

1. 水理

■ 2026年8月25日(火) 11:00 ~ 12:40 | 第8会場(503教室)

[8-2] 水理②：開水路

座長:大久保 天(国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所)

11:00 ~ 11:15

[8-8] 農業水利システムの水路再編にともなう性能拡張性について

*樽屋 啓之¹、千頭 麻子¹、竹田 徳明¹、稲垣 仁根¹、藤山 宗² (1. 株式会社三祐コンサルタンツ、2. 三重大学みえの未来図共創機構)

11:15 ~ 11:30

[8-9] 開水路系送水システムにおける更新事業の振り返りと将来展望

*千頭 麻子¹、平松 研²、樽屋 啓之³、稲垣 仁根³ (1. 岐阜大学大学院連合農学研究科、2. 岐阜大学応用生物科学部、3. 三祐コンサルタンツ)

11:30 ~ 11:45

[8-10] 用水路の緊急放流ゲート遠隔操作による管理労力削減とリスク抑止の現地実証

*中田 達¹、中矢 哲郎¹、河野 賢¹、高橋 裕一² (1. 農研機構農村工学研究部門、2. 株式会社THK)

11:45 ~ 12:00

[8-11] 用水路を利用した排水処理の検討について

*小松 葵¹、佐藤 秀彦¹、岸川 哲也¹ (1. 東北農政局 最上川下流左岸農業水利事業所)

12:00 ~ 12:15

[8-12] 大断面開水路における流量観測手法の検証

*辻本 仁志¹、津田 大成¹ (1. 日化エンジニアリング株式会社)

12:15 ~ 12:40

セッション総括

農業水利システムの水路再編にともなう性能拡張性について

Scalability of irrigation and drainage management systems following route reorganization

○樽屋 啓之* 千頭 麻子* 竹田 徳明* 稲垣 仁根* 藤山 宗**
TARUYA Hiroyuki CHIKAMI Asako TAKEDA Noriaki INAGAKI Hitone FUJIYAMA So

1. はじめに

農業水利システムの機能保全については、これまでストックマネジメントにおける農業水利施設の機能保全の中で取り組まれてきた。2007年に農業水利施設の機能保全の手引きが策定され、2015年と2023年の改定を経て現在に至っている。現行の手引きにおいては、要求される施設の機能の維持、回復だけでなく、必要に応じて機能の向上、施設の集約・再編・統廃合を図る取り組み、すなわち農業水利システム全体の視点からの見直しをすることが明記された。

国の基盤を支えるインフラの中で急激な発展と展開を遂げているのが情報通信システムであるが、農業水利システムとは多くの共通性と類似性がある。樽屋・中矢・藤山（2026）¹⁾は以上の特性に着目し、先行する情報通信システムの要件整理の方法を導入して、農業水利システムの設計・更新に必要な十分な要件を漏らさず装備する目的でシステムの要件整理を図1のように提案した。

2. システムの機能要件と非機能要件

情報通信システムにおいて、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の「非機能要求グレード2018」によれば、システムの機能要件とはシステムの目的を達成するために必要な機能の要件と定義される。さらにシステムの非機能要件は情報通信システムの機能要件を達成するための機能要件以外の要件であるとされ、以下の①～⑤から成る。①**可用性**：システムを継続的に稼働させるための要件。②**性能拡張性**：システムの処理性能および拡張に関する要件。業務処理量、性能目標値、リソース拡張性、性能品質保証等の中項目からなり、コンピュータの処理速度や処理量などのスペック等が対象。③**運用保守性**：システムの監視方法やバックアップ方法、問題発生時の体制等の運用上のトラブルを回避するための要件。④**移行性**：現行のシステムから新しいシステムに移行する際に定義される要件。⑤**セキュリティ**：システムのセキュリティ確保についての要件。⑥**システム環境・エコロジー**：システムを設置する環境・エコロジーで定義される要件。

3. 水路再編にともなう農業水利システムの機能更新

現在のストックマネジメントの取り組みは、個別施設の長寿命化（①**可用性**の強化）を目標としたシステムのレジリエンス強化対策が主流である。一方、愛知用水事業の水路の二連化策に見られるような水路再編もまたシステムのレジリエンス強化の一環であることは明らかである。水路の材料力学的な可用性強化対策とは一線を画し、水路再編（水利再編を含む）策による、図1の非機能要件と評価指標について考察する。

*株式会社三祐コンサルタンツ（SANYU CONSULTANTS INC.） **三重大学みえの未来図共創機構（Mie Regional Plan Co-creation Organization） 水利用機能 情報通信システム 非機能要求グレード2018

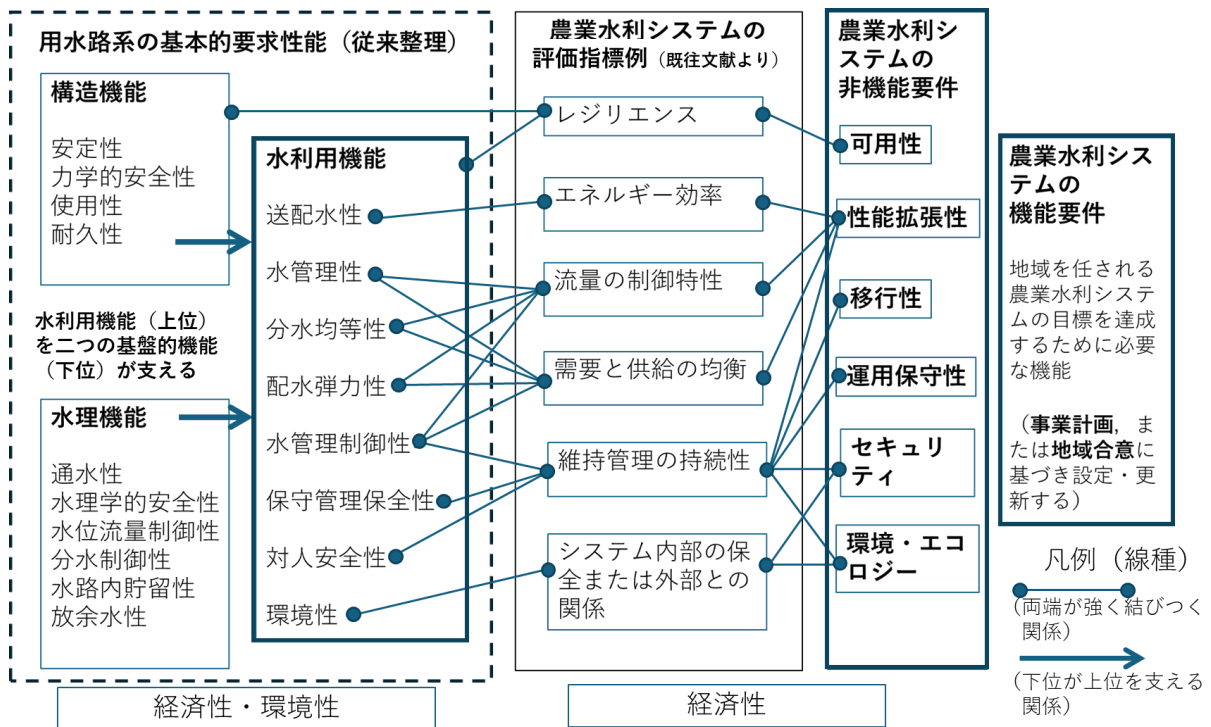


図1 農業水利システムの要件整理（文献1）より引用一部修正）

水路再編をテーマとする研究例は数多いが、ここでは農業水利システムの更新事例として、愛知用水Ⅱ期の更新事業等に着眼している7件からピックアップして分析の対象とした。各研究課題における非機能要件（特に性能拡張性、移行性、運用保守性）、評価指標の取扱いに絞って分析し、結果を表1の形に整理した。

水路再編に関連するシステムの非機能要件のうち性能拡張性の中で取扱うのが適当と考えられる具体的な項目としては、路線の統廃合、水路形式（開水路、管水路）の変更、水位（流量）制御方式の変更、設備の変更、水頭配分の変更、それらに伴う水利の再編などが考えられ、総じてシステムの変更と捉える。適切な評価指標を掲げた水理シミュレーション等を行うことで、更新システム機能の照査を可能とする。

表1 愛知用水事業等を事例としたシステム更新の研究例と性能拡張性との関係

著者名	発表年次	研究課題名	発表誌名等	システムの非機能要件	システムの評価指標
久保・松原・飯田・木村	2013	大規模灌漑システムにおける配水の適時性と適量性に関する考察	大会講演要旨	性能拡張性	水路内貯留、上下流制御
樽屋・藤山・中田	2014	水路の複線化に基づく水路ネットワークの機能強化	農業農村工学会誌	性能拡張性、移行性、運用保守性	なし
稲垣・益田	2015	上下流水位制御ゲートによる水路内貯留の再配分機能について（Ⅰ）	雨水資源化システム学会誌	性能拡張性、移行性、運用保守性	水路内貯留、上下流制御
木村・山村・飯田・久保	2016	TM/TCによる幹線開水路の需要主導的活用	大会講演要旨	性能拡張性	水路内貯留、上下流制御
樽屋・中・松田	2016	開水路幹線系用水ネットワークにおける水路内貯留の回収と再配分に関する研究	土木論集	性能拡張性、移行性	水路内貯留、上下流制御
竹田・稲垣	2018	貯留量および通水量反応型の上下流水位制御ゲートを組み合わせた送水管理	雨水資源化システム学会誌	性能拡張性、移行性、運用保守性	水路内貯留、上下流制御
竹田・稲垣	2019	長大な開水路における日内需要変動に起因する配水管理上の技術課題	雨水資源化システム学会誌	性能拡張性、移行性、運用保守性	水路内貯留、上下流制御

参考文献：

- 1) 樽屋・中矢・藤山（2025）：ストックマネジメントにおける水利用機能の考え方，農業農村工学会誌 93(6)

開水路系送水システムにおける更新事業の振り返りと将来展望

Review of Reconstruction Projects in Open-Channel Water Conveyance Systems and Future Perspectives

○千頭 麻子*

CHIKAMI Asako

平松 研**

HIRAMATSU Ken

樽屋 啓之***

TARUYA Hiroyuki

稲垣 仁根***

INAGAKI Hitone

1. はじめに

食料生産に不可欠な農業水利は、長年にわたる膨大な投資と農家の努力によって形成され、用水と排水が一体となった農業水利システムとして現代に継承している。現在では、全国に約 40 万 km ある農業用水路の老朽化が重大課題となっている。受益面積 100ha 以上の基幹的農業水利施設に限っても、耐用年数を超過した施設は、H23(2011)年時点で、用排水路等は約 14,800km、用排水ポンプ場は約 600 箇所、耐用年数を超過している¹⁾。また、東日本大震災を契機として、省エネルギー化の社会の推進が求められて、さらに、近年の電気料金の急激な高騰などにより、維持管理への影響が懸念されるため²⁾、送水システムをエネルギーロスが少ない、効率的な持続可能なシステムに作り替える「省エネルギー」型の次世代送水システムへの変更が求められている。

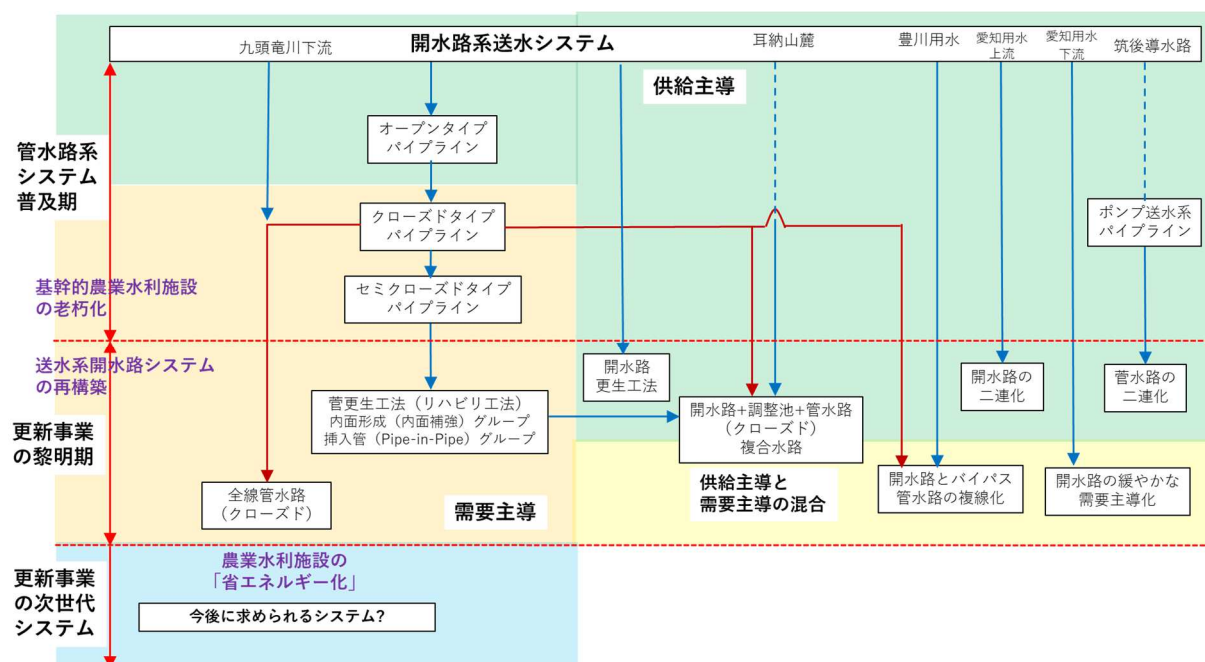


図1 開水路系送水システムの系統樹

2. 更新事業の振り返り

従来の農業用送水系・開水路システムは、施設の機能が時代の要求に見合わなくなる状況を見きわめることにより全面更新されてきた。昭和 56～平成 18 年度の愛知二期事業、平成 11～令和 12 年度の豊川用水二期事業、平成 11～平成 31 年度の九頭竜川

* 岐阜大学大学院連合農学研究科 (The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University)

** 岐阜大学応用生物科学部 (Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University)

*** 三祐コンサルタンツ (SANYU CONSULTANTS INC.) 送水システム、更新事業、開水路、管水路、省エネルギー

下流事業では、既設送水システムを新たなシステムに全面的に作り替えて、新たな送水・配水管理を導入している。また、昭和 47～平成 5 年度の耳納山麓事業において複合送水路の建設により新たな配水管理が導入されている。

一方、昨今の状況では、老朽化した開水路を最大限活かしつつ再構築する「補修・補強を中心とした長寿命化」が進められている。その結果、開水路の補修・更生工法は、既設水路を撤去せずに、旧システムをそのままに更新する工法が主流であり、現状の送水システムが抱える課題はそのまま継承され、根本的な課題解決に至らないという問題が残る。著者らは、既存の開水路を可能な限り活かしつつ、現状の送水システムが抱える水管理、維持管理の課題を解消し、建設・運転の維持管理の低コスト化とエネルギーの有効利用（エネルギー効率の良い、省エネルギー）を図ることのできる持続可能なシステムに組み替えることを目標とした。

3. 新しい評価指標の導入

次世代のシステムにおいては、極力、電気エネルギーを位置エネルギーに変換しないシステムが望ましいため、新しい評価指標を定義する必要がある。そこで、既存の送水システムの持つ位置エネルギー（ポテンシャル）を評価し、その位置エネルギーを無駄なく有効に活用することにより、送水システムの所有する位置エネルギーをエネルギー合理性の面から評価する新たな指標として、以下の二つの評価指標を提案する。

A 送水路の任意における位置エネルギーが有する動力（ポテンシャル）「**所有動力**」

任意区間の所有動力 $y = Q \cdot H \cdot L \text{ m}^5/\text{s}$

全体の所有動力 $\Sigma Y = \Sigma Q \cdot H \cdot L \text{ m}^5/\text{s}$

任意地点 i の所有動力 $= \Sigma Y - \Sigma Y_{0 \sim i}$

Q 流量 m^3/s : H 開水路/クローズドタイプ管水路⇒静水位 m : オープンタイプ管水路⇒動水位 m : ポンプ⇒動水頭 m : L 区間距離 m

B エネルギー消費の最適化指標「**位置エネルギーの非使用率**」（呼称は暫定）

送水路の任意地における位置エネルギーの未使用量が静水頭に占める割合

位置エネルギーの非使用率 $=$ 残存水頭 / 静水頭

全体平均の非使用率 $= \Sigma (\text{非使用率} \cdot \text{区間距離}) / \text{送水延長}$

4. 今後に求められる改修案

「省エネルギー」型の次世代送水システムとしては、開水路と管水路のエネルギー消費と経済性の有利性を組み合わせた複合水路システムにおいて、管水路にオープンタイプを選択して改修案として検討し、エネルギー・経済・送水管理の合理性の面で良好な結果が得られた。ケーススタディモデルおよび詳細な結果は、現在整理中であるため本稿では記載しない。発表時に主要な知見を紹介する。

また、この複合システムは送水的には供給主導であるが、調整池と ICT を用いて、次世代型水管理システム³⁾を構築し、水管理的には、需要主導的な管理が可能になる。

参考文献 1) 農林水産省農村振興局(2014): 農業水利の現状 <https://bit.ly/3I4u0pP> (2026/2/21)

2) 農林水産省農村振興局(2025): 「低炭素化」からはじめよう, <https://bit.ly/3T5Qk2P> (2026/2/21)

3) 樽屋啓之(2024): 第 73 回農業農村工学会大会講演会講演要旨集 735-736

用水路の緊急放流ゲート遠隔操作による管理労力削減とリスク抑止の現地実証 On-site Verification of Remote Control for Emergency Release Gates in Irrigation Canals for Labor Saving and Risk Mitigation

○中田達*・中矢哲郎*・河野賢*・高橋裕一**

○NAKADA Toru・NAKAYA Tetsuo・KONO Satoshi・TAKAHASHI Hirokazu

1. はじめに

極端気象現象による水災害等の頻発化が予想される中、用水管理上のゲート操作の DX 化は喫緊の課題である。特に、豪雨時における迅速な利水から排水への切り替え判断は、これまで管理者の長年の経験と過酷な環境下での現地目視に依存しており、判断の遅れが溢水被害に直結するリスクがあった。しかし、主要幹線以外の支線水路や小規模ため池に、既存の重厚長大な制御システムを導入・拡張することはコスト面で困難であり、DX 化への大きな障壁となっている。

本研究では、山形県河北町の寒河江川地区を対象に、画像処理による遠隔監視デバイス、低コストな遠隔制御システム、およびモデル予測制御を組み込んだ操作支援システムを統合的に導入した(図-1)。これにより、豪雨時における溢水被害の防止と管理労力の削減、および管理者の事故リスク抑止効果を現地において実証した。

2. 実証試験の概要および手法

山形県河北町の寒河江川地区(沢畑堰用水路)を対象(写真-1)とし、2024 年および 2025 年の灌漑期を通じて以下のシステムを統合的に運用し、実証試験を行った。

(1) 画像解析による非接触モニタリング手法

電源確保が困難な支線水路等への導入を想定し、乾電池駆動型の画像監視デバイスを利用し、クラウドサーバ上でセマンティックセグメンテーション(SS)による領域分割と射影変換の回帰式を組み合わせ、水位およびゲート開度を非接触で検知するアルゴリズムを実装した。

(2) 遠隔制御デバイスの実装と労力評価手法

既存の手動水門に後付け可能な低コストの遠隔制御デバイスを実装した。管理者がモバイル端末や PC からクラウド経由で緊急放流ゲートを遠隔操作できる環境を整備した。システムの導入効果を検証するため、灌漑期間中の操作ログを収集し、従来の巡回管理記録(日報)との比較から、現地への往復時間および作業時間の削減効果を定量的に評価する手法を採った。

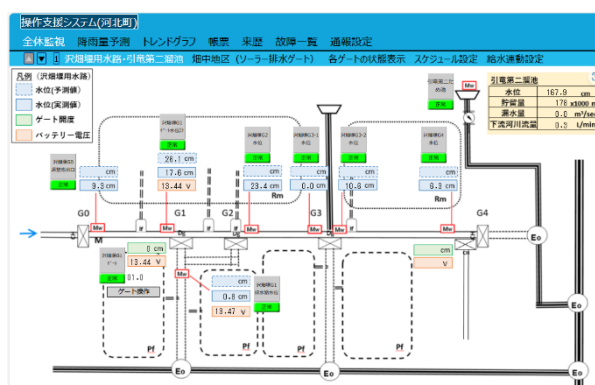


図-1 対象水路の操作支援システム模式図
Schematic diagram of the operation support system for the target canal.



写真-1 遠隔制御対象の緊急放流ゲート
Remotely controlled emergency release gate

* 農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO

** 株式会社 THK, THK Co.Ltd

キーワード 水門, 流域治水, 画像解析, AI

(3) AI 水位予測に基づく操作支援フローの策定

豪雨時におけるゲート操作の意思決定を支援するため、過去の降雨・水位の時系列データに基づく AI 水位予測モデルを構築した。この予測情報と現地のリアルタイムデータを組み合わせ、基準雨量超過時等における迅速かつ安全なゲート開放を行うための「操作支援判断フロー」を策定した。

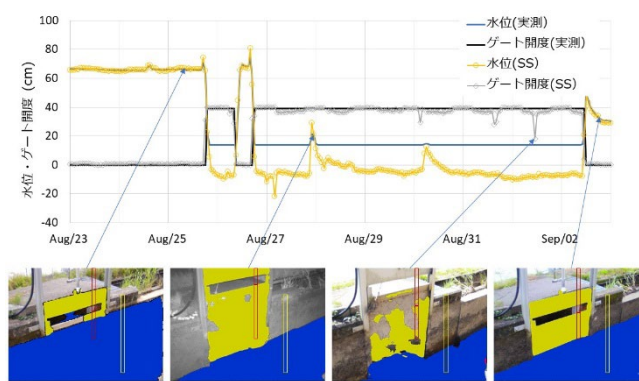


図-2 SS による水路水位およびゲート開度の推定
Estimated canal water levels and gate openings by SS

3. 結果

(1) デバイスの安定運用と検知精度

画像監視デバイスは、単 1 乾電池 12 本 (6V-3 並列) の構成で、灌漑期間中 (約 6 ヶ月) の連続運用が可能であり、また、3 年間にわたる現地運用を通じてハードウェアの耐候性が実証された。画像解析においては、多様な屋外環境下でも水位およびゲート開度を概ね良好な精度で自動検知でき、遠隔監視の基盤技術としての実効性が示された (図-2)。

(2) 管理労力の削減効果

2024 年の灌漑期間中、緊急放流ゲートの遠隔操作は全 10 回 (うち総雨量 30mm 以上の大雨時は 5 回) 行われた。管理労力は、日報データとの比較に基づくと、遠隔監視・操作システムの導入により、灌漑期全体で 50 回に相当する現地巡回の手間 (約 41 時間に相当) が省かれたと試算された (表-1)。

(3) 溢水回避とリスク抑止

放流先の排水路は断面が小さく、直下の農地で浸水被害が生じる場合があるため、排水先の水位の監視も重要であることがわかった。そのため、図-3 のように、リアルタイム監視およびモデル予測水位に基づいた判断フローを策定した。これにより、管理者が遠隔地から適切なタイミングでゲートを開放した結果、水路からの溢水を未然に回避できたことを確認した。

表-1 降雨イベントに対するゲート開放操作

Gate opening operation in response to rainfall events

降雨ピーク 月日	降雨ピーク 時刻	ピーク雨量 (mm/h)	イベント総雨量 (mm)	ピーク雨量時の G1の状態	備考
5月13日	7:00	8.5	30.0	閉	
5月29日	0:00	6.5	38.5	開	
6月23日	21:00	5.5	17.5	閉	
6月25日	5:00	5.0	7.5	閉	
7月3日	21:00	5.0	17.0	閉	
7月8日	7:00	8.5	73.5	開	
7月11日	1:00	6.5	28.0	開	
7月17日	22:00	8.0	51.5	閉	7月18日9:07 G1開
7月25日	20:00	12.5	86.0	開	
7月31日	4:00	10.0	19.0	閉	
8月7日	17:00	13.5	20.0	開	
8月24日	15:00	6.0	6.0	閉	
8月25日	18:00	33.5	62.0	閉	8月25日 18:12 G1開
8月26日	16:00	8.5	9.5	閉	8月26日 17:30 G1開
8月27日	22:00	7.5	22.0	開	
8月30日	5:00	5.5	15.5	開	

※イベント総雨量 30 mm 以上は該当の行を黄色。
ゲートの開閉は全て遠隔操作。

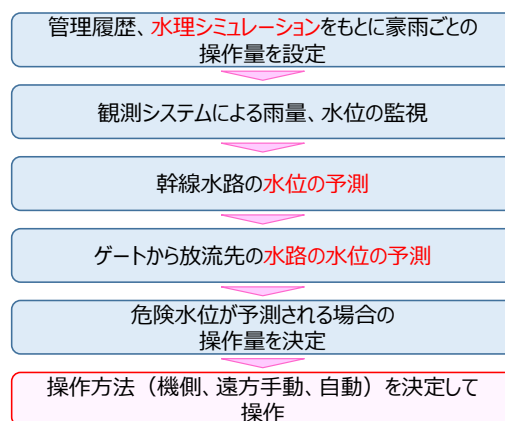


図-3 水路水位のモデル予測制御による
ゲート操作支援判断フロー

Flowchart for gate operation decision-making based on model predictive control of canal water levels

謝辞：本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「AI 等の活用による利水と治水に対応した農業水利施設の遠隔監視・自動制御システムの開発」JP009837 および日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 (C)、課題番号：22K05896、代表：中田達) の支援を受けて実施された。

用水路を利用した排水処理の検討について

Examination of Wastewater Disposal Methods Using Irrigation Channels

○小松 葵*

佐藤 秀彦*

岸川 哲也*

KOMATSU Aoi

SATO Hidehiko

KISHIKAWA Tetsuya

1. はじめに

農林水産省では、2017 年度から山形県において、国営かんがい排水事業「最上川下流左岸地区」を実施し、排水機場・排水路の改修及び地区の排水再編を進めている。

本発表では、最上川下流左岸地区における既設用水路を利用した排水再編の検討と、その水理的妥当性について示す。

2. 地区の概要

本地区は、山形県庄内平野に位置する受益面積 5,921ha の水田地帯であり、水稻を中心とした農業が行われている。地区内の農業排水は、一級河川最上川へ排水する区域と京田川に排水する区域に大別される。

本地区の農業水利施設は、昭和 40 年代から昭和 50 年代に実施された県営かんがい排水事業等により整備され、最上川又は京田川に排水される排水機場は長年にわたり湛水被害の軽減に寄与してきた。しかし近年、降雨量増加や豪雨の頻発、土地利用の変化等により、既設排水施設の能力を超える排水が流入するとともに、施設の老朽化による排水機能の低下や維持管理負担の増大が課題となっている。

3. 排水再編の考え方

最上川流域では、河道断面に比較的余裕がある一方、京田川流域は河道断面が小さく、洪水時には水位が急激に上昇する傾向がある。また、近年は、山地排水や市街地開発に伴う流出量の増加により京田川流域へ排水が集中し、既設施設の能力を超える排水が流入している。

本事業では、地区全体の排水バランスを改善することを目的に、機場単体の排水能力増強と

いった従来型の対策に加え、湛水被害が発生しやすい京田川流域の排水の一部を、放水路を介して余力のある最上川流域へ振り替える排水再編を行うこととした。



図 1 排水再編概要図

Fig1 Drainage System Reorganization Plan

* 東北農政局 最上川下流左岸農業水利事業所 (Tohoku Regional Agricultural Administration Office Mogamigawa Karyu Sagan Agricultural Waterworks Office)

キーワード：水利構造物、国営かんがい排水事業、排水再編、水理検討

4. 計画内容と検討経緯

検討対象とした東興野放水路周辺では、当初二系統による排水を計画したが、住宅地への影響や施工・管理面の課題があった。

このため、既設の北楯幹線用水路を排水路として活用する計画とし、排水を北楯大堰から東興野放水路、北楯幹線用水路、吉田幹線用水路を経て最上川流域へ流下させることとした。北楯幹線用水路は暗渠構造で緩勾配かつ断面が大きく、集落を避けた位置にあることから、排水の逆流が可能と判断した。また、大雨時には用水供給を停止し、分土工、放水工の操作により、排水を北楯幹線用水路から、水位差を確認したうえで吉田幹線用水路へ流下させることとした。

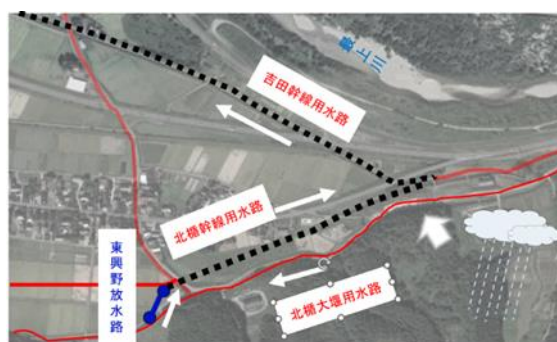


図2 東興野放水路排水イメージ図
Fig2 Image of Drainage Flow of the Higashi-Kouya Floodway

5. 水理的検討

計画の妥当性を確認するため、既往調査結果を基に、放水路及び用水路区間のエネルギー線を整理した（図3）。

その結果、通常時は、分土工から東興野放水路まで 1/3000 の勾配で用水が流下しており、エネルギー勾配は上流から下流に向かって減少する。一方、大雨時には、放水路側の水位が高くなり、減勢工を通過後に用水路内を逆流するものの、エネルギー勾配は下流から上流に向かって減少しており、排水が可能であることを確認した。

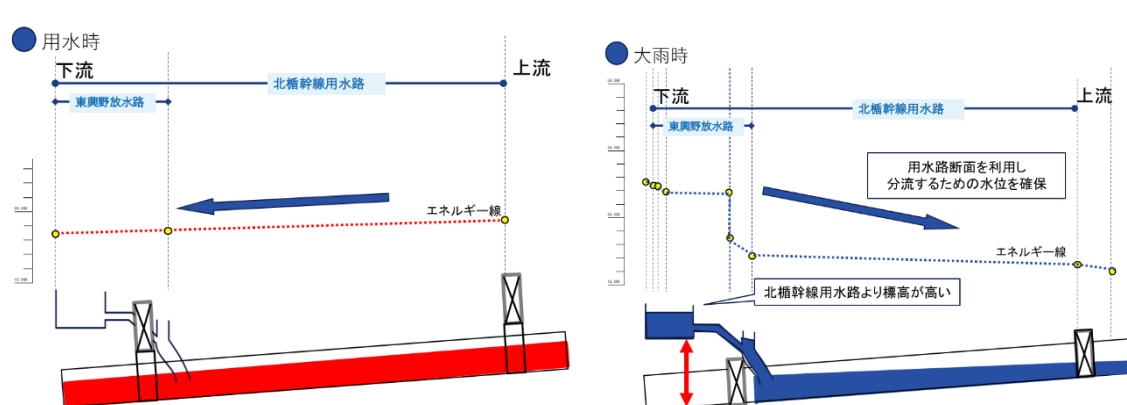


図3 北楯幹線用水路におけるエネルギー図

Fig3 Visualization of Water Energy in Kitadate Irrigation Channel

6. おわりに

本発表では、既設の用水路および放水路を活用した排水再編の検討事例を紹介した。今後は、実運用を見据えた管理体制や操作手順の整理を行い、より安全で効率的な排水管理の確立を図っていきたい。

大断面開水路における流量観測手法の検証

Verification of Discharge Measurement Methods in Large Open Channels

○辻本 仁志* 津田 大成*
TSUJIMOTO Hitoshi TSUDA Taisei

1. はじめに

農業用水路の用水管理では、施設管理者による流量の把握・調整が重要である。開水路系の用水管理ではその手法として、現代では、水位・流速をリアルタイムに計測できる流量計によりシステム管理も可能であるが、従来方法として、水位表示を目視し水位-流量曲線(以下、H-Q 曲線, という)を用いて算出する、水位管理による手法も広く用いられている。

本稿では、この従来手法で用いる H-Q 曲線の作成について、特に大断面水路の流量観測手法の事例とその精度検証結果を報告するものである。

2. 流量観測の種類と方法

対象地区では、将来的に流量計を設置する計画であるが、その事前管理として量水標を用いた流量管理の精度を高める必要があった。今回検証した水路断面は、B2.2~3.6m×H1.45m の三面張り台形水路で、写真 1 に示す通り水路側壁に設置した量水標より水位を読んで流量を把握するものである。流量把握には、水位-流量(流速観測データ)の関係から作成される H-Q 曲線が必要であった。

流量観測の手法としては、写真 2 のような手動式電磁流速計を用いる方法が一般的である。しかし、今回のような大断面水路(大流量の通水)では、流速が速く、激しい流向に正対させる・固定する、といった物理的な課題や、観測回数が多く時間を要すること、などから、計測誤差を生じる要因が複数あった。

そこで、河川や海洋の流速計測手法である「超音波ドップラー多層流向流速計」(以下、ADCP, という)を用いた流量観測も併用することとした。この ADCP は、写真 3 に示す機器のとおり、円筒状の計測器を水面にセットし、機器下を多層に渡り水深や流速等を瞬時に取得できる装置である。電磁流速計は幅・深さ方向に複数回セットし計測して精度を高めるが、ADCP は水面上から安定的、かつ効率的に計測できる(図 1)。

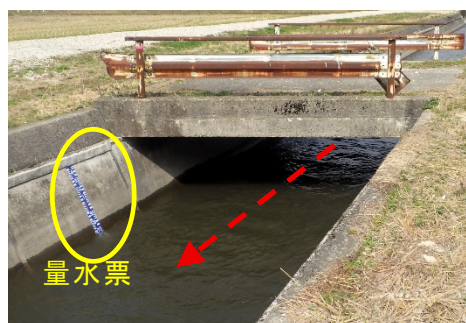


写真 1 対象水路と量水標
Photo 1 Target Water Channel



写真 2 電磁流速計の観測状況
Photo2 Electromagnetic Flowmeter Measurement Situation



写真 3 ADCP の観測状況
Photo 3 Measurement Situation Using ADCP

*日化エンジニアリング株式会社 Nikka Engineering Co., Ltd.

Key word : 管・開水路流れ, 水利システムの計測・管理・制御, 用水管理

3. 流量観測結果の検証

(1) 両手法による流量観測結果

H-Q 曲線を作成するには、様々な流量帯のデータを取得する必要があるため、同地点にて電磁流速計、ADCP による観測を通水量に応じて複数日に渡り計測した。いずれも、図 1 に示すような断面区分と平均流速を用いて流量 Q に換算し、H-Q 曲線を作成した（図 2）。

(2) 流量計システムとの比較

本地区では、上記 H-Q 曲線による水位の目視管理は暫定的で、その後、同位置に流量計（電波式水位計＋流速検出器）が設置され、システム管理も併用された。その後に計測した「新規設置の流量計」の H-Q 曲線も図 2 に併記する。

水路側壁に埋め込まれた計測器と非接触水位取得のため、リアルタイムで確度の高い流量が算出できる本機器のデータと、上記流量観測結果と比較すると、図 2 のとおり比較的大きな流量帯で、従来の流速計換算の方が大きな流量となっていることが分かった。

4. 両観測手法の課題や結果の考察

複数回の観測の試行により、流速 1.2m/s 程度（水深 0.7m 程度）以上は電磁流速計では計測が安定しないため、ADCP を用いた観測とした。逆に水深が低い場合、ADCP センサー範囲の制約や不感帯があるため、電磁流速計による計測とせざるを得なかった。

一方で、図 2 で示すように流速計換算と流量計では、低流量時の誤差は小さいが ADCP 計測値で差が大きい。ここで、ADCP の機器特性からその要因を推察する。流体力学上、水面付近や躯体周辺は流心より流速が遅いが、ADCP は機器直下と躯体接水部（底・側部）に一定の不感帯があり、不感帯部はその周囲の流速に置換算出（流速微増）となっていたこと、台形断面であるため側部の不感帯が広がったこと、などが考えられた。

5. まとめ

ADCP は河川等、さらに大きな断面には適しているが、今回の断面規模や形状では、不感帯の影響が顕著であった。一方で、電磁流速計は流速によっては誤差を生じやすい特性もある。今回の事例から、それぞれの特徴を理解して利用することが重要であること、また ADCP による不感帯部を電磁流速計で補足する、といった複合的な計測も一つの手法と考える。これらの結果が、今後の実用の参考となれば幸いである。

■参考文献

1) 河川砂防技術基準（調査編）（国交省）

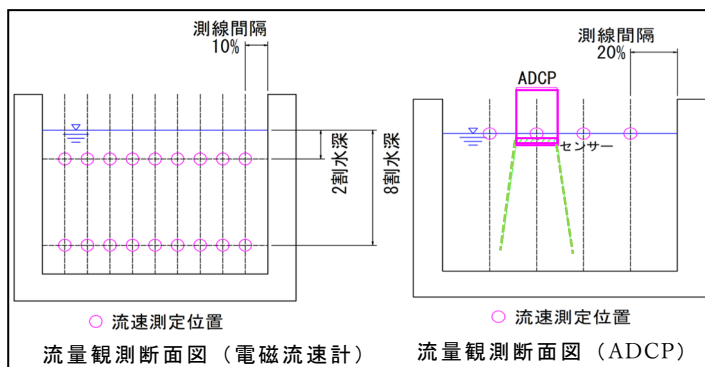


図 1 両者の流量観測手法の比較

Fig1 Comparison of the Two Flow Measurement Methods

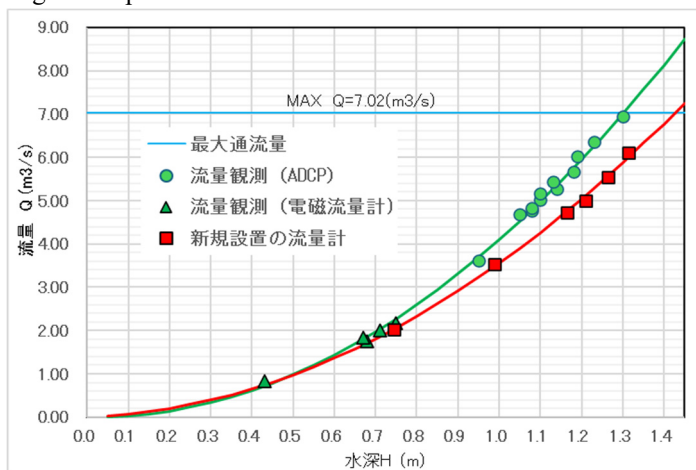


図 2 得られた水位-流量曲線

Fig2 Obtained Water Level-Discharge Curve