

パイプライン附帯施設の更新にかかる施工計画 —国営かんがい排水事業「北見二期地区」の事例—

網走開発建設部 北見農業事務所 第3工事課

○三木 響太郎
金谷 訓志
片根 茂樹

国営かんがい排水事業「北見二期地区」は、前歴事業北見地区（昭和45年度～平成9年度）で造成された用水施設の改修及び未整備区域における用水施設の新設を行うため令和2年度に新規着手した。供用中の用水施設の改修については、通水停止期間を最小限とする等の施工上の配慮が求められるが、本稿では通年通水を維持したままの施工計画(不断水工法)を検討した事例を報告する。

キーワード：国営かんがい排水事業、更新、不断水工法

1. 地区の概要

本地区は、北海道北見市に位置する2,591haの畑作地帯であり、小麦、小豆及びてんさいに、たまねぎ等の野菜類を組み合わせた農業経営のほか、飼料作物を栽培し、乳用牛を飼養する酪農経営が展開されている。

地区内の農業用水は、国営北見地区（昭和45年度～平成9年度）で造成された用水施設により配水されているが、近年の営農状況の変化に伴い水需要が変化しているとともに、地区内の一部では、用水施設が未整備であり、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（図-1）。

また、貯水池、用水路等の用水施設は経年的な劣化等により施設の維持管理に多大な費用と労力を要している。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、貯水池、用水路等の整備を行い、併せて関連事業においてこれらに接続する用水路を整備することにより、農業用水の安定供給と維持管理の軽減を図り、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（図-2）。



図-1 北見二期地区位置図



図-2 北見二期地区計画一般平面図

2. 事業計画の概要

(1) 地区全体概要

関係市 : 北見市

事業着手 : 令和2年度

受益面積 : 2,591ha

主要工事 : ダム (改修) 1箇所

用水路 (新設) L=11.8km

用水路 (改修) L=1.1km

(2) 用水施設の改修計画 (弁類)

地区の主要工事計画のうち、用水路の既設利用区間は経年的な劣化等により附帯施設 (弁類) を改修する計画である。



写真-1 経年劣化により発錆した弁類
(上: 施工前 下: 施工後)

改修対象となる弁類は、既設利用の用水路30路線に点在しており、管理施設 (制水弁) 77箇所、通気施設182箇所、排泥施設93箇所、分水施設59箇所、計411箇所を改修する計画である。このうち、導水路、導水路とつながる富里導水路、北陽富里送水幹線、仁頃大正送水幹線においては、通年通水を維持したまま施工計画を進める

MIKI kyoutarou, KANAYA noriyuki, KATANE sigeki

必要があることから、不断水工法を実施する計画として
いる。劣化した弁類の施工事例を写真-1に示す。

3. 弁類改修を進める上での課題等

先述のとおり、当地区では通年通水を維持したまま施工計画を策定する必要があることから、不断水工法を検討した。この工法は、更新する附帯施設の上下流に分岐施設を設置し、バイパス管を設置する工法である。分岐施設は、①分岐管、②仕切弁 (本管側)、③仕切弁 (バイパス管側) で構成され、分岐管をバイパス管で接続する。設置した分岐施設は、撤去ができないため、附帯施設の施工後は存置・埋設となる。バイパス管の管径は、施工性や経済性に留意して施工時期を決定し、必要水量に応じた規模で配管する。

4. 不断水施設の概要

(1) 分岐施設の設置方法

分岐施設の設置方法について検討する。二つ割りのT字管を本管 (既設管) に取付け、分岐側 (バイパス管側) から穿孔機 (写真-2) で本管 (既設管) を穿孔する。穿孔するカッター内に切片が保持されるため、穿孔した切片は回収する。

穿孔後は作業弁を閉塞し、穿孔機を撤去してバイパス管を設置する。

③仕切弁 (バイパス管側) の設置方法は、①分岐管へのフランジ接合である。



写真-2 穿孔機の例 (メーカーホームページより)

(2) 分岐施設の種類

分岐施設は、①分岐管、②仕切弁 (本管側)、③仕切弁 (バイパス管側) で構成される。これらの施設は個別の製品と複数の施設を一体化した製品がある。以下に製品の一例を示す。

・二つ割T字管 (写真-3)

本体からの分岐管にあたる製品であり、本製品の設置には作業弁が必要となる。この作業弁は③仕切弁 (バイパス管側) として設置後も使用することが可能である。

・インサーバタフライ弁 (写真-4)

②仕切弁 (本体側) にあたる製品である。インサーバタフライ弁は上蓋に減速機があり、通常のパタフライ弁と同様の操作が可能である。

・インサープラグ分岐型 (写真-5)

分岐管と本管側仕切弁を一体化した製品である。インサープラグ分岐型は、分岐管にプラグを挿入することで、本管からバイパス管へ流向を切替える製品であり、分岐側 (バイパス管) への通水を停止することはできない。

・インサー切替弁 (写真-6)

分岐管、仕切弁 (本管側)、仕切弁 (バイパス管側) の全てを一体化した製品である。

インサー切替弁は分岐管内に流向の切替えバルブを内蔵しており、製品単体で分岐と流向の切替えを行う。

切替弁は減速機付きであり、手動操作が可能である。



写真-4 インサーバタフライ弁の例 (メーカーホームページより)

5. 分岐施設の配置計画の比較

前項に示した4種類の製品 (二つ割T字管、インサーバタフライ弁、インサープラグ分岐型、インサー切替弁) の組み合わせなどから、施設配置は以下の3タイプがある。

(1)Aタイプ: 二つ割T字管とインサーバタフライ弁を設置

①分岐管: 二つ割T字管、②仕切弁 (本管側): インサーバタフライ弁、③仕切弁 (バイパス管側): 二つ割T字管の作業弁を設置する方法である。

施工時は、図-3に示したように、②仕切弁 (インサーバタフライ弁) を閉塞・③仕切弁 (二つ割T字管の作業弁) を開放して流向をバイパス管に切替えて施工する。施工完了後は、②仕切弁 (インサーバタフライ弁) を開放・③仕切弁 (二つ割T字管の作業弁) を閉塞し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。



写真-3 二つ割T字管の例 (メーカーホームページより)

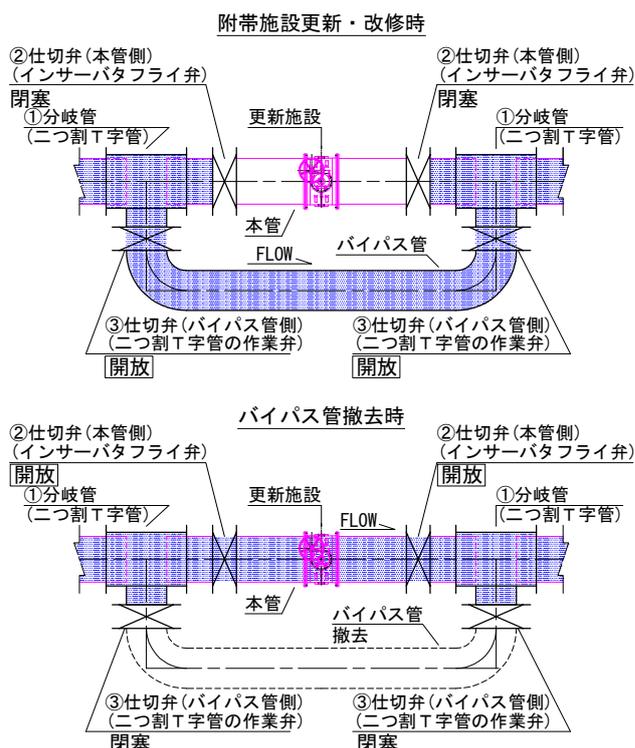


図-3 Aタイプの施工例

(2)Bタイプ: インサープラグ分岐型と仕切弁 (バイパス管側) を設置

インサープラグ分岐型と仕切弁 (バイパス管側・フランジ形) を設置する方法である。

施工時は、図-4に示したように、インサープラグ分岐型にプラグを挿入・③ (フランジ形仕切弁) を開放して流向をバイパス管に切替えて施工する。

施工完了後は、インサープラグ分岐型からプラグを引抜き・③ (フランジ形仕切弁) を閉塞し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。

インサープラグ分岐型のプラグの抜き差しには、専用機材とクレーンが必要となる。



写真-5 インサープラグ分岐型の例 (メーカーホームページより)



写真-6 インサー切替弁の例 (メーカーホームページより)

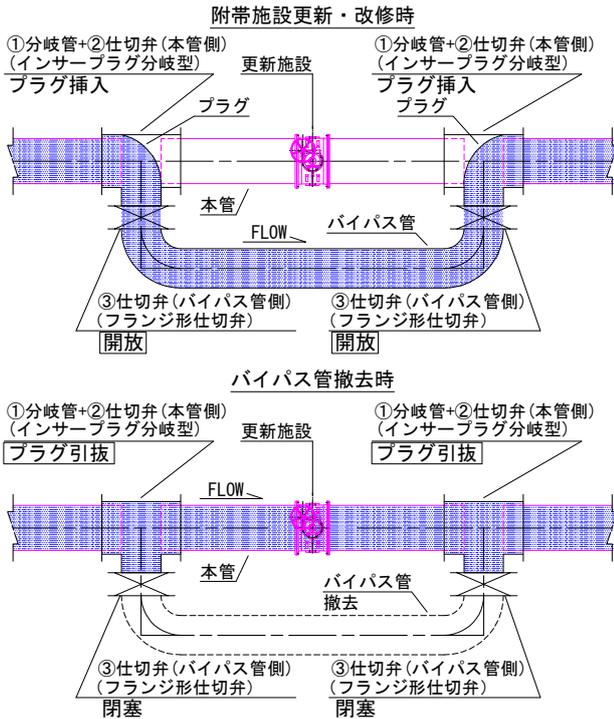


図-4 Bタイプの施工例

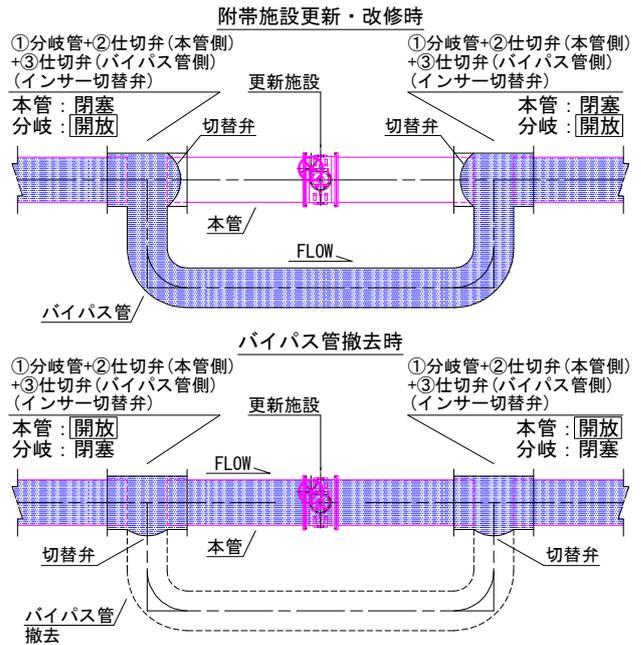


図-5 Cタイプの施工例

(3)Cタイプ: インサー切替弁を設置

①分岐管、②仕切弁 (本管側)、③仕切弁 (パイパス管側) を統一化したインサー切替弁を設置する方法である。

インサー切替弁は分岐側を閉止状態で弁を挿入するため、制水弁を設置する必要がない。

施工時は、図-5に示したように、本管側を閉塞・パイパス管側を閉塞となるよう切替弁を操作し、流向をパイパス管に切替えて施工する。

施工完了後は、本管側を開放・パイパス管側を閉塞となるよう切替弁を操作し、流向を本管に切替えてパイパス管を撤去する。

6. 分岐施設の比較検討 (パイパス管の口径)

前項のA～Cタイプについて、パイパス管を本管と同口径とすることで施工時期に制約を設けず通年施工を可能とする場合と、施工時期 (通水量) に制約を設けてパイパス管を小口径化する場合の比較検討を行った。

(1)パイパス管と本管と同口径とする場合 (施工時期制約なし)

本管がダクタイル鋳鉄管 (φ1000) の路線について、パイパス管に本管と同じ規格の管材を使用した場合の比較検討を行った (表-1)。

Aタイプは4箇所バルブを手動操作することで流向の切替えが可能であり作業性に優れるが、施設費が最も高価である。また、2種類の施設を本管に設置するため、土工規模が最も大きくなる。

Bタイプはプラグの抜き差し (流向切替え) に専用機

材およびクレーンが必要となるため、流向切替えの作業性が悪い。また、施工完了後にプラグを引抜く必要があり、この作業で施工費がかさむ。そのため、水路本体の更新整備など恒久的に流向を変える（プラグを引抜かない）場合に適した分岐施設である。

Cタイプは2箇所のパルプを手動操作することで流向の切替えが可能であるため作業性が最も優れる。また、経済性についても最も優れる。

上記より、施工時期に制約を設けない場合は、Cタイプのインサー切替弁が流向切替えの作業性、経済性が最も優れる。

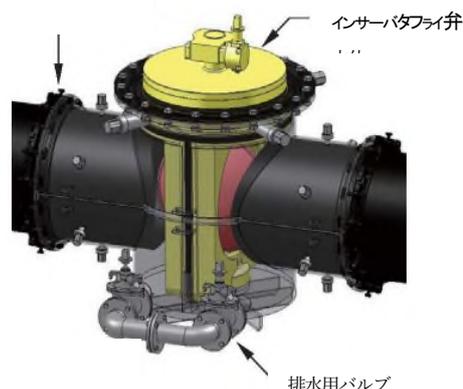


図-6 インサーバタフライ弁（メーカーカタログより）

表-1 バイパス管に本管と同じ規格の管材を使用した場合の比較検討（Cタイプの経済性を1.00とした場合）

施設パターン		A. 二つ割T字管+インサーバタフライ弁	B. インサープラグ分岐型	C. インサー切替弁
適用管種		・ダクタイル鋳鉄管 ・鋼管 ・ヒューム管		
適用管径		φ 300～φ 2200	φ 150～φ 1650	φ 300～φ 1650
施設の構成	分岐管	二つ割T字管	インサープラグ分岐型	インサー切替弁 (製品単体で分岐・流向制御可能)
	仕切弁 (本管側)	インサーバタフライ弁	インサープラグ分岐型 (プラグ挿入によりバイパス管へ流向切替)	
	仕切弁 (バイパス管)	仕切弁 (二つ割T字管を設置する際の作業弁を使用)	仕切弁	
メリット		<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切換えは4箇所のパルプ操作で行う ・施設の再利用が容易である ・管径がφ600程度以下で、本管の仕切弁に簡易弁を使用可能な場合は経済性で有利 	<ul style="list-style-type: none"> ・インサープラグ分岐型の施設費が低廉である ・高圧管路にも施工可能である 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切換えが2箇所の切換弁のみであり、作業性が最も優れる ・施設の再利用が容易である ・施工後に存置・埋設する施設が少ない
デメリット		<ul style="list-style-type: none"> ・インサーバタフライ弁の施設費が高価である ・2種類の部材を設置するため土工規模が大きく、施設費・設置費がかさむ ・施工後に存置・埋設する施設が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切換え(プラグ抜き差し)に専用機材及びクレーンが必要であり、作業性が悪い ・附帯施設の更新では、更新後にプラグを引抜く必要があるため施工費が高価となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・インサー切替弁の施設費が高価である ・使用圧力は10Kまでである
施工日数 (1箇所当り)		10日 (取付：5日、削孔・挿入：5日)	9日 (取付：4日、削孔・挿入：5日)	9日 (取付：4日、削孔・挿入：5日)
工事費 (DCIP φ1000)	経済性	1.60	1.15	1.00
	順位	3	2	1

(2) バイパス管を小口径化する場合（施工時期制約あり）

今回の検討事例では、本管径がφ500～φ1000の路線で、施工時期を冬期間（地域の防除作業終了後から育苗の開始まで）とし、バイパス管径を肥培かんがい用水量に相当する口径（φ200）にした場合の経済比較を行った（表-2）。

Aタイプに使用するインサーバタフライ弁は、排水用バルブ（φ200）が付属しているため、バイパス管をこの排水用バルブに接続することで、二つ割T字管を設置せずに分岐することが可能である。また、本管径がφ500以下の場合、分岐管にソフトシール付割T字管を仕切弁（本管側）に不断水簡易弁を使用するとにより、施設・施工費を縮減することが可能である（図-6）。

上記内容を反映して比較検討した場合、本管径によりAタイプとCタイプで施設（インサーバタフライ弁とインサー切替弁）の費用が低い工法が経済性に優れる結果となる。

7. 通気施設の更新工法の検討

空気弁および補修弁の不断水による更新は、前項までの分岐施設を設置する方法とは別に、表-3に示した2種類の不断水補修弁交換工法がある。

図-7に各工法の施工方法を示した。施工スペースは、①が最も小スペースで施工が可能であり、機材設置および作業に必要なスペースは1.2m×1.2m程度である。

表-2 小口径化した場合の概算工事費率の比較 (Aタイプ、φ500の経済性を1.00とした場合)

管種・管径	施設パターン	概算工事費率 (φ500インサータフライ弁を1.00とした場合の比較)					
		内訳	φ1000	φ800	φ700	φ600	φ500
本管 管種:DCIP バイパス管 管種:SUS管φ200	A.インサータフライ弁	合計	6.43	3.67	2.93	2.64	1.00
	B.インサータフライ弁分岐型	合計	6.00	5.01	4.66	3.30	2.47
	C.インサータフライ弁	合計	5.65	4.54	4.30	2.56	2.07

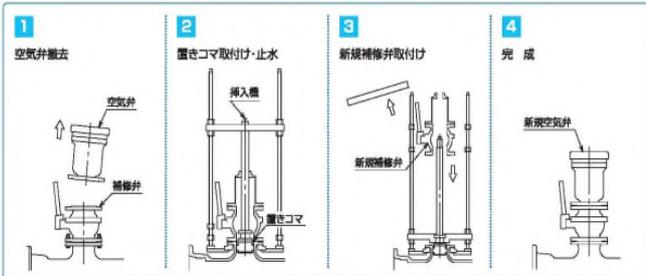
また、機材設置および弁類の取外し・取付けのために、補修弁の上面から1.5m程度のスペースが必要である。そのため、保護工が弁匡タイプの場合は、掘削・弁匡の撤去が必要である。また、弁室タイプの場合は、補修弁から弁室頂版までの高さに注意が必要である。

適応する補修弁サイズはφ75以上であり、分岐施設による不断水工法よりも経済性に優れる。また、機材の設置や掘削等が空気弁設置箇所のみで完結するため、施工後も不断水補修弁交換工法が優れる。

表-3 空気弁・補修弁の改修方法

工法	施工方法・特徴
①置きコマ式・パンタグラフ式	<ul style="list-style-type: none"> 補修弁下の管材にゴム栓を設置する工法 施工スペースが最も小さく、短時間で施工可能 最も経済性に優れる 補修弁が無いまたは、機能しない場合は適用不可
②スライドプレート式・ナイフゲート式	<ul style="list-style-type: none"> 更新する弁類の下にあるフランジに作業弁を設置し止水した状態で、①の工法を行う 補修弁が無いまたは、機能しない場合でも適用可能

①置きコマ式・パンタグラフ式



②スライドプレート式・ナイフゲート式

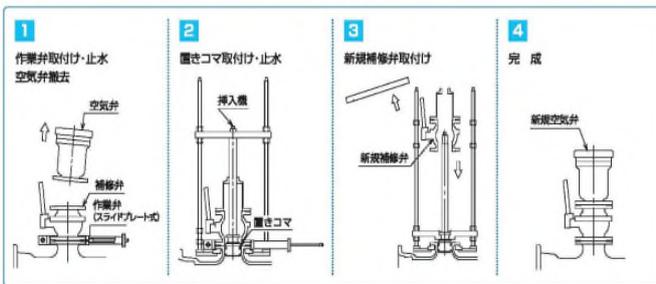


図-7 空気弁・補修弁における各工法の施工方法

8. 留意事項

(1)分岐施設設置・再利用時の留意事項

設置した分岐施設は、施工後に撤去ができないため存置・埋設となる。そのため、分岐施設の設置場所を縦断面図等に記録し、施設管理者に説明を行う等して、施工後・埋設後も位置や構造を把握できるように保管する必要がある。

(2)工事費や工事使用地規模等

工事費や工事使用地規模、分岐施設の構造等については現場状況や施工時期、メーカーなどにより異なることに留意が必要である。

(3)工事費や工事使用地規模等の算定

本稿に示した分岐施設や施工重機の情報および掘削規模、工事費等は、既設パイプラインの諸元や現地状況等を基にして、メーカーへの聞き取りや見積りを行って得た情報である。工事費や掘削規模等は、施設・現場毎に算定する必要があり、検討条件の提示から掘削規模等の算定および見積り作成まで、2~3週間程度の期間が掛かることに留意が必要である。

9. おわりに

不断水による附帯施設更新の検討の結果、分岐施設はインサータフライ弁が流向切替作業および経済性で最も優れた結果となった。バイパス管を小口径化し、インサータフライ弁の排水用バルブにバイパス管を接続することが可能な場合は、施設費によりインサータフライ弁が最も経済性に優れる場合がある。また、空気弁単体を更新する場合は、不断水補修弁交換工法が施工性および経済性に優れることがわかった。今後、ここで得られた知見を踏まえ、地区の特徴に合わせた施工方法を検討していきたい。