

鋼製ゲートにおける防食耐久塗装工法の評価 —試験施工及びモニタリングの事例—

帯広開発建設部 土地改良情報対策官 ○木村 信博
土地改良情報係長 日戸 進

農業水利施設における鋼製ゲート塗装は、エポキシ樹脂系が一般的であるが、経年劣化に伴う再塗装が維持管理費の増嵩要因となっている。また、施工時期が冬期となり、ゲート表面の結氷・解氷の影響を受けることから、防食塗装の耐久性の評価が急務となっている。本報告は、ゲート設備における積雪寒冷地に適した防食塗装の耐久性の検証を目的に実施した試験施工と、施工後のモニタリング結果について報告するものである。

キーワード：インフラメンテナンスの高度化、積雪寒冷地、試験施工

1. はじめに

鋼製ゲート等の再塗装については、一般にエポキシ樹脂系塗料（有機系）が用いられており、環境条件にもよるが経年とともに再塗装が必要となることから、維持管理費の増嵩要因になっている。

また近年、長期耐久性や施工の容易性を特徴とした塗装が開発されているが、再塗装における工法選定や扉体の発錆程度等に応じた適切な下地処理程度・方法について不明確な状態にある。

特に、農業水利施設においては、施工期間が非かんがい期である秋から初冬に限定される場合が多く、積雪寒冷地である北海道においては、施工が気温や湿度等の気象の影響を大きく受けることや、ゲート表面が河川を流下する砂礫だけではなく、結氷や解氷による影響を受けることも多く、防食塗装に対する耐久性等の適用性の評価は急務である。

本報告は、積雪寒冷地に適した鋼製ゲート等の防食対策工（再塗装）の検証を目的に、ストックマネジメント技術高度化事業で実施した防食耐久塗装工法の試験施工の内容と、施工後3年目までのモニタリング調査結果を報告するものである。



図-1 札内川第一、第二地区位置図

防食耐久塗装工法の試験施工を実施した札内川頭首工は、平成 3 年から平成 11 年に造成され、供用開始から 24 年が経過している。

本頭首工は、水道事業との共同事業で造成した施設で、農業用取水口に上水道取水口が隣接し設置されている。このため、当該取水ゲートの再塗装を行う場合には、農業取水を行わない非かんがい期での施工・水道取水に影響を及ぼさない仮締切の設置・防寒囲いの設置などが施工の条件となる。図-2 に試験施工の平面図を示す。

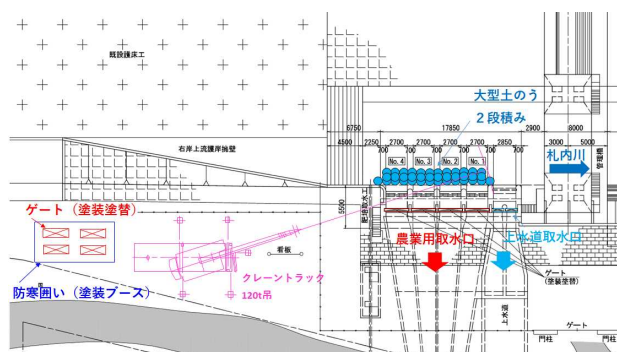


図-2 試験施工平面図

2. 対象施設の概要

国営かんがい排水事業「札内川第一地区」「札内川第二地区」(図-1)では、帯広市、幕別町、中札内村、更別村の農地19,840haに対する畑地かんがい施設等の整備を行った。本事業においては、特定多目的の札内川ダムにかんがい用水を依存し、取水施設の札内川頭首工のほか、用水路が建設された。

3. 現況塗膜の状況

試験施工を行う防食耐久塗装工法を選定するにあたり、平成30年度に取水ゲートの現況塗膜の劣化状況調査を実施した。取水ゲートは全4門（表-1、写真-1）あり、平成5年に2門（No.1、No.2）、平成10年に2門（No.3、No.4）が整備されており、それぞれ1門（No.2、No.3）について、近接目視調査、塗膜厚試験、クロスカット試験を実施し、現況塗膜の状況进行评估した。

表-1 ゲート仕様・規模

名称	形式	扉体材質	規模(m) B×H	門数
取水ゲート	スライドゲート	SS400	2.7×1.1	4

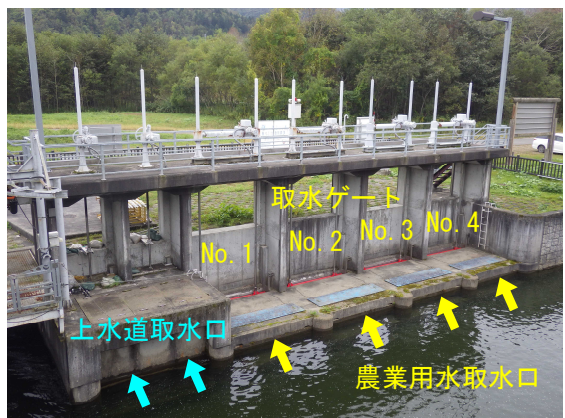


写真-1 取水ゲート全景写真

(1) 近接目視調査

近接目視調査は、「機械工事塗装要領(案)・同解説」の「5-3 維持管理」に準拠し実施した。塗膜の劣化は、さび、ふくれ、はがれ、われ、変退色（白亜化）の項目に区分、各項目における評価を点数化（表-2）し、次の式(1a)により劣化度指数を算出した。目視調査による劣化度は、表-3の基準により判定した。

表-2 各項目評価点と評価式¹⁾

(さび評価点)		(ふくれ評価点)	
評価点 (R.N)	発生状況	評価点 (R.N)	発生状況
3	発生面積 (%) $X < 0.03$	3	発生している面積 (%) $X < 0.03$
		2	同上 $0.03 \leq X < 0.3$
		1	同上 $0.3 \leq X < 5.0$
2	$0.03 \leq X < 0.3$	0	同上 $5.0 \leq X$
		(はがれ評価点)	
		評価点 (R.N)	はがれ発生面積 (%)
1	$0.3 \leq X < 5.0$	3	0
		2	$0 < X \leq 0.5$
		1	$0.5 \leq X < 2.0$
0	$5.0 \leq X$	0	$2.0 \leq X$
		(われ評価点)	
		評価点 (R.N)	われ発生面積 (%)
3	見か上さびが見られる。 さびが縦線状の部分以外の 塗装の防食性能はほぼ維持 されていると思われる状態。	3	われがない状態
		2	評価点の2点の状態
		1	評価点の1点の状態
2	明らかにさびが見られる。 塗装が見ても発錆部分が多く 何らかの処置をほどこさなけ ばならない状態。	0	評価点の0点の状態
		われ評価点	
		評価点 (R.N)	われ発生面積 (%)
1	見か上ほぼ全面にわたって さびが見られる。早急に塗料 を塗り直さなければならな い状態。	3	われがない状態
		2	評価点の2点の状態
		1	評価点の1点の状態
0	$5.0 \leq X$	0	評価点の0点の状態
		われ評価点	
		評価点 (R.N)	われ発生面積 (%)



(変退色評価点)	
評価点 (R.N)	変退色の程度
3	初期と比べてほとんど変化なし
2	初期と比べて変化している
1	初期と比べて著しく変化している
0	初期の色をほとんどとどめていない

評価点 (R.N)	変退色の程度
3	初期と比べてほとんど変化なし
2	初期と比べて変化している
1	初期と比べて著しく変化している
0	初期の色をほとんどとどめていない

グレースケール
$4 \leq X$
$3 \leq X < 4$
$2 \leq X < 3$
$X < 2$

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

劣化度の判定結果を表-4に示す。No.2 ゲートの水中部では、さびが進行しており、健全度は S-2 であった。その他の部位は健全度 S-5 であった。

表-3 目視調査劣化度判定基準¹⁾

健全度	劣化度	評価点 (R.N)	劣化度指数	判定内容
S-2	A	0	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
S-3	B	1	60未満~20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
S-4	C	2	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
S-5	D	3	20未満	異常なし、または極小さな劣化が見られる状況

表-4 現況塗膜の目視調査結果

調査 取水ゲート	部位	判定項目							評価
		さび	はがれ	われ	ふくれ	変退色	劣化度 指数	劣化度	
No. 2	気中	3	3	3	3	3	0	D	S-5
	水中	1	-	-	-	-	67	A	S-2
No. 3	気中	3	3	3	3	3	0	D	S-5
	水中	2	3	3	3	3	7	D	S-5

※「-」はゲート閉状態のため目視調査できなかった項目

(2) 塗膜厚試験

塗膜厚試験結果は「農業水利施設の機能保全の手引き頭首工（ゲート設備）」に基づき評価した（表-5）。いずれも設計値以上の膜厚が確保されており、健全度S-4と評価した（表-6）。

表-5 塗膜厚評価基準²⁾

健全度	評価基準
S-2	測定箇所全てが著しく設計値を下回るさび、はがれ等の劣化状態が全体的に見られる
S-3	測定箇所の一部が設計値以下さび、はがれ等の劣化状態が部分的
S-4	平均値が設計膜厚以上 最低値が設計膜厚の70%以上

表-6 塗膜厚試験結果

調査 取水ゲート	塗膜厚 (μm)		
	調査結果	設計値	評価
No. 2	326	195	S-4
No. 3	294	195	S-4

(3) クロスカット試験

塗膜の付着力試験として「クロスカット試験」を行い、「機械工事塗装要領(案)・同解説」（表-7）に基づき、試験結果を評価した（表-8）。No.2 ゲートでは、ほとんど剥離が認められず健全度 S-5、No.3 ゲートは、上塗りと中塗りの間でわずかな剥離が認められたことから、健全度 S-4 と評価した。

表-7 クロスカット試験の評価基準¹⁾

評価点 (RN)	0	1	2	3
				はく離面積 60%以上
JIS IV03-1993	3	2	1	0
劣化度	D	C	B	A
健全度	S-5	S-4	S-3	S-2

表-8 クロスカット試験結果

調査 取水ゲート	試験結果 (RN)	評価
No. 2	0	S-5
No. 3	1	S-4

(4) 現況塗膜の評価

現況塗膜調査の結果、No.2取水ゲートにおいては、健全度S-2となる項目が確認され、塗装補修が必要な塗膜状況であることが確認された（表-9）。

表-9 現況塗膜の劣化度判定結果

調査 取水ゲート	調査項目		
	目視	塗膜厚	付着力
No. 2	S-2	S-4	S-5
No. 3	S-5	S-4	S-4

4. 防食耐久塗装工法の選定

(1) 選定条件

防食耐久塗装工法の選定にあたっては、防食耐久性能及び施工性能に着眼して選定した。また、札内川頭首工の取水ゲートが4門であることから、比較検討用の従来工法1工法に加え、下記方針（表-10）に基づき3工法を選定することにした。

表-10 防食耐久性塗装工法選定の方針

項目	選定基本方針
防食耐久性能	・耐水性、耐衝撃性、耐摩耗性に優れていること ・紫外線劣化への耐久性に優れる『無機系塗装』も選定する
施工性能	・現場施工が可能であること ・2種ケレンまたは3種ケレンでの施工が可能であること ・1種ケレン（プラスト作業）を必要としないこと

(2) 比較検討結果

防食耐久塗装工法選定表を表-11に示す。有機系塗料は、従来工法の「a-1B系（エポキシ樹脂）」と、耐久性、施工性及び未試験による新たな実証効果確認のため「エコマックス」を選定した。無機系塗料は、耐久性と施工性から「マイティCF」と、耐久性及び新たな実証効果確認のため「ダイヤスーパーセラ」を選定した。

表-11 防食耐久塗装工法選定表

有機系・無機系の区分 塗料名			塗装系	工法の特徴 概要	評価								
					高度化事業 採用実績	耐久性 (年)	経済性 (円/㎡)	耐摩耗性 (膜厚μm)	施工性		点数 △0 ○1 ◎2	有機系・ 無機系に おける順位	判定 〔有機系2工法 無機系2工法 を選定〕
									素地調整 ケレン種別	層数			
				有り △ 無し ◎	10年未満 △ 10年以上 ◎	m3単価 ～10,000円 ◎ ～20,000円 ○ 20,000円～ △	～300μm △ ～600μm ○ 600μm～ ◎	1種 △ 2種 ○ 3種 ◎	3層以下 ○ 5層以下 ◎				
1	有機系	従来工法 a-1B系 ※機械工事塗装要領 (案) 分類記号	ジンクリッ チペイント +エポキシ 樹脂系	■水中部や一般環境の乾湿交番部に用いられる標準的な塗装系 ■現場における塗替え塗装に用いられる	△	△	◎	○	◎	○	6	3位	【採用】 ・塗装塗替えにおける 従来工法であり、比較 検証用として必要
2	有機系	エポテクトター トルフリー	タールエポ キシ樹脂塗 料（環境対 応型）（0- 1）	■コールタールの耐水性、耐塩水性、厚塗成と、エポキシ樹脂の耐薬品性、硬度、耐油成を兼ね備えた塗装系 ■従来のタールエポキシ樹脂塗装に比べ、揮発成分が少なく、環境に配慮されている	△	△	◎	△	△	◎	4	4位	【不採用】 ・有機系で最下位
3	有機系	エポガードシス テム	錆転換型エ ポキシ樹脂 塗料	■乾燥化型特殊エポキシ樹脂を用い、赤錆を緻密で安定した黒錆に転換する塗装 ■再塗装の素地調整を簡略化することが出来る ■従来工法に対し、耐久性に優れる	△	◎	◎	△	◎	○	7	1位	【不採用】 ・エコマックスと同点 だが、高度化で実証実 績があるため不採用
4	有機系	エコマックス	高性能超厚 膜形	■タレや膜切れが少なく、超厚膜での塗布が可能であるため、施工性に優れる ■水中環境、水没環境に適応した工法である ■従来工法に対し、耐久性に優れる ■塗り重ね回数が少ないため、施工性に優れる	◎	◎	○	△	○	○	7	1位	【採用】 ・耐久性に優れる ・経済性に優れる ・新たな実証効果の確 認が必要
5	無機系	セラニック	無溶剤2液 型無機質系 シリコン塗 料	■無機系塗装であるため、耐候性が高い ■温度差による伸縮追従性に優れており、寒冷地での使用に適している ■従来工法に対し、耐久性に優れる	△	◎	△	◎	○	○	6	4位	【不採用】 ・上位2位に入らず不採 用
6	無機系	マイティCF	炭素繊維強化 無機系防 錆材	■無機系塗装であるため、耐候性が高い ■炭素繊維を混入し、塗膜の引張強度を向上させている ■従来工法に対し、耐久性に優れる ■塗り重ね回数が少ないため、施工性に優れる	△	◎	○	◎	◎	○	8	1位	【採用】 ・耐久性に優れる ・施工性に優れる ・他試験施工との比較 が必要
7	無機系	テナクソン T555CS	無溶剤2液 型エポキシ 炭化水素樹 脂塗料	■無機系塗装であるため、耐候性が高い ■従来工法に対し、耐久性に優れる ■塗り重ね回数が少ないため、施工性に優れる	△	◎	△	○	◎	◎	7	3位	【不採用】 ・上位2位に入らず不採 用
8	無機系	ダイヤスーパー セラ	超耐候・超 低汚染変性 無機塗料	■無機系塗装であるため、耐候性が高い ■一般的な無機系塗装に比べ、無機成分含有率が高い（50%） ■従来工法に対し、耐久性に優れる	◎	◎	○	△	○	◎	8	1位	【採用】 ・耐久性に優れる ・経済性に優れる ・新たな実証効果の確 認が必要

5. 試験施工

再塗装の試験施工は、令和元年 10 月下旬から 11 月下旬に行った。塗料の塗装条件として気温 5℃以上及び湿度 85%以下と規定されていることから、防寒囲いを設置した（写真-2）。施工中の防寒囲い内は、気温 13℃以上、湿度 85%以下を確保した。



写真-2 防寒囲い状況

各ゲートの防食耐久塗装工法、塗装仕様、実作業時間と施工者聞き取りによる施工性の評価を表-12に示す。

施工に要した時間は、エコマックスが従来工法（a-1B系）と同程度、マイティCFが従来工法比1.2倍程度の129時間、ダイヤスーパーセラランが従来工法比0.8倍程度の85時間であった。最も施工時間が長いマイティCFは、最も短いスーパーセラランの1.5倍程度となった。

マイティCFの施工時間が長い理由は、塗料の粘性が高く時間当り施工量が小さいこと、膜厚が660μmで最も厚く、層数も5層と多いことによる。

塗料の粘性については、エアスプレー施工とした場合には大きな問題とはならない。今回は河川敷地内で施工ヤードが制限された中での試験施工であったため刷毛塗り施工であったが、工場での再塗装においてはエアスプレーが一般的な塗装方法であることを考慮すると、各工法間の施工性には、大きな違いはないと考えられる。

6. モニタリング調査

(1) モニタリング調査計画

試験施工を行った防食耐久塗装工法と従来工法に対する有効性、劣化の進行程度・状態・要因等を確認するため、試験施工完了後3年目までモニタリング調査を行う計画とした。調査項目及び調査スケジュールを表-13、「機械工事塗装要領(案)・同解説」における塗膜インピーダンス試験及び引張付着試験の評価基準について表-14、表-15に示す。

表-13 モニタリング調査計画一覧表

調査項目	施工年 (令和元年度)	モニタリング調査		
		1年目 (令和2年度)	2年目 (令和3年度)	3年目 (令和4年度)
近接目視調査	○	○	○	○
塗膜厚調査	○	○	○	○
塗膜インピーダンス試験	○	○	○	○
引張付着試験 (アドヒージョン試験)		○		○

※“○”は実施項目を示す。

表-12 塗装仕様及び施工性評価一覧表

ゲート位置		No.1取水ゲート 扉体			No.2取水ゲート 扉体			No.3取水ゲート 扉体			No.4取水ゲート 扉体		
塗装名		a-1B系塗装			エコマックス塗装			マイティCF塗装			ダイヤスーパーセララン塗装		
		(有機系)			(有機系)			(無機系)			(無機系)		
塗装工程	塗料名称	膜厚 (μ m)	使用量 (g/m ²)	塗料名称	膜厚 (μ m)	使用量 (g/m ²)	塗料名称	膜厚 (μ m)	使用量 (g/m ²)	塗料名称	膜厚 (μ m)	使用量 (g/m ²)	
塗装仕様	素地調整	3種クレン			2種クレン			3種クレン			2種クレン		
	下塗	有機ジンクリッチ ペイント	75	500	エコマックスNT	100	400	マイティCF	200	528	ダイヤハイエポ プライマー	36	200
	下塗	変性エポキシ樹脂塗料 下塗(水中部用)	100	400	エコマックスNT	100	400	マイティCF	200	528			
	下塗	変性エポキシ樹脂塗料 下塗(水中部用)	100	400				マイティCF	200	528			
	中塗	エポキシ樹脂塗料 中塗	40	180	エコピン 中塗	40	180	ポリウレタン樹脂塗料 中塗	30	140	ダイヤスーパーセララン	32	150
	上塗	エポキシ樹脂塗料 上塗	40	170	エコピン 上塗HB	40	170	ポリウレタン樹脂塗料 上塗	30	120	ダイヤスーパーセララン	32	150
	計		355			280			660			100	
工程数		素地調整含め6工程			素地調整含め5工程			素地調整含め6工程			素地調整含め4工程		
塗装面積		15m ²			15m ²			15m ²			15m ²		
作業時間	素地調整	4時間			10時間			5時間			10時間		
	塗装	3時間			3時間			4時間			3時間		
	養生	98時間			96時間			120時間			72時間		
	計	105時間			109時間			129時間			85時間		
施工性評価		普通			やや難			やや難			良		
		使用実績の多い従来工法であり、作業者も施工慣れしていることから、施工性良。仕上がりも良好。			塗料の粘性が高く、塗装が平坦になる前に乾燥する場合あり。 ハケ塗りでは仕上がり面に塗装ムラや刷毛跡がどうしても残る。			塗料の粘性が高く、塗装が平坦になる前に乾燥する場合あり。 ハケ塗りでは塗装ムラや刷毛跡がどうしても残る。 塗料の伸びが悪いため作業効率もやや悪い。 層数が多いため、仕上がりまでの施工管理が長時間となる。			塗料の伸びが良く、施工性良好。 仕上がりは試験工法の中で一番良好。 層数も少なく施工管理労力も少ない。		

表-14 塗膜インピーダンスによる評価基準^リ

健全度	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	
S-2	A	0	0	塗膜の劣化が著しい
S-3	B	1	1	塗膜に発錆、ふくれ等が生じている
S-4	C	1	2	塗膜が完全に硬く付着し、上塗り塗装のみ劣化している
S-5	D	3, 2	3	異常なし

表-15 引張付着力による評価基準^リ

健全度	劣化度	評価点 (RN)	引張付着力 (MPa)
S-5	D	3	$2.0 \leq X$
S-4	C	2	$1.0 \leq X < 2.0$
S-3	B	1	$0.0 < X < 1.0$
S-2	A	0	$X = 0$

(2) モニタリング調査結果

3年目までのモニタリング調査結果を表-16に示す。
なお、各調査結果の概要は、次のとおりである。

a) 近接目視調査

有機系工法の No.2 ゲートでは、変化が見られなかった（健全度 S-5）。その他のゲートは、部分的に「はがれ」「ふくれ」「われ」が確認され、劣化が進んだ状態であった（健全度 S-2）。

b) 塗膜厚調査

全ての箇所において、測定値が設計値を上回る結果であった（健全度 S-4）。

c) インピーダンス試験

有機系工法の No.2 ゲートでは、変化が見られなかった（健全度 S-5）。その他のゲートは、測定値に変化が見られ、無機系工法の No.4 ゲートは塗膜の劣化が進んでいた（健全度 S-2）。

d) 引張付着試験

1年目と3年目の調査結果を比較すると、全ての箇所でも同等の健全度であった。No.3 ゲートの表面において、付着力が低い結果（健全度 S-3）となっているが、その他のゲートは 1Mpa 以上の付着力が確保されていた（写真-3）。



写真-3 引張付着試験 剥離箇所状況写真(No.3 ゲート表面)

7. モニタリング調査3年目時点における適用性の評価

各防食耐久塗装工法の耐久性について、現時点における適用性の評価を表-17に示す。評価結果から、有機系工法のエコマックス塗装（No.2取水ゲート）が積雪寒冷地の当地区に適した工法となった。

a) a-1B系塗装（No.1取水ゲート）

近接目視では「健全度S-2」であり、塗装の「ふくれ」の進行（拡大）が見られる。劣化が進んでいる状態であり、塗膜の「防食要因の遮断」性能が失われている可能性が考えられる。その他の調査では目立った劣化は確認されていない。

b) エコマックス塗装（No.2取水ゲート）

全ての調査項目で「健全度 S-5～S-4」であり、非常に良好な状態である。

c) マイティCF塗装（No.3取水ゲート）

近接目視では「健全度S-2」である。表面的には「さびの発生」は確認されないが、塗装の「ふくれ」の進展が見られる。

表-16 モニタリング調査結果一覧表（調査3年目時点）

取水 ゲート 番号	下地 処理	部位	モニタリング調査結果																
			近接目視調査				塗膜厚調査				インピーダンス試験				引張付着試験				
			施工年 (R1)	1年目 (R2)	2年目 (R3)	3年目 (R4)	施工年 (R1)	1年目 (R2)	2年目 (R3)	3年目 (R4)	施工年 (R1)	1年目 (R2)	2年目 (R3)	3年目 (R4)	施工年 (R1)	1年目 (R2)	2年目 (R3)	3年目 (R4)	
塗装名																			
No. 1	3種ケレン	表面	S-5	S-5	S-5	S-2	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-5	S-5	S-4	-	S-4	-	S-4	
		天端	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-5	-	S-5
		裏面	S-5	S-5	S-5	S-5	S-4	S-4	S-4	S-4	-	S-5	S-5	S-5	-	-	-	-	
No. 2	2種ケレン	表面	S-5	S-5	S-5	S-5	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-5	-	S-5	
		天端	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-5	-	S-5
		裏面	S-5	S-5	S-5	S-5	S-4	S-4	S-4	S-4	-	S-5	S-5	S-5	-	-	-	-	
No. 3	3種ケレン	表面	S-5	S-5	S-5	S-2	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-4	S-4	S-4	-	S-3	-	S-3	
		天端	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-5	S-4	S-4	-	S-4	-	S-4
		裏面	S-5	S-5	S-5	S-5	S-4	S-4	S-4	S-4	-	S-4	S-4	S-5	-	-	-	-	
No. 4	2種ケレン	表面	S-5	S-5	S-5	S-2	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-4	S-4	S-2	-	S-4	-	S-4	
		天端	S-5	S-5	S-5	S-5	-	S-4	S-4	S-4	S-4	S-5	S-4	S-4	S-4	-	S-5	-	S-5
		裏面	S-5	S-5	S-5	S-5	S-4	S-4	S-4	S-4	-	S-4	S-4	S-4	-	-	-	-	

※「塗膜厚調査」の健全度ランクにはS-5がなく、S-4が最上位の健全度ランクである。

「ふくれ」部では塗膜の「防食要因の遮断」性能が失われている可能性が考えられる。

d) ダイヤスーパースラン塗装 (No.4取水ゲート)

近接目視及びインピーダンスでは「健全度 S-2」であり、塗膜自体の性能が低下している。表面的には「さびの発生」は確認されていないものの、劣化が進行している。

8. おわりに

各防食耐久塗装工法の適用性の評価では、エコマックス塗装が最も優れた評価となった。なお、エコマックス塗装以外、参考耐用年数に比べ、劣化の進行が早い結果となっている。この原因として考えられるのは、本試験施工は、一連の再塗装工程を現地施工により実施しており、工場施工と比較し良好な施工条件を確保すること

が困難であったことが考えられる。また、施工時期も「非灌漑期」に制約され塗膜は「防寒養生」を余儀なくされたことから、これらの条件が「再塗装塗膜の性能」に影響を与えている可能性が考えられる。

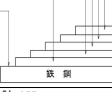
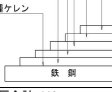
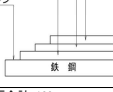
なお、本調査は試験施工完了後3年目の調査結果であり、今後は定期的に目視確認を行い、劣化の進行を確認したいと考えている。

謝辞：本調査を行うにあたって、調査の協力、資料等の提供を頂いた関係者の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- 国土交通省総合政策局建設施工企画課：機械工事塗装要領(案)・同解説
- 食料・農業・農村政策審議会、農業農村振興整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工（ゲート設備）」

表-17 維持管理性及び適用性の評価結果（調査3年目時点）

維持管理性及び適用性の評価結果(試験施工3年目時点)				
検証目的	積雪寒冷地におけるゲート設備の防食耐久塗装工法について、塗装の違いによる耐久性の現地適用性を検証する。			
対象施設設備	札内川頭首工 No.1取水ゲート 2.70m×1.10m	札内川頭首工 No.2取水ゲート 2.70m×1.10m	札内川頭首工 No.3取水ゲート 2.70m×1.10m	札内川頭首工 No.4取水ゲート 2.70m×1.10m
工法名	a-18系塗装 (有機系)	エコマックス塗装 (有機系)	マイティCF塗装 (無機系)	ダイヤスーパースラン塗装 (無機系)
素地調整	3種ケレン	2種ケレン	3種ケレン	2種ケレン
塗装仕様	上塗:エポキシ樹脂塗料(上塗) 中塗:エポキシ樹脂塗料(中塗) 下塗:炭性エポキシ樹脂塗料(水中部用) 下塗:炭性エポキシ樹脂塗料(水中部用) 下塗:有機シリケートペイント 素地調整:2種ケレン 	上塗:エポキシ 上塗層 中塗:エポキシ 中塗層 下塗:エコマックス NT 下塗:エコマックス NT 素地調整:2種ケレン 	上塗:ポリウレタン樹脂塗料(上塗) 中塗:ポリウレタン樹脂塗料(中塗) 下塗:マイティCF 下塗:マイティCF 下塗:マイティCF 素地調整:3種ケレン 	上塗:ダイヤスーパースラン 中塗:ダイヤスーパースラン 下塗:ダイヤスーパースラン 素地調整:2種ケレン 
施工性	総施工時間:105時間 ・使用実績の多い従来工法であり、作業も施工慣れしていることから、施工性は良い。 ・仕上りも良好である。	総施工時間:109時間 ・塗料の粘性が高く、塗装が平坦になる前に乾燥する場合がある。 ・ハケ塗りでは仕上り面に塗装ムラや刷毛跡が残る。	総施工時間:129時間 ・塗料の粘性が高く、塗装が平坦になる前に乾燥する場合がある。 ・ハケ塗りでは塗装ムラや刷毛跡が残る。 ・塗料の伸びが悪いため、作業効率がやや悪い。	総施工時間:85時間 ・塗料の伸びが良く、施工性は良好。 ・仕上がりは試験工法の中で一番良好。 ・層数も少なく施工管理労力も少ない。
	順位	2位(3点)	3位(2点)	4位(1点)
適用性の評価	モニタリング調査結果			
	目視調査	・表面に新たに部分的なふくれ。	・変状無し。	・表面に全体的なふくれ。 ・表面に部分的なはがれ。
	健全度(全体)	S-2	S-5	S-2
	塗膜厚調査	・設計膜厚以上確保。	・設計膜厚以上確保。	・設計膜厚以上確保。
	健全度	S-4	S-4	S-4
	インピーダンス試験	・容量値やや変化。	・異常なし。	・抵抗値は低下、容量値は増加し、劣化が
	健全度	S-4	S-5	S-4
	引張付着試験	・表面水中部が最も低く1.55Mpa。	・全ての箇所で2.0Mpa以上確保。	・表面気中部、吃水部、水中部で0.37～
	健全度	S-4	S-5	S-3
	S評価合計値	14 (2+4+4+4)	19 (5+4+5+5)	13 (2+4+4+3)
維持管理性(機能保全コスト)	健全度状況のコメント	目視調査の結果、塗装の「ふくれ」の進行(拡大)が見られ劣化が進んでいる状態である。その他の調査では目立った劣化は確認されていないが、拡大の進展がみられる塗装「ふくれ」部では塗膜の「防食要因の遮断」性能が失われている可能性が考えられる。	いずれの調査項目においても健全度は「S-5～S-4」であり、高い補修性能を有していると考えられる。	目視調査では、劣化進行(はがれ、ふくれ)が確認され健全度「S-2」である。表面気中部、吃水部、水中部の引張付着強度が低い数値である。表面的には「さびの発生」は確認されないが、拡大の進展がみられる塗装「ふくれ」部では塗膜の「防食要因の遮断」性能が失われている可能性が考えられる。
	順位	2位(3点)	1位(4点)	3位(2点)
	機能保全コスト(千円) (1門あたり検討期間40年)			
	(参考)カタログ値			
	上段:耐用年数	5年	25年	20年
	下段:機能保全コスト	1,179	251	351
	本調査結果			
	上段:耐用年数	4年	25年	4年
	下段:機能保全コスト	1,447	251	1,316
	順位	4位(2点)	1位(8点)	3位(4点)
適用性評価	合計点			
	3位(8点)	1位(14点)	4位(7点)	2位(11点)
その他	コメント			
	従来工法と比較し劣化の進行が早い結果となった。この原因として考えられるのは、本試験施工は、一連の再塗装工程を現地施工により実施しており、工場施工と比較し良好な施工条件を確保することが困難であったことが考えられる。試験施工において、施工ヤードが限られた(河川敷地)条件であったため、左官工法により実施し、施工時期も「非灌漑期」に制約され塗膜は「防寒養生」を余儀なくされたことから、これらの条件が「再塗装塗膜の性能」に影響を与えている可能性も考えられる。			

※上記における各項目の配点は、ライフサイクルコスト低減の観点より以下のように設定した。
 1. 施工性、モニタリング調査結果→1位:4点、2位:3点、3位:2点、4位:1点
 2. 維持管理性(機能保全コスト)→1位:8点、2位:6点、3位:4点、4位:2点