

# 畑地灌漑の水使用パターンが農業用パイプラインに与える水理学的影響について

## Hydraulic effect of the field irrigation water uses for the agricultural pipelines system.

和田夏樹\*・佐伯のぼら\*\*・○大里耕司\*\*\*

Natsuki Wada・Nobara Saeki・Koji Osato

### 1. はじめに

設計基準における農業パイプライン内の水圧変化は、設計最大静水圧の設計基準値に内包されている。しかしながら、設計基準の決定にあたり採用されている定常流計算では、複雑な流量変動に伴う水位変化（動水位）による負荷を考慮しきれていない。今後、効率的な管路設計ならびに施設管理を行う上で、非定常現象における長期的な圧力変動の水理学的影響を精査することが求められる。

### 2. 研究対象地

宮崎県の2市2町にまたがる面積約2,100haの地域である綾川農業用水地区を研究対象地とする。主要作物は水稲、さといも、大根、たばこ等である。稲作と畑作が混合した特徴がある。国営事業の概要として、二期事業が平成13年～22年に行われた。受益面積は2,092haで総事業費160億円であった。

この対象地区の中2つの調整池を結ぶ約11kmのパイプラインをモデル化した(図1)。

### 3. 研究方法

研究対象地での、1日の水使用状況を単純化した波形として再現する。そのため、本研究では2つのモデルを研究対象パイプラインに適用して実際の流況との整合性を検証する。1つ目のモデルが、各取水ブロックに設

定したバルブ開度の操作により、実際の流量変化を再現する方法である。各バルブ開度の調整によって流量の変動を再現し、その結果を流量実測値と合うように調整して、計算結果の信頼性を高める。次に、この1つ目のモデルを踏まえたうえで、人為的にsin波を合成した矩形波状に変化する流量を与えるモデルを構築して検証を行う。

これら2つのモデルを使用して、幹線水路の動水圧の変化を非定常流シミュレーションで算出する。その計算結果を用いて、各取水ブロックがパイプラインシステム全体に及ぼす応答特性の解析を行う。

基本方程式を式(1)に示す。分岐点の動水位は式(2)より算出する。

$$\begin{bmatrix} q_2 \\ q_4 \\ q_6 \\ q_8 \\ q_{10} \end{bmatrix} = [L_i]^{-1} \begin{bmatrix} h_0 - h_2 \\ h_0 - h_4 \\ h_0 - h_6 \\ h_0 - h_8 \\ h_0 - h_{10} \end{bmatrix} - [L_i]^{-1} [K_i'] \begin{bmatrix} q_2 \\ q_4 \\ q_6 \\ q_8 \\ q_{10} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$h_i = L_{i+1}q_{i+1} + K_{i+1}|q_{i+1}|q_{i+1} + h_{i+1} \quad (2)$$

ここで、 $q$ は流量、 $h$ は動水位、 $L_i$ は管路定数、 $K_i$ は流量抵抗係数である。 $i$ は幹線水路分岐点番号(1.3.5.7)、 $i+1$ は取水ブロック番号(2.4.6.8.10)に対応する。

\*サンスイコンサルタント(株)

SANSUI Consultant All Rights Reserved.

\*\*東京農工大学大学院農学府

Graduate School of Agriculture, Tokyo Univ. of A & T

\*\*\*東京農工大学大学院農学研究院

Graduate School of Agriculture, Tokyo Univ. of A & T

キーワード: 畑地灌漑, 用水管理, 水利システムの計測・管理・制御

システム解析の対象として、**図2**のモデルを Intel Visual Fortran を用いて非定常解析を行った。

#### 4. 非定常流シミュレーション

研究対象地における日取水量を畑地灌漑の典型的なパターンである矩形波で表現することにする。4つの取水ブロックの取水の周期を6時間として24時間の計算時間で流量を与え、管内の流量および動水位の時間変化の解析を行った。また、研究対象地の管路の特性を調べるため、取水の矩形波に位相差を与えて検証を行った。

#### 5. 結論

非定常流の解析によって、動水位の変動状況を再現した。幹線水路における動水位の最大値および最小値の動水勾配線を示したのが**図3**である。この動水勾配線より研究対象パイプラインにおける動水頭を算出したのが**図4**である。動水頭の最大値と最小値の差を指標とすると、地形状況によって値が決まる動水圧の値とは異なり、下流側で変動差が大きくなる特徴が見られる。また、その変動の仕方は水使用状況によって、幹線水路で応答され複雑な変化となる。

**図5**は分岐点5および分岐点7における2つのパターンでの動水位変化である。漏水事故が多発するこの区間では、水使用状況によって、動水頭の時間変動が複雑となる。

本研究で扱った圧力の変動は値こそ小さいが、その負荷が長い期間、継続的にかかり続けていることで劣化の要因となると考えられる。システムを効率的に管理するために、長期的な圧力変動の適切な管理の必要性が示された。

#### 6. 参考文献

- [1]大里耕司他：時系列管理データを用いた農業用パイプラインの漏水事故実態分析(II)，平成21年度農業農村工学会講演要旨集，422-423

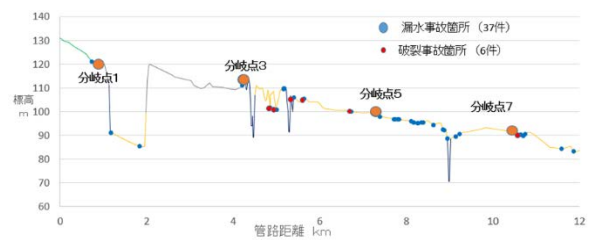


図1 縦断面

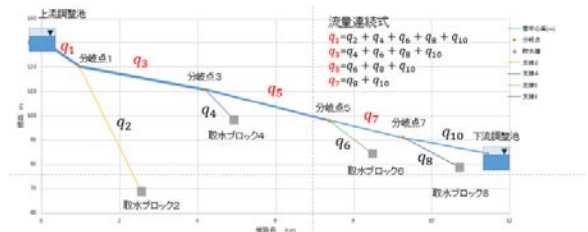


図2 モデル図

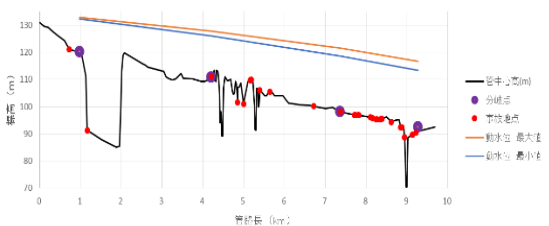


図3 動水勾配線

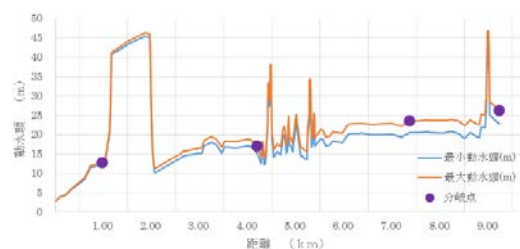


図4 幹線水路における動水頭の最大値および最小値

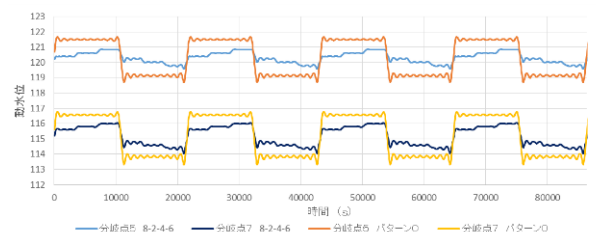


図5 分岐点動水位の変化