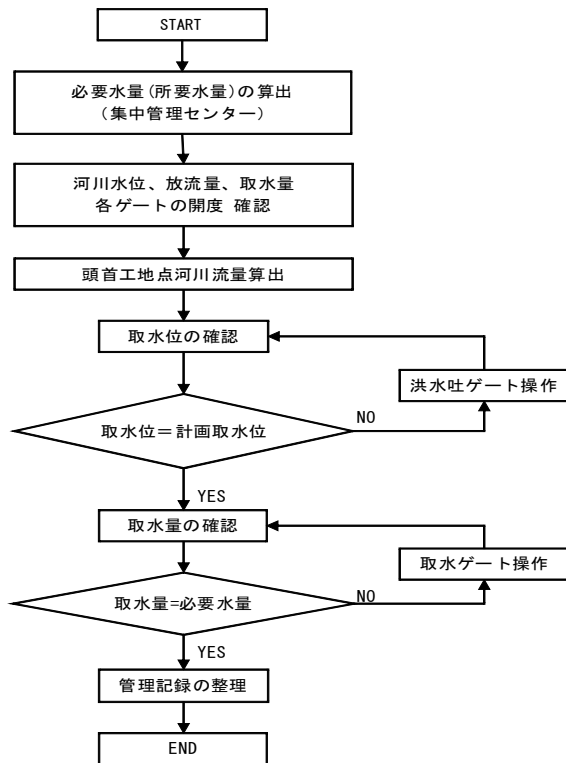


図-9 取水管理フローチャート

5. おわりに

本報文は本頭首工の操作・管理について、石狩川の頭首工地点における流況等を説明した上で、流量変動を予測する考え方とゲート操作方法、管理体制を報告した。

本頭首工は、一部使用検査を経て、平成25年11月14日に取水を開始し、直轄管理事業として国の管理が始まっている。本頭首工の特徴のひとつとして、冬期も含めた通年取水を行うため、冬期もゲート操作が必要になることが挙げられる。そのため、凍結防止装置を各ゲートに設けており、こうした設備についても運用上の管理が必要になる。

一級河川の石狩川に建設された本頭首工の管理は、利水上のみならず治水上でも重要な意味を持つ。かんがい期は4月20日からであり、次年度からの本格的な取水開始に向けて、今後の管理を適切に行っていききたい。