

肌の透明感を評価する測定手法および測定システムの開発

木更津工業高等専門学校 機械工学科

小 田 功

Youthfulness of a human appearance is considerably affected by youthfulness of skin. Now, youthfulness of skin is mainly evaluated by measurement of the skin age. Skin age is measured by a water quantity of skin, a smoothness of skin, an elasticity of skin, and so on. However, an appearance of skin may be able to be evaluated by the index that is different from the skin age. We paid attention to a translucency of skin as the element which affected the appearance of skin. It seems that beauty of skin have some relation to translucency of skin, because there is expression of "transparent white skin" from old days. However, a measurement method and an evaluation method of translucency of human skin are not established yet. In this report, we suggest one method for evaluation of skin translucency. In this method, we project a stripe pattern to an object and measure its contrast. We measured the contrast of stripe pattern to acrylic plates. As a result of the experiment, it was shown that the evaluation of translucency of an object was possible by our method.

1. 緒 言

人間の見た目を左右する重要な要素として、肌の若々しさが挙げられる。現在、肌の若々しさは、主に肌年齢を測定することで評価されている。肌年齢は、肌の水分量、きめの細かさ、弾力などから算出されている。ところが、肌年齢以外の指標を用いて、肌の見た目を評価することができる可能性もある。我々は、肌の見た目を左右する要素として、肌の透明度に着目した。肌の透明度と肌の美しさとの関係は、昔から“透き通るような白い肌”という表現があることから、何らかの関係があると考えたからである。ところで、一般に樹脂成型品に代表される半透明体の透明度は、樹脂内部からの光の拡散率を測定する変角光度計を使用して測定している。しかしながら変角光度計では、拡散率を計算する際に光の透過側で透過光を検出するため、測定物の種類や大きさに制約がある。その他の方法には、樹脂成型品の側面からハロゲンランプの光を照射し、光の透過率が低い箇所、すなわち光が散乱しやすい箇所が明るく見えることから、透明度を測定する方法¹⁾がある。この方法では、端面が現れてない形状の半透明体に対しては測定ができないという問題がある。

樹脂成型品以外の透明度測定装置としては、液体を対象としたものが一般的である。例えば、縞模様を描いた計測板を、液体を通して撮影し、縞模様のコントラストから液体の透明度を測定する方法²⁾がある。この原理を半透明体

の透明度測定に応用しようとする、撮影側の反対側に計測板を設置する必要があるため、測定可能な半透明体は、比較的、透明度が高いものでなければならない。さらに、測定結果は半透明体の厚さの影響を受けるという問題も生じる。

我々は半透明体に着目し、縞パターンを半透明体に投影したときのコントラストを測定することで、半透明体の透明度を評価する手法を提案している。透明度の異なる半透明樹脂試料を測定したところ、本手法は試料の厚さに依存せずに透明度を測定できることが確認できた。さらに市販のヘーズメータでの測定結果と比較したところ、透明度の低い試料に対しては、本手法の方がより有用であった。また、提案する手法を用いて肌の透明度を測定することが可能であったので、報告する。

2. 測定の方法

人間の肌は、血管が透けて見えることから分かるように半透明である。これと同様に、一般的な樹脂やいわゆる曇りガラスも半透明である。このことは、樹脂や曇りガラスに光を照射したとき、裏面から観察すると光が透けて見えることから想像できる。表面が十分に平滑な透明体と半透明体に、縞パターンを投影する場合を考える。透明体であれば、物体内部で光が散乱しないのであるから、縞パターンの影は現れない。これに対して半透明体では、物体内部に存在している微粒子による光の散乱度が増すほど影が明瞭に現れると考えられる。このことから縞パターンのコントラストにより透明度の測定が可能ではないかと考えた。

測定の概要を図1に示す。大きき25×25mm、空間周波数50本ペア/インチの振幅型格子 (Edmund Optics, ロンキールーリング) に、光源である出力150Wのハロゲンライト (STOCKER&YALE, IMAGELITE#20) からの光を照射し、焦点距離50mmの投影レンズ (EBCフジノン



Developments of an evaluation method and a measurement system for an appearance of human skin

Isao Oda

Department of Mechanical Engineering,
Kisarazu National College of Technology

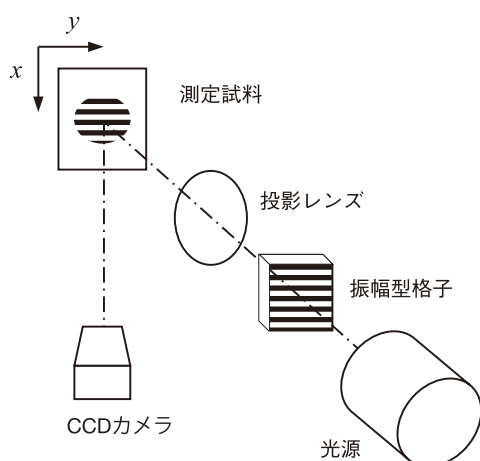


図1 測定の概要

EX, 1:2.8) を用いて縞パターンを測定試料に投影する。ここで格子と投影レンズは、それらの光軸が測定試料面の法線方向と平行になるように配置する。こうすることで、格子像を測定試料面に対して斜めから投影しているにもかかわらず、投影された縞パターンのピッチが測定試料面内において一定になる。なお図1における測定試料面への光の入射角は、45度とした。

測定試料は、ホルダを用いて自立させている。測定試料に現れた縞パターンを正面から8ビットモノクロCCDカメラ(ソニー, XC-ST70)で撮影する。CCDカメラの有効画素数は768×494画素であり、焦点距離50mmの撮影レンズに厚さ20mmの接写リングを取り付けて使用している。なお実際の測定時には、測定試料の背景の影響を受けないよう、試料背後に遮光板をCCDカメラの方向に光が反射しない角度で設置している。CCDカメラで撮影した

縞パターン画像は、アナログモノクロカメラ用画像ボードを介してパソコンに取り込む。この画像をビットマップ形式で保存し、縞パターンのコントラストを解析する。

この手法の大きな特徴は、光を用いているので軟質な測定試料でも非接触での測定が可能なことである。さらに、振幅型格子の影を測定試料に投影し、その影を正面から撮影するだけなので、非侵襲であり測定の危険性もない。これらの点から、本手法は人間の肌の測定に好都合である。

図2(a)は乳白色アクリル板に格子像を投影したときの縞パターンの中央付近、128×128画素分の画像である。図2(b)は(a)における、 x 方向の光強度変化の一部を表した図である。コントラストを定量的に測定するために、光強度変調の大きさを次のように定義する。図2(b)に示すように、縞パターンの明るい部分(I_{1max} , I_{2max} , I_{3max} , ...)と、暗い部分(I_{1min} , I_{2min} , I_{3min} , ...)の光強度の値を数個取り出し、隣り合うもの同士の差を求める。さらにそれぞれの差の平均を求め、その値をコントラスト値 C とする。光強度を取り出す測定点は、格子パターンの明るい部分と暗い部分、それぞれ5点ずつ設けることにした。

3. 半透明樹脂試料の測定

測定に用いた半透明樹脂試料はポリプロピレン(日本ポリプロ, ノバテックPP)製で、その大きさは109×109×3mmである。ポリプロピレンに添加する顔料(溝和科学, 93-11-6737乳白)の含有量を変えることで、透明度を変えた試料を作製した。

使用したポリプロピレンはZN系汎用ポリプロピレンであり、工業部品から日用品、食品、医療衛生分野などで幅広く使用されているものである。ポリプロピレンには透明度や光沢、機械的性質などの違いにより、いくつかのグレ

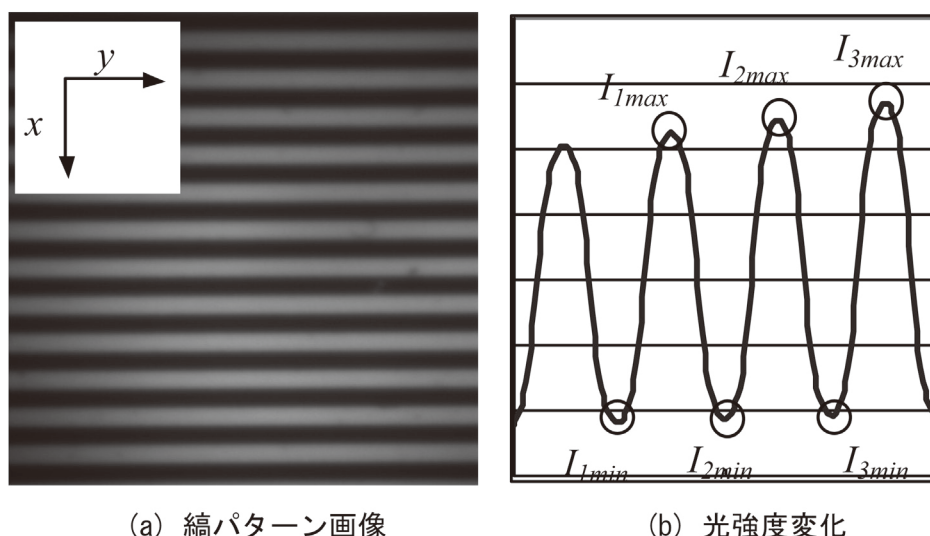


図2 乳白色アクリル板への格子パターンの投影

表1 各資料の顔料含有量

試料名	顔料含有量 [wt%]
Sample0	0%
Sample2	2%
Sample4	4%

ードがあるが、試料に使用したグレードはMG03Bである。これはポリプロピレンの中でも透明度と平滑度が高いものである。ポリプロピレンに添加する顔料の量が増すに連れて試料は徐々に透明度が減少し、見た目の色も乳白色から不透明白色に近づく。

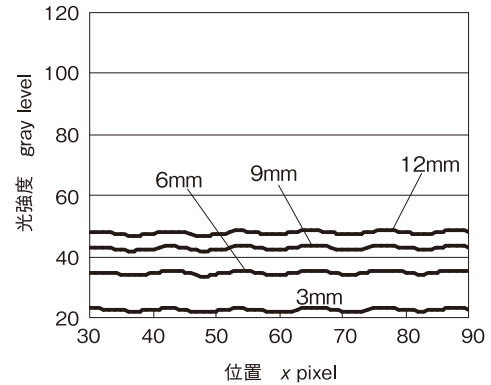
本研究で使用した試料の種類を表1に示す。顔料を添加していないSample0の他に、顔料の質量パーセント濃度が2%のSample2、および4%試料Sample4の計3種類の透明度の試料を作製した。また各々4枚ずつ試料を作製し、同じ透明度の試料を重ね合わせて使用することで試料の見た目の厚さを変化させることにした。このようにすれば、試料の見た目の厚さを3mmから12mmまで3mm刻みで変化させることが可能になる。なお顔料が未添加のSample0であっても、素材のポリプロピレン自体に濁りがあるため、完全な透明体というわけではない。

本手法の特徴は、測定試料の厚さによらず透明度の測定が可能なことである。そこで、これを確認するための実験を行った。

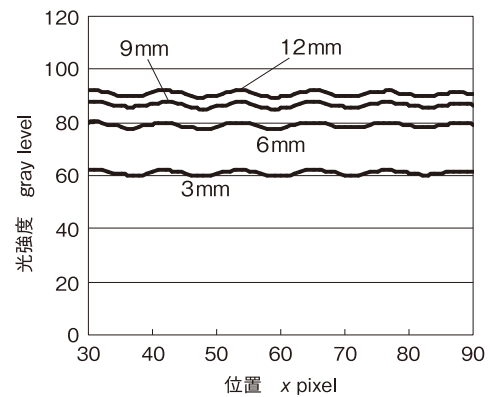
同一の測定試料に対して、1枚から4枚まで重ねることで、厚さ3mm、6mm、9mm、12mmの試料を作製した。同一の試料を重ね合わせたのであるから、厚さは異なっても単位厚さあたりの透明度は全て等しいと考えて良い。このようにして表1の3種類の測定試料に対して、厚さの異なる測定試料を作製した。そしてそれぞれの場合において、格子像を投影して縞パターン画像を取り込んだ。なお試料表面は平滑であるため、光の散乱は主に試料内部で発生していると考えた。

各々の試料の場合において、厚さを変化させたときの縞パターン画像の光強度の変化を調べた。図3は、図2(a)のy方向128画素全体の光強度の平均値を、x方向の画素に対して表したものである。図3より3種類の試料全てにおいて、厚さが増大するにしたがい画像が一様に明るくなっていくことが分かる。ところがコントラスト成分は、厚さが増大しても変化していないように見える。また試料に添加している顔料が増加するにしたがい画像が一様に明るくなっており、これは顔料の添加量が増すに連れて試料が白濁して見えることから明らかな現象である。

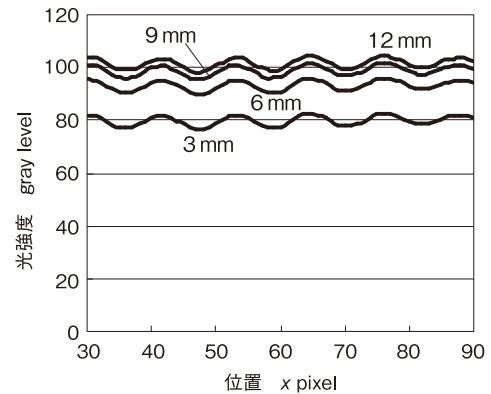
第2章で提案した手法を用いて、図3からコントラスト値Cを算出した。算出したコントラスト値Cを試料の厚さ



(a) Sample 0



(b) Sample 2



(c) Sample 4

図3 各試料において試料厚さを変えたときの縞パターン投影像の光強度

に対してプロットしたものを図4に示す。試料の厚さが増大し画像全体が明るくなっても、図4から同一の種類の試料であればコントラスト値Cの差異は1階調以下であることが分かる。この実験結果より、本手法は測定試料の厚さの影響を受けずに単位厚さあたりの透明度の測定が可能であることが確認できた。

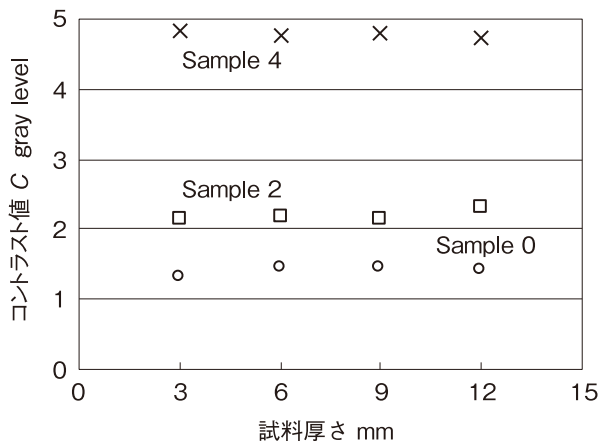


図4 試料厚さを変えたときの縞パターン
のコントラスト値Cの比較

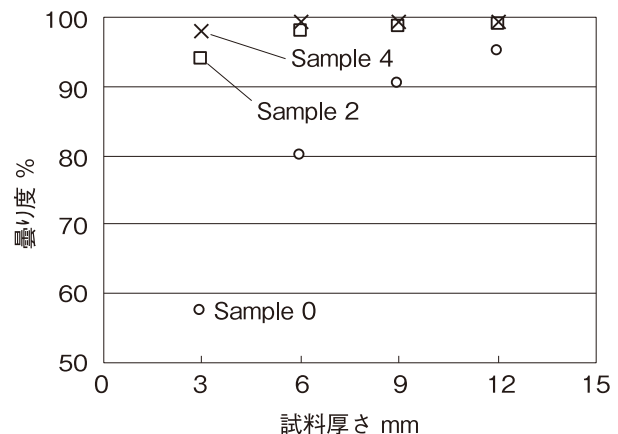


図5 市販の濁度計による測定結果

4. 市販のヘーズメータによる測定

我々の提案する透明度測定法が有用な手法であることを確認するために、市販のヘーズメータ（日本電色工業、NDH5000）でも同一の試料を測定した。

市販のヘーズメータでは、曇り度（ヘーズ）を規格³⁾に基づき測定している。曇り度の定義は、全光線透過光に対する拡散透過光の割合である。試料を透過した光を測定して曇り度を求めているので、曇り度は試料の厚さの影響を受けてしまう。このため曇り度は、我々の提案する手法で測定している単位厚さ当たりの透明度とは、異なったものとなる。

図5に市販のヘーズメータによる測定結果を示す。Sample0では、試料厚さが増大するにしたがい曇り度も増大している。この結果より、曇り度と透明度は異なる概念であり、市販のヘーズメータでは試料の厚さに依存してしまい、単位厚さ当たりの透明度が測定できないことが分かる。またSample2とSample4では、試料が厚くなると曇り度がほぼ100%と測定されている。これは市販のヘーズメータでは、これ以上に濁った試料は測定できないことを示している。このことより、我々の提案する手法は、透明度の低い試料の測定に対してより有用であるといえる。

5. 肌の透明度の測定

これまでの実験結果から、本測定法は透明度の低い物体の透明度を厚さに依存せずに測定できることが確認できた。そこで本手法を用いて、実際に人間の肌の透明度を測定してみた。

測定試料は、成人男性の手の甲である。肌の透明度を変化させるために、パウダーファウンデーションを塗布し、その濃さを変化させることにした。ファウンデーションを濃く塗布するほど、肌の表面にファウンデーションが厚く付着し、透明度が低くなると考えたからである。肌にも何も塗布していない0回から、パフに付けたファウンデーションを、1回塗布するごとに縞パターンを投影し、画像を撮影した。最終的にファウンデーションは、15回まで塗布した。

縞パターンを投影したときの代表的な画像の比較を図6に示す。ファウンデーションを塗布していない(a)から最も濃い(e)まで、徐々にコントラストが高くなっているようである。しかし(a)~(e)の画像の比較からだけでは、各々のコントラストの差異を定量的に比較することはできない。

そこで図6の各画像からコントラスト値Cを算出した。この結果を図7に示す。図7から、ファウンデーションの

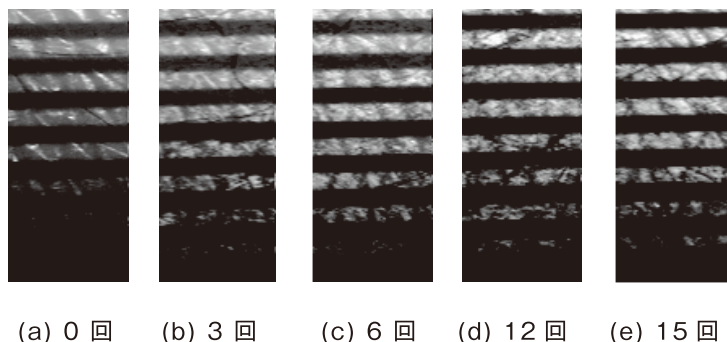


図6 手の甲への縞パターンの投影像

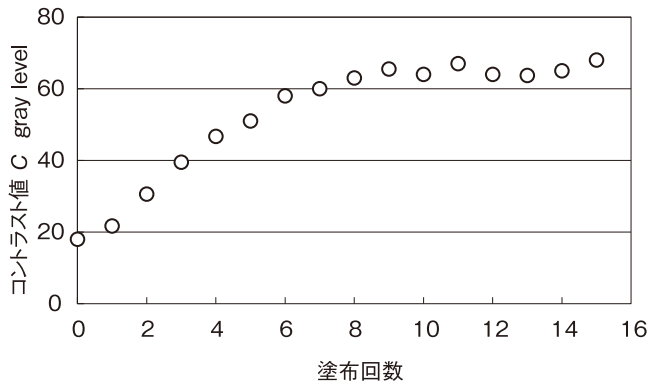


図7 肌の透明度とコントラストとの関係

塗布回数が少ない場合は、塗布回数が増す、すなわち肌の透明度が低くなるにしたがって、投影された縞パターンコントラストが向上していることが分かる。しかし塗布回数が7回あたりから、回数を増やしてもコントラストの向上は見られない。これはファウンデーションの厚さが十分に厚くなったため、肌が透けなくなってしまったからだと考えられる。以上の実験結果から、本手法を用いて見た目では判断が難しい肌の透明度の差異が、測定できることが示されたといえる。

6. 結 言

本報告では、人間の肌の透明度を評価する手法として、

肌に縞パターンを投影し、そのコントラストを測定することを提案した。半透明樹脂板および人間の肌を測定試料として用い、縞パターンを投影したときのコントラストを測定する実験をおこなった結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 本手法による透明度測定は、測定試料の厚さの影響を受けないこと。
- (2) 本手法を用いると、市販のヘーズメータでは測定できないような透明度の低い試料の透明度が測定できること。
- (3) 見た目では判断が難しい肌の透明度の差異が判定できること。

今後の課題は、人間の肌の透明度と透明感との関係を、定量的に評価する方法を模索し、新たな評価方法の確立を目指すことである。その上で、肌の透明感を容易に測定することが可能な、新規的な測定システムを装置化したいと考えている。

(参考文献)

- 1) 三井東圧化学株式会社：「透明樹脂成形物の白濁度測定方法及び装置」，特開平7-333161号，1995-12-22.
- 2) 日立造船株式会社：「水の濁度測定方法および濁度測定装置」，特開平7-280792号，1995-10-27.
- 3) 日本工業規格：「プラスチック－透明材料のヘーズの求め方」，JIS K 7136，2000.