

長大延長農業用パイプラインの 供用開始にむけて —通水試験計画と状況報告—

札幌開発建設部 樺戸農業開発事業所 建設班

○山本 康仁
南 光人
石水 誠

農業用水路には用水を安全に流送配分する「水理機能」、水源から圃場まで適時適量の用水を公平かつ均等に送配水する「水利用機能」、水理機能及び水利用機能を実態化するための「構造機能」の三つ機能が要求される。

国営かんがい排水事業樺戸（二期）地区では平成27度からの供用開始に向け、ダム等の取水施設からの注水路工（パイプライン）の機能を確認する通水試験を実施した。本報はその試験計画と試験実施結果などを報告するものである。

キーワード：管水路、水張り試験、試験通水、漏水試験

1. 地区の事業概要

国営かんがい排水事業の樺戸（二期）地区（平成5年度着工）は、空知総合振興局管内の月形町、浦臼町、新十津川町、雨竜町の4町にまたがる水稲作を主体とした受益面積9,712 haの農業地帯である。本地区の農業用水は代かき期間の短縮や深水かんがいなどによる需要量の増加に対して十分な用水が確保されていない。また、施設の老朽化により維持管理に多大な労力を要していることから、本事業（樺戸（二期）地区）と併せて国営樺戸地区及び道営等の関連事業により、用排水施設及び圃場を整備するものである。本地区は、新設する徳富ダムからの水源を主とした新たな農業水利システムの構築により用水を安定的に確保することで、土地生産性の向上、農作業の効率化、維持管理の軽減を図り、農業経営の安定、地域農業の振興に寄与することを目的としている。

2. 新しい農業水利システムとは

本地区の新しい水利用計画の概要を図-1に示す。徳富ダムの貯留水を徳富ダム注水工を通して約13 km先の総富地川へ注水する。総富地川に注水された後、下流の総富地頭首工で取水され、総富地注水工を通して約31 km先の月形町の札比内川に注水される。途中、各支流河川へ注水されて新十津川町、浦臼町、月形町の各区域に用水不足分が補給される。また徳富ダム注水工は新雨竜分水工で新雨竜注水工へ分水し、約25 km先の雨竜町方面の尾白利加川に注水され、下流の雨竜頭首工と満寿

頭首工で取水される。当地区の特徴としては注水工総延長68.9 kmに及ぶ長大な農業用パイプライン施設である点が挙げられる。平成27年からの供用開始に向けて各施設の施工が完了したことを踏まえ、通水試験を行い、新設あるいは関連する既設の水利施設についての水理機能、水利用機能、構造機能などについて所定の機能を備えているかを確認した。今回得られた試験結果および発現した課題の分析は、今後のパイプライン施工の留意点として重要なものと考えられ、今回は第1報として水張り試験の結果について報告する。

3. 通水試験概要

(1)通水試験計画

通常に通水試験は、大別すると漏水試験と水圧試験に区分され、漏水試験は継目試験および水張り試験に分類される¹⁾（図-2）。また、パイプラインの水密性と安全性を確認する目的で通水試験を行うとともに、実際の運用を想定した量の試験的な送水（試験通水）を行ってパイプラインの機能性を確認することが望ましいとされている¹⁾。つまり、試験通水を行うことで、計画流量時における通水・分水機能及び施設構造の安定性の検証、流量変更操作や余放水時における水利機能及び構造の安全性などの検証の他、管理設備や管理体制の確認を行うことが出来る。今回の通水試験においては、水張り試験の他に試験通水を実施している。

本地区では平成24年度までに通水試験の全体工程計画を策定し、平成25年度に徳富ダム注水工の一部（3.1 km

区間)の通水試験を実施している。本年度の試験は残りの区間を対象として7月1日から開始し、12月8日に分水工の水抜きをして終了した。パイプラインに充水する際は、徳富ダムから最大0.20 m³/sを取水した。

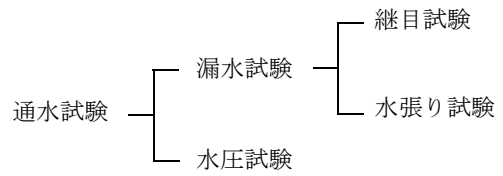


図-2. 試験区分

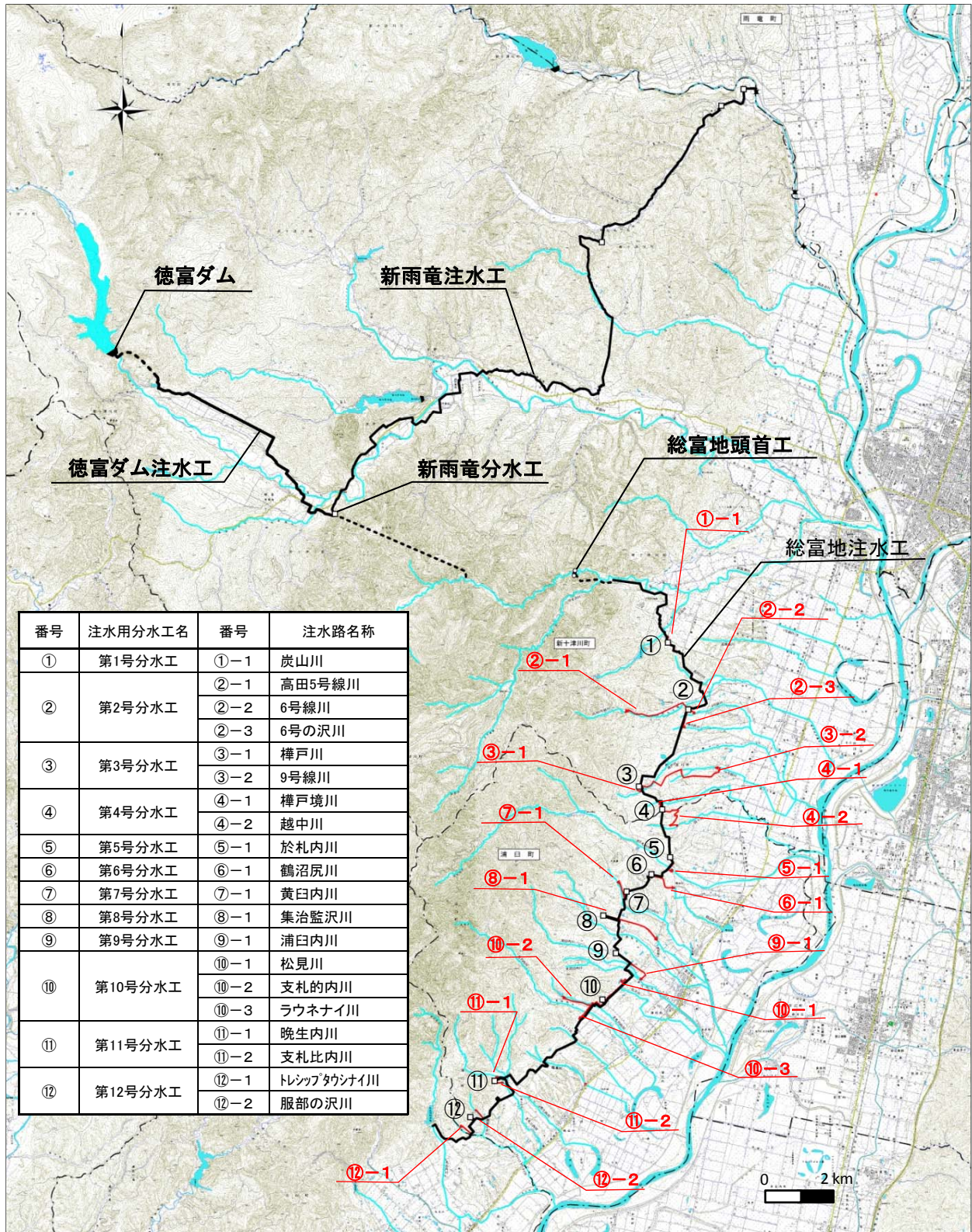


図-1. 地区概要図

(2)試験箇所

本年度の試験は、徳富ダム注水工、総富地注水工、新雨竜注水工、総富地注水工注水路を対象に行った。

a) 徳富ダム注水工

徳富ダム注水工は、徳富トンネルL=1.4 km、オープンタイプパイプラインL=7.7 km、壮志トンネルL=4.2 kmで構成される。本試験では、昨年度実施済以外のパイプライン区間L=4.6 m (STW φ2000 mm) を対象とした。

b) 新雨竜注水工

新雨竜注水工は、オープンタイプパイプラインL=18.9kmとセミクローズドタイプパイプラインL=5.9 kmの複合形式で構成される。本試験は、新雨竜分水工から尾白利加注水口までの全長L=24.8 kmの全区間 (STW φ800~900 mm、DCIP φ800~900 mm、FRPM φ800 mm) を対象とした。

c) 総富地注水工

総富地注水工は、上流の一部にトンネルL=1.1 kmを含むほか、主としてオープンタイプパイプラインL=29.7 kmで構成される。水路延長30.8 kmの途中に12箇所のオープンスタンド型分水工を配置している。本試験は、総富地頭首工から札比内川注水口までのトンネル区間を除くパイプライン区間 (DCIP φ1200~2000 mm、STW φ1350~2100 mm) を対象とした。

d) 総富地注水工注水路

総富地注水工注水路は総富地注水工の12箇所のオープンスタンド型分水工より分水し河川へ注水を行うパイプラインである。本試験は、20条総延長L=18.6 km (STW φ150~700 mm、VP φ80~600 mm、DCIP φ150~700 mm、FRPM φ600~900 mm) を対象とした。

(3)水張り試験

水張り試験は、パイプラインの布設が完了した後、当該区間に水を充水し、漏水箇所の発見と減水量が許容限度内にあるかどうか確認するための試験である。手順を下記に示す。

a) 管水路事前点検 (準備工)

水張り試験に先立ち、空気弁等のすべての附帯施設を巡回点検し、施設状況の確認、弁類の点検・操作及び試験で使用する観測機器の設置を行った。

b) 充水 (水張り)

充水量制御は徳富ダムの取水ゲート操作および総富地頭首工の取水ゲート操作により行った。

また、充水作業に伴い水路に附帯する空気弁の作動状

況、制水弁及び排泥弁等の水密性の点検を行い各施設の機能確認を順次行った。

c) 漏水点検

充水完了後、連行空気の排除等のために一昼夜 (24時間) 経過監視した後、そこから静水圧状態で24時間の減水量を計測した。分水工及び調圧水槽 (自由水面) に投入式水位計、空気弁に圧力式水位センサーを設置して各水位を計測した (図-3)。ユニット間の水槽水位および管内水位の減水状況から管路の漏水状況を把握し、標準許容漏水量¹⁾との比較により管路の水密性を評価した。なお、計測には遠方監視装置とスマートホンアプリを組み合わせたテレメータ装置を使用した (図-4)。

試験中に異常な水位低下を計測した場合には、速やかに試験を中止して漏水箇所を探索し適正な止水対策を講じることとした。

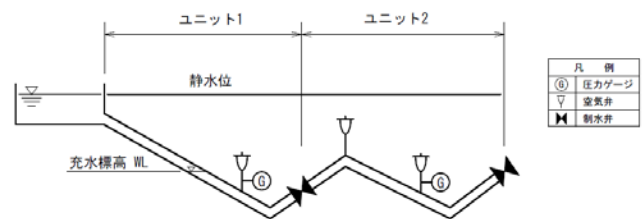


図-3. 水位計設置模式図



図-4. 水位監視アプリの表示画像

4. 試験結果

試験結果を表-1に示す。徳富ダム注水工において漏水は特に認められなかったものの、総富地注水工で3箇所、新雨竜注水工で3箇所、総富地注水工注水路では14箇所と、計20箇所において減水が確認された。

表-1. 漏水箇所調査

試験区間		漏水箇所	管種	管径 (mm)	原因	確認方法
徳富ダム注水工		なし	-	-	-	-
新雨竜注水工	新雨竜分水工～第1号調圧水槽 18.8km	第27空気弁工 φ150	DCIP	φ900	空気弁取付(人孔)フランジ部のゴム製パッキンのズレ	弁室内で目視確認
		第28空気弁工 φ150	DCIP	φ900	空気弁取付(人孔)フランジ部のゴム製パッキンのズレ	弁室内で目視確認
	第1号調圧水槽～第2号調圧水槽 5.8km	第27号排泥施設 ソケット継手部	DCIP	φ300	ゴム輪のズレ	地表湧出により目視確認
総富地注水工	第4号分水工～第5号分水工 2.5km	第28-2空気弁工 φ200	DCIP	φ2000	空気弁取付(人孔)フランジ部のゴム製パッキンのズレ	弁室内で目視確認
	第9号分水工～第10号分水工 2.3km	第40空気弁工 φ200	STW	φ1600	空気弁取付(人孔)フランジ部のゴム製パッキンのズレ	弁室内で目視確認
	第12号分水工～札比内川注水口 2.0km	第56空気弁工 φ150	DCIP	φ1200	空気弁取付(人孔)フランジ部のゴム製パッキンのズレ	弁室内で目視確認
総富地注水工注水路	高田5号線川注水路 1.7km	-	VP	φ450	許容漏水量未満の減水	管内水位観測により水位低下を確認
	6号線川注水路 0.4km	継輪部	VP	φ150	継輪のボルトのゆるみ	地表湧出により目視確認
	6号の沢川注水路 0.6km	継輪部	VP	φ150	ゴム輪のズレ	管内水位観測により水位低下を確認
	9号線川注水路 3.0km	ソケット継手部	DCIP	φ250	ゴム輪のズレ	地表湧出により目視確認
	黄臼内川注水路 0.6km	-	FRPM	φ600	許容漏水量未満の減水	管内水位観測により水位低下を確認
	集治監川注水路 1.7km	継輪部	VP	φ300	ゴム輪のズレ	地表湧出により目視確認
		ソケット継手部	VP	φ300	ゴム輪のズレ	管内水位観測により水位低下を確認
	浦臼内川注水路 1.3km	-	VP	φ250	許容漏水量未満の減水	管内水位観測により水位低下を確認
	支札の内川注水路 1.5km	第4号空気弁工 立ち上げ管 φ75	DCIP	φ75	フランジ部のゴム製パッキンのズレ	管内水位観測により水位低下を確認
	トレシブタウシナイ川注水路 1.0km	継輪部	VP	φ150	ゴム輪のズレ	地表湧出により目視確認
		継輪部	VP	φ150	ゴム輪のズレ	地表湧出により目視確認
		ソケット継手部	VP	φ150	ゴム輪のズレ	管内水位観測により水位低下を確認
		ソケット継手部	VP	φ150	ゴム輪のズレ	管内水位観測により水位低下を確認
-		VP	φ150	許容漏水量未満の減水	管内水位観測により水位低下を確認	

全20箇所の内4箇所は許容値未満の減水量であったので、基準を満足していると判断された。残り16箇所については原因を特定して補修を行い、再度水張り試験を実施して減水が無くなったことを確認した。漏水発生の確認については、自動水位観測による確認が9箇所、目視巡回による確認が11箇所であった。目視巡回について、空気弁室内での確認が5箇所、地表に湧出しているのを確認したのが6箇所であった。自動水位観測によって特定した箇所については、漏水量が比較的小さく、直接の目視確認は出来なかったが、減水傾向を継続把握することで、水位低下の停止状況から漏水箇所を概定することが出来た。

また、本通水試験において発生した漏水の主要な原因はゴム輪のめくれやフランジ部といった接合部の不良であり、施工時の人為的な要因によるものが大部分だった。VPφ150mmの管種において多く漏減水が確認された一方で、φ900mm以上の大口径管においては継目からの漏水が確認されなかった。

5. 考察

φ900mm以上の大口径管では管同士の継目からの漏水が確認されなかった一方で、φ150mmの小口径管において管同士の継目からの漏水が多く確認された。要因の一つとして、継目試験の有無が関係していると考えられる。大口径管では、施工の過程で継目にテストバンドを掛けて加圧する管理基準があるのに対し、小口径管では通常、継目試験は行わない。漏水予防のための改善案としては、①施工時の隙間ゲージによるチェックを標準の仕様よりも密に行うことや、②切管時の面取りを確実にし、管の接合時にゴム輪がねじれにくくすることなどが有効と考える。

φ900mm以上の大口径管では、空気弁と本管T字管との接合フランジ（φ600mm）からの漏水が複数個所で確認された。当該箇所は、空気弁室の底部付近に位置し、ボルト締め付けの際の作業スペース確保の視点から見ると狭隘部となる。漏水予防のための改善案としては、①ボルト締め付けの際の作業工具取り回しのためのスペース確保（弁室構造、配管の工夫）と適正なトルク管理、加えて②多数のボルトの正しい締め付け順序の徹底に留意が重要と考える。

また、目視確認できない漏水の観測方法として、管内水位の低下を監視する“水位法”がある。本試験でも、当該手法により、複数の漏水箇所を特定できた。本試験における管内水位観測の特徴は、自記水位計による10分間隔のきめ細かな観測および情報通信技術（ICT）として遠方監視装置とスマートホンアプリを組み合わせたテレメータ装置を使用した点である。①きめ細かな水位変化の把握は、管水路の縦断形状との対比により減水傾向や漏水位置の判定の精度を向上し、②スマートホンアプリによるリアルタイムの監視は（水位経時変化図、警報アラーム等）、複数の管水路を対象とした同時監視における省労力と安全性の両立を可能とした。通水試験の現場でも、積極的なICTの利用が有効と考える。

今回の通水試験により、現時点で許容値未満の減水を含む注水路が4条残る。これらについては、供用開始後も監視ポイントとして情報を引き継ぎ、重点的なモニタリングの実施を計画する。継続的な監視により減水量拡大などの異常を早期に発見し、施設の安全利用を万全とする管理体制の構築を考えている。

主としてパイプラインにより構成される本地区の農業水利システムを長期安定的に運用していくためには、通水試験等における安全性確認に加えて、供用後の施設管理が重要である。大規模化と共に高度化するパイプライン施設の安全性確保に係る対策の一つとして、施設の管理労務をサポートすることを目的とした操作マニュアルの整備が挙げられるが、この際、出来るだけ単純化して管理者が受け入れやすい内容による整備が重要である。供用後の施設管理を使用者に委ねることになる中で、今回の通水試験で新しく得られた知見を反映させた操作マニュアルを作成し、管理者と共有することで、スムーズに管理・運用へ移行できるように努めたい。

謝辞：株式会社アルファ技研の皆様からは結果のとりまとめについて多大なる助力を得た。

参考文献

1) 農林水産省農村振興局，2009，土地改良事業計画設計基準，「パイプライン」基準書。