

九頭竜川下流地区の十郷調圧水槽における異口径5台バルブによる水位制御方式

Water Level Control System with Five Valves Varying in the Diameter in Jyugou Pressure Regulating Tank of Kuzuryu-gawa Irrigation Project

○寺川 吉博[※]
 TRAKAWA Yoshihiro[※]

1. はじめに

十郷調圧水槽は直径 36m、高さ 30m の PC タンクであり、下流パイプラインの耐圧標高を確保する目的から 25m に水位を維持するための減圧水槽である。(Fig.1) 流入制御弁は、計画流量が約 11m³/s と大きいことや 20%ごとの段階的流量管理を目的として 5 台異口径が選定され、これにより水位一定制御を行っている。複数台による制御は台数切り換えが難しいことから、当流入制御弁では 5 台のバルブを一台と見なした「仮想バルブ」による制御方式を採用している。このような制御方式は他に例を見ないものと考えられることから、供用後の管理データによる再現計算と制御性の再評価を踏まえ、制御方式の概要を紹介する。

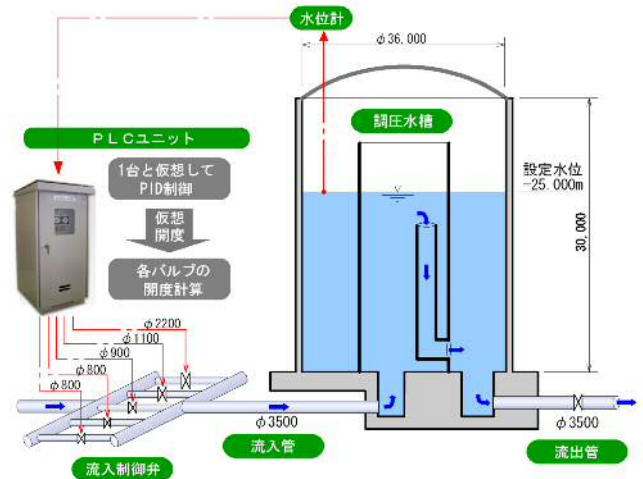


Fig.1 十郷調圧水槽の水位一定制御概要図
 Overview of constant water level control of Jyugou pressure regulating tank

2. 調圧水槽の設計概要

始点水位 34.950m の圧力を最大約 10m 減圧し、下流パイプラインの必要水位を確保し、かつ、管路の耐圧を守ることを目的として十郷調圧水槽が設置された。最大流量は約 11m³/s、管路口径はφ 3500 と大規模な減圧施設となることから、主として管理性 (20%の段階的流量管理) 確保の観点から、流入制御弁は 5 台異口径が採用された。

3. 流入制御弁の制御方式

5 台異口径の制御弁で水位一定制御を行う場合の台数選択には、それぞれの設定水位の間隔をあけて行う方法、出口流量により行う方法等が考えられる。しかし、前者の場合制御水深が大きくなり耐圧上の課題があること、後者では台数切換時にバルブ動作が安定しないこと等から、採用を見送った。そこで、「1 台のバルブであれば安定した制御が可能」となる点に着目し、5 台のバルブを 1 台と見なした「仮想バルブ」(Fig.2) を考え、シミュレーションによる動作確認を行った上で「仮想バルブ制御」を採用した。

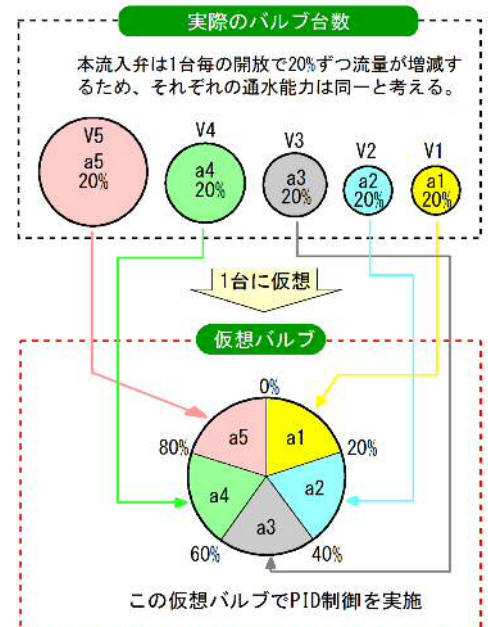


Fig.2 仮想バルブの考え方
 Concept of virtual valve

[※] NTC コンサルタンツ (株) NTC Consultants Inc.

キーワード 管・開水路流れ、水利システムの計測・管理・制御、数値流体力学

4. 仮想バルブによる制御手順

水位一定制御の考え方は、制御バルブが1台の時と同様、水位偏差 e により開度を出力する。(Fig.3「PID制御回路」)ここで、制御方式は一般的なPID調節計を採用している。

出力された開度は仮想バルブに対する開度であることから、この開度から動作するバルブとその開度を算出する。(Fig.3「開度変換回路」)

これにより、開度調整するバルブは常に1台で、他は全開(上限開度)又は全閉であり動作することはない。

この制御手順でシミュレーションを実施した結果、流量小→大でV1→V5の動作順位が守られ、制御バルブが1台の時と同様の安定性も確保できることが確認された。

5. 再現モデルの検証

十郷調圧水槽は運用が開始されており、水槽水位や流量、及び、各バルブの開度などの計測データが蓄積されている。今回採用した

「仮想バルブ制御」は他に例を見ないことから、「実際の動作が意図したものとなっているか」を確認する目的から、再現モデルによる検証を行った。この結果、水槽水位や流入量、バルブの動作とも良好な再現結果が得られた。(Fig.4)

6. 仮想バルブ制御の評価

上記再現モデルにより、計画流量時においても制御性に問題のないことが確認され、本調圧水槽に導入した「仮想バルブ制御」は複数台でのバルブ制御に適した制御方式であると評価している。

7. おわりに

仮想バルブによる水位制御方式は、制御の安定化に有効な管理方法であり、同様の課題を有する地区への適用も可能であると考えられる。

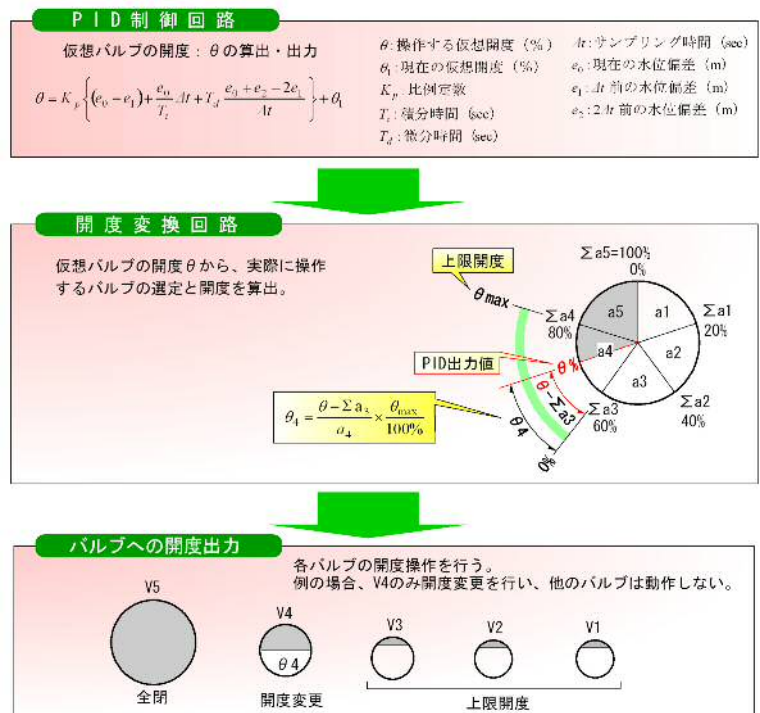


Fig.3 仮想バルブによるPID制御手順
PID control procedure with virtual valve

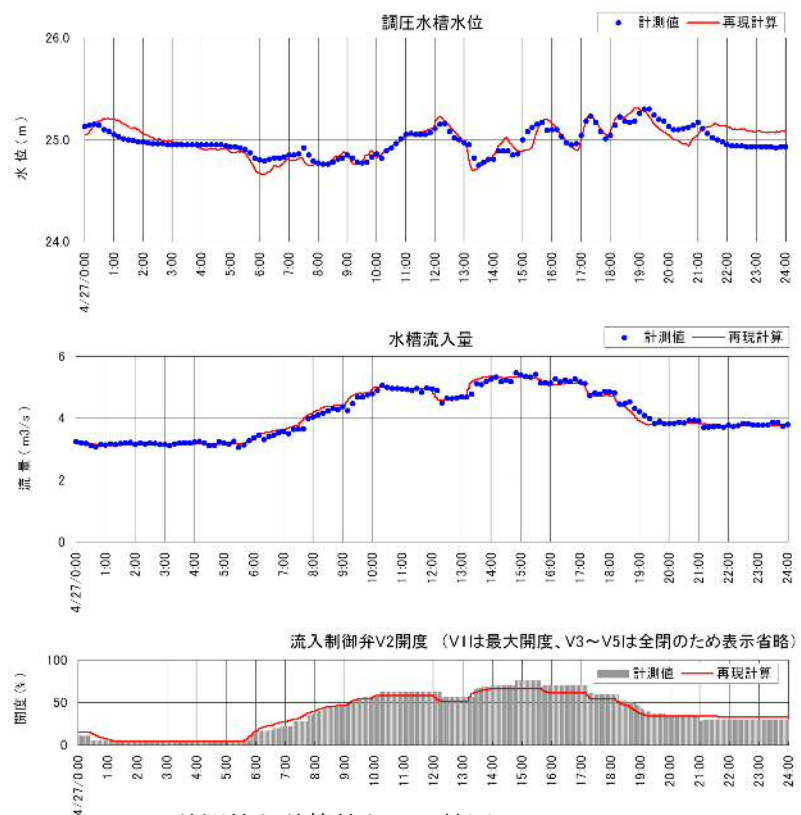


Fig.4 計測値と計算値との比較図
Comparison of measured value and simulated value