

鑄鉄製厨房用品における有機塗料の代替塗装法開発*、**

長嶋 宏之***、中村義隆****、箱崎利一*****

鑄鉄製厨房用品において、従来から使用されている有機塗料からより安全な無機塗料への転換を目標とし、塗装法の検討を行った。その結果、完全無機型塗料では防錆力があがらなかった。一方、シンナーを使うハイブリッド型の無機塗料は従来塗装法で特に問題なく塗装できることがわかった。

キーワード：南部鉄器、無機塗料、厨房用品

Painting of Inorganic Paints for Iron Casting Kitchenware

NAGASHIMA Hiroyuki, NAKAMURA Yoshitaka, and HAKOZAKI Toshikazu

The painting method of iron casting kitchenware was examined that aims to the change to safer inorganic paints from organic paints. As a result, inorganic paints of organic free rust went on the surface. On the other hand, hybrid inorganic paints (in thinner) were able to be painted without trouble.

key word: Nanbu ironware, inorganic paints, kitchenware

1 緒言

岩手県の工芸品を代表する南部鉄器は400年あまりの歴史があり、その重厚な魅力から現在も根強い人気を持つ県の重要な特産品である。この南部鉄器の素材は文字通り鑄鉄であるが、素地のままでは錆が発生するため通常は表面に防錆力を付加する塗装を施している。この塗装には、茶釜や鉄瓶などの伝統的工芸品には天然塗料の漆が、厨房用品や卓上小物などの生活用具にはウレタン塗料やシリコン塗料などの有機塗料が使用されている。

ところが近年において有機塗料は、化学物質・有機化合物への消費者不安、揮発性有機化合物（VOC）による環境影響、REACH 規則に代表される世界的な化学物質規制、有機溶媒の毒性からくる作業者の健康被害など、懸念される点が多い。

そこで、本研究では代替の塗料としてコンクリートの中性化予防で注目された無機塗料に着目した。無機塗料とは土木・建材用途に開発され、主剤・溶媒に有機物を含まず、硬化後はガラス質（Si-O）の塗膜になり、耐熱性・耐候性の高い塗料である。

本研究は有機塗料からこの無機塗料への転換を目指し、現場の負担をかけずにより安全な塗料・塗装法の検討を目標に行った。

2 方法

2-1 塗料

今回の試験では鑄造品（非鉄）への塗装実績のある無機塗料として、有機化合物を一切使用しない完全無機型塗料と有機溶媒を希釈剤とするハイブリッド型無機塗料の2種類を用意した（表1）。

表1 使用した無機塗料

	完全無機型	ハイブリッド型
主成分	水性金属塩系コーティング剤、無機顔料	無機質ワニス（Si-O）、無機顔料
形体	2液混合型	1液型
耐熱性	500°C	600°C
標準膜厚	20~40µm	20~30µm
希釈剤	水	シンナー
硬化条件	200°C×30分	180°C×20分

2-2 試料の作成

試料は工芸鑄物の実製品を想定し、板状試料（縦150mm×横70mm、厚さ4mm）と製品形状試料（幅268mm×奥200mm×高さ58mm）の2種類を準備した（図1）。それぞれの試料は、材質がネズミ鑄鉄、表面仕上げを鑄肌仕上げ、表面処理に機械式ショット・ブラスト処理を行っている。



図1 板状試料（左）と製品形状試料（右）

塗装方法は製造工程を考慮し、スプレーガンによる吹付け塗装を設定した。使用機器は小型エアーコンプレッサ（アネスト岩田製TFP02B-10C、制御圧力：0.8~1.0MPa、空気タンク容量：20L）、エアラインフィルタ、低圧スプレーガン（アネスト岩田製LPH-101、塗料供給：重力式、吹付空気圧力：0.1MPa（エアバルブによる調整）口径：1.2mm、1.4mmを用意）の構成である

*平成20年度JSTシーズ発掘試験（発掘型）、**平成20年度共同研究事業
企画デザイン部、*株式会社岩鑄（現、壱鑄堂）、*****株式会社岩鑄

表2 試料の塗装条件

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
試料	板状	板状	板状	板状	板状	板状	板状	製品形状	製品形状
使用塗料	完全無機	完全無機	完全無機	完全無機	完全無機	完全無機	ハイブリッド	完全無機	ハイブリッド
前処理	脱脂のみ	脱脂のみ	脱脂のみ	サンドブラスト	脱脂のみ	サンドブラスト	サンドブラスト	サンドブラスト	サンドブラスト
ガン口径	1.2mm	1.2mm	1.2mm	1.2mm	1.4mm	1.4mm	1.2mm	1.2mm	1.2mm
吹き付け回数	3回×両面	4回×両面	5回×両面	5回×両面	5回×両面	5回×両面	4回×両面	5回×両面	4回×両面
乾燥時間	200°C×30分	200°C×30分	200°C×30分	200°C×30分	250°C×30分	250°C×30分	180°C×20分	250°C×30分	180°C×20分
平均膜厚	測定不能	20µm	20µm	20µm	50µm	50µm	50µm	30µm	30µm

板状試料への塗装は表2に示す7条件について行い、1条件10～20枚の試料を製作している。各条件については使用塗料、塗装前処理、スプレーガン口径、吹き付け回数、乾燥時間の各項目を設定し塗装を行った。

乾燥は自然対流式熱乾燥器（アドバンテック製DRD620DA）にて、表2に示す乾燥温で所定の時間放置した。

2-2 密着性試験

完全無機塗料とハイブリッド塗料の鋳鉄における密着性を調べるため、板状試料（条件2、7）についてJISK5600-5-6 準拠（1mm 間隔、25 マス）、および1mm 間隔 100 マスの基盤目試験を行った。

2-3 耐食性試験

塗装後、目視にて異常が見られなかった板状試料（条件2、3、4、6、7）に対し、塗膜の防錆力を調べるため24時間の塩水噴霧試験（JISZ2371 準拠）を行った。

2-4 不良塗膜の観察

耐食性試験において不良が見られた板状試料（条件4）について塗膜の状態を観察するため、膜厚計測と光学顕微鏡による塗膜断面の観察を行った。

膜厚計測は、耐食性試験で錆の発生した条件4の3試料について、1試料について9点の計測点を設定し、その計測点につき膜厚計（ケツト科学研究所製LZ-990）にて10回計測し平均値を比較した。

断面の観察は上記3試料のうち1試料を抜き出し、試料破片を作成、エポキシ樹脂に埋没後、観察表面を研磨、Leica製DMR/DC120にて、200倍、1000倍の倍率による目視観察を行った。

2-5 製品形状試料への塗装

製品形状試料については板状試料の結果から完全無機型、ハイブリッド型の塗料について、それぞれの条件（表2）につき2個の試料を製作した。

3 結果

3-1 板状試料への塗装

条件1（完全無機型）については、塗装直後、部分的にブルーグレイ色の変化（白化）が見られた（図2）。乾燥後も白化の状態は残り、白化した塗膜は簡単に剥離した。そこで吹き付け回数を増やしの一回の塗膜を薄くした条件2にて塗装したところ、乾燥後、目視での異常は見られなくなった。しかしながら後述する耐食性試験の

結果が芳しくないため、さらに塗装の前処理、並びに焼き付け温度を変更した条件3、4、5、6を設定し塗装した。こちらも目視にては異常は見られたかった。

条件7（ハイブリッド型）については、初回から特に異常なく塗装することができた。



図2 白化した塗膜

3-2 密着性試験

塗料2種（条件2、7）について板状試料による基盤目試験を行った。JISK5600-5-6 準拠法、1mm 間隔 100 マスの基盤目試験とも剥離は見られず、密着性が悪いものは見られなかった（表3）。

表3 密着性試験結果

		完全無機型		ハイブリッド型	
		剥離数	分類	剥離数	分類
JISK5600-5-6 準拠 (1mm 間隔, 25 マス)	1 回目	0/25	1	0/25	2
	2 回目	0/25	1	0/25	2
	3 回目	0/25	1	0/25	2
1mm 間隔, 100 マス		0/100		0/100	

3-3 耐食性試験

乾燥後、目視で異常のない板状試料5種についてJISZ2371 準拠の塩水噴霧試験を24時間行った。完全無機型塗料においては条件2の試料では4時間後に赤錆で覆われた（図3）。

さらに吹き付け回数を増やした条件3、4のサンプルでは、4時間後に一部金属光沢のような表面が現れ、24時間後には赤錆に覆われた。しかし異常の見られない試料も混在した（図4）。

乾燥温度を上げた条件6のサンプルに関しては4時間後では特に問題がなかったが、やはり24時間後に赤錆に覆われた（図5）。

一方、ハイブリッド型（条件7）においては4時間後、24時間後ともに赤錆は発生せず、目視による異常は現れなかった（図6）。

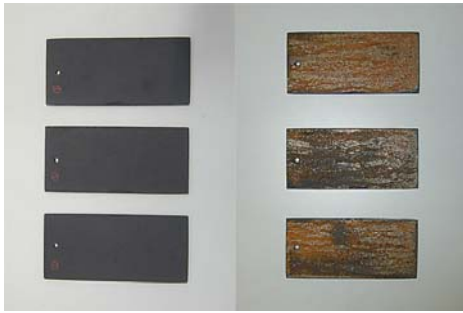


図3 条件2 耐食性試験結果
(左：試験前、右：4時間後)

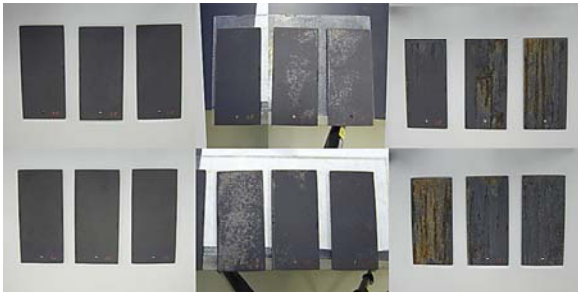


図4 条件3、4 耐食性試験結果
(上：条件3、下：条件4、左：試験前、中：4時間後、右：24時間後)



図5 条件6 耐食性試験の結果
(左：試験前、中：4時間後、右：24時間後)



図6 条件7 耐食性試験の結果
(左：試験前、中：4時間後、右：24時間後)

3-4 不良塗膜の観察

耐食性試験において錆の発生した条件4の3試料について膜厚を測定した。1試料について9点の計測点を設定し、その計測点につき10回計測し平均値を比較した。その結果、膜厚に大きなばらつきは見られず剥離や極端な膜厚の差はなかった(表4)。

さらに光学顕微鏡(ライカ製 DMR/DC120)による塗膜断面の観察を行った結果でも塗膜は剥離しておらず、錆は塗膜に発生した隙間からにじみ出ている。また金属

光沢のように見えていた部分は塗膜の上に何らかの物質が載っている状態と見受けられた(図9)。

表4 塗膜厚測定結果(一部)

		測定点								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
測定回数	1	40.2	16.1	40.1	24.5	35.5	39.3	14.0	33.1	24.6
	2	32.5	14.1	26.8	12.1	27.4	27.9	25.6	36.5	29.8
	3	35.1	18.0	28.1	23.3	21.5	39.1	11.1	19.7	19.8
	4	22.5	23.5	22.2	19.8	20.6	30.0	20.6	28.1	24.1
	5	15.8	19.9	25.5	33.1	20.2	24.9	16.7	39.3	21.7
	6	44.6	17.0	25.9	23.9	27.4	23.7	15.6	30.3	19.1
	7	34.0	18.9	26.6	19.4	26.2	30.3	24.7	39.0	17.7
	8	25.5	29.5	23.5	22.7	18.7	21.1	12.3	37.2	15.7
	9	24.0	13.7	22.5	28.9	22.2	19.4	19.1	25.8	17.1
	10	31.3	10.2	32.8	13.4	31.0	39.4	25.9	21.3	20.4
平均		30.6	18.1	27.4	22.1	25.1	29.5	18.6	31.0	21.0
全点平均		24.8								

単位：μm

計測位置

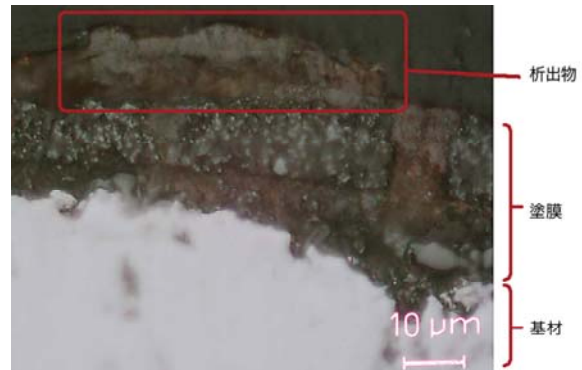


図9 塗膜断面の一例

3-5 製品形状試料への塗装

完全無機型塗料を塗布したものは、塗装中はだれることもなく塗膜を形成させることができた。ただし乾燥後、底部溝に白化した部分が見られた(図7)。

ハイブリッド型塗料を塗布したのも、塗装中はだれることもなく塗膜を形成することができ、さらに目視による異常も見られなかった(図8)。



図7 塗装済製品形状試料(完全無機型塗料)



図8 塗装済製品形状試料 (ハイブリッド型塗料)

4 考 察

4-1 完全無機型塗料

一度に塗料を多く付けた部分は白化する。これは塗料に含まれるリン酸分が鋳鉄と反応していると推測される。この白化を防ぐには、塗料を生地にできるだけ薄く塗布して十分自然乾燥させることを繰り返すことで、膜厚を厚くすることである。特に塗料が生地に直接接する最初の吹き付けでは注意が必要である。また厚く塗布した塗膜を十分に自然乾燥できないと、塗膜に含まれる水分が抜けずに焼付乾燥時に塗膜が破裂し剥離する。つまり乾燥器に入れる前、一次乾燥のコントロールが非常に困難である。

乾燥後の密着性については特に問題なく、脱脂処理のみとサンドブラスト処理でも大きな差は見られなかった。

耐食性はあまり芳しくなく、塩水噴霧試験では塗膜剥離はないが、基材から塗膜を通して錆などが析出するようであった。

以上のことから、このタイプの完全無機型塗料については現状では鋳鉄への使用は難しいと言わざるを得ない。

4-2 ハイブリッド型塗料

現在、工芸鋳物に一般的に使われている有機系塗料(シリコン形塗料)と比べても、特別な設備、前処理を必要としないため現場への転換は容易である。

また、乾燥温度が $180^{\circ}\text{C}\times 20$ 分と比較的低温・短時間なため、エネルギー使用量、およびコスト削減につながる可能性がある。すなわち、鋳鉄製厨房用品への応用の可能性は非常に高い。

ただし、有機塗料に比べ使用する有機溶媒は少ないと

はいえ有機化合物を使用することによって変わりなく、製品中に有機物を含む可能性がある。また製造工程による環境負荷や作業者の健康被害に対する対策という点でも完全ではない。

5 結 語

今回行った実験では、完全無機型塗料は防錆力が低いという結論を得た。ただし今回使用した塗料も鉄鋼板、その他の合金鋳物などでは防錆力を保っており、特に鋳鉄との相性が悪いように思える。ゆえに基材の成分や表面状態、無機質塗料の性質・成分などの項目について検討する必要があると考えられる。

一方、ハイブリッド型塗料は作業性、成果品とも問題なく製品応用が可能である。しかし有機溶媒を使用している点では目標を達成していない。また、厨房用品に求められる項目(耐酸、耐アルカリ、非粘着性、耐摩耗性)などについてもさらに追加評価を要する。

商品への応用を考えれば、当面はハイブリッド型を使用することで有機溶媒の使用量を減らしながら、鋳鉄用の完全無機型塗料の検討を行うことになるだろう。

本実験により、酸化しやすく表面がポーラス状である鋳鉄に無機質塗料の安定した塗膜形成を行うことは、他の材質に比べ非常に難しいことが判明した。

いずれにしても、昨今、世論の化学物質への反応、および環境負荷への関心を見れば、無機塗料の需要が多くなる可能性は高い。鋳鉄との相性の良い無機塗料の選抜について検討を続ける必要がある。

謝 辞

本研究においてご協力いただいた、(株)日板研究所技術部長鈴木清治様、同開発部瀬名波進様、その他、関係各位に謹んで御礼申し上げます。

文 献

- 1) 米倉勇雄: 鉄製厨房用品へのカラー珪瑯施工技術, 岩手県工業技術センター研究報告 第10号, p67-70 (2003)
- 2) 米倉勇雄: カラー珪瑯皮膜の健全性に及ぼす基地鋳物の材質と表面処理の影響, 岩手県工業技術センター研究報告 第11号, p118-121 (2004)