

# 岩手県産漆の焼付塗装強度\*

小林 正信\*\*

岩手県産漆を塗装した金属製靴ペラの試作開発の過程で、最適な岩手県産漆の焼付塗装条件を検討した。強固な塗膜が形成される焼付温度を明らかにするため、200℃～400℃の温度範囲で焼付した漆塗膜の剥離試験を行った。その結果、250℃での剥離強度が 6.9N/mm<sup>2</sup>と最も高く、300℃以上の高温焼付では塗膜強度が低下する恐れがあることがわかった。また、湿度硬化させた塗膜も後熱処理することにより焼付塗装同等の剥離強度になることがわかった。

キーワード：漆、焼付塗装、剥離試験

## Strength of Lacquer in Iwate Prefecture by Baking Finish

KOBAYSHI Masanobu

On the process of metallic shoehorn development, the optimum painting condition of lacquer in Iwate Prefecture was examined. The adhesion tests were examined for make strong film of lacquer by baking finish. The conditions of baking temperature for tests were within the range of from 200 to 400 degrees. As a result, maximum adhesion strength was 6.9N/mm<sup>2</sup> at 250 degrees, and over 300 degrees reduced strength. The strength of film that hardened with humidity and post-heat treatment at 250 degrees was same as strength of baking finish.

**key words : Lacquer, Baking Finish, Adhesion Test**

### 1 緒 言

平成 18 年度研究開発支援事業(財いわた産業振興センター)の委託を受けて、「鉄と漆を融合した岩手オリジナル製品の開発」を実施した。事例として「靴ペラ」を試作開発した(図 1)。鍛造成形した試作品は、軽量化した把手や携帯用デザインを特徴としている。

靴ペラの素材には南部鉄瓶の鉾(つる)の材料にも使われている炭素鋼を使用した。炭素鋼の防錆に加えて、塗装強度や製品付加価値を向上できる高品質塗装が必要であったため、岩手県産漆を塗装することとした。

金属へ漆を塗装する場合は焼付塗装が一般的である。



図 1 試作した靴ペラ

焼付塗装は古くから甲冑具の塗装などに用いられており、熱の力で漆を硬化させる塗装方法で、漆を高湿雰囲気中で酸化重合させる漆器の塗装原理とは異なり、短時間で強固な塗膜を得られる。

漆の焼付塗装についての報告は少ない。木下ら<sup>1) 2)</sup>は焼付温度と硬化速度に伴う化学構造の変化を赤外線吸収スペクトル(IR)により検討し、焼付塗装の付着性や耐候性を評価した。生漆(浄法寺産)においては、付着強度が 270℃で最も大きく、全般的に焼付塗装のほうが湿度硬化に優ると報告している。しかし、現場と実験室での結果の差異も認められ、各塗装現場の実態に即した実験の必要性を指摘している。

本県を代表する伝統的工芸品の南部鉄器も漆の焼付塗装を行っている製品である。そこで、南部鉄器で行われている漆の焼付方法を試作品塗装の参考とした。しかし、焼付塗装方法は工房によって異なり、経験に基づいた技術体系であった。そこで、強い塗膜が得られる塗装方法を確立するため、様々な温度条件下で焼付塗装した漆塗膜の剥離強度を測定し、岩手産漆に適した塗装温度や塗装手順を明らかにした。

### 2 実験方法

#### 2-1 焼付塗装の技術調査

盛岡市内の伝統的焼型製法を行う南部鉄器製造業 A

\* (財いわた産業振興センター 平成 18 年度研究開発支援事業

\*\* 企画デザイン部

社に協力を依頼して作業内容を聞き取りした。また、焼付作業時の温度を放射温度計（アズワン社製 IT-314 熱電対兼用型）により測定した。

## 2-2 焼付漆塗膜の剥離試験

漆を焼付した試験片を作成し剥離試験を行った。焼付温度は技術調査をもとに 200℃、250℃、300℃、350℃、400℃の5段階に設定した。試験片の基材は、試作した靴べらに使用した機械構造用炭素鋼 S10C（幅 30 mm、長さ 90 mm、厚さ 3mm）を用いた。塗装には浄法寺町で採取された岩手県産漆（2005 年産）および中国産漆（2005 年産）の2種類の生漆を用いた（表1）。基材への塗装方法は、南部鉄器の焼付工程に倣った手順で行った（表2）。塗装時の加熱にはホットプレートを使用した（図2）。

漆を塗装した試験片は常温で24時間放置した後に、引張治具を2液性エポキシ樹脂接着剤で接着した。接着剤を温度 70℃、湿度 50%RH の雰囲気中で4時間硬化させた後、引張式塗膜付着力試験機（太平理化工業㈱社製 エルコメータモデル 106）で剥離強度を3回測定し、平均値を剥離強度とした（図3）。

表1 試験に用いた漆の組成

| 試料    | 成分（重量％） |      |      |      |
|-------|---------|------|------|------|
|       | ウルシオール  | 水分   | ゴム質  | 含窒素物 |
| 岩手県産漆 | 75.3    | 14.5 | 8.0  | 2.2  |
| 中国産漆  | 60.4    | 27.6 | 10.3 | 1.7  |

表2 塗装手順

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| 1  | 予熱したホットプレートで基材を5分間加熱する。※1                                   |
| 2  | タンポ状の綿ウェスで一定量の漆を塗布する。※2                                     |
| 3  | 2を繰り返して3回重ね塗りする。                                            |
| 4  | 発煙が止まったあと、さらに5分間加熱する。                                       |
| 5  | ホットプレートより下ろし自然冷却する。                                         |
| 米1 | 基材表面が設定温度になるように事前に調整した。                                     |
| ※2 | 南部鉄器の着色では、「クゴぼうき」という塗装具を用いる。実験に用いる塗装具は各種検討した結果、上記の方法が良好だった。 |
| ※3 | 発煙時間は塗装温度で異なり低温ほど長い。                                        |



図2 ホットプレートによる焼付塗装



図3 試験機（左）、治具（右上）、剥離試験（右下）

## 2-3 塗装断面のSEM観察

剥離試験に用いた試験片と同様の方法で作成した観察用試験片の塗装断面を、電界放射型電子顕微鏡（㈱エリオニクス社製 ERA-8800FE）で観察した（倍率 2000 倍及び 5000 倍）。

## 3 実験結果および考察

### 3-1 焼付塗装の技術調査

焼付工程は南部鉄器の製造現場では着色工程と呼ばれる。なぜならば、鋳造後には金属色を呈している鉄器が、この工程で黒色に塗装されるからである。今回は、酸化被膜を形成するための火返しと呼ばれる工程と、その後の漆塗装、さらにオハグロ塗装までを調査対象とした。オハグロとは鉄片を茶や酢に浸した液体のことで、表面の艶を調整するために漆塗装の上に塗られている。各作業の調査結果および作業時の実測温度を表3に示す。

焼付の頃合いは、温度で変化する鉄器の表面色で見極めていた。加熱器具は火返し工程ではガスコンロを、他の工程では七輪を使用していた。漆の塗装面は非常に光沢があるが、オハグロ塗装後は落ち着いた艶になった。また、漆塗装の温度が低すぎると隠ぺい力が低下し、高すぎると漆の付着が悪いことが経験的に知られていた。

表3 南部鉄器着色工程の調査結果

| 作業名           | 作業内容                                                               | 実測温度                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 火返し<br>（火色返し） | 酸化被膜を形成させる。温度に伴い金属表面色がグレー→赤色→青色→グレーに変色する。青色が消えれば漆塗装する。一度冷却する場合もある。 | ガス炎<br>400～500℃<br>鉄器<br>約 320℃ |
| 漆塗装           | 七輪の上に製品を置きクゴぼうきで漆を塗装する。塗装面は光沢がある。塗装する漆は工房独自で調整する。                  | 鉄器<br>230～260℃                  |
| オハグロ塗装        | 光沢を調整するため漆塗装と同様の方法で塗装する。                                           | 鉄器<br>約 140℃                    |
| 冷却            | 塗装済製品を自然冷却する。                                                      | 常温                              |

### 3-2 漆塗膜剥離試験

剥離試験結果を図4に示す。最大剥離強度は、岩手県産漆では焼付温度 250℃での 6.9 N/mm<sup>2</sup>であり、中国産漆では焼付温度 200℃での 6.7 N/mm<sup>2</sup>であった。この温度域での硬化時間は5～10分であった。どちらの漆も 300℃以上の焼付温度から剥離強度が低下した。岩手県産漆の場合では、焼付温度 300℃で 5.5 N/mm<sup>2</sup>（最大剥離強度の約 80%）、350℃で 3.8 N/mm<sup>2</sup>（最大剥離強度の約 55%）、400℃で 2 N/mm<sup>2</sup>（最大剥離強度の約 29%）であり、中国産漆も同様の傾向を示した。

以上の結果から、今回の実験方法で塗装を行う場合は焼付温度を 200～250℃に設定するのが適切であるといえる。300℃を超える高温焼付は塗膜強度の低下を引き起こす恐れがあるので注意を要する。

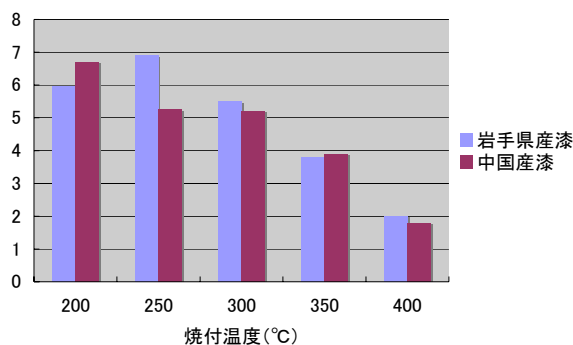
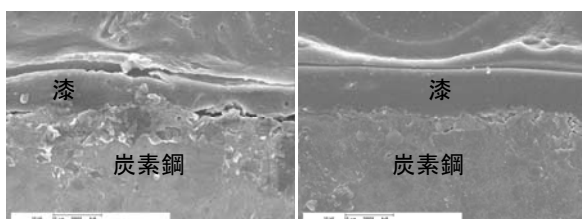


図4 剥離試験結果

### 3-3 焼付温度による塗装断面の変化

図5は岩手県産漆の 250℃および 400℃での焼付塗装断面の SEM 画像である。250℃の塗装断面で見られる漆の成分分散は 400℃では見られず、塗膜内部が均質で基材とも密着しているように見える。しかし、剥離試験結果と照合すると、400℃の塗装断面は熱による漆塗膜の分解が生じてきており、熱凝集により塗膜体積が減少したことで密な断面に見えるのではないかと推測する。



焼付温度 250℃ 焼付温度 400℃

図5 焼付塗装した岩手産漆塗膜断面

### 3-4 焼付方法による剥離強度の変化

2-2では熱した基材に漆を塗布したが、あらかじめ常温で漆を塗布してから熱処理するなどの塗装方法もある。このような塗装方法の違いによって塗膜強度が受ける影響を確認するため、以下の①～③の手順で作成した試験片についても剥離試験を行った。実験に用いた岩手県産漆と剥離試験方法は2-2と同じである。焼付塗装の設定

温度は 250℃とした。

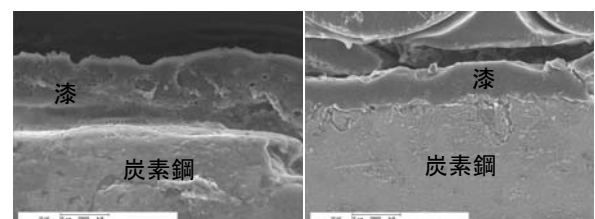
① 25℃、75%RHの雰囲気中で 24 時間硬化させる。

② ①を 20 分間熱処理する。

③ 常温で基材に漆塗布し、直ちに 20 分間熱処理する。

実験の結果、①は剥離強度 3.0 N/mm<sup>2</sup>であった。塗装後 1 週間程度で試験したため、塗膜がまだ軟らかいことを示す結果であると考えられる。②と③については剥離強度 6.7 N/mm<sup>2</sup>で図4の岩手産漆の 250℃焼付強度にほぼ近いものであった。以上の結果から、加熱処理では短時間で漆塗装が可能であり、湿度硬化した塗膜の重合を促進する効果も期待できるため、後熱処理も有効であると考えられる。

図6は①と②の塗装断面の SEM 画像である。熱処理前にははっきりと確認できる漆成分の分散が熱処理後には減少し、250℃の塗装断面(図5)と類似した断層状態に変化しているのが確認できた。



熱処理前 (①)

熱処理後 (②)

図6 熱処理前後の岩手産漆塗膜断面

## 4 結 言

今回得られた知見は以下のように要約できる。

- (1) 岩手県産漆を 250℃で焼付塗装したものが最も高い強度が得られた。
- (2) 塗装手順にかかわらず熱処理することで強度の向上が期待できる。

表3に示したように、南部鉄器の着色工程では 250℃前後で漆塗装が行われている。これは、実験結果から考えられる最適な焼付温度にほぼ一致していた。製造現場の着色工程は経験的判断で行われる場合も多いが、それら伝統的技法が科学的にも理にかなっているものであることを裏付ける結果となった。

今回は南部鉄器の焼付技法から温度条件を設定したことで、漆の熱硬化が可能なすべての温度域の試験は行っていない。時間効率は劣るが 200℃以下の温度でも漆の焼付が可能であるため、より低温域の評価は今後の課題としたい。

## 5 文 献

- 1) 木下 稔夫、上野 博志、中里 壽克、宮田 聖子：保存科学、37、34 (1998)
- 2) 木下 稔夫、上野 博志、加藤 寛、宮田 聖子：保存科学、38、82 (1999)