

1. 序論

建築材料の汚れに関する既往の研究において、汚れを表示する測定物理量として、反射率、色度、色差、および光沢度等が適用されている。なかでも、最近の研究では汚れの程度を表面の色度の変化とした色差が多く用いられている。しかし、その色差での対象は、カーボンや土粒子等による汚染の評価に終始し、生物付着を起因とした汚れの研究は少ない。そこで本研究では、前年度の試料での結果¹⁾をもとに、実構造物表面の汚れ評価に対する色差の適用性の可否を検討した。そうして多様な汚れ要素の中で色差の作用力の強さを検討した。

2. 実験方法

高知県における実構造物表面を150枚撮影し、その中から顕著な汚れを呈する写真27枚を抽出した。構造物表面の汚れそれぞれに対し、汚れ発生場所、汚れ物質の色（黒、緑、茶、灰、ワイン、黄土、白）、色数、汚れ物質の占有率、色差を定量化した。ここで、汚れ表面の色度は、実構造物表面と写真表面の両方から求め、それぞれ非接触型色彩色差計（ミノルタ(株) CS-100）、接触型色彩色差計（ミノルタ(株) CR-321）を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系で表した。そうして色差は白色の色度（ $L^*=100, a^*=0, b^*=0$ ）と汚れ面の色度との差として、Hunterの色差式により算定した。材料の表面性状に関するイメージ形容詞を既往の研究より8個の形容詞対にまとめた。そうして、実構造物の写真を用い、被験者32名（高知高専土木工学科1年男子）にSD尺度の形式に整えた形容詞対（表-1参照）で評価させた。因子分析（バリマックス法）を活用し、構造物表面の汚れ27枚の相関を説明するため少数個の共通因子を検出した。このことはイメージ形容詞の因子構造を明確にすることにより、汚れに対する感性の構造を明らかにするものである。各構造物の汚れ物理量（色差等）とSD調査の結果とを基に、数量化I類を活用しイメージ形容詞と汚れの要素とを結び付けた。つまり特定の感性（心理量）に対して特定の付着要素を対応させる。そうして、これら相関比から色差の適用性の可否及び抽出方法について検討した。また、それぞれの感性（「汚れている」等）に対して、評価物理量として挙げた色差の作用力の強さを検討した。

3. 実験結果及び考察

3-1 感性と物理量との相関性

物理量を3つのパターン（色差 ΔE ）を用いなかっただけの場合、実構造物から得られた色差を用いた場合（非接触型測定器）、写真から得られた色差を用いた場合（接触型測定器）に分けて検討した（表-1）。

最初に色差を含まない場合と含む場合とを比較すると、前者に比して後者の相関比は平均15%以上高くなり最高93%の対応となった。このことから感性との対応において色差はより有効な評価物理量（汚れ付着要素）といえる。

表-1 相関比

形容詞対		ΔE なし	ΔE (非接)	ΔE (接)
汚れていない	- 汚れている	0.6830	0.8595	0.9003
清潔な	- 不潔な	0.7296	0.8810	0.9112
美しい	- みにくい	0.6948	0.8613	0.9090
目障りでない	- 目障りな	0.7162	0.8588	0.8893
安全な	- 危険な	0.7392	0.8814	0.8594
親しみのある	- よそよそしい	0.6433	0.7866	0.8775
好き	- 嫌い	0.6979	0.8971	0.9331
すっきりした	- ごみごみした	0.7747	0.8915	0.9133

次に色差が含まれている場合について接触型と非接触型の2つを比較すると、1つの形容詞対〈安全な-危険な〉が若干前者を下回ったものの、他の7つにおいては後者の相関比が平均4%強高くなった。また、後者はコンクリート構造物の写真を一度撮っておけば天候に作用されることなくデータの抽出（測定）及び管理が出来る。以上、コンクリート構造物の汚れにおける物理量と感性との相関性を調べる場合は、写真（接触型）から得た色差を含む方が最も適しているとなった。

3-2 感性に対する汚れ要素

形容詞対8尺度の相関行列を求め、因子分析（バリマックス法）を行うと、因子軸は3軸あらわれた（表-2）。第一因子軸を「美観因子」（代表：＜汚れていない-汚れている＞）と名付け、第二因子軸を「親密因子」＜親しみのある-よそよそしい＞、第三因子軸を「整然因子」＜すっきりした-ごみごみした＞と名付けた。

そうして、各感性に対しそれぞれの形容詞を外的基準として分析した結果が表-3のようになった。表内の順位とは偏相関値が高い順序を示しており、それぞれの感性を感じさせるアイテムの重要度を示す。

紙面の都合上、「汚れている」という感性を例にとると以下の結果となった。

1番影響を与える△E（色差）は、白色を基準とした色度間の差であり、コンクリート表面の色差が大きいほど「汚れている」と判断された。中でも“80～90”の値のときに「汚れている」という感性に大きく影響した。また、コンクリート全表面に対する付着物の占有率が“40～80%”を占めるとき「汚れている」と判断された。特に“60～80%”のときに大きく影響を受けた。ここで、“80～100%”の占有率が「汚れていない」とされたのは、汚れ物質が構造物表面の全域に付着すると、それを「汚れ」と認識しにくくなり「汚れている」と判断されなかったものと思われる。そうして、白、茶といった色が存在したときも「汚れている」と判断された。コンクリートの表面に見られるこれら色は、それぞれエフロレッセンスや構造物における金属部からの錆び汁であり、これらを除去することにより汚れていない表面を形成するといえる。

そうしてこの表から明らかなように、“色差”は8形容詞対中6対が1番目、他の2対でも2番目となり最も感性に影響するアイテムとなった。また、汚れ付着物の占有率は8対中6対が2番目となり、感性に影響する重要なアイテムの1つであると理解できた。

4. 結論

感性と汚れ付着性状との対応において、色差を付着要素として加えることにより、相関比は平均15%以上高くなり最高93%の対応となった。このことから色差はより有効な評価物理量（付着要素）といえる。現地で得られた色差に比して写真から得られた色差を用いた付着性状は、その相関性の高さ及び作業性（データ抽出）の容易さにより有効性が認められた。また、全感性とも、“色差”、“物質付着面積の占有率”の2つのアイテムが最も感性に影響した。つまり、これは汚れを考えると上記のアイテムについて、特に検討しなければならないことを示している。以上、実構造物表面における汚れ評価物理量として、色差の有効性が認められ、その重要性が認識された。

1) 市坪 誠：汚れに対する評価物理量の基礎的研究、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集 第5部、pp.494-496、1992.9

〈参考文献〉長町三生：感性工学，海文堂，1989，11

あとがき：本研究は、財団法人日本科学協会の笹川科学研究助成によって実施したものです。

表-2 因子負荷表

形容詞対	因子負荷量		
	I	II	III
汚れていない - 汚れている	0.8654	0.3560	0.3098
清潔な - 不潔な	0.8618	0.3383	0.3718
美しい - みにくい	0.8586	0.3770	0.2703
目障りでない - 目障りな	0.8545	0.5569	0.4562
安全な - 危険な	0.8538	0.2741	0.4872
親しみのある - よそよそしい	0.2288	0.8377	0.2062
好き - 嫌い	0.5941	0.7661	0.2785
すっきりした - ごみごみした	0.5596	0.4275	0.6964

表-3 感性に対する汚れ要素の重要度

順位	美観因子				親密因子		整然因子
	汚れていない	清潔な	美しい	目障りでない	危険な	よそよそしい	嫌い
1	色差	色差	色差	色差	占有率	場所	色差
2	占有率	占有率	占有率	占有率	色差	色差	占有率
3	白色	白色	色数	場所	緑色	灰色	色数
4	色数	緑色	白色	色数	ワイン色	白色	場所
5	場所	ワイン色	場所	白色	白色	ワイン色	黄土色