

平成30年度

排水路の鋼矢板落差工における表面補修工法の適用性

稚内開発建設部 農業開発課 ○須藤 勇二
岩渕 直人

鋼矢板が用いられた水路では、腐食による構造性能の低下が問題となっている。

総合農地開発事業「沼川地区」で造成された排水路の落差工には鋼矢板・軽量鋼矢板が用いられており腐食が進行しているため、ストックマネジメント技術高度化事業により表面補修の試験施工を平成27年度に行った。

本報では、試験施工後のモニタリング結果から、鋼矢板落差工における表面補修工法の適用性について考察を行う。

キーワード：排水路、鋼矢板、腐食、表面補修

1. はじめに

農業用排水路の構成部材には、地盤条件や施設規模から鋼矢板が用いられることがある。鋼矢板を用いた水路では、他の種類の部材と同様に経年的な劣化が進んでいる。鋼矢板の経年劣化として主たるものは腐食による劣化である。鋼矢板で腐食が進行すると、板厚の減少や開孔により構造性能に支障をきたすことが問題となっている¹⁾。

総合農地開発事業「沼川地区」は昭和51年度から平成2年度までに実施された地区であり、排水路の落差工の止水壁には、軟弱地盤という条件から、鋼矢板又は軽量鋼矢板が用いられている（写真-1）。これらの鋼矢板は施工から20年以上が経過しており腐食が発生している。

そこで、ストックマネジメント技術高度化事業により腐食が発生した鋼矢板の表面を補修する試験施工を行い、鋼矢板の腐食対策の知見を得ることとした。

本報では、試験施工後のモニタリング結果から、鋼矢板落差工における表面補修工法の適用性について考察を行う。

2. 試験施工の概要

試験施工は、平成27年8月にニタトロマナイ幹線排水路の3箇所の落差工で行った。3箇所の落差工は、図-1に示すとおり施設間の距離が760mと近接し、鋼矢板前面がいずれもほぼ西向きに立地しており環境条件は同様と判断される。これらの落差工において、表-1に示す



写真-1 鋼矢板落差工

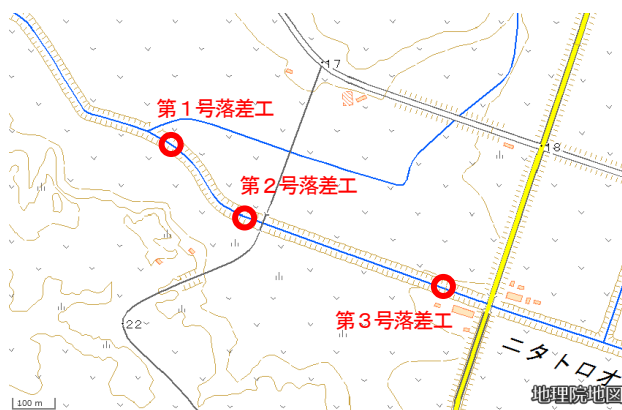


図-1 落差工の位置

とおり2種類の素地調整と2種類の有機系表面被覆工法を組み合わせた補修を試験的に行った²⁾。なお、2種類の表面被覆工法の仕様は表-2のとおりである。

表-1 素地調整と表面被覆の組合せ

		表面被覆工法	
		A工法	B工法
素地調整	ISO8501-1 St3 (2種ケレン相当)	第1号落差工	—
	ISO8501-1 St2 (3種ケレン相当)	第3号落差工	第2号落差工

表-2 表面被覆工法の仕様

		A工法	B工法
塗装仕様	一次プライマー	厚膜形有機ジンクリッチペイント[75]	塗装前処理洗浄剤
	下地処理	—	高浸透性下地処理剤
	下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り[60]	特殊変性エポキシ樹脂プライマ[70]
	下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り[60]	—
	中塗り	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料用中塗り[30]	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料用中塗り[30]
	上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用上塗り[25]	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用上塗り[25]
	塗膜厚合計	250μ m	125μ m
特徴	一般的な橋梁塗り替え塗装仕様	赤錆を緻密で安定した黒錆に転換できる	

[]数値は標準塗膜厚(μ m)を示す。

3. 調査方法

塗膜の劣化は時間が経過すると外観に顕著に現れることから、外観目視調査を主体に行う。また、試験期間が短く外観には変化が現れないことも想定されたことや定量的な評価も可能となるように、塗膜厚、インピーダンス測定による塗膜劣化度及び塗膜付着力の測定を行うこととした(図-2)。

(1) 外観調査

外観調査では、機械工事塗装要領(案)³⁾に準拠して、さび、ふくれ、われ及びはがれの4項目について0から3の4段階評価を行い、その結果から劣化度指標を算定し劣化度を判定した(表-3)。

(2) 塗膜厚調査

電磁式膜厚計を用いて1測定箇所当たり5点測定し、最小値、平均値、標準偏差値を算出した。

(3) 塗膜インピーダンス測定調査

インピーダンス計測器を用い、塗膜表面と鋼材の間に電流を流し、周波数200Hz、500Hz、1000Hzでの抵抗値と電気容量値を測定する。測定値の評価と劣化度の判定は、

機械工事塗装要領(案)⁴⁾に準拠して、測定値を抵抗値R、静電容量値Cに変換し図-3により評価点を求め、表-4により劣化度を判定した。また、劣化が進行すると、抵抗値が減少し容量値が増加することから劣化傾向の有無を判定した。

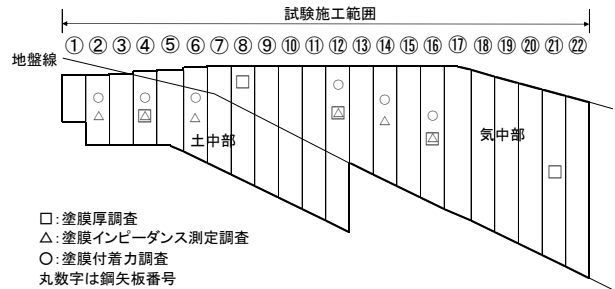


図-2 モニタリング調査位置図(第1号落差工)

表-3 外観調査劣化度の判定基準

劣化度	劣化度指標	判定内容
A	100 ~60以上	全体にさび、ふくれ、はがれ等の発生が見られ著しく劣化が進んでいる状況
B	60未満 ~40以上	全体に小さなさび、ふくれ、はがれ等の発生が見られ、部分的には比較的大きな発生が見られる状況で、かなりの劣化が進んでいる状況
C	40未満 ~20以上	極小さな劣化は見られるが、劣化部分以外は健全な状況
D	20未満	異常なし、または極小さな劣化が見られる状況

$$\text{劣化度指数} = \left(1 - \frac{\text{調査項目別評価合計点}}{\text{調査項目数} \times 3} \right) \times 100$$

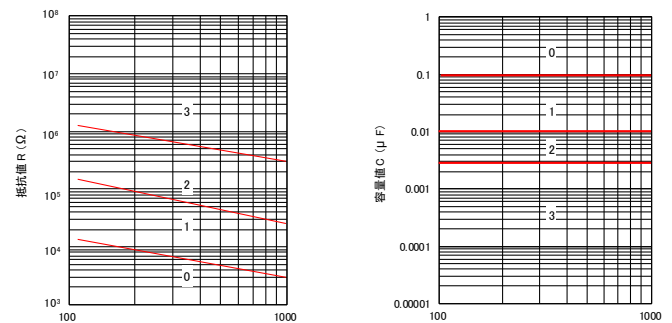


図-3 塗膜インピーダンス評価図

表-4 塗膜インピーダンス劣化度の判定基準

劣化度	塗膜インピーダンス評価点		塗膜の状態
	抵抗値	容量値	
A	0	0	塗膜の劣化が著しい。
B	1	1	塗膜に発錆、ふくれ等が生じている。
C	1	2	塗膜が完全に固く付着し、上塗り塗膜のみ劣化している。
D	3, 2	3	異常なし。

(4) 塗膜付着力調査

端子を塗膜面に接着剤で接着させ、塗膜が剥離するまで垂直に引張り、塗膜の付着力を測定する。評価点は、鋼橋塗膜調査マニュアル⁵⁾に準拠し、0から3の4段階とした(表-5)。

表-5 塗膜付着力の判定基準

劣化度	評価点	引張付着力(MPa)
A	0	$X=0.0$
B	1	$0.0 < X < 1.0$
C	2	$1.0 \leq X < 2.0$
D	3	$2.0 \leq X$

4. 結果

(1) 外観調査

平成27年から平成30年までの調査結果を表-6に示す。

(2) 塗膜厚調査

平成27年から平成30年までの第1・2・3号落差工での調査結果を図-4・5・6に示す。

(3) 塗膜インピーダンス測定調査

平成27年から平成30年までの第1・2・3号落差工での調査結果を表-7に示す。

表-6 外観調査結果一覧表

落差工	測定箇所	H27調査(施工年)						H28調査(1年目)						H29調査(2年目)						H30調査(3年目)					
		評価点(外観観察)				劣化度 指数	劣化度	評価点(外観観察)				劣化度 指数	劣化度	評価点(外観観察)				劣化度 指数	劣化度	評価点(外観観察)				劣化度 指数	劣化度
		さび	ふくれ	われ	はがれ			さび	ふくれ	われ	はがれ			さび	ふくれ	われ	はがれ			さび	ふくれ	われ	はがれ		
第1号	土中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	2	3	3	8.3	D
	気中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	2	3	3	3	8.3	D
第2号	土中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	2	2	3	3	16.7	D
	気中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	2	2	3	3	16.7	D
第3号	土中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	2	3	3	2	16.7	D
	気中部	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	3	3	3	3	0.0	D	2	3	3	2	16.7	D

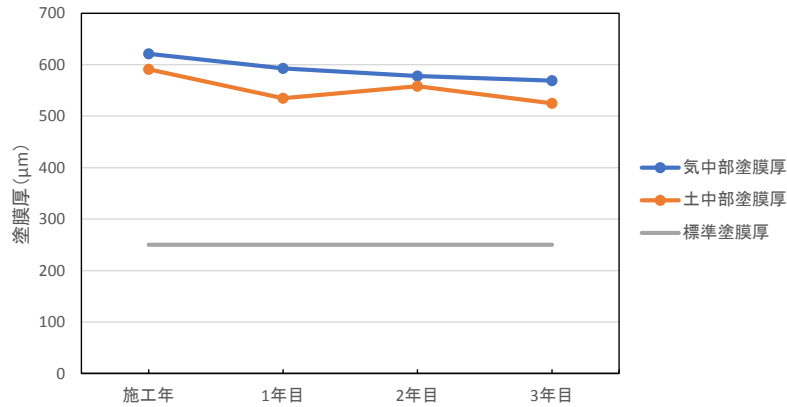


図-4 塗膜厚の推移 (第1号落差工)

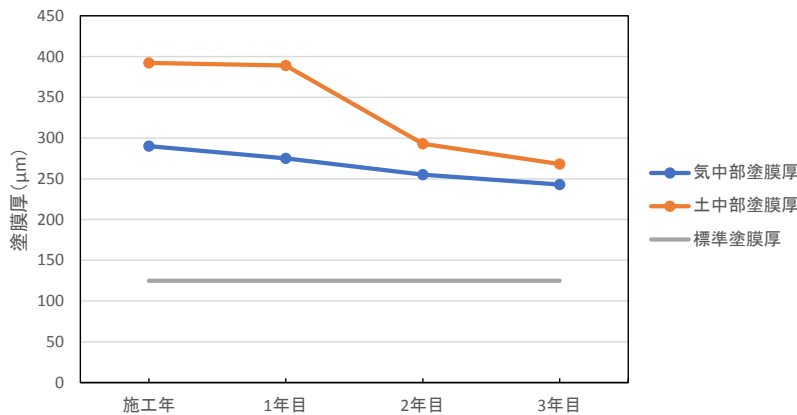


図-5 塗膜厚の推移 (第2号落差工)

(4) 塗膜付着力調査

平成27年から平成30年までの第1・2・3号落差工での調査結果を図-7～12に示す。

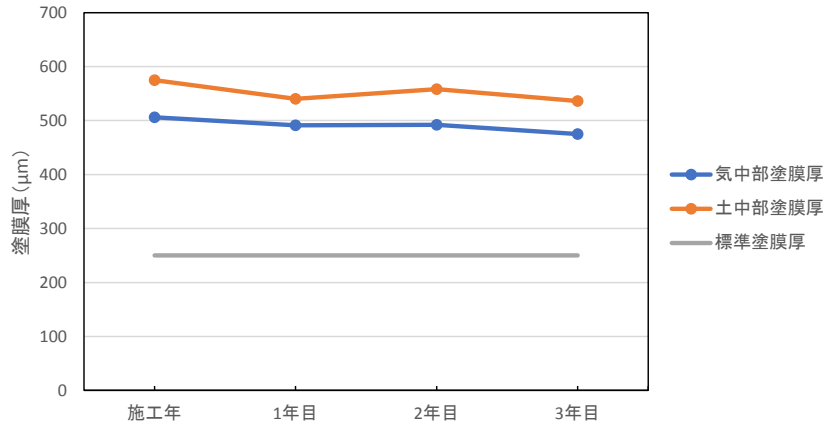


図-6 塗膜厚の推移 (第3号落差工)

表-7 塗膜インピーダンス測定調査結果一覧表

落差工	測定箇所		劣化度(最低値)								劣化傾向		
			施工年(H27)		1年目(H28)		2年目(H29)		3年目(H30)				
			抵抗値	容量値	抵抗値	容量値	抵抗値	容量値	抵抗値	容量値	抵抗値	容量値	
第1号	土中部	2	—	—	D	D	D	D	D	D	C	—	○
	土中部	4	D	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	土中部	6	—	—	D	D	D	D	D	D	C	○	—
	気中部	12	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	14	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	16	D	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—
第2号	土中部	1	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	土中部	3	D	D	D	D	D	D	D	D	D	○	—
	土中部	5	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	11	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	○
	気中部	13	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	16	D	D	D	D	D	D	D	D	C	○	○
第3号	土中部	2	—	—	D	D	D	D	D	D	D	○	○
	土中部	4	D	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	土中部	6	—	—	D	D	D	D	D	D	C	○	○
	気中部	11	D	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	14	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—
	気中部	16	—	—	D	D	D	D	D	D	D	—	—

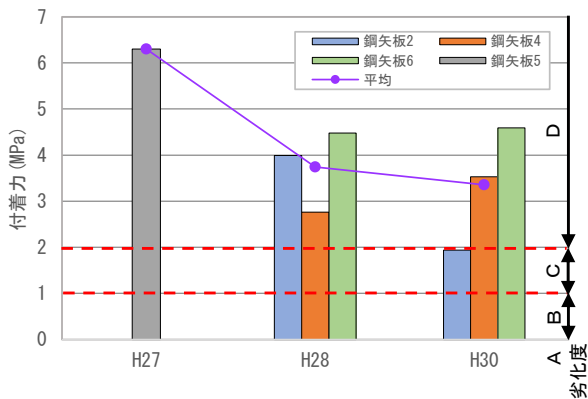


図-7 塗膜付着力の推移 (第1号落差工、土中部)

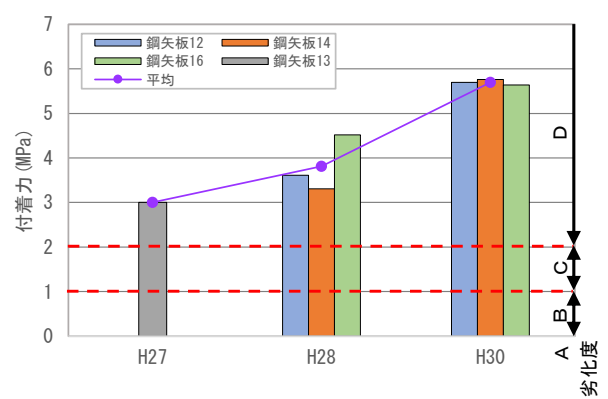


図-8 塗膜付着力の推移 (第1号落差工、気中部)

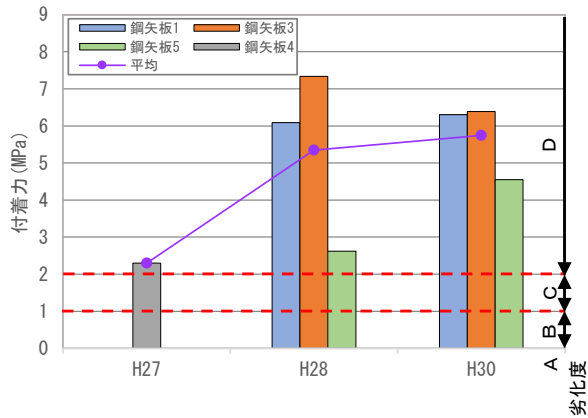


図-9 塗膜付着力の推移 (第2号落差工、土中部)

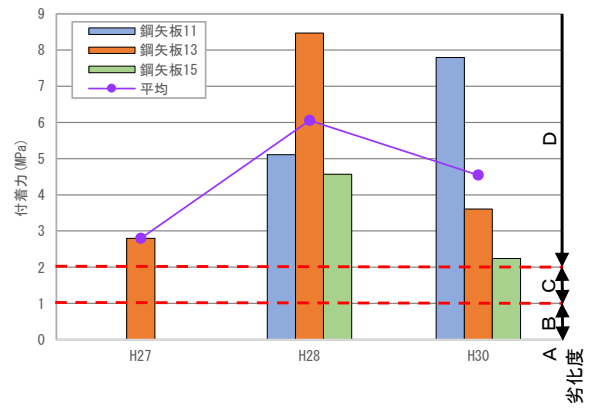


図-10 塗膜付着力の推移 (第2号落差工、気中部)

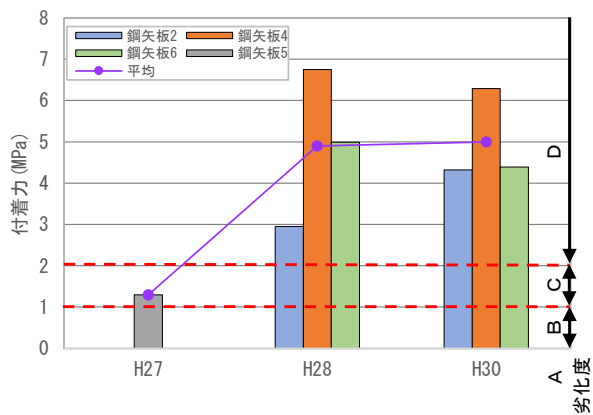


図-11 塗膜付着力の推移 (第3号落差工、土中部)

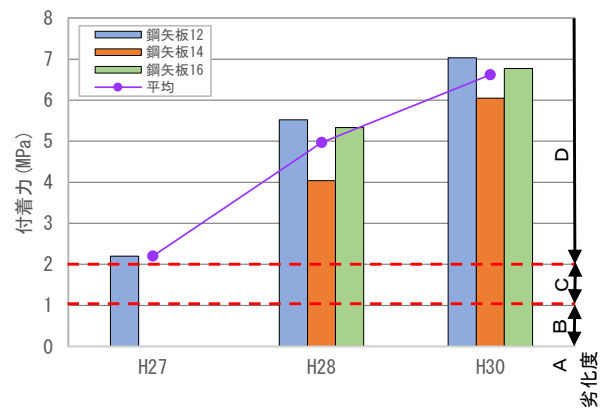


図-12 塗膜付着力の推移 (第3号落差工、気中部)

5. 考察

(1) 外観

外観調査の結果、全ての落差工について劣化度はDと判定した。ただし、第2号落差工では、写真-2のように気中部に局所的な変色や粒状の膨れが見られた。分析の結果、これらの変状は矢板と塗膜の界面での錆びと判明したことから、今後、劣化が進行していくことが想定される。

(2) 塗膜厚

塗膜厚は全ての落差工で減少傾向にある。塗膜厚の減少は溶剤の揮発によるものと推定される。なお、第2号落差工の土中部の減少量が他と比べて大きいことから、揮発以外の要因による減少が始まっている可能性がある。

(3) 塗膜インピーダンス

施工後2年目までは全てD判定であったが、3年目にC判定が現れた。また、3年間の観測で劣化傾向も現れ



写真-2 第2号落差工気中部の変状

てきた。

試験施工内容の違いによる差としては、第1号落差工と第3号落差工を比較すると差異は現れていないことから、素地調整の差による影響は現時点では現れていない。また、第2号落差工と第3号落差工を比較すると、気中部では第2号落差工 (B工法) の方が劣化が進んでいる一方で、土中部では第3号落差工 (A工法) の方が劣化が進んでいる。

(4) 塗膜付着力

ほぼ全ての箇所において2.0MPa以上で劣化度はDであり、全ての工法が付着性に関し有効と評価できる。

測定値の多くは時間の経過とともに増加か安定傾向にあるが、第1号落差工の鋼矢板2、第2号落差工の鋼矢板13・15は低下している可能性があり、これらの結果は、塗膜インピーダンスの評価とも符合している。

6. おわりに

3年間の調査の結果、鋼矢板には劣化の傾向が少しずつ現れ始めていることが分かった。なお、素地調整の差は現れていない一方で、表面被覆工法の差は気中部と土中部で異なる劣化の傾向が現れている。

これらのことから、素地調整については、より施工が容易なISO8501 St2（3種ケレン相当）を選択することが

可能と考える。また、表面被覆工法については、気中部と土中部の劣化程度を比較して、気中部の劣化が進んでいる現場ではA工法を選択し、土中部の劣化が進んでいる現場ではB工法を選択することがより良いと考える。

謝辞：本報告の執筆に当たり多大なご指導・ご助言を頂いた関係者の皆様にこの場を借りて深く感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤嘉康、小林秀一(2017)：補修・補強に関するマニュアル「鋼矢板腐食対策編」（仮称）を策定するに当たって、JAGREE information、(一社) 農業土木事業協会
- 2) 渡辺義孝、宮崎武博(2017)：排水路鋼矢板の表面塗装による補修工法の試験施工、農業土木北海道
- 3) 国土交通省総合政策局建設施工企画課(2010)：機械工事塗装要領(案)・同解説
- 4) (社) 日本建設機械化協会(2001)：機械工事塗装要領(案)・同解説
- 5) (社) 日本鋼構造協会(1993)：鋼橋塗膜調査マニュアル