

レプリカによる内側形状測定

澤近洋史* 中条知和* 樋田靖広*

Inside measurement by the replica method

Hirofumi SAWACHIKA, Tomokazu NAKAJO and Yasuhiro TOITA

1. はじめに

金型など機械部品の小型化、複雑化に伴い、穴や溝などの内側部分の寸法・形状を測定するとき、測りたい位置が見えない、測定子が大きすぎて入らないなどの理由で測定が行えない場合がある。

本研究は、部品の内側形状部分を反転したレプリカを作製し、これを用いて間接的な測定を行う手法において、測定の信頼性について検討するものである。

2. 方法

2.1 レプリカ材料

加工室または測定室において、原型(部品)にダメージを与えることなく、容易にレプリカを取得するため、常温環境で取り扱うことができる材料の中からメチルメタクリル系樹脂(材料 M)、スチレン系樹脂(材料 S)及びパラフィンワックス(材料 P)の3つを選定した¹⁾。それらについて成形(硬化)時間、狭小部(角・端部)の転写性、レプリカの表面硬度など測定作業に関連する幾つかの特性を調べた。

2.2 レプリカによる内側形状の転写

3種類(深さ 15mm, 内径 10mm, 16mm, 20mm)の円筒形状の金型に対して、レプリカを作製した(図1)。そして離型後に両者を測定比較することにより、寸法、形状等の再現性に関する評価を行った。評価項目は、原型長さのレプリカへの転写率とその時間的变化、幾何偏差(真円度)、表面粗さなどである。

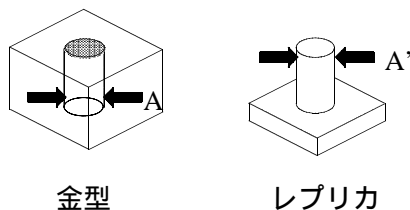


図1 円筒形状金型とそのレプリカ

2.3 微小部品への適用

実際の機械部品等へ本手法を適用し、微小内径、深穴の内部測定を行った。

3. 結果と考察

3.1 成形レプリカの特性

成形(硬化)に要する時間は、材料 M は 7 ~ 10 分、材料 P は 10 ~ 15 分、材料 S は 40 ~ 50 分であった。また、狭小部(角・端部)の転写性は、流動性の調整が可能な材料 M が最も優れた結果となった。

さて、得られたレプリカに対して接触式測定機を使用して測定を行うとき、測定子の先端形状及び測定力によって決定される押圧力を受ける。このとき試料表面の硬度が低いと、局所的変形や剥離などの影響で適正な測定結果が得られなくなる心配がある。実験に使用した3材料について硬度(HR15Y)を測定したところ、材料 S が 95、材料 M は 75 であったが、材料 P は柔らかすぎて測定不能であった。一般的に、接触式測定機の測定力は最大で約 2N であり、材料 S 及び材料 M ではこの程度の静的な測定力に対しては問題ないものと考えられる。

これらの結果及び付帯装置を含めた材料の取り扱い、安全性、測定の信頼性などの面から、実験を行った3材料の中では材料 M が最も優れていることがわかった。

3.2 内側形状の再現性評価

前項の結果より、材料 M を使用してレプリカを作製し、原型の円筒金型と測定比較を行うことにより、寸法及び形状の再現性を評価した。

(1)原型長さのレプリカへの転写率

離型直後(成形1時間後)から96時間後まで、3種類の金型について、底部(図1 A部)の内径と、この部分に対応する軸形状レプリカの外径(図1 A'部)を、アッベ式横型測長機を使用して 20 ± 1 の恒温室において測定した。なお、外径測定子にはナイフエッジ型のものを使用し、測定力は 1N とした。その結果を図2に転写率(= $100 \times$ [レプリカの外径] / [金型の内径])として示す。

各レプリカとも離型後徐々に収縮し、約70時間経過後には 99.6 ~ 99.8%の値に収束する傾向がみられる。これ

*精密加工技術グループ

より、一定時間経過後に取得したレプリカの長さ測定を行い、この転写率で補正すれば原型の長さを推定することが可能である。

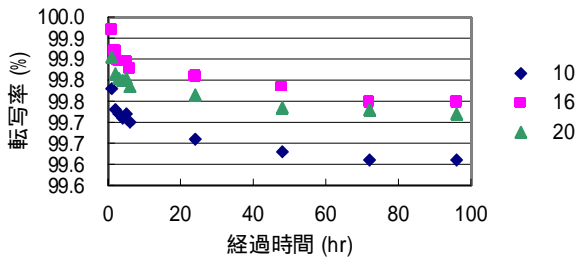
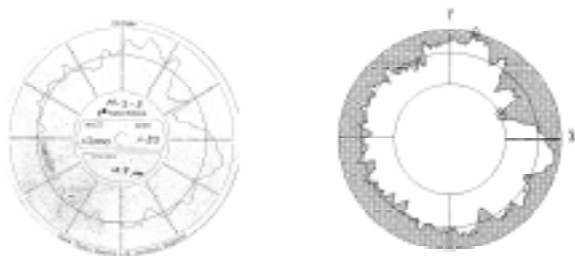


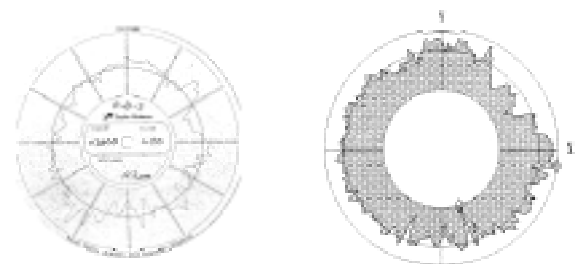
図2 長さ転写率の時間変化

(2)幾何偏差(真円度)

図3及び図4は内径16mmの円筒形状金型の底部(図1 A部)断面と、この部分に対応する軸形状レプリカの断面(図1 A'部)を真円度測定機及び三次元座標測定機で測定した結果である。金型のXY座標系第一象限にみられる特徴的な形状が、概ねレプリカに転写されているのがわかる。真円度の値も金型が14.8 μmに対して、レプリカでは13.2 μmであった。



(a)真円度測定機による (b)三次元座標測定機による
図3 金型の真円度測定結果



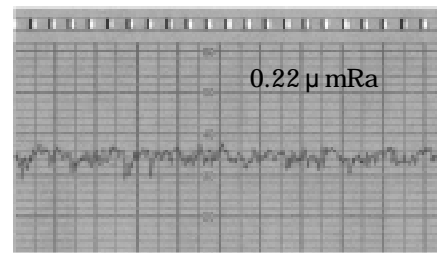
(a)真円度測定機による (b)三次元座標測定機による
図4 レプリカの真円度測定結果

(3)表面粗さ

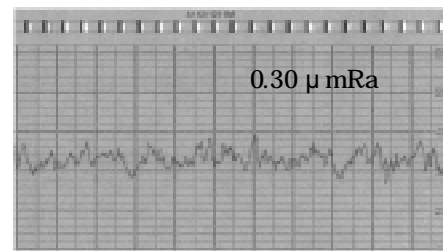
金型として表面粗さ比較用標準片(研削加工面:呼び値0.20 μm Ra)の平面を使用し、触針式表面粗さ測定機により金型とレプリカの測定比較を行った結果が図5である。

高さ方向の表面粗さ Ra は、金型が 0.22 μm に対して、レプリカでは 0.30 μm であり、数値としてはほぼ再現さ

れている。しかし、波形は反転形状であり、輪郭曲線の負荷長さ率や確率密度関数などの表面粗さのパラメータで評価する場合には、さらにもう1段階のレプリカの取得が必要になると考える。



(a) 金型表面の拡大記録波形図



(b) レプリカ表面の拡大記録波形図

図5 表面粗さの測定結果

3.3 微小部品の測定

本手法を用いて、一般的な測定機の測定子では内部まで入らないため測定が困難な微小深穴(内径1.5mm、深さ17mm)に対して、全体のレプリカを一体的に取得し、各部の観察及び測定を行った。(図6)

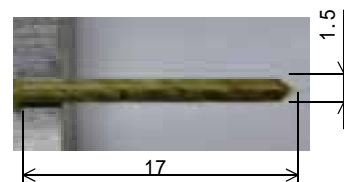


図6 小径穴のレプリカ

4. まとめ

部品のレプリカを取り、間接的に原型の寸法、形状を評価する手法を考案し、材料の選定及び測定の信頼性について検討した。その結果、長さの測定については補正を行うことによって原型寸法を推定できること、また形状及び表面粗さについても原型の情報をほぼ忠実に取り出せることがわかった。また細穴部品の測定結果から、本手法の微小部品への適用が有効なことを確認した。

参考文献

1) 太田信之, 横野親男, 大井真次: 東京都立工業奨励館報告, 第6号, 8-11 (1957).

(原稿受付 平成13年7月27日)