

平成28年度

国営施設機能保全事業「宇遠別川地区」について

—排水路補修の実施方針—

網走開発建設部 網走農業事務所 第1工事課 ○小野 和也
第2工事課 根田 聖児
中井 博昭

地区内の軽量鋼矢板水路においては、水位変動に伴う乾湿の繰り返しにより腐食が進行しており、部分的に開孔も生じている状況である。今後、この変状が進行することにより、矢板の倒壊につながる恐れがあることから、排水路補修が必要となっている。

本報では、既存施設を有効利用した排水路補修の実施方針について報告する。

キーワード：設計・施工、基礎技術

1. はじめに

本地区は、北海道斜里郡斜里町及び同郡清里町に位置する4,188haの農業地帯（図-1及び図-2）で、てんさい、小麦、ばれいしょを主体に野菜類を加えた農業経営が展開されている。

地区内の基幹的な排水施設は、国営宇津内土地改良事業（昭和25年度～昭和30年度）、国営清里土地改良事業（昭和38年度～昭和44年度）及び国営美咲土地改良事業（平成4年度～平成13年度）により整備されたが、事業完了後、排水機にあつては経年的なポンプ設備等の劣化、排水路にあつては凍害及び塩害によるひび割れや欠損、洗掘による護岸ブロックの崩壊等、性能低下が生じており、今後、更なる性能低下が進行した場合、排水機能に支障を来すとともに、施設の維持管理に多大な費用と労力を要することになる。

このため、本事業では、基幹的な排水施設の機能を保全するための整備を行うことにより、施設の長寿命化を図るとともに、施設の維持管理の費用と労力の軽減を図り、農業生産性の維持及び農業経営の安定に貢献するものとする。

2. 対象施設の現況

(1) 施設諸元等

今回補修する南3号排水路は、平成10年～平成11年に施工された全長約2.2km、水路装工を軽量鋼矢板と鉄筋コンクリート板柵渠に区分された排水路となっている。

本報では、このうち、平成10年に施工された軽量鋼矢板区間L=0.6km（表-1に示す）を対象に排水路補修の実施方針を報告する。



図-1 宇遠別川地区位置

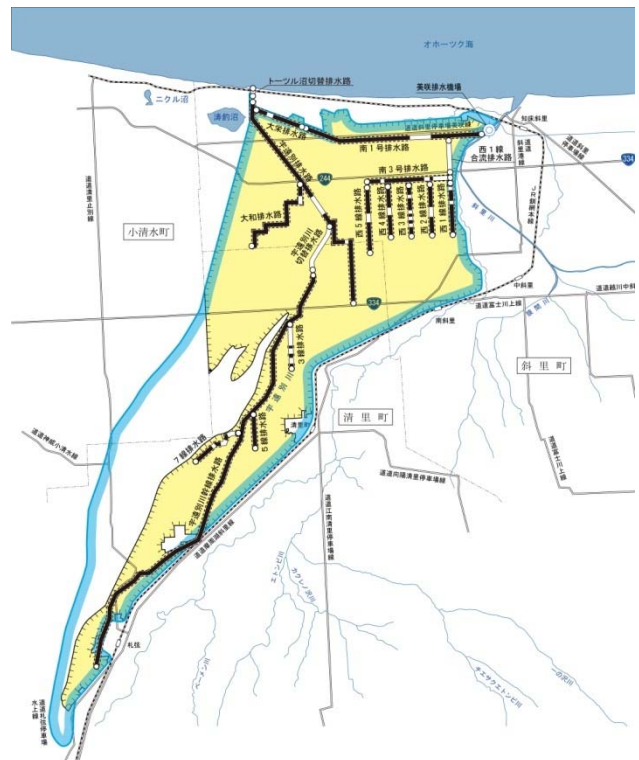


図-2 地区概要図

表-1 水路断面・構造諸元

施工年次	平成10年
設計流量 Q1: 洪水時 Q2: 平水時	Q1=5.62m ³ /s Q2=0.44m ³ /s
水路装工	軽量鋼矢板水路
標準断面	



写真-3 背面土の低下

(2) 現地状況

施設の補修を実施するにあたり、既存施設を有効利用することを目的に現況施設の調査を実施した。

調査では、軽量鋼矢板の板厚の減少及び欠損箇所の劣化状況を把握していく。

a) 外観調査

踏査による外観調査では、通水断面の狭窄や傾倒、倒壊等の変状は見られなかった。また、護岸上部の法面部についても変状は見られず、通水機能に問題はなかった。



写真-1 水路全景

軽量鋼矢板には、表面に浮き錆びがあり、部分的に腐食による欠損がみられた。また、矢板の欠損に起因して背面土が吸い出されており、一部の区間では背面土の低下がみられた。



写真-2 腐食による欠損

b) 矢板の必要板厚

既設の排水路は、切梁式矢板工法で施工されており、施工当時は、軽量鋼矢板B型、板厚 4mm L=3.5m が配置されていたが、外観調査から摩耗により板厚に減耗が生じていることが想定された。

このため、現況の横断形状において構造計算を行い、矢板の必要板厚について確認した。

現況の横断形状は、左岸側の盛り土が高く国道の荷重が作用することから、右岸より厳しい条件である左岸の形状(図-3)を採用した。その結果、表-2 のとおり板厚が 1.4mm であれば許容応力及び変位を満足することがわかった。

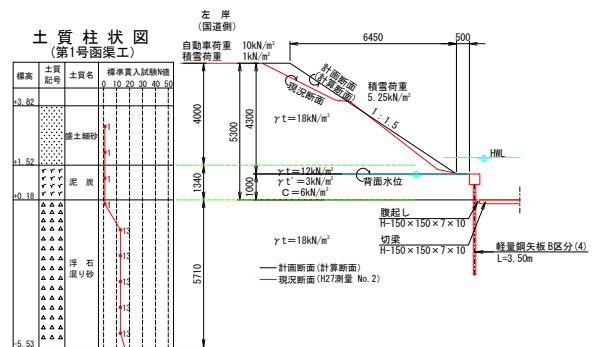


図-3 計算条件及び計算断面

表-2 計算結果一覧表

板厚 mm	断面係数 cm ³	断面2次 モーメント cm ⁴	応力 (N/mm ²) < 140N/mm ²	変位 (mm) < 25mm
2	59.2	202	91.32	3.11
1.9	56.2	191.9	96.19	3.27
1.8	53.3	181.8	101.43	3.46
1.7	50.3	171.7	107.48	3.66
1.6	47.4	161.6	114.05	3.89
1.5	44.4	151.5	121.76	4.15
1.4	41.4	141.4	130.58	4.44
1.3	38.5	131.3	140.42	4.79
1.2	35.5	121.2	152.28	5.18
1.1	32.6	111.1	165.83	5.66
1.0	29.6	101	182.64	6.22

c) 板厚調査

軽量鋼矢板区間の延長が 0.6km (右左岸 3,156 枚) であるため、矢板全数の確認を行うことは現実的ではない。このため、代表的な箇所において 10cm×8cm 程度で矢板を切り取り、板厚計測を行うこととした。

その結果、表-3 に示すとおり、腐食による欠損等がない軽量鋼矢板 (以下、「健全部」という。) では、最少でも 1.6mm の板厚があり、前述の必要板厚 (1.4mm) を満足するのに対し、腐食による欠損等がある軽量鋼矢板 (以下、「欠損部」という。) では、開孔端部から最大 5cm 離れないと必要板厚が確保できないことがわかった。

3. 軽量鋼矢板の補修範囲の検討

(1) 健全部の評価

板厚調査の結果から、健全部では、最少でも 1.6mm の板厚が確認できたことから、必要板厚 (1.4mm) が確保されており、補修は不要と判断した。

ただし、健全部であっても、空気と水分の供給といった腐食因子があると、部分的に腐食の進行が速くなることが想定されるため、矢板に目に見えない亀裂等があり、矢板表面に背面水がにじみ出している様な場合は欠損部として扱うこととした。

(2) 欠損部の評価

板厚調査の結果から、開孔端部から 5cm 以上離れた箇所では、板厚が 1.4mm 以上あり補修の必要性はない。しかし、腐食により矢板が欠損している箇所は、矢板断面が不足している状態であるため、土留としての強度が期待できない状況となっている。

このため、腐食により矢板が欠損している箇所は、矢板の部分補修を行い、必要強度を確保することとした。

4. 鋼矢板の補修方法

(1) 補修方法の概要

軽量鋼矢板の欠損箇所について、必要板厚以上の補修鋼板を溶接し、矢板の必要強度を確保することとした。なお、補修鋼板は、既設矢板と同等の一般構造用圧延鋼材 (JIS G3101) SS400 の鋼板を使用する。

また、補修鋼板の板厚は、既設矢板の板厚 (最少 1.6mm) 以上とし、鋼板の標準寸法 (市場性) から 2.3mm を使用する。

(2) 必要強度の確保

既存の軽量鋼矢板は、接続部のみが残存し、平面部が欠損している状態である。

このため、平面部に補修鋼板を溶接することにより矢板断面を修復し、矢板の必要強度を確保することとした。

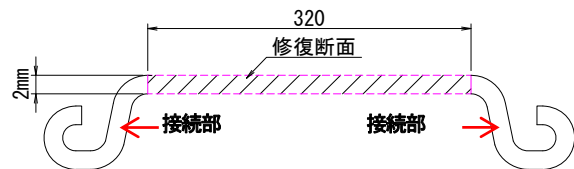


図-4 断面修復イメージ

(3) 補修タイプの決定

欠損部の状況は様々であり、全ての欠損箇所において開孔幅及び板厚を全量調査することは現実的ではない。また、様々な開孔幅に合わせて複数寸法の補修鋼板を使用した場合、適用間違いや施工が煩雑となる。

このため、補修タイプを2種類とし、限定した形状の補修鋼板を使用することで、適用間違いの防止と作業労力の軽減を図ることとした。

以下に、2種類の補修タイプを示す。

表-3 板厚計測結果

試料番号	採取スパン	測点	劣化パターン	背面空隙	必要板厚(1.4mm)位置		採取場所 付着土	備考
					欠損中心から	開孔端部から		
1	4	No.0+28.00~No.0+37.00	縦割れ	無	20mm	-	△	表面の付着土がほとんどない
2	4	"	横・縦割れ	"	20mm	-	○	
3	4	"	欠損	有	-	50mm	△	採取場所:欠損部上
4	5	"	縦割れ	無	20mm	-	△	
5	10	No.0+82.00~No.0+91.00	欠損	有	-	45mm	△	
6	10	"	縦割れ	"	20mm	-	△	
7	11	No.0+91.00~No.1	欠損	無	-	25mm	○	採取場所:欠損部下
8	11	"	欠損	"	-	50mm	○	採取場所:欠損部下
9	8	No.0+64.00~No.0+73.00	欠損	"	-	-	-	鋼矢板継目部を研磨すると健全部が確認できる
10	8	"	欠損	"	-	-	-	"
11	17	No.1+45.00~No.1+54.00	健全部	"	-	-	△	試料最少板厚1.6mm
12	17	"	横割れ	"	30mm	-	△	
13	17	"	点的欠損	"	-	20mm	○	
14	17	"	横割れ	"	-	20mm	◎	
15	17	"	横割れ	"	20mm	-	◎	
16	33	No.2+98.30~No.3+7.30	健全部	"	-	-	△	試料最少板厚2.8mm
17	34	No.3+7.30~No.3+16.30	健全部	"	-	-	△	試料最少板厚2.8mm
18	34	"	点的欠損	"	20mm	-	△	
19	58	No.5+23.30~No.5+32.30	健全部	"	-	-	△	試料最少板厚3.3mm
20	58	"	健全部	"	-	-	△	試料最少板厚2.5mm
21	58	"	点的欠損	"	20mm	-	○	
				最大値	30mm	50mm	付着土評価:◎多い○少量△ほとんどない	

a) 補修タイプA：部分的な補修（補修鋼板長30cm）

図-5 のとおり、30cm×11cm（縦×横）の補修鋼板を健全箇所（必要板厚 1.4mm 以上、以下同じ）に上下 5cm づつに重複させて溶接することで欠損箇所の必要強度を確保する。

補修鋼板は、既設矢板の平面部に溶接することから、作業は比較的容易であり、補修鋼板の変形や熔解の恐れがない。このため、補修鋼板の板厚は、現況矢板以上の市場規格厚2.3mmを採用する。

補修鋼板の溶接作業に当たっては、上下辺の溶接の際に、笠コンクリートまたは河床が支障となることから、それぞれ上下端に作業スペースとして 10cm 確保する必要がある。

このため、本タイプは、欠損箇所の中心が河床から 25cm～35cm の位置にあり、欠損幅が 10cm 以下の矢板補修に適用する。

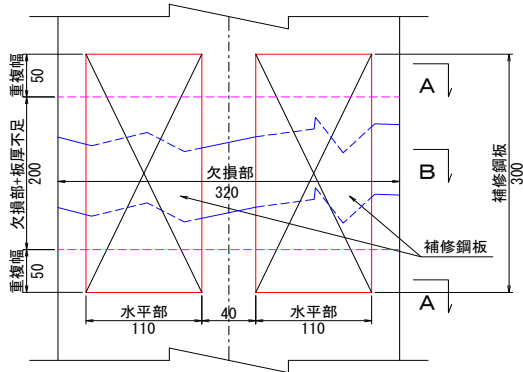


図- 5 補修タイプA（補修正面図）

b) 補修タイプB：全体的な補修（補修鋼板長60cm）

図-6 及び 7 のとおり、軽量鋼矢板の平面部を全面的に覆うように 60cm×30cm（縦×横）の補修鋼板を接続部に溶接することで、欠損箇所の必要強度を確保する。

補修鋼板を接続部に沿って鉛直方向に線状に溶接することから、作業が難しく時間を要する。このため、溶接作業による補修鋼板の変形や熔解を避ける必要があり、補修鋼板の板厚は 3.2mm を採用する。

本タイプは、開孔幅が大きい（10cm以上）矢板、または上下端部に溶接範囲（重複させる5cmの健全箇所及び作業スペース10cm）が確保できない矢板に適用する。

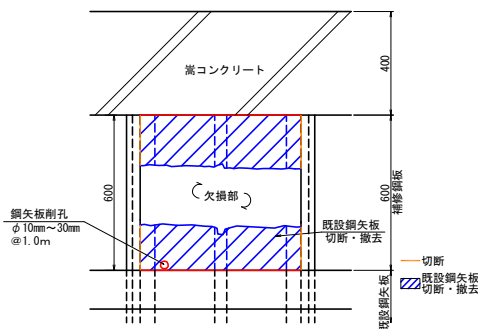


図- 6 補修タイプB（補修正面図）

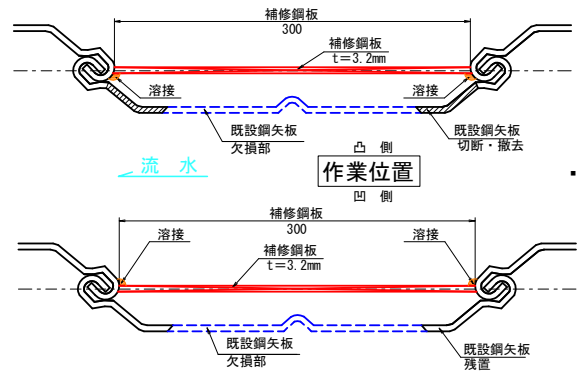


図- 7 補修タイプB（補修断面図）

5. 軽量鋼矢板の腐食対策方法

(1) 腐食対策の必要性

現地調査では、腐食による軽量鋼矢板の部分的な欠損がみられ、健全箇所においても、経年劣化に伴う腐食等による板厚の減耗がみられた。

健全箇所は、施工時の板厚 4.0mm に対し、調査時点で 1.4mm の板厚となっていることから、土留めとしての必要板厚は有している。しかし、今後、経年劣化に伴い腐食等による板厚の減耗が生じた場合、部分的に倒壊等の変状が発生すると想定される。

更に、排水路における矢板の腐食は、水面側と背面側の両側で進行する。水面側は、母材に生成された錆びが流水により削り取られると、また母材が腐食するといったことを繰り返し、腐食の進行速度が速い。一方、背面側は、背面水の移動速度が遅く、母材に生成された錆びがその場に留まることから、その錆びが母材を保護している状態となり、腐食はほとんど進行しない。

以上から、水面側の矢板に対して、腐食対策を行うこととする。

(2) 腐食対策方法の概要

腐食対策は、軽量鋼矢板（健全部及び補修鋼板により補修された欠損部）の水面側（表面）において、矢板に対する空気と水分の供給といった腐食因子の侵入を防止することを目的に施工する。

このため、矢板の表面被覆工法の採用を標準に、鋼矢板新設といった全面改修を加えた中で、対策方法の検討を行うこととした。

以下に、腐食対策方法の概要を示す。

a) 塗装、塗膜系

防食材を塗装（コーティング）することで矢板の腐食因子（空気、水分）の浸入を防ぐ工法である。

塗膜がはがれたり、施工の品質が悪いと腐食因子が浸入し矢板の腐食が進行するため、施工管理が重要である。また、矢板の開孔部を確実に止水しないと、背面水のじみ出しにより塗膜背面に滞水が発生し、塗装が剥がれ

る恐れがある。

経年劣化により塗膜がはがれるため、10年～20年毎に再塗装が必要である。

b) パネル系被覆

矢板にパネルを設置し、パネルと矢板の隙間にコンクリートを打設するところ鋼矢板とパネルを一体にし、腐食因子（空気、水分）の浸入を防ぐ工法である。

打設するコンクリートにより、矢板部分がアルカリ状態となることから、腐食の進行が遅くなる。

型枠として使用したパネルを残存させることで、脱型が不要となるため施工性がよい。

c) 現場打ちRC

矢板をRCコンクリートで被覆することにより、腐食因子（空気、水分）の浸入を防ぐ工法である。

打設するコンクリートにより、鋼矢板部分がアルカリ状態となることから、腐食の進行が遅くなる。

パネル系被覆に比べ材料費は安価となるが、施工性が劣るため仮設費が高む。

d) 鋼矢板新設

既設矢板を撤去し、新設の鋼矢板を設置する。既設矢板の外側に新設鋼矢板を設置するため、既設矢板等

の撤去が必要となり、費用が高む。

新設する鋼矢板は、現在の劣化状況を考慮し、厚い板厚の鋼矢板や腐食対策を行った鋼矢板を使用する必要がある。

(3) 腐食対策方法の決定

経済性、施工性、維持管理について総合的に評価した結果、表-4のとおりパネル系被覆工法（残存型枠工法）を採用することとした。

なお、パネル系被覆工法の概要及び施工標準断面を図-8及び9に示す。

6. おわりに

本地区では、平成28年度から本格的に排水路の補修を開始したところであり、パネル系被覆工法の施工実績は、排水路1条0.3kmとなっており、来年度以降も同工法を採用して排水路の補修を進めていく予定である。

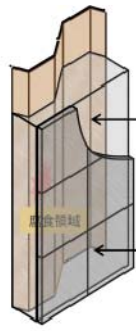
今後は、同工法の積雪寒冷地における施工実績を積み上げるとともに、実際の施工性等についての情報を蓄積し、施工実態を取りまとめた上で、続報として発表できるように取り組んでいきたい。

表-4 腐食対策工法比較表

	a) 塗装、塗膜系	b) パネル系被覆	c) 現場打ちRC	d) 鋼矢板新設
工法概要	矢板面を洗浄後、専用吹付け機を用いて防食材を鋼矢板表面にコーティングする。	高圧洗浄機を使用して、矢板面を洗浄後、既設鋼矢板に接合材を溶接し、これに専用の連結治具を溶接してプレキャストパネルを取付け、コンクリートを充填する。	高圧洗浄機を使用して、矢板面を洗浄後、既設鋼矢板に接合材を溶接し、これに鉄筋を接続配置して型枠を前面に取り付け、型枠内にコンクリートを打設する。コンクリートが硬化後型枠を撤去する。	既設鋼矢板を撤去し、新品の鋼矢板を設置する。 表面防食は、既設矢板の実態を考慮し腐食代を設定する。
耐用年数	20年	40年	40年	40年
経済性 (40年)	①イニシャルコスト ・対策工 42,000円/m ・開孔部補修 9,300円/m ・仮設工 25,000円/m 小計 76,300円/m ②ランニングコスト(1回/20年) ・対策工 42,000円/m ・仮設工 25,000円/m 小計 67,000円/m 合計 143,300円/m ×	①イニシャルコスト ・対策工 30,300円/m ・開孔部補修 9,300円/m ・仮設工 25,000円/m 合計 64,600円/m ○	①イニシャルコスト ・対策工 28,000円/m ・開孔部補修 9,300円/m ・仮設工 30,000円/m 合計 67,300円/m △	①イニシャルコスト ・対策工 110,000円/m ・撤去 28,000円/m ・仮設工 35,000円/m 合計 173,000円/m ×
施工性	湿潤面では施工できないため、鋼矢板継目部の止水作業が必要である。また、冬期間は仮囲いによる養生が必要となる。 △	部材が薄く軽量のプレキャストパネルの使用により、人力での運搬・施工が可能である。充填用のコンクリートは汎用性が高く、施工も容易である。 ○	コンクリートは汎用性が高く、施工も容易であるが、鉄筋の配筋や型枠の設置脱型作業が必要であり、冬期施工では防寒養生が必要となることから、水替え日数が長くなる。 △	一般的にはパイプロハンマで矢板を打込むため施工速度は速く、鋼矢板の引抜きと打込み作業だけであれば、仮締切りや水替えは不要となるが、大型重機が稼動するための施工ヤード、仮設道路が必要となる。 △
維持管理	防食材の硬化直後は硬度、引張強度、付着強度は大きいですが、経年劣化及び施工時の精度等により鋼材と防食材の界面剥離が懸念されるため、定期的な監視が必要である。 △	パネルと鋼矢板は接続材で連結しており、コンクリートで一体化していることから、維持管理は必要ない。 ○	現場打ちRCと鋼矢板は接続材で連結しており、一体化していることから、維持管理は必要ない。 ○	既設水路の全面改修となることから、維持管理は必要ない。 ○
評価	×	○	△	×



構造概要



被覆コンクリート
 ・コンクリート被覆により酸素の供給を遮断
 ・干満帯付近のマクロセル腐食の進行を防止

プレキャストパネル
 ・中性化・紫外線劣化を防止
 ・外的な物理要因による損傷を防止
 ・脱型作業が不要で省力化
 ・人力施工が可能で、狭い水路に適用

設計思想

施工手順



図-8 パネル系被覆工法の概要

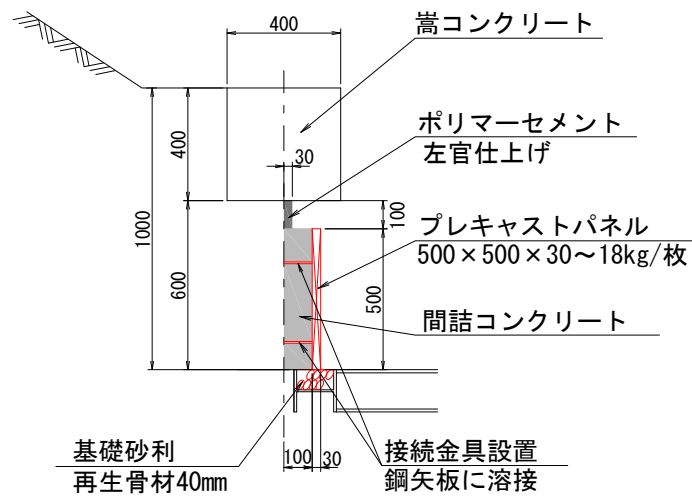


図-9 施工標準断面図