

# 寒冷地用塗装システムの 施工性に関する検討

日本ペイント㈱ 藤城正樹  
 独立行政法人土木研究所 守屋 進  
 関西ペイント販売㈱ 後藤宏明  
 神東塗料㈱ 大山博昭  
 大日本塗料㈱ 山本基弘  
 中国塗料㈱ 斉藤 誠

## はじめに

冬季低温時の塗替工事・・・気温により施工制限

鋼道路橋塗装・防食便覧 付Ⅱ-5新技術の  
寒冷地用塗料の施工性について検証

## 塗装仕様(便覧仕様)

便覧 付表-Ⅱ.5. 6および5.7

＜便覧仕様1＞		
塗装工程	塗料名	目標膜厚 (μm)
素地調整	3種	-
1層目 (特約)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料下塗り(無機珪酸のび)	50
2層目 (下塗り)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料下塗り	50
3層目 (中塗り)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料中塗り	30
4層目 (中塗り)	寒冷地用ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30
5層目 (上塗り)	寒冷地用ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25

＜便覧仕様2＞		
塗装工程	塗料名	目標膜厚 (μm)
素地調整	3種	-
1層目 (特約)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料下塗り(無機珪酸のび)	50
2層目 (下塗り)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料下塗り	50
3層目 (中塗り)	寒冷地用エポキシ樹脂塗料中塗り	30
4層目 (中塗り)	寒冷地用シリコン水性アクリル樹脂塗料中塗り	30
5層目 (上塗り)	寒冷地用シリコン水性アクリル樹脂塗料上塗り	25

＜便覧仕様3＞		
塗装工程	塗料名	目標膜厚 (μm)
素地調整	3種	-
1層目 (特約)	寒冷地用湿気硬化形球状厚膜調整剤下塗り(無機珪酸のび)	50
2層目 (下塗り)	寒冷地用湿気硬化形球状厚膜調整剤下塗り	30
3層目 (中塗り)	寒冷地用湿気硬化形球状厚膜調整剤中塗り	30
4層目 (中塗り)	寒冷地用シリコン水性アクリル樹脂塗料中塗り	30
5層目 (上塗り)	寒冷地用シリコン水性アクリル樹脂塗料上塗り	25

## 塗装仕様(提案仕様)

素地調整	塗装仕様	
提案仕様1	1種	湿気硬化形有機ゾル(50μm)～湿気硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×2)～厚膜形ふっ素上塗り(55μm)
提案仕様2	1種	有機ゾル(15μm)～球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～ふっ素用中塗り(30μm)～ふっ素上塗り(25μm)
提案仕様3	1種	UVアト-硬化形有機ゾル(50μm)～UVアト-硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×2)～厚膜形ふっ素上塗り(55μm)
提案仕様4	1種	UVアト-硬化形有機ゾル(50μm)～UVアト-硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×2)～寒冷地用中塗り(55μm)
提案仕様5	2種	塗布形素地調整剤(-)～湿気硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×2)～厚膜形球状厚膜調整剤上塗り(55μm)
提案仕様6	3種	湿気硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～厚膜形球状厚膜調整剤上塗り(55μm)
提案仕様7	3種	球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～ふっ素用中塗り(30μm)～ふっ素上塗り(25μm)
提案仕様8	3種	寒冷地用変性球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～寒冷地用ふっ素用中塗り(30μm)～寒冷地用ふっ素上塗り(25μm)
提案仕様9	3種	UVアト-硬化形球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～厚膜形球状厚膜調整剤上塗り(55μm)
提案仕様10	3種	寒冷地用変性球状厚膜調整剤下塗り(50μm×3)～寒冷地用厚膜形球状厚膜調整剤上塗り(55μm)

## I : 低温実験室での施工試験

＜試験方法＞

被塗物: グリッドプラスト鋼板(150mm×70mm×3.2mm)

塗装方法: はけ塗装

塗装・乾燥温度: -5℃実験室、23℃実験室

評価項目:

はけ作業性

塗膜外観

硬化性(JIS K 5400 6.5 半硬化乾燥)

## 施工環境と塗装状況



-5℃実験室



はけ作業状況  
(23℃)

### 試験結果①

<便覧仕様(-5℃)>

	はけ作業性	仕上がり外観	硬化性
便覧仕様 1 A社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○	全工程 ○
B社	○	○	全工程 ○
C社	○	○	全工程 ○
D社	○	○	全工程 ○
E社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○ (但し、下塗終了時、少しにじみあり)	全工程 ○
便覧仕様 2 A社	○	○	全工程 ○
B社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○	全工程 ○
D社	○	○	全工程 ○
E社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○ (但し、下塗終了時、少しにじみあり)	全工程 ○
便覧仕様 3 A社	○	○	全工程 ○

○:異状なし

→ 一部、塗り重ね時の溶解・にじみが見られるも、概ね良好

### 試験結果②

<提案仕様(-5℃)>

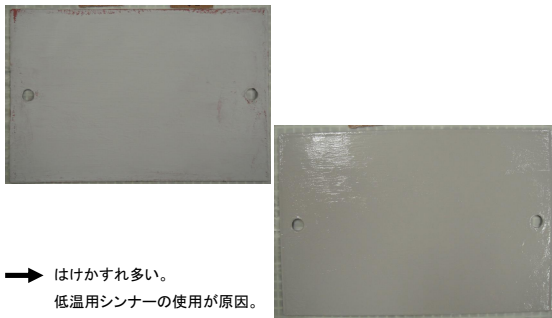
	はけ作業性	仕上がり外観	硬化性
提案仕様 1	○	○	全工程 ○
提案仕様 2	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○	全工程 ○
提案仕様 3	○	○	全工程 ○
提案仕様 4	○	○	全工程 ○
提案仕様 5	○	○	全工程 ○
提案仕様 6	○	○	全工程 ○
提案仕様 7	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	○	全工程 ○
提案仕様 8	○	○	全工程 ○
提案仕様 9	○	○	全工程 ○
提案仕様 10	○	○	全工程 ○

○:異状なし

→ 便覧仕様と同じく、概ね良好

### 試験結果③

<23℃試験板>



→ はけかすれ多い。  
低温用シンナーの使用が原因。

### 低温実験室での施工試験のまとめ

一部、作業性・仕上がり外観に異状は見られたが、  
0℃以下での施工は可能。



屋外低温環境での施工試験を実施することに

## Ⅱ: 屋外低温環境での施工試験

<試験方法>

被塗物: 旧千代田大橋切り出し部材

塗装場所: (独)土木研究所寒地土木研究所

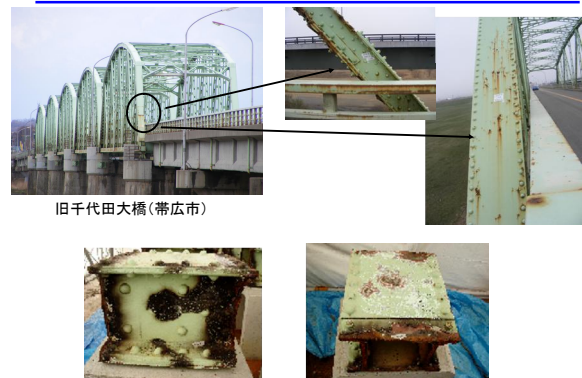
美々コンクリート・凍害実験場(北海道千歳市)

塗装方法: はけ塗装

塗装・乾燥温度: -12℃~6℃

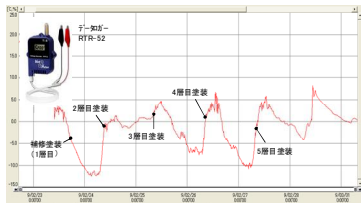
評価項目: 低温実験室試験と同じ

### 被塗物



旧千代田大橋(帯広市)

## 施工環境



## 素地調整

	1種(プラスト処理)	2種・3種(電動工具・手工具処理)
作業状況		
作業終了後の状態		

## 塗装状況



## 試験結果①

### <便覧仕様>

	はけ作業性	仕上がり外観	硬化性
便覧仕様1 A社	○	○ (但し、下塗終了時、すけあり)	全工程 ○
B社	○	○	全工程 ○
C社	○	概ね○ (但し、中塗終了時にすけ、 上塗終了時にはじきあり)	全工程 ○
D社	○	○	全工程 ○
E社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	(但し、下塗終了時、少しにじみあり)	全工程 ○
便覧仕様2 A社	○	○ (但し、下塗終了時、すけあり)	全工程 ○
B社	○	○	全工程 ○
D社	○	概ね○ (但し、下塗塗装時のリベット部周辺の 厚膜部の発泡跡残る)	全工程 ○
E社	概ね○ (但し、下塗の塗り重ね時、下層を溶解している感有)	(但し、下塗終了時、少しにじみあり)	全工程 ○
便覧仕様3 A社	○	○ (但し、下塗終了時、すけあり)	全工程 ○

○:異状なし

➡ 概ね良好。但し、一部、塗り重ね時の溶解、すけ・はじき・にじみ・発泡跡あり。

## 試験結果②

### <提案仕様>

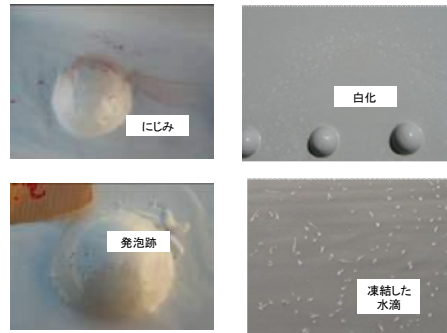
	はけ作業性	仕上がり外観	硬化性
提案仕様1	○	○	全工程 ○
提案仕様2	○	○ (但し、上塗終了直後の水滴接触による 白化あり)	全工程 ○
提案仕様3	○	○	全工程 ○
提案仕様4	○	○	全工程 ○
提案仕様5	○	○	全工程 ○
提案仕様6	○	○	全工程 ○
提案仕様7	○	○	全工程 ○
提案仕様8	○	概ね○ (中塗終了時にすけ、 上塗終了時にはじきあり)	全工程 ○
提案仕様9	○	○	全工程 ○
提案仕様10	○	○	全工程 ○

○:異状なし

➡ 概ね良好。但し、一部、はじき・白化あり。

## 試験結果③

### <仕上がり外観写真>



## 屋外低温環境での施工試験のまとめ

一部、作業性・仕上がりが外観に異状は見られたが、  
屋外低温環境でも施工可能と考える。

## Ⅲ：初期塗膜調査

試験板と切り出し部材を美々実験場に暴露(2009.5～)。  
暴露開始時に塗膜調査を実施。

<調査項目>

色差・光沢測定  
アドヒージョン付着試験



## 色差測定①

	23℃試験板			-5℃試験板			切り出し部材		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
便覧仕様1 A社	69.1	-0.22	0.52	68.8	-0.20	0.50	68.3	-0.20	0.83
B社	71.4	-0.38	0.49	71.3	-0.33	0.40	70.2	-0.28	1.03
C社	64.2	-0.81	-3.34	63.5	-0.77	-3.23	62.5	-0.84	-2.50
D社	69.6	-0.28	0.22	69.5	-0.28	0.11	68.6	-0.25	0.61
E社	69.7	-0.36	-0.04	70.3	-0.32	-0.07	70.2	-0.24	1.12
便覧仕様2 A社	70.9	-0.04	0.37	70.8	0.01	0.36	70	-0.11	0.88
B社	69.9	-0.18	0.59	69.9	-0.13	0.53	69.3	-0.10	0.82
D社	69.5	-0.28	0.07	69.5	-0.28	0.04	68.3	-0.25	0.51
E社	74.9	-0.40	-0.36	75.0	-0.40	-0.39	76.8	-0.33	-0.08
便覧仕様3 A社	68.9	-0.21	0.51	68.7	-0.17	0.47	68.6	-0.13	0.73

→ 常温(23℃)試験板と、-5℃試験板・切り出し部材に大きな色差なし。  
低温施工による影響はほとんどない。

## 色差測定②

	23℃試験板			-5℃試験板			切り出し部材		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
提案仕様1	69.7	-0.14	0.00	69.8	-0.15	-0.04	69.2	-0.14	0.40
提案仕様2	71.2	-0.03	0.32	70.8	0.01	0.39	65.7	-0.25	1.09
提案仕様3	69.6	-0.17	-0.21	69.2	-0.12	-0.14	70.0	-0.32	0.21
提案仕様4	70.4	-0.23	-0.74	70.2	-0.25	-0.92	69.4	-0.18	-0.48
提案仕様5	69.6	-0.43	-0.39	69.2	-0.43	-0.39	68.1	-0.40	-0.04
提案仕様6	69.6	-0.46	-0.41	69.3	-0.42	-0.37	66.8	-0.54	0.16
提案仕様7	70.9	-0.03	0.35	70.8	0.06	0.33	69.2	-0.06	1.11
提案仕様8	69.8	0.21	0.77	69.7	0.23	0.74	68.4	0.22	1.38
提案仕様9	70.5	-0.30	0.07	70.3	-0.31	-0.04	69.4	-0.28	0.60
提案仕様10	70.1	-0.19	-0.10	70.3	-0.22	-0.10	69.3	-0.24	0.46

→ 便覧仕様と同じく、低温施工による影響はほとんどない。

## 光沢測定

	23℃試験板	-5℃試験板	切り出し部材
便覧仕様1 A社	62.6	74.9	84.0
B社	75.7	79.4	80.8
C社	63.6	80.6	80.9
D社	60.3	68.8	83.0
E社	58.0	79.6	79.2
便覧仕様2 A社	54.2	71.4	79.2
B社	76.2	83.3	80.9
D社	79.7	81.6	78.7
E社	63.3	68.6	81.2
便覧仕様3 A社	76.6	82.1	80.9
提案仕様1	76.4	76.8	74.3
提案仕様2	60.3	69.6	74.4
提案仕様3	64.3	66.9	72.7
提案仕様4	64.5	65.7	67.0
提案仕様5	65.8	74.9	81.3
提案仕様6	64.4	76.5	77.1
提案仕様7	59.5	67.1	71.1
提案仕様8	62.9	70.1	64.8
提案仕様9	68.2	75.6	66.8
提案仕様10	64.9	83.9	80.5

→ 色差測定と同じく、低温施工による影響はみられない。

## 付着試験結果

	23℃試験板			-5℃試験板			切り出し部材		
	付着力 (MPa)	破断箇所	試験後写真	付着力 (MPa)	破断箇所	試験後写真	付着力 (MPa)	破断箇所	試験後写真
便覧仕様1 E社	3.5	下塗 10% 接着剤 90%		3.0	下塗 30% 中塗 80% 接 10%		1.5	旧塗膜 100%	
便覧仕様2 A社	2.0	接着剤 100%		3.0	接着剤 100%		0.6	旧塗膜 100%	
提案仕様10	2.0	接着剤 100%		5.5	接着剤 100%		1.5	旧塗膜 100%	
提案仕様4	4.5	接着剤 100%		3.0	接着剤 100%		3.0	接着剤 100%	

→ 試験板は、23℃・-5℃いずれも2MPa以上。低温施工による影響は見られない。  
切り出し部材は、旧塗膜からの破断が多い。

## まとめ

---

各種寒冷地用塗料は、作業性・外観・塗装直後の塗膜状態は良好。  
低温での施工は可能と考える。

## 今後の予定

---

- ・試験板、切り出し部材の定期調査による塗膜性能の検証
- ・実構造物での施工の実施

## 謝辞

---

本研究の実施にあたり、ご協力をいただきました  
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所および  
関係者各位に謝意を表します。