

ICT を活用した圃場と土地改良施設が連携した水管理システムの開発 Development of the water management system in which land improvement facilities cooperated with the farmland by using ICT

○中矢哲郎* 浪平 篤* 樽屋 啓之*
NAKAYA Tetsuo NAMIHIRA Atsushi TARUYA Hiroyuki

1. はじめに

農業の競争力を強化し持続可能なものとするために、今後 10 年間で農地の集積と集約化を進め、担い手の農地利用を全農地の 8 割にし、米の生産コストを 4 割削減することが目標とされている(日本再興戦略、平成 25 年 6 月)。そのためには水稻作の労働時間の削減が必須であるが、灌漑・排水の管理作業は、総労働時間に対して 3 割を占めているといわれている。さらに、大規模経営体が土地改良施設を管理する事例も増えてきており、複数機場の見回りの労力が大きくなってきている。また電気料の高騰による施設管理費の増大や、老朽化が進む水管理施設の適正な維持管理も大きな課題となっている。そこで、水管理労力低減と効率的な施設管理のために、圃場水管理を行う農家と用水機場等の土地改良施設を管理する施設管理者が連携した、ICT を用いた水管理システムの開発に取り組んでいる。本報告では開発したシステムの特徴と小規模なポンプ場 - パイプライン灌漑地区に、省力化、節電管理のための配水制御手法を導入したシステムの実装事例について報告する。

2. 圃場と土地改良施設が連携した水管理システムの概要

末端圃場から幹線の土地改良施設まで広域にわたり連携したシステムを構築するために、図 1 のように、①圃場水管理システム、②支線レベルの機場や分水工以下のシステム、③幹線水利施設の TC/TM、を連携するための情報通信規格を設定した。ここで、現在ほとんど手動で管理されており、施設の老朽化が進み管理労力が年々増加している②のスケールの自動化、監視化を本システムの開発の対象とした。このスケールは、圃場水管理に直接影響する末端水管理施設としての操作性の高さと、土地改良施設を安全に管理する信頼性の高さが要求される。よって、FA やプラントの監視制御に標準的に採用されており信頼性と安定的な監視制御が可能な SCADA (監視制御・データ収集システム) と PLC をクラウドサーバーで運用することで、安価で汎用性、拡張性の高い水管理制御システムを構築した¹⁾。

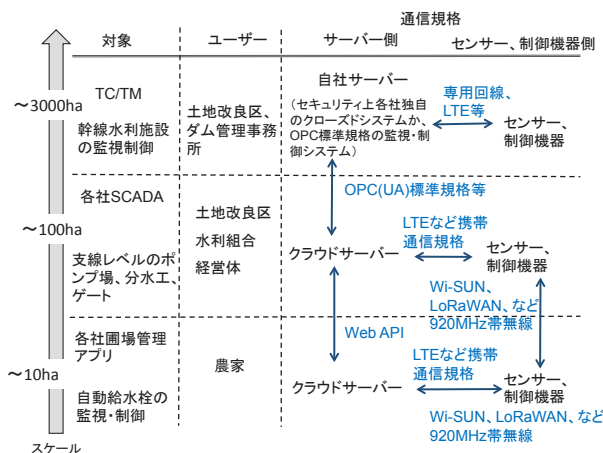


図 1 システムに用いた情報通信規格
The standard of information and communication of the system



写真 1 ポンプ灌漑地区に設置したシステム
The installed system in a pump irrigation area

*農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 National institute for rural engineering, NARO
キーワード：SCADA, 水管理, ポンプ場, パイプライン, ICT

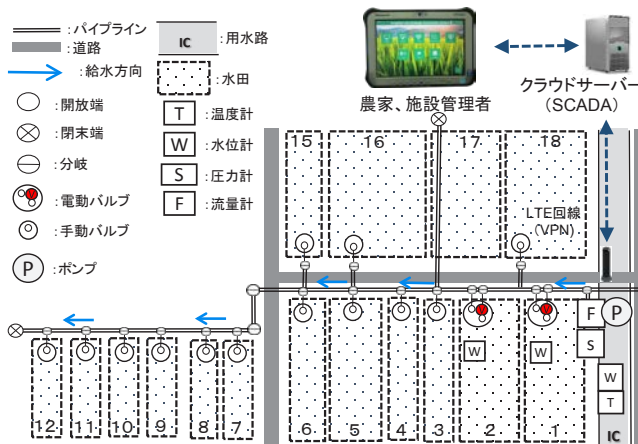


図2 ポンプ - パイプライン配水システムの概要

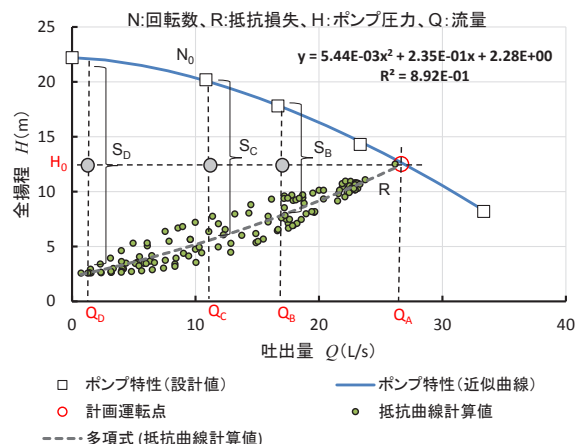


図3 推定末端圧一定制御のシステムカーブ

Outline of a pump-pipeline water supply system System turn of the estimated end pressure fixation control

3. ポンプパイプライン灌漑地区を対象とした農家と施設管理者が利用可能なシステムの構築

写真1のポンプ - パイプライン灌漑地区に、開発した水管理システムの実装を行った。本地区は、土地改良区管内の余剰水を含んだ排水路中の水中ポンプから、パイプラインで水田18枚に灌漑を行い反復水利用を行っている。パイプライン方式であるため水管理作業の自由度と利便性が大きい半面、ポンプ直送方式であるため、需要が少ない場合においても常時連続運転していることから施設管理費に占める電気料は土地改良区の大きな負担となっている。そこで図2に示すように、圃場給水栓とポンプ運転が連携した自動水管理システムを実装した。圃場の管理労力の低減効果とポンプ場との連携を検証するために試験的に圃場No.1,2を自動給水バルブにした。自動給水バルブはポンプ場に設置されたPLCから圃場水位一定制御を行う。ポンプ場で集約した監視制御に用いるPLCのタグデータは、LTE回線によりVPNを通じクラウドサーバー上のSCADAに通信する。農家、施設管理者は写真1に示すようなタブレット端末やスマホで監視、制御、データ収集が可能である。

4. 省力化、省エネのための配水制御手法

図2の直送方式のポンプを、需要主導型システムとするために、吐出圧と流量のモニタリングからインバーターを制御する図3の推定末端圧一定制御を実装した。まず、図2の樹枝状パイプラインシステムを接点エネルギー法により吐出圧一定時の各バルブ開放時の流量とバルブ圧力を算定し、抵抗曲線を作成する。ON/OFF運転では流量変化時でも設定圧力は図のポンプ性能曲線 N_0 上にあるが、 S_b , S_c , S_d の圧力は余剰となる。よってインバーターで回転数 N_0 をR上まで低減することで節電を行える。実際は、段階的に $Q_{A \sim D}$ を設定し、各流量検知時に設定した圧力になるようにPLCによるPID制御を行う。末端給水量が少ない場合は回転数を下げ、給水量が増える場合は回転数を上げ適正な圧力に調整するため、需要主導型のポンプの自動運転が可能となる。また余剰圧力も制御できるために、施設の安全性も向上する。現在農家の水管理スケジュールに応じてポンプ場の運転回転数を自動で計算する予約制御システムを開発している。これらの制御手法の有効性や改善点は4月からの灌漑期間においてシステムの運用を行い検証する予定である。

5. 引用文献

- 1) SCADAシステムを用いた圃場一支線連携水管理システム開発の展望, JACEM (2015), 61, pp.15-24: 中矢哲郎, 樽屋啓之