

## 塗膜欠陥の画像解析による評価

財団法人 日本塗料検査協会  
技術開発部 清水亮作

### 1. はじめに

塗膜欠陥の（巨視的な）評価は、多くの場合、劣化初期では塗膜表面の光沢や色差等を測定することで行い、更に劣化が進行しサビやフクレ等が生じた場合は、目視による官能評価によっても行われています。これは、光沢値や色差の変化は比較的小さい場合でも、塗膜の外観にはワレやフクレ等、大きな変化が認められる場合があり、これらの測定値が、必ずしも塗膜欠陥を客観的に示しているとは限らないためです。従って、塗膜欠陥の評価には、外観特性の計測がどうしても必要になっています。

一方、外観特性の計測は、現在のところ主に目視による官能評価によって行われます。この方法は、特別な装置を用いることも無く、熟練することで敏速かつ比較的正確な評価が可能です。ただし、その精度は「熟練」と言うたいへん曖昧な要因に頼るところが大きく、試験結果にしばしば個人差が生じてしまう問題を持っています。

そこで、近年、コンピュータを用いた画像解析によって、塗膜の外観特性を自動計測することで上記問題を解決しようとする試みが行われており、日塗検も1990年頃からこの研究に取り組んでいます。この手法では、塗膜欠陥を画像として正しく撮影し、コンピュータに入力できることが極めて重要なポイントになります。ここが曖昧では、以後の処理過程が非常に複雑になるばかりか、計測結果も不完全になってしまいます。

ところが、この「塗膜欠陥を正しく撮影」することは、容易そうで非常に難しく、種々ある塗膜欠陥を鮮明に撮影するには、複数の光源や照明手法を使い分ける必要があります。画像解析で最も重要であるのは「適切な光源の選択」と言っても過言ではないでしょう。

今回、日塗検では新しい発想による間接照明光源を開発し、塗膜欠陥を観察したところ、今まで困難であったり、不鮮明で満足できなかったりした塗膜試料に対しても、非常に鮮明に撮影することができましたので、一部ですが、その成果をご紹介します。

### 2. 画像処理と光源の重要性

前述したように、画像解析において光源の選択は非常に重要になります。具体的には、塗膜欠陥の検査対象箇所とバックグラウンドとのグレースケールでのコントラスト差を可能な限り大きく取れる光源と照明の手法を考えなければなりません。

わかりやすい例として、500円硬貨の「0」の中に描かれた「500円」という文字を抽出したい場合を上げてみます。写真1（右）は、通常の蛍光灯による照明下で撮影した場合、また、写真1（左）は光源を工夫して撮影した場合です。この撮影画像より、コンピュータによる画像解析によって「0の中に描かれた500円」を抽出したい場合、写真1（左）のほうが簡便かつより高精度で処理できることは容易に想像することができます。

### 3. 新開発の間接照明光源

ところで、塗膜の欠陥にはワレ、ハガレ、フクレ、シワ等、いろいろなパターンが存在します。また、バックグラウンドになる塗色は非常に多彩であり、試験にあたって特定することはできません。

このような多様な塗膜試料に対して万能な光源や照明手法は存在しない（未だ見出せていない）と思われませんが、今回、試料より低い位置に設置した、画像処理用蛍光灯より発した光を拡散反射体の壁面で反射させる照明手法を用いることで、塗膜欠陥の多くを鮮明に撮影できることを見出しました。そこで、この照明手法を具体化

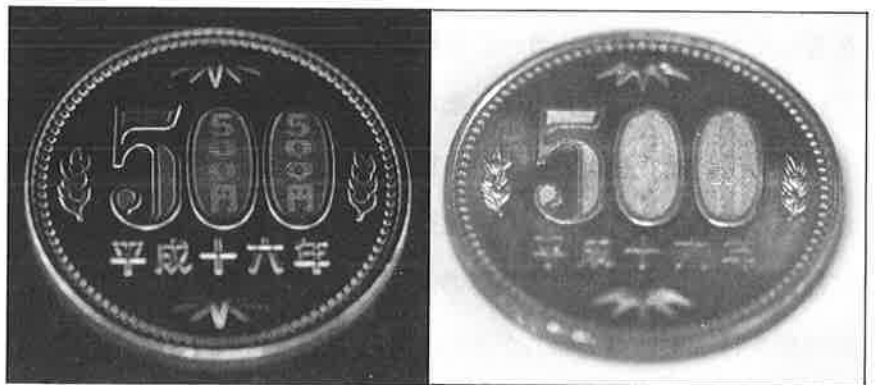


写真1 500円硬貨の「0」の中に描かれた「500円」を抽出したい場合

した装置（プロトタイプ機）の開発に着手しました。装置の構造と外観を図1及び写真2に示します。

#### 4. チッピング試験の評価と画像解析の有用性

あるチッピング試験の評価（ISO/FIDS 20567-1）を熟練者（1名）と未熟者（経験の少ない8名の平均値）及び今回開発した照明装置による画像解析を行った結果を比較してみました（図2）。その結果、熟練者及び画像処理による評価は、理論値とほぼ合致する結果になりました。一方、興味深いことに、熟練者と未熟者には大きな違いが見られました。未熟者は、この試験を過小評価する傾向にあるようです。冒頭でも述べた、官能評価の欠点をあらためて実感させられました。

画像処理の評価に着目すると、理論値や熟練者とはほぼ合致する結果となり、実用に対して高い信頼性を確認することができました。

ただし、今回の検討で用いた試験板は塗色が白であり、劣化部とのコントラストは比較的明瞭であったことと、理論値の算出に画像解析を用いていることを考え合わせると、画像解析による評価には、いささか有利に働いていると思われます（多くの場合、今回のような高い精度は出ないようです）。

#### 5. おわりに

昨今、ISOで審議される試験方法では、「誰が行っても同じ結果が出る」ことに強い関心が寄せられています。これは、データの国際間での比較や評価を行う場合、極めて重要になるためです。塗膜欠陥の評価に関しても例外ではなく、現状の官能評価から、更に客観性の高い評価手法が求められています。このようなISOの方向性に対して、画像解析による評価は最も現実的な手法だと考えています。

ただし、画像解析はまだ未熟な段階であることも認めています。光源や照明手法が未完成であることは前述した通りです。作業や検査効率の面でも、まだまだで、例えば、上記チッピングの例では、画像解析が試験板1枚を処理する間に、熟練者では数10枚以上の仕事を済ませてしまうことでしょう。

以上のように、画像解析による評価は、人、特に熟練者と比べると、まだまだ未熟な段階ではありますが、光源や照明等、地道な工夫を積み重ねることで評価の信頼性や評価可能な塗膜欠陥の範囲等、確実に進歩もしています。まだまだ前途多難ではありますが、まずは官能評価に追いつけることを目標に、これからも努力していきたいと思えます。

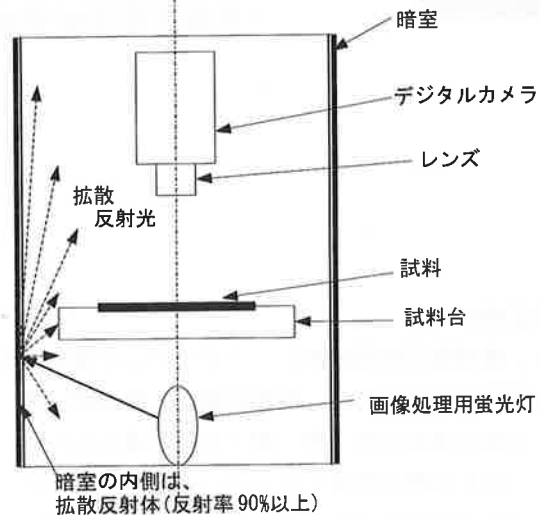


図1 新開発の画像処理光源の構造(イメージ)



写真2 開発した照明装置(プロトタイプ機)

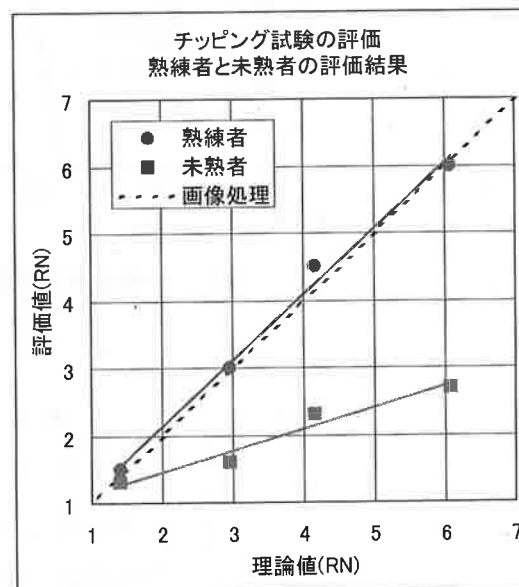


図2 熟練者と未熟者の比較