

塗布形素地調整軽減剤を適用した 湿気硬化形 ポリウレタン樹脂塗料システム

大日本塗料株式会社
構造物塗料事業部
山本 基弘

1

内容

- 塗装システムのコンセプト
- 塗装システムの概要
- 塗布形素地調整軽減剤の機能の検証
- 湿気硬化形ポリウレタン塗料の性能
- 施工事例写真
- まとめ

2

塗装システムのコンセプト

- 塗替塗装時の物理的素地調整作業の軽減
物理的な素地調整においては、ケレン作業が困難な部位や凹凸の激しい形状では、錆が残存し易くなる。このような残存錆を無害化させる。
- 塗替塗装時の施工環境適性幅を広げる
塗替塗装では、様々な環境での施工となり、低温時や高湿度時では、制約がある。このような状況において、より幅広い条件下で適用できるシステムにする。
- 塗装工程の削減
中塗・上塗兼用の厚膜形上塗塗料を適用する。

3

塗装システムの概要

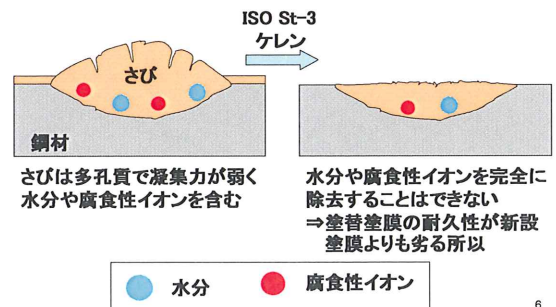
<ケレン作業が困難な部位>

工程	材料	塗装方法	標準膜厚 (μm)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	動力工具・手工具にて浮きさび、塵埃、付着物を除去する。			4hr以内
素地調整剤	塗布形素地調整軽減剤(9Eシヤット)	刷毛 ローラー	—	3hr~ 3日
下塗 1層目	湿気硬化形ポリウレタン樹脂下塗塗料(Vゾラン下塗)	刷毛 ローラー	50	4hr~ 1ヶ月
下塗 2層目	湿気硬化形ポリウレタン樹脂下塗塗料(Vゾラン下塗)	刷毛 ローラー	50	4hr~ 1ヶ月
上塗	弱溶剤厚膜ポリウレタン樹脂塗料(VトップHBスマイル) 又は 弱溶剤厚膜ふっ素樹脂塗料(VフロHBカーンスマイル)	刷毛 ローラー	55	— 4

塗布形素地調整軽減剤の 機能の検証

5

さびの特性



6

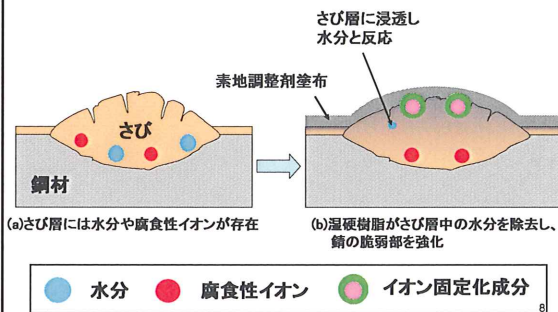
素地調整剤の概要

- さびの特性を考慮し、本検討で開発した技術

必要な機能	開発した技術
① 錆層への浸透・強化性	低粘度・低分子樹脂および錆湿潤剤の適用
② 錆層中の水分の除去	湿気硬化形樹脂の適用
③ 腐食性イオンの無害化	イオン交換形腐食性イオン固定化剤の適用
④ 鋼材表面の不動態化	高性能・無公害防錆剤の適用

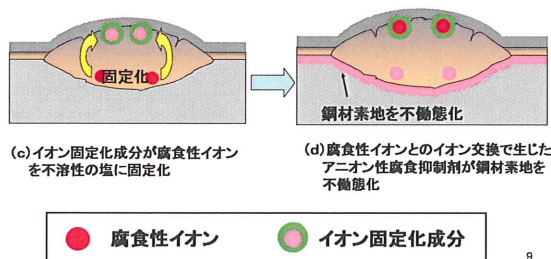
7

防錆メカニズム(1)



8

防錆メカニズム(2)



9

検証1:素地調整剤配合樹脂の適性検証

- 錆鋼板の作製
 - サンドブラスト鋼板を大日本塗料(株)那須暴露場に104日間暴露し錆鋼板を作製
- 前処理
 - 錆鋼板表面の付着物および指で擦り落ちる程度の脆弱錆をスコッチブライト処理にて除去
- 樹脂の塗布
 - 後述する4種類の樹脂を塗布量70g/m²で塗布し20°C、65%RHの室内で7日養生

10

樹脂適性検証の要因と水準

樹脂系	粘度 (mPa・s / 20°C)		
	10	30	50
MCU※	○	○	○
変性エポキシ	○		
シリコンエポキシ	○		
エチルシリケート	○		

※MCU: 湿気硬化形ポリウレタン樹脂

11

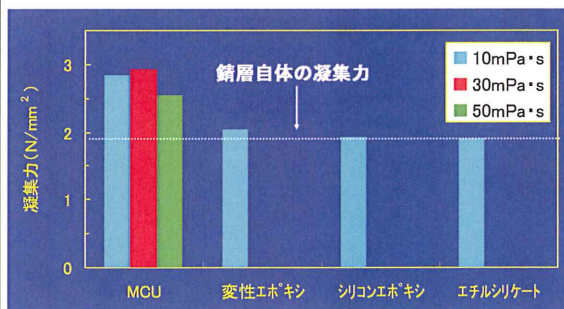
樹脂適性検証の評価方法

- アドヒージョンテスターにて付着強度を測定し、樹脂の含浸による錆層の凝集力向上の効果を調査

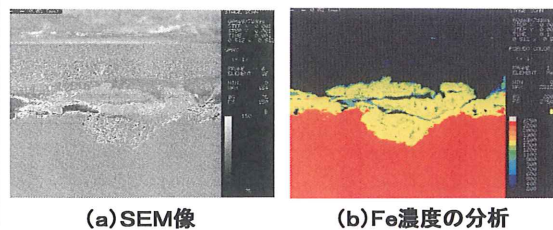


12

樹脂適性検証の結果



塗装鋼板断面のEPMA分析(1)

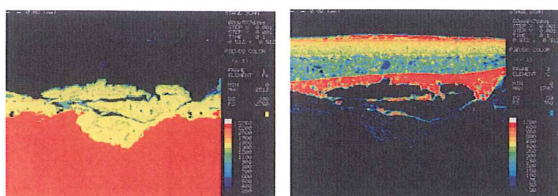


(a)SEM像

(b)Fe濃度の分析

14

塗装鋼板断面のEPMA分析(2)



(b)Fe濃度の分析

(c)C濃度の分析

15

検証2:素地調整剤の防食性に関する検証概要

- 下記鋼板に変性エポキシ樹脂塗料/ポリウレタン樹脂塗料を塗装した試験片の防食性を比較検討することで素地調整剤の実用性を調べた。

- ①さび鋼板に素地調整剤を清掃ケレン程度の前処理で塗布したもの
- ②さび鋼板をISO St-3程度までケレンしたもの

16

SB鋼板を6ヶ月間暴露し、錆鋼板を作製
一部の錆鋼板を酸洗いし、錆重量を測定
一部の試験片にCl ⁻ およびSO ₄ ²⁻ 塗布
①無塗布
②錆重量に対し、Cl ⁻ :0.2wt%、SO ₄ ²⁻ :4wt%
イオン交換水を霧吹き後、50°C、95%RHの条件下に7日間静置し、イオン類を拡散浸透
後述の仕様で塗装後、実験室内で7日間養生
試験片端部に鋼板素地まで達する切欠き導入

防食性実験の試験片作製フロー

17

防食性実験の塗装仕様

工程	検討仕様	比較仕様
素地調整	清掃ケレン(スコッチブライト)	ISO St-3
素地調整剤※	塗布(0.07kg/m ²)	—
下塗り	変性エポキシ樹脂塗料(50μm)	
上塗り	ポリウレタン樹脂塗料(30μm)	

※腐食性イオン固定化剤配合の有無が防食性に及ぼす影響も調査

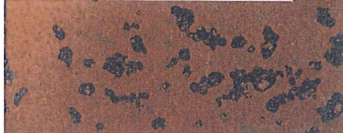
18

鋼板の表面状態

パワーツールケレン後 (Cl⁻、SO₄²⁻-塗布)



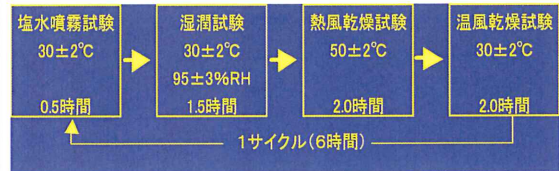
清掃ケレン後 (Cl⁻、SO₄²⁻-塗布)



19

防食性試験の方法

- 耐複合腐食サイクル試験(以下、CCTと称す)を800サイクル実施



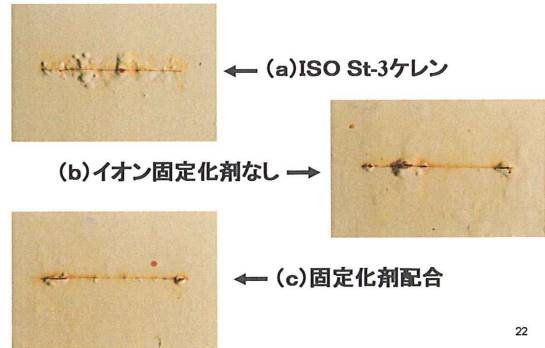
20

外観観察結果

腐食性イオン	観察場所	検討仕様		比較仕様 (ISO St-3)
		固定化剤なし	固定化剤配合	
無塗布	一般部	何れも変化なし		
	切欠き部	何れも腐食は認められるものの、ふくれはなし		
塗布	一般部	ふくれ約20%	変化なし	ふくれ約30%
	切欠き部	ふくれ幅10mm	ふくれ幅<1mm	ふくれ幅2mm

21

外観写真(腐食性イオン塗布)

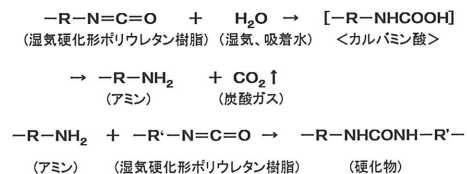


22

湿気硬化形 ポリウレタン樹脂塗料の性能

23

湿気硬化形ポリウレタン樹脂の 硬化反応機構



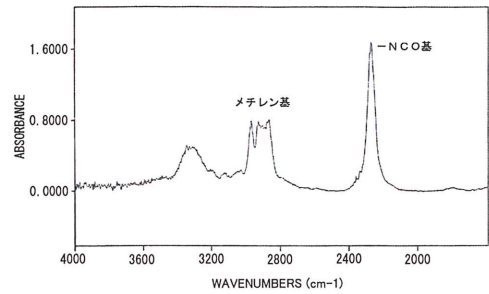
24

湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料の 硬化反応性の検証1

各種環境で硬化した塗膜のイソシアネート反応率の測定

- 環境: 2°C × 60%RH, 5°C × 40%RH, 5°C × 85%RH
20°C × 50%RH, 20°C × 70%RH
- 塗膜表面/裏面のIR → イソシアネート反応率

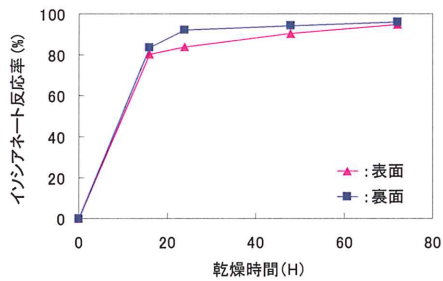
25



塗装直後のFT-IR測定結果

26

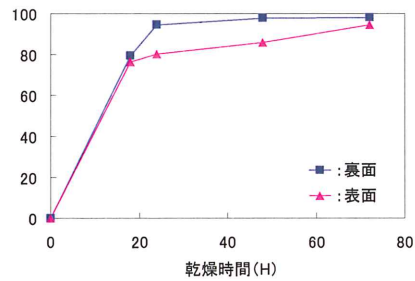
測定結果1



20°C/50%RHで乾燥させた時のイソシアネート反応率
(膜厚 100 μm)

27

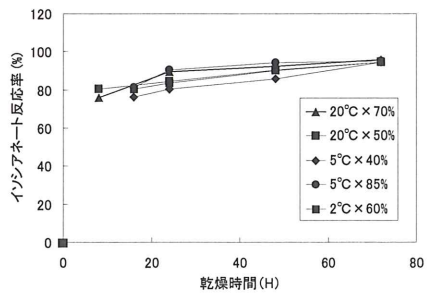
測定結果2



5°C/40%RHで乾燥させた時のイソシアネート反応率
(膜厚 100 μm)

28

測定結果3



各種環境下における湿硬ウレタン表面の硬化度
(膜厚 100 μm)

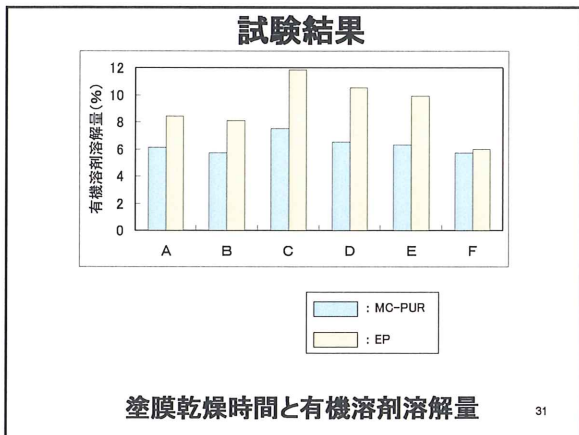
29

湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料の 硬化反応性の検証2

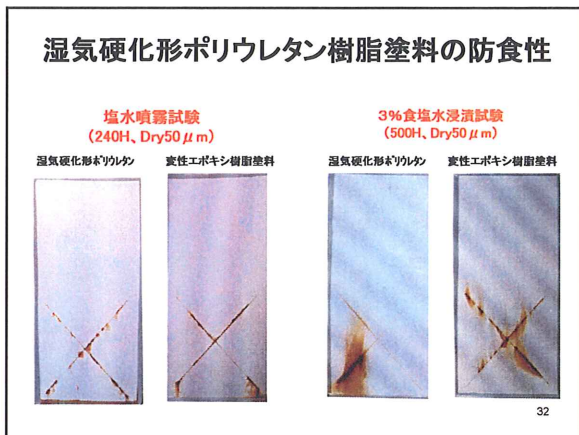
塗膜乾燥時間と有機溶剤溶解量

- 環境: 5°C/50%RHで3日、7日、10日
20°C/50%RHで3日、7日、10日
20°C/50%RHで30日(基準)
- 試験: キシレンに48時間浸漬した後の
塗膜重量減少(%)

30



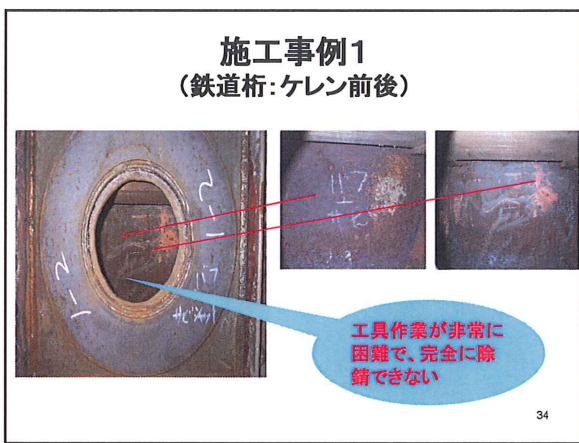
31



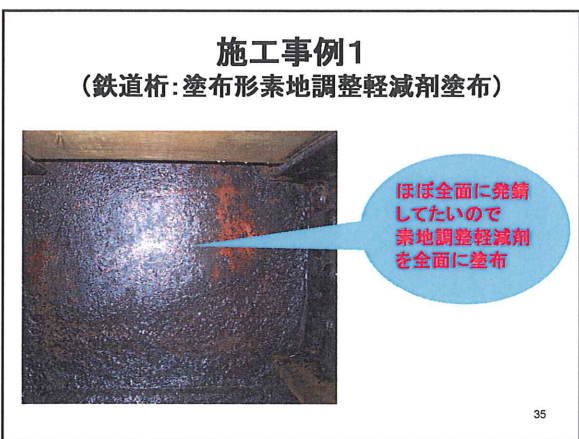
32

施工事例写真

33



34



35



36

施工事例1
(鉄道桁:5年経過後調査)



5年経過後も汚れは
あるものの発錆なし

37

施工事例2
(観覧車)



素地調整
軽減剤
塗布

ケレン作業

湿気硬化形
ポリウレタン
塗料塗装

上塗塗装

38

施工事例3
(機械式駐車場パレット)



鉄鋼板のためケレンし
ても錆が残存

まとめ

- 塗布形素地調整軽減剤は、ケレン作業の困難部位等における残存さびの無害化の効果が認められる。
- 湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料は、低温環境においても、硬化反応が速く、工期短縮化に有効である。
- 実施工において、有効性が確認されている。

40