

直列配置された調整水槽をもつパイプラインシステムの水理解析 Hydraulic Simulation of Pipeline System with Regulating Tanks Located in Series

○光安麻里恵* 浪平篤**

MITSUYASU Marie and NAMIHIRA Atsushi

1. はじめに

幹線用水路などの送水系統に開水路を、末端の配水系統に高圧パイプラインを採用している水利システムでは、圃場への用水到達時間が遅れ、水利用の自由度が制限される、余水が発生するなどの課題がある。また、近年では電力単価の急騰により、機場などで消費される電気料金の維持管理費に占める割合が上昇傾向にある。これらの課題に対処するため、老朽化している水利施設の再編に伴い全線を低圧パイプライン化することにより、水配分の均一化や維持管理費の削減が期待されている。

本研究では、低圧パイプラインシステムに再編される地区をモデル化し、水管理時の課題を数値解析によって検討した。

2. 対象と方法

水田を主とする低圧パイプライン化予定の国営事業地区(受益面積 1054.3 ha)を事例地区とした。

解析には剛性モデル⁽¹⁾を使用し、ポンプ給水の調整水槽から末端水槽(T1~8)までを対象とした(Fig. 1)。調整水槽を2つ配置する理由は後述する。管材は全線 FRPM 管である。調整水槽間は、現況の開水路内に収容可能な管径を採用したことで2連となっている。調整水槽1はポンプの15分容量とし、調整水槽2の満水位FWLは1のFWLと同値とした。2つの調整水槽の最低水位LWLは下流の必要分水位から求めた。調整水槽1には3台のポンプから水槽水位に応じて給水される。Tの底面積は全て10m四方で、

LWLを各受益に必要な水頭から求め、有効水深を1.0mとした。Tへの流入部には、水位が一定の範囲内となるよう制御するディスクバルブ^{(2), (3)}を設置する。圃場への取水は水位に応じ、各TのLWLで計画取水量が流れる。取水バルブの全開全閉には約1.5時間かかるとした。

Tより下流は、将来的には県営の圃場整備事業によって、長期間かけて順次低圧パイプラインシステムに改修する予定である。そのため、この過渡期には低圧用の幹線から、高圧と低圧の必要水頭の異なるエリアへの送水を可能にする必要がある。その整備方法については現在検討中であるが、案の一つとして、現況の加圧機場地点付近に調整水槽を設け、低圧エリアにはそこから直接、高圧エリアには現況の機場を継続使用して配水することが考えられている。現況では加圧機場が2つ配置されているため、

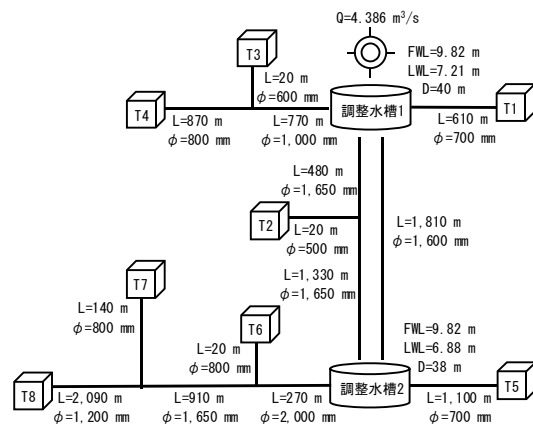


Fig.1 モデルの概要

Schematic outline of low pressure pipeline system

*株式会社三祐コンサルタント Sanyu Consultants Inc. **農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO キーワード：剛性モデル，低圧パイプライン

調整水槽も同様の配置となる。この場合、調整水槽間でサージングの発生が予想されるため、その影響量を解析によって検証した。

3. 結果

末端水槽より取水開始後、合計が1日の必要取水量になったら停止するという条件で計算した。2つの調整水槽、T2、T8の水位の計算結果をFig.2に示す。取水が停止すると流量変化に伴い、約8分周期のサージング現象が起こり、時間の経過とともに収束する。このときの振幅は約10cmであり、この程度の余裕を持った設計をすれば問題にはならないといえる。2つの調整水槽の水位は連動し、概ねFWLとLWLの間にあり、調整容量を十分に活用している。調整水槽から近いT2の水位はFWLから開始し、取水が始まるとFWLとLWLの間で水位が一定となる。一方、調整水槽から遠いT8の水位は8～23時間目にはLWLを20cm程度下回っている。

ポンプ取水量と調整水槽間を結ぶ幹線流量、T2、T8の取水量と計画取水量をFig.3に示す。ポンプの運転停止で調整水槽間に短周期で逆流が生じており、サージングの発生が確認される。このときの流量の変動は最大で0.5 m³/s程度である。水位の変化からもわかるように、T2は必要水量を早く満たすため、解析開始から23時間目で取水停止するのに対し、T8は25時間目まで取水を続けなければならない。

4. おわりに

今回の計算結果から、調整水槽を直列に配置した場合の傾向をつかむことができた。今後は、低圧パイプライン化した場合の圃場の水管理方法を適用する、調整水槽の容量を変更するなど、その他のケースについて検討を行う。

参考文献 (1) 鬼塚宏太郎(1982)：パイプラインの水理設計(その7)―剛性モデルによる過渡現象解析―，農土誌，50(3)，pp. 259-268. (2) 稲垣仁根，國武昌人(1997)：ディスクバルブを用いたオリフィス型分水の定常分水特性，農土論集，187，pp. 123-131. (3) 吉野秀雄，中達雄，白杵宣春(2001)：パイプラインにおける水理解析手法について(第3回)，ARIC情報，No. 64，pp. 35-40.

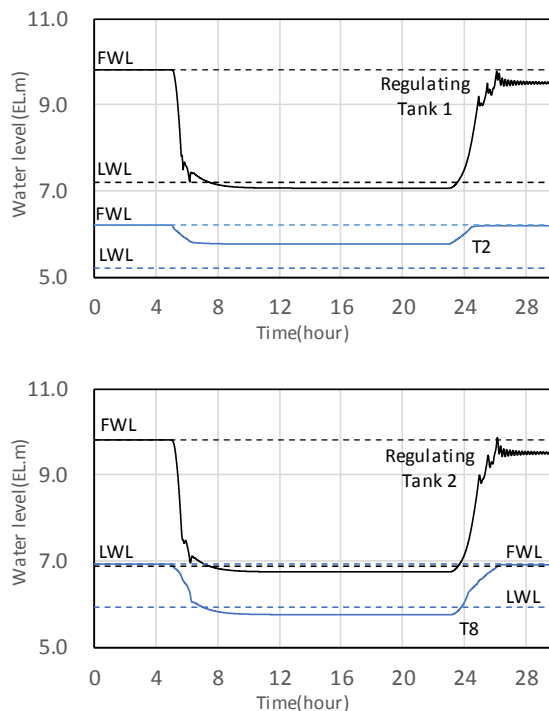


Fig.2 調整水槽および T2, T8 水位

Water level of regulating tanks, T2 and T8

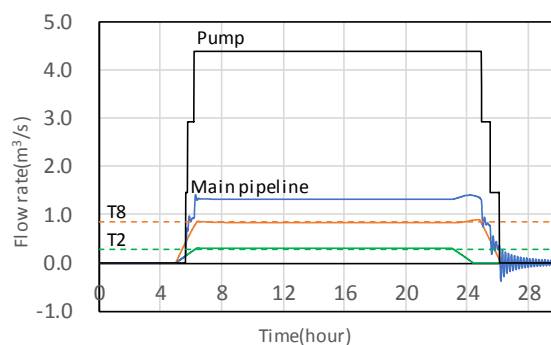


Fig.3 ポンプと幹線の流量，T2，T8の計画取水量と計算流量

Flow rate (solid line) of pump, pipeline between 2 tanks and outlets of T2 and T8 and designed flow rate (dotted line) of T2 and T8