



研究室紹介

UDC 001.891 : 666.7 : 621.92-187.4

今 中 研 究 室

本研究室は第2部に所属し、中川研究室、増沢研究室、横井研究室とともに精密工作学部門を担当している。現在の研究室員は教授今中治、技官上村康幸である。本研究室では、セラミックス類の精密加工に関する研究、特に砥粒加工分野における新加工技術の開発を目的として研究を進めている。主に行っている研究は、

1. 電場・磁場援用の砥粒加工法の開発
2. 固相反応利用の超精密表面創成法の開発

で、そのほか、静電場利用のセラミックス接合法の開発、プラズマ利用による微粉分級法の開発、液体ジェットによる加工機構の検討なども研究対象としている。

研究室の発足は今中が生産技術研究所に着任した1983年4月という最近であるため、現在の研究の背景として、今中が当所着任以前に行った研究の主なものについて述べることにする。ガラスのラッピングに関する一連の研究は、日本光学工業株式会社勤務時に着手し、引続き工業技術院電気試験所(現在の電子技術総合研究所)で行ったもので、材料の微小破壊を考えに入れてその砥粒加工機構を解明し、加工単位によって材料の挙動がぜい性-延性転移することを明らかにした。この成果を応用して、電気抵抗絶対測定に使用するねじ精度 $\pm 1\mu\text{m}$ の標準インダクタ用ガラスポピン(直径300mm、長さ370mm、ねじ溝のピッチ1mm)を完成した。

続いて、ガラスと類似の硬ぜい特性を呈する焼結セラミックスおよび単結晶材料に対象材料を広げ、それらの砥粒加工機構を検討した。エレクトロニクス材料の精密加工の観点からである。高出力のマイクロフラッシュならびにジャイアントパルス・ルビーレーザを用いた瞬間写真によって、研削切りくずの生成・排出状況を動的に観察し、ぜい性材料の粗研削機構に新知見を加えた。材料強度に及ぼす雰囲気効果の検討、摩擦摩耗における化学的側面の追究などから、軟質粒子によるメカノケミカルポリシング、ハイドレーションポリシングなどの新しい加工原理による超精密加工技術を開発した。エレクトロニクス材料の超精密加工においては、寸法精度・形状精度・表面粗さなどの幾何学的精度だけでなく、物理的・化学的もしくは結晶学的に完全に近い表面を創成することが要請される。これに応えたものである。

新加工技術の開発については、航空機の雨食現象に着想を得て、高速の水噴流による高パワー密度加工である液体ジェット加工法を開発した。加工エネルギーの伝達媒体として液体を用いることによって、フレキシブルな加工を可能にしようと意図したものである。本加工は、工業材料の切断・穴あけ・バリ取りなどの製造工業での用途以外に、土木・建設方面とか医療関係にも用いられ、1983年11月には「ウォータージェット技術研究会」が設立されるまでに発展した。

以上が現在の研究に関連するこれまでの研究概要である。以下に現在取り組んでいる主なテーマについて解説しよう。

1. 電場・磁場援用の砥粒加工法の開発

従来のラッピング、ポリシングでは、加工精度は工具の精度に支配されるし、あまり複雑な形状の加工はできない。そこで、電場・磁場など場(field)の働きを援用して砥粒の運動を規制する新しい方式の砥粒加工法(Field-assisted Fine Finishing, FFFと略称)を実現しようとしたわけである。磁性流体利用のFFF、電気泳動現象利用のFFF、プラズマによる荷電砥粒利用のFFFなどの可能性を確認している。

磁性流体利用の散布砥粒形式のFFFでは、ポリシャの下に磁性流体を封入し、磁性流体にかかる磁場の強さを変えることによってポリシ圧力を制御することができた。また、作用砥粒数制御の実験では、多数の穴をもつポリシャと砥粒懸濁の磁性流体とを用い、ポリシャの下に配置した電磁石の励磁電流を変えることによって作用砥粒数、ひいては加工量の制御が可能であることを確かめている。同じく自由砥粒形式のFFFでは、多磁極をもつ実験装置を試作し、加工量の局部的制御性を検討しつつある。これらは非球面の研磨にも適用可能と考えられる。

2. 固相反応利用の超精密表面創成法の開発

軟質粒子によるメカノケミカルポリシングは、加工物より軟質で加工物材料との化学反応性をもつ粒子を用いる点が、在来の研磨法と異なる。粒子と加工物との接触点局部でメカノケミカルに生じた微小反応部分が除去されて、加工が進行するものと考えられる。加工変質層がきわめて小さく、形状精度の高い平滑面の得られることを特徴とする。サファイヤに対しては SiO_2 、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 Fe_3O_4 、 MgO 、 TiO_2 などの粒子で、水晶には Fe_3O_4 、 MgO 、 MnO_2 などで、高品位・高精度の表面が得られることを確かめている。Si単結晶を加工物とした場合には、Siの表面酸化物との固相反応を考慮して、 BaCO_3 が適合することをすでに確認している。現在、これを特殊雰囲気下で非酸化物系セラミックスに应用することを考究中である。

(今 中 治 記)