

◀研究室紹介▶

津和研究室（大阪大学工学部精密工学科）

本講座は「精密工作」担当であり、下記の職員構成で日夜「加工精度の向上」を図り、「超精密加工」の実現を目指している。

津和 秀夫（教授）

難波 義治（助教授）

大森 義市（講師）

打越 純一（技官）

河添 喜穂（事務補佐員）

原材料から製品を作る時、加工技術の進歩には二つの流れがある。すなわち一方は経済的要求からくる量産化であり、他方は品質的要求からくる精密化である。製品は量産により安価にできれば、それが大衆へ普及し、文化の浸透となる。また精密さを増し高品位にすれば、製品の性能を高めることができる。しかし、この両者は本質的に矛盾する要素を持っており、品質の良さを徹底的に追求すれば経済的に成り立ち得なくなる。そこで、現実の加工技術ではこの両者をお互いに程度で妥協させているが、本研究室においてはこの妥協を排して精密化に主眼を置いて、徹底的に高精度を追求する方針で研究に臨んでいる。対象としているのは、従来の切削、研削、ラッピングで、各加工法における加工精度の極限を追っている。以下に研究の概略を述べよう。

◀切削加工▶

機械部品の仕上げに対し最も多く用いられている加工法であり、本研究室において従来、超高速切削、焼結金属の切削、ダイヤモンド工具による切削等の研究を行なってきた。現在は以下の2分野について研究を行なっている。

その一つは、他の技術的要因は解決されるものとして、純粋に切削機構により決定される加工精度限界を理論的かつ実験的に究明しようとする研究である。すなわち加工精度の限界は工具で切削可能な最小の有効切込みで決定される

とする考え方であり、加工精度に及ぼす他の要因が制御されるようになった時、窮極においてこの問題がクローズアップされる。現在においては最小の切取り厚さを求めるため、切削機構の力学的解析を行なうと同時に、実験的に立証するために極微量切削装置および工具刃先部の精密研摩法の開発を行なっている。

一般に、切削加工精度は工作機械の静的精度より1桁程度低い。熟練作業による測定と加工の繰返しによる方法で、両者の精度はほぼ同程度となる。この工作機械の精度と加工精度の差の要因は定性的には明らかであるが、定量的に体系付けられていないのが現状である。そこで加工精度に正面から取組み、これを体系付けると共に、実際に応用しようとする研究がある応用例として、加工精度を最高にする適応制御機能を有する数値制御工作機械システムを牧之内研究室と共同開発中である。

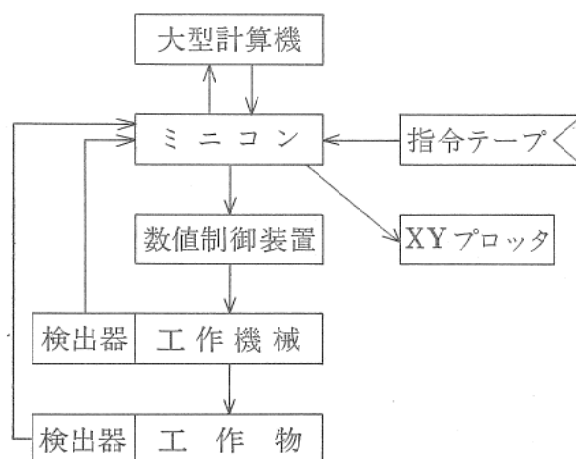


図 1

このシステムの構成は図1のようで、将来は自動設計・加工の一貫システムを目指している。図1において、工作物の仕上り形状寸法および標準の加工条件を指令テープで入力するとミニコンからの指令で工作機械が作動する。そ

の時加工誤差要因を検出し、その情報をフィードバックして電算機内で処理し、その場に適した指令を数値制御工作機械（図2）に与える

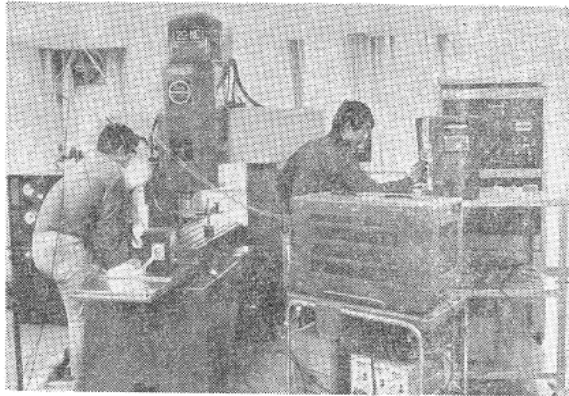


図 2

ことにより高精度の加工を行なう。具体的な一例としては工作物の熱変形による加工誤差の除去がある。切削加工は材料の塑性変形を伴うので必然的に加工部で熱が発生し、工作物は熱変形する。したがって、工具の軌跡がいくら正確であっても、この熱変形により工作物が小さ目に仕上がることは必至である。そこで、工作物と工作機械の標準尺との温度差を検出してミニコンに入力し、大型計算機内の工作物の設計諸元と温度差に関する情報により、熱変形している工作物の仕上り寸法をオンラインで計算して、工具軌跡を修正することにより工作物の熱変形の影響を除くことができる。このように従来人が行っていた多くの適応機能を、工作機械に電算機という頭脳を付加し、そこに適切なソフトを与えることにより置きかえ、加工精度を工作機械の精度まで、欲を言えば機械の精度以上に、高める加工システムを開発することを目標に研究を続けている。

＜研削加工＞

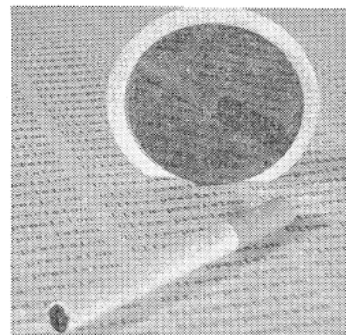
機械の案内面とか回転部分の加工に使用されている方法である。研削加工研究の焦点の一つは砥粒切れ刃の生成および鈍化過程であり、これにより砥石の切れ味および加工精度が左右される。従来この分野においては先導的な研究が行なわれてきた。その成果を基にして、研削の分野でも、加工精度を向上させるための適応制御をミニコンレベルの電算機で行ないたいと思

っている。

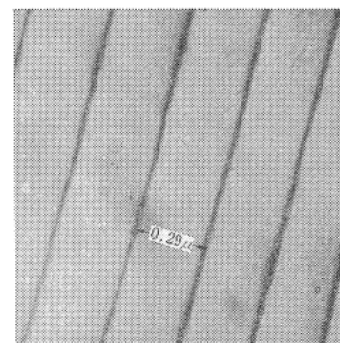
砥石と共に研摩ベルトによる研削の研究が行なわれており、この場合には研削中の諸現象を電算機を使用したシミュレーションで求めることが可能となっており、理論計算から新しい精密ベルト研削法が開発された。またそのシミュレーションを利用して、工具としての研摩ベルトの最適設計の研究が行なわれている。

＜ラッピング＞

加工の単位が非常に小さいことにより、勾玉の時代から現代にいたるまで機械加工によって得られる最高の精度はラッピングによるものである。



(a) 外 観



(b) 繰返し顕微干涉写真
(仕上面あらさ $0.01 \mu R_{max}$ 以下)

図 3 単結晶の鏡面

図3は、 0.01μ の粒径をもつアルミナ砥粒を水に懸濁してゾル状にし、その液中でSi単結晶をラッピングした面を示している。繰返し干涉写真から明らかなように、仕上面あらさは、 $0.01 \mu R_{max}$ 以下の鏡面であり、電子回折による測定では加工質変層は全く認められず、X線回折による測定でも転位の発生、増殖は観察されない。このように幾何学的精度のみならず、

材料の物理的特性を損わない加工が可能となった。これにより電子部品材料の電磁気的特性の向上が図られた。

同じ方法を利用し、機械部品として理想的な円筒を作る目的で超精密円筒ラッピング装置を製作し、高周波表面焼入鋼 (SCr4) を真円度 0.1μ 以下、仕上面あらさ $0.03 \mu R_{max}$ 以下に加工することができた。

このような超精密加工技術の開発は永年のラッピングに関する解析的な研究の成果である。現在の段階では、超精密加工として到達している最高精度は世界的に見て 0.01μ (100\AA) 程度である。これは原子の大きさ数 \AA から考えると数十個分となる。したがって、原子を1個ずつ除去できるような加工法ができれば、原則的には加工精度の窮極の壁 \AA の単位まで進むことができるはずだと考えられる。

津和研究室は以上のような研究を行なうと共に、毎年鋭気を自然の中で養うため名刹鐺射寺にて写真 (図4) のような宴を催し、人の和



図 4

を図っている。

また下記の学会ならびに研究会の事務局としても活躍している。

精機学会関西支部
超精密加工専門委員会
日本刀技術小委員会
関西砥粒加工研究会
SME大阪支部