

九頭竜川下流地区のパイプラインシステム設計 Engineering Design on Pipelines of Kuzuryu-gawa Irrigation Project

中 達雄
Tatsuo NAKA

1. はじめに 本地区（約 12,000ha）は、扇端部の河川から自然取水でき、かつ水田受益地に重力灌漑が可能な扇状地の条件を活かして、前歴事業で整備された開水路形式の幹線水路を全線パイプライン化するⅡ期事業である。

事業の主目的は、地区の下流部（約 2,000ha）の用水確保のための水源を送水効率の向上により確保するものである。平成 11 年当時の当初計画では、上流開水路（導水路）～クローズドパイプライン（国営幹線・県営支線）～主要分水口・末端ファームタンクを基本としていた。その後、平成 16 年頃に技術的検討を加えた結果、パイプラインの安全性や末端圃場整備の進展を背景に幹線・支線水路系の水路形式を自然流下のセミクローズド形式に変更した（Fig.1）。

本報では、本地区の右岸側（Q=32.789m³/s）の幹線水路について事業着工後に実施されたパイプライン形式の変更の技術的経緯を紹介する。

2. 要求性能とシステム設計の基本

2.1 要求される機能 本事業目的の達成のための手段は、既存水路のパイプライン化であるが、その必要性は、下記の要求性能による。

- ①パイプライン化により用水計画上の送配水損失の節減による用水不足地域への用水転用
- ②パイプライン化による水質障害対策
- ③開水路に対する人的安全性の確保（暗渠化）
- ④末端パイプラインの揚水機場の廃止のための水源地点の圧力の下流への伝達（維持管理）
- ⑤水路敷の有効利用

また、システム設計上、①不均等配水の防止、②調整機能の確保、③空気混入や水撃圧発生に対する安全性の確保、④供給者の操作性の確保、⑤パイプラインの安全性・信頼性の確保などの問題を解決する必要がある。

2.2 水管理方式 既存の上流制御の開水路形式における水管理方式は、定比流量制御(Fig.2)による供給主導型水管理方式であると想定された。また、末端配水系では、①土日の用水需要の集中があり、②パイプライン地区（ポンプ揚水）は、日 10 時間給水（7-17 時）である。整備後の用水計画では、水利権（期別・総量規制）や用水合理化の目的から、主要分水を供給側が一元管理する供給主導的水管理（実際には、上限量を供給者が管理）原則とした。

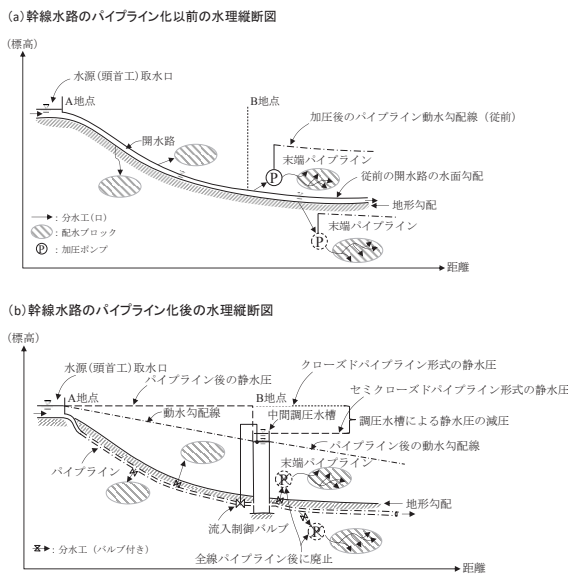


Fig.1 計画変更前後の水路形式の比較縦断面図

Vertical Sections of Canals and Pipelines



Fig.2 従前の開水路形式の幹・支線水路の状況

Condition in Former Canals

*)農業農村工学会事務局 The Japanese Society of Irrigation, Drainage and Rural Engineering
キーワード 大口径パイプライン、セミクローズド、水理機能、水利用機能、水管理、バルブ

2.3 パイプライン形式の変更 当初計画では、パイプライン末端の流量管理を供給側が行う前提で、末端圧を保持可能で建設コストが安価なクローズ形式を構想していた。その後、末端圃場の整備の進展により、パイプライン地区へ直結するエリアが増加し幹線パイプラインの安全性は確保可能であるが、県営事業ですでに整備された末端パイプライン（既設管材）への水撃圧対策等を勘案して、導水勾配は同一として静水時に自由水面を有する中間調圧水槽で下流部を減圧可能なセミクローズ形成に変更された。本形式は、畑地灌漑では多くの事例があるが、大容量の水田パイプラインに下流制御の調圧水槽を設けた事例がないことから、数年をかけて、バルブ選定など慎重な検討が行われた。

3. 調圧水槽の設計と水利用機能の向上

3.1 調圧水槽の水理構造 水理構造は、自由水面を持つ水槽とバルブ開閉や開度調整による減圧を可能にする構造とした（Fig.3）。本形式では、下流制御方式となり下流の用水需要の発生と停止により水の送配水が行われる。なお、管理用水を放流しながらの管理により制御系の動作の軽減を図ることも検討されたが、放流先の確保が困難なことから実現には至らなかった。十郷調圧水槽の高さは、バルブ等の故障時のリスクを想定して、余水発生を貯留可能な壁高さ、各水槽間の管理弁操作によるサージング高さと同高さから決定された。したがって、緊急時の余水は、水槽内で貯留する計画である。ただし、県営パイプラインの安全性確保から、水槽からの流出管理弁に緊急遮断機能（WL>29m）を付加している。

3.2 減圧方法（バルブ等）の検討 減圧機能については、水槽水位の上昇を抑え余水の発生を可能な限り抑制する制御特性が求められる。検討ではフロート弁も対象となったが、維持管理や信頼性の問題からバルブによる制御が採用された。減圧・流量制御バルブは、水槽流入部に設置され、十郷調圧水槽では異口径 5 台並列（800～2,200mm）を選定した。また、機種としては、低キャビテーション用バタフライ弁を選定している（Fig.3）。

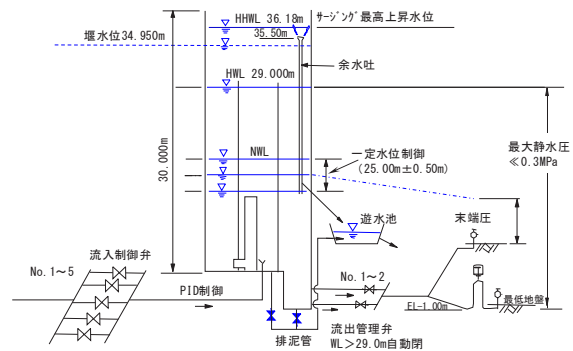


Fig.3 調圧水槽の構造（十郷調圧水槽）

Pressure Regulating Facility

3.3 水利用機能の向上

上流制御の開水路形式から本パイプライン形式に整備されたことから、末端の配水ブロックでは、需要が発生すれば、常時取水堰から用水の供給を即座に自然流下で受けることが可能となった。その水利用機能の向上効果を列挙すれば以下である。

- ・送水効率の向上による用水確保（水源計画、節水効果）
- ・上限付きの需要主導型水管理方式
- ・自然流下方式（加圧機場の廃止により電力料金を皆無にした）
- ・パイプライン地区普通期 24 時間常時給水
- ・開水路形式での水難事故の防止
- ・下流パイプラインの水理学的安全性の向上（水撃圧対策、静水圧の軽減、水理学的不連続点）

4. おわりに

本地区での戦後の前歴事業から始められた水路形式の発展段階は、①頭首工の合口による幹線水路（導水路としての開水路）の整備、②下流域を中心にしての圃場整備による配水系のポンプ直送型パイプラインの導入、そして、整備された③幹線水路のパイプライン化（セミクローズド系）へと進展した。水路形式としては、開水路系→複合水路系→下流流量制御のセミクローズド系と変化し、その形式が農業の水利用の要求に対応してきたことがわかる。

参考文献

- 1) (社) 農業農村工学会：平成 19 年度九頭竜川下流(二期) 農業水利事業施設整備方策検討業務報告書，2007。