

氏 名	ANAND BALAKRISHNAN NAMBIAR
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6054号
学位授与の日付	2019年 9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4条第1項該当)
学位論文の題目	Analysis of Vibration Characteristics in Cylindrical Plunge Grinding Processes (円筒プランジ研削過程における振動特性の解析)
論文審査委員	教授 大橋一仁 教授 藤井正浩 教授 岡田 晃
学位論文内容の概要	
<p>Though cylindrical grinding process isn't as efficient as turning or milling processes, it is more precise and accurate compared to the former machining operations. Hence, it is usually placed in the end of the whole process chain. Which in turn, is the main requirement of every grinding machine: to be stable. Amongst all instabilities, vibrations during grinding is highly crucial and have a direct impact on the machined surface output of the work. There are many types of vibrations, viz., impulsive vibrations, forced cyclic vibrations and self-excited vibrations. This study takes into consideration the self-excited vibrations caused during grinding operation by the abrasive grinding wheel, the measurement and analysis of which would help derive at an optimum dressing cycle. The optimum dressing cycle, i.e., the optimum number of workpieces that can be ground before performing dressing again, is very difficult to determine owing to the fact that the dressing cycle is heavily influenced by factors like the condition and material composition of the grinding wheel and workpiece, cutting parameters, grinding stability, required precision of end product, cutting fluid, etc. This dissertation describes a technique that can be adopted to continuously monitor the grinding forces generated during the grinding operation, by using an in-process 2-dimensional piezoelectric force sensor fixed on the tailstock center, which can simultaneously measure the force and break it down into its two force components. This force sensor not only measures the force generated, but also quantifies the force variation, which is caused due to vibration. And describes the post process techniques for analyzing the vibrations during grinding and how we may use this data findings to determine the timing of dressing for any grinding process. By performing an FFT analysis of the variation in the radial and tangential force components individually, and by measuring the profile and surface roughness of the ground workpiece, a relation between the variation of grinding force and the transition of grinding ability as grinding progresses, can be determined. Further, the influence of dressing conditions on the grinding results is experimentally examined from the variation of grinding force. The result of which is the development of an effective tool to determine and control the timing of dressing.</p>	

論文審査結果の要旨

自動車や航空機から電気電子機器にわたる多くの工業製品に用いられる精密機械要素部品や金型などの製造資材要素、さらには半導体基板などの製造工程において高精度、高能率な加工を実現するために研削加工は多用され、その要求精度はますます高まりつつある。これらの製造プロセスにおいて、突発的に発生する研削びりりによる加工精度および仕上げ面品質の低下が問題となっている。機械加工の系に生じる振動は、工作物の加工面性状に直接影響を与え、同じ除去加工法に分類される切削加工においては、びりり振動に関する多くの研究がなされ、その成果は切削加工におけるびりり抑制技術にかなり活用されているものの、研削加工については実用につながる十分な検討が未だなされていない。

そこで本論文では、円筒プランジ研削において砥石と工作物との干渉により生じる振動が研削抵抗に反映されることに着目し、研削抵抗の振動成分と工作物表面粗さ等の研削結果との関係について実験的に検討している。すなわち、研削抵抗の背分力および主分力の2成分を高感度に計測可能な2軸圧電型力センサを用いて研削抵抗をインプロセス測定し、定常研削状態における研削抵抗の振動をFFT解析するとともに、研削抵抗の振動特性と工作物の研削面プロフィールおよび表面粗さとの関係を解析することで、円筒研削の進行に伴う研削性能の低下が研削抵抗の振動成分の遷移として現れることを明らかにし、その特性を実験的に検討している。また、ドレッシング条件による砥石作業面の変化が研削抵抗の振動成分に及ぼす影響も明らかにしている。その結果、研削抵抗の振動測定および解析がドレッシングのタイミング管理に有効であり、最適ドレッシングサイクルの決定に活用される可能性を示している。

以上のように本論文は、円筒プランジ研削における振動特性を明らかにすることによってその加工精度および能率向上の指針を明らかにしたものであり、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。