

コンクリートパネルへ貼り付けた天然木突き板の仕上げ性評価

DB12051 稲垣 知大

1. はじめに

日本人は木材との関わりが深い。日本の国土の 6 割を超える面積が木に覆われ、古くから建築はもちろん、筆筒などの家具から、桶や髪飾りといった小物に至るまで、木材はその生活に深く根付いている。木材を内装に多く用いた建築の方が安らぎを感じるという調査¹⁾もあり、日本人と木材の関係は切り離すことはできない。

しかし、現在の日本ではオフィスビル、商業施設、マンション、戸建住宅までも鉄骨造や鉄筋コンクリート造が用いられ、特に高層建築は法律で厳しく条件が設けられている²⁾。その壁材に用いられるのは多くが無機系壁材であり、その仕上げにはプレキャストでレンガなどが用いられることはあるが³⁾、そこにプレキャストで木材が用いられることはない。

そこで本研究では木材を張付けた無機系建材を用いて貼付木材の評価を行う。図 1 に本研究の流れを示す。

地域貢献とし成り立つと考えられる。

2.2.2 押出成形セメント板に関する調査

押出成形セメント板の製造販売を行っている某企業の方と打ち合わせを行った。現在、木材を張付けた無機系壁材の製品

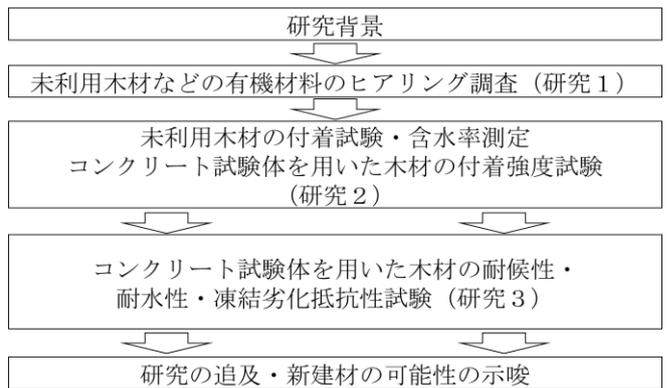


図 1 研究の流れ

2. 研究概要

2.1 研究項目

表 1 に研究内容、表 2 に使用材料、表 3 に研究 2 及び研究 3 で行う実験の要因と水準を示す。研究 1 として本研究に関する調査、研究 2 として木材の付着強度、未利用木材の諸特性と付着強度の評価、研究 3 として劣化要因別の木材の耐久性評価として、耐候性試験、耐水性試験、凍結劣化抵抗性試験を行う。

2.2 木質張付押出成形セメント板に関する調査

2.2.1 オオイタドリに関する調査

イタドリに関する調査では北海道に拠点を置く企業の方とヒアリングを行った。イタドリとは竹に形状が似た多年草草本、北海道西部以南の日本各地に分布し繁殖量が強く問題となっている。イタドリ、特に北海道に分布しているオオイタドリはその名の通り大きく成長し、その高さは 2m 近くになり、現在、道が出資をして処分を行っている。そのオオイタドリに建材への使用という付加価値を与えることができれば

表 2 使用材料

分類	記号	項目	密度 (g/cm ³)
基材	C	コンクリート平板	2.7
接着材料	e	エポキシ系接着剤	-
	q	シリコーン樹脂系接着剤	-
	u	ウレタン系接着剤	-
	p45	セメントペースト (W/C=45)	-
	p35	セメントペースト (W/C=35)	-
木材	p30	セメントペースト (W/C=30)	-
	S	杉 (ツキ板)	0.38
	B	竹 (集成材をスライスしたツキ板)	0.65
	O	オオイタドリ (軟部有)	-
	N	オオイタドリ (軟部無)	-

表 3 実験の要因と水準

項目	要因	水準
被着面	接着面処理	乾いた布によるふき取り
	施工方法	基材にこて塗り
木材	樹種	杉 (ツキ板), 竹 (ツキ板), オオイタドリ
	接着性能	エポキシ樹脂系接着剤, ウレタン樹脂系接着剤, シリコーン樹脂系接着剤, セメントペースト
接着性能	接着剤の種類	エポキシ樹脂系接着剤, ウレタン樹脂系接着剤, シリコーン樹脂系接着剤, セメントペースト
	接着剤の量	8g, 6g, 4g, 2g
	暴露試験の材齢	1週, 2週, 3週, 4週
試験体の設置場所	試験体の設置場所	屋外
	基材	コンクリート板
セメントペースト配合	コンクリート板	300mm × 300mm
	水セメント比	W/C=45, 35, 30 (%)
セメント	セメント	普通ポルトランドセメント

表 1 実験項目と内容

研究番号	項目	内容
研究1	オオイタドリに関する調査	オオイタドリの建材への使用の可能性をヒアリング調査 (2015年5月27日)
	押出成形セメント板に関する調査	押出成形セメント板の調査 (2015年6月5日)
	ツキ板に関する調査	ツキ板の調査 (2015年5月13日)
研究2	オオイタドリに関する調査の含水率測定	乾燥試験によりオオイタドリの含水量を求める (2015年10月6日)
	モルタルを用いたオオイタドリの張付け実験	コンクリートにモルタルを用いてオオイタドリを張付け、引張強度試験を行う (2015年4月22日)
	接着剤の種類による木材付着強度試験	接着剤の種類による張付け木材の付着強度試験を行うとともに、含水率計を用いて基材とツキ板の含水率を測定する (2015年10月3日)
研究3	接着剤の量による付着強度試験	接着剤の量の違いによる張付け木材の付着強度試験を行い、引張強さを測定するとともに、含水率計を用いて基材とツキ板の含水率を測定する (2015年10月10日)
	張付け木材の耐候性試験	屋外暴露試験により張付け木材の色差劣化、付着強度変化の観測を行う (2015年12月28日)
	張付け木材の耐水性試験	吸水乾燥試験によりコンクリート平板に張付け木材の外観検査、色差劣化の測定を行う (2016年1月5日)
	張付け木材の凍結劣化抵抗性試験	張付け木材を冷凍試験により、外観検査、色差劣化の測定を行う (2016年1月9日)

はなく、それを実現させるために必要な性能は多く、特に木材を仕上げに用いることで生じる短所、耐火、腐敗といった条件を満たす必要があり、それら評価とともに付着強度を確保する必要がある。

2.2.3 ツキ板に関する調査

使用する木質系パネルとして、ツキ板の使用を考え、ツキ板製造の大手企業の方とヒアリング調査を行った。ツキ板とは厚さは0.2mm、0.5mm、また樹種によっては1mmに木材を加工したもので、国産材の中には間伐材の利用を主な目的として杉や檜がある。また、オオイタドリに形状の似た、竹のツキ板も存在するが、こちらは細い竹をいくつも接着剤を用いて面を作りそれをツキ板として加工したものである。

そこで本研究ではオオイタドリに、杉と竹のツキ板を用いることとする。

2.3 オオイタドリの水分含量測定・張付け引張試験及び、張付け木材の付着強度試験

2.3.1 オオイタドリ水分含量測定

オオイタドリの含水量を、乾燥試験により求めた。オオイタドリが届いた状態の試験体を二つ用意し、105±5℃の加熱炉に置き、1時間ごとに質量を計測し、質量変化が停滞したときを完乾燥とし、以下の式(1)より、含水率を算定した。

$$\text{含水率(\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \dots \dots \text{式(1)}$$

ここに、 m_0 :試験体乾燥時の質量(g)
 m_1 :試験体採取時の質量(g)

オオイタドリの質量変化はおよそ27時間後止まり、含水率はおよそ26%と算定された。これは建築に利用される木材に比べ値が少し大きく、使用する際には乾燥過程を経ることを必要とすると推察される。なお、3時間後以降、大きな質量変化は観測されなかった。

2.3.2 モルタルを用いたオオイタドリの張付け実験

コンクリートにモルタルを用いてイタドリの付着試験を行った。イタドリを開くと、内側には柔らかいスポンジのような部分が存在した。その部を削いだものと、開いた状態のものとの試験体を作成し、デジタルフォースゲージを用いて引張力を測定し、引張応力を算定した。

図2として材ごとの引張応力の差を示す。結果として、部を取り除いたものの方が強度の発現が見られたが、十分な強度があったとは到底言えない状態であると言える。

2.3.3 接着材料の種類による張付け木材の付着強度試験

45mm×45mmの突き板をコンクリート板にエポキシ系接着剤、シリコーン系接着剤、ウレタン系接着剤、セメントペーストをそれぞれで用いて張付け試験体を作成し付着強度試験を行った。付着強度を図4に示す。結果、ウレタン系では目標強度である0.4(N/mm²)に達せず、また竹のセメントペーストではブリーディングを竹が吸収、乾燥することでツキ板が反ったため付着せず、強度試験を行うことができなかった。

2.3.4 接着剤による張付け木材の付着強度試験

前実験より、不良が発生しなかったエポキシ樹脂系とシリ

表4 木質張付け成形セメント板に関する調査

調査項目	内容
調査1 オオイタドリに関する調査 2015年5月27日	<ul style="list-style-type: none"> 北海道をはじめ、オオイタドリという植物が問題になっている。 川沿いだけでなく、国道沿いなど広く分布している。 現在、北海道では出資してオオイタドリを処分している。 しかし、そのオオイタドリを建材としての需要を持たせることができれば地域貢献として成り立つ。 北海道に分布しているオオイタドリは高さ2mを越える。(イタドリは日本全国に分布)
調査2 押出成形セメント板に関する調査 2015年5月13日	<ul style="list-style-type: none"> 現在、鉄骨造や鉄筋コンクリート造の壁材には押出成形セメント板か、軽量発泡コンクリートが用いられる。 押出成形セメント板に木質パネルを張付けた製品はどの企業にもない。 木質パネルを張付けるとなると、防火、腐敗の観点の問題になる。 外壁に用いるとなると、腐敗や耐候性ということを考える必要があるが、製品として、内壁や間仕切壁に用いるならば、十分可能性がある。
調査3 ツキ板に関する調査 2015年6月5日	<ul style="list-style-type: none"> 国産のスギ、ヒノキは多摩産の間伐材が主で、その利用が理由の一つ。 竹(バンブー)の取り扱いもある。 厚さは0.2mm、0.5mm、また樹種によっては1mmが可能。

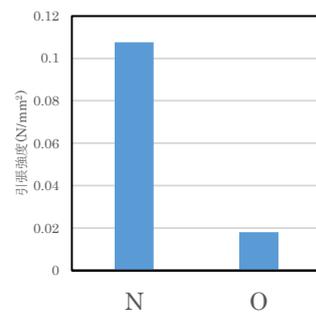


図2 引張強度の差

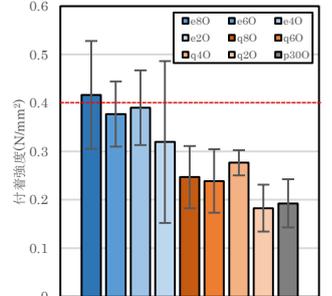
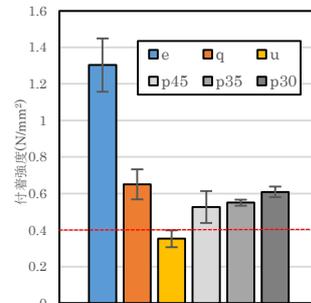
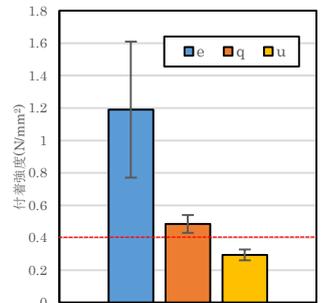


図3 オオイタドリの付着強度

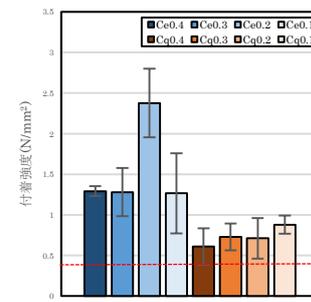


(a) 杉

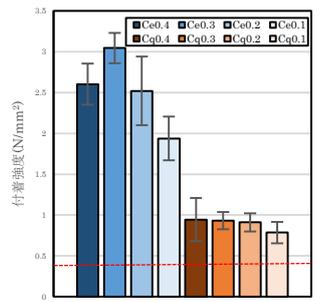


(b) 竹

図4 接着剤の種類による付着強度



(a) 杉



(b) 竹

図5 接着剤の量による強度差

コーン樹脂系の接着剤を用いて、単位面積 (cm²) あたり 0.1g、0.2g、0.3g、0.4g の付着強度試験を行った。結果を図 5 に示す。結果、接着剤量による付着強度の相関はなく、いずれも目標強度を満たしていた。

2.3.5 張付けイタドリの付着強度試験

コンクリート平板にエポキシ樹脂系、シリコン樹脂系接着剤、セメントペースト (W/C=30) を用いて張付け、付着強度試験を行った。付着強度を図 3 に示す。結果、多くの試験体が目標強度を満たせず、また、木材破断が確認されたため、現状の方法では、オオイトドリを建材へ利用することができない。

2.4 張付け木材の劣化要因ごとの評価

2.4.1 張付け木材の耐候性試験

コンクリート平板に木材を張付け、屋外暴露試験を行い木材の色差劣化の観測、付着強度の変化の観測を行う。図 6 に L*a*b*表色系の概念図、写真 1 に暴露試験の様子を示す。色差測定は色差計 (CR13) を使用し、L*a*b*値による評価を行う。L*値は明度を表し、値が高いほど白、低いほど黒に近づく。a*b*値は色相・彩度を表す。a*値が高いほど赤に近づき、低いほど緑に近づく。b*値が高いほど黄色に近づき、低いほど青に近づく。図 7 に L*値、図 8 に a*値 b*値の変化のグラフを示す。また、図 9 に付着強度変化のグラフを示す。結果 L*値においては杉のシリコン以外は平均的に大きな変動はなかった。杉のシリコンでは辺材が使われたため、変化が他と挙動が異なると考察される。

なお、付着強度試験ではいずれの試験体においても目標強度である 0.4 (N/mm²) を上回っている。

2.4.2 張付け木材の耐水性試験

コンクリート平板に木材を張付け、試験体を湿潤状態にし、105±5℃の炉に 20 分間入れその後、目視による外観検査及び色差劣化の観測を行った。図 10 に L*値、a*値、b*値の変化のグラフを示す。結果、杉の L*値、b*値において小さくなった。a*値においては材による劣化の相関が確認されなかった。また、竹においてはすべての試験体で大きく変動することがなかった。目視による外観検査では割れや膨れは確認されなかった。

2.4.3 張付け木材の凍結劣化抵抗性試験

コンクリート平板に木材を張付け、気中凍結気中融解を行い、外観検査、及び色差劣化の観測を行う。試験体を湿潤状

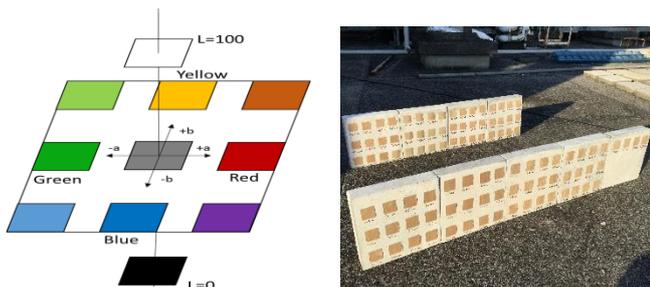


図 6 L*a*b*表色系の概念図



写真 1 暴露試験詳細

態のものと乾燥状態のものを使用し、家庭用冷凍機にて試験体を氷点下に置き、その後、室温にて融解・乾燥後に外観検査と色差測定を行った。図 11 に L*値、a*値、b*値を示す。

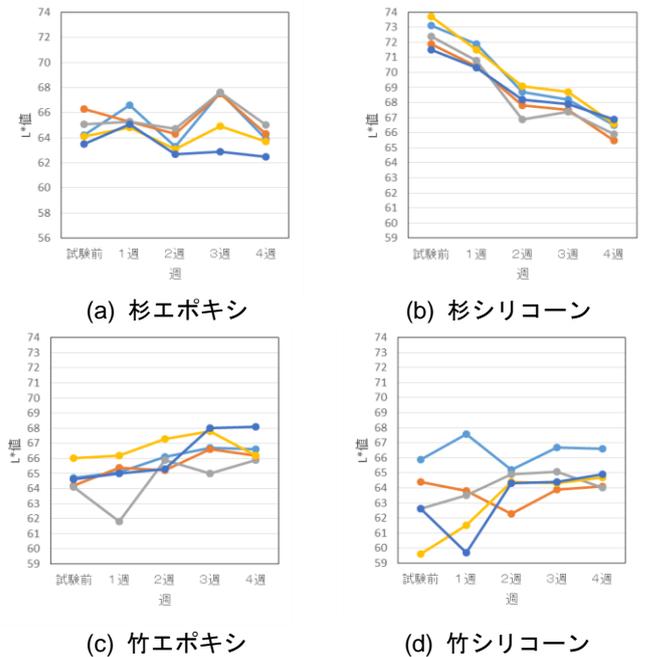


図 7 暴露試験における L*値 (0~4 週)

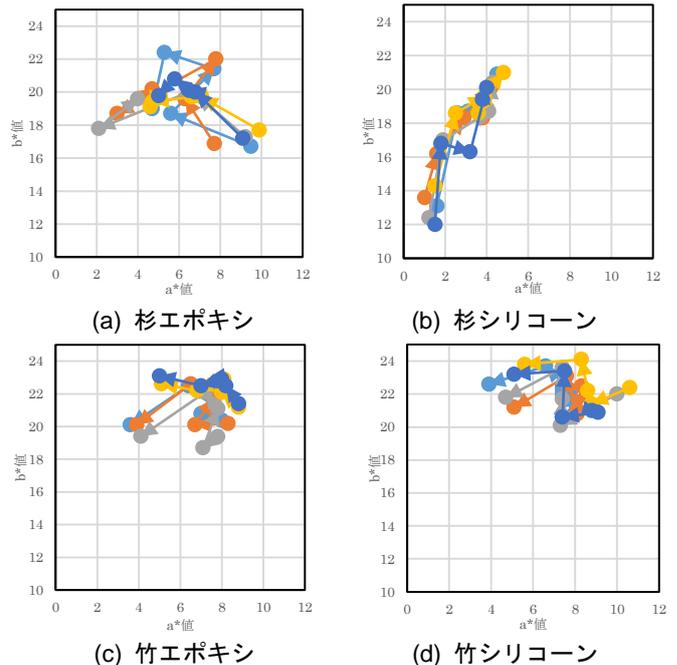


図 8 暴露試験における a*値 b*値 (0~4 週)

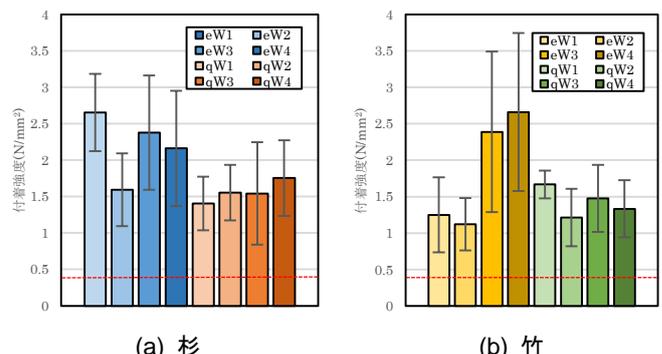


図 9 暴露試験における付着強度の変化 (1~4 週)

結果、竹の L*値、a*値は材、また要因による劣化の相関は確認されなく、b*値では乾燥試験体で変化がなかったのに対し、湿潤試験体においての値の増加が確認された。杉では L*値が顕著に変化をし、湿潤試験体は乾燥試験体に対して、エポキシで 330%、シリコンで 550%変化に差が確認された。

3. まとめ

オオイタドリは現段階の建材への利用方法では要求性能を満たすことができない。また竹のツキ板は乾燥過程で反りが生じるため、セメントペーストのブリーディングにより付着がなされなかった、しかし反る力より付着強度が発現されていれば問題ない。

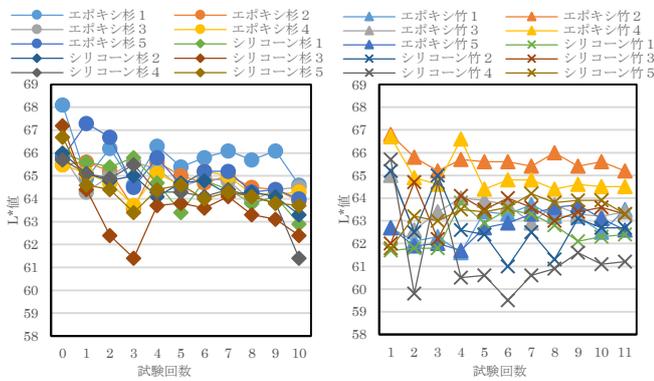
竹に比べ、杉のツキ板の方が、色差劣化が顕著に確認されることが多く、また杉の場合、心材、辺材とでももとの色差が異なるため、変化も異なることが確認された。

参考文献

- 1) 木質科学研究所木悠会：木材なんでも小事典 秘密に迫る新知識 76、2001年11月20日
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 27 乾式外壁工事 2011、2011年6月15日
- 3) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 19 陶磁器質タイル張り工事、2005年2月25日
- 4) 日本規格協会：JISハンドブック 8 建築 I 材料 2005、2005年1月31日
- 5) 日本規格協会：JISハンドブック 8 建築 II 試験・設備 2005、2005年1月31日

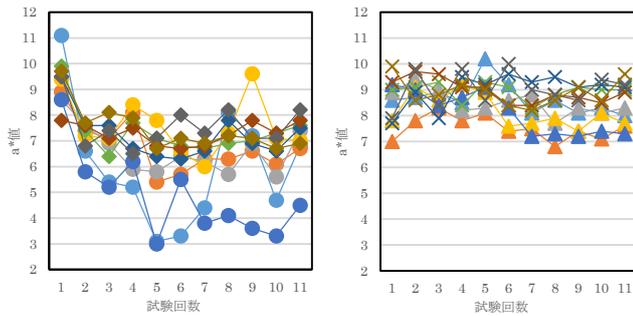
謝辞

本研究の実施にあたり、株式会社ノザワ針原光成様、株式会社北海道裕雅高柳雅保様、北三株式会社平凌様、関係各位より多くの助力を賜り感謝いたします。



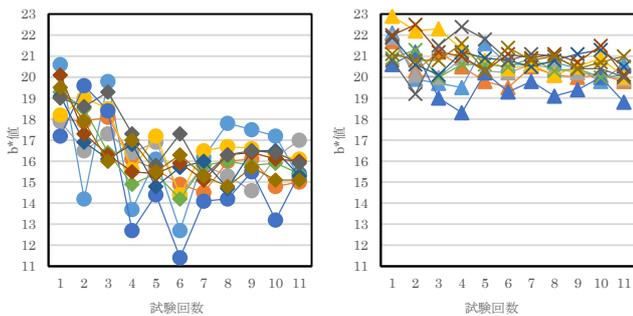
(a) 杉の L*値

(b) 竹の L*値



(c) 杉の a*値

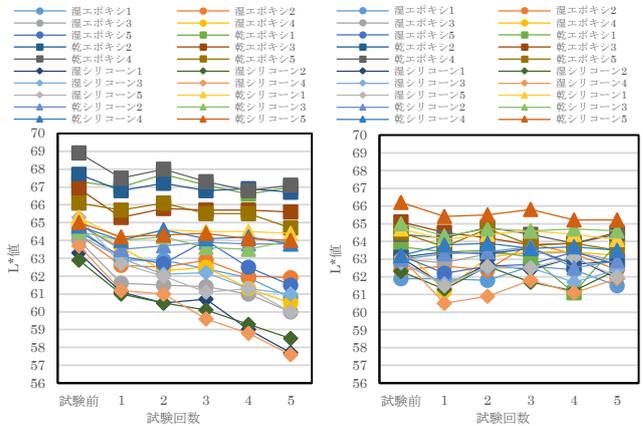
(d) 竹の a*値



(e) 杉の b*値

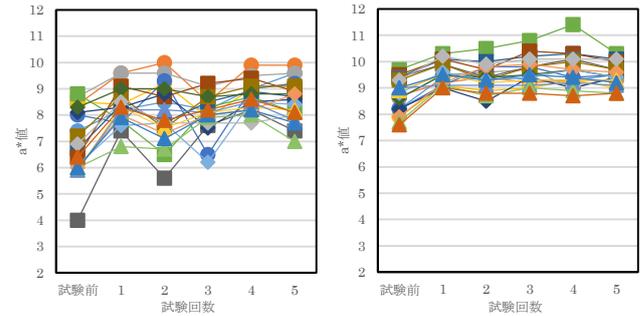
(f) 竹の b*値

図 10 耐水性試験における色差劣化



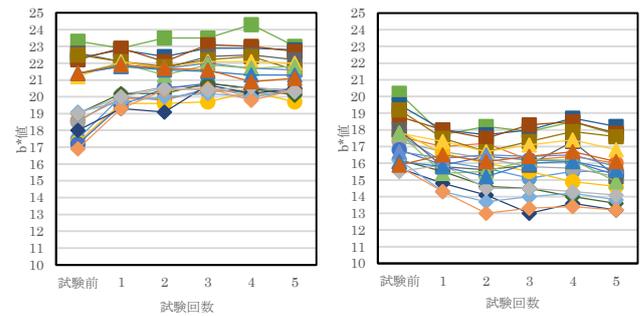
(a) 杉の L*値

(b) 竹の L*値



(c) 杉の a*値

(d) 竹の a*値



(e) 杉の b*値

(f) 竹の b*値

図 11 凍結劣化抵抗性試験における色差劣化