

粒子径と三次元表面性状の評価方法及び相関性についての検討

保野 佑介*¹上原 忍*²廣瀬 龍希*³

【要 旨】

微細な粒子を表面に付着させたコーティングの評価に、広範囲での評価が可能な三次元表面性状（面粗さ）での評価をしたいという需要が近年増加している。その需要に対応するため、粒子径と粒子の密度によるパラメータの違いを確認し、どのようなパラメータで評価すべきかを検討した。その結果、それぞれ相関性のあるパラメータを確認できたため、コーティングの評価に三次元表面性状が利用できる可能性が示された。

1 はじめに

近年、高機能のコーティングとして耐摩耗性の向上や、光学特性の改良などが行われており、これらの中には、微細な粒子を付着させることで機能性を持たせているものがある。このようなコーティングの評価として三次元表面性状を用いることが求められることがあるが、どのようなパラメータを用いて評価するべきかについての検討はされていない。

そこで、本研究では粒子を付着したコーティングの粒子径と粒子密度に注目して解析結果の比較を行い、どのようなパラメータを用いればコーティングの評価が可能となるかについて検討する。

2 実験方法

2.1 試料

大槻工業株式会社からご提供いただいたフィルムを用いて実験を行った。フィルムは粒子径が異なるフィルム3種類（HR-①、HR-②、GM-10）と、粒子密度の異なる3種類（GM-60、GM-30、GM-10）

を用いた。各資料の粒子径、粒子密度の大きさの関係は図1のとおりである。

フィルムは図2に示すように、PETの基材表面にシリカ粒子を合成樹脂で接着した構造となっている。

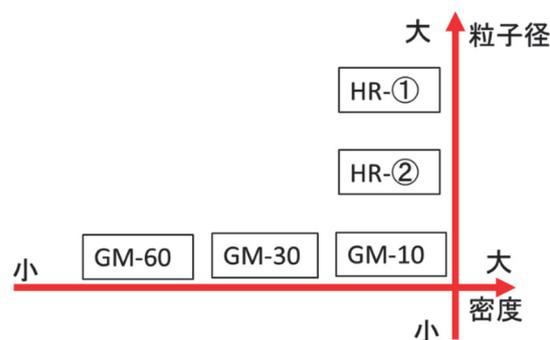


図1 各試料の粒子径、粒子密度の関係

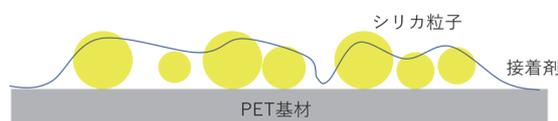


図2 フィルム構造の概略図

2.2 実験装置

三次元表面性状の測定には、図3に示すレーザープローブ式非接触三次元測定装置 [NH-3SP (三鷹光器社)] を用いて行った。

* 1 基盤技術課 技師

* 2 基盤技術課 主任研究員

* 3 基盤技術課 副主査

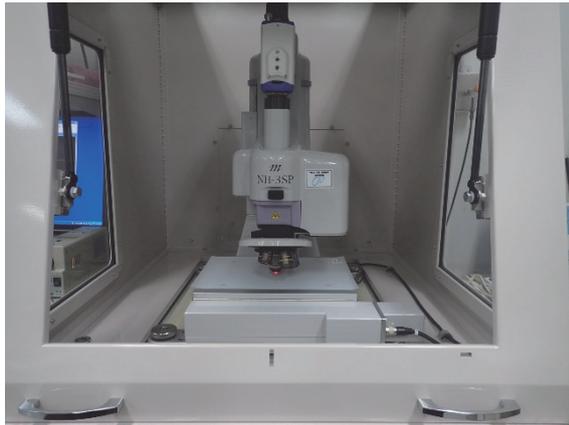


図3 レーザプローブ式非接触三次元測定装置

レーザプローブ式非接触三次元測定装置はレーザ光を用いて焦点を合わせ、表面のXYZ座標の取得を連続して行うことで、平面の形状を取得する測定機である。

2.3 解析方法

測定結果の解析にはタリマップ（アメテック株式会社テーラーホブソン事業部）を用いた。評価に使用する領域はJIS¹⁾に規定されている、注目する形状成分の5倍以上の大きさの正方形である80 μm 角の正方形とした。Lフィルタのネスティングインデックスについても同様に80 μm とし、粗さとうねりに分離を行った。なお、これらの値は粒子径、粒子密度の測定で共通している資料であるGM-10の粒子の塊の大きさ（約15 μm ）を基準とし、他の試料についても同様の値を用いて比較した。

3 結果及び考察

3.1 粒子径と三次元表面性状の相関性についての結果

図4～図6にGM-10、HR-②、HR-①の測定結果の解析後の表面を示す。

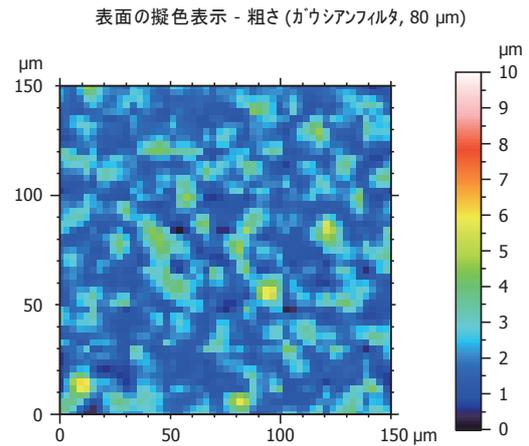


図4 GM-10の解析後表面

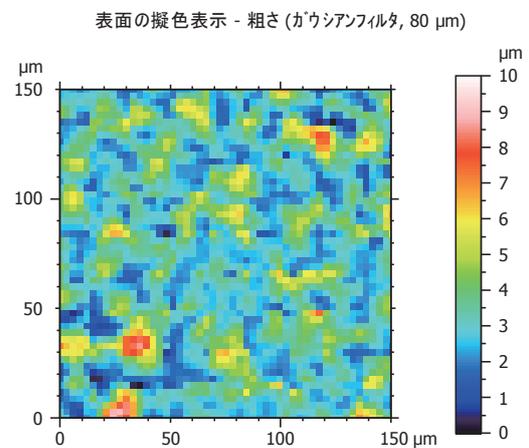


図5 HR-②の解析後表面

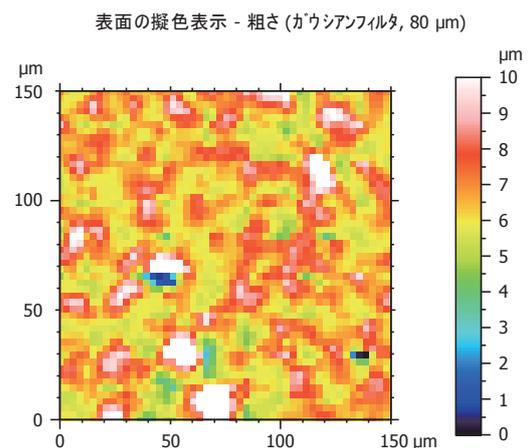


図6 HR-①の解析後表面

表1に粒子径と相関関係の確認できたパラメータの数値を、図7に比較したグラフを示す。

表1 粒子径と相関性の確認できたパラメータ

パラメータ	GM-10	HR-②	HR-①
Sz	5.50	10.33	13.52

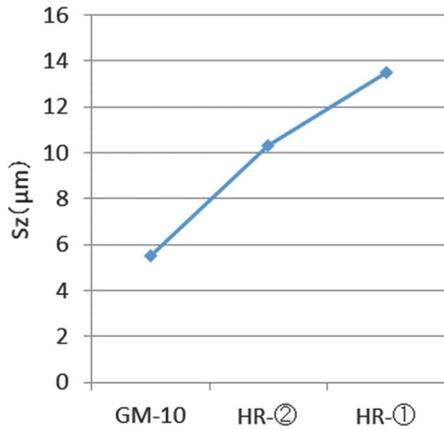


図7 各フィルムのSzの比較

Szとは基準領域における、最大山高さと最大谷深さの和である。粒子径の増加に伴い、PET基材と粒子頂点との高低差も増加するためこのパラメータ相関性がみられるのは妥当であると考えられる。当初、同様の傾向が確認できると考えていたSaに相関性が確認できなかった理由については、合成樹脂に埋め込まれる形でPET基材に接着されているため、高低差の平均では数値に差が出なかったと考えられる。また、Szなどの値を用いることで三次元表面性状から粒子径を求めることができないかの検討も行ったが、今回はそのような用途に用いることのできるパラメータは確認できなかった。これはSaと同じく、粒子が合成樹脂に埋め込まれた構造のためだと考えられる。

3. 2 粒子密度と三次元表面性状の相関性についての結果

図8～図10にGM-60、GM-30、GM-10の測定結果の解析後の表面を示す。

表面の擬色表示 - 粗さ(ガウシアンフィルタ, 80 μm)

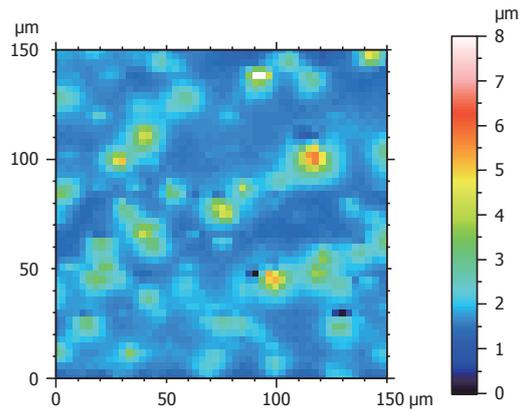


図8 GM-60の解析後表面

表面の擬色表示 - 粗さ(ガウシアンフィルタ, 80 μm)

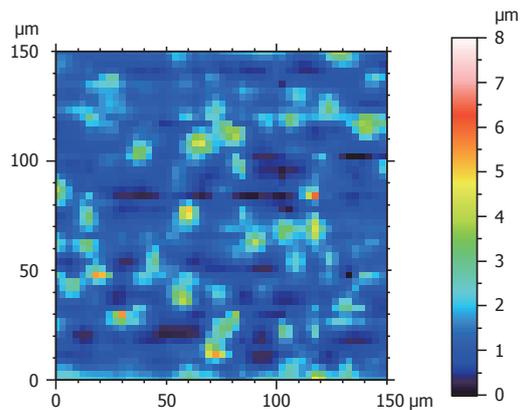


図9 GM-30の解析後表面

表面の擬色表示 - 粗さ(ガウシアンフィルタ, 80 μm)

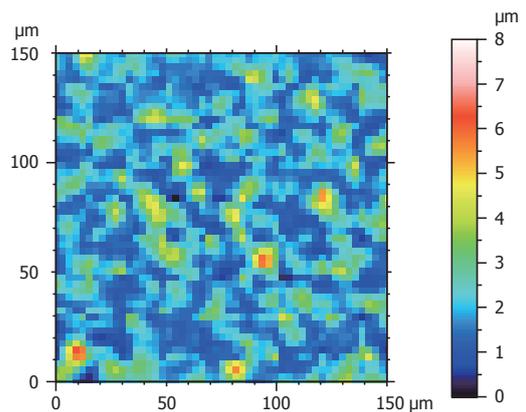


図10 GM-10の解析後表面

表2に粒子密度と相関性の確認できたパラメータの数値を、図11～図13に比較したグラフを示す。

表2 粒子密度と相関性の確認できたパラメータ

パラメータ	GM-60	GM-30	GM-10
Sa	0.42	0.50	0.60
Smr	0.077	0.167	0.547
Sal	6.78	6.55	5.72

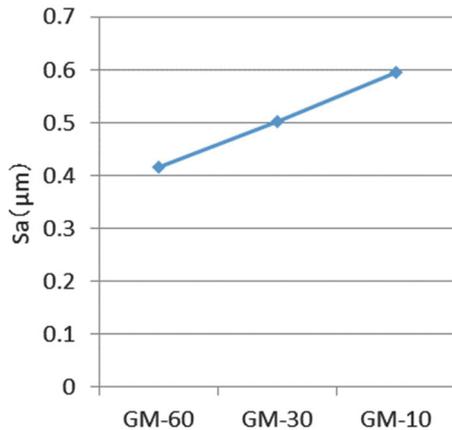


図11 各フィルムのSaの比較

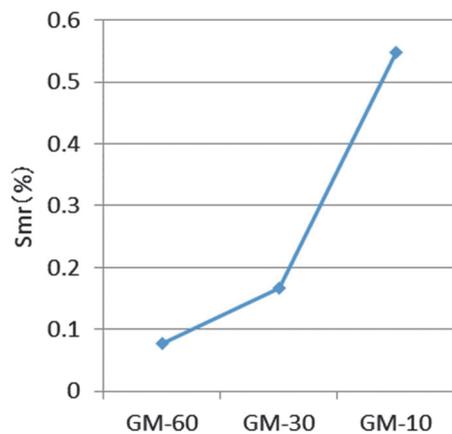


図12 各フィルムのSmrの比較

Sa は基準領域における算術平均高さ、Smr は評価領域に対する輪郭曲面要素の負荷面積の比、Sal は自己相関距離である。Sa に相関性が確認できたのは密度が小さくなると高さが0である面積が増え、平均高さが小さくなるからであると考えられる。Smr については粒子の塊が評価に使用した領域の内、どの程度の割合を示しているかを表してい

るため、相関性が確認できたことは妥当である。

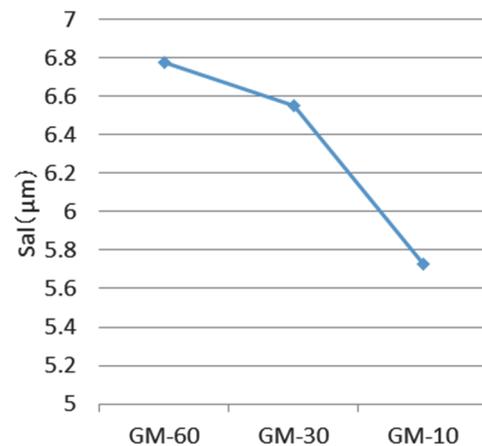


図13 各フィルムのSalの比較

Sal についても粒子密度が大きくなると粒子間の距離が小さくなっていくため、相関性が確認できたことは妥当である。

4 まとめ

本研究では粒子がコーティングされたフィルムに対して、三次元表面性状で評価するにはどのようなパラメータを用いればよいかを粒子径と粒子密度に注目して検討した。

その結果、様々な粗さパラメータの中で、粒子径とはSzに、密度とはSa、Smr、Salに相関性があり、評価に使用できると考えられる。また、三次元表面性状からコーティング済みの粒子径を求めることが可能かの検討も行ったが、そのようなパラメータは確認できなかった。

(謝辞)

本研究を行うにあたり、試料をご提供いただいた大槻工業株式会社に厚く御礼申し上げます。

(参考文献)

- 1) JIS B 0681-2 第2部：用語，定義及び表面性状パラメータ