

岩見沢幹線用水路 利根別川横断工の設計・施工計画の概要

札幌開発建設部 岩見沢農業事務所 第1工事課 ○高橋 竜司
北村 英士
齊藤 寿志

国営かんがい排水事業北海地区は、前歴の国営総合かんがい排水事業美唄地区により整備した用水路が造成後50年以上を経過し、老朽化に伴う施設整備を行っているところである。本報告では、今年度施工する岩見沢幹線用水路の利根別川横断部において、既設水路橋上に管路を布設する『パイプインフルーム工法』を採用した事例について、設計・施工計画の概要を報告するものである。

キーワード：設計・施工、用水路、老朽化

1. はじめに

北海地区が位置する地域は、一級河川石狩川の中流域に拓けた稲作を中心とした農業地帯である。受益地は、石狩・空知支庁管内の岩見沢市外4市2町1村の27,002haに跨り、水稻の生産量は全道の約2割を占める(図-1)。

地域の営農は、水稻のほか水田の畑利用による小麦、大豆等の畑作物にたまねぎ、はくさい等の野菜類および花き類を導入した複合経営が展開されている。

本地区では、国営美唄土地改良事業(S32～S54)により用水施設が整備された後、国営空知中央土地改良事業(S54～H23)で代掻期間の短縮や深水かんがいに必要な用水の確保、および用水施設の整備が行われた。

一方、北海頭首工、北海幹線用水路および岩見沢幹線用水路の未整備部分は、造成後約40年を経過し、老朽化が生じており、構造的に不安定な状況から、維持管理にも多大な経費と労力を要している。

このため、本事業では、農業生産性の向上、農業経営の安定に資するため、頭首工および幹線用水路の整備を行い、農業用水の安定供給、維持管理の軽減を図ることとしている。

本報では、このうちの岩見沢幹線用水路の利根別川横断部において、既設水路橋上に管路を布設する『パイプインフルーム工法』を採用した事例について、設計・施工計画の概要を報告するものである。



図-1 北海地区位置図

2. 対象施設の概要

(1) 岩見沢幹線用水路の概要

基幹用水路である北海幹線用水路の55.3km地点から分水される幹線用水路（開水路）で、国営の整備延長はL=6.0kmである。その大半が市街地を貫流することから、転落防止や塵芥・油脂・氷雪の投棄などの維持管理上の課題のほか、施工上の課題も数多く内在している。

このため、各種の制約条件下のもと長距離推進工法の採用など様々な工夫をしながら、全線パイプライン化の整備を進めているところである。設計流量は $Q=5.127\text{m}^3/\text{s}$ 、規模は $\phi 1650\sim\phi 2000$ である。

(2) 利根別川水路橋の概要

図-2に示した現場打ちプレストレストコンクリート水路橋で、平成元年の一級河川利根別川の河川改修工事に伴いサイホン工を水路橋として補償された施設である。断面規模は $B=3.6\text{m}\times H=1.35\text{m}$ 、橋長 $L=30.3\text{m}$ である。



図-2 利根別水路橋（既設）

(3) 現況施設の機能診断調査による評価

目視や強度、内空計測等の各種調査により、コンクリートの変状（ひび割れ幅、長さ、表面摩耗・剥離状況、凍害状況）の確認を行い、母材健全度を把握した。

この結果、せん断ひび割れや変形などの応力的な変状は見られなかった。コールドジョイント等の初期欠陥は存在するものの漏水痕跡は見られなかった。また、凍害によるスケリング等の劣化症状も見られず、 $30\text{N}/\text{mm}^2$ を超えるコンクリート強度を確認した。

底版やハンチ部、歩廊の表面にポップアウトのような症状がポツポツと見られたが、ポリマーセメントモルタルにより充填補修が行われていた。

以上を農業水利施設ストックマネジメントマニュアル等による施設状態評価に照合した結果、局所的な欠損・損傷による“補修”の判定となったが、既に補修の必要な箇所については、ポリマーセメントモルタルによる充填が行われているため、本工事においては、対策不要で既設利用が可能と判断した。

(4) パイプインフルーム工法の採用

既設水路橋の健全性が確認されたため、水路内に管路を布設する『パイプインフルーム工法』を検討した（図-3）。既設水路橋について、当時の構造計算書および設計図面（配筋図）は確認出来なかった。このため、既設の強度については、現在の荷重条件に基づき算出した断面力を既設の抵抗モーメントとして捉え、改修後の荷重変更による最大曲げモーメントがこの抵抗モーメントを下回ることを確認することとした。また、サポート部の支圧応力や押抜きせん断応力も許容値内であることを確認した。

その他の工法としては、水管橋あるいは推進工がある。水管橋とした場合は、管厚の大きなパイプビームとするか、 π 型・T型等の補剛桁を溶接したフランジ補剛が必要である。一方、パイプインフルームの管厚は、外力が積雪・風荷重程度であるため、最小厚で良い。したがって、水管橋は明らかに不経済である。

推進工とした場合は、圧力管路であるため、二重さや管構造が求められる。また、推進工の土被りの確保から河床下3m程度に埋設され、立坑の深さは10mを超える。土地利用状況から、施工ヤードの確保も困難である。

いずれの工法も既設撤去が必要であるため、河川締切を伴う大規模工事となることは必須である。また、基礎杭の存在から施設位置を変更する必要があり、用地の制約を受ける。したがって、パイプインフルーム工法が最も経済的で施工規模を最小とすることができる。



図-3 パイプインフルーム工法（イメージ図）

3. 設計計画

(1) 既設利用の範囲

水路橋の上部工・下部工は、既設を存置した。水路橋上下流の接続水路や柵は不要となるため、基本的に撤去としたが、基礎杭が打設されている区間は、底版を存置した。基礎杭は、 $\phi 400\sim\phi 500$ 、 $L=7.0\text{m}\sim 11.0\text{m}$ の鋼管杭が打設されている。これらを引き抜いた場合、地盤の緩みが生じる。周辺は住宅地が隣接し、河川区域でもあるため、地盤変状が周辺施設に与える影響が大きい。

このため、基礎杭は存置することとした。このとき、

存置した基礎杭上にパイプを布設することになる。この場合、パイプには、杭を支点とした縦断方向の引張応力が作用する。また、経年的な沈下により杭とパイプが接触して点支持となることが予想され、破断事故に繋がる恐れがある。したがって、既設撤去は頂版・側壁のみとし、存置した底版コンクリート上に配管した。

(2) 採用管種

露出配管となるため、紫外線に対する劣化対策が必要である。また、周辺の土地利用条件から布設の容易性も求められる。管種の候補には、STW、DCIP、FRPM、PEが挙げられる。露出配管時の防食仕様と期待耐用年数は、水管橋外面防食基準により、試験値に基づき示されている。防食仕様(表-1)には、塗装系とプラスチック被覆がある。塗装系の期待耐用年数(表-2)は、20~30年であるため、定期的な塗り替えが必要である。

一方、プラスチック被覆の場合は、100年(表-3)である。この被覆の紫外線による消耗速度は、促進耐候性試験時間により膜厚減少量を約 $12\mu\text{m}/\text{年}$ と推定している。最小膜厚 $1,500\mu\text{m}$ から防食上必要とされる $300\mu\text{m}$ (JIS G 3469)に至るまでに100年ということになる。このプラスチック被覆の適用は、STWのみである。

DCIPはエポキシ樹脂塗装、FRPMは紫外線吸収剤の塗布であり、いずれも20年程度で再塗装が必要となる。耐候性の高いPEは、製品事情(ISO規格の大口徑製品は国内生産なし、海外からの輸入)から不採用とした。

以上から、耐久性が高く布設が容易なSTW(農業用プラスチック被覆鋼管 WSP A-101-2009)を選定した。

表-1 水管橋外面防食仕様

防食仕様	記号	工場塗装概要
塗装	L-2	変性エポキシ樹脂塗料または変性ウレタン樹脂塗料/ポリウレタン樹脂塗料
	L-2A	変性エポキシ樹脂塗料または変性ウレタン樹脂塗料/シリコン変性アクリル樹脂塗料
	S-1	厚膜形無機ジンクリッチペイント/厚膜形エポキシ樹脂塗料/フッ素樹脂塗料
プラスチック被覆	PU-S	ポリウレタン被覆
	PU-SC	ポリウレタン被覆/フッ素樹脂塗料

表-2 塗装系期待耐用年数

仕様	防食上			
	田園地帯	市街地	工業地帯	海岸地帯
L-2	32	26	26	21
L-2A	38	32	32	25
S-1	46	39	39	31

表-3 プラスチック被覆系期待耐用年数

仕様	防食上			
	田園地帯	市街地	工業地帯	海岸地帯
PU-S	100			
PU-SC	100以上			

(3) サポートピッチ

水路橋の底版コンクリート上のSTWは、図-4に示したサドルサポートで支持する。

STWは、サドルサポートを支点とした連続梁であり、自重、積雪荷重および風荷重により作用する曲げ応力、せん断応力に基づき管厚が求まる。このとき、サポートピッチがイコール支間長となるため、サポートピッチと管厚の組み合わせで最も経済的なものを選定した。

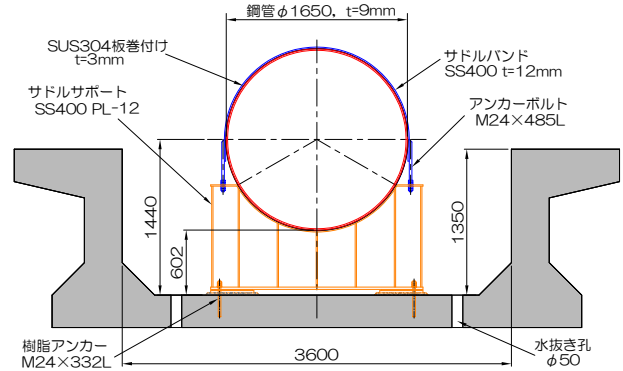


図-4 パイプインフレーム標準断面図

最小管厚 $t=9\text{mm}$ の場合のサポートピッチは $L=3.0\text{m}$ となる。サポートピッチを $L=4.0\text{m}$ とした場合の管厚は $t=12\text{mm}$ が必要となる。表-4にこれらの経済比較を示した。この結果、最小管厚とする方が経済的であるため、サポートピッチを $L=3.0\text{m}$ とした。

表-4 サドルサポートピッチと管厚による経済比較

名称	サポートピッチ $L=30\text{m}$		サポートピッチ $L=40\text{m}$	
	数量	工事費(円)	数量	工事費(円)
STW, $t=9.0\text{mm}$	51.48m	36,190,440	—	—
STW, $t=12.0\text{mm}$	—	—	51.48m	40,772,160
サドルサポート	16個	15,680,000	12個	11,760,000
合計		51,870,440		52,532,160

(4) 接続管路部

接続管路は、パイプインフレームと連続する露出配管と地中に移行する異形管(曲管)で構成される。

露出配管は、外面防食の関係上、前述のとおりSTWを採用した。地中埋設の曲管は、一般管路と同様に他管種の適用も可能であるが、表-5に示したように、異径種との接続フランジが高価である。このため、パイプインフレームと同管種(農業用プラスチック被覆鋼管)による溶接接合とし、一体型管路とした。

表-5 鋼管継手比較表

名称・規格	溶接接合	フランジ接合
鋼管溶接 $\phi 1650, t=9\text{mm}$	66,180	—
鋼管継手現場塗装(内外面) $\phi 1650$	13,510	—
鋼製異形管フランジ $7.5\text{kg } \phi 1650$	—	675,000
合計	79,690	675,000

4. 施工計画

(1) 市街地施工における制限等

当該施工現場は、岩見沢市街地に位置するため、現場内すべてに安全鋼板を設置し（写真-1）、民家が隣接する区間には、防音シートを設置した。また、簡易騒音振動計を常設し、規格値（騒音85dB、振動75dB）を超えないよう留意した。大型発電機は、騒音・振動低減のため、民家から遠ざけ防音シートで囲った（写真-2）。



写真-1 安全鋼板の設置



写真-2 発電機に防音シートを設置

(2) 周辺住民への配慮

工事概要や工事予告、騒音振動防止対策の内容や施工時間帯、通行規制等について近隣全戸に工事説明書を配布し、地域住民の理解が得られるように配慮した。現場内や工事アクセスする一般道については、散水車や道路清掃員を常時配置し、粉塵の飛散防止に努めた。

また、施工機械や資機材の搬入搬出の際、歩道を工事車両が横断するため、交通誘導員による歩行者の誘導やう回路を設置した。なお、小学生の登下校の時間帯（7:30～8:15、15:00～15:30）においては、資材運搬車両やダンプトラックの運行を停止した。

(3) 架空線への安全対策

市道沿いの市街地であるため電柱が多く、道路上には多くの架空線が張られている。架空線には、電力や通信関係など、地域の重要なライフラインが格納されており、これらのケーブルが破損すると地域住民に大きな影響を及ぼす。このため、監視員や誘導員を配置して細心の注意を払ったほか、ネオセンサー検知ch（NETIS登録番号 KK-160054-VE）を現場出入口に設置し、ブザーと回転灯で車輛運転者への警戒を促した（写真-3）。



写真-3 ネオセンサー検知ch

(4) クレーン作業時の安全管理

河川を吹き抜ける強風や暴風雪を要因とした荷振れ、転落事故の発生が懸念された。このため、クレーン作業時には、10分間の平均風速をデジタル表示するとともに、注意報と警報の2段階設定でブザーと回転灯で作業従事者に警告するフィールド型風速表示警報装置（NETIS登録番号 HK-110031-VE）を設置して風速を監視し、クレーン作業、高所作業の適否判断を行った。

5. おわりに

北海地区の現在の事業進捗率は、70.7%である。岩見沢幹線用水路については、今回、紹介したパイプインフルーム工法の施工完了時点で37%である。今後、数年間の整備により市街地のパイプライン化が実現する。

これまで、密集した市街地を貫流することによる多くの維持管理上の課題により、管理者は相当の苦労を重ねてきた。これらが改善されることは、非常に有効なことであり、管理者のほか周辺住民からも高い評価を得られるものと考えている。

今後とも、管理者、利用者が安心して利用できる施設整備に臨む所存である。最後に、本報文をまとめるにあたり、ご指導、ご助言頂いた関係者の皆様に対し、深く謝意を申し上げます。

参考文献

1) 日本水道鋼管協会 WSP009-2010、平成22年3月