

網走川中央地区における水管理システムの設計について

網走開発建設部 網走農業事務所 第1工事課 ○末野 賢一朗
大友 淳也
荒川 将慶

国営かんがい排水事業網走川中央地区では、地域で展開される営農状況に合わせた水需要の変化に対応するため、既得水利権を活用した用水再編を行い、新たな畑地かんがい施設の整備を進め、老朽化した既存施設の改修を行うこととしている。

本報では、整備を行う施設の適切な管理運営のための水管理システム設計について報告するものである。

キーワード：維持管理、遠方監視

1. 地区概要

網走川中央地区は、北海道網走郡美幌町及び同郡大空町に位置する2,289haの農業地帯であり、畑及び水田の畑利用による小麦、てんさい等の畑作物、たまねぎ等の野菜類のほか、水稻を組み合わせた農業経営が展開されている。

地区内の水田用水は、道営かんがい排水事業（昭和42～62年度）等で造成された用水施設により配水されているが、事業完了以降、営農状況の変化に伴い水需要が変化しているとともに、畑では、用水施設が未整備であるため、農業用水は主に降雨に依存しており、農業生産性が低く、営農上の支障となっている。また、地区内の用水施設の一部は、経年による機能低下を生じており、農業用水の安定供給に支障をきたしている。

このため、本事業では、水需要の変化に対応した用水再編により新たに畑地かんがい用水を確保するとともに、既設の頭首工と幹線用水路の整備等を行うことにより、農業用水の安定供給を図り、農業生産性の向上及び農業経営の安定に資するものである。

2. 用水施設の整備概要

本事業では、既設の西幹線頭首工及び西幹線用水路の改修、並びに畑地かんがい用のパイプライン（3条）の新設を行うとともに、円滑で安全な用水管理とその省力化に資する水管理施設の整備を計画する（図-1）。

- ・西幹線頭首工 土木施設の補修、機械設備の更新等
- ・西幹線用水路 L=15.9km（開水路改修）
- ・野崎幹線用水路 L=6.0km（パイプライン新設）
- ・豊幌幹線用水路 L=4.0km（パイプライン新設）

- ・美和幹線用水路 L=3.9km（パイプライン新設）

既設の西幹線頭首工は、堤高2.4m、洪水吐ゲート2門の全可動堰で、本地区では、網走川から最大 $Q=2.277\text{m}^3/\text{s}$ を取水する計画である。老朽化した堰施設（堰柱、水路部、ゲート類）及び管理設備（操作室、電気設備、水管理制御設備）の補修及び更新を行う。

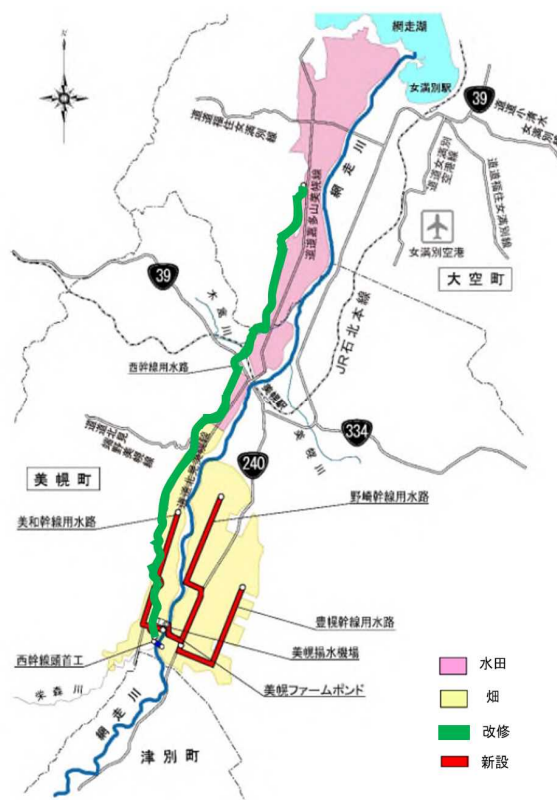


図-1 地区概要図

用水路のうち、西幹線頭首工に接続する既設の西幹線用水路は、水路側壁の傾倒等を生じている積ブロックや無筋コンクリート区間の全面改修、及び鉄筋コンクリート区間の目地補修を行う。その他、美幌町の畑地1,207haのかんがい用を目的としてパイプライン3条を新設する。このかんがい用水は西幹線頭首工から取水し、西幹線用水路の約700m下流で分水してファームポンドに貯留した後、揚水機にて圧送して受益地に配水する。なお、パイプラインは1MPaを超える高圧パイプラインである。

本地区では、上記の用水施設を対象とする水管理施設として、用水施設から離れた管理事務所等から水利施設の状態や水利情報の監視等を可能とする水管理システムの新設整備を計画した。

3. 水管理システムの設計

(1) 水管理システム設計の特徴

水管理システムは、用水施設の適正な運用により「水需要に応じた用水の合理的配分」や「水管理の省力化とコスト削減」の実現を目標として整備する。この際、水利諸量の計測・監視を必要とする水管理ポイントや、施設の監視・操作に係わる管理レベルは、施設の構造・水利特性や管理組織体制等を踏まえた選定が重要となる。本地区のような既存の用水施設を対象とした水管理システム設計では、長年に亘る管理実績に基づく水管理の特徴や課題の把握が重要である。

本地区の水管理システムの設計では、既設の西幹線頭首工と西幹線用水路の管理を担っている網走川土地改良区から、現状の水管理の状況や問題点等の聞き取り調査を行うとともに、当該調査に基づく現地計測調査（流況調査）を実施して水管理上の課題を定量把握し、水管理ポイントや管理レベル等の選定に活用した。

また、本地区の用水施設の管理は、水田かんがい用水路（既設開水路）を網走川土地改良区が担い、新設する畑地かんがい用のパイプラインは美幌町が担う予定である。この際、取水施設の西幹線頭首工などは、これら2組織が共用する施設となり、一連の用水施設の管理に2組織が係わることになる。

本地区の水管理システム設計は、用水施設の構造・立地、管理者の組織体制や水管理経験などの特性に留意した検討を行った。加えて、近年は気候変動の影響から局地的で激しい気象現象が増加傾向にあり、多くの電子部品により構成される水管理システム機器では、システム稼働の信頼性確保として雷害対策が重要となっている。本地区の水管理システム設計では、この点にも留意した設計を行った。

(2) 管理対象施設（水管理ポイント）と管理レベル

a) 西幹線頭首工

西幹線頭首工は、水源である網走川からの取水施設であり、水管理上の最重要施設と位置づけられ、水管理ポイントに選定した。

本頭首工の管理は、管理規程に準拠した頭首工ゲートの操作により河川水位を適正に調整し、期別に定められた取水量の範囲内で西幹線用水路に取水する一連の操作と、これに係わる情報管理である。

河川に設置される頭首工は河川流況や施設周辺の状況に応じた操作対応が重要であることを踏まえ、本頭首工のゲート設備は現地操作（機側操作、操作室からの遠隔操作）とし、河川水位や取水量等の水利情報及びゲート開度などの施設状態を管理事務所等から遠方監視（テレメータ：以下「TM」という）する管理レベルとした。

b) 西幹線用水路（水田区域）

網走川に並走して配置する西幹線用水路（開水路）は、その左岸側に山地・丘陵地が隣接する立地となっている。施設管理者からの聞き取りでは、立地条件から降雨時の排水流入や枝葉の流入が多く、本用水路の水管理では、これによる水路水位の上昇・溢水防止の対応として、放水工の管理操作がとくに重要であることや、流下能力が相対的に小さい箇所があることを確認した。

聞き取り調査にもとづき、西幹線用水路に5箇所ある放水工や水路溢水リスクが相対的に高いと認識されている箇所を対象に、水路水位の変動を定量的に把握するための流況調査を計画し、自記式水位計によるかんがい期を通じた水位計測を行った。水位計測値にもとづき降雨量と水位上昇量の関係を定量的に把握し（図-2）、降雨の発生頻度や超過確率年により水路溢水リスクを評価し、水管理ポイント選定の指標とした。

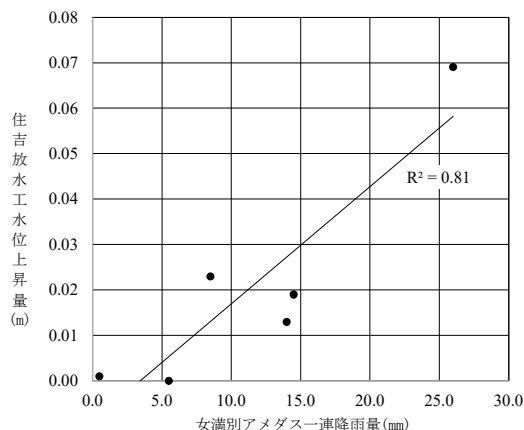


図-2 降雨量と水路水位の上昇量の関係（住吉放水工）

水管理ポイントは、降雨時における放水操作実績、及び流況調査の結果にもとづく水位上昇の定量評価から、5箇所ある放水工のうち表-1に示す4箇所の放水工を選定した。さらに、水位上昇量と水路規模から水路溢水リスクが高いと評価された1箇所を選定した。図-3に各ポイントの位置を示す。管理レベルは、水管理ポイントごとに排水流入等による水位上昇の特性や放水工及び放水先

河川の規模等を指標として水管理上の重要度を評価し、これに応じたレベルを決定した。

排水流入による影響に加えて、除塵スクリーンが設置され枝葉の付着による水位上昇が生じている放水工や、施設の配置や放水河川の規模から放水量が比較的多くなると予想される放水工は、水路水位のTMに加えて、状況監視の省力化と溢水防止リスク軽減の両立を図るため、水路と河川の画像監視を行う管理レベルとした。

表-1 西幹線用水路の水管理ポイントと管理レベル

No.	管理ポイント	水位上昇	放水操作	溢水リスク	スクリーン	放水量	管理レベル
1	小谷沢川放水工	有	有	低	有	多	TM 画像
2	昭野沢川放水工	有	有	低	無	少	TM
3	木禽川放水工	有	有	低	有	多	TM 画像
4	22線道路横断部	有	—	高	—	—	TM
5	住吉放水工	有	有	低	無	多	TM 画像

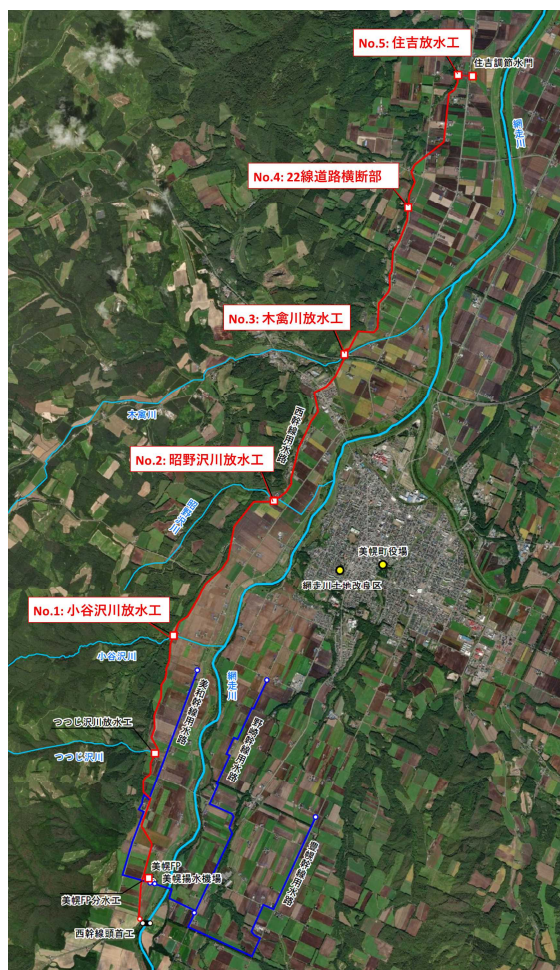


図-3 水管理ポイント位置図

e) パイプライン（畑区域）

本事業で新設する畑地かんがい用のパイプライン施設は、西幹線用水路から分水した用水を貯留するファーム

ポンド、ファームポンドの貯留水をパイプラインに圧送する揚水機及び管水路で構成する。当該施設の管理は、これまでに揚水機やパイプラインの管理経験のない美幌町が担う。

揚水機は水需要に応じた自動制御運転であり、管理者が直接操作する頻度は低い。一方、本地区のパイプラインは静水圧が1MPaを超える高圧であり、民家や幹線道路に隣接する区間もあるなど、漏水発生時の被害拡大防止（減災）が重要となる。

水管理ポイントは、パイプラインの水源施設といえるファームポンド、及びパイプラインへの送水に必須な揚水機を選定した。

管理レベルは、ファームポンド水位や揚水機の運転状態を管理者事務所から監視するTMに加えて、パイプラインの万一の漏水発生に備えて、管理者事務所から揚水機の非常停止操作を可能とする遠方操作（テレコントロール：以下「TC」という）を導入することとした（図-4）。

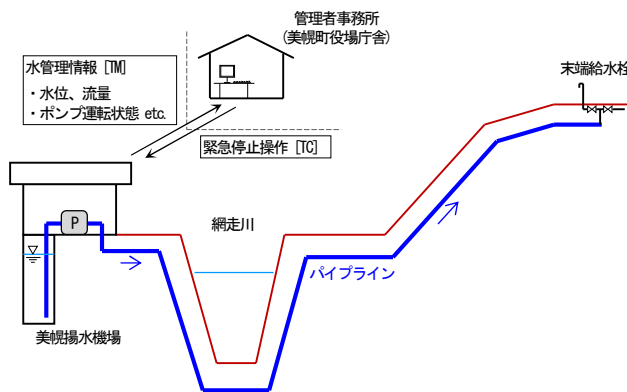


図-4 畑区域の管理レベル概念図

(3) 水管理システム構成

a) 局構成

農業用施設を対象とする水管理システムの局構成は、一般に、現場の水管理ポイントを「子局」とし、管理者事務所などを「親局」として子局の情報を集中管理する方式が採用されている。

本地区の場合は、親局として想定される施設管理者が2者（網走川土地改良区と美幌町）である点に特徴がある。この場合、局構成の一案として、親局を2局設置して管轄する子局の情報をそれぞれに収集・管理する方式が想定された。一方、本地区では取水施設など一部の施設を当該2者で共用することや、網走川土地改良区、美幌町及び当農業事務所の3者による協議・調整により、共用施設の管理は長年の管理実績を有する網走川土地改良区が担うことが想定されたことから、美幌町に比して水管理労務のウェイトが大きくなる網走川土地改良区事務所を親局とする1局構成を検討した。

本地区の水管理システムの局構成は、管理対象施設の配置・管理内容や施設供用後の管理体制等を踏まえ、親

局1局構成に決定した(図-5)。この場合、美幌町は「支局」と位置づけられ、親局に集約された管理情報を光回線を通じて閲覧し、必要に応じて設定変更、ポンプの緊急停止操作等を行うことが可能である。親局1局構成は、親局2局構成に比して情報処理装置等の複数機器で構成される親局装置が一式で済み、その整備費や維持管理費を低減できる点が有利となる。なお、情報管理について、共用施設以外の情報を処理ソフトの機能で管理者ごとに閲覧制限をかけることとした。

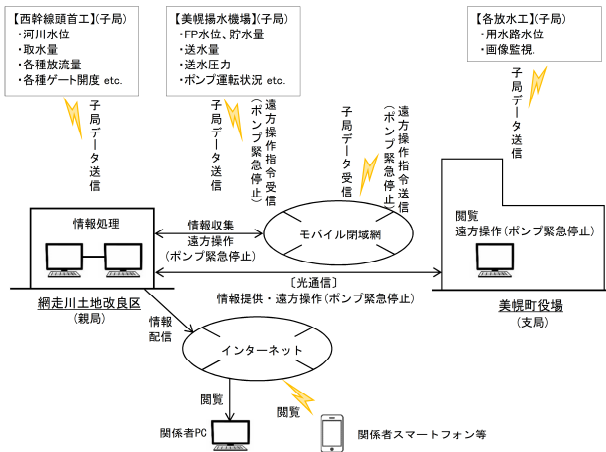


図-5 水管理システム局構成概念図

b) 情報伝送方式

水管理システムの情報伝送方式は、伝送する情報の種類(データ、音声、画像等)、容量及び収集頻度から見た使用性能、並びに通信費用等の経済性などを総合的に判断のうえ選定した。本地区の水管理ポイント(子局)の立地条件、管理項目、通信インフラの整備状況および通信費を指標とした比較検討から、全ての子局で、地上波携帯電話回線(パケット通信:4G LTE)を選定した。

c) 水管理システム構成

管理者事務所(親局、支局)及び水管理ポイント(子局)、並びに各局の管理情報と情報伝送方式を系統的に整理したシステム構成図を図-6に示す。

子局の情報は、親局の網走川土地改良区に集約し、ここで演算や記録等の処理を行うとともに、処理情報をインターネット上に配信し、関係者はPCや携帯電話などのモバイル機器により情報閲覧できる。支局は光回線を通じて親局の処理情報の閲覧、各種設定変更、遠方操作等の管理を行う。また、子局装置は警報機能を備え、水位等の計測値が予め設定した範囲を超えた場合などに、親局・支局や管理者携帯電話などに警報通知が行われる。

(4) 雷害対策

水管理システム機器に侵入する雷サージによる機器破損リスク等の低減を目的として、管理対象施設の立地特性を踏まえ、雷害対策を検討した。

雷の電気エネルギーは非常に大きく、直撃雷はもとより、周辺への落雷の場合でも「雷サージ」と呼ばれる、

一時的かつ異常な過電圧・過電流を発生させる。雷サージは、電線や通信線を通り、建物内等の電気機器に侵入して被害を及ぼす。その被害は落雷地点から数km離れた地点に及ぶ場合もある。

本設計では、水管理システム機器を雷サージによる過電圧破壊から保護するため、以下の対策を計画した。

- a) 引込開閉器盤及びデータ伝送盤内にSPD(サージ保護デバイス)を設置し、盤内へ侵入する雷サージを接地側へ分流させる。
- b) 屋外設置のデータ伝送盤に設置するモバイルアンテナは、設置位置を盤内にする事でモバイルルータへの雷サージの侵入リスクを低減する。
- c) 屋外からの接点信号接続箇所には、補助継電器を配置し、屋外配線と絶縁することにより、雷サージが被保護機器へ直接侵入することを防止する。
- d) 配線長が数十メートルと長くなる箇所は、計測機器(水位計)の保護を目的として中継盤を設け、当該盤内にSPDを配置する。

4. まとめ

網走川中央地区で整備を計画する用水施設の水管理システムは、「水需要に応じた用水の合理的配分」及び「水管理の省力化とコスト縮減」、並びに用水施設やシステム運用に係わる「防災・減災機能の強化」を目標として設計を行った。その特徴は以下のとおりである。

- a) 既設の西幹線頭首工は、TMを導入して水利計量や施設状態の遠方監視を行うことで、水利状況や河川状況のきめ細かな把握を可能とし、水需要に応じた取水管理と水管理の省力化の実現、さらに、河川に対する防災面の向上を図る。
- b) 既設用水路の水管理ポイントと管理レベルは、長年の管理経験を踏まえつつ、現地計測調査により用水施設の水利特性や水管理上の問題点を定量的に把握・評価し選定した。水管理ポイントは、水路溢水リスクの低減に有効な放水工等の5箇所を選定し、管理レベルは、各水管理ポイントの水路溢水リスク低減上の重要度を評価し、TMのみの箇所と画像監視を加える箇所を区別した。これにより、水管理の省力化と人員コストの縮減が期待される。
- c) 新設パイプラインは、予定管理者(美幌町)の用水管理経験や高圧パイプラインの立地特性等を考慮し、漏水発生時の減災対応の強化として、TMに加えてTC(ポンプ非常停止)を導入する計画とした。
- d) 水管理システムの局構成は、網走川土地改良区、美幌町及び当農業事務所との3者間の協議・調整を進め、共用施設(西幹線頭首工、西幹線用水路の一部)の管理を担う網走川土地改良区に親局を配置し、美幌町を支局と位置づける構成を計画した。これにより、当初想定された親局2局構成に比して、システム整備費や

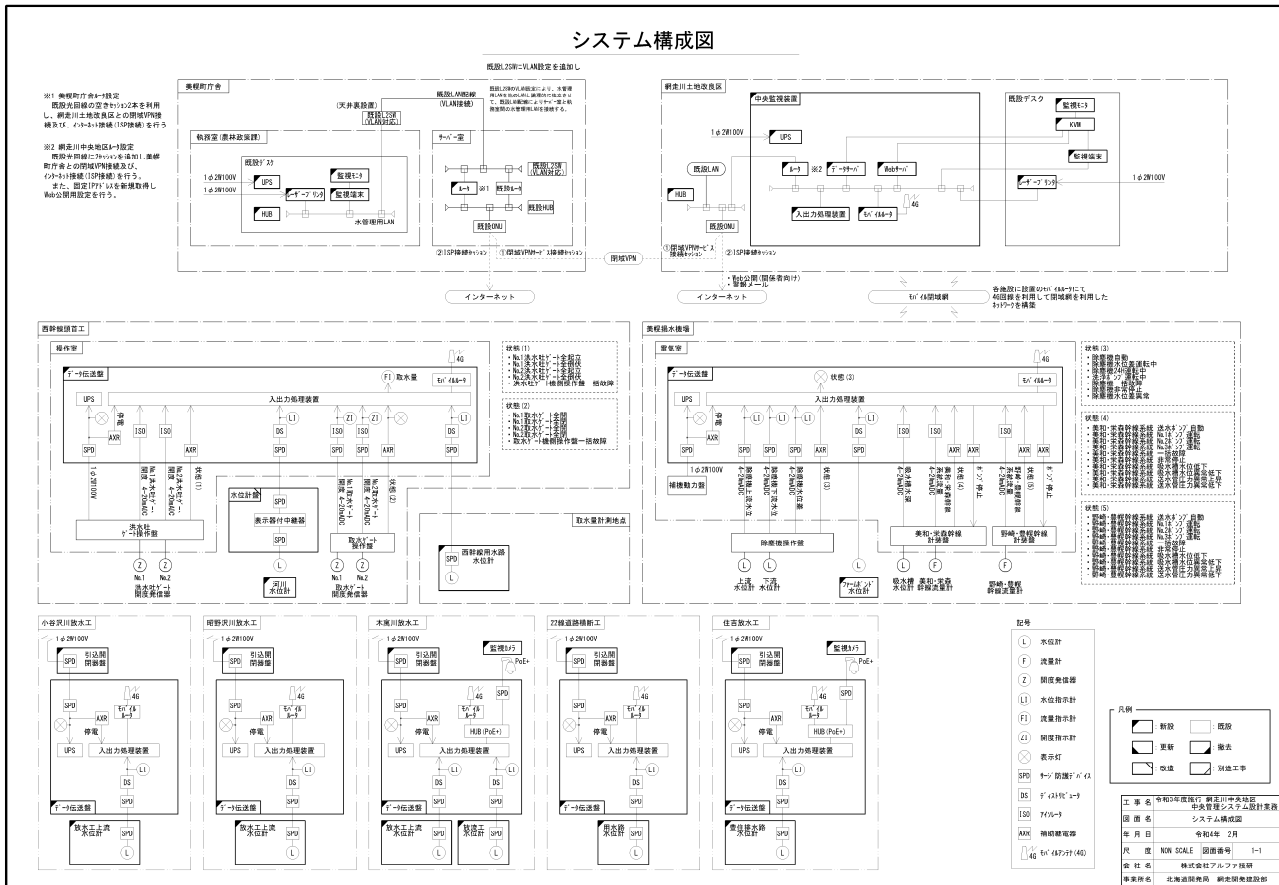


図-6 水管理システム構成図

維持管理費の低減を実現した。

- e) 水管理システムの機器構成は、システム稼働の信頼性と耐久性の確保が重要である。機器故障の未然防止（防災）に重要な雷害対策として、雷サージに対する電子機器の保護強化に留意した設計を行った。対象機器の構成や配置条件等を踏まえ、SPD（サージ保護デバイス）や補助継電器の適正な配置を検討のうえ、これらを導入する設計を行った。

このように、維持管理の省力化を目指した計画としており、管理予定者からは整備への期待が寄せられているところです。

最後に、本報告にあたり、ご助力、ご指導を頂きました関係者の皆様に深く感謝申し上げます。