

屋根葺き仕様を変えた各種こけら葺き屋根の長期暴露性状の評価

DB15143 櫻井 瞭

1. はじめに

近年、日本では RC 造や S 造などが主流になり、古来より伝わってきた木を主体とした日本の伝統建築が減少傾向にあり、どう存続していくのかが問題となる。減少傾向にある要因として、技術者・職人の高齢化・減少やコストが大きくなってしまうなどの問題が挙げられる。また、伝統建築は文化的に価値が高い。観光資源としても有用であるため、保全保護を行い世代にわたり存続していくニーズがある。

伝統建築の中で、屋根の仕上げである「こけら葺き屋根」もその中の一つである。しかし、この「こけら葺き屋根」は現在でも保全保護方法が専門家により討論されている。また、設置する環境や仕上げの違いによる劣化の状況が明確になっていないのが現状である。

そこで長期間屋外で暴露された試験体を用い、方位や部位、仕上げ方による劣化の違いを分析する。また、試験体の劣化状況に合わせ適宜実験を行い、仕上げと環境による関係性も調査し、劣化の仕方の明確化を計っていく。そして、それぞれの関係性を分析することで最適な仕上げ方を導いていくことで、葺き替えの長期化につなげ、継続のコスト削減を狙う。

2. 研究概要

2.1 研究フローと内容

図 1 に実験の流れを示し、表 1 には今回の実験に用いた使用材料を示す。表 2 に研究全体の概要について示す。本研究ではこけら葺き屋根の劣化要因を調査することを目的として、7 年半暴露したこけら葺き試験体のデータ採取を行い仕上げや環境の劣化の関係性を結びつける。また、劣化と仕上げの関係性を調べるために適宜試験体を作成する。

2.2 こけら葺き既存の研究

2.2.1 山梨県での暴露実測

こけら葺き屋根を山梨県塩山にて 4 年間暴露した研究⁽¹⁾より、こけら材のひび割れ、表面が削れたことによるくし引きなどの劣化が見られた。また、銅板の有無による表面劣化の違いが見られた。試験体は銅版が入っているものと、入っていないもの二種類を用いて 2010 年から屋外で暴露されたものである。

色差計を用いて色差を測ったところ、L*は初めの 1 年間は大きく減少しているのが見られたが、その後は値が一定になっているのが見られた。a*、b*は安定した一定の値になるまでほぼ一定の減少傾向にあったが、a*においては減少が落ち着いたあとの数値に多少ばらつきが見られた。また、試験体下部に向け葺き込み銅板有の試験体の方が値が高く、銅板防腐効果は多少効果的である。

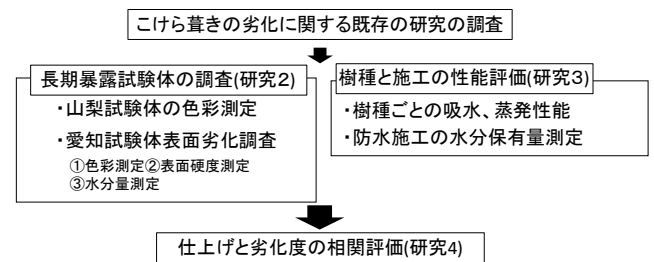


図 1 研究フロー

表 1 使用材料

	分類	項目	内容
研究 2	こけら材	杉赤身手割材	幅 80mm、長さ 45cm、厚み 3mm
	野地板	杉赤身材	幅 15cm、厚み 15mm
	葺き込み銅版	銅板	幅 60mm、長さ 1212mm、厚み 0.3mm
研究 3	こけら板	さわら	750mm×750mm
		人工杉	750mm×750mm
		天然杉	750mm×750mm
	ルーフィング	シーリング材	アスファルトシーリングで代用
	アルミテープ	アルミ	幅 50mm、厚み 0.1mm

表 2 実験項目と方法

	項目	方法
研究 1	文献調査	こけら葺き暴露に関する論文
研究 2	長期暴露試験体調査	表面硬度試験 規定の表面部をフォースゲージにて測定
		色差測定 規定の表面部を色差計にて測定
		水分量測定 規定の表面部を水分計にて測定
研究 3	ルーフィング入り試験体作成・実験	試験体作成 木材の種類、継ぎ目、防水材の有無の項目の違いを分けた、こけら材 10 枚を重ねた試験体作成
		内部水分保持量測定 試験体に対し擬似的に降水を再現し、その後の重さの変化によりどれほど水分を保持しているかを測定する。
		表面硬度試験 表面及び内部をフォースゲージにて測定

表 3 防水材試験体概要(研究 3)

種類(防水材)	割れ	内容
さわら(有・無)	割れ無し	750mm×750mm を 10 枚重ねたもの
	半割れ	750mm×750mm のこけら材の真ん中に割れ目があるものを 1 枚おきに 10 枚重ねたもの
	全割れ	750mm×750mm のこけら材の 7:3 になる箇所に割れ目を入れ左右に割れ目がくるように交互に 10 枚重ねたもの
天然杉(有・無)	割れ無し	750mm×750mm を 11 枚重ねたもの
	半割れ	750mm×750mm のこけら材の真ん中に割れ目があるものを 1 枚おきに 11 枚重ねたもの
	全割れ	750mm×750mm のこけら材の 7:3 になる箇所に割れ目を入れ左右に割れ目がくるように交互に 11 枚重ねたもの
人口杉(有・無)	割れ無し	750mm×750mm を 12 枚重ねたもの
	半割れ	750mm×750mm のこけら材の真ん中に割れ目があるものを 1 枚おきに 12 枚重ねたもの
	全割れ	750mm×750mm のこけら材の 7:3 になる箇所に割れ目を入れ左右に割れ目がくるように交互に 12 枚重ねたもの

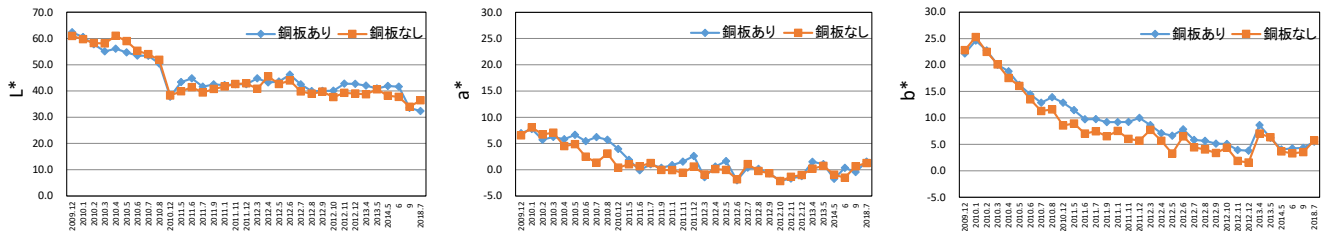


図2 銅板の有無による時間変化による色彩値の変化

2.2.2 山梨こけら葺き試験体 10 年目の測定

山梨県にて暴露されていた試験体が今年で 10 年目を向かえ最後の測定から大幅に期間が空いており再び色彩の測定を行うことにした。

図 2 に色差計にて計測した結果を示す。前回の測定から期間が開いたが $L^*a^*b^*$ とともに前回からの変化が見られず一定の値に到達することでそれ以上の退色が起こらないことが分かる。しかし、図 3 のように試験体表面に大きな劣化が起きていることが見て取れる。銅板葺き込み箇所は表面の劣化によるこけら材が薄くなっていたがその他の劣化はあまりひどくは無かった。それと対象に、銅板葺き込み無しの試験体はひび割れや櫛引がひどく、大きく劣化していることが見て取れた。

2.3 長期暴露試験体の調査

2.3.1 愛知県での暴露試験体の実測

図 4 の約 7 年半屋外にて暴露された試験体を用いて劣化状況の調査を行っていく。試験体の仕上げと表面の測定場所について図 7 に示す。使用材料は表 1 に示す。この試験体は部位によって銅版の有無やルーフィングの有無などの仕上げ方が異なりそれぞれが及ぼす要因を明確化していく。

2.3.2 実験方法

実験の方法は表 2 に示す。まず初めに表面部の劣化調査として水分量、色彩、表面硬度の測定を行う。試験体はそれぞれ異なる仕上げを採用している。葺き込み銅板の有無、銅板の差し込み方法で頭隠しか頭出しの違い、銅板の差し込みの時期の違いで分けられている。また、試験体 B にはアスファ

ルト防水シートが使われている。これらの違いから銅板葺き込みによる銅イオン効果を調査するため、銅板の上下での数値の違いを比べるために測定箇所を銅板付近に指定する。



a) ひび割れ

b) 櫛引

図3 山梨県暴露試験体



a) 試験体 A

b) 試験体 B

c) 試験体 C



d) 試験体 D

e) 試験体 E

図4 7 年半暴露試験体の写真

表 4 長期暴露試験体の表面状態分析結果

a) 仕上げ無し。南向き	b) 銅板あり。北向き	c) 仕上げ無し。南向き。
退色が進んでいるのみで劣化は見られない。	銅板下部には以前コケが生えていて白っぽくなっている。劣化は見られない。	A 部分のように横から吹き込む風により先割れなどがひどく見受けられる。
d) 仕上げ無し。南向き。	e) ルーフィング仕上げ。南東向き。	f) 銅板あり。南東向き。
B 部分に先割れが起きている。C 部分には藻のようなものが発生している。	D 部分のようにひどく劣化しており内部に腐りが見受けられる。	E 部分にカビが発生している。F 部分には先割れがおきている。
長期暴露試験体（撮影日 2017 年）		

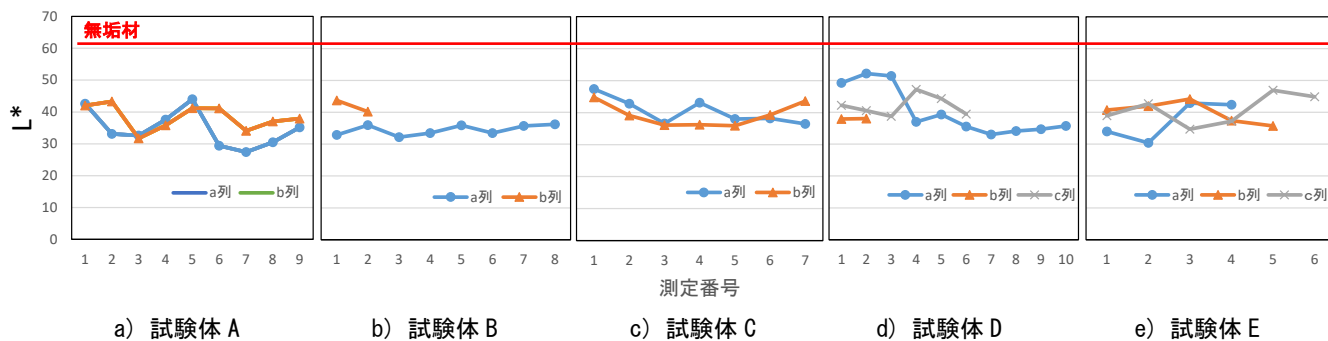


図5 試験体と無垢材のL*退色比較(1~10は試験体測定位置)

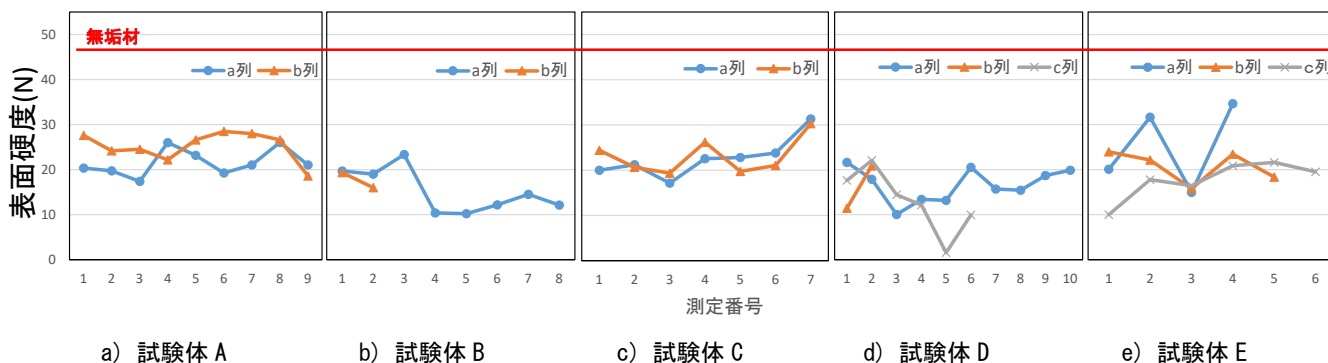


図6 試験体と無垢材の表面硬度(1~10は試験体測定位置)

2.4 長期暴露試験体の測定結果

図5に暴露試験体と試験体作成の際に使われた無垢材との明度の比較、図6に表面硬度の比較を示す。また、表4に示すような試験体の表面劣化が見受けられた。

測定の結果L*値、a*値、b*値ともに無垢材と比べ大きく退色していることが分かった。また、試験体の下部に行くにつれて雨による水の影響を受けやすいため、試験体の上部に比べ退色がやや進んでいる傾向に見られた。表面硬度においては無垢材と比べ大きく減少し数値が約半分ほどになっていることがわかる。試験体の上部に比べ下部の方が、表面硬度が大きい値であったため、葺き込み銅板による銅イオン効果の影響を受けていたのではないかと考える。また、ルーフィングを挿入している部分ではカビによる劣化が生じている箇所があり表面硬度が一桁台にまで減少しているのが見られた。

今回水分量の測定も行ったが、試験体の水分量を水分計が認識できず測定を行うことが出来なかった。この原因として考えられるのが、表面の劣化が進みこけら材が薄くなりすぎてしまい正常に測定できなかつたか、水分量が極限まで減ったことにより水分計にて測れる最低値を下回ったことが原因と考える。

3. 樹種と施工仕様の違いによる長期利用への研究調査

3.1 実験方法

長期暴露させた試験体のルーフィングを導入した部位が他の部位に比べ著しく劣化しており、その原因の1つとして考えられるのが防水材による内部の湿気によるものと考えられる。そこで樹種の違いや防水材を用いた施工方法による湿気の及ぼす劣化の違いについて調査する目的で行う。

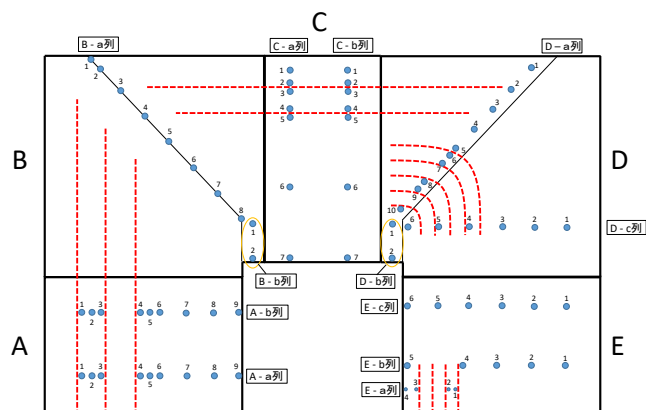


図7 暴露試験体の銅板部分と測定箇所

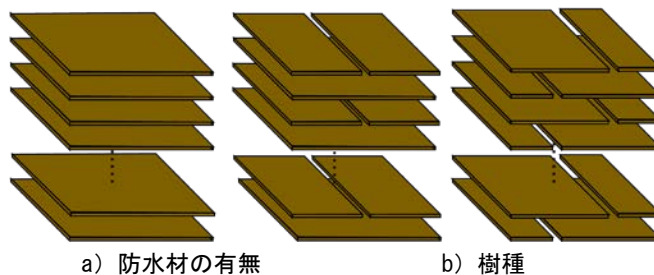


図8 長期使用を想定した割れ方モデル

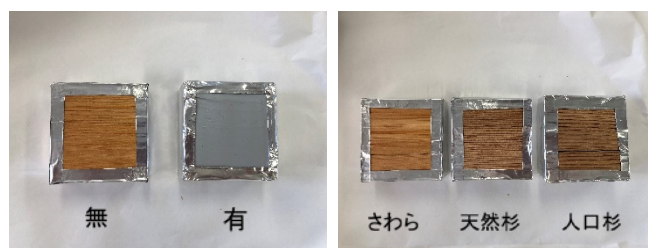


図9 こけら下への防水仕様試験体写真

3.2 樹種ごとの保水性の評価

まず初めにこけら葺き屋根に用いられる樹種の雨による影響の違いを調査するために、人口杉、天然杉、さわらの3種類のこけら板を用いて水分の吸収量と発散量を比較することで最適な材木を調査する。

図10のa)に示すように8cm×8cmの3種類のこけら板をそれぞれ3枚ずつ切り出し、図10のb)のようにそれらを加湿器を用いて湿度を高めた箱の中に入れ3時間放置しそれぞれの吸水量を計測した後、時間経過ごとの水分発散量を測定する。

図11のa)に計測結果を示す。この結果からこけら葺き屋根によく用いられるさわらは他の樹種に比べて大きく水分を吸収してしまうが、その後の時間経過による水分の発散する量が他の試験体に比べ早いこと最も適していることが分かった。

3.3 防水材の有無の違いによる水分の保有量評価

表2に実験項目と内容を示す。表3、図8図9に示すよう試験体の木材の種類、防水材の有無、割れの有無の3つの違いの試験体の一つずつ作成する。防水材はルーフィングの代わりにシーリング材で代用する。

表2に実験方法を示す。今回の実験は疑似的に降水を再現するために、図10のb)のように加湿器を用いて湿度を高めた箱の中に試験体を6時間水分を与えた後に吸水量を計測し、その後の時間経過ごとの水分発散量を測定する。

実験結果を図11のb)、c)、図12のa)、b)に示す。今回の実験では割れがあることで水分の吸水量が多くなるがその後の水分減少量はほぼ等しく発散することが分かった。また、防水材がないことで水分の吸水量が増えることが分かり、その後の水分減少量は防水無の方が大きい。

4. まとめ

本研究では以下の知見が得られた。

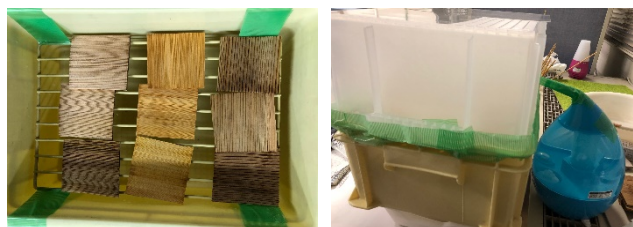
- 1) 研究1の試験体は前回の測定から数値データの変動はあまり見られなかったが、表面劣化の進行が見られた。
- 2) 研究2の愛知の長期暴露試験体より、防水材を用いたことによる劣化の進行、銅板による退色、劣化の抑制を確認できた。
- 3) 研究3よりさわらの水分発散の優勢を見て取れた。また防水材があることによる水分吸水量の違いを確認できた。

参考文献

- 1) 柴田圭、屋外暴露したこけら葺き屋根の物理屋根の物理的経年劣化とむくり処理の評価 日本建築学会関東支部論文報告書、2015

謝辞

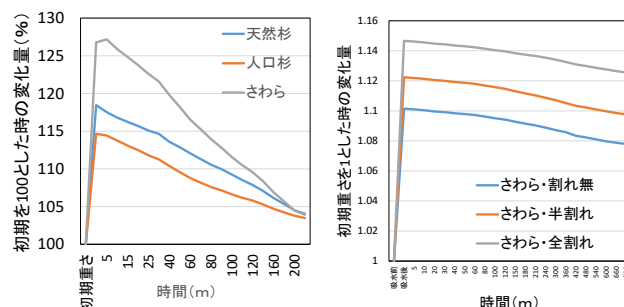
本研究は、実施にあたり株式会社安藤・間関係者各位、伝匠社・石川工務店関係者各位より助力を賜り、平成30年度工学院大学私大研究ブランディング事業の一部である。



a) 単板保水試験

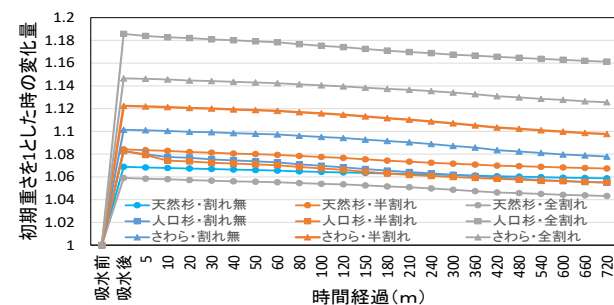
b) 内部加湿方法

図10 防水加湿-内部水分評価試験



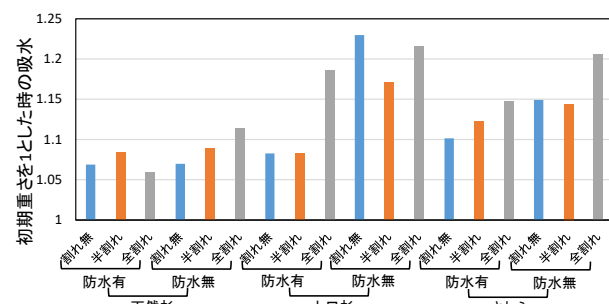
a) 単板保水率質量変化

b) さわら測定例(防水)

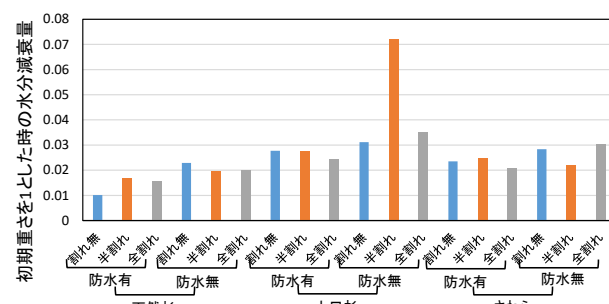


c) 全種類測定結果(防水有)

図11 こけら屋根要素試料の含水・放水質量変化(防水有)



a) 水分吸収比率



b) 水分発散比率

図12 各種こけら葺き要素試料の水分保持性