

コンクリート建物の汚れ評価に関する基礎的研究

深見 信規^{**}, 小野 博宣^{*}, 佐々 弥人^{**}

The Estimation Study for Contamination of Building Walls

Akinori FUKAMI^{**}, Hironobu ONO^{*} and Yahito SASSA^{**}

(Received June 15, 1998)

The purpose of this experimental study is to obtain fundamental datas of a change in color for the perception of stains on external bulding Walls.

Details of the exposure test are as follows, each size of the specimens for mortar and flexible cement board are 215×105×50mm and 215×150×6mm, with four kinds of flexible boards. then these specimens were exposed on the roofs of three places ; Chubu Univ., Meijo Univ. and Daido Inst of technology.

In conclusion, our research has shown that there is correlation between the manifestation of stains on specimens and the changing of seasons.

Keywords : Cement mortar board, Stain, Exposure test, Color difference

1. まえがき

近年, 建築構造物は, 構造上の強度や耐久性に優れるばかりでなく周辺建物との景観, 美観性についても, 重要な問題として取り上げられてきている。一方近年, 建築構造物の美観性を損なう因子の一つである汚れも劣化因子の一つとして考え, コンクリート構造物の耐久性との関連事項として把握し, その影響因子を分析し調べる研究報告も多いことは, 歴史建造物の保存, 修復, 景観保全からも大切に意義深いことである。

建築構造物への塗料の役割は, 建築構造部材や材料などを劣化因子から保護するとともに, 外観に色彩やテクスチャーなどの変化を与え, 場合によっては熱や音などの調節や殺虫, 殺菌, 防火などの特殊な機能を付与することにある。

本研究では, 建物の美観性を損なう汚れも劣化因子の一つとして考え, コンクリート構造物の耐久性との関連事項として把握し, その影響因子を分析する。そ

の調査方法としては, まず①セメントモルタル(仕上げなし), 塗装フレキシブル板の2種類の屋外暴露試験体を用い, 汚れの度合い評価と汚れ進行について色差測定により, 基礎データを得ることである。ついで②実際の建物(春日井地区の)についてその外観目視, 写真撮影による汚れ状況の実態調査資料と対比検証するものである。

2. 実験及び調査方法

2.1 自然暴露試験による汚れ度の特性試験

(1) 供試体作成 : (a)モルタル板, 寸法(215×105×50mm), 普通ポルトランドセメント($\rho_c=3.15$)木曾川産砂($\rho_s=2.55$), AE剤を使用し, 配合は重量比率(C:W:S=1:0.55:2), 打ち込み後24時間後に脱型し, 恒温恒湿室(20℃, 湿度80%一定)にて28日間水中養生した(b)フレキシブル板(JISA5903), 寸法(215×150×5mm)で機械吹き付け塗装, 塗料の種類は, アクリルウレタン系(Type A), アクリル系(Type B), アクリルポリオール系(Type C), アクリルワニス系(Type D)の4種類である。

^{*}建築学科 (Department of Architecture)

^{**}建設工学専攻大学院生 (Graduate Student, Construction Engineering)

(2) 屋外自然暴露試験：モルタル板用暴露試験台（横4段，合計60枚）中部大学を18号館屋上に水平面45度の角度をつけて南面の向きに設置した。

他方，フレキシブル板用暴露試験台（中部大：横3段，合計24枚，名城大：横2段，合計12枚，大同工大：横1段，合計4枚）をモルタル板用屋外暴露試験と同様に3大学の屋上に水平面より45度の角度をつけ南面の向きに設置した。図2，3に中部大，名城大における暴露の様子を示す。

(3) 汚れ度評価：暴露後の供試体表面の4ヶ所を測定点とし，分光測色計（ミノルタ社製：CM-500）を用いて測定する。Lab方式：色を色相(L)，明度(a)，彩度(b)，の3つの属性として考え，L軸，a軸，b軸の3次元上で数値化させるものである。本研究では，この数値を使って初期の L_0 ， a_0 ， b_0 の値と， L_1 ， a_1 ， b_1 の値の差から色差(ΔE)を求め測定4ヶ所の平均値を汚れ度とした。

2.2 建物の汚れ調査

(1) 調査対象地区及び建物種別：春日井地区公共建（小，中学校，公民館）と国道19号，41号線沿いの周辺建物（事務所ビル，商店，など各種）

(2) 建物部位：①垂直壁面，②張り出しの上部壁面，③張り出しの下部壁面，④水平部の下部壁面，⑤突起

物の下部壁面，⑥入隅部の垂直壁面

(3) 汚れの区分と形状区分：本研究における汚れ区分の定義表

3. 結果と考察

3.1 モルタル供試体による屋外自然暴露試験

モルタル供試体の屋外自然暴露試験は(1996.11)より19ヶ月間行った。現在も継続中(1998.5)である。

モルタル供試体表面には打設時に型枠に付けた木材の板目状の縦目と水平方向の横目の模様深さ0.1mmを前もって付けた。それらの筋目(上下方向と水平方向)によって汚れに差異発生状点を調べた。暴露開始から4ヶ月目までは両者とも差がなかったが，5ヶ月目から12ヶ月目の間で不均一な差が生じた。しかし，19ヶ月後ではその差異は解消しほぼ同程度の汚れとなった。

19ヶ月間の屋外自然暴露試験の結果を図4の色差グラフに示す。19ヶ月間で暴露結果は両者とも色差の値が12前後に漸増変化し，供試体表面は季節の変化とともに差が出た。一年間を大きく夏期と冬期の二つの季節に分けて考えてみると，雨の多い夏期に汚れの傾きが大きく，雨が少なく乾燥している冬期は傾きが小さいという結果となった。このことより，供試体表面の汚れは雨による影響が大きくなると推測される。

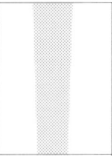
形 状							そ の 他
	均 一	よだれ状	くさび状	斑 状	矩形状A	矩形状B	

図1 汚れ区分の定義表

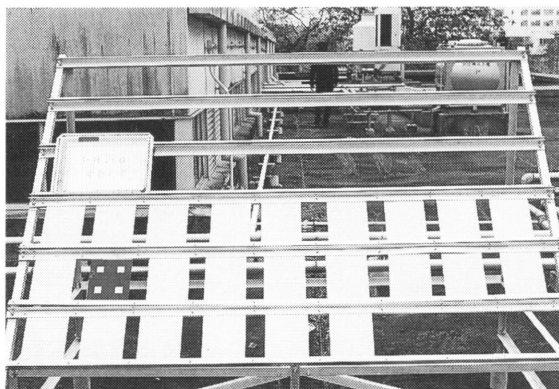


図2 中部大18号館屋上暴露試験図

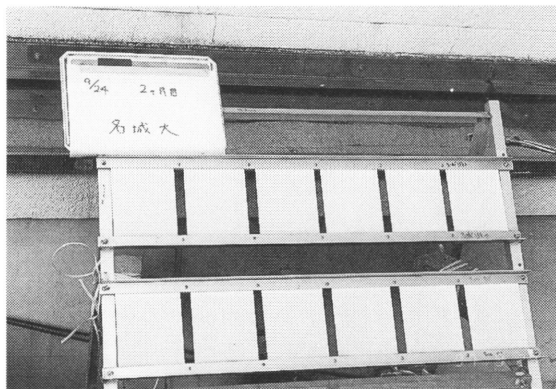


図3 名城大における暴露試験図

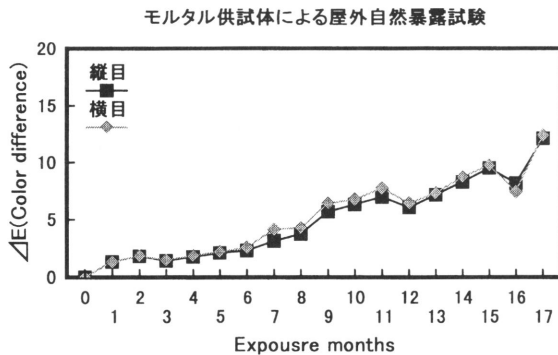


図4 モルタル供試体の屋外自然暴露試験における暴露期間と色差変化

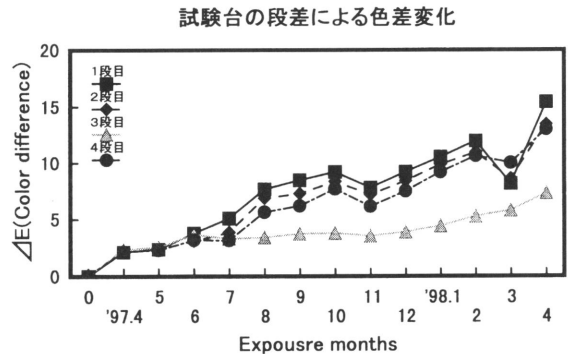


図5 暴露試験台の段差による色差変化

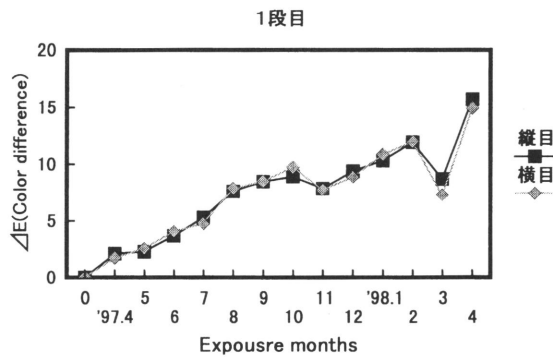


図6 1段目における筋目(縦目, 横目)の違いによる色差変化

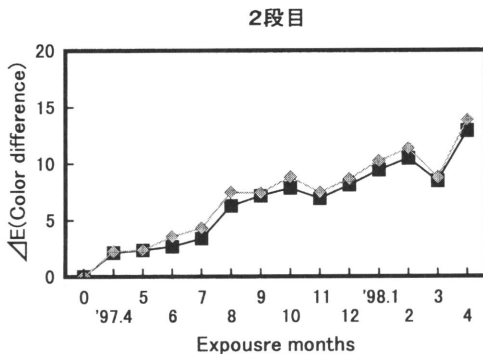


図7 2段目における筋目(縦目, 横目)の違いによる色差変化

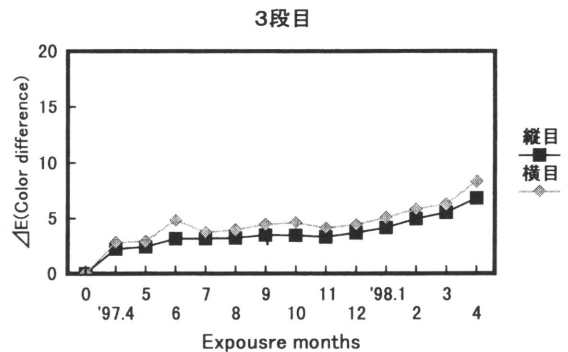


図8 3段目における筋目(縦目, 横目)の違いによる色差変化

図5暴露試験台の段差による供試体表面の色差変化について調べた。(対象期間: 1997.4~1998.4)暴露開始1ヶ月目の97年4月に測定した段階では1段目~4段目まではほとんど色差変化がなかったが、97年7月よりはっきりと試験台の段差による色差変化が見られた。1段目、2段目、4段目までは、若干の色差の差があるものの、1998.4月まで同じような色差変化を示している。しかし、3段目に関してはほとんど色差変

化を起こさず1998.4月までで色差の値が7程度という結果となり、1段目と3段目で色差値が10前後の差が生じた。また結果として、1段目が最も色差の値が高く、順に2段目、4段目となり、3段目が最も色差の値が低いという結果となった。

続いて1段目から3段目(4段目は縦目の供試体のみ設置)までの供試体表面に付けてある筋目(上下方向、水平方向)の色差の差異を図5~図7までに示す。

図6は1段目に設置されている供試体の縦目(9枚)と横目(5枚)の色差の差異を示したものである。1997.6月まではほとんど同じ色差の値を示しているが、翌1997.7月から両者間に差異が生じはじめ、1998.4月まで横目の供試体よりも縦目の供試体の色差の値が高くなるという結果となった。

図7は2段目に設置されている供試体の縦目(7枚)と横目(8枚)の色差の差異を示したものである。この2段目の供試体に関しては両者間にほんの少しの差異が見られるものの、縦目と横目の差ほとんどがないと考えられる。

図8は3段目に設置されている供試体の縦目(10枚)と横目(5枚)の色差の差異を示したものである。この3段目に関しては、上記の1段目と2段目とは異なり、1997.4~1998.4月までの色差変化も色差の値が7前後という低い値となった。また、縦目と横目の供試体の形状関係についても、1997.4月から横目>縦目のと差が出ており、1997.6月においては最大で2前後の色差の差が生じた。

以上の結果より、1998.4月現在において縦目と横目の模様による汚れの差異は格段に認められるものの本結果に関する限り1段目と2・3段目ではその傾向が逆転し、必ずしも横目>縦目と断定できない、しかし

ながら、供試体の形状によって当然汚れ度の差は生じるものと予測され今後検討したいと考えている。

3.2 フレキシブル板による塗材の汚れ試験

3大学の周辺環境は愛知県北部の住宅街(中部大学)、名古屋の都市部(名城大学)、名古屋南部の工業地域(大同工大)とそれぞれ異なる大気環境にあると考えられる。4種類の塗料を塗布したフレキシブル板(215×150mm)の供試体を中部大学、名城大学、大同工大の各大学の屋上に設置し、自然暴露試験を行った。フレキシブル板自然暴露試験台は水平面より45度の角度で南面向きで設置した。以下は、平成10年1月までの6ヶ月間の屋外自然暴露試験結果を、異なる周辺環境がフレキシブル板表面の汚染状況に明白な差異が生じるものと考え、その差を調べた。6ヶ月間の暴露結果を図9~図12に示す。TypeA~TypeDまで6ヶ月間で色差の値が14~19の間に変化した。塗料別による色差の値はC>D~A>Bの傾向となるものの各々の差はわずかであり優劣差はほとんど見られなかった。図10大同工大の場合色差の値が毎月上昇したり下降したりする結果となったがこれは設置高さ(屋上面からの)屋上の粉塵堆積、降雨による跳ね返りなどの影響が考えられる。また、この6ヶ月間の暴露結果より

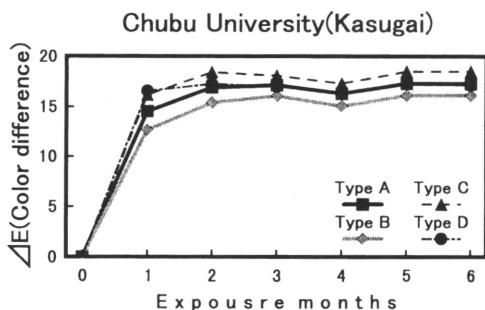


図9 中部大学暴露6ヶ月の色差変化

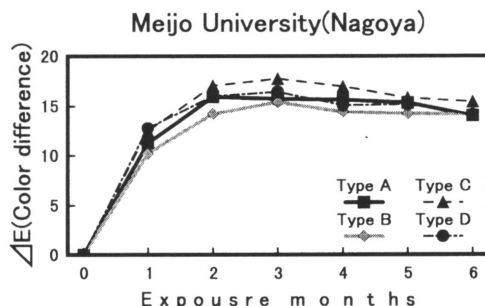


図10 名城大学暴露6ヶ月の色差変化

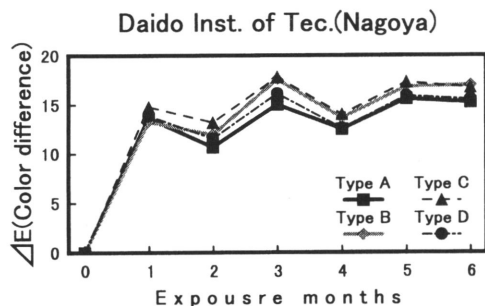


図11 大同工大暴露6ヶ月の色差変化

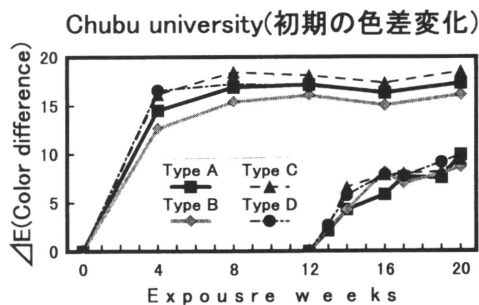


図12 暴露6ヶ月と暴露8週間における色差変化の比較(中部大学)

4種類の塗料とも暴露開始直後から1ヶ月目で色差の値が急激に変化する傾向が見られた。この原因としては、暴露試験を開始した1997.7月は夏期であり日射量も多く色差の変化を汚れ評価としているため、フレキシブル板に塗料で塗装された表面が太陽光によって紫外線に焼け急激に変色し色差の値が大きくなったためではないかと考えられる。今後、春、秋、冬の各季節から暴露試験を開始し、現在継続中の暴露試験結果と比較検討することが大切であると考えている。

3.3 建物(春日井地区)の汚れ実態調査

図13は汚れのパターン種類別(図-1)の全調査壁面に占める割合を示し、図14は建物部位別の全調査壁面に占め「雨だれ」の割合を示すものである。この結果、汚れの種類としては、雨だれによるものが最も多く、建物部位としては、水平部の下部壁面が多く確認された。これは、水平部に蓄積された微粉塵などが降雨時に雨水に取り込まれ、外壁面に沿って流れ落ち付着しているためと考えられる。

以上のことより、汚れの種類、特に「雨だれ」については、建物部位との関連性が高いと考えられる。図15は汚れの形状別の全調査壁面に占める割合を示す。汚れの形状としては、くさび状の汚れが最も多く見られた。しかし、均一な壁面の汚れは少なかった。また、くさび状の汚れの原因としては雨だれによるものが多いことや、矩形形状A、矩形形状Bの汚れが認められた建物部位では張り出しの上部・下部壁面が多いことなど、汚れの形状とその種類、および建物部位との関連性が強かった。以上のことより、建物外壁面の汚れには「雨だれ」が大きな影響を及ぼしていることが分かった。また、モルタル供試体やフレキシブル板等による屋外自然暴露試験による塗材の汚れ評価試験の結果からも雨が供試体表面の汚れに大きく影響しているという共通点が確認された。

4. まとめ

屋外自然暴露試験の結果から、モルタル板やフレキシブル板の表面汚染は雨による影響が最も大であるが、

汚れの種類別の割合(全調査壁面)
「汚れの発生箇所総数-175箇所」

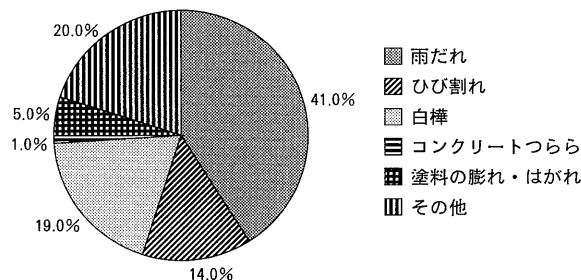


図13 汚れの種類別の割合

建物部位別の雨だれの割合(全調査壁面)
「汚れの発生箇所総数-71箇所」

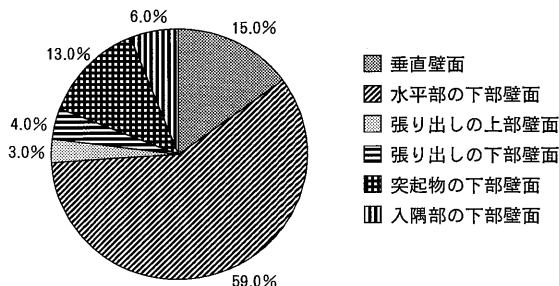


図14 建物部位別の雨だれ割合

汚れの形状別の割合(全調査壁面)
「汚れの発生箇所総数-175箇所」

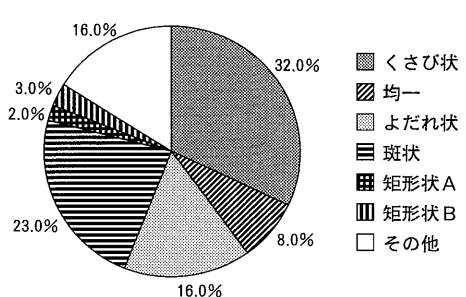


図15 汚れの形状割合

その他の因子としては季節で変化する外気温・紫外線強度、空気中の飛散物質など多種、多岐にわたるものとして考えられる。しかし、建物の表面の汚染要因解明には、表面に付着した物質を分析したり、建物表面や周辺環境の粉塵物質の調査や気象状況の細かなデータ等を複合的に検討する必要がある。

なお、モルタル板とフレキシブル板の屋外自然暴露試験を継続し、年間を通して基礎データを取り、建物(春日井地区)の汚れ調査データ等を参考にし汚れの評価方法を検討する予定である。

5. 謝 辞

本研究を進めるにあたり、名城大学金子林爾教授、大同工業大学太田福男教授、菊水化学工業株式会社安藤彰信主任研究員のご指導とご支援を受けました記して謝意を表します。

また、平成9年度小野研究室卒業研究生である佐川秀幸君、須賀八重子さん、前田淳君のみなさんに心から感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 仕入豊和, 地濃茂雄, 橘高義典: コンクリート壁面の汚れ: セメントコンクリート No.461, pp22~33, 1985
- 2) 藤井秀治, 村上信直, 岡本肇: 外装仕上げ材料の

汚れ防止に関する研究, その1, 外装仕上げ材料の初期汚れの現状調査, 日本建築学会大会(関東), 学術講演梗概集, pp.891~892, 1997年9月

- 3) 永田順一郎, 石原嘉孝他: 高耐候性外装塗料の汚染性に関する研究, その1 フッ素樹脂塗料における雨だれ汚染性と静的接触角の関係, 日本建築学科大会学術講演梗概集, pp.991~992, 1996年9月)
- 4) 渡邊康則他: 外装塗料の耐久性能評価に関する研究, その23, 全国6箇所における屋外自然暴露4年までの試験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1219~1220, 1994年9月
- 5) 加藤完二他: 外装塗料の耐久性能評価に関する研究, その24, 全国6箇所における屋外自然暴露4年までの試験結果日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1221~1222, 1994年9月
- 6) 西本直史, 他: 建築外壁面の汚れに関する研究, その1汚れに関する実態調査, 日本建築学科大会学術講演梗概集, pp.1411~1412, 1995年8月
- 7) 小野博宣, 深見信規他: コンクリート表面の汚れ評価に関する基礎的研究, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第36号 pp.117~120, 1998年2月
- 8) 小野博宣: セメントモルタル板の汚れ評価に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.535~536, 1998年9月