

漆製品に用いる立体模様シートの評価（第1報）

Evaluation of Relief (3D pattern) Sheet used for Lacquer products.

会津若松技術支援センター 産業工芸科 志鎌一江 関澤良太 吾子可苗

漆製品のための凹凸模様を容易に実現する手段として、立体模様製造方法を確立したが、この工法で成形する立体模様シートの実用化に最適な組み合わせを選定するため、成形に用いる材料の組み合わせの検証と、成形物と塗料及び接着剤の付着性評価を行った。

Key words: 立体模様製造方法、立体模様シート、可撓性のある薄型シート、熱可塑性樹脂、和紙、漆

1. 緒言

本研究は、県有特許¹⁾である「立体模様製造方法」により成形される立体模様シートの実用化のため、このシートを成形する材料の組み合わせや漆との付着性の評価を行い、実用化を想定した試作品を製作し、活用提案することを目的とする。

立体模様製造方法とは、「3Dプリンタ技術」と「紙を活用した漆工法」の2つの技術を融合させて確立した方法²⁾で、漆製品に用いる立体加飾模様を製造する方法である。

立体模様シートは新しい成形物のため、定まった成形状態の確認方法や評価方法がない。そのため、今年度は選定した評価方法と結果を報告する。

2. 実験

2. 1. 立体模様シートを成形する材料の選定

立体模様シートは、可撓性のある薄型のシート状の材料と、熱可塑性樹脂の2つの材料を組み合わせた成形物である（図1）。



図1 立体模様シート

可撓性のある薄いシート状の材料の上に樹脂で立体的な凸模様が描かれている

本法は、可撓性のある薄型シート上に3Dプリンタを用いて熱可塑性樹脂（以後、樹脂と記す）で凸模様を造形し立体模様シートを成形する。

成形した立体模様シートは、そのまま器物（素地）に貼り付けて塗装がおこなえるため、レリーフ状の立体的な模様を有する漆製品の製造が可能となる。

立体模様製造方法による立体模様シートの製造工程を図2に示す。



図2 立体模様シートの工程

「立体模様製造方法」では、薄型シートは主に和紙を用いるが、他にもこの工法に適した材料があるかを調べるため、紙類を中心に5種類を選定した。

3Dプリンタで出力する樹脂は、一般に広く市販されていて、比較的容易に入手が可能な8種を選定した。

薄型シート1種に対し8種の樹脂を、計40の組み合わせごとに、平板（W74×D50×H3mm）形状の立体が成形できるかを検証した。

出力した樹脂が、3Dプリンタのテーブルに固定した薄型シートに定着し、平板形状の樹脂の造形物が完成すれば、立体模様の成形が成功したと判断した。

出力の条件は、各樹脂の3Dプリンタ出力推奨条件をもとに、速度と温度を設定した。

選定した薄型シート5種と樹脂8種を表1に示す。

和紙と樹脂で成形した平板（W74×D50×H3mm）形状の立体模様を図3に示す。

表1 成形可能かを検証するために選定した材料

薄型シート	熱可塑性樹脂
01 和紙 6g m ²	1-1 PLA ①
02 コピー用紙	1-2 PLA WOOD ①
03 トレッシング ペーパー 薄口	1-3 PLA (炭素)
	1-4 PLA ②
	1-5 PETG
04 厚紙 35K	1-6 PLA WOOD ②
05 オブラート	2-1 ABS ①
	2-2 ABS ②

(①、②はメーカーの違い)



図3 和紙と樹脂で成形した
平板形状の立体模様 (W74×D50×H3 mm)

2. 2. 立体模様シートの付着状態の確認

2. 1. で成形できた組み合わせの平板を用いて、薄型シートと樹脂の付着状態を検証した。

均一に薄型シートと樹脂が付着していることが望ましいと考え、薄型シートを樹脂からはがし、樹脂に残った繊維等の状態を目視にて確認した。薄型シートは、はがしやすくように全体にテープ貼り、テープごと薄型シートをはがした (図4)。

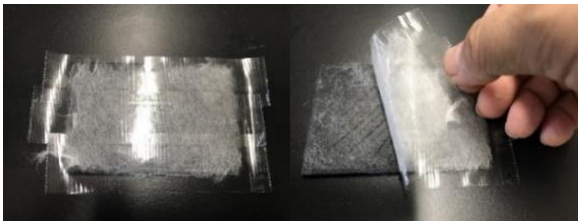


図4 薄型シートにテープを貼り、樹脂面からはがす

2. 3. 立体模様用いる漆との付着性の評価

立体模様シートは、漆製品に用いる成形物のため、立体模様シートと漆の付着性も検証した。

薄型シートを和紙とし、8種の樹脂で検証用の平板 (2. 1. と同様) 形状の立体模様を製作し、漆を塗布して付着性の評価を行った。

評価方法は密着性評価 (クロスカット法 (JIS K 5600 5 5-6)) を用いた。

図2の工程③で、立体模様シートは接着用に調合した漆で器物 (素地) に接着するため、器物 (素地) に貼り合わせる和紙面と漆の付着性を評価した。和紙面に下地用漆と糊を調合した接着用の漆を1回塗布し、

漆製品に用いる立体模様シートの評価

その後、3回黒漆を塗布した面をクロスカット法で検証した。

また、図2の工程④で塗料に用いる漆の付着性の検証は、模様部分となる樹脂面に黒漆を3回塗布し、クロスカット法で検証した。接着剤と塗料を検証した評価面を図5に示す。



図5 漆 (接着剤と塗料) の付着性の評価面

3. 結果と考察

3. 1. 立体模様シートを成形する材料の選定

5種の薄型シートに対し8種の樹脂を出力して、2. 1. と同様の平板形状の立体模様が成形できるか検証した結果、和紙とコピー用紙ほどの樹脂であっても立体模様を成形することができた。それ以外の薄型シートの材料に関しては、はがれや樹脂が積層されないなど、樹脂の種類により成形できないものもあった。立体模様を成形した結果を表2に示す。

表2 立体模様シートの成形検証の結果

	1-1 PLA	1-2 PLA Wood	1-3 PLA C	1-4 PLA	1-5 PETG	1-6 PLA Wood	2-1 ABS	2-2 ABS
01	○	○	○	○	○	○	○	○
02	○	○	○	○	○	○	○	○
03	△	△	×	△	△	△	×	×
04	△	△	△	△	△	△	△	△
05	×	×	×	×	×	×	×	×

01 和紙 02 コピー 03 トレッシングペーパー

04 厚紙 05 オブラート

○ 出力できた 成形できた

△ 出力できたが不備あり (はがれ偏り等)

× 出力できなかった

表2△の出力できたが不備ありと、×の出力できなかった樹脂については、3Dプリンタのテーブル温度の設定と、樹脂を出力する時の速度や温度など、推奨条件以外にも含めて、いくつかの設定で出力を試みたが、部分的な剥離や平板の形状が歪むなど、和紙とコピー用紙に比べ安定した出力はできなかった。オブラートは、テーブルの熱で溶けることはなかったが、樹脂との付着が悪く、造形時に樹脂が滑りオブラートが破けるなどして、平板の成形は不可能だった。

3. 2. 立体模様シートの付着状態の確認

3. 1. で成形した平板の樹脂面から薄型シートをはがし、樹脂面に残る繊維の付着状態を確認した。その結果、和紙のみが樹脂と均一に付着していた(図6)。



図6 左：和紙の繊維が付着した樹脂面 右：はがした薄型シート

コピー用紙は、樹脂の出力と立体模様の成形には問題がなかったが、コピー用紙をはがしてみると、部分的に接着したり剥離したりしている箇所があり、均一に付着していない結果となった。厚紙においても同様の結果であった。トレッシングペーパーは、繊維が樹脂面に残っている箇所はなく、全てはがれる結果となった。成形はできたが、トレッシングペーパーと樹脂が付着している箇所は、ほとんどなかったと考えられる。

以上の結果、検証した薄型シートの材料のうち和紙のみが樹脂面に均一に付着していた(図7)。



図7 薄型シートをはがした樹脂面
左上：和紙 右上：コピー用紙
左下：厚紙 右下：トレッシングペーパー

以上のことから、薄型シートとして適しているのは、和紙のような、長い繊維が薄く絡み合っていて気孔があり、均一に極めて薄い構造の材料であると考えられる。付着状態を検証した結果を表3に示す。

表3 樹脂と薄型シートの付着状態の検証結果

	判定	目視による観察結果
01	○	均一に付着している (樹脂と繊維が絡み合っている)
02	×	部分的に付着および剥離している
03	×	ほとんどの箇所が剥離している
04	×	部分的に付着および剥離している

01 和紙 02 コピー 03 トレッシングペーパー 04 厚紙

3. 3. 立体模様用いる漆との付着性の評価

立体模様シートと漆(接着剤及び塗料)の付着性を評価した結果を表4に示す。

漆製品に用いる立体模様シートの評価

薄型シートに和紙を用いた平板に漆を塗布し、温度約20℃、湿度約70%の環境で3日間塗面を乾燥させてからクロスカット法を行った。

2種のABSは、接着面でも塗装面でも、漆との付着性が良い結果となった。

PLA、PLA Wood(木質系セルロース繊維を含む)等は、結果にばらつきがあった。PLA Woodは、樹脂と木質材料の配分等、品質が定まっていないなど、安定した製品ではないため、推奨の出力条件でも造形できない場合もあるため、樹脂どうしの積層部分で剥離している箇所も見られた。Cの炭素カーボンとPETGも漆との付着性は良い結果となった。

表4 漆(接着剤及び塗料)の付着性の評価

	漆(接着剤)	漆(塗料)
1-1 PLA ①	△	△
1-2 PLAWOOD ①	△	△
1-3 PLA (炭素)	○	○
1-4 PLA ②	△	○
1-5 PETG	○	○
1-6 PLAWOOD ②	×	○
2-1 ABS ①	○	○
2-2 ABS ②	○	○

○ 剥離なし

△ 積層した樹脂と樹脂(塗面と塗面)が剥離した等

× 和紙と樹脂(塗面と樹脂)が剥離した

4. 結言

「立体模様製造方法」により成形される立体模様シートの実用化へ向けて、シートを成形する材料の組み合わせや漆との付着性の評価を行った。

実験の結果、試験した5種の材料のうち、和紙が、漆製品に用いる立体模様シートに適していることがわかった。

また、和紙と同様な構造を持つ材料であれば、どのような樹脂であっても、樹脂と繊維が絡み合っていて、比較的安定して立体模様シートの成形が可能となることがわかった。

次年度はこの結果をもとに、実用化へ向けた曲面を持つ試作品を製作する。

参考文献

- 1) 志鎌一江, 出羽重遠. 特許 6986294. 立体模様製造方法
- 2) 志鎌一江, 出羽重遠. デジタル技術と紙を活用した漆工法の開発. 令和元年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告書. 2019.