

論文審査の結果の要旨

氏名：谷田部 幸太郎

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：光透過式レプリカによる加工面の表面粗さ測定に関する研究

審査委員：（主査）教授 横田 理

（副査）教授 柿崎 隆夫 教授 齋藤 明德

准教授 長尾 光雄

山形大学教授 水戸部 和久

加工面の表面粗さの主な測定方法としては、触針による接触式粗さ測定法、光干渉や光切断を利用した非接触式粗さ測定法がある。触針式粗さ測定法は、加工面にかける針の圧力によって測定精度が変化し、比較的高い圧力をかけた場合には測定精度が高まるが、圧力によっては表面が傷つくおそれがあり、また計測時間がかかる。光切断法は、照射するスリット光の投影方法によっては数マイクロメートル程度の表面粗さを測定できるが、スリット光の投影角度により測定精度が変化する。さらに、光干渉法は、表面粗さが1マイクロメートル以下でも計測できるが、反射率は比較的高い材料であることが望ましい。

一方、加工面の凹凸の判定にはレプリカが用いられることがある。レプリカ表面に直接照射する光線の反射光強度は表面粗さが大きくなるほど広がるので、その散乱光の広がりから表面粗さを評価する。レプリカは構造物や大型部品の表面性状を容易に転写できるが、レプリカからの反射像は歪みによる補正が必要になること、また複数の反射ミラーを用いるので部品数が多くなる。

それに対して、提出者の博士学位論文「光透過式レプリカによる加工面の表面粗さ測定に関する研究」は、透明レプリカを利用したもので、レプリカ反映面の反対の面に当たる背面を平坦にして透過光の歪みを小さくすることで、透過光の広がり粗さに依存すると考え、加工面の表面粗さの測定について検討した結果を述べている。すなわち、回折法を利用した表面粗さの測定、および散乱法を利用した表面粗さ測定の提案、さらには、透過像パターンから加工面形状が推定できることを示しており、新規性が高く、有用な研究成果がまとめられている。

本論文は、6章より構成されている。

第1章では、研究計画の背景と目的、ならびに本論文の構成について述べている。

第2章では、透明レプリカにおける回折光による表面粗さの測定原理、および散乱光を利用した場合の表面粗さの測定について示している。また、レプリカの作製方法、測定方法、及び測定装置について述べている。

第3章では、レプリカ反映面から射出した透過光による透過像のパターンにはポイント形状パターン、円形状パターン、楕円形状パターン、及び回折スポットパターンになることを述べている。回折スポットパターンから加工面の表面粗さを求め、それと触針式粗さ測定機による表面粗さとを比較し、同等程度の精度で測定できたことを明らかにしている。また円形状と楕円形状のパターンでは散乱光の広がりを回転半径に置き換えて、回転半径と表面粗さの実験式を予め求めておくことにより、表面粗さ測定時に得られる回転半径から表面粗さが求められることを示している。なお、ポイント形状パターンは、光の散乱がほとんど現れないため、表面粗さを測定することができないことも述べている。

第4章では、スクエアエンドミル加工面の表面粗さの測定について述べている。約120時間使用したスクエアエンドミルで送り速度の異なる加工面とその切削痕からレプリカを作製し、各プロフィールでの光学顕微鏡写真、回折スポットパターン、及び表面粗さを比較している。回折スポットパターンは、回折光のスポットが1列に配列された場合とそれが2列に交差した場合があり、配列されたパターンが加工面の切断面に直角に現れていることを見出している。各プロフィールの測定精度は触針式粗さ測定と同等の測定精度を有していること、さらには回折スポットパターンの交差角度から加工面に形成された切削痕の稜線が推定できることも明らかにしている。

第5章では、透明シリコーンゴムが固化するまでに約12時間程度を要したので、作製工程を短縮するために、レプリカ素材として、透明シリコーンゴムのほかに、透明ホットメルト、透明粘土、透明ビニールテープの3種類を選定し、測定精度、実用性及び簡易性を含めて検討した。その結果、透明シリコーンゴム、および透明ホットメルトがレプリカ素材として適していることを明らかにしている。

第6章では、光透過式レプリカによる加工面の表面粗さ測定に関する研究を総括して述べている。

このような研究成果が得られたことは、論文提出者の豊富な学識と優れた研究能力を裏付けるものである。よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

平成28年2月23日