

技術報告③

既設農業用ダム（鋼構造物）の改修取組事例

「岩洞ダム取水ゲート改修工事・ 風連ダムホロージェットバルブ（HJV）修繕工事」

西田鉄工株式会社 生産本部 北海道設計グループ
高山 直樹

1. はじめに

新たな土地改良長期計画では、自然災害の頻発化・激甚化が今後更に見込まれる中、「農業・農村の強靱化」が政策課題の1つに掲げられている。農業生産基盤を支える農業用ダムは、重要な社会インフラであり、戦略的な保全管理、耐震対策、既存ダムの洪水調節機能強化の推進が求められている。

一方、農業用ダムには、取水設備や洪水吐等の放流設備等があるが、これらの付帯設備の中には、ダム堤体と同様に、それが損傷した場合に貯留機能又は放流機能に影響を与えるものがある。このため、ダム全体の耐震性能確保に向け、2020（令和4）年2月「農業用ダム付帯設備耐震性能照査マニュアル」が作成された。

このような状況の中、各地で既設農業用ダムの鋼構造物の更新、改修、補修（修繕）工事が進められていることも踏まえ、本稿において、当社が施工した「既設農業用ダムの取水ゲートの改修事例」及び「緊急放流設備のうちホロージェットバルブ（HJV）の修繕事例」について報告させて頂くこととした。

2. 岩洞ダム取水ゲート改修工事

岩洞ダムは、1960（昭和35）年に国営岩手山麓開拓建設事業の中心事業として建設された国営造成農業用ダムの1つであり、かんがいが主目的であるが水力発電の目的も有する多目的ダムである。

築造後40年以上が経過し、施設の機能低下が著しく、維持管理に多大な経費と労力を要していたため、農業用水の安定的かつ効率的な供給と維持管理の軽減を図り、もって農業生産性の維持と農業経営の安定に資するために、老朽化した基幹的水利施設の改修工事が行われることとなった。改修に当たり、機械設備の主要材質は普通鋼から不銹鋼（SUS304）に変更となり、操作・制御も管理者要望によりメンテナンス性を考慮してリレーシーケンス制御と取水深自動制御器を組合せた制御に変更している。本項目では、ダム取水ゲート設備の改修工事において、当社が取り組んだ施工管理（安全・工程・品質）の内容等について紹介する。

(1) 工事概要

表-1.1 岩洞ダム本体の諸元

ダム型式	ロックフィル
ダム湖名	岩洞湖 (かんだうこ)
堤高 / 堤頂長	40m / 351m
流域面積 / 湛水面積	219.6km ² / 624ha
総貯水容量	65600 千 m ³
有効貯水容量	46300 千 m ³

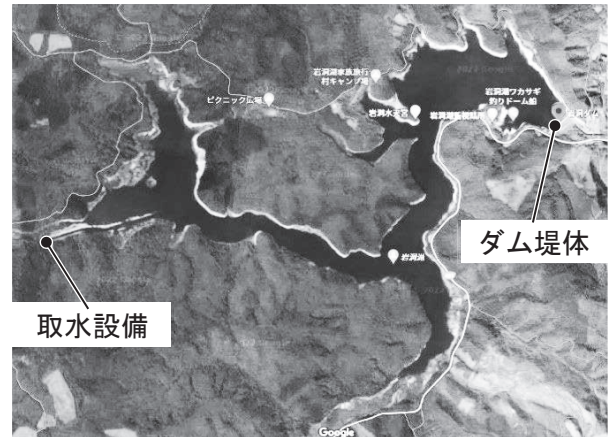


図-1.1 位置図

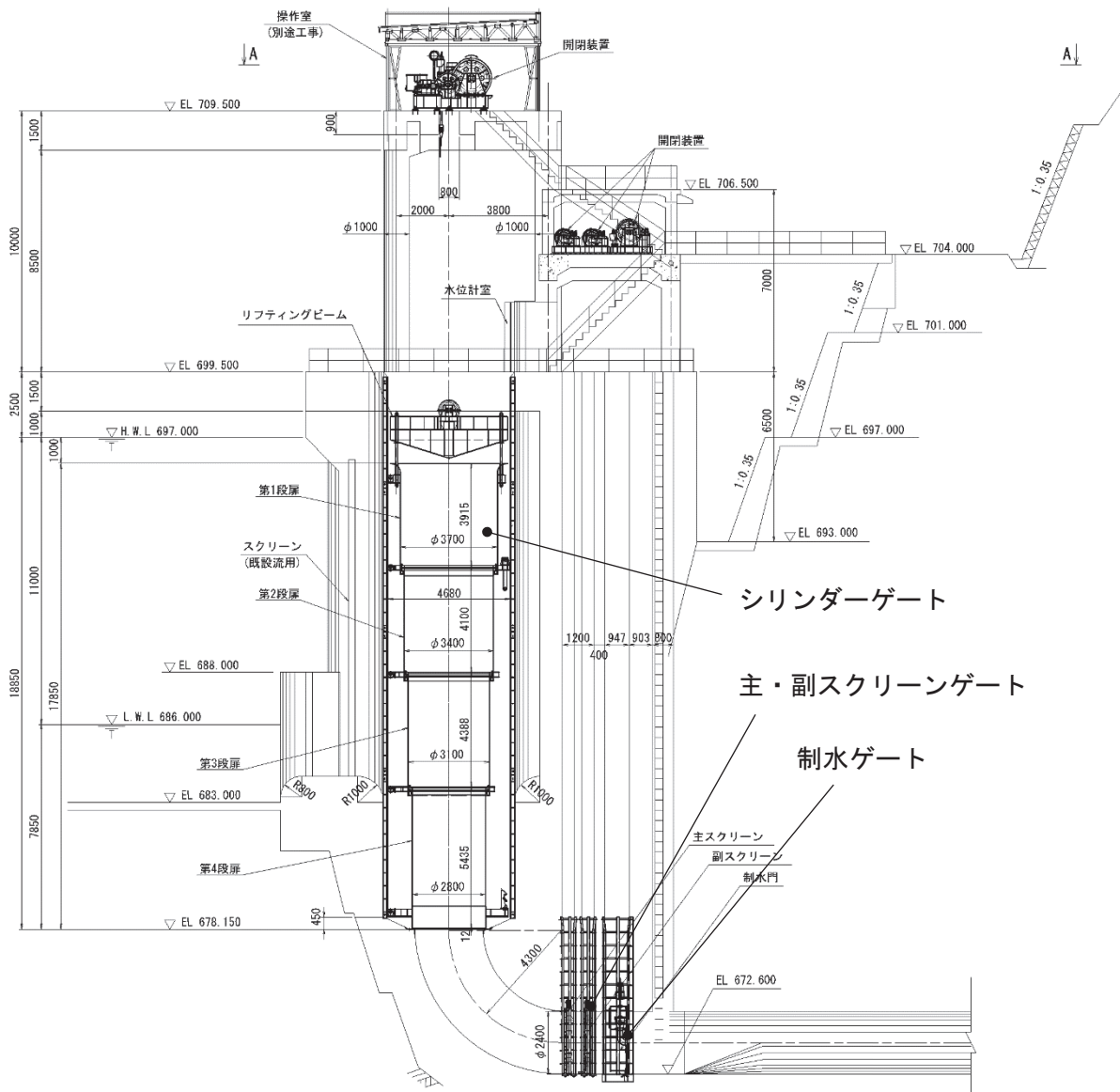


図-1.2 取水設備断面図

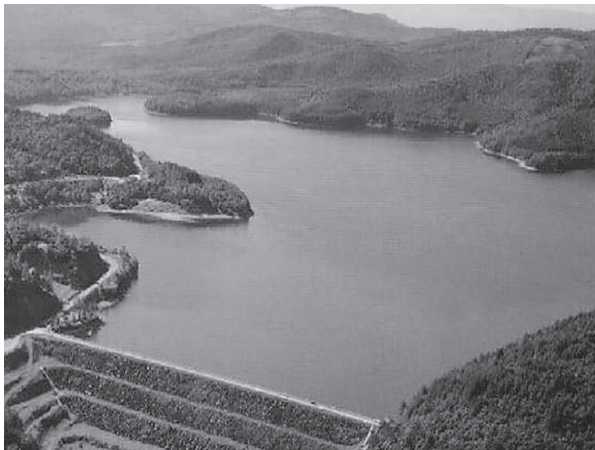


図-1.3 ダム全景写真



図-1.4 取水設備全景写真

表-1.2 取水設備主要諸元

シリンダーゲート	形 式	ステンレス鋼製 シリンダーゲート
	門 数	1門
	寸 法	表面取水深 1.000m 取水盤径 4.500m シリンダ口径 φ 3.700m～φ 2.800m 4段 (高さ 4.1m～5.1m)
	水 密 方 式	滑動部円周ゴム水密
	開 閉 方 式	電動ワイヤロープ巻取式
	開 閉 速 度	0.3m/min
制水ゲート	形 式	ステンレス鋼製 ローラゲート
	門 数	1門
	純 径 間	2.400m
	有 効 高	2.400m
	水 密 方 式	後面4方ゴム水密
	開 閉 方 式	電動ワイヤロープ巻取式
主・副スクリーンゲート	形 式	ステンレス鋼製 スクリーンゲート
	門 数	各1門
	純 径 間	2.400m
	有 効 高	2.400m
	バーピッチ	0.060m
	開 閉 方 式	電動ワイヤロープ巻取式
	開 閉 速 度	1.0m/min

(2) 施工管理の取組みについて

岩洞ダムは、かんがい・水力発電が目的であり、取水停止期間に制限がある。このため、施工時期は、非洪水期（9月～2月）である冬期施工を主とし、本州一寒い地域での多工種・多目的の施工となるため、狭隘な施工区域への対応および工程の短縮が課題であった。本項では、工場製作時・現場据付時における様々な工夫および取組みを紹介する。

[工場製作編] 輸送車両の荷台上に斜めに固定することができる専用輸送架台を製作し、製品輸送最大幅の拡大を図った。これにより、シリンダーゲート扉体の上部リングガタ(φ 4.5m)を一体構造とし、分割数(現場溶接継手)を削減した。呑み口等の特殊構造部および厚板部を工場にて一体製作することで、準備工から組立作業および検査までを含めた一連の据付工程を、約1か月短縮することができた。(図-1.4) また、扉体は、輸送制限上、最大8分割で輸送し現場溶接にて接合するため、現場組立時の工場寸法精度の確保・再現が課題である。このため、各段扉の分割に合わせた本工事専用の支保工を工場にて製作し、全段扉に対し一体仮組立確認を行った。これにより、現場溶接での入熱の影響等による寸法変化を事前に回避することに加えて、現場接合部の肌合せ等を工場にて事前に調整および確認することで、計画工程の遵

守および現場溶接に対する品質の確保・向上を図った。(図-1.6-1)

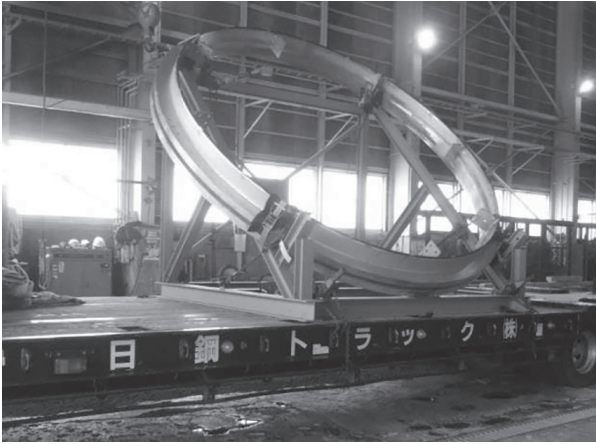


図-1.5 輸送荷姿



図-1.6-1 工場一体組立状況

[現場据付編] 場内は非常に狭隘であり、据付に際し十分な作業ヤードの確保が困難であった。このため、資機材及び車両転回ヤードを利用し、分割搬入した扉体を組立溶接する専用仮設工場を設置し、取水塔運用(取水)期間に新規扉体を組立・溶接・仮置した。なお、溶接品質確保のために、足場材およびシート等の仮設資材により風雨の影響を防ぐ構造とした。(図-1.7)

また、扉体据付時の仮設工場から取水塔までの場内運搬は、クローラークレーンの吊り荷走行時の安定に関する指針(JCAS2002-2002)に準拠した施工計画を採用し、120tクローラークレーンにて運搬した。これにより、場内での横持ち作業(積み込み、荷降し作業)を削減し、施工部へ直接吊り込みすることで、安全性を確保し

つつ据付工程を約10日短縮することができた。(図-1.8) また、本工事は、仮締切に特殊な工法(後述参照)を採用しているが、厳冬期に湖面が凍結することで設備が損傷し、仮締切内へのダム湖水の流入および仮締切撤去時の施工性悪化による工程遅延が懸念された。このため、仮締切周囲の水深約4mの位置に仮設架台を設け、水中ミキサーを上向きに複数台設置し常時稼働させた。これにより、仮締切周囲の水を攪拌し対流させることで、ダム湖面の凍結を全期間防止した。(図-1.9)



図-1.7 仮設工場設置状況

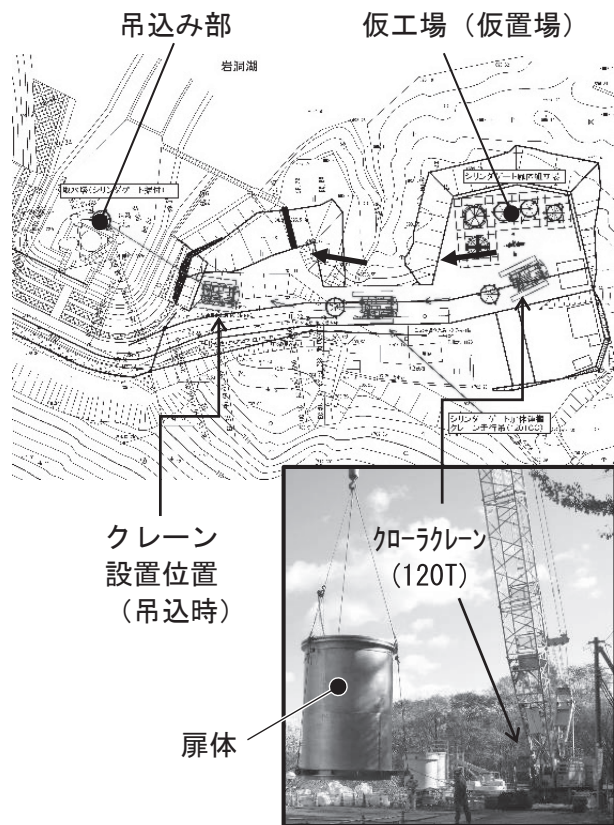


図-1.8 シリンダーゲート扉体クレーン計画

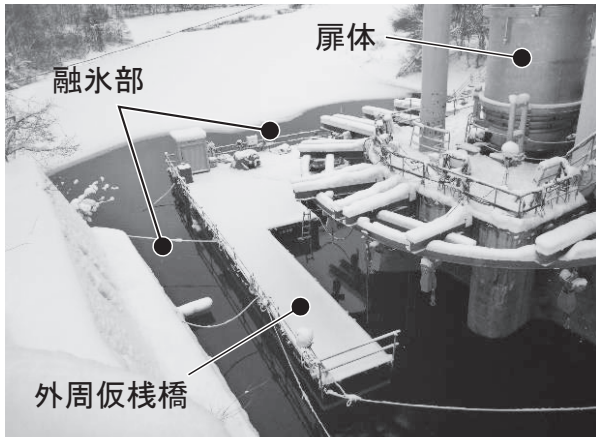


図-1.9 ダム湖(仮締切部)融氷状況

(3) 新技術の活用等について

本設備の製作・据付に際しては、3D-CADにより3Dモデルを作成し、工場製作時における各種取合い確認や関係者との円滑な合意形成に活用した。また、現地据付時においては、3Dモデルを活用した施工計画の立案・取り纏め及び仮想空間(バーチャル3D)に施工現場を再現した安全管理(安全訓練等)の実施により、

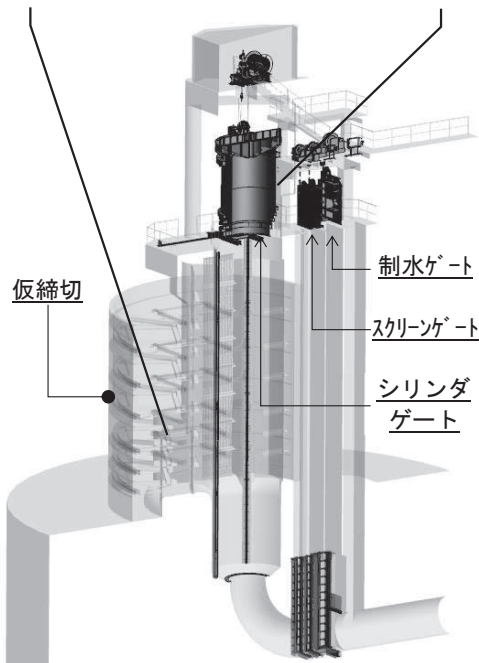
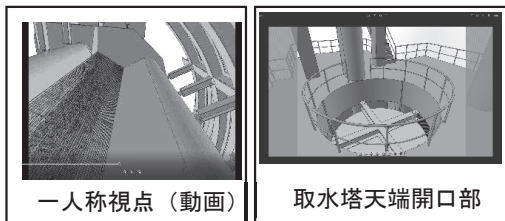


図-1.10 3Dモデル(全設備)

工期内に無事故で工事を完遂することができた。(図-1.10)

また、本工事では、取水塔周囲を締め切って内部をドライな状態で改修する必要があるが、発電休止期間を最短とする必要がある。本ダムの貯水位は、かんがい期終了時期に年間を通じて最低となるため、かんがい期終了後、速やかに締切工事が行えることから、多年度工事への対応も可能な鋼製パネルによる締切工法の1つであるSTEP工法(オリエンタル白石株式会社)が採用されている。(図-1.11)



図-1.11 STEP工法イメージ図

3. 風連ダムホロージェットバルブ(HJV)修繕工事

風連ダムは、1986(昭和61)年に国土交通省北海道開発局農業水産部による国営直轄かんがい排水事業風連地区の中核施設として御料ダムともども建設された国営造成農業用ダムの1つであり、かんがいが主目的の利水ダムである。ダムの形式は、同天塩川水系の御料ダムおよび温根別ダムと同様の中心遮水ゾーン型フィルダム(ロックフィルダム)である。

築造後40年以上が経過し、放流施設の機能低下が著しいために、放流性能、流量制御特性、水理特性や経済性を総合的に検討した結果、国営施設機能保全事業風連地区において既設と同様の形式(HJV)にて更新されることとなった。本項目では、放流設備(HJV)の更新にあたり、当社が取り組んだ施工管理(工程・品質)の内容等について紹介する。

(1) 工事概要

表-2.1 風連ダム本体の諸元

ダム型式	ロックフィル
ダム湖名	風連ダム (ふうれんダム)
堤高/堤頂長	33.6m / 294m
流域面積/湛水面積	23km ² / 27ha
総貯水容量	2918 千 m ³
有効貯水容量	2387 千 m ³

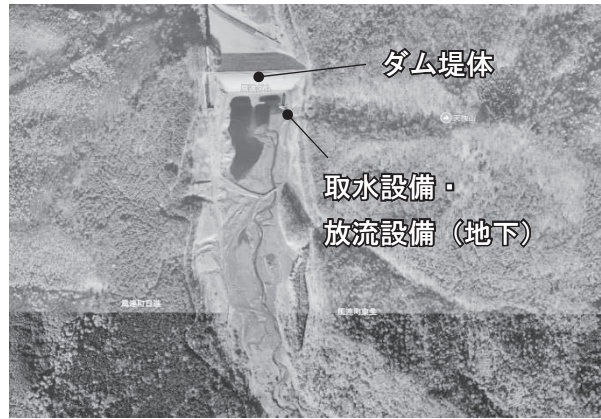


図-2.1 位置図

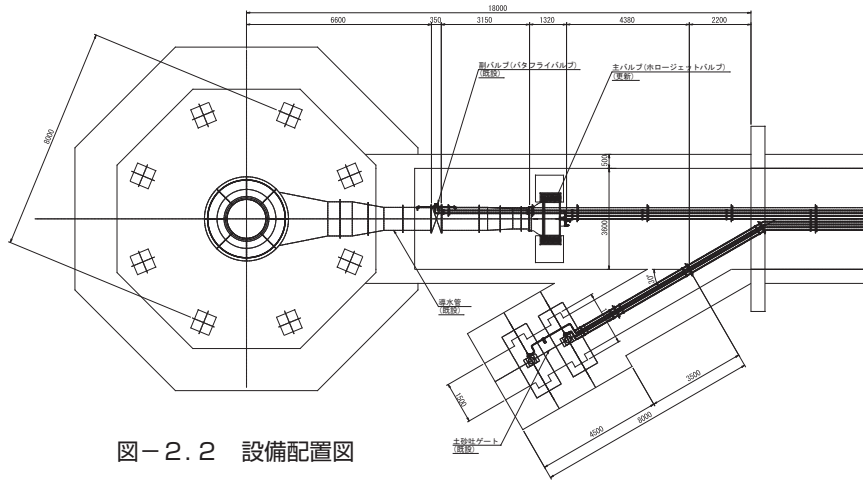


図-2.2 設備配置図

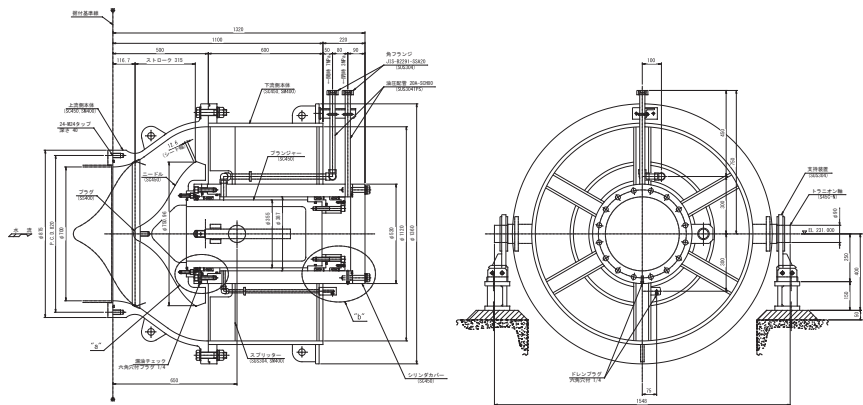


図-2.3 放流主ゲート構造図

表-2.2 放流設備主要諸元

放流主ゲート	形式	ホーレットバルブ
	門数	1基
	口径	φ 700mm
	水密方式	前面円周金属水密
	開閉方式	油圧シリンダ式
	開閉速度	0.1m/min

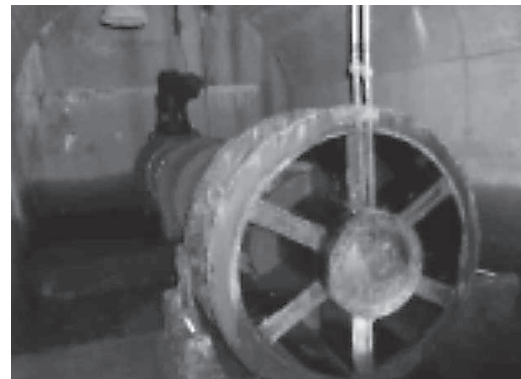


図-2.4 放流バルブ全景 (既設)

(2) ホロージェットバルブの特徴について

ホロージェットバルブは、可動ニードル中空水流射出型バルブであり、バルブの開閉は機械式もしくは油圧式により、ニードル自体を移動することによって行う。水流自体は、空気混じりの中空の水流となるため、水勢を減勢することが可能である。このため、放流水がソフトで下流の浸食作用が少なく、流量の微量調整もできるといった特徴を有する。なお、水密面が直接流水にさらされるため著しい土砂流には摩耗が懸念されるほか、微小放流時は、通水部に塵芥が挟まりやすい点に留意が必要である。

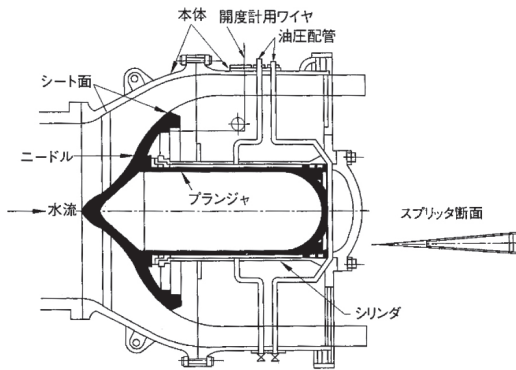


図-2.5 油圧式HJV構造図(例)

ホロージェットバルブは、構造が特殊であり、設計・製作にノウハウを要するため、更新や補修の対応が可能なゲートメーカーが限られている。

当社では、今までの施工実績から蓄積された技術により、国内最小(φ0.15m)から国内最大(φ2.4m)まで確実な補修(修繕)を行うことが可能である。(図-2.5)

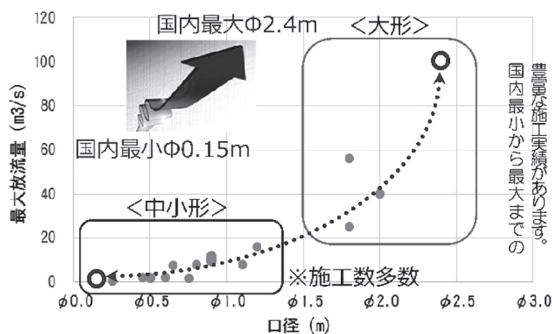


図-2.6 HJV口径と流量の相関図

当社調べでは、農業用ダムにおいて、ホロージェットバルブは、全国に100箇所以上あり、多くの設備が築造後40年以上経過しているため、今後、設備の状況に応じた補修整備等が必要となると考えられる。

(3) 施工管理の取組みについて

ホロージェットバルブは、ニードルをシート面に圧着させることで止水する構造である。このため、金属水密面は、多層肉盛り溶接後に機械加工を行い、高い寸法精度を確保する必要がある。本項では、溶接入熱および溶接ビードの均一化に対する施工管理手法について紹介する。
[工場製作編] 更新するホロージェットバルブの上流側・下流側本体の金属水密面における肉盛り溶接において、専用の溶接用治具とターニングローラを使用することで、溶接姿勢が常に下向きとなる自動溶接を行った。



図-2.7 本体溶接状況

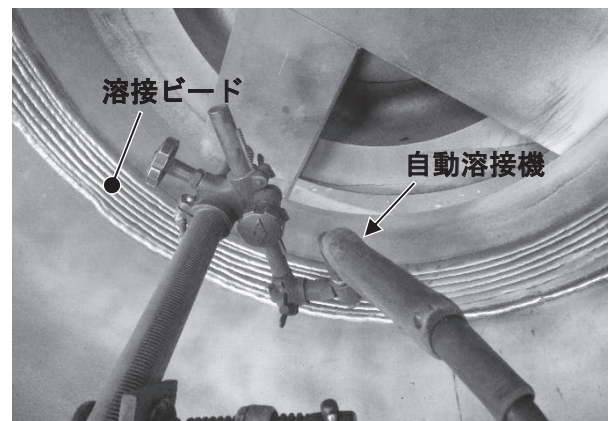


図-2.8 多層肉盛り溶接状況

溶接姿勢が常に下向きとなる自動溶接を行うことで、入熱量を適切に管理し、安定した溶接ビートを均一的に施工できるため、溶接品質が向上する。加えて施工速度も速いため、標準施工と比較し約1週間の工程短縮が可能となる。

(4) 新技術の活用等について

本工事において土木構造物は既設流用であり、据付に際しては、あと施工アンカを多用する。

このため、穿孔に伴う既設土木構造物への損傷や既設鉄筋の切断を防ぐために、あと施工アンカの施工前にコンクリート構造物内の埋設物非破壊探査装置を用いて鉄筋探査を実施した。

なお、埋設物非破壊探査装置は新技術情報提供システム（NETIS）登録機器を使用した。

表-2.3 非破壊探査装置仕様


型名	NJJ-105
方式	電磁波レーダー方式
登録番号	KT-150040-VE
探査かぶり厚さ	5～300mm
水平方向分解能	かぶり厚さ(深度)175mm時に鉄筋間隔40mmの鉄筋を判別可能
構造図	



図-2.9 鉄筋探査状況

これにより、既設構造物への損傷を防止することに加え、鉄筋との干渉に伴うアンカの再施工および補修作業を回避し、標準的な施工より少ない工数で品質の高い施工が可能となる。

4. おわりに

本報告では、農業生産基盤を支える農業用ダムの強靱性や持続性を高める工事の参考として頂くため、改修や補修の実工事に基づく施工事例を紹介した。

昨今、気象環境の変化とともに想定外の豪雨や線状降水帯による水害が毎年のように発生している。これらの状況に対処するために、ダムを含めた農業水利施設を適切に保全管理していく必要性が、より高まっている。

ゲート設備の専門メーカーである当社は、今後もより安全で信頼度の高い施設の管理・運営と河川流域の安全に資するべく、尽力してまいります。

参考文献

農林水産省 HP 国営造成農業用ダムの補強・復旧(補修)工法に関する手引き(案)

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/damhokyo.html>

農林水産省 HP 土地改良長期計画の策定について

<https://www.maff.go.jp/j/press/nousin/keityo/210323.html>

国土交通省 HP ダム再生ガイドライン

<https://www.mlit.go.jp/river/dam/pdf/guideline.pdf>

バルブ設備計画設計技術指針 農林水産省農村振興局整備部設計課