

小型温度センサーによるポンプ稼働の判定 Determination of Pump Operation by Small Temperature Sensors

○塚原元太^{*}・谷口智之^{**}

TSUKAHARA Genta・TANIGUCHI Tomoyuki

1. はじめに

海外の農村地域では、重力灌漑ではなく、個別ポンプや共同ポンプを用いた灌漑が広く行われている（谷村，2011；福田，2011）．これらの地域で灌漑水量を把握するには、各ポンプの稼働時間か取水量を連続計測する必要がある．しかしながら、対象ポンプが大量にある場合、そのすべてに高額なセンサーを取り付けることは難しく、より安価なセンサーを用いたポンプの稼働判定手法が望まれる．

本研究では、送水調整が可能な送水ポンプ施設において、安価な温度センサーを用いたポンプ稼働判定の可能性とその精度を検討した．

2. 研究対象地と調査方法

気温が高い状態で送水管内を水が流れると、送水管の温度は低下する．逆に、送水管の通水が停止すると、送水管の温度は気温に近づく．この原理を利用して、ポンプの稼働状況を判定する．

実験は筑波大学陸域環境研究センター内の水利実験棟で行った．本施設の送水パイプは屋外にあり、現地の揚水ポンプと似た状況にある．送水管に小型温度センサー（KNラボラトリーズ社サーモクロンGタイプ、測定精度0.5℃）を設置した．

センサーの設置箇所や設置方法の違いによる観測値への影響を比較するため、(a) 建屋からの距離（建屋の影に入る時刻の差）、(b) 送水管の上下、(c) センサーを添付するテープの色（白・黒）を変えて、計9個センサーを設置した（Fig. 1）．また、外気温を観測するため、検知部がパイプに触れないようにセンサーを裏返したものを1個設置した．ただし、この方法で計測された外気温は送水管からの熱伝導の影響を受けた．そこで、外気温は筑波大学陸域環境センターの観測値を用いた．また、送水管を通過する水温を把握するため、貯水槽内にも水温計を設置した．

実験は2012年9月11～13の3日間で実施した．11日と12日はポンプの「稼働」と「停止」を繰り返し、1分間隔でパイプ温度を計測した．13日はポンプを稼働させず、「停止」状態での送水管温度の日内変化を計測した．

3. 結果及び考察

(1) 判別手法の有効性

以下の条件に基づいて、ポンプの「稼働」と「停止」を判定した．

1) $| \text{送水管温度} - \text{水温} | \leq 1.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ かつ $| \text{水温} - \text{外気温} | \geq 2.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ を「稼働」とする．

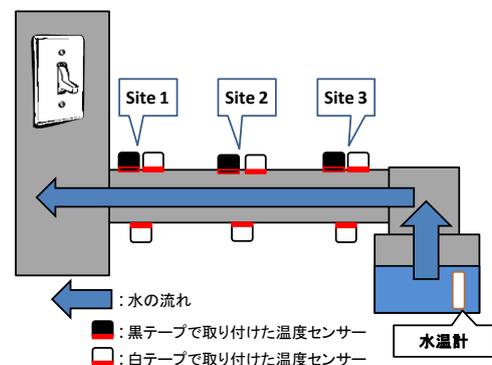


Fig. 1 温度センサーの設置図

^{*}筑波大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

^{**}筑波大学生命環境系 Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

キーワード：ポンプ，稼働判定，温度センサー

- 2) ポンプ非稼働日である13日においても、「稼働」と判定される時間帯は一律「停止」とする。
 3) 2)で「停止」と判定された時間帯のうち、その前後のそれぞれ5時間のうち連続3時間以上「稼働」と判定される時間が合った場合、2)の「停止」を「稼働」に戻す。

上記の判定結果(9月12日)を Fig. 2 に示す。図中の菱形(◆)は実際の稼働状況、丸(●)は Site 1, 三角(▲)は Site 2, 四角(■)は Site 3 の判定結果を示している。11時45分~12時00分にポンプを稼働させたとき、「稼働」と判定したのは送水管の下部に設置した温度センサーのみであった。また、13時15分~14時15分の稼働期間においては、ポンプ停止後、Site 1, Site 2 で30分~1時間程度「稼働」と判定される期間が生じた。この時間帯、これらの Site は建屋の影に入っているため、通水が停止してもすぐには送水管温度が上昇せず、水温との差が2.0℃以上開くのに時間が掛かったことが原因である。一方、Site 3 の送水管上部に取り付けたセンサーは、すべての時間で「停止」と判定した。Site 3 は常に日に当たっており、通水しても送水管温度が下がらず、水温との温度差が1.5℃以下にならなかったためである。さらに、16時00分以降については、ポンプを稼働させてもすべての地点でそれを感知できなかった。これは、日が落ちて外気温が低下したことにより、外気温と水温の温度差が2.0℃未満になったためである。

以上の結果から、上記の判定条件では外気温が高く、かつ、温度センサーが影に入っている(送水管温度が通水で低下する)状態のときにのみ、判定が可能であることが分かった。

(2) 判定条件の改良

上記の測定において、ポンプを稼働した際に数分間にわたって、送水管温度が毎分1.0℃以上低下することが確認された。また、ポンプを停止した際にも、同様に数分間にわたって送水管温度が毎分1.0℃以上上昇した。このことから、稼働時と停止時の送水管の連続的な温度変化から、ポンプの「稼働」と「停止」の時刻を判定できる可能性がある。ただし、気温と水温の差が小さい場合、通水しても短時間ではパイプの温度は低下しないため、判定時間を長く設定する必要がある。

4. おわりに

温度センサーを用いたポンプの稼働判定手法を検討した。その結果、特定の条件下では、稼働判定が可能であることが示された。ただし、気温や影の影響によって、誤判定が発生することも明らかになった。今後はさらに詳細な検討を進め、判定精度の向上を目指す。

参考文献：1) 谷村建太郎, 谷口智之, 佐藤政良：エジプト国ナイルデルタの伝統的灌漑システムにおける水管理, 平成23年度農業農村工学会大会講演会, 2011年, pp.470-471.

2) 福田明広, ワリードハッサン, モハメドメレハ, 谷口智之, 佐藤政良：エジプトナイルデルタの近代化灌漑地区における水配分 —バハルヌールを対象として—, 平成23年度農業農村工学会大会講演会, 2011年, pp.478-479.

謝辞：本調査にあたり筑波大学陸域環境研究センターから多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

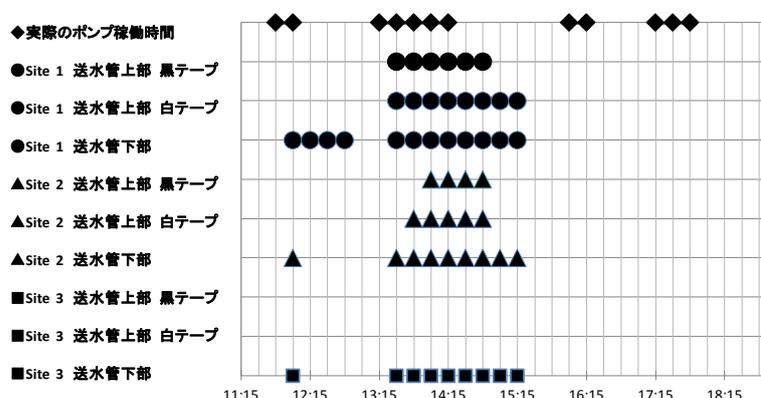


Fig.2 温度センサーによるポンプの稼働判定結果 (2012年9月12日)