

分光計測による表面粗さ推定（第1報）

光科 中野雅晴 太田幸宏

Surface roughness estimation using spectroscopic measurement (1st Report)

Masaharu NAKANO and Yukihiro OHTA

Keywords : Surface roughness, spectroscopic measurement, dissimilar material welding, quality inspection, visual inspection

キーワード：表面粗さ、分光計測、異種材料接合、品質検査、目視検査

1 はじめに

機械加工面や、樹脂やめっきとの接合強度を高めるために界面を粗面化した金属面における表面粗さの評価では、測定機による形状計測や、人間による官能検査が用いられている。共焦点顕微鏡による測定では、高精度に3次元形状を測定できる反面、一度に測定できる領域が狭いことが課題である。また、大面積を評価できる目視検査等の官能測定では、専門的な技能を有する検査員が必要であるほか、定量的な品質管理が困難である。このことから、インラインでも表面粗さを大面積で定量評価できる検査方法が求められている。

本研究では、表面反射光の分光特性を測定することで表面粗さを定量的に推定する方法の確立を目指している。2次元色彩計等の分光イメージング装置を用いれば、自動車等の大型部品に対しても短時間で評価することができる。本報告では、表面粗さと反射光の分光特性との関係性を評価した結果について述べる。

2 方法

粗さ標準片を用いて、表面粗さと分光反射特性との関係性を評価した。3次元の表面粗さパラメータとして、二乗平均平方根高さ S_q を共焦点顕微鏡OPTELICS HYBRID（レーザーテック(株)製）で測定した。分光反射特性は、自記分光光度計UV-3150（(株)島津製作所製）にて測定した。

また、表面の仕上げ加工法による違いを評価するために、ショットブラストと放電加工で作製された粗さ標準片における反射光の分光測定も行った。

3 結果および考察

図1に、粗さ標準片における分光反射特性の測定結果を示す。 S_q が減少、または測定光の波長 λ が増加すると、 R_d/R_t が減少している。これは、 S_q/λ が減少

すると拡散反射光量が減るためである¹⁾。

図2に、図1に示した波長500nmにおける R_d/R_t と S_q との関係性を示す。 S_q が増加すると R_d/R_t は指数関数的に増加して1に漸近することが知られており¹⁾、図2でも同様な傾向が見られる。 S_q が $2\mu\text{m}$ 以下において、 R_d/R_t から S_q を推定できることを確認した。

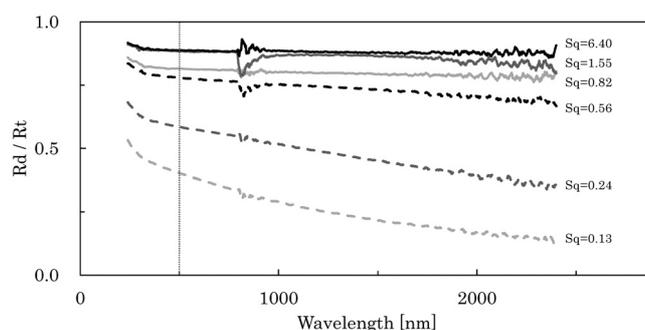


図1 粗さ標準片の分光反射特性

R_d は拡散反射率、 R_t は正反射率と R_d の和である全反射率。縦軸は、 R_d を R_t で除算しているため、材料による吸収の影響を取り除いた拡散反射率を表す。測定領域は、 $9\text{mm} \times 9\text{mm}$ 。800nm付近の変動は自記分光光度計に起因するノイズである。測定した粗さ標準片は、平面 R_{rms} アラサ標準片（日本金属電鍍社製）の平面研削面。

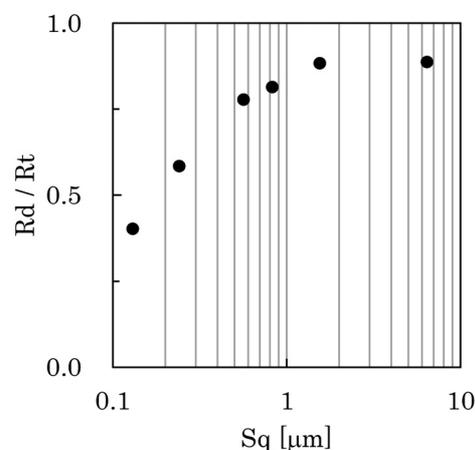


図2 表面粗さと拡散反射率との関係

表面粗さは、測定した5ヶ所の平均値とした。共焦点顕微鏡の測定領域は、 $S_q < 2\mu\text{m}$ で $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$ 、 $S_q \geq 2\mu\text{m}$ で $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。

図3に、各仕上げ加工法における表面反射光の分光分布を比較した結果を示す。Sqは同程度であるが、加工法によって分光分布が異なっている。このことから、拡散反射光量は、高さ方向だけでなく面内方向の表面形状によっても変化すると言える。

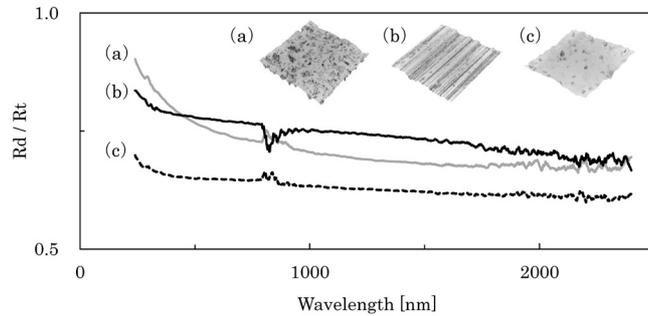


図3 表面形状による分光反射特性の違い

(a) ショットブラスト $Sq=0.61 \mu\text{m}$ 、(b) 平面研削 $Sq=0.56 \mu\text{m}$ 、(c) 放電加工 $Sq=0.64 \mu\text{m}$ 。ショットブラストと放電加工の粗さ標準片は、それぞれ、粗さ比較見本板ショットブラストKB-058 (Rubert社製)と放電加工アラサ標準片 (日本金属電鑄社製)。画像は表面の共焦点顕微鏡像 ($0.27\text{mm} \times 0.27\text{mm}$)。

4 まとめ

表面粗さと分光反射特性との関係について評価した。表面凹凸の大きさにより拡散反射光量が変わることを利用して、 Rd/Rt からSqを定量的に推定できることを確認した。また、Sqが同程度であっても仕上げ加工法によって分光分布が異なることを確認した。これは、拡散光量を測定しただけでは、高い精度でSqを推定できないことを意味する。推定精度の向上には、分光分布の違いを利用するなど、面内方向の表面形状を考慮した補正が必要である。

参考文献

- 1) Harvey J. E. et al.: Total integrated scatter from surfaces with arbitrary roughness, correlation widths, and incident angles. *Optical Engineering*, 51 (1), 013402 (2012) .