

206 3次元測定機用光リング式非接触プローブの開発研究 — プラスチック面の測定について —

○北大 福沢亮太, 阪大 三好隆志, 北大 斎藤勝政, 東京精密 伊勢徹, 北大 五十嵐悟

要旨

前報では、3次元測定機用非接触式プローブとして光リング式センサを採用し、光源として半導体レーザーを用いて、変位センサとしての基本特性を調べた。本報では、本センサにハード、ソフト両面の改良を加え、主に3次元形状測定のための需要の多い材質としてプラスチックを選び測定実験を行ったところ、測定精度は従来より向上し、また被測定物の材質による特性が得られた。

1. 緒言

3次元測定機のプローブとしては、現在、接触式プローブが主流となっているが、軟らかい材料や高温の材料の測定、高速測定が困難であり、非接触式のプローブの開発が望まれている。前報では、非接触式プローブとして光リング式センサを用いた距離センサを提案したが、プラスチックの測定の際、色による測定精度への影響がみられた。3次元測定機用のプローブにとって、被測定物の材質の影響を受けないことは重要な特性である。そこで本報では、被測定物の材質が測定精度に与える影響を調べるための実験を行った。

2. 測定原理

光リング式距離センサの光学系を図1に示す。被測定面上のスポットからの拡散反射光をリングスリットRSによってリング形状とし、その半径を測定することにより変位を測定する。図1において被測定面がレンズL₁の焦点よりZ₁変位したとき、測定面上で観測されるリング画像の半径Rは次式によって表される。

$$R = \frac{d f_2 f_3}{f_1^2 (a - f_3)} Z_1$$

- d : リングスリット半径
- f₁, f₂, f₃ : レンズL₁, L₂, L₃の焦点距離
- a : L₃と拡散板DFの距離

3. 実験方法

試作した光リング式距離センサを図2に示す。拡散板はDCモータによって回転され、スペckルノイズの除去に大きな効果を示すことは、前報で報告した。光源としては半導体レーザー（発振波長780nm）を使用し、レンズL₁, L₄によって被測定面上で光束を集束させるが、L₄とレーザー光源の距離を微調整するパッケージ（東京精密製）の使用により、鮮明な画像が得られた。光学系の定数は、以下のとおりである。

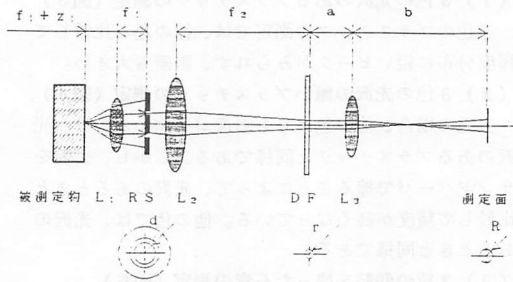


図1 光学系

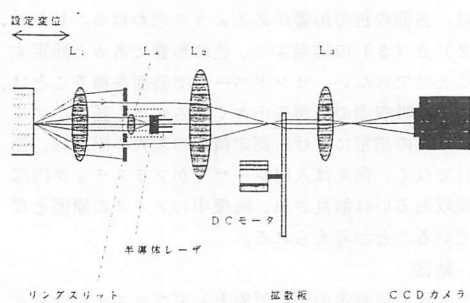


図2 実験装置

f₁ = f₃ = 16.7 f₂ = 70 d = 5 a = 24 (単位mm)
 理論的分解能 4.5 μm/pixel
 (CCD 1画素13μmのとき)
 測定範囲 0 ~ 0.8 mm

さらに、データ処理によりサブピクセルの測定が可能となり、理論的分解能以上の精度で測定できる。

今回、被測定物として、(1) プラスチック、(2) 拡散反射性を良好にするためサンドペーパーで表面の光沢を落としたプラスチック、(3) 表面に顔料を塗った石膏を用意し、各々、白色、青色、赤色の3色について測定を行なった。

4. 実験結果

3色のプラスチック、光沢の無いプラスチック、石膏の測定における、傾斜角70度の際の光リングの直径方向の輝度分布と、測定範囲600~700 μm の範囲における最大誤差の傾斜角に対する分布を、各々、図3、図4、図5に示す。

(1) 3色の光沢のあるプラスチックの測定(図3)

赤色のプラスチックの測定では、他の色と比較して輝度分布に鋭いピークがみられず、誤差も大きい。

(2) 3色の光沢の無いプラスチックの測定(図4)

赤色の場合、他の色よりも画像が劣化するのは、光沢のあるプラスチックと同様である。しかし、表面をサンドペーパーで擦ることによって、光沢のあるときと比較して精度が高くなっている。他の色では、光沢のあるときと同様である。

(3) 3色の顔料を塗った石膏の測定(図5)

画像がもっとも鮮明で測定精度も高い。また、赤色の場合、多少誤差は大きくなるが色の影響は小さい。

(1)と(2)の結果をみるとプラスチックの測定では、表面の色の影響があるように思われる。しかし、(2)と(3)の結果より、色の影響であると断定することはできない。サンドペーパーで表面を擦ることは、透過率や吸収率の影響を小さくする作用も持つ。プラスチックの測定における測定精度の差異の原因は、色だけでなく、例えば入射レーザー光がプラスチック内部で吸収あるいは散乱され、画像中のノイズの原因となっていることが考えられる。

5. 結言

3次元形状測定の測定対象としてプラスチックをとりあげ、表面の光沢の有無、色の違いによる比較を行った。白色、青色の場合はいずれも傾斜角 ± 70 度以内では $\pm 6\mu\text{m}$ 以内の高精度の測定が可能であった。

今後は、赤色の場合の精度の低下の原因の検証とともに、データ処理の一部をハード化することにより、測定の高速化を行い、実用的なプローブとしての開発を進めていく予定である。

【参考文献】

- 青木洋 他 1991年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集p410
 福沢亮太 他 1992年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集p705

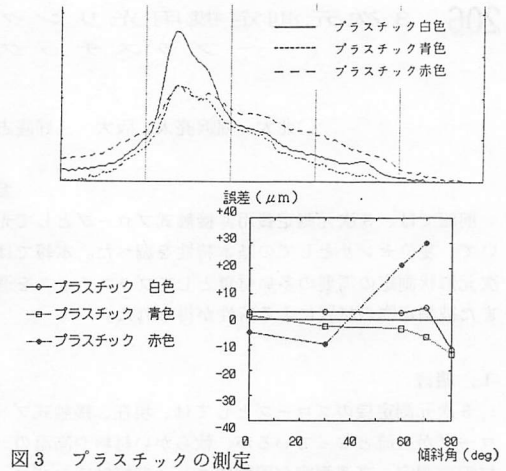


図3 プラスチックの測定

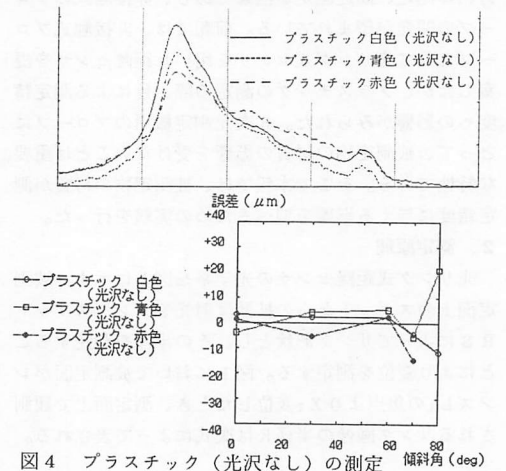


図4 プラスチック(光沢なし)の測定

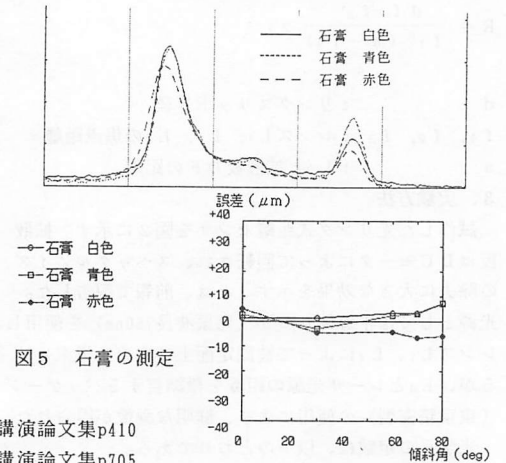


図5 石膏の測定