—たばこ煙による壁仕上材料の汚れの評価指標および評価方法の提示—

視覚的観点からのたばこの煙による壁仕上材料の汚れの相対的評価方法に関する研究 (その3)

—A PRESENTATION OF AN EVALUATION METHOD AND
ITS ACCOMPANYING INDEX FOR CIGARETTE SMOKE
STAIN ON WALL FINISHING MATERIALS—Study on relative evaluation method for state of stain by cigarette smoke
of wall finishing materials from a viewpoint of visually (Part 3)

川村清志*, 小野英哲**

Seishi KAWAMURA and Hidenori ONO

In Part2, we designed two types of stain accelerating devices. In this Part, we adopted the device which we thought would reproduce stains closer to the real stains and made a sensory test on materials exposed to the air in a smoking room and materials stained by the device. After careful consideration of the results of the sensory test, we created the evaluating scale for cigarette smoke stain, and concluded that the physical quantity (color differential + Δb^*) indicated the state of stain (Δb^* : the change quantity of the CHROMATIC index of stained and un-stained materials). In what follows, we will show a way of evaluating cigarette smoke stain on the basis of the relationship between the stain evaluating scale and the physical quantity of materials and present the evaluation index and the evaluation method for stain.

Key words ; wall finishing materials, cigarette smoke stain, $L^*a^*b^*$ space,color differential, Δb^* , stain accelerating device, evaluation method壁仕上材料、たばこ煙汚れ、 $L^*a^*b^*$ 表色系、色差、 Chromatic 指数変化量、汚れ促進試験機、評価方法

1. 序

前報 (その1)¹⁾ では、本研究全体の目的、範囲、方法および手順を述べるとともに、喫煙室で行ったたばこの煙による内壁の仕上材料 (以降、材料と呼ぶ) の暴露実験結果について報告し、前報 (その2)²⁾ では前報 (その1)¹⁾ と同様、材料表面の汚れを表示する物理量とした「色差」^{注)} を媒介にして、たばこの煙 (以降、たばこ煙と呼ぶ) による実状の汚れと相関の高い汚れを短時間に材料表面に付着させることができる、たばこ煙による汚れ促進試験機の基本について報告した。

本報告は暴露試料および汚れ促進試験機による汚れ促進試料の色差の対応から、前報 (その2)²⁾ で示した二つの汚れ促進試験方法を確定するとともに、汚れを表示する物理量を含めた視覚的観点からのたばこの煙による汚れの評価方法を検討した結果を述べるものである。

なお、本報告の一部は日本建築学会大会に発表³⁾ している。

2. 本研究の目的と方法

本研究の目的は、たばこ煙による汚れ促進試験機の妥当性を確認するとともに、たばこ煙による汚れの評価指標ならびに評価方法を提示することにあり、以下に示す手順で研究を進めることとした。

(1) 前報 (その2)²⁾ でその基本を報告した二つの試験機を用いて作成した汚れ促進試料と、前報 (その2)²⁾ で報告した喫煙室で暴露実験に供した試料 (以降、暴露試料と呼ぶ) との汚れを色差を介して比較検討して、二つの汚れ促進試験機のうち一つを汚れ促進試験機として確定する。

(2) 確定した汚れ促進試験機で作成した汚れ促進試料 (以降、促進試料と呼ぶ) および暴露試料を用いて、視覚的観点からの汚れの官能検査を実施して汚れ評価尺度を構成するとともに、二つの尺度の対応から、確定した汚れ促進試験機のより一層の妥当性を確認する。

(3) 前報 (その1)¹⁾、前報 (その2)²⁾ で、汚れを表示する物理量として用いてきた色差を軸として、構成した汚れ評価尺度とより一層の対応を示す物理量を見いだすとともに、汚れ評価指標を含むたばこ煙による壁仕上材料の汚れの評価方法を提示する。

3. 汚れ促進試験機の確定

試験機の確定にあたり、前報 (その2)²⁾ で基本を提示した二つの汚れ促進試験機、つまり、回転型汚れ促進試験機 (以降、回転型と呼ぶ) および沈降型汚れ促進試験機 (以降、沈降型と呼ぶ) のいずれを試験機として確定するかについて、次のように検討した。

* 日本工業大学建築技術研究センター 助教授

** 東京工業大学工学部建築学科 教授・工博

Assoc. Prof., B.E.R. Center, Nippon Institute of Technology
Prof., Dept. of Architecture and Building Engineering, Faculty of Engineering,
Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

なお、本項における検討の際媒体とした材料は暴露試料と同一の材料で、表1にその概要を示す。

表1 使用材料の概要

No.	材料名	表面色 ⁽¹⁾	表面 ⁽²⁾	模様
1	ビニールクロス1	8. 8YR5. 2/0. 4	平滑	有
2	ビニールクロス2	7. 2R 3. 4/2. 2	平滑	有
3	ビニールクロス3	6. 5PB7. 5/1. 7	平滑	有
4	○◎ビニールクロス4	1. 9Y 9. 1/0. 5	やや凹凸	無
5	○ビニールクロス5	7. 0YR8. 4/0. 4	平滑	無
6	○ビニールクロス6	1. 5Y 9. 2/0. 4	平滑	無
7	○◎ビニールクロス7	1. 1Y 9. 0/0. 5	やや凹凸	無
8	○◎ビニールクロス8	2. 2Y 8. 9/1. 0	凹凸	無
9	○◎ビニールクロス9	1. 6Y 8. 3/1. 0	凹凸	無
10	○ビニールクロス10	1. 7YR4. 1/3. 2	平滑	有
11	◎ビニールクロス11	9. 0YR8. 8/0. 9	やや凹凸	無
12	◎ビニールクロス12	1. 0Y 8. 5/0. 8	やや凹凸	無
13	◎ビニールクロス13	4. 7Y 8. 9/0. 4	大凹凸	無
14	◎ビニールクロス14	3. 9Y 9. 3/0. 6	やや凹凸	無
15	◎ビニールクロス15	4. 5Y 9. 1/0. 7	やや凹凸	無
16	◎セラミッククロス1	2. 8Y7. 1/1. 5	やや凹凸	無
17	◎セラミッククロス2	7. 0Y 5. 9/2. 1	やや凹凸	無
18	◎織物1	0. 5Y 8. 1/1. 1	大凹凸	無
19	織物2 (合成繊維)	9. 4YR7. 9/1. 4	やや凹凸	無
20	◎和紙1	1. 1P 8. 3/2. 2	平滑	無
21	和紙2 (合成繊維)	1. 5Y 8. 8/1. 3	平滑	有
22	和紙3 (合成繊維)	2. 1Y 8. 4/1. 3	平滑	有
23	◎木1(ヒノキ) ⁽³⁾	7. 3YR7. 6/4. 1	平滑	有
24	◎木2(スギ) ⁽³⁾	6. 4YR6. 3/4. 4	平滑	有
25	◎木3(ラワン) ⁽³⁾	8. 3YR6. 6/2. 9	平滑	有
26	セラミックタイル1	3. 6Y 8. 7/0. 6	平滑	無
27	○セラミックタイル2	9. 3BC2. 1/0. 6	平滑	無
28	○セラミックタイル3	N9/(Y0. 5)	平滑	無
29	○セラミックタイル4	1. 7R7. 9/0. 1	平滑	無
30	塗料1(アクリル) ⁽⁴⁾	3. 1Y9. 4/0. 1	平滑	無
31	塗料2(アルキド) ⁽⁴⁾	8. 9YR9. 4/0. 2	平滑	無
32	○アルミ板	2. 1RP7. 4/4. 6	平滑	無
33	○ステンレス板	4. 6PB2. 4/1. 1	平滑	無
34	○透明ガラス	0. 9Y7. 2/0. 3	平滑	無
35	くもりガラス	7. 6YR7. 2/0. 5	平滑	無

(1): マンセル表示記号 (2): 目視による表面性状 (3): 自動鉋仕上 (無塗装) (4): 塗料: スチンボート (5mm, 厚さ) に一回吹付塗装仕上

前報(その2)²⁾では、回転型においてはたばこ量が8本2セット(試験筒の中で、長さ1/2のたばこを8本燃焼させて都合4回試験を行う)、沈降型においてはたばこ煙量が400cc(主流煙を試験筒に注入)の場合に、それぞれ付着させる汚れ(色差)が暴露試料の汚れ(色差)と最も相関が高いこと、さらに、汚れの付着に要する試験時間を延ばすことが有効であることを述べた。

本項では以上を踏まえ、たばこ量およびたばこ煙量は前報(その2)²⁾の場合と同一であるが、汚れを段階的に付着させることにより汚れ付着に要する時間を延ばすような種々の試験条件で、試行錯誤的に汚れ促進試験を実施した。すなわち、回転型においては1回の試験に用いるたばこの本数と試料の回転数を変化させ、沈降型においては1回の試験に用いるたばこ煙注入量を変化させた。なお、試料とした材料は暴露による汚れ(色差)の範囲を包含させた12種類(表1の材料名欄に○印で示す)である。

表2 促進試料と暴露試料の汚れ(色差)の相関

回転型による汚れ促進試験		沈降型による汚れ促進試験	
試験条件	相関係数	試験条件	相関係数
2本×8セット	0. 514	100cc×4セット	0. 683
4本×4セット	0. 534	200cc×2セット	0. 821
8本×2セット	0. 526	400cc×1セット	0. 791

試験結果における汚れ促進試料と暴露試料の汚れ(色差)の相関を表2に示す。表から回転型の場合は、付着させる汚れ(色差)と暴露試料の汚れ(色差)²⁾の相関がいずれの試験条件においても、前報(その2)²⁾で述べた結果と比較して向上する傾向が見いだせなかったことや、沈降型の場合と比較して相関が低いことから、本研究で提示する汚れ促進試験機から除外することとした。なお、表中の試験条件は、沈降型については表3に示すとおりで、回転型における2本×8セットとは、1本あたりのたばこの長さを1/2にして2本用い、試料の上下および取り付け位置を入れ替えて、都合2サイクルを1セットとして8回行うものであり、詳細は前報(その2)²⁾を参照されたい。

沈降型の場合は、付着させる汚れ(色差)と暴露試料の汚れ(色差)との相関が前報(その2)²⁾の試験条件の場合より向上する傾向が認められたこと、さらに回転型の場合よりも暴露試料の汚れ(色差)との相関が高いことから、沈降型を本研究において提示する汚れ促進試験機として確定することとした。

沈降型汚れ促進試験機(以降、試験機と呼ぶ)の概要を図1、写真1に示す。

試験機は注射器で吸引した主流煙を容器内に注入し、たばこ煙が時間経過とともに沈降することによって容器底部に上向きに設置した試料に汚れを付着させるものである。

なお前報(その2)²⁾と同様、たばこは両切のショートピース、試料の大きさは50mm×50mm、その他の詳細も前報(その2)²⁾のとおりである。

図1 沈降型汚れ促進試験機の概要(単位:mm)

写真1 沈降型汚れ促進試験機

ここで、さらにより良い汚れ付着条件、つまり試験条件を見いだすため、表3に示す試験条件で、表1に示す全ての材料を用いて汚れ促進試験を行った。

表3 汚れ促進試験条件

試験条件	試験内容
I 100cc×4セット	100ccの主流煙で都合4回の試験 煙の沈降時間（汚れ付与時間）はいずれも
II 200cc×2セット	200ccの主流煙で都合2回の試験
III 400cc×1セット	400ccの主流煙で都合1回の試験 1セットにつき90分間

図2に試験機による促進試料および暴露試料の汚れ（色差）の相関を示す。なお色差は前報（その2）²⁾と同様に、4箇所での平均値である。

図2 促進試料の汚れ（色差）と暴露試料の汚れ（色差）の関係

図から、条件II（200cc×2セットの場合：●印）の場合に両者は

より良く対応し相関係数も大きいことから、汚れ促進試験条件として条件IIを採用することとした。

なお、着火後のたばこからの主流煙の吸引は、容量50 ccの注射器にビニール管を介したプラスチック製の吸い口をたばこの吸い口に取り付けて行い、煙濃度にばらつきがないように所定の速度（10 cc/秒）で吸引する。煙の濃度等のばらつきを、200cc×2セットの条件で汚れの大きい材料（3体）を試料とした場合でみると、色差の平均値に対して±10%の範囲であったことから、間接的ではあるが煙濃度等のばらつきは小さいといえる。また、200cc×2セットの条件で35試料を用いて3回実施した、汚れ促進試験における試料の色差のばらつきをみると、各試料の色差の平均に対して±16%の範囲となり、色差のばらつきが汚れの評価に与える影響は小さいといえる。

4. 汚れ評価尺度の構成

本項では、3. で確定した試験機による促進試料と暴露試料を用いて汚れの官能検査を実施し、汚れを評価するための基礎資料となる汚れ評価尺度を構成するとともに、試験機のより一層の妥当性を検証する。

4.1 官能検査手法

本研究は「人間の視覚的観点からの材料の汚れ」を主眼としており、汚れの評価指標を求めるためには、材料の汚れに対する人間の評価を尺度化することが望ましいため、視覚的観点からの官能検査により汚れの評価尺度を構成することとした。

検査は予備実験³⁾および既往の研究⁴⁾の成果を踏まえ、汚れはより汚れていない部分との対比において一層認識されやすいこと、多くの試料を対象とした場合の検査の効率などを考慮して、材料ごとに未汚れ試料と汚れ試料を一対にして検査員に呈示し、汚れの気になり具合を検査員に答えさせる系列範ちゅう法を採用することとした。

4.2 検査試料

検査試料は、表1に示す材料を用いた未汚れ試料と汚れ試料（確定した試験機で新たに作成する促進試料と、前報（その2）²⁾に示す、喫煙室において汚れ（色差）の頭打ちが認められるまでの156日間暴露した試料）で、各々35試料、各、50mm×50mmである。

4.3 検査員、その他

検査員は、促進試料を用いる場合の検査では成人男女20人（男性：15人、20才～47才、女性：5人、20才～22才）で、暴露試料を用いる場合の検査では成人男女30人（男性：25人、20才～47才、女性：5人、20才～22才）とした。

検査はほぼ一様な照度分布を有する無光沢の灰色紙（マンセル表示1.7G 6.9/1.1）を敷いた机上（平均照度約600lx）で行うこととし、検査員は検査員ごとに不規則な順で呈示される未汚れ試料と汚れ試料からなる一対の試料を、椅子に腰掛け状態ではほぼ真上から観察

表4 判断範ちゅう

汚れが
①：全く気にならない
②：ほとんど気にならない
③：ほんの少し気になる
④：少し気になる
⑤：かなり気になる
⑥：大分気になる
⑦：非常に気になる

・比較して、汚れの気になり具合を表4に示す判断範ちゅうで答えることとした。なお検査室の温度は $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、湿度は50%(RH)±20%(RH)である。

4.4 汚れ評価尺度の構成

4.1～4.3に示した条件で官能検査を実施し基礎データを得た。

表5に検査の分散分析結果を示す。

表から、いずれの検査においても主効果の分散比が高度に有意でかつ寄与率が非常に大きいことから、汚れの気になり具合に対する検査員の判断の一致性は極めて高く、構成される尺度は十分有効とみなすことができる。なお個人差が有意であるが、主観的かつ絶対判断であるため多少の個人差は当然あり得ること、個人差の寄与率が非常に小さいこと、から大きな問題とはならないといえる。

以上の検討の後、尺度構成理論⁵⁾に従って汚れ評価尺度を構成した。

表5 官能検査の分散分析結果

検査試料	項目	分散比	F(0.01)	寄与率
汚れ促進試料	主効果	147.21**	1.66	0.87
	個人差	4.01**	1.89	0.01
暴露試料	主効果	150.47**	1.66	0.82
	個人差	3.39**	1.70	0.01

4.5 汚れ促進試験機の妥当性の検討

暴露試料および促進試料を用いて得られた二つの汚れ評価尺度の関係を図3に示す。

図から、両者の相関は統計的に十分有意であること、多様な材料を試料としている場合の対応であること、を考慮すれば、二つの尺度には十分良好な相関があるといえる。すなわち、促進試料の汚れは視覚的観点から暴露試料の汚れ、つまり、実状の汚れの程度を良く再現しているといえることから、試験機の妥当性を主張できる。

なお、促進試験機として最終的に確定した試験機は、副流煙の乱流の中で試料に煙を付着させる既往の研究⁶⁾による方法等とは異なるが、より簡便にたばこ煙による実状の汚れを付着させることができる試験機といえる。

図3 暴露試料と促進試料の汚れ評価尺度の関係

5. 汚れ評価指標の提示

本研究ではこれまで、汚れを表示する物理量として色差を用いて論を進めてきたが、本項においては汚れを表示する物理量を再検討するとともに、汚れ評価尺度と物理量との対応から汚れ評価指標を提示する。

5.1 汚れを表示する色差の再検討

図4に暴露試料の汚れ評価尺度と色差の関係を示す。なお本項での色差を含む測色値は、各々の試料の4箇所の平均値である。

図から、両者の対応が非常に良いことが明確で、実状の汚れを色差で表示できるとした本研究の前提の妥当性が証明されているといえる。

ここで、暴露試料の色差と汚れ促進試料の色差に高い相関が確認されれば、汚れ促進試料の色差から暴露試料（実際に施工された場合の材料）の色差（汚れの程度）を推定することが可能となる。

図4 暴露試料の汚れ評価尺度と色差の関係

図5に暴露試料の色差と汚れ促進試料の色差の関係を示す。

図から、統計的観点では相関は高度に有意といえるが、両者の関係には乱れがあり、現状では促進試料の色差で暴露試料の色差を推定することには多少の無理があるといえる。

図5 暴露試料および促進試料の色差の関係

さらに図6に示すように、促進試料の評価尺度と色差の間には、図4に示す暴露試料の場合ほど良好な対応が得られていないことがわかる。

以上から、既往の研究⁷⁾を参考としながら、暴露試料、促進試料のいずれの汚れ評価尺度ともより良い対応を示すとともに、両者の物理量の間により高い相関が得られるような汚れを表示する新たな物理量（以下、新物理量と呼ぶ）を抽出することとした。

図6 促進試料の汚れ評価尺度と色差の関係

5.2 汚れを表示する新物理量の提示

まず色差に加えて、視覚的観点からの汚れに関係すると考えられる、三刺激値(X, Y, Z)²⁾から求められる汚れ試料の L^* 、 a^* 、 b^* から未汚れ試料の L^* 、 a^* 、 b^* ²⁾をそれぞれ差し引いて得られる、明度指数を始めとする各指数の変化量を測定して、それぞれ4個所の測定点の平均値(ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^*)を算出し、基本物理量とした。

三刺激値(X, Y, Z)の測色には「SMカラーコンピュータ(SM6)」(ｽｶﾞ 試験機、測色範囲：直径12mmの円)を用いた。

なお本項以降、色差(ΔE_{ab}^*)を ΔE^* と略記して示す。

次に、色差(ΔE^*)と ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* を用いて、汚れ評価尺度との対応および物理量同士の相関を種々検討した結果、新物理量と

図7 暴露試料の汚れ評価尺度と($\Delta E^* + \Delta b^*$)の関係

して($\Delta E^* + \Delta b^*$)を設定することができた。

ここで、 Δb^* は材料の表面色の黄味方向の変化を示すもので、前報(その2)²⁾に示したとおり、暴露試料の汚れの推移、つまり、黄色への変色に対応する物理量であり、絶対値を用いる。

図7、図8に、汚れ評価尺度と新物理量との対応を示す。

図4、図6の場合と比較して対応が向上していることがわかる。

図8 促進試料の汚れ評価尺度と($\Delta E^* + \Delta b^*$)の関係

図9に暴露試料および促進試料の新物理量の相関を示す。

図5に示す色差(ΔE^*)の場合と比較して相関が高いこと、つまり、図中に示した回帰直線により、促進試料の新物理量から暴露試料の新物理量を推定することがより妥当になったといえる。

なお、図中(○)で示した試料(試料No.27、黒色のセラミックタイル)を始めとして対応からやや外れている試料もあるが、本研究では多種多様な表面性状や表面色などを有する材料を試料としていることなどを考慮すれば、両者の相関は有効といえる。

図9 暴露試料および促進試料の($\Delta E^* + \Delta b^*$)の関係

なお本研究で用いた材料のうち、内壁材料として使用頻度が高く、かつ、表面に凹凸があったり、材料に吸水性があることなどから清掃しにくいと想定される材料、つまり実際に大きな問題が発生すると考えられる材料を抽出(表1の材料名欄に◎印で示す16種類)

した上で、新物理量の相関を示したのが図10である。

両者には高度に有意な直線的相関があることが明確で、図9の相関に多少幅があるとはいえるが、使用頻度の高い材料の実状の汚れを相対的に推定する上で、図9の直線を用いることに大きな問題はないといえる。

図10 16種類の試料による
($\Delta E^* + \Delta b^*$) の関係

5.3 汚れ評価指標の提示

図9を用いて、促進試料の新物理量から実際に暴露したときの新物理量を推定し、さらに図7を用いて、推定された暴露試料の新物理量から、対象とする材料が実際に使用されたときの汚れの評価が可能となる。

以上から、図9、図7を汚れの評価指標として提示できる。

6. たばこ煙による壁仕上材料の汚れの相対的評価方法の提示

これまでの成果から、たばこ煙による壁仕上材料の汚れを相対的に推定・評価する手順を以下に示す。

- (1) 本研究で提示した沈降型汚れ促進試験機で汚れ促進試料を作成する。試験は両切のショート・スを用い、3. で求めたように、主流煙注入量が200ccの試験を都合2回行う。なお1回の試験は前報(その2)²⁾で示したように、煙が目視で確認できない90分間とする。
- (2) 汚れ促進試料と未汚れ試料の三刺激値から色差(ΔE^*)ならびに Δb^* (カマティック指数の変化量の絶対値)を求め、汚れを表示する新物理量(A) ($\Delta E^* + \Delta b^*$)を算出する。なお汚れ促進試料は前報(その2)²⁾で示したように、室内養生(温度 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 、湿度 $50\%(\text{RH}) \pm 20\%(\text{RH})$)を行い、汚れ物質が安定・定着する試験終了5日後に測色する。
- (3) 図9の回帰直線を用いて、汚れ促進試料の新物理量(A)から暴露試料(実際の汚れ試料)の新物理量(B)を推定する。
- (4) 図7の回帰直線を用いて、暴露試料の新物理量の推定値(B)から暴露試料の汚れの評価値を求め、当該試料が実際に使用に供された場合の汚れの評価の推定値(C)とする。

(3)、(4)の手順を図9、図7に(A)、(B)、(C)で示す。

また、実際に使用される状態での壁仕上材料の汚れを評価する必要がある場合は、汚れが顕著な箇所と少ない箇所(あるいは洗浄した箇所)から測定・算出される新物理量から、図7の回帰直線を用いて評価できる。

なお、汚れ評価尺度は未汚れ試料との比較により得られたものであるが、対象とする材料が相対的にいかに汚れやすいかを判断する尺度として十分有効な尺度といえる。

7. 本研究の結論

視覚的観点からのたばこ煙による壁仕上材料の汚れの評価方法に関し、3編に分割報告した。得られたおもな結論はつぎのとおりである。

- (1) 喫煙室で行った暴露実験から、暴露材料の汚れ(色差)は床仕上材料のよごれ(色差)⁴⁾と比較するとほぼ同程度の汚れを呈することから、床仕上材料のよごれ同様、たばこ煙による壁仕上材料の汚れも重要な課題であることを指摘した。(前報(その1)、(その2))
- (2) 暴露実験によれば、たばこ煙による汚れには材料間で大きな差異があり、また汚れは材料の材質、表面色、種類、平滑性、光沢などに依存する複雑な現象である。(前報(その1))
- (3) 汚れの観察を踏まえて設計・試作した沈降型汚れ促進試験機を、たばこ煙による実状の汚れとの相関が高い汚れ促進試料を作成できる促進試験機として、試験条件を含めて提示した。(前報(その2)、本報)
- (4) 暴露試料ならびに汚れ促進試料と未汚れ試料の対を試料とし、視覚的観点からの汚れに関する官能検査を実施して汚れ評価尺度を構成した。さらに暴露試料と促進試料の物理量の対応から、汚れを表示する物理量として($\Delta E^* + \Delta b^*$)を提示した。(本報)
- (5) 以上の成果をもとに、たばこ煙による壁仕上材料の汚れを評価できる評価指標と評価方法を提示した。(本報)

以上、本研究で得られた成果は、分煙化が進み喫煙室や喫煙コーナーなどの設置が多くなると想定される今後において、視覚的観点からの汚れからみた各種壁仕上材料の開発・選択、さらに清掃方法の検討などにも有効に利用できると考える。

なお、汚れと壁仕上材料の諸要因との関係などに関する検討は今後の課題としたい。

謝辞

吉岡 丹先生(元・日本工業大学建築学科教授、東京工業大学名誉教授、工学博士)には多々激励を頂きました。記して感謝申し上げます。また実験の一部を茨木英直、大関健一、勝俣貴文、門松広(日本工業大学卒論生)の諸君が担当しました。

注) 色差の算出方法、三刺激値(X, Y, Z)ならびに L^* 、 a^* 、 b^* について以下に示す。

・ 色差は、汚れ試料と未汚れ試料から得られる三刺激値(X, Y, Z)を、 $L^*a^*b^*$ 表色系に変換して以下の式で算出される。

$$\text{色差} (\Delta E^*_{ab}, \Delta E^*) = \sqrt{(L^*_{xn} - L^*_{xo})^2 + (a^*_{xn} - a^*_{xo})^2 + (b^*_{xn} - b^*_{xo})^2}$$

ここで、 L^*_{xn} 、 a^*_{xn} 、 b^*_{xn} は汚れ試料の明度指数とクロマティック指数、

L^*_{xo} 、 a^*_{xo} 、 b^*_{xo} は未汚れ試料の明度指数とクロマティック指数を表す。

・三刺激値 (X, Y, Z) とは、物体の分光分布や反射率などによって算出される測色・表示の基本である。(参考 JIS Z 8701「XYZ表色系及び $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 表色系による色の表示」)

・ L^* 、 a^* 、 b^* とは、CIE (国際照明委員会) により推奨される表色方法である、 $L^*a^*b^*$ 表色系における立体的な色空間の位置を示し、三刺激値 (X, Y, Z) から算出される。

ここで、 L^* は $L^*a^*b^*$ 表色系における明度指数、

a^* 、 b^* は $L^*a^*b^*$ 表色系におけるクロマティック指数を表す。

参考文献

1) 川村清志、木下賢一、北後 寿「一たばこ煙による汚れの実状の把握一視覚的観点からのたばこ煙による壁仕上材料の汚れの相対的評価方法に関する研究 (その1)」日本建築学会構造系論文集、第487号pp29~37、1996. 9

2) 川村清志、小野英哲「一たばこ煙による汚れ促進試験機の基礎的検討一視覚的観点からのたばこ煙による壁仕上材料の汚れの相対的評価方法に関する研究 (その2)」日本建築学会構造系論文集、第506号pp51~56、1998.4

3) 川村清志「たばこ煙による汚れから見た内装仕上材料の評価方法に関する研究一その4 官能検査による心理学的尺度と汚れ (色差) との対応」日本建築学会大会学術講演梗概集 (材料・施工)、pp909~910、1997. 9

4) 小野英哲、吉岡 丹「一合成高分子系床仕上材料のよごれの実状一合成高分子系床仕上材料のよごれの評価方法に関する研究 (その1)」日本建築学会論文報告集、第324号、pp1~8、1983. 2

5) J. P. Guilford 著・秋重義治監訳「精神測定法」、培風館、1969

6) 土井 晋、木村建一、岩田利枝、佐藤友昭「タバコ煙の室内表面付着に関する実験研究」日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境工学)、pp633~634、1990. 10
他

7) 石神 忍、池永博威「外壁のよごれの評価に及ぼす材料の色の影響」日本建築学会構造系論文集、第479号、pp23~29、1996. 1

(1998年5月10日原稿受理、1998年9月18日採用決定)