



研究室紹介



UDC 621.9.01

谷 研 究 室

本研究室は第2部に所属し、1981年に発足以来、佐藤研究室とともに切削工作計画工学部門を担当しており、現在助教授谷 泰弘、講師仙波卓弥、技官上村康幸の3名が研究室の運営に当たっている。

本研究室では、機械加工の性能向上を図る、周辺技術をも含む除去加工技術に関する一連の研究を行っており、高能率かつ高精度化を実現するための新しい砥粒加工法の開発や、知能化生産システムを推進させるために必要となる、加工性能を評価する計測法に関する研究を行っている。これらの研究の一部は、佐藤研究室との共同で行われている。以下に、現在の代表的な研究課題の概要を紹介する。

1. 高性能な砥粒加工法の開発

硬脆材料等の超精密加工の担い手の一つとして、研磨加工が最近注目を浴びている。しかし、一般に高精度の研磨を行おうとすれば、微細な砥粒が使用され、その加工率は低下するのが現状である。このため、化学的作用や電解作用との複合化が研究されているが、それぞれがまた別の問題を有しており、十分とはいえない。

そこで、高精度でしかも高能率な研磨を実現するために、本研究室では磁性流体に特有な磁気浮揚現象を応用した研磨法や、微細砥粒を液体の粘着力により結合させた液体ボンド砥石をラップ(工具)として用いた研磨法を提案している。これらの研磨法では、作用砥粒面に砥粒切れ刃がほぼ最密充填の状態が存在しており、加工単位(一砥粒当たりの切込み量)が同一になるように、加工圧を設定することにより、得られる精度のわりには高能率な研磨を実現することができる。

磁性流体が磁場勾配中に存在すれば、その流体中の非磁性体は低磁場側に排出される。一般に使用されている砥粒は非磁性体であるため、この磁気浮揚現象を応用すれば、加工面に砥粒を集中させることができる。実際に砥粒添加率の大きい領域では、磁性流体の表層に粘土層(ポリシャ)ができあがる。これに加工物を押しあてれば、加工が可能となる。このとき、作用する加工圧は、磁性流体の磁化の強さと磁場勾配により決定される。

液体ボンド砥石は、加工面に砥粒を集中させるという考えを推し進め、より高い加工圧での研磨を可能とした

ものである。この液体ボンド砥石は、平均粒径が $30\mu\text{m}$ 以下の砥粒を液体の粘着力により結合させたものであり、従来のラップ砥石にはない結合力の弱い砥石である。このため、たとえば通常のシリコンウエハのラップされた面(<111>面)を $3\mu\text{m}/\text{min}$ の加工能率で $0.02\mu\text{mR}_z$ 程度の粗さまで高能率にしかも容易に仕上げるができる。

2. 加工変質層の評価法の確立

超精密加工の周辺技術として重要なテーマに、加工面の評価の問題がある。高精度な面が要求される加工物は光学部品の一部として使用されるため、加工面の粗さや形状精度が優れているのみでなく、加工により生じる変質層の少ない高品質の面が要求されている。ところが、現状ではこの加工変質層を総合的に評価できる計測法が存在しない。

そこで、加工表面に存在するポイド・クラック・組織変化・異物の混入等を音響インピーダンスの差異として検出できる高分解能の超音波顕微鏡を用いて、加工変質層の総合的な評価法を確立するための研究を、佐藤研究室と協力して進めている。特に、加工変質層内の残留応力を評価するために、加工表面の硬度がそこを伝搬する超音波の速度や減衰と密接な関連があることを利用して、その定量化を進めている。

また、この研究と関連して熱損傷が生じやすいクリップフィード研削での残留応力の解析を、実際の状態との対応を深めるために、有限要素と境界要素との結合解法により、加工時および冷却時の非定常な熱伝導を解明することをもとに進めている。このことにより、加工条件と熱損傷との関連を明確にしようとしている。

超音波顕微鏡の工業計測への応用として、基板上の薄膜の厚みを計測する新しい方法を開発している。これは、薄膜にセザワ波が生じて、入射波の大部分が基板内に漏洩する現象を利用しており、高速度な計測が可能となる。

3. 工作機械の構造解析

工作機械のように立体的な板構造を有する構造体に対しては、二次元要素を用いて三次元構造を近似するため、最適なCAEシステムが存在していないのが現状である。このため、構造解析のための有限要素法を行える大型計算機を有してはいても、その入出力を支援する簡便なシステムがないために、解析の合理化が図れないことが多い。

そこで、こうした構造体の自動メッシュ分割や出力データをもとにしたモードアニメーション等を、パーソナルコンピュータにより簡易的に行う支援ソフトシステムの開発を、佐藤研究室と共同で行っている。このことにより、安価なシステムにより工作機械の構造解析を行うことが可能となる。(谷 泰弘 記)