

1. はじめに

塗膜の耐候性及び耐久性の研究において、表面の劣化状態の経時的観察はきわめて重要で、かつ不可欠な項目である。現行の官能評価試験方法は特別な機器や装置を必要とせず短時間で経済的に行える利点があるが、評価に熟練が必要で、熟練者でも個人的な主観が入りやすく値の表現、再現性、精度等に問題がある。

目視評価に替わる定量的客観的評価方法として、画像処理技術によって自動的に評価値を算出しようとする試みが1990年代の初期からあり、すでに2, 3の研究論文が発表されている。しかし、現在、広く汎用的に実用化されているハードやソフトウェアはなく、また評価点算出の基準となる劣化塗膜の標準判定図に関しては国際的に統一されたものはない。ここでは、比較的難しいとされる「膨れ」に限定して画像処理を用いた評価方法について検討し、有効な標準判定図及び評価方法を開発できたのでその概要を報告する。

2. 現状の規格の問題点

現在、塗膜欠陥の評価基準となる標準図は、ISO, ASTM, その他ユーザー規格などに定められているが、「膨れ」の標準図は、塗料専門技術者の長年の経験に基づいて、大小さまざまな塗膜欠陥の塗板を写真撮影し、それを分類整理した上で、適当にレイティングナンバー(RN)を付けたものであり、次のような問題を持っている。

- 1) 各規格間でRNの番号の付け方が国際的に不統一である。
- 2) 標準図におけるRNの数値の学問的・合理的な根拠が曖昧である。
- 3) 標準図は紙に印刷されたものであり、紙質や印刷回数によっても鮮明さに欠け非常に見にくい。
- 4) 「膨れ」は立体的な3次元の欠陥であり、通常

は、斜め照明で影を付けるなどの工夫をしないと形状を捉えることが出来ない。現行の標準写真はどのような照明条件で撮影されたのか、また全て一定条件で撮影されたのかは不明である。

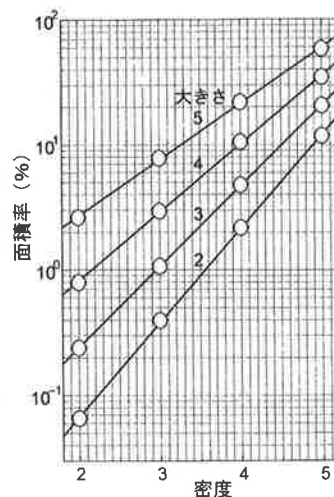


図1. 密度と面積率の関係

- 5) 平面部位には写真製版で生じたと思われる影の濃淡があり、そのために塗膜劣化部位が不鮮明になり、2値化処理が容易に出来ないなど、現行の標準図を、そのまま画像処理の標準図として使うには問題が多い。

そこで合理的な数値的裏付けを持ち、画像処理並びに目視評価に適した「膨れ」評価用標準図を、Computer Graphics(CG)技術を利用して作成することを試みた。

3. 画像処理評価用標準図及び目視評価用標準図の作成

100×75mmの矩形領域内に、外周形状が円形の膨れを、大きさレベルに応じて直径0.125mmから8mmの範囲で、5～6水準定義し、膨れの面積率の対数が膨れの密度及び大きさと比例する(Weber-Fechner則に従う)よう個数分布を定義し(図1)、モンテカルロ法を利用してランダムな位置に配置した。得られた2値画像を、デジタル画像データとして保存し、画像処理評価用標準図とした(図2-A)。

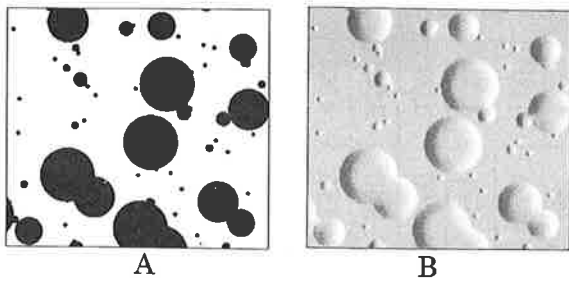


図 2. (A)画像処理評価用及び(B)目視評価用標準図の例(部分)

画像処理評価用 2 値画像を元に、単位形状の立体化断面プロファイルを定義し、陰影を付加した立体化像を作成し、目視評価用ふくれ標準画像データとして保存し、最小の形状の大きさの 4 分の 1 よりも解像度の高い印刷装置で印刷し、目視評価標準図を作成した (図 2-B)。

4. 標準図の検証

上記の方法で作成したCG画像を目視官能評価用標準図として用いた場合の評価値と画像処理標準図として用いた評価値との相関性について検討を行った。

現物の膨れの塗板試料は、1) 塗膜中の水分が経時的に空気中に発散するために形状が時々刻々と変化する。従って、複数人数である程度時間をかけて正確に評価する試料 (特に、微小膨れの場合) としては適切でない。また、2) 大きさと密度が適度な分布をもっている種々の評価検証用塗板試料を一度に作成する事は難しいなどの問題がある。そこで、今回の評価検証用膨れ10種類の試料は、CG画像で試作することにした。

画像処理の一般的な流れは I : CCDカメラで画像取り込み → II : 画像入力 → III : フィルター処理 → IV : 画像特徴抽出 → V : 画像認識理解 → VI : R.N.の表示となる。

今回、CG画像による膨れ試作試料を用いてCG標準図との比較評価を行った。従って、ステップI~IIIの工程は省略し、当協会独自のソフトウェアを用いてステップIV~VI工程の妥当性の検証を行った。

<目視官能評価>

9名の熟練技術者が10種類の試作CG膨れ試料についてCG標準図と目視で比較対応しながら膨れの大きさと密度のRN値を評価する。1時間以上、時間を経てもう1度同じような評価を行い、繰り返し2回評価する。その評価結果を表1に示す。

<コンピュータによる画像認識評価>

膨れ標準図から相関性のあるパラメーターを抽出し、RNとの関係式をコンピュータに予め組み込む。CG膨れ試料の数値が関係式のどこに位置するかにより、RN値を算出する。目視官能評価とコンピュータ画像認識評価のとの間の相関係数は0.99と非常に高く、今回CGで作成した標準図の妥当性が確認された。

詳細は、表1の「CGによるフクレ・モデル試験片の官能評価 (RN) と画像処理評価との比較試験結果」を参照。

5. あとがき

まとめ

CG技法を用いることにより、劣化塗膜「膨れ」の画像処理と目視観察とが兼用可能で極めて有効な標準判定図が得られた。

今後の予定

・CGによるフクレの標準判定画像の研究成果を2000年および2001年のISO国際会議で発表したところ、日本から提案したCG画像を今後、標準判定図にする事が決定された。従って、JIS K 5600-8-2 (フクレ) に記載されている標準判定図は、まもなく、日本から提案したCG画像のものに置換される予定である。

・さらに、2001年のISO国際会議では、ドイツから「耐食性試験時のカット部からの塗膜剥離巾」のCG標準判定図作成に協力するよう要請があった。今後、ドイツへの協力と並行してサビ、白亜化などの劣化塗膜の現写真標準判定図についても、目視判定で見やすく、かつ画像処理に適したいろいろなCG画像を開発し、日本から提案していく予定である。

表1 CGによるフレレ・モデル試験片の官能評価 (RN) と画像処理評価との比較試験結果

N = 2

判定者 試料No.	官能評価														画像処理					
	A1	2	B1	2	C1	2	D1	2	E1	2	F1	2	G1	2	H1	2	I1	2	平均	処理
1	4.2	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.06	4.00
	2.2	2.2	2.4	2.2	2.3	2.3	2.0	2.0	2.5	2.5	2.2	2.5	2.2	2.5	2.2	2.2	2.2	2.0	2.25	2.29
2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.8	4.0	3.99	4.00
	2.8	2.8	2.6	2.5	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.8	3.0	2.8	3.0	2.8	3.0	2.7	2.7	2.80	3.05
3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.01	4.00	4.00
	2.2	2.2	2.4	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.2	2.5	2.2	2.2	2.3	2.0	2.17	2.17
4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.94	4.00	4.00
	2.0	2.0	2.2	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.2	2.5	2.0	3.0	2.16	2.06
5	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.01	4.00	4.00
	4.5	4.3	4.8	4.4	4.5	4.5	4.5	4.0	4.5	4.5	4.7	4.5	4.5	4.5	5.0	5.0	4.8	4.55	4.65	4.65
6	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.01	4.00	4.00
	2.0	2.0	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.01	1.84	1.84
7	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.04	4.00	4.00
	4.0	3.8	3.5	4.5	3.1	3.7	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.8	3.5	4.0	4.0	3.8	3.71	4.05	4.05
8	4.5	4.8	4.5	4.5	5.0	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.7	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.8	4.60	4.50	4.50
	3.0	2.8	4.0	3.0	3.8	3.8	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.7	3.40	3.59	3.59
9	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.95	4.00	4.00
	2.3	2.5	2.5	2.4	2.7	3.2	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.2	2.49	2.74	2.74
10	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.07	2.00	2.00
	2.0	2.3	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.3	2.5	2.0	2.12	2.10	2.10

- 注) ・ 官能評価に使用した標準図： ISO4628-2を基に作成したCG図
 ・ 官能評価は9名の熟練技術者 (A~I) がフレ試験片を目視で繰り返し2回評価した。
 ・ 表の上段：大きさ (Size) 表の下段：密度 (Density)