

微細な表面構造を形成した塗装仕上げの美観性に関する研究

日大生産工 ○小笠原 倅希
日大生産工 永井 香織

1.はじめに

建物の外装仕上げは様々な環境要因から年月を重ねるごとに経年劣化していく。しかし、近年、石油や石炭などの化石燃料によって発生した排ガスや空気汚染及び温室効果ガスを始めとした様々な地球環境の悪化、エネルギー問題といった点から建物の長寿命化が求められている。建物を長く利用してもらうためには構造躯体の耐久性や安全性の向上などがある。建物の外壁によごれが付着することも建物の美観や景観が損なわれるだけでなく、建物自体にも悪影響を及ぼす。外壁に付着するよごれの中でも特に顕著な汚れが雨筋跡である。雨水の通り道によって、雨水の通り道が徐々に形成されると、雨筋跡となる。このよごれが原因となり、外壁の美観性を低下させる。これを防ぐために、材料の表面の構造を変え、誘導することが効果的であると考えられる。建物のデザイン性を考えると、納まりの設計を変えることが困難な場合は、よごれが付着しにくい材料、またはよごれが目立たない材料の選定が必要になると考えた。本研究は、表面構造の違いによる美観性を把握する目的で、塗料に使用される各種ビーズを用い、微細ビーズの粒径および含有量を変えた 13 種類の表面形状の試験体について屋外暴露試験を実施している。本報告は、暴露期間 24 ヶ月の官能試験、色差、光沢度及び水接触角の結果を述べる。

2.試験概要

1) 試験体概要

各試験体の寸法及び詳細を表 1、図 1 に示す。試験体は、素地をアルミニウム板とし、アクリルシリコン塗装を用い、艶消し処方のない通常塗料に対して、プラスチックビーズの粒径と含有率を変化させた試験体を作成した。表面構造を形成させていないブランク板を 1 番とし 2~13 番までは、50、100、300、800 μm の粒径、15wt%、30wt%、45wt% の含有率のものを使用した。表 1、図 1 に各試験体の寸法及び詳細

を示す。

2) 曝露方法

写真 1 に曝露試験の様子を示す。試験体は、曝露台に対して平行の取り付け、本学 5 号館屋上の北向きにブランク板を曝露試験台の上部と下部に分け 1 枚ずつ設置し、南向きも同様、ブランク板を上部と下部に分け設置した。表面構造を形成している 2~13 番までは全て南向きに設置した。曝露期間は、2018 年 7 月 22 日曝露から、2020 年 6 月 30 までの 24 ヶ月とした。

表 1.試験体詳細

試験体番号	粒径(μm)	含有率(wt%)
1	0	0
2	50	45
3		30
4		15
5	100	45
6		30
7		15
8	300	45
9		30
10		15
11	800	45
12		30
13		15

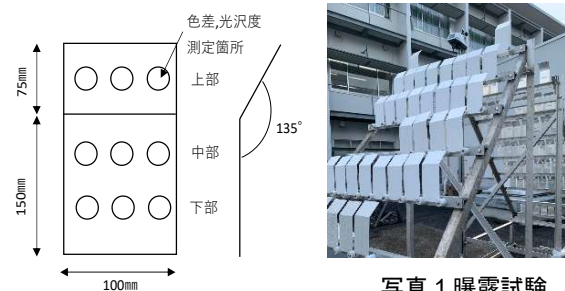


図 1.測定箇所及び試験体寸法

写真 1.曝露試験

雨筋よごれの目立ちやすさ				
1	2	3	4	5
目 立 た な い	や や 目 立 つ	目 立 つ	か な り 目 立 つ	非 常 に 目 立 つ

図 2.よごれの評価



写真 2. 測色計



写真 3. 光沢度計

含有率	15wt%	30wt%	45wt%
50μm			
	4	3	2
100μm			
	7	6	5
300μm			
	10	9	8
800μm			
	13	12	11

図 3. 曝露期間 24 ヶ月時の試験体

官能試験(5段階評価の平均)
13(3.6)
11(3.0)
4, 7, 12(2.9)
10(2.7)
3(2.2)
6(2.1)
9(2.0)
8(1.9)
5(1.4)
2(1.3)

よごれが目立ちやすい ↑

↓ よごれが目立ちにくい

図 4. 官能試験結果

3) 実験方法

試験体の測定箇所を図1に示す。試験項目は官能試験、色差測定、光沢度及び水接触角の3項目とした。

官能試験は、図3に示した曝露期間24ヶ月時の写真を27名に観察してもらい、系列範疇法¹⁾を用いてよごれの目立つ程度を数値化、5段階(図2)に分け評価し、その平均値を求めた。

色差は、JIS Z8730:2009に準じて、表色系はL*a*b*を用いた。測色計は写真1に示したM社製の色彩色差計(CR-300 測色孔径 8mm)を用い測定を行う。色差ΔE*ab(以下、ΔEとする。)は、式(1)より求めた。

$$\Delta E = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

光沢度調整するためのビーズを用いた試験を行っていることから、光沢度測定を実施した。光沢度の測定器は、写真2に示した(M社製 GMX-102)を用いた。

水接触角では試験体の表面にスポイトで水を一滴投下し写真撮影し、分度器を用いて、液滴の左端点と頂点を結ぶ直線の固体表面に対する角度を求め、水接触角を測定した。

4. 結果及び考察

1) 官能試験結果

図4に段階評価を平均した結果を示す。この結果から最もよごれが目立つものが13番(800μm, 45wt%)であり、最も目立ちにくいものが2番(50μm, 45wt%)であることが分かった。また、図3, 図4よりビーズの粒径別に見ると含有率の割合が大きくなるにつれよごれが目立ちにくい。しかし、30wt%や15wt%の試験体のみに着目すると、必ずしもビーズの粒径が小さいほどよごれが目立ちにくいとは限らないことがわかる。外壁の美観性を損なわないためには、ビーズの含有率の割合を大きくするが、粒径は必ずしも大きくすれば良いのではなく、例えば、雨水に含まれるよごれ物質の大きさや親水性など、雨筋よごれの性質と相応の関係を持つ表面形状を形成する必要があること考える。

2) 色差の経時変化

図6に表面構造を形成させていないブランク板の方位別経時変化を示す。全体的な傾向に着目すると、上部の色差が16ヶ月以降色差の上昇が停滞する傾向を示した。しかし、19ヶ月(1年7ヶ月)では、上部の色差が減少している。下部については、上昇及び停滞している傾向を

示した。考えられる要因としては、最終測定時期が梅雨の時期であり、上部については、表2より2018年以降梅雨の降水量が今年は特に多かったため、雨により上部に塵埃が付着せず、洗い落としされてしまったため雨筋よごれを色差が減少している傾向にあると考えられる。対して下部は、図5のように、未だ雨水の通り道が確立されていないことから、色差が上昇傾向にあると考えられる。

次に、図7に2~13番の経時変化を示す。上部のみに着目すると、全ての試験体が2年目(24ヶ月)現在、色差の上昇がピーク時に比べ減少している傾向を示した。すなわち、ブランク板

表 2. 過去3年の梅雨入りと梅雨明けと降水量

年	入り	明け	梅雨の時期の降水量の年平均比(地域平均値)(%)
平年	6月8日ごろ	7月21日ごろ	
2020年	6月11日ごろ	8月1日ごろ	178%
2019年	6月7日ごろ	7月24日ごろ	134%
2018年	6月6日ごろ	6月29日ごろ	92%

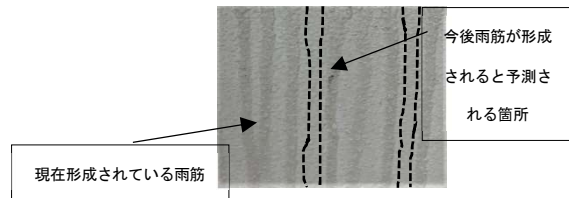
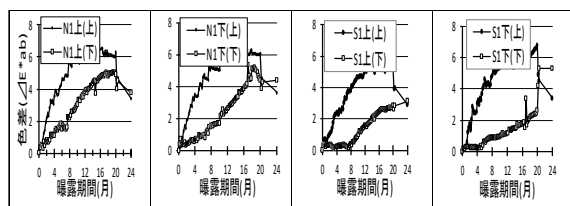
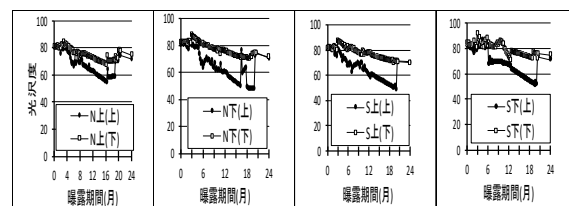


図 5. 雨筋の様子



北側 南側

図 6. 色差 経時変化



北側 南側

図 8. 光沢度 経時変化

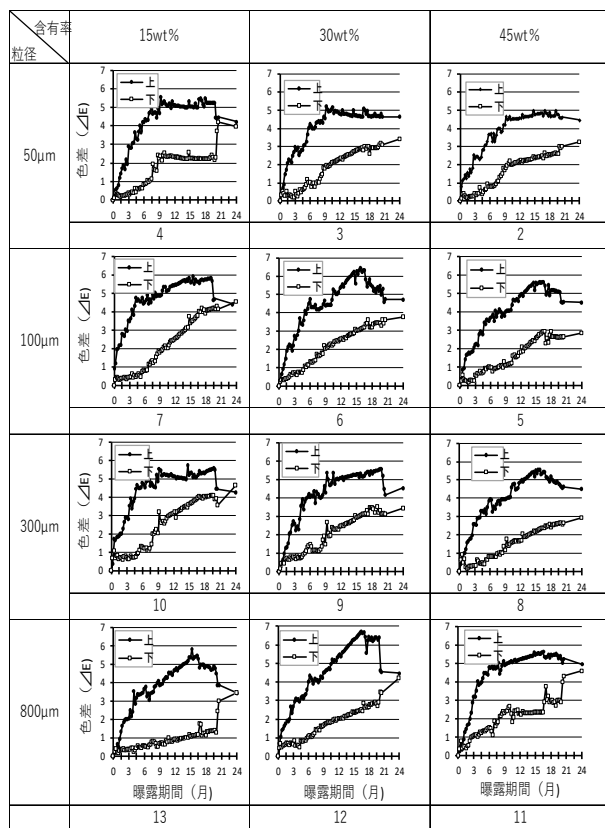


図 7. 2~13 色差 経時変化

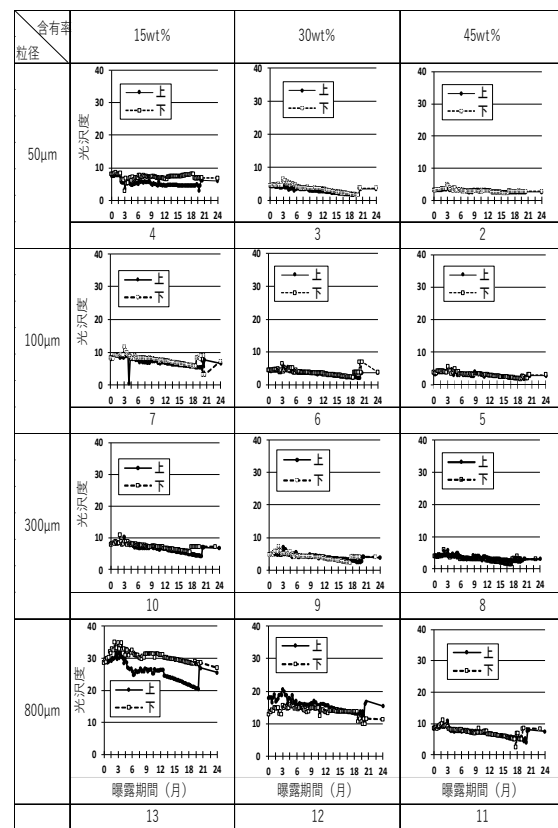


図 9. 2~13 光沢度 経時変化

の結果と同様の傾向を示していると考えられる。このことから、上部のみ各試験体、最大どの程度美観性が損なわれるのか確認することができる。下部に関しては、全体的に色差の上昇が現在も続けているという傾向を示した。

図10に下部のビーズの粒径、含有率と色差の関係を示す。図10より800 μm 以外は、官能試験同様ビーズの含有率が大きくなれば、美観性を損なわないということが分かった。しかし、800 μm では、一概にビーズの含有率を大きくすれば良いという結果が得られなかったため、先ほども述べたが、雨水に含まれるよごれ物質の大きさや親水性など、雨筋よごれの性質に適した表面形状があるということが考えられる。

3) 光沢度の経時変化

図8に表面構造を形成させていないblank板、図9に2~13番の光沢度のそれぞれ経時変化を示す。blank板に関しては、光沢度は減少傾向にあるが、50 μm ~300 μm では、多少光沢度が減少傾向にある試験体も見受けられるが、ほとんど現在でも大きな変化が見られないことから今後も光沢度は同程度で推移していくと考えられる。

また、ビーズの粒径が800 μm 未満は、粒径や含有率を変化させても大きな光沢度の違いはないことがわかった。対して、800 μm の試験体は、他の試験体より光沢度が大きくなる傾向を示し、13番(800 μm , 15wt%)が最も大きな光沢度を示すことがわかった。考えられる要因としては、ビーズの粒径が大きくなるほど、表面積が大きくなり、光が反射する部分も大きくなるため、光沢度が大きくなると考えられる。

4) 水接触角

図11に1年8ヶ月(20ヶ月)時点でのビーズの粒径、含有率と水接触角の関係を示す。図11より、45wt%が最も水接触角が大きくビーズの含有率が大きくなれば、水接触角が大きくなる傾向を示した。また、2番(50 μm , 45wt%)の試験体の水接触角が著しく大きくなることが分かった。ゆえに、官能試験結果を踏まえると、含有率を大きくすれば雨筋よごれの影響は小さく、水接触角が大きくなることが考えられる。しかし、1年8ヶ月(20ヶ月)まで、水接触角の経時変化では大きな変化や傾向は見られなかったため水接触角は長期間曝露しても変化はないことが考えられる。

5.まとめ

(1) 官能試験ではビーズの含有率が高くなるほど、よごれが目立ちにくいという結果が得られたが、色差では13番(800 μm , 15wt%)の値

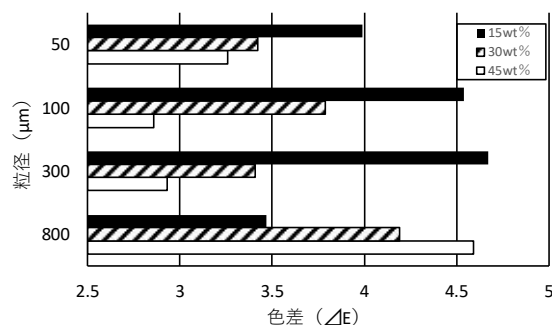


図 10. ビーズの粒径, 含有率と色差の関係

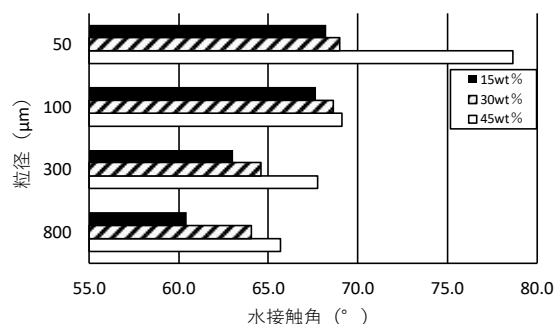


図 11. ビーズの粒径, 含有率と水接触角の関係

が低いため、色差との相関性が得られない結果となった。

(2) 800 μm の試験体は、他の試験体より光沢度が大きくなる傾向を示したことから、ビーズの粒径が大きくなるほど、表面積が大きくなり、光が反射する部分も大きくなるため、光沢度が大きくなると考えられる。

(3) 水接触角ではビーズの含有率が大きくなれば、水接触角が大きくなる傾向を示した。ゆえに、官能試験結果を踏まえると、含有率を大きくすれば雨筋よごれの影響は小さく、水接触角が大きくなることが考えられる。

謝辞

本研究にご協力頂きました、塗料メーカーの方々、本学学生の皆様に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 谷合亨介、橘高義典珂、松沢晃一：建築物の風格とエイジングに関する研究，日本建築仕上学会 2015年大会学術講演会，2015. 10
- 2) 大西智哲、鈴木正行、須藤まり子：建築外装材料の美観性に関する研究，日本大学生産工学部，卒業論文，2008. 3