

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 ○亀田 晋
竹内 基裕
奥井 宏

川向頭首工は、石狩川水系幾春別川に設置された農業水利施設であり、昭和56年に河川改修に伴い全面改築されている。施設の管理は管理受託者である北海土地改良区が行っているが、頭首工ゲートが洪水吐ゲート1門であり、ゲート幅が河道幅と同程度なことから、ゲート操作に伴う放流量の増加で、急激に河川水位が上昇しやすい特徴がある。このため、ゲート操作と下流の水位の関係を検証し、下流の河川水位を急激に上昇させないより確実なゲート操作運用のための検討を行った。

本報では、頭首工のゲート操作に伴う下流河川への影響及び検討したゲート操作方法並びにその検証結果について報告するものである。

キーワード：安全・安心、防災、危機管理、事故防止

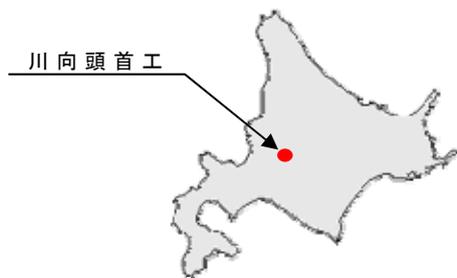
1. 川向頭首工の概要

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。



図－1 川向頭首工位置図



写真－1 川向頭首工全景（下流から上流を望む）

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 20m 、低水路幅 51.5m 、川幅 80m 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）

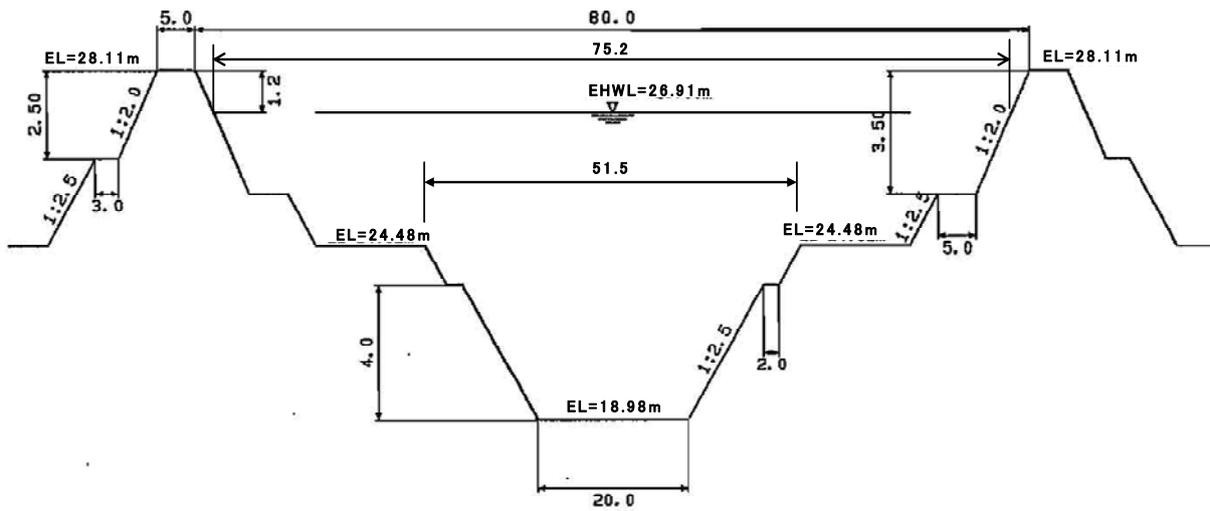


図-2 川向頭首工 (KP17+124) 地点河川断面図

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で下段扉ローラゲートを段階的に引き上げ、河川流量が $430\text{m}^3/\text{s}$ (計画取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)

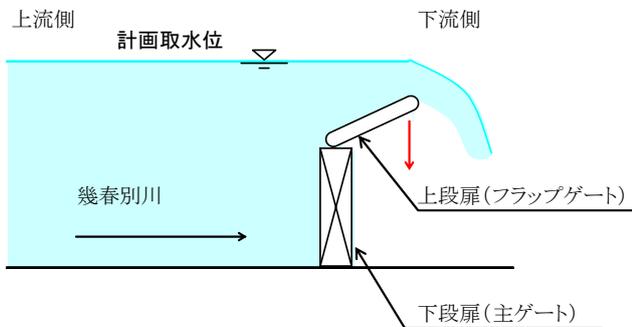


図-3 河川増水時における放流操作略図

(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)

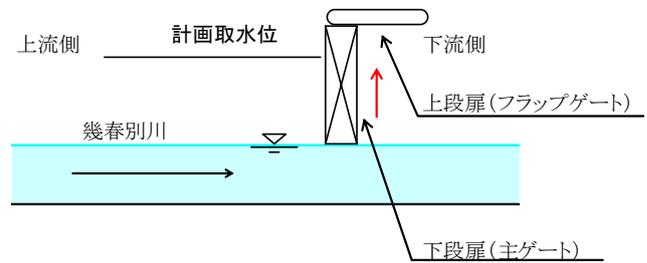


図-4 落水時における放流操作略図

4. 放流時のゲート操作と下流河川水位の検証

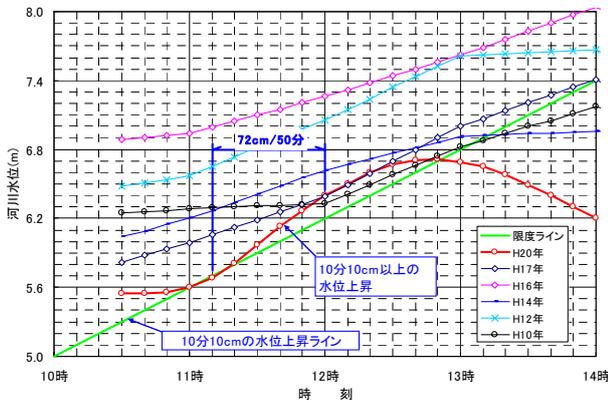
本頭首工においては、放流の際の巡回・監視区間内に水位観測所があり、物理的に水位変動の検証が可能であったことから、放流に伴う下流河川水位上昇の要因、諸条件を勘案し、より確実なゲート操作運用の確立を目的とし、放流時のゲート操作と下流河川水位の検証を行うこととした。

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、下流約 10km 地点に河川水位観測所（西川向基準点）があるため、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水位が 10 分 10cm 以内の上昇となっているが、ごく一部の期間において下流の水位上昇が予測を超えている事象があった。（図－5）

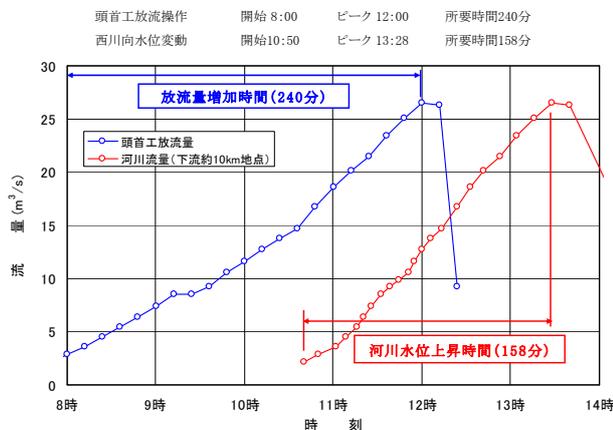


図－5 下流約 10km 地点における河川水位変動（落水時）

(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説明するため、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－6）

この現象の原因としては、流量増加に伴い流速が大きくなることで下流への到達が早まり、これが下流約 10km 地点で予測を超える水位上昇を招いたのではないかと考えた。



図－6 放流量の増加と下流河川水位上昇時間の比較

(3) 流速の変動を考慮した下流河川水位変動の予測

下流河川水位の変動を予測するため、平成20年の放流量データと下流河川約10km地点の水位データを基に、以下の手順により流量別の流速を算定した。（表－1）

- 頭首工放流量を概ね2m³/s毎に区分し抽出。
- a)で抽出された放流量毎の放流開始時刻を抽出。
- 下流河川約10km地点の水位データより、頭首工地点放流量に相当する水位に到達した時刻を抽出。
- b)とc)の差から、頭首工放流量が下流河川約10km地点に到達するまでの所要時間を算出。
- 頭首工から下流河川約10km地点の区間距離と所要時間から流速を算出。
- 区分されていない中間流量については、前後の流速を比例計算により補完。

以上の算定結果より得た流量別の流速を用いることで、頭首工からの放流量に対する下流河川約10km地点の水位変動の予測が可能となった。

表－1 H20放流時の実測データに基づく流量別流速算定表（頭首工～下流河川約10km地点）

頭首工地点 放流量(m³/s)	放流開始 時刻	放流量 到達時刻	所要時間 (分)	区間距離 (km)	流速 (m/s)
3.6	8:10	11:00	170	10.2	1.000
5.4	8:30	11:10	160	10.2	1.063
7.4	8:50	11:16	146	10.2	1.164
8.5	9:00	11:21	141	10.2	1.206
10.6	9:30	11:33	123	10.2	1.382
12.7	9:50	11:40	110	10.2	1.545
14.7	10:10	11:47	97	10.2	1.753
16.7	10:20	11:56	96	10.2	1.771
18.6	10:30	12:03	93	10.2	1.828
20.2	10:40	12:10	90	10.2	1.889
23.4	11:00	12:28	88	10.2	1.932

5. 流速を考慮した放流操作の検討

前述までの検討結果から流量別の流速を考慮し、下流で10分10cm以内の水位上昇とするためのゲート段階操作について検討を行った。

検討手法としては、従来のゲート操作間隔10分を15分間隔、20分間隔に変更し、下流河川水位変動予測のシミュレーションを行った。

この結果、ゲート操作間隔を15分に変更することで10分10cm以内の水位上昇に抑えることが可能となった。

また、操作間隔を20分に変更した場合、水位上昇がより低く抑えられることが判明した。（図－7）

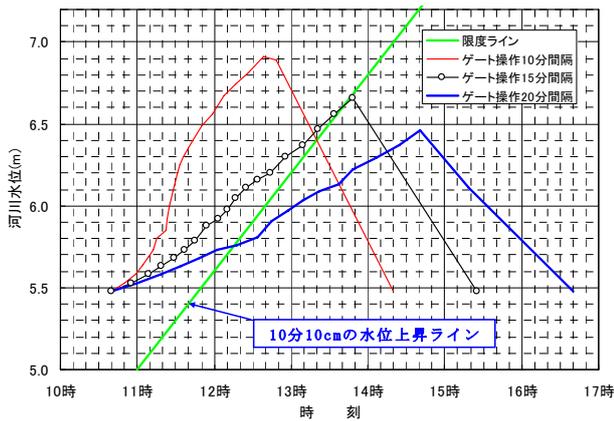


図-7 ゲート操作と下流河川水位の変動（予測）

6. 実施結果及び検証

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。（図-8）

ちなみに、H20年実測データにより流速を考慮した下流河川水位の変動予測と、H21、H22年実測データを比較したところ、下図のような結果となった。

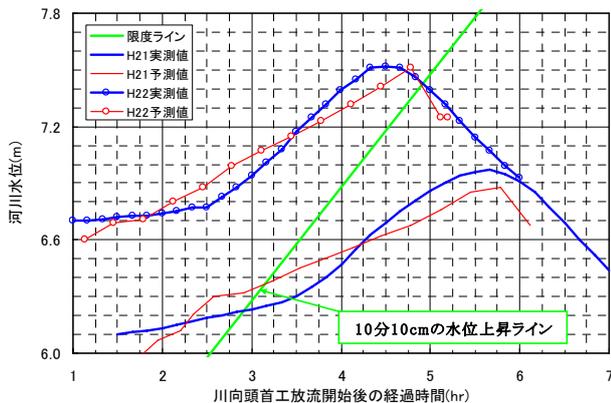


図-8 平成21年及び平成22年放流実績

7. まとめ

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た。

特に、落水時の堰上げを解消する場合においては、放流量の増加に伴う流速の変化に配慮したきめ細かいゲート操作を行うことが有効であると考えられる。

なお、本頭首工においては、以下のような要因により、放流による下流河川の流況に特徴的な影響を与えていると考えられる。

- 頭首工ゲートの1門の幅が長く、僅かな開度変更が放流量に影響を与える。
- 頭首工地点上流の河川勾配が緩く、堰上げ貯留量が多い。
- 頭首工地点から下流約10km地点の水位観測所までに大きな区間流入がないため、頭首工からの放流量が直ぐに河川流量に影響を与える。

今後も、頭首工からの放流時に実測データを検証することで、ゲート操作の妥当性を確認していきたいと考えている。