

天然鉱物含有型・仕上塗材の経年劣化におけるエイジング効果等の品質評価

DB-12097 柏井 翔太

1. はじめに

現在、建築仕上材においてタイル等の剥落や劣化等が原因となり改修工事等が行われている。仕上塗材はタイルの剥落による安全性の問題から見ても損傷損害リスクが少ない。そこで、剥落や劣化等の問題点があり見られない仕上塗材ではどうなるのかと検討が必要と考えられた。この問題点を改善させる方向に繋がるのではないかと感じ、無機と有機を融合させた仕上塗材に着目した。従来の仕上塗材での吹付や塗付では施工後の汚れや劣化などが見られ、仕上塗材の吹付けをし直すといった手間とコストが生じると考えられた。今回の仕上塗材は天然鉱物を焼結し、無機物と有機物を融合させた仕上塗材であり、様々な仕上塗材がある中で、日本古来の土壁調の塗壁があり、経年劣化も風合いやエイジングとして受け取られるといった特徴がある。本研究ではこの仕上塗材を塗布した試験体を用いて暴露試験をし、経年劣化における色彩劣化や汚れの付着、エイジング効果等の品質評価を検討する。

2. 研究概要

2.1. 天然鉱物含有型・仕上塗材におけるヒアリング調査

天然素材含有の土壁調の仕上塗材が、暴露試験及び官能検査の評価の結果から、経年劣化によりエイジング効果を楽しんでもらう目的のある仕上塗材である。従来の仕上塗材で、光沢を用いたアクリル樹脂の仕上塗材等では汚れないよう手入れをすれば光沢は持続し美観も保たれる。一方、天然鉱物含有型の土壁調の仕上塗材では海岸沿いの建築物や市地の建築物、緑の多い場所での建築物によって、色の用途を使い分けることにより、エイジング効果の感じられる時期も変化してくるといった効果がある。よって特別に手入れするといった事も無く、美観が保たれると考えられる。この研究成果から根拠を得られるには数年は必要だが、数年の汚れを想定した汚れ試験を行い官能検査の評価を行う。

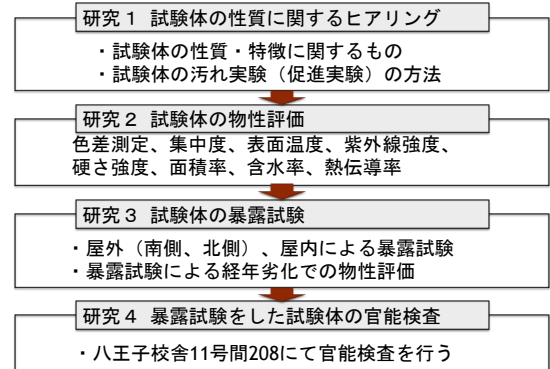
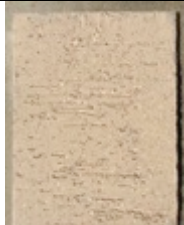


図 1 研究の流れ

表 1 使用材料

使用材料	天然鉱物含有型-仕上塗材（210mm×300mm）		
成分	アクリルシリコン樹脂、天然鉱物（貝、砂、石）		
色	Bla(ブラック),Wh(ホワイト),Gr(グレー),Blu(ブルー), Re(レッド),Ye(イエロー),Or(オレンジ),Br(ブラウン), LBr(ライトブラウン),Ch(チャコール),Be(ベージュ), Au(オーバーン)		
a) Bla		b) Wh	c) Gr
			
d) Blu		e) Re	f) Ye
			
g) Or		h) Br	i) LBr
			
j) Ch		k) Be	l) Au
			

2.2. 仕上塗材試験体の物性評価および暴露試験

試験体に使用する材料は土・砂・石に天然鉱物（雲母や貝殻）を含み凹凸や素材感を持つ仕上塗材である。

2.2.1. 仕上塗材試験体の暴露試験

図1が試験体の屋外暴露を始めた状態である。物性評価の段階では暴露試験を開始した段階（イニシャル値）をとった。L*a*b*値、集中度、面積率、紫外線強度、硬さ強度、表面温度を記録した。

屋外暴露については八王子校舎の屋上を利用し北側と南側にて試験を行う。屋内暴露についてはダンボールに入れて保管し常時紫外線や雨風を受けないようにするものとする。

データのとり方については毎月が理想であるが、屋内についてはほとんど変わらないことを予想できる為6ヶ月ごとにデータをとるものとする。

2.2.2. 八王子の試験体における色差測定方法

図2にL*a*b*表色系の概念図を示す。色差を測定する方法は色差系を用いて測定し、L*a*b*で評価する。L*は明度を表し、色相・彩度を表す式座標をa*b*で表す。色の明度L*は0~100で表され、0に近い値を黒、100に近い値を白としている。a*は-60~60で表され、負の値である-60~0は緑、正の値である0~60は赤を表している。

2.2.3. 仕上塗材試験体の色差測定の結果と考察

試験体は1枚につき12箇所データを取っており、左側半分の6箇所と右側半分の6箇所に分けて記録するものとする。グラフの表すデータは12箇所の平均の値を算出する。

図4,5,6は、6月9日にイニシャル値をとり、一ヶ月に1回のペースで半年間データをとったグラフである。図4のグラフはX軸にa*値Y軸にb*値をとったものであり、図2のL*値を除いたL*a*b*表色系の上にグラフ化したものである。図4のc),d)は数値をまとめて拡大したものである。図5,6は屋外の北側と南側にある暴露試験体からL*a*b*をそれぞれ数値をとりX軸に月、Y軸に数値を記録したグラフである。

結果的に若干ではあるが変化が見られてきている。数値にすると0.3~0.5%ほどの変化である。L*値では、Wh, が若干低下しているように見られるがほとんど変化は見られない。a*値では全体的に右肩下がりの挙動が見られる。b*値でも右肩下がりの挙動が見られるがWh,Beが目立って低下しており、L*a*b*の中でも一番大きな変化

であった。全体を通してみると、紫外線の影響があると予想していたことに反して、南側も北側も同じような結果となった。目視ではほとんど変化が感じられない状態となっており、今後の予想としては数値は変化していても肉眼でわかるほどの変化は見られない状態が数年は続くのではないかと考えられる。

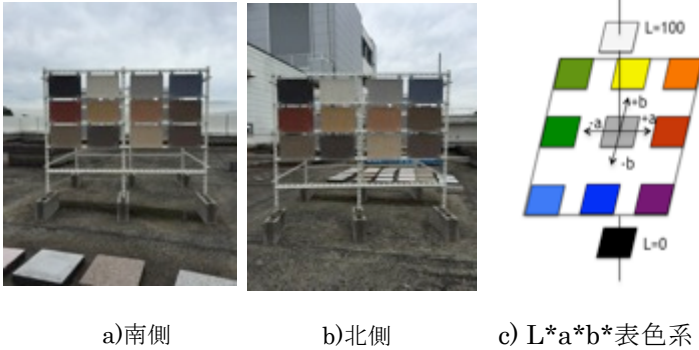


図2 仕上塗材試験体八王子試験体の暴露と評価

表2 ヒアリング調査

時期	対象	内容
2015年3~4月	S社（材料メーカー）	試験体の性質や特徴、暴露方法について
2015年5~7月	S社（材料メーカー）	試験体の汚し方や診断方法等についての議論

表3 実験要因と水準

	要因	水準
研究1	S社（材料メーカー）と試験体実験方法ヒアリング	2015年3~4月に実施
		2015年5~7月に実施
研究2	色差測定	L*a*b*値を測定
	集中度S	凹凸の集中度Sを算出-(1)
	紫外線強(W/cm2)	東西南北、真上を計測
	硬さ強度(N)	強度、耐久力の評価
	面積率(%)	凹凸の割合を測定
	熱伝導率(W/(m・K))	材料内部の特性の評価
	含水率(%)	含水率から材料の特徴を評価
	表面温度(℃)	温度と劣化の関係を評価
研究3	屋外暴露	北側 南側
	屋内暴露	Bla,Wh,Gr,Blu,Re,Ye,Or,Br, LBr,Ch,Be,Au
	劣化後の物性評価	屋外 屋内
		Bla,Wh,Gr,Blu,Re,Ye,Or,Br, LBr,Ch,Be,Au
研究4	八王子校舎11号館208を指定の部屋として官能検査	物性における評価（汚れ感、仕上感）
		感覚における評価（明暗、劣化感）
		嗜好における評価（好み）

表4 試験方法と概要

項目	内容
色差測定	L*a*b*値による評価 ²⁾
集中度	試験体の傷の集まりを測定 ³⁾
紫外線強度	月ごとの東西南北、真上を計測
硬さ強度	3ヶ月毎の硬さを計測
面積率	試験体の凹凸による面積率の算出
熱伝導率	W/(m・K)の数値を測定
含水率	季節毎に計測（雨天時） ¹⁾
表面温度	月ごとに測定
官能検査	八王子校舎11号館208にて測定 ³⁾

2.3. 仕上塗材試験体の表面特性

2.3.1. 仕上塗材試験体の表面硬さ

試験体の表面硬さはデジタルフォースゲージで計測する。計測方法は、図3である。機器の先端の1mmの位置に印をつけ、試験体を1mm押し込んだときの硬さを測る。

図8はイニシャル値であり、図9は6ヶ月後のデータである。図8,9のグラフの標準偏差から読み取ると大きなデータのばらつきは無いように見られる。6ヶ月間で殆どの試験体が20~30N近く硬化していることがわかる。今後、経年劣化し、硬化する予想ができた。

2.3.2. 仕上塗材試験体の集中度 S

ひび割れ、溝、凹凸の空間的分布の定量的評価には、区画法における集中度 S を用いる。区画法とは、空間を等面積の区画に分割し、各区画内に含まれる個体数を数える手法(図7)である。しかし今回の実験では、一定方向に決め、隣り合う区画に溝やひび割れが見られる場合に○としそれ以外を×とする。

$$S = \frac{x}{m(n-1)+n(m-1)} \quad (1)$$

ここで、(1)の数式は、 x : ○の数、 m : x 軸の辺の数、 n : y 軸の辺の数、である。

暴露試験をして、劣化や汚れの付着等で元々あった傷が明度や彩度によって塞がる、あるいは広がるといった現象が予想として考えられる。経年劣化においてどの位の期間で結果が表れるのかが重要である。

集中度 S の結果として屋外暴露試験(北側、南側)の6ヶ月間では、目視の変化が殆どなく集中度 S の数値でも動きは見られなかった。

2.4. 仕上塗材試験体の汚れ試験と官能検査

2.4.1. 仕上塗材試験体の汚れ試験の概要

仕上塗材試験体の汚れ試験において、カーボン微粒子を付着させることにより人工的に手垢汚れ等の汚れのように汚す試験である。試験に使用する材料は墨汁を希釈したものである。使用する墨汁(液体)は、0.28%のカーボン微粒子(固体)を含んだものであり、水500gに対し墨汁0.06gの割合で希釈した液体である。水対カーボン微粒子の割合は500g対0.0168gとなり、約30000倍に希釈したものとなっている。

白紙のペーパーで実験したところ、5回に分けて吹き付けた結果 L*値(明度)が約31%低下していることがわかった。実際の試験体では5度に分けて(それぞれ乾いてから)吹き付け、L*a*b*値(明度・彩度)を計測する。

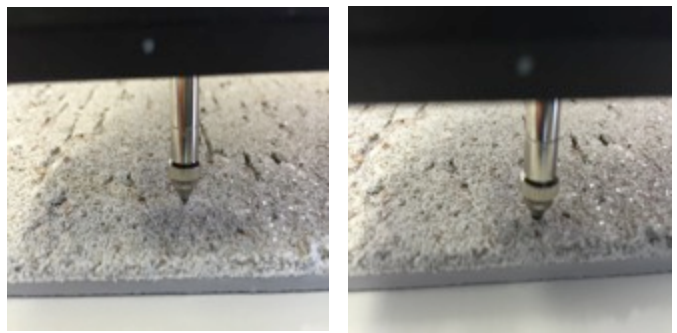


図3 硬さ強度の試験方法

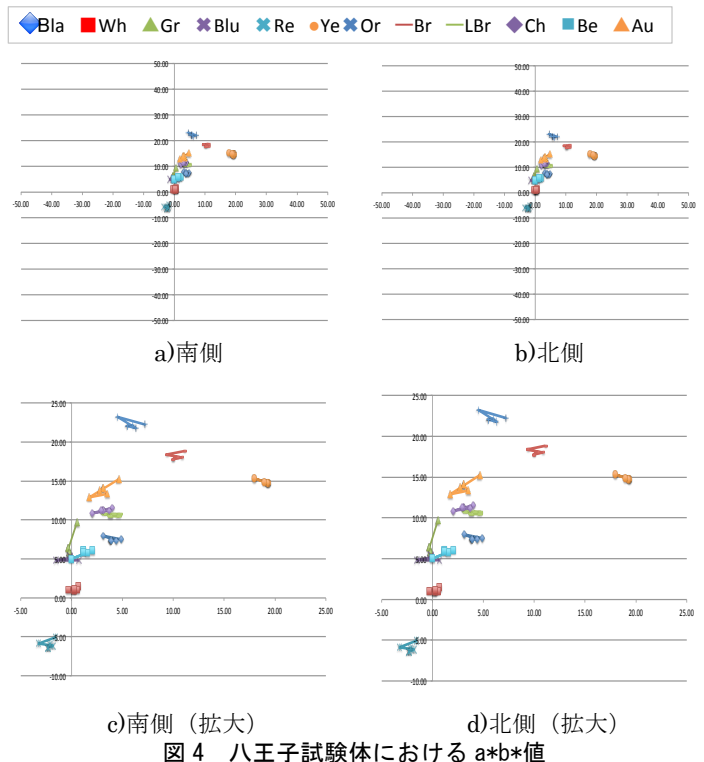


図4 八王子試験体における a*b*値

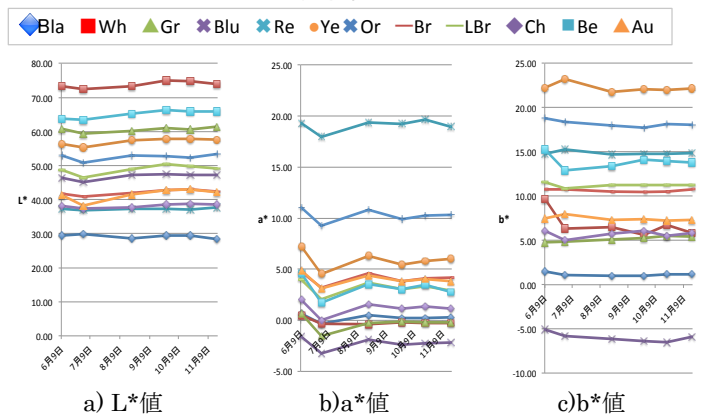


図5 南側試験体における L*a*b*値

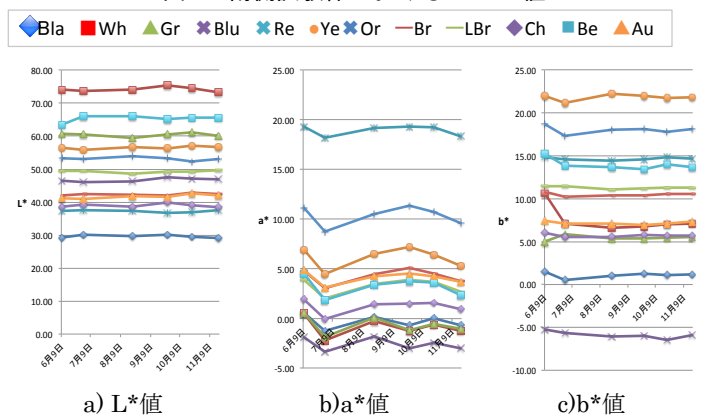


図6 北側試験体における L*a*b*値

2.4.2. 仕上塗材試験体の汚れ試験の考察

図10が汚れ試験を行ったL*a*b*値の結果である。汚れの度合いは目視では若干違いがわかる程度で、数値では明らかな違いが出た。明度は低下し黒に近づく結果となり、彩度に関してはグレーに近づいていく傾向が見られた結果となった。どちらも予想していた結果となった。

2.4.3. 仕上塗材試験体の官能検査の方法

屋内暴露をした試験体(a)と屋外暴露をした試験体(b)、汚れ試験体(c)の計3種類カラーは12色の試験体を見比べる。官能検査の場所は八王子校舎の11号館の208を利用する。人口昼光用D65を使い471Luxの部屋にし、室温は20℃に設定した。被験者は本学建築学科学生(正常視力の20歳代男女10名)で官能検査を行った。ランダムに示した試料1枚ずつに対して、1.塵汚れの有無、2.手仕上感、3.明るさ、4.古めかしさ、5.好ましさを5段階の判断方法で評価してもらい、尺度構成理論により定量化した。試料1枚につき50秒の時間を設け、1セット30分(試料36枚)の官能検査となった。

2.4.4. 仕上塗材試験体の官能検査の結果と考察

仕上塗材試験体の官能検査の結果を以下に表す。図11は特徴的なデータが採れた明暗の検査であり、目立った動きがあるBlaとWhだけを表したグラフである。Y軸に頻度(%) X軸は明暗(-に暗+に明)を示す。Blaはaでは-寄りではあるが+にも数名いた。bとcは全て-に寄るという結果になった。Whはa,bは+寄り、cは+寄りではあるが-にも数名いた。

3. まとめ

本研究に用いた仕上塗材は半年間の暴露試験では、数値の変化が0.3~0.5%の変化となり、目視での変化は殆ど感じられない結果となった。官能検査では人間の感覚は個々で様々であると考えられたが、偏った結果が表れた。

参考文献

- 1) 日本建築学会,建築仕上材料の性能試験方法,1991
- 2) 日本建築学会,建築材料用教材,2013
- 3) 松山他,景観材料のエイジング評価に及ぼす色彩特性の影響に関する研究,構造系論文集,第586号,2004

謝辞

本研究はエスケー化研(株)高山美幸氏、小寺努氏、との共同研究であり、多くの助力を賜り感謝致します。また、実験等の手伝いをして頂いた田村先生卒論生の皆様、先輩方、セミナー生の皆様等に感謝致します。

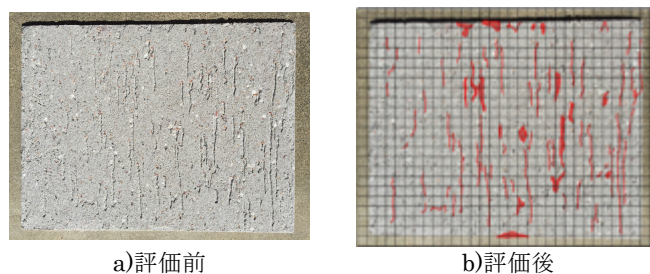


図7 Grの集中度算出の例

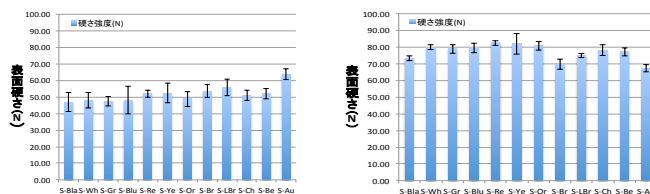


図8 6月の試験体の表面硬さ(N)

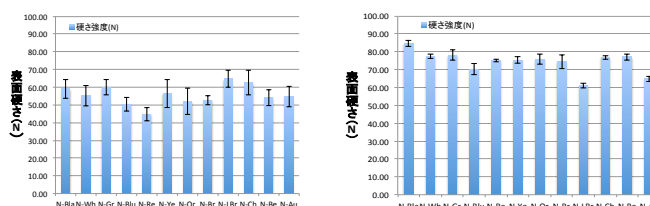
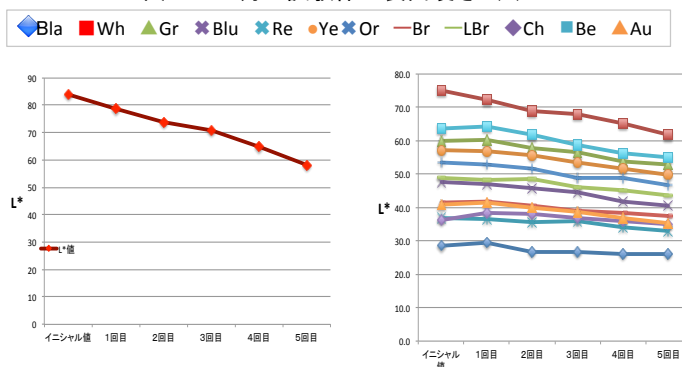
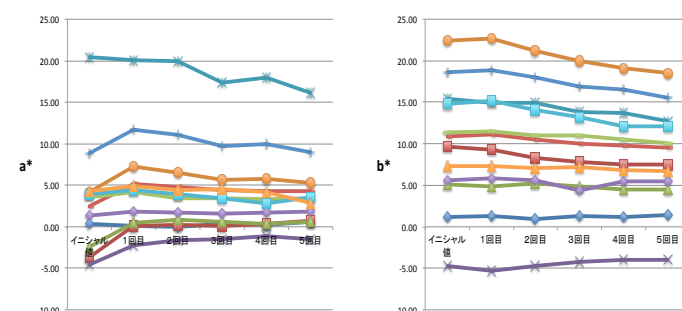


図9 12月の試験体の表面硬さ(N)



a)白紙による汚れ試験

b)L*値



c)a*値

d)b*値

図10 汚れ試験体のL*a*b*値のグラフ

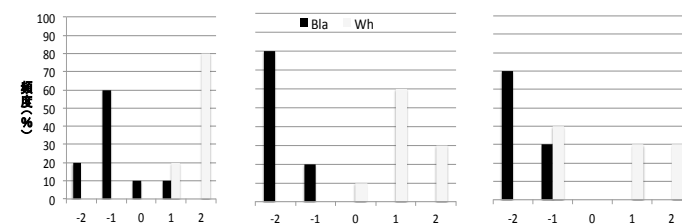


図11 官能検査の頻度のグラフ(暗いー明るい)