

氏名	苏日塔拉图
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3887号
学位授与の日付	平成21年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	円筒プランジ研削における工作物の熱変形の数値解析に関する研究
論文審査委員	教授 塚本 真也 教授 宇野 義幸 准教授 大橋 一仁

学位論文内容の要旨

研削加工は極めて微細な加工であり、寸法効果によって比切削エネルギーが大きくなるので、他の切削加工に比べて熱の影響が大きくなり、高精度・高品質を実現するためには研削熱の影響を無視することはできない。特に、本論文で対象にする円筒プランジ研削は、比較的狭い面積の円筒面を秒以下の短い周期で回転させながら数秒から数十秒にわたって加工するため熱の流入が多く、その一方で放熱面積が小さいため熱を蓄積しやすく、熱の影響が顕著に現れる研削方式である。このような現状を踏まえ、加工精度を考慮した高能率研削は、常に探求が進められている課題である。

研削加工における熱の問題は、過去半世紀以上にわたって多様な手法を用いて多数の研究がなされてきた。その手法を概観してみると、ミクロとマクロの二つのアプローチに大別できる。まず、ミクロ的なアプローチでは、研削熱発生メカニズムの解明、研削点における温度分布の理論的、実験的な解析など、砥粒のミクロな現象を解明することに焦点が当てられ、マクロ的なアプローチでは、機械の熱変形を抑制するような構造、あるいは熱変形が加工精度に影響を及ぼさないよう構造など研削盤に着目した研究が挙げられる。一方、マクロ的なアプローチとしては、研削盤の熱変形の研究が挙げられる。これらの研究は、複雑な研削現象を解明する上で多大な貢献をしてきたが、この2種類のアプローチの中間ともいべき工作物の視点から熱の問題にアプローチした例は少ないのが現状である。

本論文では、円筒プランジ研削における砥石および工作物の干渉モデルと、差分法によって非定常熱伝導を数値的に解析する手法を組み合わせる工作物の熱変形をシミュレーションする手法を確立し、研削中および研削後の工作物内部の温度分布と熱変形量の変化過程を明らかにした。そして、研削加工の構成因子である、熱の流出すなわち冷却の問題を題材とし、クーラントの種類、供給方法、温度、量、圧力などの因子に影響を受け再現性が困難な冷却条件と寸法精度の関係を考察した。

次に、高能率研削のために汎用的に用いられている粗研削と精研削からなる二段変速プランジ研削加工の工作物の温度分布と熱挙動をシミュレーションにより解析を実施した。二段変速プランジ研削加工は、一段プランジ研削に比べ、プランジ速度や切込み量などの研削条件の組合せが多岐にわたる。そこで、二段変速プランジ加工の研削条件を詳細に設定し、シミュレーションすることにより、研削中および研削後の工作物内部の温度分布と熱変形量の変化過程を明らかにした。

論文審査結果の要旨

研削加工において、研削加工の高能力化と高精度化は、常に追求されている問題である。研削中の熱変形量を定量的に把握してそれを加工プロセスにフィードバックするのは、真に高精度な加工を実現する手段である。

本論文では、円筒プランジ研削における砥石および工作物の干渉モデルと、差分法によって非定常熱伝導を数值的に解析する手法を組み合わせることで工作物の熱変形をシミュレーションする手法を確立し、研削中および研削後の工作物内部の温度分布と熱変形量の変化過程を明らかにした。そして、研削加工の構成因子である、熱の流出すなわち冷却の問題を題材とし、クーラントの種類、供給方法、温度、量、圧力などの因子に影響を受け再現性が困難な冷却条件と寸法精度の関係を考察した。

また、高能率研削のために汎用的に用いられている粗研削と精研削からなる二段変速プランジ研削加工の工作物の温度分布と熱挙動をシミュレーションにより解析を実施した。二段変速プランジ研削加工は、一段プランジ研削に比べ、プランジ速度や切込み量などの研削条件の組合せが多岐にわたる。そこで、二段変速プランジ加工の研削条件を詳細に設定し、シミュレーションすることにより、研削中および研削後の工作物内部の温度分布と熱変形量の変化過程を明らかにした。

以上のように本論文は、円筒プランジ研削加工をシミュレーションすることにより工作物の熱変形を抑制することで高精度高品質の円筒プランジ研削加工を実現するための基礎的知見を明らかにし、特に円筒プランジ研削における砥石および工作物の干渉モデルと、差分法によって非定常熱伝導を数值的に解析する手法を組み合わせることで工作物の熱変形をシミュレーションする手法を確立し、学術上および工業上貢献するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。