

# 漆の改質によるガラスへの密着性向上

## Improved adhesion of modified urushi to glass

会津若松技術支援センター 産業工芸科 原朋弥 須藤靖典  
 応募企業 会津漆芸 かぎろい

黒呂色漆にシランカップリング剤2種類とエポキシ系塗料1種類をそれぞれ別々に添加して漆を改質し、ガラスへの密着性を向上させる研究を行った。実験結果から、エポキシ系塗料を添加し、熱処理を行うことで、密着性評価（クロスカット法（JIS K 5600 5-6）で「分類1」を達成することができた。

**Key words:** 漆、密着性、シランカップリング剤、エポキシ系塗料、クロスカット法

### 1. 緒言

応募企業ではシーグラス（図1）に漆塗りを施す体験型のサービスを検討している。しかし、ガラスに漆を塗布する場合、ガラスと漆の密着性が低いことから、プライマーを塗布した後に漆を塗布するなどの手間がかかってしまう。できるだけ体験時間を短くしたいとの要望から、漆を改質してガラスへの密着性を向上させることでプライマーの塗布工程を省くことを検討した。本研究では、ガラスへの密着性向上を目的としてシランカップリング剤やエポキシ系塗料を添加した漆の密着性評価や熱処理条件の検討等を行ったので、その結果を報告する。



図1 シーグラス

### 2. 実験方法

#### 2. 1. 添加剤の選定

漆は黒呂色漆を使用した。添加剤としてはエポキシ系シランカップリング剤、アミノ系シランカップリング剤、エポキシ系塗料を検討した。各添加剤を添加した黒呂色漆をアプリケーションターを用いて5μmの膜厚でスライドガラスへ塗布し、熱処理（110℃、3時間）で塗膜を硬化させた後にスライドガラスとの密着性をクロスカット法（JIS K 5600 5-6）を用いて評価した。

#### 2. 2. 熱処理条件の検討

体験後、すぐに完成品を渡すことを検討していることから、より短時間で熱処理が終了することが望ましい。熱処理温度を170、180、190、200℃、それぞれ熱処理時間を5、10、15、20、25、30分でサンプルを作製し、塗膜の密着性と乾燥性を確認した。塗膜の乾燥性はエタノールを含ませた紙で表面を拭き、塗膜表面の変化と紙が着色するか確認することで判断した。

#### 2. 3. リコート性の評価

改質した漆を重ね塗りすることを想定し、リコートした後の密着性を評価した。エポキシ系塗料を等量添加した黒呂色漆を表1に示す各熱処理条件で硬化させ、塗膜表面を耐水ペーパー#800で水研ぎした。その後、再びエポキシ系塗料を等量添加した黒呂色漆を塗布し、熱処理（200℃、10分）で硬化させた後、密着性評価を行った。

表1 熱処理条件

| 温度   | 時間              |
|------|-----------------|
| 170℃ | 20、25、30分       |
| 180℃ | 20、25、30分       |
| 190℃ | 15、20、25、30分    |
| 200℃ | 10、15、20、25、30分 |

#### 2. 4. 24時間水浸漬後の密着性評価

密着部の耐久性を調べるため、促進試験として水道水に浸漬した後に密着性評価を行った。表1に示す各熱処理条件で作製した塗膜の密着性評価を行ったのち、24時間浸漬（水道水）させ、常温で水気をとばした後に再び密着性評価を行った。

### 3. 結果





#### 3. 1. 添加剤の選定

エポキシ系シランカップリング剤を添加した黒呂色漆の各配合比と密着性評価結果を表2、評価後の写真

を図2に示す。

**表2 密着性評価結果  
(エポキシ系シランカップリング剤)**

| 配合比  |                     | クロスカット<br>評価結果 |
|------|---------------------|----------------|
| 黒呂色漆 | エポキシ系シラン<br>カップリング剤 |                |
| 100  | : 1                 | 分類5            |
| 100  | : 2                 | 分類5            |
| 100  | : 5                 | 分類5            |
| 100  | : 10                | 分類5            |

| 配合比<br>(黒呂色漆:エポキシ系シランカップリング剤)   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 100:1   | 100:2   | 100:5   | 100:10  |
|  |  |  |  |
| 分類5   | 分類5   | 分類5   | 分類5   |





**図2 密着性評価結果  
(エポキシ系シランカップリング剤)**

今回の試験では、エポキシ系シランカップリング剤の添加による黒呂色漆のガラスへの密着性向上は確認できなかった。

次に、アミノ系シランカップリング剤を添加した黒呂色漆の各配合比と密着性評価結果を表3、評価後の写真を図3に示す。

**表3 密着性評価結果  
(アミノ系シランカップリング剤)**

| 配合比  |                    | クロスカット<br>評価結果 |
|------|--------------------|----------------|
| 黒呂色漆 | アミノ系シラン<br>カップリング剤 |                |
| 100  | : 1                | 分類5            |
| 100  | : 2                | 分類5            |
| 100  | : 5                | 分類5            |
| 100  | : 10               | 分類5            |

| 配合比<br>(黒呂色漆:エポキシ系シランカップリング剤)   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 100:1   | 100:2   | 100:5   | 100:10  |
|  |  |  |  |
| 分類5   | 分類5   | 分類5   | 分類5   |







**図3 密着性評価結果  
(アミノ系シランカップリング剤)**

今回の試験では、アミノ系シランカップリング剤の添加による黒呂色漆のガラスへの密着性向上は確認できなかった。

最後に、エポキシ系塗料を添加した黒呂色漆の各配合比と密着性評価結果を表4、評価後の写真を図4に示す。

**表4 密着性評価結果 (エポキシ系塗料)**

| 配合比  |         | クロスカット<br>評価結果 |
|------|---------|----------------|
| 黒呂色漆 | エポキシ系塗料 |                |
| 100  | : 10    | 分類5            |
| 100  | : 25    | 分類5            |
| 100  | : 50    | 分類5            |
| 100  | : 75    | 分類4            |
| 100  | : 100   | 分類1            |
| 100  | : 125   | 分類1            |

| 配合比<br>(黒呂色漆:エポキシ系塗料)  |   |   |
|--|---|---|
| 100:10   | 100:25  | 100:50  |
|  |  |  |
| 分類5  | 分類5   | 分類5   |
| 100:75   | 100:100   | 100:125   |
|  |  |  |
| 分類4  | 分類1   | 分類1   |

**図4 密着性後写真  
(エポキシ系塗料)**

エポキシ系塗料を添加した黒呂色漆では添加量の増加とともに密着性の向上が確認できた。添加量が黒呂色漆と等量の100wt%を越えると「分類1」を達成した。

### 3. 2. 熱処理条件の検討

3. 1の結果から、エポキシ系塗料を等量添加した黒呂色漆の熱処理条件の検討を行った。乾燥性評価後の写真を図5に示す。塗膜が乾燥していないものは、塗膜表面が白化したり、エタノールを含ませた紙に漆が移って黒くなる。それぞれに変化がないものを塗膜が乾燥したと判断した。また、各熱処理条件で乾燥させた塗膜の密着性、乾燥性の結果を表5にまとめる。



図5 乾燥性評価後の写真  
(この場合、乾燥性を×とする)

表5 各熱処理条件の密着性と乾燥性の評価結果

| 熱処理条件 |     | 密着性 | 乾燥性 |
|-------|-----|-----|-----|
| 170°C | 5分  | 分類1 | ×   |
|       | 10分 | 分類1 | ×   |
|       | 15分 | 分類1 | ×   |
|       | 20分 | 分類1 | ○   |
|       | 25分 | 分類1 | ○   |
|       | 30分 | 分類1 | ○   |
| 180°C | 5分  | 分類2 | ×   |
|       | 10分 | 分類1 | ×   |
|       | 15分 | 分類1 | ×   |
|       | 20分 | 分類1 | ○   |
|       | 25分 | 分類1 | ○   |
|       | 30分 | 分類1 | ○   |
| 190°C | 5分  | 分類1 | ×   |
|       | 10分 | 分類2 | ×   |
|       | 15分 | 分類2 | ○   |
|       | 20分 | 分類2 | ○   |
|       | 25分 | 分類1 | ○   |
|       | 30分 | 分類1 | ○   |
| 200°C | 5分  | 分類2 | ×   |
|       | 10分 | 分類2 | ○   |
|       | 15分 | 分類2 | ○   |
|       | 20分 | 分類1 | ○   |
|       | 25分 | 分類1 | ○   |
|       | 30分 | 分類1 | ○   |

170、180°Cでは20分以上加熱することで塗膜の乾燥が確認できた。190°Cでは15分、200°Cでは10分で乾燥することが確認できたことから、温度を上げることによって、より短時間で塗膜を乾燥させることが可能であるという結果が得られた。一方で、温度の上昇と密着性に関する関係性は無く、分類1または分類2を示した。これは塗膜の膜厚が5μmと非常に薄いことによるバラツキと考える。

今回の結果から、より短時間で塗膜が硬化する「200°C、10分」を熱処理条件とした。

### 3. 3. リコート性の評価

リコート後の密着性評価結果を表6に示す。

いずれの塗膜もリコート時には良好に塗布できた。また、リコート後の密着性評価では層間剥離などの不具合はなく、15試料のうち13試料で「分類0」を達成した。

表6 リコート性評価結果

| 熱処理条件 |     | リコート性 | 密着性 |
|-------|-----|-------|-----|
| 170°C | 20分 | ○     | 分類0 |
|       | 25分 | ○     | 分類1 |
|       | 30分 | ○     | 分類1 |
| 180°C | 20分 | ○     | 分類0 |
|       | 25分 | ○     | 分類0 |
|       | 30分 | ○     | 分類0 |
| 190°C | 15分 | ○     | 分類0 |
|       | 20分 | ○     | 分類0 |
|       | 25分 | ○     | 分類0 |
| 200°C | 10分 | ○     | 分類0 |
|       | 15分 | ○     | 分類0 |
|       | 20分 | ○     | 分類0 |
| 200°C | 25分 | ○     | 分類0 |
|       | 30分 | ○     | 分類0 |

### 3. 4. 24時間水浸漬後の密着性評価

表1の熱処理条件で作製した塗膜の密着性評価を行った後、水道水に24時間浸漬させた(図6)。その後、乾燥させ水気が無くなった後で再びクロスカット法による密着性評価を行った。その結果を表7に示す。

いずれの塗膜も浸漬前後で密着性評価結果は変わらなかった。



図6 浸水時の写真

表7 密着性評価結果（24時間水浸漬前後）

| 熱処理条件 |     | 24時間水浸漬前<br>密着性 | 24時間水浸漬後<br>密着性 |
|-------|-----|-----------------|-----------------|
| 170°C | 20分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 25分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 30分 | 分類1             | 分類1             |
| 180°C | 20分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 25分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 30分 | 分類1             | 分類1             |
| 190°C | 15分 | 分類2             | 分類2             |
|       | 20分 | 分類2             | 分類2             |
|       | 25分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 30分 | 分類1             | 分類1             |
| 200°C | 10分 | 分類2             | 分類2             |
|       | 15分 | 分類2             | 分類2             |
|       | 20分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 25分 | 分類1             | 分類1             |
|       | 30分 | 分類1             | 分類1             |

## 5. 結言

黒呂色漆のガラスへの密着性向上を目的としてシランカップリング剤とエポキシ系塗料を添加した結果、エポキシ系塗料を黒呂色漆の等量添加し、塗布後に熱処理（200°C、10分）を加えることで良好な密着性（分類1）を得られることが分かった。また、リコート性、24時間浸水後の密着性においても良好な結果が得られた。今回の研究結果を報告し、申請企業に試作品の作製指導を行った（図7）。申請企業にてサービスを開始できるよう今後も技術支援を行っていく。



図7 試作品の写真