

暴露試験による塗膜の劣化とよごれに関する研究

日大生産工 (研) ○下田ありさ 日大生産工 永井 香織 日大生産工 松井 勇

1. はじめに

近年、地球温暖化などにより環境問題が注目され、環境保護の意識が定着してきた。環境破壊を抑制するために様々な技術が開発されている。それに伴い建築物に関しても長期使用が可能な材料開発が行われている。建築物は雨風や気温等の屋外環境の影響により経年に伴って劣化する。それを当初の状態に保つためのメンテナンスには費用がかかり、資材を浪費する。そのため、よごれにくく耐久性のある材料が求められている。

本研究は屋外暴露試験による塗膜の種類による劣化およびよごれの差異を把握することを目的とし、暴露場所 8 箇所、塗料 32 種類、試験面の暴露角度 2 種類と変えて試験を行った。本報告は屋外暴露開始 24 ヶ月目の各種塗膜について色差および光沢度の結果について述べている。

2. 試験方法

2-1. 試験体

試験に使用した塗料の種類を表 1 に示す。塗料は実建物によく使用される常温乾燥形・加熱硬化系から選定した。常温乾燥形の溶媒の種類は水系・弱溶剤系・強溶剤系・溶液系・粉体とし、塗膜の硬さとし

て弾性・硬質の 2 種類、上塗り材をそれぞれアクリル樹脂、ウレタン樹脂、アクリルシリコン樹脂、フッ素樹脂、無機有機ハイブリッド樹脂、高耐候性ポリエステル の 6 種とし、さらに各汎用品と低汚染タイプとした。加熱硬化形の上塗り材は硬質の樹脂とした。図 1 に試験体の形状・寸法を示す。試験体は 120mm×400mm、厚さ 2mm のアルミニウム板の中央部 (200mm) で 45° に折り曲げた後、塗装したものである。試験体は南向きの暴露架台に設置し、塗装の表面色は白色 (No.9.5 相当) とした。

2-2. 暴露地の選定

暴露地を表 2 に示す。暴露地は田園地帯 1 箇所、都市部 6 箇所、工業地帯 1 箇所の計 8 箇所とした。

2-3. 測定項目および方法

2-3-1. よごれの測定

よごれは色彩色差計 (C 社 CR-400) を用い、JIS Z 8730 (色の表示方法-物体色の色差) に準じて測定した。測定箇所は、テンプレートをを用いて図 1 に示す定位置を 45° 面、90° 面の 5 箇所とした。

2-3-2. 光沢減少率の測定

塗膜の劣化は、JIS Z 8741 (鏡面光沢度-測定方法) に準じ、45° 面と 90° 面のそれぞれの塗膜面につい

表 1 塗膜の種類

硬化形式	溶媒	硬さ	上塗り材種別	汎用品	低汚染品	
常温 乾燥形	水系 (W)	弾性 (S)	アクリル樹脂 (A)	1	—	
			ウレタン樹脂 (U)	2	3	
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	4	5	
			ふっ素樹脂 (FU)	—	6	
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	7	—	
		硬質 (H)	ふっ素樹脂 (FU)	8	—	
		無機有機ハイブリッド樹脂 (HB)	—	9		
		弱溶剤系 (LS)	弾性 (S)	ウレタン樹脂 (U)	10	11
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	—	12	
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	13	14	
	硬質 (H)		ふっ素樹脂 (FU)	15	16	
	無機有機ハイブリッド樹脂 (HB)		17	—		
	強溶剤系 (S)	弾性 (S)	アクリル樹脂 (A)	18	—	
			ウレタン樹脂 (U)	19	20	
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	21	—	
			ふっ素樹脂 (FU)	22	23	
			アクリルシリコン樹脂 (AS)	24	—	
		硬質 (H)	ふっ素樹脂 (FU)	25	26	
		無機有機ハイブリッド樹脂 (HB)	27	—		
		加熱 硬化形	溶液系 (HS)	ウレタン樹脂 (U)	28	—
ふっ素樹脂 (FU)				29	30	
粉体 (HP)			高耐候性ポリエステル (PE)	31	—	
	ふっ素樹脂 (FU)		32	—		

表 2 暴露地

No.	所在地	備考
①	茨城県 つくば市	両面に国道
②	東京都 清瀬市	黄砂あり
③	埼玉県 越谷市	
④	千葉県 習志野市	
⑤	東京都 越中島	
⑥	東京都 調布市	
⑦	東京都 新木場	東京湾から 約3km
⑧	大阪府 此花区	

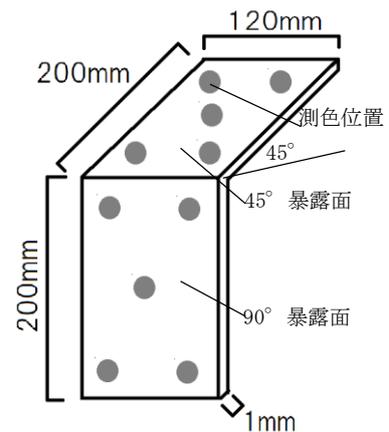


図 1 試験体の形状寸法

Study on Degradation and Soiling of Paint by Outdoor Exposure Test

Arisa SHIMODA Kaori NAGAI and Isamu MATSUI

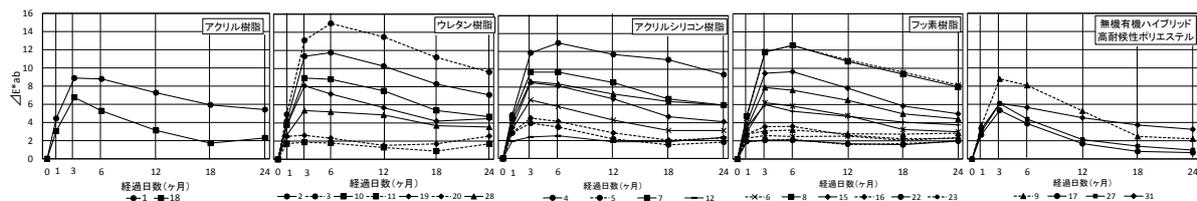


図2 越中島 色差経時変化

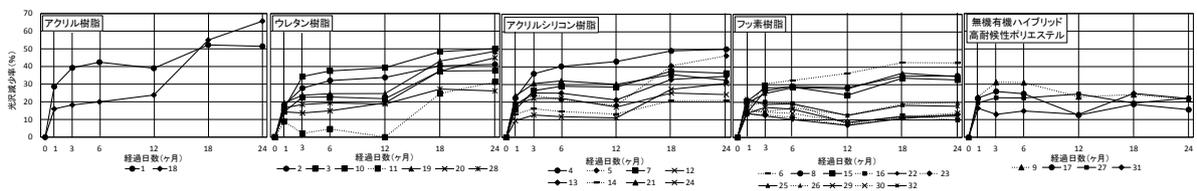


図3 越中島 光沢減少率経時変化

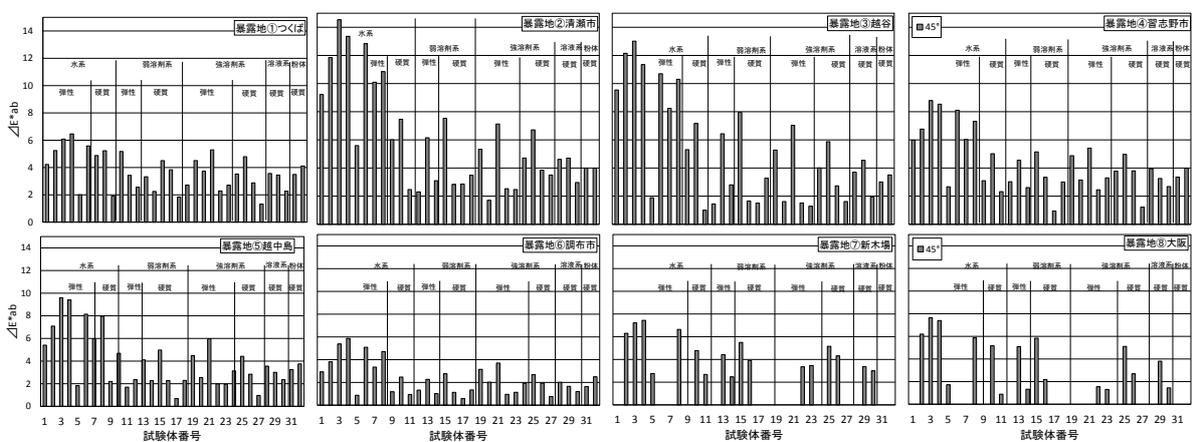


図4 暴露地別 試験体色差(24ヶ月目)

て、光沢計(M社製 GMX100)を用いて測定した。測定は、試験面の中央で上部・中央部・下部の3箇所について行った。JIS K 5658:2010 7.17では光沢保持率を用いているが、本報告は劣化の程度を述べるため、(2)式により求めた光沢減少率を用いることとした。

$$\text{光沢減少率(\%)} = \frac{\text{暴露前の光沢度} - \text{暴露後の光沢度}}{\text{暴露前の光沢度}} \times 100 \dots (2)$$

3. 結果及び考察

3-1. 色差および光沢減少率の経時変化

3-1-1. 色差の経時変化

図2に越中島における各種塗膜の色差の経時変化を例示する。色差は樹脂の種類に関係なく6ヶ月目まで急激に上昇し、それ以降は緩やかに低下する傾向を示している。また、この傾向はどの暴露地においても色差の値は異なるものの同様の傾向を示している。

3-1-2. 光沢減少率の経時変化

図3に越中島における各種塗膜の光沢減少率の経時変化を例示する。光沢減少率は樹脂の種類によらず6ヶ月目まで急激に大きくなり、その後アクリル樹脂・ウレタン樹脂・アクリルシリコン樹脂は増加し続け、フッ素樹脂・無機有機ハイブリッド樹脂・高耐候性ポリエステル樹脂は変化が小さくなっている。

3-2. 地域別の色差の傾向

図4に各暴露地における24ヶ月目の試験体の色差を示す。試験体は45°面、90°面があるが90°面は雨筋が出た試験体も区別せず定点で測定しているため雨筋が出ない45°面の色差を示している。地域により色差の絶対値には差はあるものの、塗膜による色差の順序には大きな違いは見られない結果となった。

溶剤別に比較すると、色差は水系が最も大きい値を示しているが、弱溶剤系・強溶剤系・溶液系・粉

体は大きな差が見られない。

樹脂別に比較すると、ウレタン樹脂 (No.2, 3, 10, 11, 19, 20, 28)・フッ素樹脂 (No.6, 8, 15, 16, 22, 23, 25, 26, 29, 30)・アクリルシリコン樹脂 (No.4, 5, 7, 12, 13, 14, 21, 24) > アクリル樹脂 (No.1, 18) の順で色差が大きくよごれやすい傾向を示している。

低汚染効果においては、種類によって差はあるが全体的には低汚染品の色差は小さく、低汚染の効果が現れている。

3-3. 暴露角度の傾向

3-3-1. 色差

図5に24ヶ月目における暴露地8箇所の45°面と90°面の色差の関係を示す。暴露地⑥の調布市以外の地域では45°面と90°面の色差の差がほとんど見られず、角度がよごれに及ぼす影響は小さい。暴露地⑥の調布市は90°面の方が45°面より色差が大きい傾向を示しているが、この理由は今後検討する。

3-3-2. 光沢減少率

図6に24ヶ月目における暴露地8箇所の45°面と90°面の光沢減少率の関係を示す。光沢減少率は地域によらず45°面が大きくなっている。これは表3に示すように、習志野市の傾斜角度別の1日の平均日射量は90°と比べ40°、50°の方が多く、樹脂は紫外線により劣化するため受ける日射量が多い45°面の方が劣化している推測できる。

3-4. 低汚染効果

3-4-1. 色差

図7に24ヶ月目における暴露地8箇所の汎用品と低汚染品の色差の関係を示す。水系・弾性・アクリルシリコンの試験体は汎用品 (No.4) と比べ低汚染品 (No.5) の色差が小さく低汚染効果が認められる。一方、水系・弾性・ウレタン樹脂の試験体 (No.2, No.3) と強溶剤系・弾性・フッ素樹脂の試験体 (No.22, 23) は汎用品と低汚染品の色差に違いが見られず低汚染効果が見られない結果となった。

3-4-2. 光沢減少率

図8に24ヶ月目における暴露地8箇所の汎用品

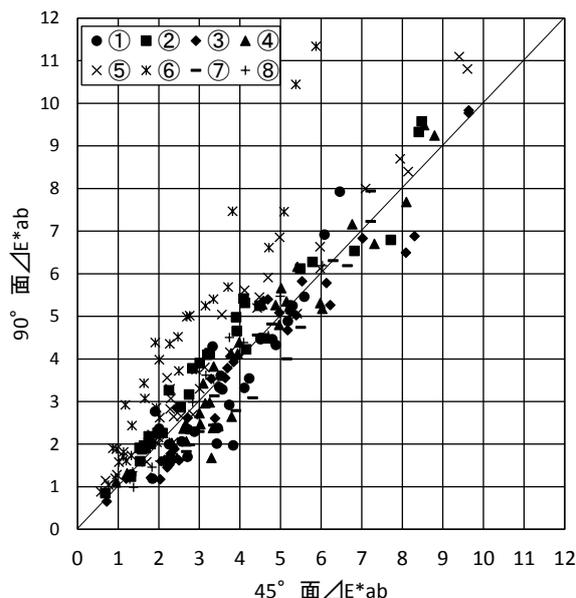


図5 角度の違いによる色差の相関 (24ヶ月目)

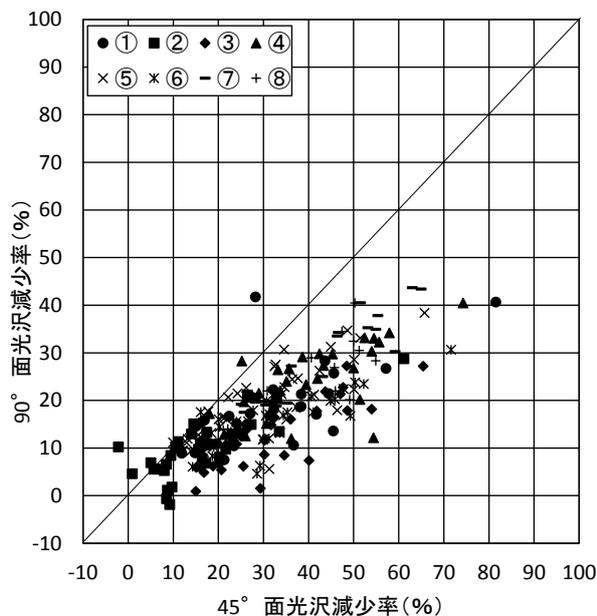


図6 角度の違いによる光沢減少率の相関 (24ヶ月目)

表3 習志野市傾斜角度別 1日の平均日射量

傾斜角度	日射量(KWh/m ²)
0°	3.50
10°	3.71
20°	3.85
30°	3.90
40°	3.88
50°	3.77
60°	3.58
70°	3.31
80°	2.98
90°	2.60

と低汚染品の光沢減少率の関係を示す。水系・弾性・ウレタン樹脂の試験体は汎用品と比べ低汚染品の光沢減少率が大きくなっており、紫外線劣化が大きいことを示している。その他の試験体は汎用品と低汚染品の光沢減少率はほぼ同じ値を示している。これらの結果、低汚染品はよごれにくくする効果はあるが、紫外線劣化を抑制する効果が見られないものもある。

3-5. 塗膜の硬度

3-5-1. 色差

図9に24ヶ月目における暴露地8箇所の弾性と硬質の色差の関係を示す。水系・アクリルシリコン樹脂、強溶剤系・アクリルシリコン樹脂は弾性の色差が大きく、強溶剤系・フッ素樹脂は硬質の色差が大きくなっている。

4. まとめ

(1) 経時変化において色差、光沢減少率ともに6ヶ月目までの変化が大きく上昇し、その後色差は種類によらず緩やかに低下し、光沢減少率は緩やかに上昇するが、樹脂の種類によって若干増加するものがある。

(2) 色差の傾向は、地域によって絶対値の違いはあるものの塗膜の種類によるよごれの順序はほとんど変わらない。

(3) 角度別にみると45°面と90°面の色差は地域で関わらず45°面の方が90°面より大きくなる。

(4) 低汚染効果は水系・弾性・ウレタン樹脂の試験体と強溶剤系・弾性・フッ素樹脂の試験体は効果が見られない。

(5) 硬度の影響は塗膜の種類によって異なる。

「参考文献」

- 1) NEDO:日射量データベース www.nedo.go.jp
2015年10月19日アクセス
- 2) 山形葉・鈴木春菜, 地域別暴試験体による各種塗装よごれに関する研究 平成26年度卒業論文概要集 2015年3月25日 pp.83-86
- 3) JIS K 5658:2010 建築用耐候性上塗り料屋外暴露耐候性 2012年1月23日 p.702

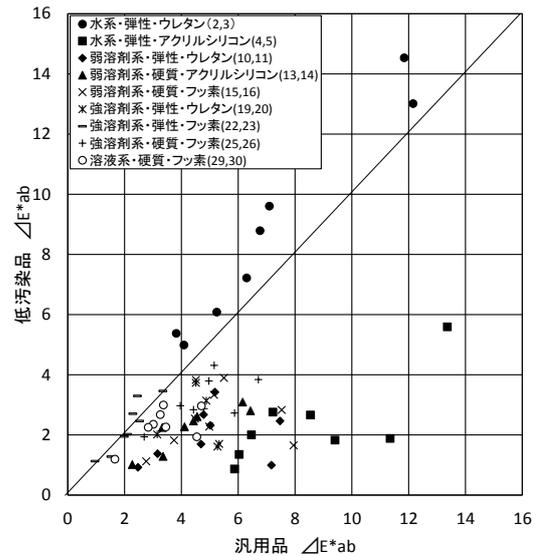


図7 低汚染・汎用品の色差相関(24ヶ月目)

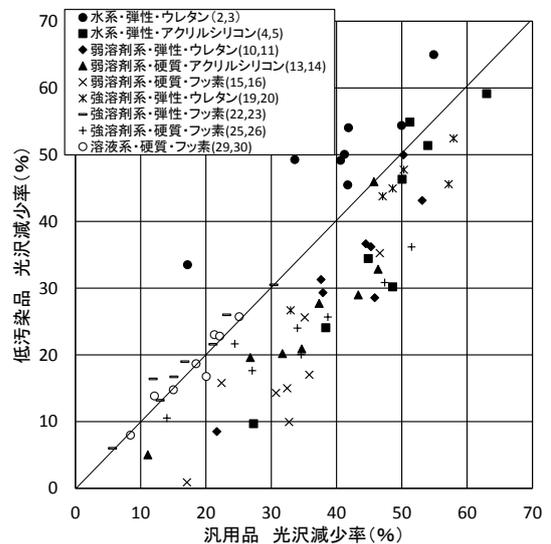


図8 低汚染・汎用品の光沢減少率相関(24ヶ月目)

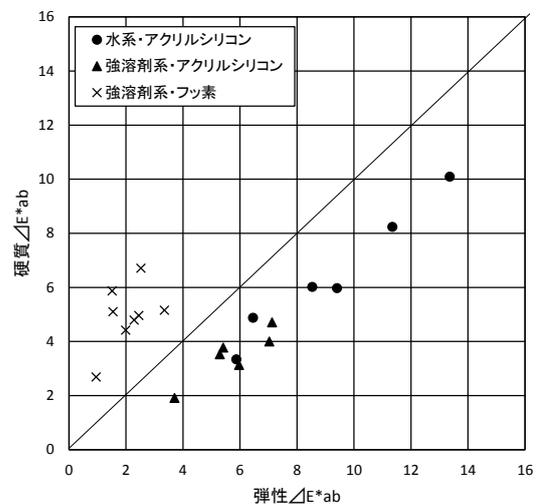


図9 硬度による色差の相関(24ヶ月目)