

不定流解析によるゲート自動制御の検討 Analysis of Unsteady Flow for Automatic Control of Gates

○竹内拓也*, 吉田信弘*, 原香澄*, 田中邦彦*

TAKEUCHI Takuya, YOSHIDA Nobuhiro, HARA Kasumi, TANAKA Kunihiro

1. はじめに

常願寺川沿岸地区の基幹水利施設である横江頭首工において、経年的な老朽化に伴う水管理設備の更新が検討されている。その中で、施設管理者の施設管理に係る負担を軽減する目的から、取水施設におけるゲートの自動制御(手動設定値制御)の導入が要望されている。しかし、自動制御対象となるゲートの配置等から、自動制御により流況が水理的に不安定となることが懸念された。自動制御の導入に向けては、水理的な安定性を確保した適切な自動制御の検討が重要となる。このような施設等の操作に応じた流況の時間的な変動を検討するには不定流解析が有効である。本稿では、横江頭首工の取水施設におけるゲートの自動制御に伴う水理的安定性の確認を目的として不定流解析を実施し、本施設の自動制御について検討した。

2. 施設概要

横江頭首工の取水施設は6レーンに分かれており、レーン毎に取水ゲート、沈砂池、逆流防止ゲートで構成され、逆流防止ゲートの下流で合流する(Fig. 1)。自動制御の対象は取水ゲートと逆流防止ゲートであり、現在の取水管理に準じ、取水ゲートは「幹線水路呑口流量(水位から H-Q 演算)」を指標としてゲート6門を連動させる流量一定制御、逆流防止ゲートは各レーンの「沈砂池水位」を指標としたレーン毎の水位一定制御が基本方針である。しかし、両ゲートは沈砂池を挟んで設置されており、それぞれの制御の指標である取水量(幹線水路呑口流量)と沈砂池水位は相互に影響する(Fig. 2)。そのため、両ゲートの制御が相互に干渉し、ハンチング(ゲートが頻繁に開閉し続ける現象)等が生じて水理的に不安定となる可能性が想定される。

3. 計算手法及び計算条件

取水施設の自動制御による流況を解析するため、取水ゲートから幹線水路呑口水位計を含む範囲を対象として施設をモデル化し、運動方程式・連続方程式¹⁾に基づき一次元を中心差分法²⁾により不定流解析を実施した。常願寺川水位は0.2m程度の水位変動

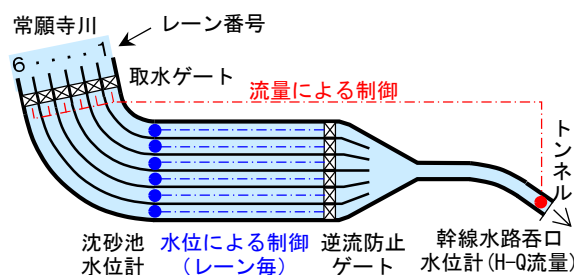


Fig. 1 自動制御の概要

Outline of automatic control of gates

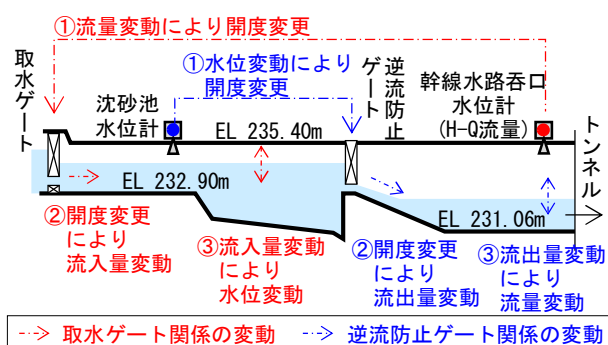


Fig. 2 流量と水位の相互作用

Interaction between flow rate and water level

* NTC コンサルタンツ(株) NTC Consultants Co.,Ltd. キーワード：開水路，不定流解析，ゲート自動制御

がある実績水位を水位境界に設定した。また、6レーンのうち1～4レーンを制御対象とし、目標流量は16.0 m³/s、目標水位は234.3mとした。ゲートの1回の操作量はインチャングを避けるため、制御中に演算するのではなく固定値とした。制御の水理的安定性を検証するため、制御が高頻度(1分毎)のケース1と低頻度(20分毎)のケース2を設定した(Table 1)。また、片方のゲートを固定して水理的安定性を高めることを想定し、逆流防止ゲートを開度固定とするケース3を設定した(Table 1)。逆流防止ゲートの下流は常に自由流出となるため、固定開度は目標流量・水位から自由流出のオリフィス式¹⁾により求めた。

4. 結果・考察

解析結果を Fig. 3 に示す。すべてのケースで水理的に安定しており、ケース1(1分間隔制御)で最も変動が小さく、ケース2(20分間隔制御)で最も変動が大きくなっている。また、ケース2よりも逆流防止ゲートを固定したケース3の方が流況の変動が小さい。このことから、20分程度の制御間隔でも制御が安定し、逆流防止ゲートを固定開度管理としても両ゲートを自動制御している場合と同程度の安定した制御が可能であることが確認された。なお、全ケースで水理的に安定しているが、少しでも水理的に不安定となり得る要因を排除するため、本施設では取水ゲートを低頻度制御(20分間隔)、逆流防止ゲートを固定開度管理とする制御方法が適していると考えられる。

5. おわりに

横江頭首工の取水施設を対象とし、一次元不定流解析によりゲートの自動制御に伴う流況を確認した。その結果、水理的に安定した自動制御の制御頻度や制御方法を検討することができた。なお、解析結果は限られた条件によるものであるため、導入においては実運用を踏まえた現地での動作確認や制御間隔・操作量・不感帯等のパラメーターの調整が重要である。

謝辞：本検討に関して、西北陸土地改良調査管理事務所 早月川支所及び常願寺川沿岸用土地改良区連合より多大なご協力をいただいた。ここに記して深謝の意を表す。

引用文献

- 1) 農林水産省：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「開水路」(2014)
- 2) 白石英彦，中道宏：農業水利計画のための数値モデルシミュレーション手法—新たな広域水管理をめざして—，土地改良技術情報センター (1993)

Table 1 計算条件(制御間隔)

Calculation conditions (Interval of gate control)		
ケース	取水ゲート	逆流防止ゲート
ケース1	1分	1分
ケース2	20分	20分
ケース3	〃	固定

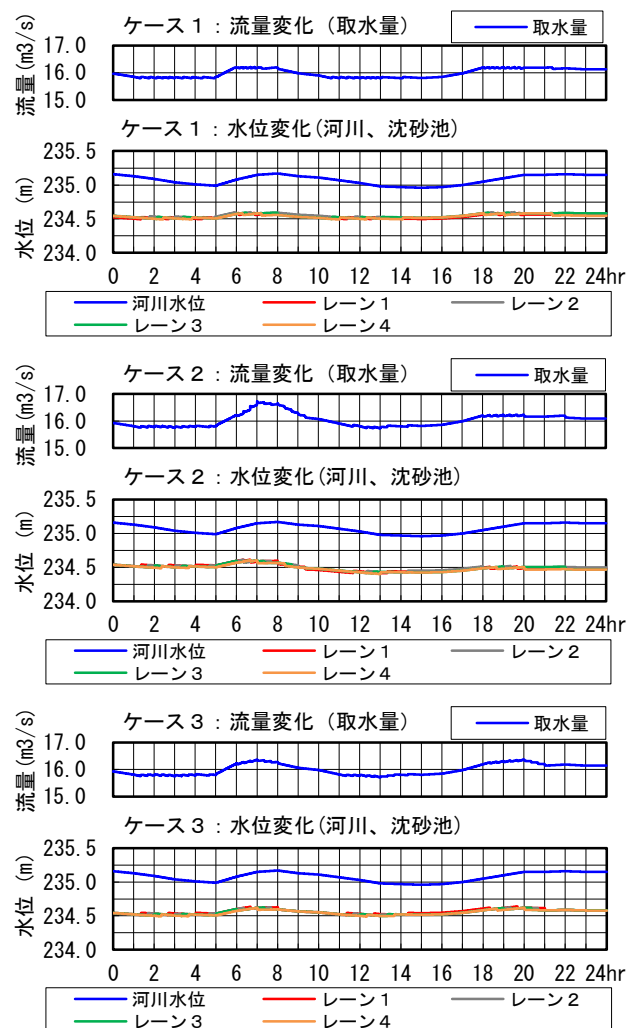


Fig. 3 解析による流量・水位の変動
Results of flow rate and water level