

陶磁器への焼付漆についての基礎的検討（その3） スリによる焼付漆及び焼付前の硬化についての検討

高分子系チーム 比嘉 明子, 橘 洋一, 安藤 信幸

要 旨

第1～2報において陶磁器への焼付漆の条件検討を行った。これまでの実験では漆の塗布を「刷毛塗」で行ったのに対し、今回は、漆を塗った後に拭き取る「スリ」の方法で行った場合について検討した。磁器の焼締、陶器の焼締のテストピースを用い、「刷毛塗」による実験と同様の手順で、「スリ」による焼付漆の条件検討を行った結果、磁器の焼締で付着性が良好な結果は、①180℃/30分、②150℃/120分、陶器の焼締で良好な結果は、①150℃/60分、②150℃/120分で得られることが分かった。また、これまでの実験では、漆を塗布した直後に焼付する手順であったが、これに対し、塗布した漆を焼付する前に、標準条件（20℃/70%RH）下で一定時間おいた場合、両者の付着強さに差が生じるかどうかについて検討した。漆を塗布し標準条件で硬化させた後に恒温恒湿室(23℃/50%RH)で72時間保管したテストピースを、塗布直後の焼付で良好な付着強さが得られる条件で焼付した。「刷毛塗」の場合、漆を塗布後に時間をおいた場合と塗布直後とでは焼付の付着強さは同様に良好である。しかし「スリ」の場合は、塗布後に時間をおいた後の焼付は不良となる。

さらに、標準条件下で焼付を実施するまでの時間による差が生じるかどうかについて検討した。焼付を実施するまでの時間を(1)塗布直後、(2)塗布後8時間経過後、(3)72時間経過後、(4)240時間経過後の4条件を設定して実験を行った。焼付条件は180℃/30分とした。「刷毛塗」の場合は、陶器と磁器のいずれも焼付を実施するまでに時間をおいた場合の付着強さは良好であり塗布直後と大差はなかった。また焼付を実施するまでの時間による差は大きくは見られなかった。一方、「スリ」の場合は、陶器と磁器のいずれも塗布直後は良好であったのに対して、焼付を実施するまでに時間をおいたものは著しく不良であり、その時間による差は見られなかった。「スリ」で焼付する場合、標準条件下で時間をおいてから焼付を実施する場合の温度と時間の条件については更なる検討が必要である。

1. はじめに

第1報¹⁾、第2報²⁾で陶磁器への焼付漆を行う際の温度と時間の条件について実験を行い、一定の目安となる条件を見出した。実験では漆の塗布を「刷毛塗」で行い、かつ塗布した直後に焼付を行った。しかし、実際の漆器製造上の効率を考慮すると、「刷毛塗」より「スリ」のほうがコストが低く手間がかからない上、焼付時に漆が垂れるなどの問題が少ない。

以上を考慮して、今回の実験では、焼付する漆の塗布の方法について「スリ」で行う工程の検討と、「刷毛塗」と「スリ」の両方について、20℃/70%RHを標準条件とした環境下で焼付前に一定時間おいて硬化させる工程の検討を行った。

2. 実験方法

2.1 実験の基本的な手順

本実験は、図1のように陶磁器の表面に直接生漆を

焼付け、これを下地として黒呂色漆を上塗りして仕上げとする工程を想定している。実験の手順の詳細は第一報に示したので、ここでは基本的な手順の概略を示す。

①テストピース作成(図1)

磁器と陶器の板(寸法:約横4cm×縦13~14cm×厚0.5cm)を作成する。

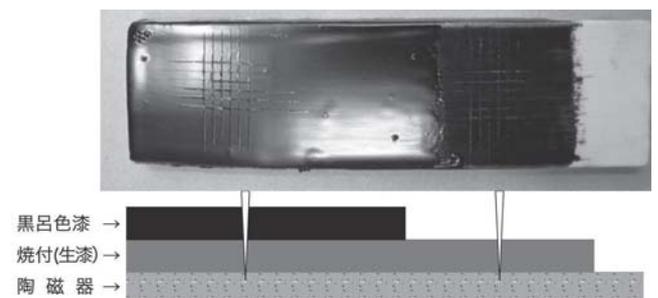


図1 テストピースの基本的な構成

②焼付

生漆を均一に刷毛塗り、及びスリ（漆を塗った後に拭き取る技法）を行った後、温度（100℃、120℃、150℃、180℃）と時間（30分、60分、120分、240分、480分）の条件の組合せで焼付を実施した。

③黒呂色漆の塗布

②で焼付した生漆の表面に黒呂色漆を均一に上塗りし、標準条件（20℃/70% RH）にて乾燥させる。乾燥後は20℃/50%RHの環境下で7日間放置する。

④付着強さのテスト

③までの工程を終えたテストピースに対して、生漆（「焼付漆膜と素地間」）と黒呂色漆（「黒呂色漆塗膜と焼付塗膜の塗装系と素地間」）の2箇所の付着強さをJIS K5600-5-6クロスカット法（付着強さの強いほうから0～5で評価）により検討する（図1）。テストピースは各条件に対し原則3点作成し、結果は3点の結果の比較と平均で行った。

④評価

この実験では、漆塗りの作業性や効率などを考慮して、「付着強さが良好」「焼付時間が短い」「温度が低い」の3点を重視し、「黒呂色漆の結果>生漆焼付の結果>時間が短い>温度が低い」の順で評価した。

さらに、黒呂色漆と生漆焼付の両方の付着強さの結果の平均を取り、「平均値<A>」として数値化することによって、付着強さの良好な結果を得られる条件の範囲の特定を試みた。

⑤使用した漆

京都市内メーカーが調製した標準的な生漆と黒呂色漆（いずれも中国産）を使用した。乾燥時間は生漆が6時間30分、黒呂色漆が15時間である。

⑥漆の塗布量と膜厚

テストピースに塗布する漆はその都度計量し、面積に対する塗布量が同量になるようにした。ここから算出した計算上の膜厚³⁾は、以下の方法により求めた。

ある一定の乾燥膜厚(T μ m)を得るための理論塗付量(Xg/m²)は次の式から求められる。

$$T = \frac{X}{dp} - \frac{X(1-NV)}{ds}$$

X : T μ mを得るための理論塗付量(g/m²)

T : その理論塗付量を求めたい乾燥膜厚(μ m)

dp: 塗料の比重

ds: 塗料中の揮発分の比重

NV: 塗料の不揮発分(重量%)

今回は、dp=1、ds=1、NV=0.75とし、それぞれの漆の理論塗布量Xを算出し、代入した。

上記により、「刷毛塗り」による生漆の膜厚53.25nm、「スリ」による生漆の膜厚は11.9～19.85nm、刷毛塗りした黒呂色漆の膜厚は55.66nmとなった。

3. 「スリ」で漆を塗布する工程の検討

3.1 実験手順

陶器と磁器の表面に「スリ」で漆を塗布し、2.1の手順でテストピースを作成した後、黒呂色漆と生漆の塗布に対するクロスカット法を実施した。

3.2 結果（表1～表3）

黒呂色漆の塗布で、クロスカット法の結果が0～1の範囲となるのが、磁器では表1左の太枠で示したように、180℃/30分、150℃/60分と120分、120℃/240分と480分であった。陶器では表1右の太枠で示したように、180℃/30分、150℃/60分と120分、120℃/120分と480分、100℃/480分であった。この結果を、良好な付着強度が得られる温度と時間の条件の範囲とし、再び同様の手順で再実験を行った（表2）。ここから平均値<A>を得た（表3）。

磁器で付着性が良好な結果は、①180℃/30分、②150℃/120分であった。平均値<A>が0～1の範囲は、180℃/30分、150℃/60分と120分、120℃/240分と480分となった。

陶器で付着性が良好な結果は、①150℃/60分、②150℃/120分であった。平均値<A>が0～1の範囲は、180℃/30分、150℃/60分と120分、120℃/240分と480分であった。

3.2.2 「刷毛塗り」の結果と比較（表4）

前報で得た「刷毛塗り」の結果と比較した。

磁器でみると「刷毛塗り」と「スリ」とでは、180℃/30分と150℃/60分の同じ条件で最も付着性の良好な結果が得られる。陶器でみると、付着性の良好な条件は、「刷毛塗り」の場合で180℃/30分、150℃/120分であったのに対し、「スリ」の場合では150℃/60分、150℃/120分となった。若干低い温度で少し長めに焼付けるほうが良好な結果が得られた。

表1 「スリ」で焼付を行ったテストピースに対するクロスカット法の結果(太枠部分が良好な範囲)

磁器:生漆のスリの焼付

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	0	0
	黒呂色漆上塗			4	1
60分	生漆の焼付1回	×	0	0	0
	黒呂色漆上塗	5	5	0	4
120分	生漆の焼付1回	×	0	0	/
	黒呂色漆上塗	5	4	1	
240分	生漆の焼付1回	0	0	0	/
	黒呂色漆上塗	5	1	5	
480分	生漆の焼付1回	0	0	/	/
	黒呂色漆上塗	3	1		

陶器:生漆のスリの焼付

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	0	0
	黒呂色漆上塗			4	2
60分	生漆の焼付1回	0*	0	0	0
	黒呂色漆上塗	5	5	0	3
120分	生漆の焼付1回	0*	0	0	/
	黒呂色漆上塗	5	5	2	
240分	生漆の焼付1回	0	0	0	/
	黒呂色漆上塗	5	0	5	
480分	生漆の焼付1回	0	0	/	/
	黒呂色漆上塗	2	1		

表2 表1の結果から絞り込んだ条件で再実験した結果(濃灰色:最も良い, 薄灰色:2番目によい)

磁器:生漆のスリの焼付(表1の結果に基づく条件による)

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	/	0
	黒呂色漆上塗				0
60分	生漆の焼付1回	/	/	0	/
	黒呂色漆上塗			0	
120分	生漆の焼付1回	/	/	0	/
	黒呂色漆上塗			1	
240分	生漆の焼付1回	/	0	/	/
	黒呂色漆上塗		0		
480分	生漆の焼付1回	/	0	/	/
	黒呂色漆上塗		2		

陶器:生漆のスリの焼付(表1の結果に基づく条件による)

時間	工程	100℃	120℃	150℃	180℃
30分	生漆の焼付1回	/	/	/	0
	黒呂色漆上塗				2
60分	生漆の焼付1回	/	/	0	/
	黒呂色漆上塗			0	
120分	生漆の焼付1回	/	/	0	/
	黒呂色漆上塗			0	
240分	生漆の焼付1回	/	0	/	/
	黒呂色漆上塗		0		
480分	生漆の焼付1回	0	0	/	/
	黒呂色漆上塗	5	2		

表3 表2の結果から得た各条件の平均値<A>

磁器:表2から得た平均値<A>

時間	100℃	120℃	150℃	180℃
30分				0
60分			0	
120分			0.5	
240分		0		
480分		1		

陶器:表2から得た平均値<A>

時間	100℃	120℃	150℃	180℃
30分				1
60分			0	
120分			0	
240分		0		
480分	2.5	1		

表4 「スリ」による焼付と「刷毛塗」による漆の焼付と比較

スリの焼付

試験片	良好な結果が得られる上位2つの条件	黒呂色漆と生漆の結果の平均値(A)	最も良好な結果が得られた条件①の(A)値に対し、+1までの範囲
磁・焼締	①180℃/30分	0	<0~1の範囲> 180℃/30分
	②150℃/60分	0	150℃/60~120分 120℃/240~480
陶・焼締	①150℃/60分	0	<0~1の範囲> 180℃/30分
	②150℃/120分	0	150℃/60~120分 120℃/240~480

刷毛塗の焼付(第二報の実験結果)

試験片	良好な結果が得られる上位2つの条件	黒呂色漆と生漆の結果の平均値(A)	最も良好な結果が得られた条件①の(A)値に対し、+1までの範囲
磁・焼締	①180℃/30分	0	<0~1の範囲> 180℃/30~60分
	②150℃/60分	0	150℃/60~120分 120℃/120~240
陶・焼締	①180℃/30分	0	<0~1の範囲> 180℃/30~60分
	②150℃/120分	0	150℃/60~120分 120℃/120~240

4. 標準条件下で時間をおいた後、焼付する工程の検討

4.1 実験手順

陶器と磁器の表面に、「刷毛塗」および「スリ」で生漆を塗布し、標準条件（20℃/70%RH）で硬化させた。塗布後は、恒温恒湿室（23℃/50%RH）で72時間程度保管した。これを表4に示した塗布直後の焼付において、良好な結果が得られる各条件で焼付を行った。その後、2.1で示した基本手順でテストピースを完成させ、黒呂色漆と生漆の塗面にクロスカット法を実施した。

4.2 結果

得られた結果を表5に示す。磁器と陶器のいずれも、「刷毛塗」の場合、標準条件下で焼付前に時間をおいた場合でも比較的良好であるが、「スリ」の場合は焼付前に時間をおいた場合、焼付は不良となる。

「スリ」で焼付する場合、標準条件下で焼付前に時間をおいた工程については、塗布直後の焼付とは異なる条件を検討する必要がある。

表5 標準条件下で硬化後、72時間経過した後の生漆と黒呂色漆の付着強さとその平均値<A>

素材	方法	焼付条件	生漆/黒呂色漆	平均値<A>
磁器	刷毛塗	180℃/30分	1/1	1
陶器		180℃/30分	1/0	0.5
磁器	スリ	180℃/30分	3/5	4
陶器		150℃/60分	2/5	3.5

4.3 焼付を行うまでの時間による差の検討

4.3.1 実験手順

標準条件下で焼付前に時間をおいた工程について、その時間による差の有無について検討した。前述のように、「スリ」の場合、焼付前に時間をおいた場合の適切な焼付条件については確定できていないが、ここでは180℃/30分とした。

手順を以下に示す。

- ① 陶器、磁器の板の表面の約1/2ずつに生漆で「刷毛塗」と「スリ」を行った。
- ② ①のテストピースを8時間、72時間、240時間で標準条件下においた。
- ③ 塗布直後のテストピースとともに、②のテストピースを180℃/30分の条件で焼付した。
- ④ ③を24時間以内に黒呂色漆を上塗りした。
- ⑤ ④を標準条件下に7日間おいた後、黒呂色漆の塗

面についてクロスカット法を行った。条件ごとに3つのテストピースを作成し平均を取った。

4.3.2 結果

得られた結果を図2及び表6に示す。「刷毛塗」では、塗装直後に焼付を行う場合と、標準条件下で時間をおいた後に焼付を行う場合を比較すると、磁器と陶器のいずれも結果は良好であり、その時間が異なってもほとんど差がみられない。

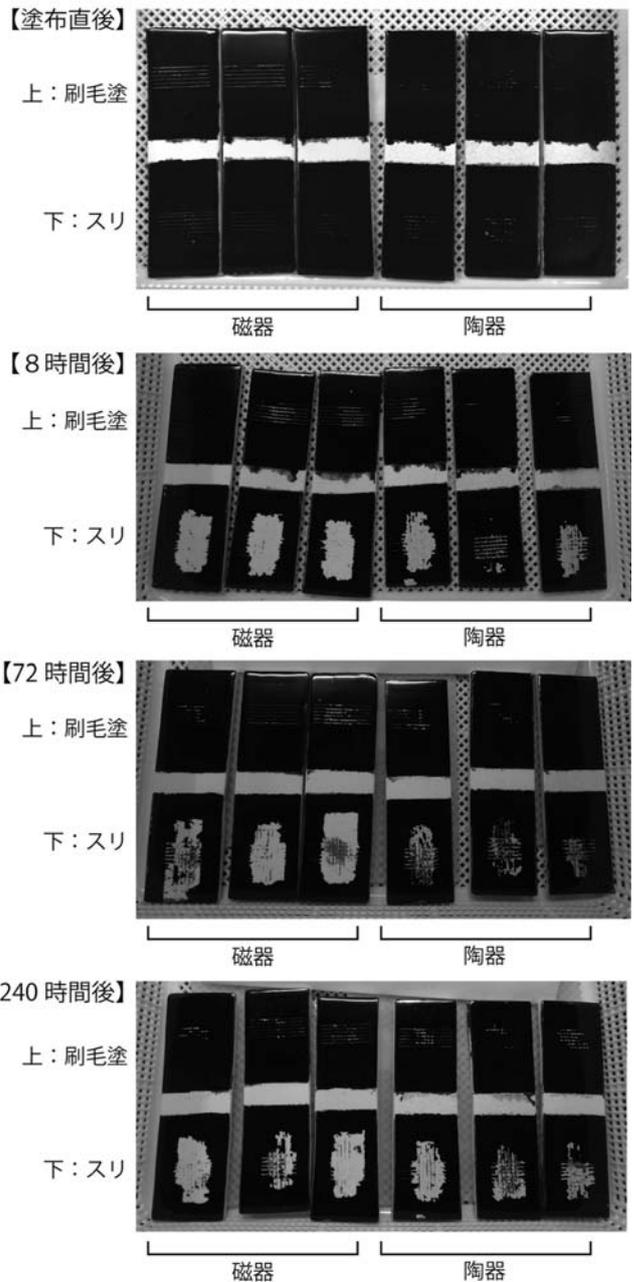


図2 塗布直後及び標準条件下で焼付まで時間をおいた場合（8時間、72時間、240時間）の付着強さの検討

表6 塗布直後及び標準条件下で焼付まで時間をおいた場合（8時間,72時間,240時間）の付着強さの検討

漆を塗布後、焼付を実施するまでの時間	磁器		陶器	
	刷毛塗	スリ	刷毛塗	スリ
(塗布直後)	0	0	0	0
8時間	1	5	0	5
72時間	2	5	1	5
240時間	2	5	2	5

しかし、「スリ」の場合は、磁器と陶器のいずれも塗装直後に焼付ければ結果は良好であるが、標準条件下で時間をおいた後に焼付した場合はすべて著しく不良となり、その時間が異なってもほとんど差がみられない。

5. まとめ

5.1 「スリ」で行う工程について

前回までに検討した「刷毛塗」で行う工程に対して、「スリ」で行う工程と、標準条件（20°C/70% RH）下で時間をおいた後に焼付を行う工程について実験し、これらの付着強さについて比較検討した。

磁器では、最も良好な付着強さが得られる焼付の条件は、180°C/30分と150°C/60分であり、「刷毛塗」と「スリ」では条件は同じであった。

陶器では、「刷毛塗」の180°C/30分と150°C/120分に対して、「スリ」は、150°C/60分と150°C/120分が、付着強さにおいて最も良好な結果となった。

陶器は、若干低い温度で少し長めに焼付けるほうが良好な結果が得られるように思う。

5.2 標準条件下で時間をおいた後、焼付する工程について

焼付条件を180°C/30分とした場合、「刷毛塗」の場合は、標準条件下で時間をおいた後に焼付を行っても、塗布直後に行う場合と大きな差はない。また8時間、72時間、240時間の間に大きな差はない。

一方、「スリ」では、標準条件下で時間をおいた後に180°C/30分で焼付を行った場合、不良となる。8時間、72時間、240時間の間に大きな差はなく、いずれも不良となった。

今回の焼付条件（180°C/30分）に限定してまとめると、「刷毛塗」（生漆の膜厚53.25nm程度）であれば、磁器、陶器のいずれでも、また、塗布直後の焼付ある

いは標準条件下で時間をおいた後の焼付でも、焼付漆の付着強度は良好である。

しかし、「スリ」（生漆の膜厚は11.9～19.85nm程度）の場合は、塗布直後の焼付ならば良好であるが、標準条件下で時間をおいた後の焼付は、付着強度は不良となる傾向である。

その理由は、「刷毛塗」と「スリ」の膜厚の違いによって、硬化をする過程で基体（陶器・磁器）への密着状態が異なっていたためと思われるが、今後の課題とする。

今回の実験により、「スリ」で焼付を行う場合は、塗布後に時間をおかず実施すると良好な結果が得られることが分かった。「刷毛塗」で焼付する場合は塗布後10日程度まで硬化させた後に焼付をしても、直後に行っても大きな差はない。焼付を行う際には、「刷毛塗」か「スリ」か、焼付前に通常の硬化を行うどうか、作業環境や製品の形状に応じて判断する必要がある。

参考文献

- 1) 比嘉 明子,安藤 信幸,橋田 章三
京都市産業技術研究所工業技術センター研究報告 No.38,p.53 (2010)
- 2) 比嘉 明子,安藤 信幸
京都市産業技術研究所研究報告No.3,p.71 (2013)
- 3) 日本ペイント <http://www.nipponpaint.co.jp/>