

配水槽式自然圧パイプラインシステムの調整池造成条件の検討

Consideration of Conditions for Construction of a Regulating Reservoir for Pipeline Water Supply System Utilizing Water Distribution Tank in Low-lying Area

○坂倉陸大*, 宮津進**, 吉川夏樹**

SAKAKURA Rikuhiro, MIYAZU Susumu, YOSHIKAWA Natsuki

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う自然環境の変化に加え、農地集積等の社会環境の変化等の影響を受け、農業用水需要は変化しつつある。こうした変化に対応すべく、効率的な用水供給システムの開発が求められている。新潟県では、加圧式パイプラインシステムに代わる新たな用水供給システムとして、配水槽式自然圧パイプラインシステム（以下、配水槽式 PL）が注目されている。本システムは、節水効果や用水需要の変化に対応可能な機能を有しつつ、加圧式 PL に比べて建設・維持管理コストを大幅に削減できることが明らかになっている（宮津ら、2021）。しかし、一部の機場で揚水ポンプが短時間に起動と停止を繰り返す異常運転（ハンチング）が確認されている。ハンチングの防止策として調整池の併設の有効性が示されている（竹田、2022）一方で、調整池の造成条件は判明していない。そこで本研究では、調整池の造成の要否を判断する指標として新たに提案する“取水比（=用水路流量/ポンプ揚水量）”の有効性を検証する。

2. 現地調査

先行研究（2020-2022年の現地観測）によってハンチングの発生が確認された配水槽式 PL：4 機場、およびハンチングが発生していない配水槽式 PL：3 機場を対象に、各対象機場の取水口から 10 m ほど上流の地点に水位センサーを設置した上で、同地点で流量観測調査を実施した。これらの観測に基づき、水位流量曲線を作成し、各地点における連続流量を求めた。

3. 現地調査結果と考察

（1）取水比の有効性の検証

取水比の算定結果を **Table.1** に示す。観測流量の最小値を用いて取水比を算出した場合、取水比 1 以下の機場では、取水比とハンチングの発生時間に相関関係は確認できなかった。用水路計画流量（管理期）で取水比を算出した場合も相関関係は確認できなかったことから、取水比によってハンチング発生の有無を推定することは困難であり、調整池造成の要否の判断指標として取水比は不適當であると推察された。

（2）用水供給率の有効性の検討

新たな判断指標として、用水路計画流量（管理期）を基準とした観測流量を「用水供給率」と定義し、評価対象期間および時間中に用水供給率が 1.0 未満の割合によって、ハンチング発生機場の判別が可能かどうかを検証した。その結果、用水供給率が 1.0 未満の割合が多い機場ほど、ハンチングの総発生時間が増加する傾向が確認された

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

キーワード：灌漑システム、ハンチング、用水管理

(Table.2). また、用水供給率が 1.0 未満の割合の閾値を 20%とすることでハンチング発生の有無を選別できる可能性が示唆された。

しかし、E・F 機場には既に調整池が造成されていることから、ハンチングの総発生時間および用水供給率の観測結果に影響を与えていることが推察された。そこで、両機場が位置する幹線用水路をモデル化し、数値シミュレーションを実施することで、両機場に調整池が未整備の場合のハンチングの総発生時間および用水供給率の算出を試みた。

4. 水理シミュレーションモデルの構築

観測した水位挙動を再現する水理モデルを構築した。本モデルは、一次元不定流計算から用水路の流量・水深を算定し、水収支解析から調整池水深および配水槽水深を算出する。観測した流量の再現計算を実施した結果、計算値が観測値を良好に再現することから、本モデルの妥当性が示された。

5. 調整池造成条件の検討

構築したモデルから調整池が造成されていない場合のハンチング発生時間と用水供給率を算定した (Table.2)。その結果、F 機場は調整池がなくなった影響でハンチング発生時間が増加した一方、下流に位置する E 機場はハンチング発生時間が減少することが示された。そこで本研究では、これまでの検討結果に基づいて、調整池の造成の要否を決定するフローチャート (Fig.1) を作成した。

6. まとめ

本研究で提案した調整池の造成の要否を決定するフローチャートは、判断指標に改善の余地を残している。現時点で蓄積された観測データ数が不足しているため、両指標値の検証は十分に行われていない。本研究の観測対象機場に加えた現地観測を実施し、検証用データの蓄積を図り、両指標の精度を高める必要がある。

参考文献

- 1)竹田宏太郎(2022)：配水槽式自然圧パイプラインシステムにおけるハンチング防止のための調整池の適正容量の検討，新潟大学農学部卒業論文集．
- 2)宮津進・池口滄介・吉川夏樹(2021)：配水槽自然圧パイプラインシステムの効果検証，2021年度農業農村工学会大会講演要旨集．

Table.1 取水比とハンチング総発生時間

機場名	取水比 計画値/計画値	取水比 観測値/計画値	ハンチング 総発生時間 (hr)
A	0.88	0.00	46.33
B	0.69	0.10	17.75
C	2.03	0.23	0.00
D	2.34	0.26	0.00
E	1.11	0.35	19.92
F	2.00	0.66	10.17
G	9.11	2.84	0.00

Table.2 用水供給率とハンチング総発生時間

機場名	シミュレーション前		シミュレーション後	
	用水供給率 ≦1.0 割合 (%)	ハンチング 総発生時間 (hr)	用水供給率 ≦1.0 割合 (%)	ハンチング 総発生時間 (hr)
G	1.9	0.00	1.9	0.00
E	9.8	19.92	7.7	0.00
D	10.7	0.00	10.7	0.00
C	10.7	0.00	10.7	0.00
F	26.0	10.17	25.0	34.42
A	46.0	46.33	46.0	46.33
B	100.0	17.75	100.0	17.75

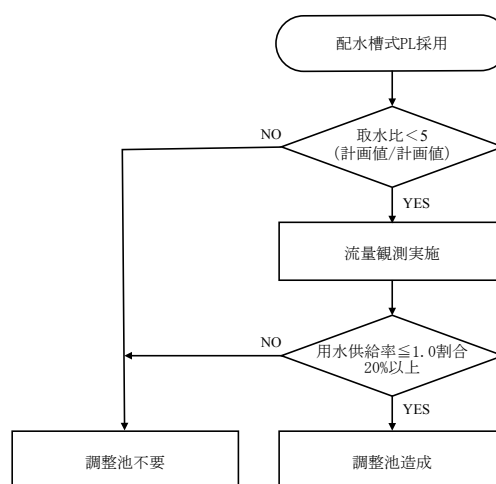


Fig.1 調整池造成の要否の決定フローチャート