

# 川向頭首工における下流水位に 配慮したゲート操作の検討

札幌開発建設部 岩見沢農業事務所 計画課 ○青木 翔  
亀田 晋  
小嶋 守

川向頭首工は、石狩川水系幾春別川に設置されている農業用水施設である。

本頭首工下流地点には、河川水位観測所があり、物理的に水位変動の検証が可能であったことから、放流に伴う下流河川水位上昇の要因、諸条件を勘案し、より確実なゲート操作運用の確立を目的とし、放流時のゲート操作と下流河川水位の検証を行っている。

本報では検証の精度を更に高めるために、新たに用水路における不定流解析のシミュレーションプログラムを活用し、放流時の水位実測データとの比較により、再現性を高めた河川流況の把握について報告するものである。

キーワード：技術一般、頭首工、洪水吐ゲート

## 1. 川向頭首工の概要

川向頭首工は、空知管内岩見沢市に位置し、石狩川水系幾春別川に設置されている（図－1）。

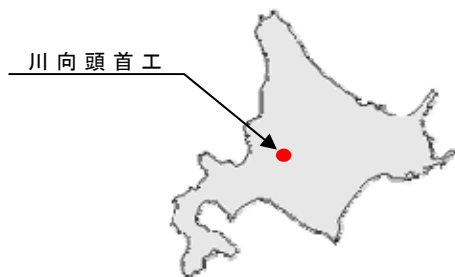
頭首工本体は、昭和56年に河川改修工事により全面改築されているが、その後の追加工事により現在は魚道も設置されている（写真－1）。

頭首工形式は、全面可動堰フィックスドタイプで、土砂吐を兼用している洪水吐ゲート1門（下段扉が幅25m高さ3.7mのローラゲートで、上段扉が幅23m高さ1.2mのフラップゲート）となっている。

ゲート敷高がE.L. 18.98mで計画取水水位がE.W.L. 23.78mとなっていることから、かんがい期（5月～8月）は4.8mの堰上げとなっている。



写真－1 川向頭首工全景（下流から上流を望む）



図－1 川向頭首工位置図

## 2. 河川の諸元

川向頭首工地点では、計画高水量  $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 、河床勾配約  $1/600$ 、低水路敷幅  $20\text{m}$ 、低水路幅  $51.5\text{m}$ 、川幅  $80\text{m}$  となっており、川向頭首工下流区間においては、築堤及び河道掘削の整備が概ね終了している（図－2）。

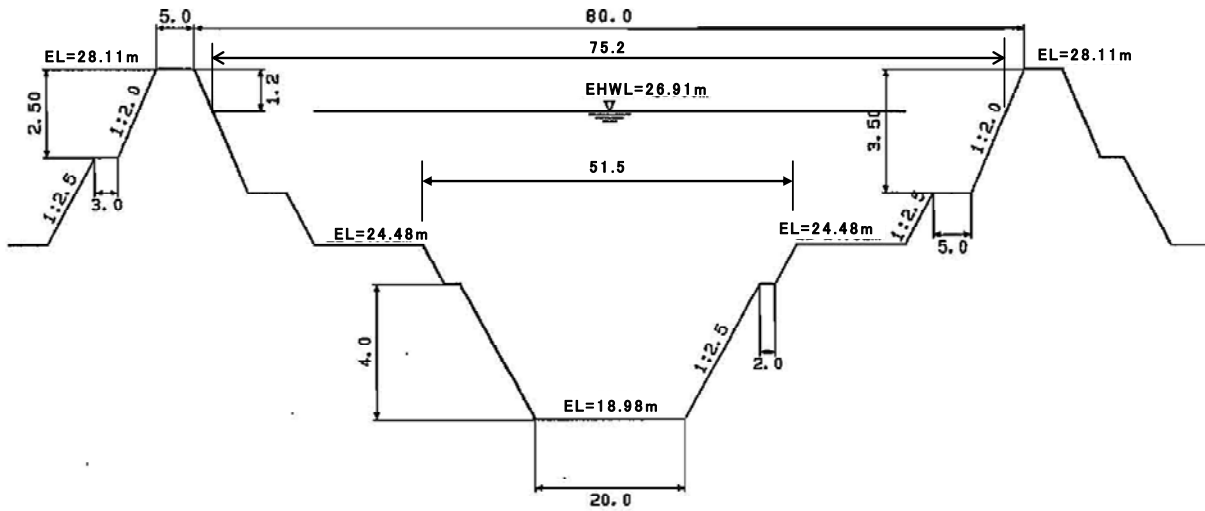


図-2 川向頭首工 (KP17+124) 地点河川断面図

### 3. ゲート操作の概要

頭首工のゲート操作は、全て管理棟及び機側の操作盤により行っている。

#### (1) 河川増水時におけるゲート操作

河川流量が増加している時の放流操作は、上段扉フラップゲートを段階的に倒して河川水位を保持し、堰上げ上限水位に達した段階（約 70 m<sup>3</sup>/s）で下段扉ローラゲートを段階的に引き上げ、河川流量が 430m<sup>3</sup>/s（計画取水水位における頭首工地点の最大放流量）に到達した時点で全開操作を行っている（図-3）。

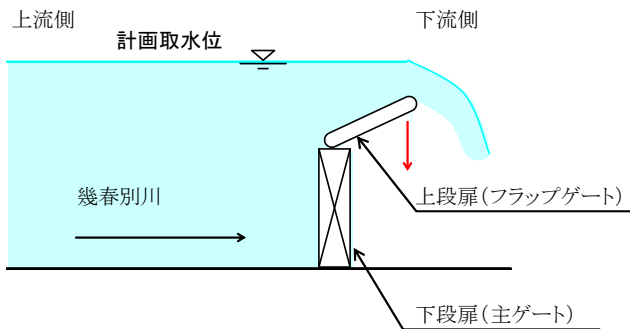


図-3 河川増水時における放流操作略図

#### (2) 落水時におけるゲート操作

かんがい終了後の落水時における放流操作は、基本的には河川増水時における放流操作と同様であるが、堰上げされている河川水位を低下させていくことになるため、上段扉フラップゲートが全転倒後、下段扉ローラゲートを段階的に引き上げ、ゲート下端が水面から離れた段階で全開操作を行っている（図-4）。

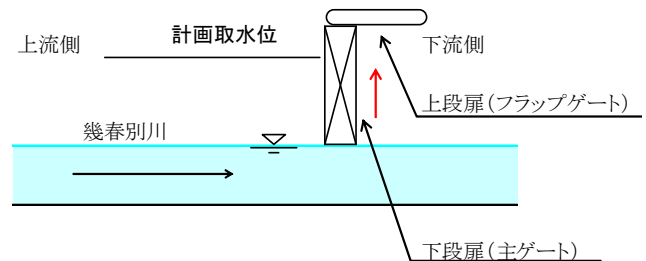


図-4 落水時における放流操作略図

### 4. 放流時のゲート操作と下流河川水位の検証

本頭首工においては、放流の際の巡回・監視区間内に水位観測所（西川向基準点）があり（図-5）、物理的に水位変動の検証が可能であったことから、放流に伴う下流河川水位上昇の要因、諸条件を勘案し、より確実なゲート操作運用の確立を目的とし、放流時のゲート操作と下流河川水位の検証を行うこととした。

放流の際は、下流河川水位の急激な上昇をさせないことを前提に放流操作を行う必要があり、本頭首工においても下流（頭首工から石狩川合流点までの区間において、水位上昇が最も早い地点）で10分10cmの水位上昇分を頭首工地点での放流限度量とし、これを基に段階操作を行っている。

#### (1) 下流河川水位の検証

頭首工からの放流による下流河川水位の検証は、河川増水時における放流の場合、下流の区間流入の影響を受けやすいことから、区間流入が少ない落水時において行った。

本頭首工においては、管理規程を遵守したゲート操作を行っているが、下流約 10km 地点に河川水位観測所があるため（図-5）、放流に伴う下流の水位変動の検証が可能であったことから、過去の放流時における河川水位データを検証したところ、大半の期間において下流の水位上昇が予測の範囲内であったが、ごく一部の期間において下流の水位上昇が予測の範囲を超えている事象があった（図-6）。



図-5 川向頭首工と下流水位観測所位置図

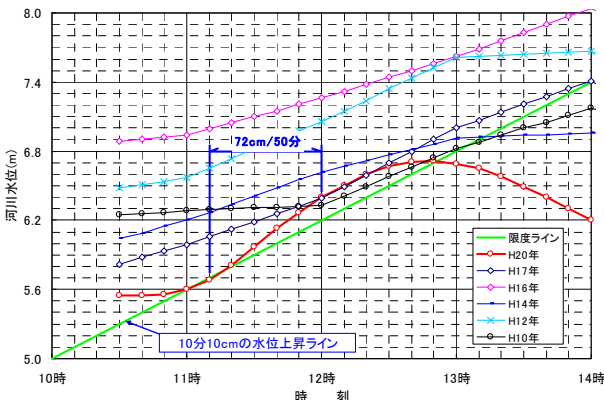


図-6 下流水位観測所の河川水位変動(落水時)

## (2) 放流データとの比較

河川水位の上昇が予測を超える結果となった原因を解明するため、頭首工からの放流量データと下流河川水位データを比較したところ、放流操作開始から最大放流量となるまでの時間と下流河川水位が上昇を始めてからピークを迎えるまでの時間に差異が生じていることが判明した（図-7）。

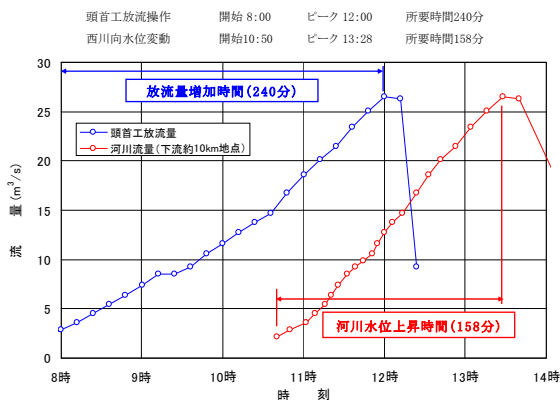


図-7 放流量の増加と下流河川水位上昇時間の比較

## 5. H22年度における検討内容

### (1) 要因の推察

頭首工地点と下流地点の水位上昇時間の差異に着目し、「流速の変動」を要因と推察した。

### (2) 流速の変動を考慮したゲート操作の検討

流量別に流速を設定し下流河川の水位変動を予測した結果を基に、放流の際における頭首工ゲートの段階操作間隔を 10 分から 20 分に変更した。

なお、各段階のゲート開度量は、下流で 10 分 10cm の水位上昇分を頭首工地点の流量に換算したものを放流限度とし、頭首工地点の水位とゲート開度による水理計算に基づき算定している。

### (3) 実施結果及び検証結果

平成 21 年と平成 22 年の放流操作において、ゲート操作間隔を 20 分に変更し放流を行った結果、いずれも 10 分 10cm 以内の水位上昇となっているが、変動予測と実測データの再現性はあまり高くない（図-8）。

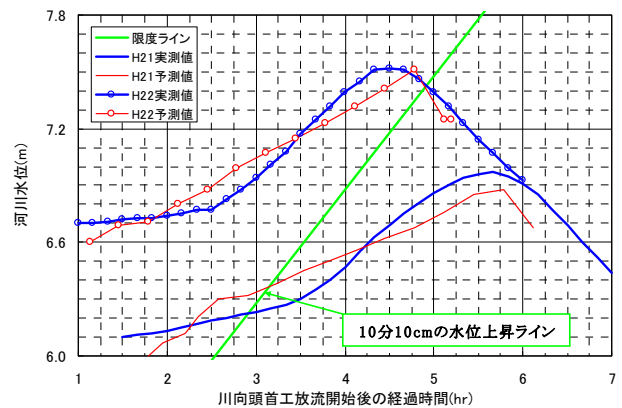


図-8 平成21年及び平成22年放流実績

## 6. H23年度における検討

H23年度の検討においては、再現性を高めるため、既存の不定流解析プログラム<sup>1)</sup>を活用し、川向頭首工の放流が下流水位に及ぼす変動について予測を行った。

### (1) 与条件の整理

既存のプログラムが用水路仕様であるため、河川断面は単断面とし、計算のための水路延長方向のメッシュ作成では、1メッシュを概ね200mとするとともに、断面変化点がメッシュの境界になるように適宜区切った。

これらの各メッシュで、以下の与条件を整理する。

- 敷高
- 底幅
- 法高

- ・ 法勾配
- ・ 粗度係数
- ・ 上流端の水位（頭首工地点を上流端とし、ゲートの各操作段階における水位を条件とした。）

## (2) シミュレーション解析の補正

シミュレーション解析は、粗度係数による条件によって河川流下係数を表現するものとし、粗度係数の調整により実測との照合を行う。

## (3) 解析結果

H23年の放流実績を基に解析を行った結果、流出のピークが一致する条件は再現できたが、図-9のように実測データは、初期の流出の傾きとピーク前の流出の傾きで大きく変化しているが、計算では、その変化を表現できていない状態となった。

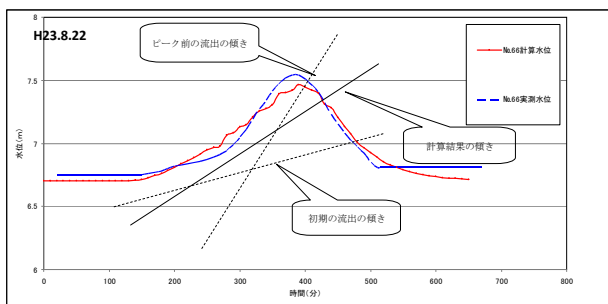


図-9 H23年放流実績とシミュレーションの比較

## (4) 解析の問題点

河川断面を単断面で設定しているため、実測のような流出の変化を再現することが困難であると思われる。

## (5) 問題点の解消

問題点を解消するため、河川断面を複断面で設定できるようシミュレーションプログラムを改良した。

## (6) プログラム改良後の解析結果

H21年の実測データとはあまり一致していないが、H22年とH23年の実測データとは概ね波形を一致させることができた（図-10、11、12）。

## 7. 考察

解析を行った結果、H22年とH23年は概ね実測の水位変化を再現できた。

更に再現性を高めるためには、河床の土砂堆積状況等を反映させた上で、粗度係数の調整を行えば改善できると考えられる。

## (1) 上流と下流の水位変動に差が生じる要因

図-7のように上流の水位変動と下流の水位変動の時間に差が生じる要因としては、波の伝わり方（流速の差）に影響があるものと考え、各地点の流速を確認した。

確認方法として、2時間後の流速と下流の観測地点でピークを迎える5時間後の流速の差をグラフにしており、図-13のように上流は流速の差が大きく下流は流速の差が小さいことが判明した。

この結果が波の伝播速度の差であり、下流の流速が遅くなった所へ次の流量が到達し、下流の水位上昇に繋がるものと考えられる。

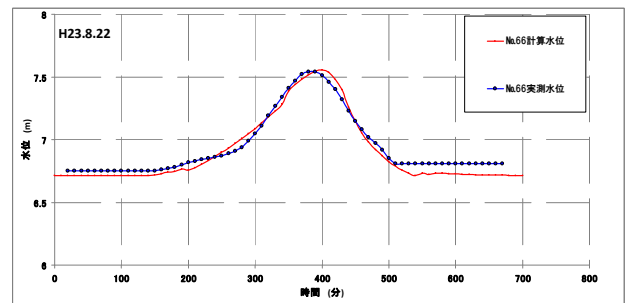


図-10 H23年放流実績とシミュレーションの比較

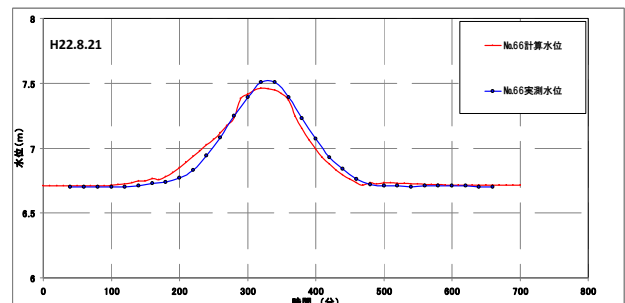


図-11 H22年放流実績とシミュレーションの比較

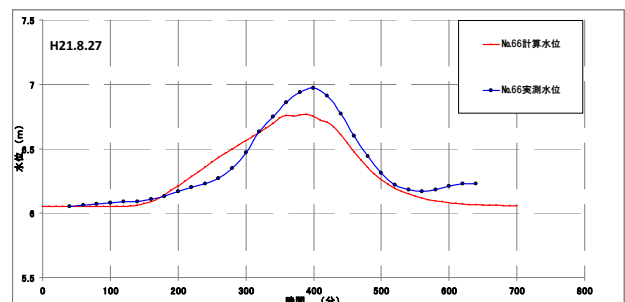


図-12 H21年放流実績とシミュレーションの比較

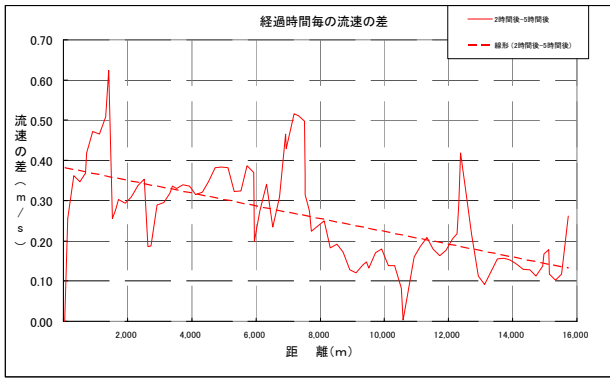


図-13 各地点における流速の差

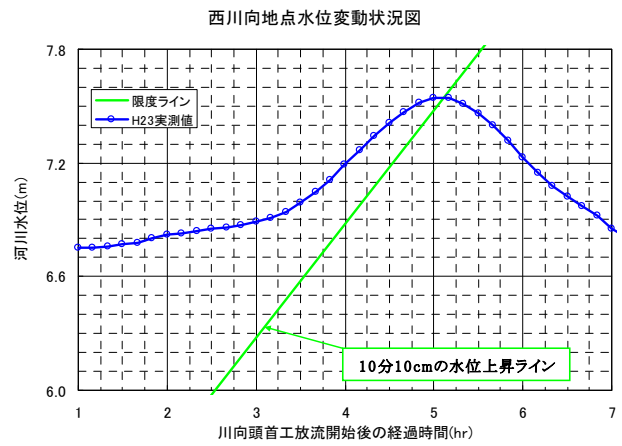


図-14 H23年水位変動状況図

### (2) 解析手法の課題

今回の解析では、平成14年度に測量した幾春別川の  
大横断から河川断面を設定しているが、年数が経過して  
いること等から断面形状が変化している可能性がある。

### (3) 解決策

課題を解決するためには、河川の現況断面再確認によ  
る基礎諸元の見直し及びシミュレーションプログラムの  
修正を行う必要があると考える。

### (4) ゲート操作の妥当性（安全性）

本頭首工においては、下流の水位上昇に配慮しゲート  
操作間隔を10分から20分に変更することとしているが、  
H23年の放流操作においても、下流河川水位の上昇を10  
分10cm以内に抑えることができていることから、下流河  
川に対して安全に放流することが可能であると言える  
(図-14)。

### (5) 今後に向けて

H22年、H23年と解析を行ってきたが、実測の水位変動  
を的確に再現するためには課題が残っているため、今後  
は、課題解消に向け以下の調査・検討を行い、再現性を  
更に高めたいと考えている。

- ・ 河川断面の再調査
- ・ 河川流況の目視

また、本頭首工においては、ゲート操作間隔を10分  
から20分に変更して運用してきているが、更に最適な操  
作間隔を求められるようにシミュレーションプログラムの  
修正等を行い、より確実なゲート操作運用の確立を目指  
していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 既存の不定流解析プログラム：「農業水利計画のための数  
理シミュレーション手法 ―新たな広域水管理をめざして―  
平成5年10月 白石英彦・中道宏 編著」