

砥粒加工の技術展開

元金沢大学 黒部 利次

1. はじめに

本セッションには4編の投稿があり、半導体産業の動向分析と技術者が直面している諸問題、それにCAD教育とものづくり教育に関する講演があり、幅が広い。これらの講演内容を踏まえ包括的総合的にキーノートスピーチをするのは筆者に荷が重いので、ここでは、砥粒加工技術の一展開と題して講演を行う。

砥粒を用いて加工を行う所作は、有史以来今日まで連綿と続いている。紀元前から、ルビーや水晶、トルコ石等の貴石の加工に遊離砥粒が用いられていたことが文献にみえる。このため、ラッピングやポリシング、等の用語も古い時代から用いられていたと考えられる。本講では、“砥粒”というワードを通してラッピングやポリシング技術の推移を概観する。そして、研磨技術が今日においても必要不可欠な重要な最先端技術であることを述べる。

2. 砥粒加工技術の推移

弥生時代から古墳時代にかけて築造された陵墓から、勾玉や管玉が出土したことが文献に記載されている。それらの勾玉や管玉には孔が穿たれており、それはけい砂を用いてラッピングにより加工されたと考えられている。当時、研磨技術は最先端の重要な技術であったことが窺われる。長い間、遊離砥粒を用いるラッピング加工技術が時代の先導役を果たしたといえなくもない。

古い時代にあっては、ラッピングには天然産の砥粒がもっぱら使用された。粒径も不揃いであったと想像される。しかし、出土品からみて加工精度は相当に高いレベルに達していたのではないかと推察される。技術者は、ラッピング技術を経験を通して把握し、それをノウハウの形で身体に染み込ませ、代々口伝によりそれを受け継いできたと考えられる。

時代が降るにつれ、天然産の砥粒の他に人工的に造った砥粒が現れてくる。不純物の少ない機械的性質の優れた砥粒の出現により、加工精度の一層の向上がもたらされたばかりでなく、生産性が飛躍的に高まった。それまで、天然産の砥粒としてはけい砂等の酸化物系の砥粒が主体であったが、人造砥粒として酸化物系砥粒の他、炭化物系や窒化物系の砥粒等が製造されるようになった。人造砥粒の出現により、多種多様な材料の加工が可能となった。

3. 精密加工から超精密加工へ

砥粒加工には、遊離砥粒によるラッピング加工の他に砥石等の固定砥粒による加工がある。図1に、遊離砥粒と固定砥粒による加工の概念図を示す。図1から、遊離砥粒と固定砥粒とではワーク(加工物)の加工のされ方がかなり違うことが予想される。遊離砥粒によるラッピング加工の場合には、砥粒はラップ(ラップ盤)上を転がりながら移動するのに対し、固定砥粒の場合は砥石の回転によって運動がもたらされる。このことから、固定砥粒の場合は、加工精度は研削盤の精度

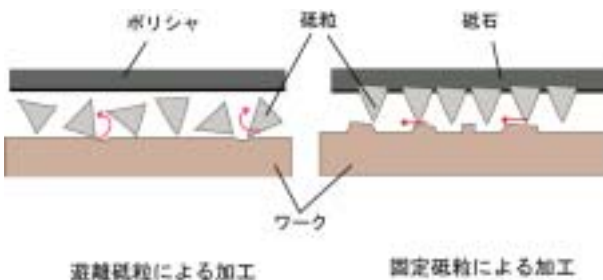


図1 遊離砥粒と固定砥粒の加工概念の違い

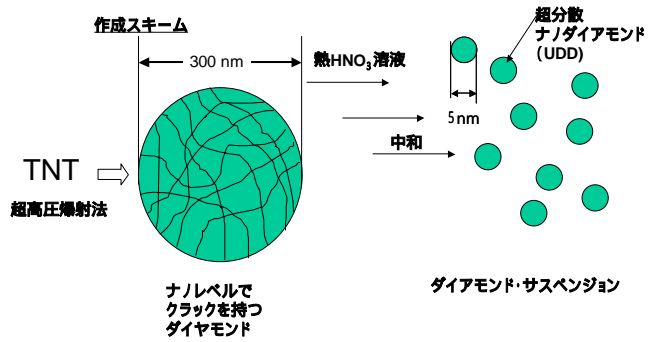


図2 ナノダイヤモンドの製造プロセス

に規定されることになる。いわゆる母性原則に従うこととなる。一方、遊離砥粒の場合には母性原則に従わずマシン(ラップ盤)の精度以上の加工精度が期待できる。

砥粒加工によるワークの加工精度は、加工機械やラップ、砥粒の材種、研磨液、負荷荷重、回転速度、等々多くの因子によって影響を受ける。加工部品の要求精度によって最適な研磨条件をその都度選定している。砥粒に関しては、ワークの材種や要求加工精度に基づいて適正な砥粒を選んでいる。加工物よりも硬い砥粒の場合、砥粒の粒径によって仕上がり精度がある程度規定される。このため、精密加工から超精密加工へと加工(精度)が移るにつれて、使用される砥粒の大きさも粗粒から微粒へと次第に移行してきている。しかしながら、微粒になるにつれて分級(粒度分け)が困難になる。サブミクロン以下の寸法の粒径の揃った砥粒を入手することは必ずしも容易ではない。しかしながら、時代の要請に応えるためには精度の良い砥粒を造る必要がある。

4. ナノ加工へ

昨今、ナノテクノロジーなる言葉が新聞紙上を賑わせている。ナノテクノロジーは、明日を先導する技術である、との認識がマスコミを駆り立てているのであろう。ナノ加工は、ナノテクノロジーの基幹技術の一つであり、国内外を問わず精力的に研究が進められている。砥粒によるナノ加工は、軟質砥粒によるメカノケミカル加工やケメカニカル加工によって具現化されている。しかしながら、硬質砥粒によるナノ加工はこれからの課題とされている。

最近、爆射法によってナノサイズの超微粒のダイヤモンドが造られたとの報告がある。図2に、その製造プロセスの概要を示す。ナノダイヤモンドの特徴として、粒径が揃っていることや均一分散が可能なが挙げられる。ナノダイヤモンドは、極限寸法のツール(工具)であると捉えることもでき、加工に新たな1ページを加える可能性を秘めていると考えられる。今後の発展に期待を寄せたい。

5. おわりに

砥粒加工は、有史以来今日まで重要な加工技術として連綿と受け継がれてきた。その時代の先端技術として必要不可欠な存在であった。今日にあっても、砥粒加工は近代産業の基盤技術として認識され、その高度化が絶えず要請されている。それに応えるべく英知の結集と独創性・創造性の発揮が一層期待されている。砥粒加工の分野に多くの若人が集い、互いに切磋琢磨して固有の技術文化が築ければ明るい未来が約束されると思われる。