

Application News

No. S15

表面観察 Surface Observation

粗さパラメータの視覚化 —粗さ比較に最適なパラメータを提案します—

Visualization of Roughness Parameters
- Proposal of Optimal Parameters for the Comparison of Roughness -

はじめに

Introduction

3次元表面性状パラメータ（以下、粗さパラメータ）は、2012年から国際規格（ISO）での制定が始まり、これらは順次、日本工業規格（JIS）化が開始されています。粗さパラメータは、レーザー顕微鏡（LSM）と原子間力顕微鏡（AFM）に代表される面方式で規格化されており、現在、23種類のパラメータが規格化されています。LSMとAFMは、ひろく工業分野で用いられており、面方式による粗さ評価は重要になってきています。

“粗さパラメータの中のどれを使って比較を使えば良いか？”

粗さの数値を見ていると、このような迷いをよく経験します。島津レーザー顕微鏡（OLS）とナノサーチ顕微鏡（SFT）は粗さパラメータ比較機能を提供しています。この機能を利用すると、粗さパラメータはグラフにより視覚化され、比較に最適なパラメータの選択が簡単に行えます。本報では、粗さパラメータの視覚化により、3種類の塗膜の比較に最適な粗さパラメータの探索を行った例を紹介します。

A. Kogure T. Fujii

粗さパラメータ比較機能と視覚化

The Comparative Analysis by Visualization of Roughness Parameters

粗さパラメータの種類は多く、それぞれに定義と算出式が異なります。たとえば、加工品表面の仕上がり比較を行う場合、その表面の性質、用途と、得られた粗さの数値から比較に最適なパラメータを見出す必要があります。

粗さパラメータ比較機能の概念図を Fig. 1 に示します。グラフによる視覚化は、平均値と数値のバラツキ（標準偏差）により行います。粗さパラメータ比較機能は、すべてのパラメータに対応しています。これにより、さまざまな試料の粗さ評価に利用できるようになっています。

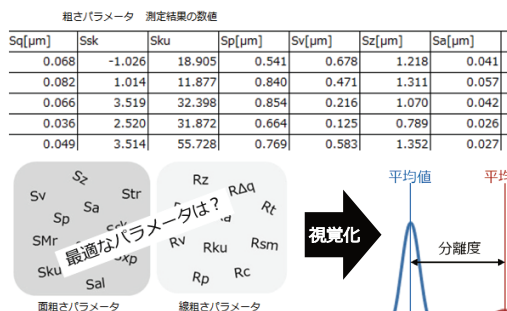


Fig. 1 粗さのグラフによる視覚化と比較解析の概念図
The Concept of Comparative Analysis and Visualization of Roughness

比較に有効かどうかの判別は視覚化されたグラフにより行います。典型的な判別例を Fig. 2 に示します。

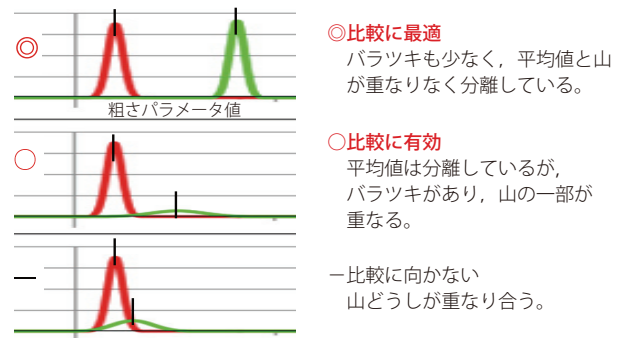


Fig. 2 粗さパラメータの視覚化による判別
Choice of Roughness Parameters

3種類の塗膜の表面粗さ比較

Comparing the Surface Roughness of the Coating Film of Three Types

試料は質感が異なる3種類（Type 1, Type 2, Type 3）の有機塗膜です。光学顕微鏡像を Fig. 3 に示します。

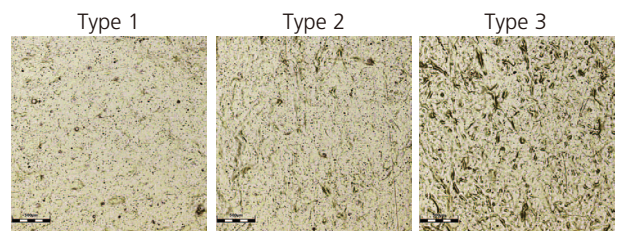


Fig. 3 3種類の塗膜の光学顕微鏡像
Optical Microscope Image of the Coating Film of the Three Types
2.56 mm × 2.56 mm

それぞれの3次元表面形状像（形状3D像）を Fig. 4 に示します。

形状3D観察は3D測定レーザー顕微鏡 OLS4100 を用いました。

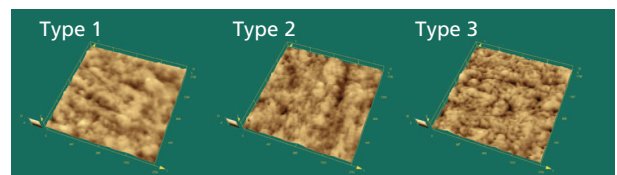


Fig. 4 形状3D像
3D Shape Images of the Three Types
1.8 mm × 1.8 mm × 10 μm

粗さ測定は5回実施しています。カットオフ波長は800 μm を用いました。粗さパラメータの視覚化を行い、3種類の塗膜表面の比較に最適なパラメータを探しました。

粗さパラメータ Sa (算術平均高さ) と Str (表面性状のアスペクト比) の比較解析の結果を Fig. 5 に示します。 Sa は粗さ評価によく用いられるパラメータです。 Str は光沢性や艶に関係する表面構造の異方性を示すパラメータです。 Sa では、Type 1 と Type 2 の山が重なっており、 Str では Type 1 と Type 3 の山が重なり、3種類の塗膜の違いを十分な分離はできていません。このことから、 Sa と Str による比較は向かないことがわかります。 Sa とともに粗さ評価によく用いられる Sq (二乗平均平方根偏差)、 Sz (最大の凹凸高さ) でも同様な重なりを示しました。

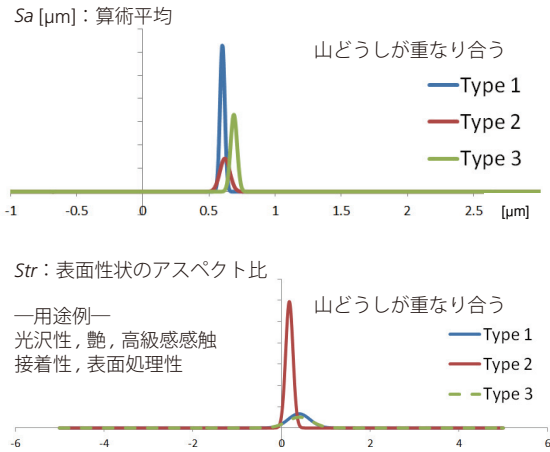


Fig. 5 粗さパラメータ Sa , Str の視覚化
Visualization of Three-Dimensional Parameters. Str , Sa

粗さパラメータ Spk (突出山部高さ) と $SMr2$ (突出谷部とコアを分離する負荷面積率)、および Sal (最短の自己相関長さ) の比較解析の結果を Fig. 6 に示します。パラメータの代表的な評価の用途例をグラフ中に示しました。

Spk と $SMr2$ は潤滑性の評価に用いられる粗さパラメータです。 Sal は光沢性や艶に関係するパラメータです。 Spk , $SMr2$, Sal では3つの平均が分離していますが、バラツキが大きく山同士の一部が重なります。したがって、比較には有効ですが、最適な比較パラメータではないことがわかります。

光沢性や艶に関係する Sal は、短波長成分(細かい構造)が支配的な形状の場合に小さな Sal を示します。3種類の塗膜では、Type 3 が最も細かい形状を持っていることがわかります。

粗さパラメータ Ssk (スキューネス(偏り度)) の比較解析の結果を Fig. 7 に示します。 Ssk は Sal と同様に、光沢性や艶に関係するパラメータです。 Ssk では3つの山どうしが十分に分離しており、比較に最適な3次元パラメータであることがわかります。

Ssk (スキューネス) は、歪度を意味し、平均面を中心とした山部と谷部の対称性を表しています。評価は以下のようになります。

- $Ssk = 0$: 平均面に対して対称 (正規分布)
- $Ssk > 0$: 平均面に対して下側に偏っている
- $Ssk < 0$: 平均面に対して上側に偏っている

Type 1 は形状が下側に偏った対称性を持っており、Type 2 と Type 3 は上側に偏っていることがわかります。また、Type 2 と比較して Type 3 の方が上側へ偏りの度合いが大きいことがわかります。

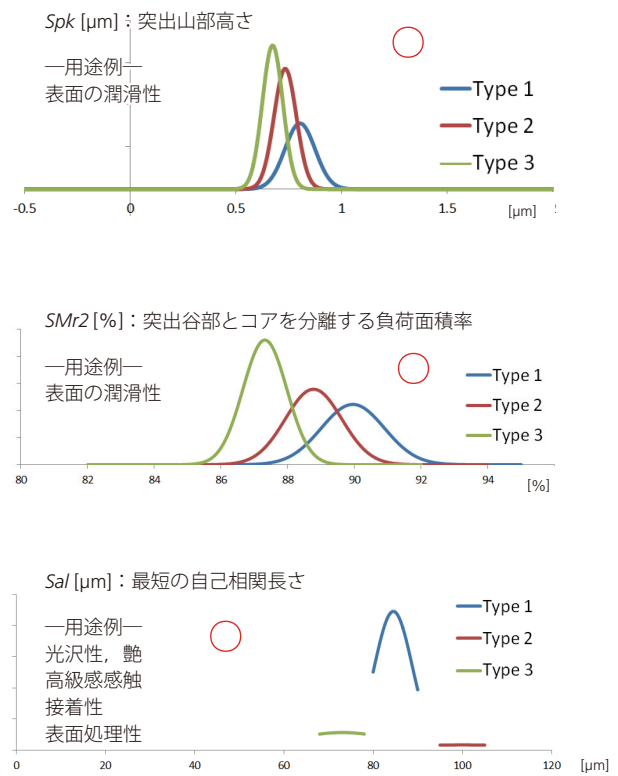


Fig. 6 粗さパラメータ Spk , $SMr2$, Sal の視覚化
Visualization of Three-Dimensional Parameters. Spk , $SMr2$, Sal

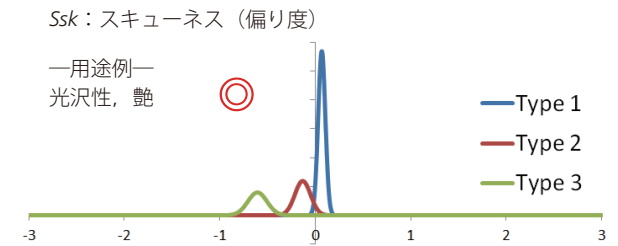


Fig. 7 粗さパラメータ Ssk の視覚化
Visualization of Three-Dimensional Parameter. Ssk

まとめ

Conclusion

質感の違う3種類の塗膜の粗さの比較解析から、光沢や艶に関係するパラメータ Ssk が比較に最適なパラメータであり、 Sal が比較に有効なパラメータであることが見いだせました。 Str も光沢性や艶に関係するパラメータですが、これは比較に向きませんでした。このように、粗さパラメータの視覚化により比較のためのパラメータを的確に見出すことができました。