

## 非接触表面形状測定機における傾斜面の粗さ測定性能

### — 光干渉計と共焦点顕微鏡の測定誤差の評価 —

照明音響科 柳原 亘 豊田敏裕  
浜松工業技術支援センター 光科 中野雅晴

## Slope measurement performance of roughness for non-contact surface profilers

### - Evaluation of measurement errors for a coherence scanning interferometry and a confocal microscopy -

YANAGIHARA Wataru, TOYOTA Toshihiro and NAKANO Masaharu

keywords : coherence scanning interferometry, confocal microscopy, slope, roughness

光干渉計と共焦点顕微鏡は、非接触かつ高分解能であり、工業部品の粗さ測定に利用されている。測定面は測定光学系に対して水平に設置することが望ましいが、粗さ測定値に対する測定面の傾きの影響は明らかではない。本研究では、両測定機における、傾斜した測定面に対する粗さ測定値への影響を評価した。

粗さ標準片を0～15度（5度刻み）に傾けた際の標準片の表面粗さを測定した。粗さパラメーターRaは、光干渉計の方が測定面の傾きの影響を受けにくいことがわかった。R $\Delta$ qは、粗さの大きさによって、測定面の傾きが大きくなると、光干渉計の誤差が極端に大きくなることがわかった。また、RSmは、測定面の傾きの影響が少なかった。

キーワード：光干渉計、共焦点顕微鏡、傾斜面、粗さ

#### 1 はじめに

光干渉計と共焦点顕微鏡は、非接触かつ高分解能であり、金型や樹脂部品の粗さ測定に利用されている。両測定機は、測定面からの反射光を検知しており、測定面は測定光学系に対して水平にすることが望ましい。しかし、工業部品の測定では、測定面を傾けたまま測定する場合や、ヘアラインなどのように測定面の法線が離散的に変化している場合も少なくない。

本研究では、光干渉計と共焦点顕微鏡について、粗さ標準片を使い、傾けた測定面に対する粗さを対象に、粗さパラメーターの大きさによって測定面の傾きに対する誤差量が変わる結果を得たので報告する。

#### 2 方法

表1に評価に使用した測定機を示す。

試料は周期的な断面波形で構成されている7種類の粗さ標準片とした（図1）。測定装置の試料台に設置されたゴニオステージ上に標準片を設置し、ステージが水平の状態を0度とし、標準片を5度、10度、15度に傾けた状態で測定した（図2）。測定した三次元曲面から二次元断面曲線を抜き出し、断面曲線の平均線が水平になるように傾きを補正した。測定長さは0.8mmとし、JIS B 0633:2001の規定に沿って $\lambda_c$ フィルタ、 $\lambda_s$ フィルタを決定した。得られた粗さ曲線から粗さパラメーターRa（算術平均粗さ：山谷の高さ方向の大きさの平均）、R $\Delta$ q（二乗平均平方根傾斜：山谷の傾きの大きさの平均）、及びRSm（平均長さ：山谷の幅の大きさの平均）を算出した。測定値は5ラインの二次元断面曲線から算出した粗さ結果の平均値とした。

表1 測定機の概要

	光干渉計	共焦点顕微鏡
メーカー及び型式	アメテック㈱ テーラーホブソン事業部 Talysurf CCI HD XL	レーザーテック㈱ OPTELICS HYBLID L7
高さ測定のスケール分解能	0.01nm	0.1nm
使用した対物レンズ(100倍)の開口数	0.7	0.9

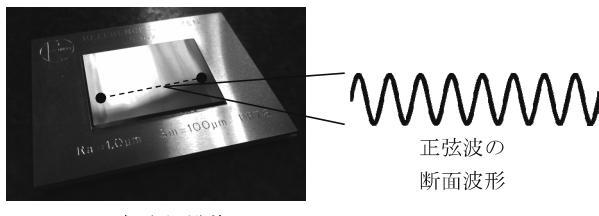


図1 粗さ標準片の断面波形

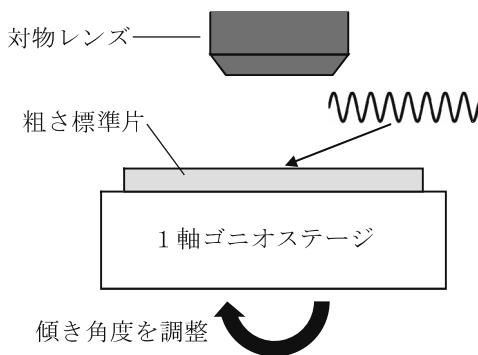


図2 表面粗さ測定時の試料の姿勢

測定誤差は、基準値に対する、測定値と基準値との差分のパーセント比とした（測定値と基準値が一致した場合は0%となる）。なお、触針式粗さ計を用いて水平の姿勢で測定した粗さパラメータを基準値とした。

### 3 結果および考察

Raの測定誤差については、光干渉計の方が少なかった（図3）。光干渉計の方が高さ方向の測定分解能が高く、Raに対する測定ノイズの影響が小さいことに起因すると考える。RΔqの測定誤差については、粗さが比較的小さいRΔq3.6度までは光干渉計の方が誤差が小さいが、RΔq4.0度と7.5度では測定面の傾きが大きい時に光干渉計の誤差が極端に大きくなつた（図4）。これは、光干渉計の対物レンズの開口数が共焦点顕微鏡より小さ

いことに起因して、測定データのS/Nが低下し、測定ノイズが粗さプロファイルの局所傾斜を計算するRΔqの結果に影響したためであると考える。一方、RSmの測定誤差は、測定機の違いはほとんどなく、かつ、測定面の傾きに対しても堅牢な測定が可能であることがわかつた（図5）。

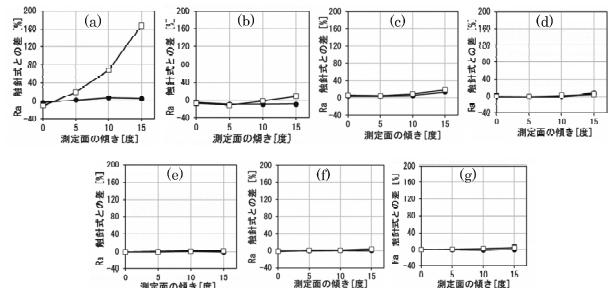


図3 粗さパラメーターRaの測定誤差結果

●：光干渉計 □：共焦点顕微鏡

(a)Ra0.02 μm (b)Ra0.1 μm (c)Ra0.44 μm (d)Ra0.5 μm  
(e)Ra1.0 μm (f)Ra3.0 μm (g)Ra6.3 μm

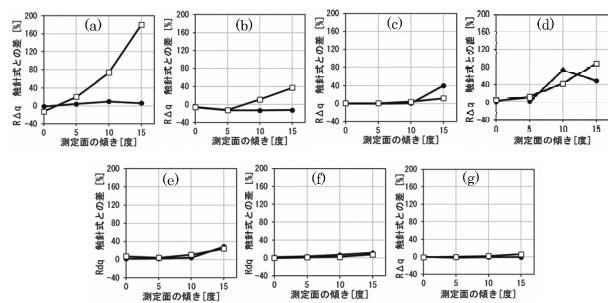


図4 粗さパラメーターRΔqの測定誤差結果

●：光干渉計 □：共焦点顕微鏡

(a)R Δq2.7度 (b)R Δq3.6度 (c)R Δq4.0度 (d)R Δq7.5度  
(e)R Δq11.7度 (f)R Δq13.6度 (g)R Δq18.2度

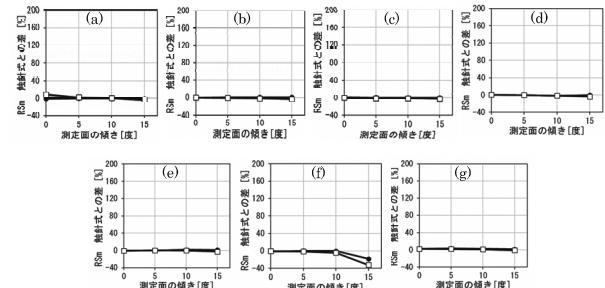


図5 粗さパラメーターRSmの測定誤差結果

●：光干渉計 □：共焦点顕微鏡

(a)RSm2.5 μm (b)RSm10.0 μm (c)RSm15.1 μm (d)RSm50.0 μm  
(e)RSm94.6 μm (f)RSm101.8 μm (g)RSm131.3 μm

#### 4　まとめ

光干渉計と共に焦点顕微鏡において、測定面の傾きが測定誤差に影響することを定量的に示した。今回対象としたRa $0.02\mu m$ ～ $6.3\mu m$ の範囲において、検査対象の部品を評価するための有用な指標とすることができる。