

外装用漆塗装法の耐候性向上に関する試み（1）

井口 智子・川野邊 渉・加藤 寛・板垣 義郎*・館川 修**

1. はじめに

我が国には、外装塗装に漆を用いた木造建造物が多い。良く知られているように漆は酸・アルカリなどの化学薬品等には高い抵抗性を示すが、紫外線に対しては非常に耐候性が低くチョーキングを生じやすい。このため、漆を外装用塗装に用いた場合には、漆特有の美観を保つために、短い間隔でのメンテナンスが要求される。

近年、漆外装を有する建造物において、その費用の大きさから、充分短い間隔でのメンテナンスや再塗装が困難になってきている例が多い。このため、修復技術部では、従来の漆塗装方法を詳しく見直し、また一部に新しい塗装材料や技法を導入することによって漆を用いた外装塗装の耐候性を向上することを試みている。また、従来漆塗り建造物には無節の良材が用いられてきたが、資源の減少に伴って高価なものとなっている。漆塗り塗装を行ってしまうと材料の肌を見ることはできなくなるので、仮に安価な有節の材料を用いることができれば、修復費用の削減に役立つこととなる。しかし、節の部分と他の部分とでは、温湿度条件による変形の度合いや水分や塗料の吸収の性質などが異なる。このことによって節の部分で塗膜に力が加わり亀裂の原因になる。これを避けるために従来の手法では布着せなどが行われたが、充分とは言えない。そこでより強度のある材料によって節の部分の影響を取り除く方法も検討している。

今回は補強材料としてカーボンファイバーの短繊維と布を、耐紫外線性の向上のために硬化剤としてイソシアネートを用いた塗装を最外装に用いた一連の手板を作成した。これらの手板について上野公園と、漆塗りの文化財の中で最も過酷な条件にあると考えられる巖島神社において屋外曝露試験を行うことにした。

2. 試験方法及び経過

2-1. 試験方法

試験は、10 仕様の手板を作成し、巖島神社（広島県宮島町）、東京国立文化財研究所屋上（東京都台東区上野公園内）にそれぞれ設置し、曝露試験を行うことにした。手板は設置場所用の 2 組に保存用を加え、3 組作成した。木地には桧板を用い、手板それぞれに節があるように約 26 cm × 15 cm の大きさに裁断した（写真 1）。保存用には、無節の桧の柾目板を用いた。

○ 手板作成工程（表「手板仕様表」参照）

- 1 素地調整：生漆をケロシンで希釈し、板に染み込ませる。余分な漆は布で拭き取る
- 2 刻苧かい：小麦粉に水を加え糊を作り、生漆を加え、そこに木粉を混ぜ合わせたものを節の部分に充填する。さらに山科粉に水、生漆を加えたものを塗り込む
- 3 布着せ：Nos.1-4：麻布を糊漆で張る
Nos.5-6：カーボンファイバー（短繊維）を糊漆に混ぜ合わせ張る（写真 2）

* 共同研究員、明和産業株式会社化学品本部部長・カーボン複合材チーム

** 齋藤株式会社・取締役塗料事業部長

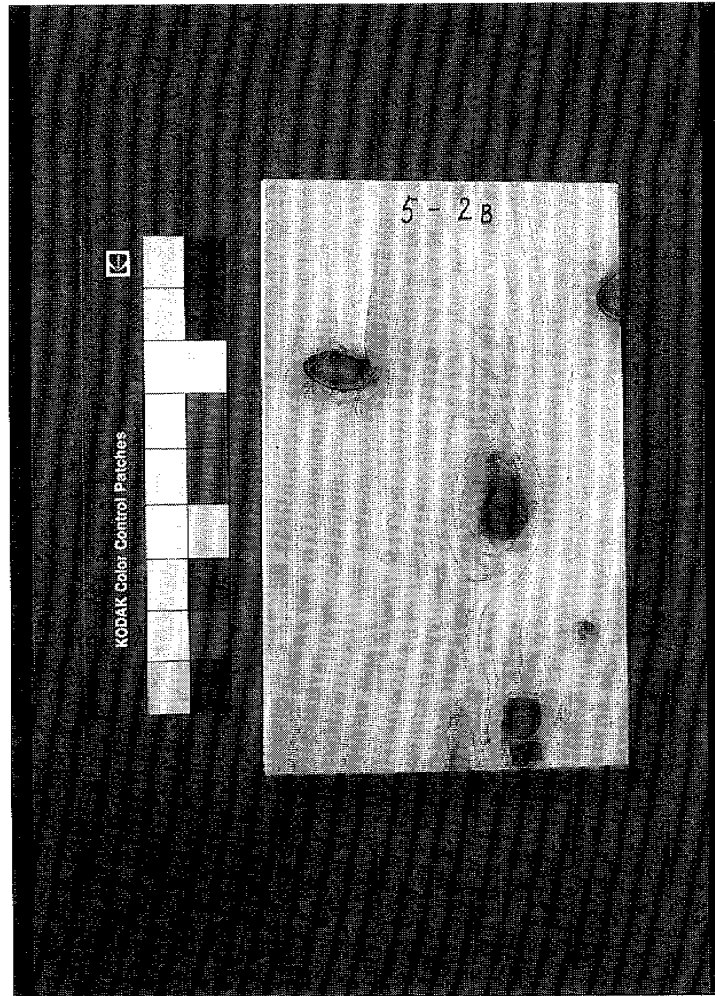


写真1 手板 (素地調整前)

Nos.7-8: カーボンファイバー (織物) を糊漆で張る (写真3)

Nos.9-10: エポキシを塗布後, 麻布をエポキシで張る

(Nos.9-10のこれ以後の工程については表「手板仕様表」参照)

- 4 布目揃え: 布の上に紙やすりをかける
- 5 布目擦り: 糊漆に地粉 (三辺地) を加え, 生漆, 砥粉を混ぜ布の上に塗り込む
- 6 地付け: 水練りをした地粉 (三辺地/二辺地) と糊漆を混ぜ塗り付ける
- 7 研磨: 砥石で表面を調整する
- 8 切粉付け: 水練りした地粉 (三辺地), 砥粉を糊漆と合わせ塗り付ける
- 9 研磨: 砥石で表面を調整する
- 10 錆付け: 水練りした砥粉に生漆を混ぜ塗り付ける
- 11 錆研ぎ: 砥石で表面を調整し, 紙やすり (#400) で研ぐ
- 12 下塗り: Nos.1-4: 黒漆を塗る
 - Nos.5,7: ジス黒漆を吹き付ける
 - Nos.6,8: ジス朱漆を吹き付ける
- 13 研磨: Nos.1-4 表面を紙やすり (#800-1200) で研ぐ
- 14 中塗り: Nos.1-4: 黒漆を塗る
- 15 研磨: Nos.1-4の表面を紙やすり (#1200), 砥石 (#1500) で研ぐ

手板仕様表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備考
1 素地調整	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2 刻字かい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3 布着せ	○	○	○	○	★	★	▲	▲	○*	○*	○：麻布、★：カーボンファイバー（短繊維）、▲：カーボンファイバー（織物）、○*：エポキシクリアを塗布後、麻布をエポキシクリアで接着
4 布目揃え	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
5 布目擦り	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
6 地付け	○	○	○	○	○	○	○	○	○*	○*	○*：エポキシパテを塗布
7 研磨	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
8 切粉付け	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
9 研磨	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
10 錆付け	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
11 錆研ぎ	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
12 下塗り	○	○	○	○	●	◆	●	◆	◆	●	○：黒漆 ●：ジス黒漆 ◆：ジス朱漆
13 研磨	○	○	○	○	-	-	-	-	○	○	
14 中塗り	○	○	○	○	-	-	-	-	●	◆	
15 研磨	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16 上塗り	○	◇	●	◆	●	◆	●	◆	●	◆	○：黒漆、◇：朱漆、●：ジス黒漆、◆：ジス朱漆

- 16 上塗り：No.1：黒漆を塗る
 No.2：朱漆を塗る
 No.3,5,7：ジス黒漆を吹き付ける
 No.4,6,8：ジス朱漆を吹き付ける

2-2. 試験経過

作成には約1ヶ月半かかった。作成直後の手板を観察すると、カーボンファイバー（短繊維）による凹凸（Nos.5-6）、カーボンファイバー（織物）の織り目（Nos.7-8）が確認できた。また、木地の節目の位置に亀裂が起きているもの（No.5）があった。カーボンファイバーの繊維の分量、塗布の方法、またジス漆の塗膜の厚みは今後検討する必要がある。

手板は平成11年9月9日に巖島神社に搬入したが、9月24日の台風による本社社殿被害のために設置が遅れている。研究所屋上の曝露台には平成11年10月13日に設置し、その経過を記録している（写真4）。

3. 使用材料

3-1. カーボンファイバー

試験に仕様したカーボンファイバーの仕様

- ・カーボンファイバー（織物）（写真5）

原料：PAN系

撚り糸：3K

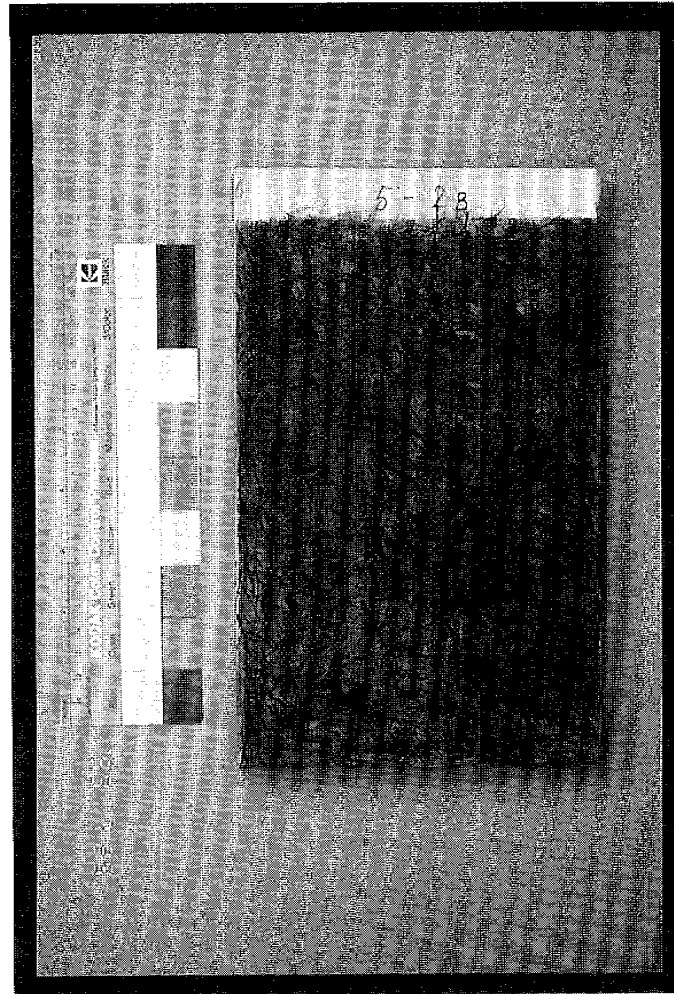


写真2 カーボンファイバー（短繊維）を塗布

織スタイル：平織（タテ，ヨコ各10本/2.5cm）

重量・厚さ：160 gr./一平方メートル，0.22 mm/一枚

炭素繊維の物性：

引張強度（kg/平方ミリ）：450

引張弾性（トン/平方ミリ）：24

比重（g/cm³）：1.77

・カーボンファイバー（短繊維）（写真6）

原料：Pitch系

短繊維の長さ：6mm

炭素繊維の物性：

引張強度（kg/平方ミリ）：340

引張弾性（トン/平方ミリ）：30

比重（g/cm³）：2.00

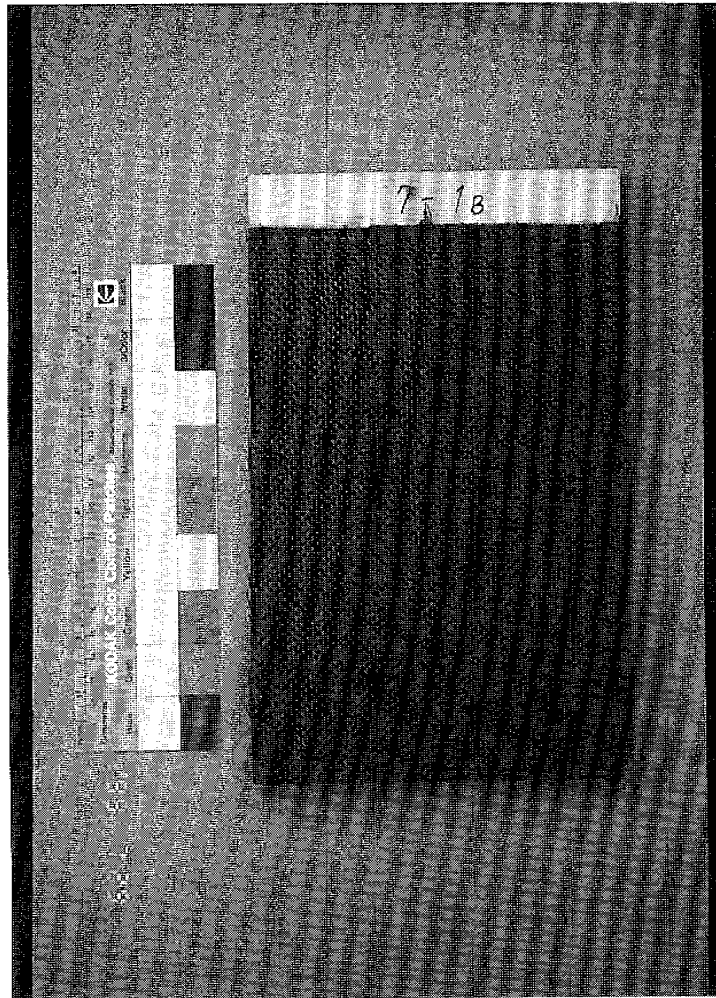


写真3 カーボンファイバー（織物）を張る

炭素繊維は強度と剛性とのバランスの関係で多種類の製品が存在するが、この二つの特性に最も大きく影響を与えるのが原料の違いである。1970年代に商品として最初に軌道に乗ったポリアクリロニトリル(PAN)を原料とする繊維は、繊維強度が高いことを特徴とし、その後20年遅れて1990年代に工業化された石炭・石油などのピッチ(Pitch)を原料とする繊維は剛性の高いものを作り易いことに特徴がある。

次に、繊維の形態は大きく3つに分けられる。即ち、

- (1) 長繊維：撚り糸(StrandまたはRovig)として使用する。撚り糸を形成する単繊維(モノフィラメント)の本数は決まっていて、3,000本(3K)、6,000本(6K)、及び12,000本(12K)が一般的である。
- (2) 織物：撚り糸を使って織物とするもので、平織または縹子織が一般的である。この場合、タテ、ヨコ同じ太さの撚り糸が使われる。
- (3) 短繊維：撚り糸を短くCUTしたもので、チョップドストランド(Chopped Strand)と呼ばれる。短繊維の長さは、3mmまたは6mmが普通である。短い繊維の主用途は樹脂に配合して強度アップや電気抵抗値の引き下げをしたりする。

殿島神社で試みた炭素繊維は、作業性を考え上記の中から(2)と(3)を選んだ。

織物については、接着する前に裁断し、撚りがもどり繊維が抜けることを防ぐために四方をテープで止めた。折り返して手板側面に接着することは無理があるため、今回は側面には張り付

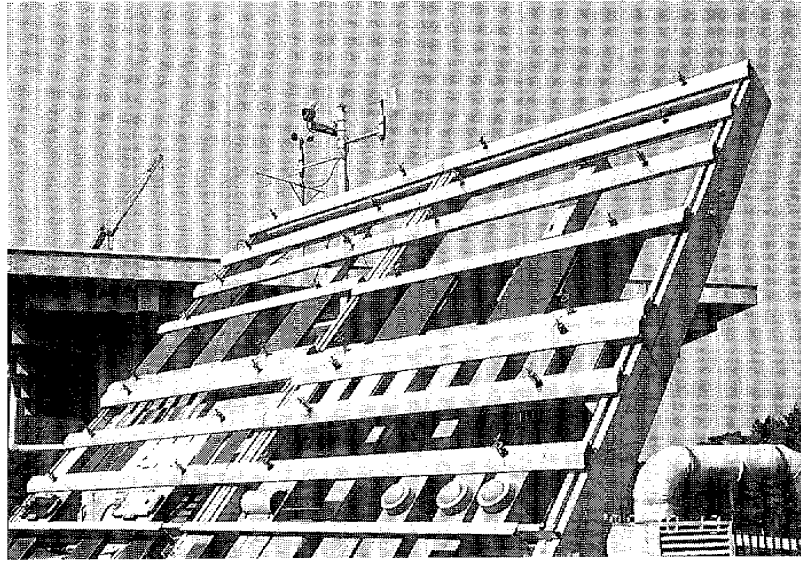


写真4 手板設置 (東京国立文化財研究所屋上)

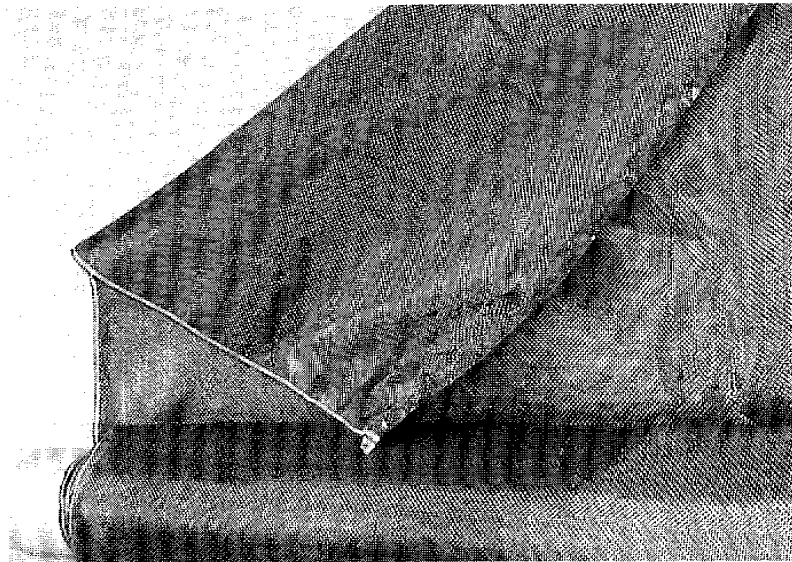


写真5 カーボンファイバー (織物)

けなかった。また、素地と織物の間に“浮き”ができないように、糊漆を織り目に擦り込むようにして固着させた。短繊維は、水を少量加え繊維状に戻し、糊漆に混ぜ合わせて使用した。

3-2. ジス漆 (耐候性改善漆)

漆は酸・アルカリなどの化学薬品等には高い抵抗性を示すが、紫外線に対しては非常に耐候性が低くチョーキングを生じやすい。試験に使用したジス漆は、こうした漆の宿命的欠陥の耐候性を高めるために開発された特殊ポリウレタン樹脂変性漆塗料であり、主剤、硬化剤よりなる2液反応型漆塗料である。塗膜乾燥は酵素、イソシアネート並行反応で進行する。

4. 終わりに

本報では、手板作成と適用した材料について報告した。今後は曝露実験の経過報告と共に、今後想定される実現可能な漆外装塗装のメンテナンスとそのために要求される物性の実現のために

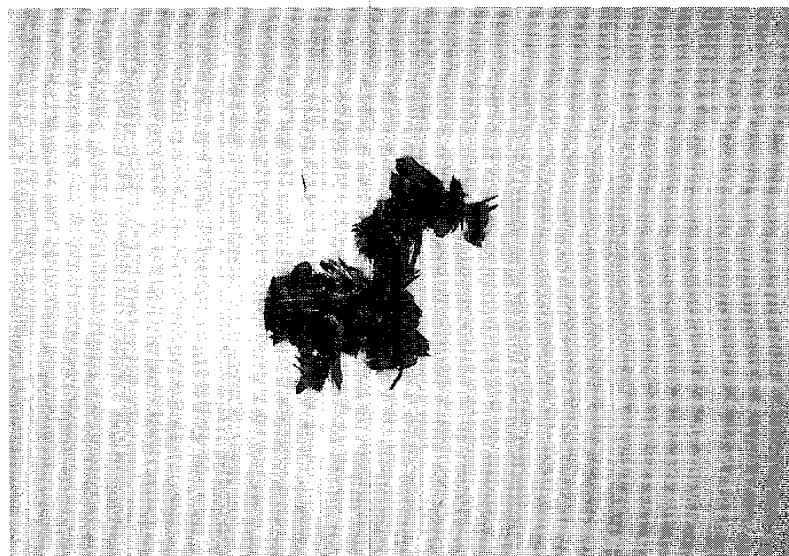


写真6 カーボンファイバー（短繊維）

より耐候性の高い漆塗装の仕様の検討を行っていく。さらに、所有者・利用者などの意見を取り入れたメンテナンス方法とそれに応じた仕様の開発を行っていくことを考えている。

謝 辞

本研究には、厳島神社にご協力いただいております。ここに記して感謝いたします。

An Experiment for the Development of Weather-Resistant *Urushi* Lacquer Applied on Wooden Buildings (1)

Satoko INOKUCHI, Wataru KAWANOBE, Hiroshi KATO,
Yoshiro ITAGAKI* and Osamu TATEKAWA**

It is well-known that *urushi* lacquer applied on wooden buildings often shows chalking caused by ultra-violet rays. Since chalking changes the appearance of the buildings repainting is often required. Also, because *urushi* lacquer layers are easily affected by the movement of wood underneath, high-quality wood should be used. However, recently it has become very costly to obtain such wood so that it is difficult to carry out frequent restorations.

The main purpose of this experiment is to develop an effective way to preserve *urushi* lacquer layers of wooden buildings exposed to the sun. Also, it aims to find a way to use wood of less quality in restoring the buildings. This is an interim report of the experiment.

Ten specifications of cypress boards were prepared. All boards have knots. Carbon fiber is used instead of hemp cloth and JISU-*Urushi* (denatured polyurethane paint) is used for natural *urushi*. These boards are set at Itsukushima Shire (Hiroshima) and on the roof of the institute (Tokyo) to examine their weather resistance.

* Collaborative Researcher, General Manager, Meiwa Corporation

** Director, Paint Division, Saito & Co., LTD