

# 伝統木造復元工事におけるアクリルシリコン系透明保護塗膜を用いた新技術適用と 維持保全に向けた持続的労務対策

DB17022 池田 礼應

## 1. はじめに

木材は古くから建築の資材として使用されてきた。法隆寺や東大寺大仏殿など歴史的建造物には木材が多く用いられる。木材は特有のぬくもりや味があり、多くの人に愛される一方、自然素材がゆえに腐食や退色など耐久性に劣る。また木材を加工できる職人の減少も原因の一つとしてあげられる。木材劣化の解決方法として、木材の表面に透明保護塗膜を施し、木材そのものの耐候性を向上させる方法を開発したアクリルシリコン系透明保護塗膜（保護塗膜 A）は既往の研究で木材の退色劣化の防止が可能であるという結果が出ているが実建物での適用実績は十分検討されていない。そこで、大平宿での建物保護の依頼に基づき、現地調査を行った結果、木質屋根材の修復が早急に必要であることが判明した。そこで保護塗膜 A を用いた葺葺復元計画をたて、現代技術と現地での地産地消を促す労務対策を踏まえた実施工検証を行った。

## 2. 研究概要

表 1 に研究の流れ、表 2 に木造復元工事を行う大平宿の地域特性、表 3 に調査・実験の項目及び内容を示す。本研究の葺葺復元工事計画では大平宿の建物群で飯田市が所有する 10 棟の中から、伝統木造保護対象建物（からまつ屋：建物 A）1 棟を例に行う。また本研究は建物 A の西面屋根の修復を通じた保護塗膜 A の活用方法の検討を最終目的とする。研究 1 では大平宿の現地調査を行い、本研究で修復工事する建物の屋根の選定を行う。研究 2 では研究 1 で選定した建物の屋根を修復するのに使用する材料の選定から材料調達労務分析、専門職人を有しない葺葺作成プロセス分析、材料施行処理改善に向けた人工乾燥処理、保護塗膜 A を用いた木材の修復サイクル長期化に向けた木材保護処理を行う。研究 3 では研究 2 で作製した葺葺に保護塗膜を塗布したものを使用して、建物 A の西面屋根の修復工事を想定した曝露試験を行い、色彩値のデータ観測を行う。研究 4 では本研究で得た復元工事労務分析から、保護塗膜 A による景観維持保存に向けた持続的労務対策の考案を行う。

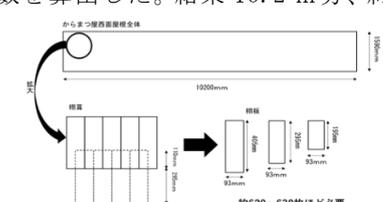
表 1 研究の流れ

研究 1	大平宿の現地調査と修復する屋根の選定
研究 2	修復材料の作製と保護塗膜 A を用いた保護加工の実施
研究 3	保護塗膜 A により保護加工された葺葺の曝露実験
研究 4	保護塗膜 A による景観維持保存に向けた持続的労務対策

表 2 木造復元工事を行う大平宿の地域特性

建物環境項目	内容
所在地	長野県飯田市上飯田 7929
年間平均気温	12.8 度 <sup>4)</sup>
気温の年較差	25.8 度 <sup>3)</sup>
年間日照時間	1939.6 時間 <sup>3)</sup>
年間雨量	1611.5mm <sup>3)</sup>

表 3 調査・実験項目及び内容

	実験項目	内容
研究 1	文献調査	伝統的な木造建造物を生かした地域活性化に関する調査報告書 <sup>1)</sup> (2014 年 6 月)、大平宿をのこす会 <sup>2)</sup> (2020 年 2 月)
	比較対象	からまつ屋、紙屋、水道屋
	決定箇所	からまつ屋 西面屋根 (10.2m × 1.59m)
研究 2	からまつ屋西面屋根修復に必要な葺葺枚数の算出	 <p>約 620~630 枚必要</p>
	使用材料	地産地消現地採取材（から松）
	試料の乾湿質量特性	乾燥重量差 (g)、質量平衡 (g)、乾燥重量増減率 (%)、平衡材齢 (h)、単位質量平衡材齢 (h/g) をデータ化
	試料表面保護	アクリルシリコン系透明保護塗膜
	復元材寸法	L:405 mm, M:295 mm, S:195 mm (形状: ○良好、×粗悪)
	塗布に使用する材料	ばんば、大割包丁、小へぎ包丁、割り台、銚、削り台
葺葺作成工程	大割 → 板割 → せんがけ	
研究 3	曝露角度	0°, 45°, 90° (紫外線、降雨影響あり)
	表面保護有無	アクリルシリコン保護あり、なし
	暗部有無	重ねしろ部分のあり、なし
	実試料曝露試験開始日	2020 年 11 月 29 日開始～(10 年予定)

### 3. 保護塗膜 A を用いた労務対策復元工事計画

#### 3.1 大平宿の概要

図 1 に復元工事を行う大平宿のマップ（広域）、写真 1 に大平宿の建物と地域材を用いた修復材料を示す。大平宿は長野県飯田市の標高 1200m の大自然の中に存在する宿場町であり、約 250 年の歴史をもっている。19 世紀に飯田市と木曾を結ぶ交通ルートとして栄え、その頃の名残として、現在も大平宿の建物群には旅人が軒先や前土間で休憩しやすいよう、建物正面の軒を深く出し、雨や日差しをしのぐ工夫がされた屋根である「せがい造り」が残されている。しかし昭和 45 年、大平宿の中心部の民家 4 件が焼失したのをきっかけに住民の総意として集団移住を決定し、昭和 45 年 11 月 30 日をもって解散した。現在は南信州観光公社が管理しており、昔の民家で非日常環境を体験できる宿泊施設として利用されている<sup>2)</sup>。

#### 3.2. 新たな復元部位を施工する建物の選定

現在の大平宿を視察し、新たな復元部位を施工する建物の選定を行った。この結果、屋根面積が小さく、平屋根で絡みがなく、西向きで西日のデータを採ることができることから、大平宿入口に位置する建物 A 西面の桁葺（写真 1a）に決定した。屋根面積の測定では実際の建物の屋根（写真 1b）を測定し、建物 A に残っていた桁板の寸法を基に建物 A 西面の桁葺復元に必要な枚数を算定した。

#### 3.3. 職人不足に対応した材料選定と調達労務分析

表 4 に地産地消材を利用した復元工事労務分析を示す。古くから日本では材料を地産地消し、その土地の風土や気候に合った建物を建築していた。そのため、この大平宿も現地に多く存在するから松が用いられており、修復も現地のから松を使用することにした。から松の人工林から選定を行う際、選定数日前の台風により、倒木したであろうから松（写真 1c）を発見し、長さ約 450 mm の丸太を 27 個切り出した。（写真 1d）なお、材料調達の人工は採取のみで 1 週間ほどかかったため、1.75 人工となる。

#### 3.4. 専門職人を有しない桁板作成プロセス分析

桁板作成プロセスとしては、まず大割包丁とばんばを使い、大割という作業で丸太から板割できる程の厚さに材長方向に割る。（写真 2a）次に小へぎ包丁とばんばと割り台を使い、板割という作業で実際に使用する厚さまで大割と同様材長方向に割る。（写真 2b、2c）最後に銚と削り台を使い、銚掛けという作業で板割で作成した板の厚さを小口と均等になるように削り、桁板の完成となる。（写真 2d）2 週間ほどで大中小の合計 630 枚ほどの桁板を作成することができた。なお、移動や事前準備で 7 週間、桁板作製は 1 日 8 時間作業で 2 週間ほど桁板を作成していたため人工は約 21 人工となる。

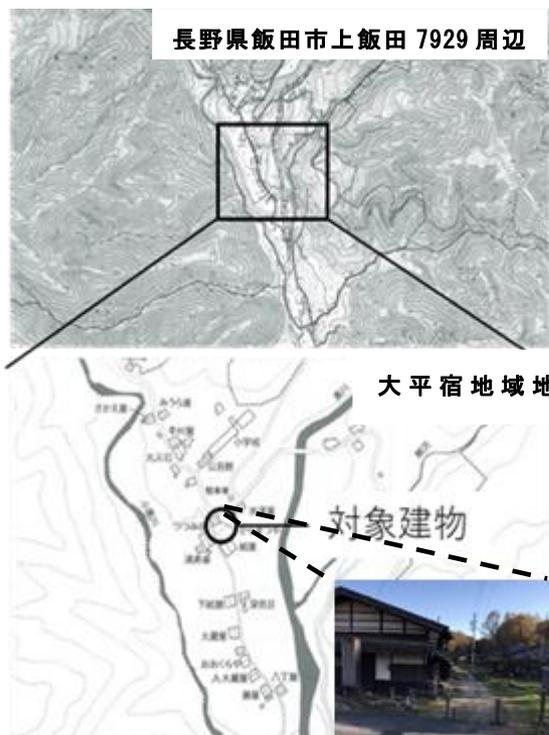


図 1 復元工事を行う大平宿のマップ（広域）



写真 1 大平宿の建物と地域材を用いた修復材料

表 4 地産地消材を利用した復元工事労務分析

項目	従来式専門工事	現地維持保全対応
丸太直径	1000 mm	約 480mm
丸太体積	約 9.420 m <sup>3</sup>	約 2.199 m <sup>3</sup>
作業時間	約 480 時間	約 56 時間
人工	15 人工	1.75 人工
○切り出し後		
木材長さ		約 450mm
木材個数		27 個

### 3.5. 材料品質調整改善に向けた人工乾燥処理

写真2e)に試験体1, 2, 3, 4, 5を示す。八王子キャンパスでは試験体である栩板5枚を選出し、乾燥機にかけ、1時間おきに重量を測るという行為を7回実施し、回帰分析を用いて乾燥重量変化を調査した。その後、扇風機で風を当て、3ヶ月ほど乾燥させた。この結果、図2により自然乾燥では約半年かかるところ人工乾燥処理を行うと17時間ですべての材を乾燥させることができるということが判明した。人口乾燥の人工は約7人工となる。

### 3.6. 木材の修復サイクル長期化に向けた木材保護処理

図3に木材保護処理前後の重量変化を示す。大きさや凹凸の有無がある栩板に木材保護処理を施したのち、その重量変化と塗装方法を調査した。凹凸のあるものを×、ないものを○で示す。塗装方法は、まず乾燥させた栩板にプライマー（下塗り材）を塗布し、約2~3時間ほど乾燥させる。プライマーが乾燥したことを確認し、十分に乾燥されていたら中塗りに入る。中塗りでは保護塗膜Aを刷毛で片面ずつ厚さが均等になるように塗り、12時間以上乾燥させそれを両面行う。保護塗膜Aが完全に乾燥しているのを確認し、最後の上塗りを行う。上塗りではつや消し剤を中塗り同様、刷毛を使い塗る。これも片面ずつ塗っていき1~2時間ほど乾燥させ、それを両面行う。なお、下塗りは人員1人、1日8時間作業で2日程、中塗りは人員2人で4日程、上塗りは人員2人で1日程、合計7日程度かかった。人工は約3.5人工となる。

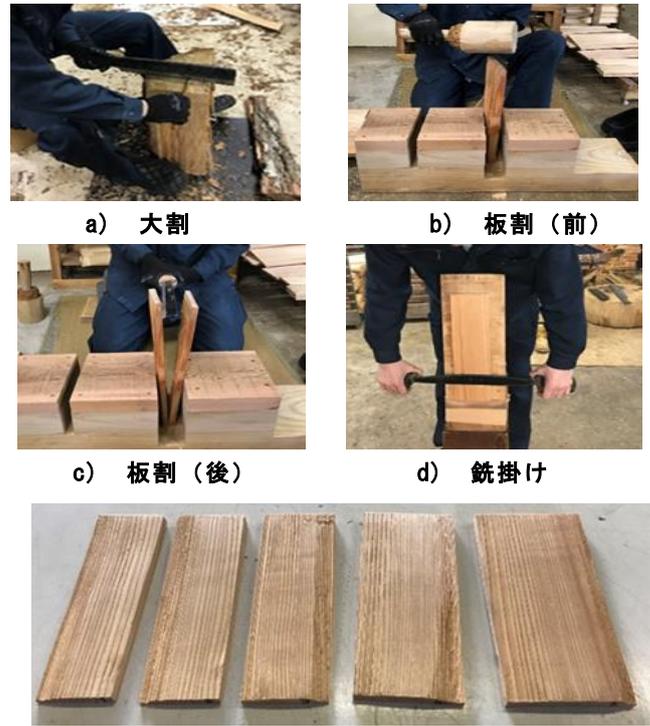


写真2 一般技術者による地産地消材栩板作製プロセス

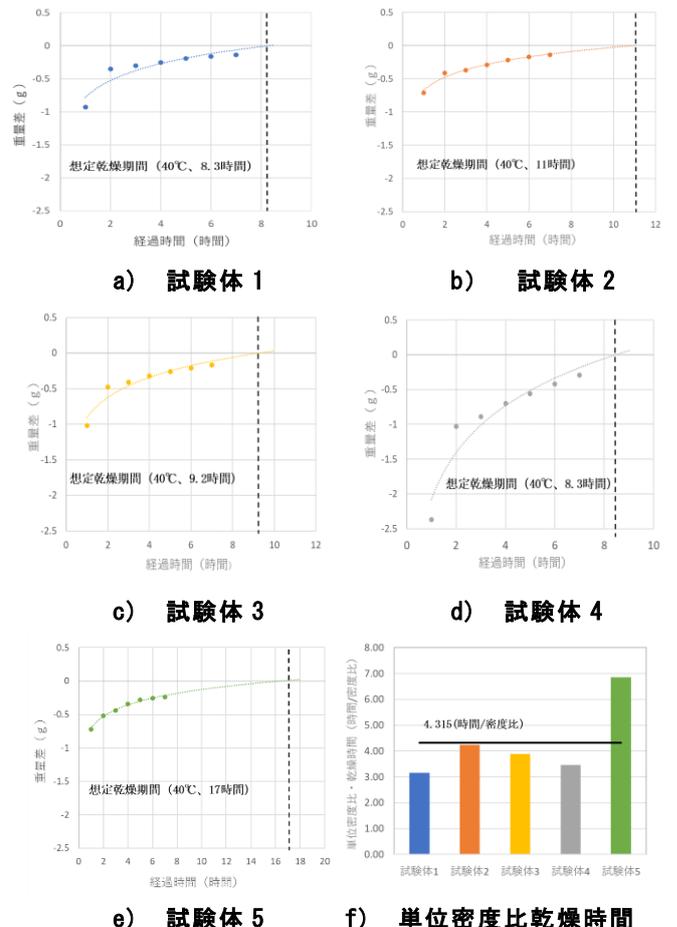
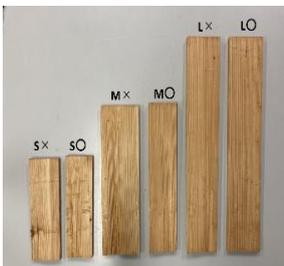
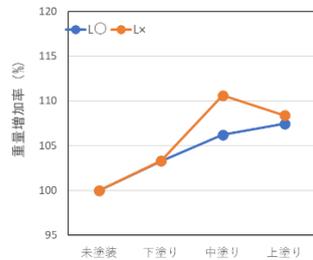


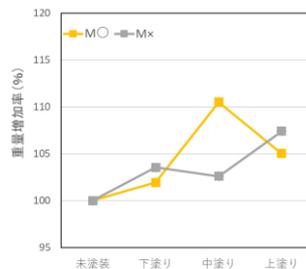
図2 労務対策となる各種材料の人工乾燥時間の推定



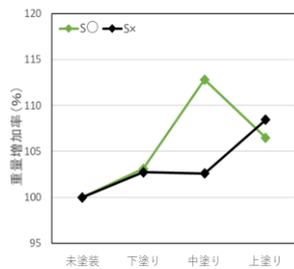
a) 試験体の概観写真



b) 試験体 (Lx, LO)



c) 試験体 (Mx, MO)



d) 試験体 (Sx, SO)

図3 木材保護処理前後の重量変化

#### 4. 大平宿の景観維持保存に向けた持続対策

##### 4.1. 地産地消材を利用した復元工事労務分析

表5と図4に各作業の人工を示す。大平宿の建物群は立地や職人不足の問題を抱えているため、維持保存に向けた持続対策を考える必要がある。材料調達では運搬コストや材料費を削減するために大平宿の周囲に多く存在するから松を使用し、コスト軽減を図った。結果、人工は15人工から1.75人工となり、13.25人工の削減に成功した。乾燥処理でも自然乾燥では最大半年かかってしまうが、機械を用いた人工乾燥が可能であれば、大幅に人工を削減することができる。栩板作成も道具がそろっていれば現地で行うことが可能で、運搬コストや作製依頼費用も削減することができる。保護加工では刷毛と乾燥棚があれば加工することが可能なため、現地で行うことが可能である。

##### 4.2. 地産地消材の屋外暴露試験

図5に板厚と屋外暴露の模式図、表6に暴露初期時の平均色彩値と重量を示す。実際に保護塗膜Aを塗布した栩板で建物Aの西面屋根を修復した際にどのような変化が予想されるか調査するために、暴露調査を開始した。

#### 5. まとめ

大平宿の建物群は立地や職人不足の問題があり、耐久性確保が難しいのが現状である。アクリルシリコン系透明保護塗膜の実績を確立することができれば、大平宿の建物の保護に貢献できると考えている。またこのアクリル系透明保護塗膜を用いる修復工事はアクリル系透明保護塗膜により一般技術者による材料作成でもある程度耐久性がでるため、専門職人を有せず作業を行うことが可能である。大平宿の周りには人口のカラ松林も多く存在するため、本研究を通して将来的には地域の地産地消も推奨できると考えている。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、生活文化同人の皆様、宮内智也様、本学修士課程の岡崎灌涵様、株式会社児島工務店の皆様、株式会社セブンケミカルの内藤真弘氏をはじめ共同研究各位皆様深く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 大平建築塾実行委員会（生活文化同人）「伝統的な木造建造物を生かした地域活性化」に関する調査報告書 森とむら活性化研究会 2014年6月 抜刷
- 2) NPO 法人大平宿をのこす会 (<http://www.oodaira.org>) 2020年2月10日引用
- 3) 長野地方気象台 (<https://www.jma-net.go.jp>) 2020年2月10日引用
- 4) 気象庁 (<http://www.data.jma.go.jp>)
- 5) 下地 啓太、木質外装材におけるアクリルシリコン系透明保護膜を用いた紫外線劣化による退色防止の検証、日本建築学会関東支部、2018

表5 各作業の人工

作業内容	従来式専門工事	現地維持保全対応
材料調達	木曾地域（50km）での調査・採取・運搬（合計2か月）過程 15人工	採取のみ1週間過程 1.75人工
栩板作製	伝統職人（島根県）によりプロの加算（移動1週間加算） 14人工	自身が現地で1週間作製実施 21人工
乾燥処理	天然乾燥で1ヶ月×30人工×6か月 180人工	乾燥機材例推定で1週間7人工
保護加工	かき渋で1ヶ月/1名 30人工	アクリルで1週間/2人 3.5人工
実施工	釘打ちのみ（8枚/1時間） 5人工	事前の孔あけ処理（8枚/2時間） 10人工

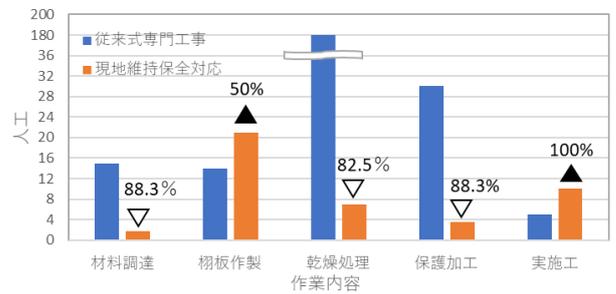


図4 持続的労務対策による各作業の人工の変化

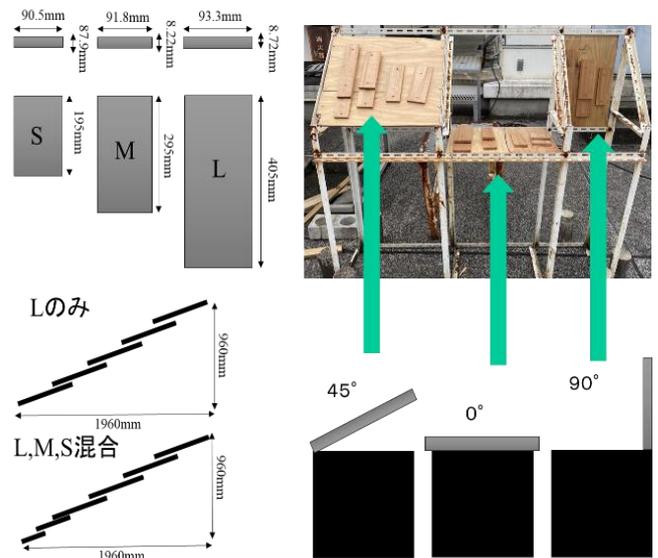


図5 施材板厚と屋外暴露の模式図

表6 暴露初期時の平均色彩値と重量

角度	保護塗装	L	a+	b+	重量 (g)
0°	なし	66.20	12.85	22.83	38.80
	あり	59.86	14.86	26.75	97.62
45°	なし	61.60	14.45	24.85	80.4
	あり	58.71	14.52	26.66	90.12
90°	なし	-	-	-	-
	あり	59.91	14.66	26.44	93.96