

◇ 砥粒加工研究会設立 50 周年記念特別企画 砥粒アーカイブス ◇

砥粒加工分野を切り拓いた人々 第 11 話

松尾 哲夫 氏



砥粒加工との出会い

私は 1961 年に大阪大学大学院精密機械専攻博士課程を、上田太郎先生のご指導を受け卒業した。この講座は機械材料の部屋で、研究テーマはステンレス鋼の高温クリープ変形というものであった。精密加工とはかなりかけ離れた専門分野で、所属学会も日本材料学会や鉄鋼協会であった。卒業後 4 年間、同研究室で助手や学内講師として勤めながら、高温軸受材としての高速度鋼の摩擦摩耗や疲労強度に興味をもち、調査・研究を始めていたが、その後上田先生の定年退官に伴う研究室の大幅な模様替えの開始とともに、私は特殊加工学講座(研削加工)の教授の津和秀夫先生から「私のところでしばらく仕事をする気はないか」との相談をいただいた。

大学院セミナーで生産加工技術の話や聴くことはよくあり、少しは理解していたものの、まさか加工の研究に変えるとは考えていなかった。ともかく学科の図書室にて生産加工技術関係の雑誌を見ていたところ、「機械の研究」誌に米国ノルトン社の Dr. L. Tarasov による Abrasive Machining という記事を見つけた。後日、津和先生にお話し申し上げたところ、多少驚かれた様子で、「その雑誌をどこで見たのか、実はそれが今後の研削のひとつの方向である」といわれたことを覚えている。このようなことがあって、私はやがて、津和研究室に勤めさせていただくことになった。

その後、材料研究の頃から交流のあった Dr. Swedlow のご好意により、誠に幸運かつ驚いたことに同大学の M. C. Shaw 教授(図 1、カーネギーメロン大学(ピッツバーグ))より客員研究員の招聘状が届いた。研究課題は砥石の摩耗とチタニウムの切削ということだった。はたして業務に耐えうるか、また、森勇蔵氏や難波義治氏ら研究室の皆様に迷惑をかけないかとの不安の中で、津和先生のご承諾を得ることができ、1967 年 1



図 1 Shaw 夫妻

月に出発した。

なお、渡米中に阪大大学院生(修士)一人の研究の面倒を見させていただくことになり、0.45% C 炭素鋼を-90℃～+600℃に保持し、切込み 20 ミクロンのワンパス平面研削を行い、研削抵抗、砥石損耗、砥粒摩耗面積率が鋼の青熱脆性の起こる 250℃～350℃の中間温度域で最大になるという興味ある結果が得られた。この研究は精機学会誌に発表されたが、私の最初の砥粒加工研究として思い出深いものである。図 2 にその結果の一部を示す。

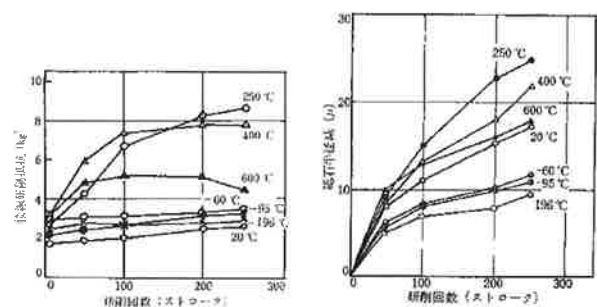


図 2 筆者が得た最初の研削実験結果

〈ご略歴〉

松尾 哲夫 (Tetsuo MATSUO)

1931 年生

熊本大学名誉教授 工学博士
専門分野 研削加工, 切削加工

〒560-0083

大阪府豊中市新千里西町 3 丁目 24-10

TEL : 06-6832-6580

E-mail : t.matsuo@k7.dion.ne.jp

〈学会受付日 : 2007 年 10 月 20 日〉



カーネギーメロン大学での研究生活

渡米後しばらくはチタニウム合金の断続切削の実験に携わったが、その後 2 つの産学協同研究プロジェクト((1)Abrasive Grain Association Project, (2)Grinding Wheel Institute Project)に参画した。(1)では各種重研削砥石用高靱性砥粒の摩耗および微細破壊性の追求であり、(2)は重研削砥石の破壊と強度

の研究などであった。それぞれ8~10人の専門の研究者が加わり、また、参加企業にはノートン、カーボランダム、ゼネラルアプレシブ、3M、U.S.スチールなどが含まれていた。ちなみに私は主に(1)の高強靱砥粒の摩耗に携わり、(2)では砥石の圧縮破壊強度の試験に従事した。ここで、(1)の研究を少し詳しく説明すると、アルミナ系砥粒のうち比較的靱性の高い単結晶アルミナ、多結晶アルミナ、焼成アルミナ、焼結アルミナやジルコニア系砥粒など、重研削砥石用として注目される砥粒について基本的に重要な摩耗特性について、時間をかけて追究することであった。なお、この研究ではMIT化学修士出身の学生が加勢してくれた。

本プロジェクトについては、いずれも3~4ヶ月に一度スポンサーへの報告会議が開催され、研究の評価と疑問点、今後の課題について真剣な議論が行われた。なかには学会発表に至ったものも報告されていた。かくして、年度末にはAnnual Reportが大学で印刷され、広く発表される。当時、わが国ではまだ産学協同研究は多少疑問視されていて、システムとしては未定着だったように思われるが、私はこのとき、産学協同の意味を初めて実感したことを記憶している。

ちなみに、私のカーネギーメロン大学出張にあたり、種々アドバイスをいただいた前任者・横浜国立大学の中山一雄先生に御礼申し上げます。また訪米中にお立ち寄りいただき、激励と有益な助言をいただいた田中義信先生、小林昭先生、岡村健二郎先生、高沢孝哉先生に御礼申し上げます。特に小林、中山、岡村先生らには後にCIRP会員として多くの活躍の場を与えていただき、感謝いたしております。

帰国後、熊本大学へ

1968年9月に阪大に復帰後、翌年4月に熊本大学生産機械工学科に移籍して、故・土屋正義教授の後を受けて生産加工技術を担当することになった。本学科は創立が1961年であり、当時としては比較的新しくて自由な雰囲気が満ちていたように思われる。

私がここで取り上げた砥粒加工関係の研究課題としては、(1)各種重研削砥石用砥粒の摩耗および微細破壊の評価、(2)各種鋼材の高切込み重研削における研削特性(共同研究を含む)、(3)スナッキング研削における砥石の研削特性の追求、(4)無機質材料のクリーブフィード研削などが挙げられる。

(1)の研究はカーネギーメロン大学での単粒摩耗実験と同じ方法で砥粒のタイプ、相手材の材種、摩擦速度を変えて行うとともに、斜板式フライミリング式砥粒破碎試験によって各種砥粒の微細破碎特性を調べた。図3は実験結果の一部であるが、8種類の種々のタイプの砥粒の破碎試験方法ならびに実験結果(1回あたりの破碎の大きさや破碎の頻度)を示している。

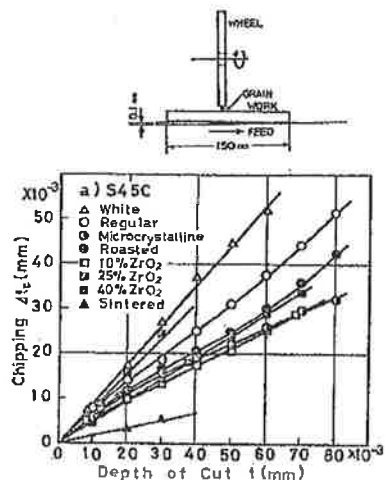


図3 各種砥粒の微細破壊研究結果の一例



図4 砥粒加工研究会 熊谷記念会メンバーならびに第3回記念賞受賞者(昭和52年)

本研究には熊本大学 大島栄一技官ほか多くの学生の協力をいただき、また日本カーリットの関川秀一研究員には数々の貴重な議論をいただき感謝している。

なお、この研究に対し、誠に光栄なことに砥粒加工研究会第3回熊谷記念賞を受賞した。図4は授賞式撮影にいただいたものだが、熊谷記念会会長の竹中規雄先生ほか記念会運営委員会の諸先生方の砥粒加工にかける熱い想いが伝わってくる。しかし、幾人かの先生が既に他界されたことは、誠に寂しい限りである。心から御冥福をお祈りいたします。

(2)の高切込み重研削加工の研究は、研削砥石で種々の鋼材を切削のように高能率に削れないかとの考えのもとに、適正砥石、限界研削条件、加工物の変形、発生温度・やけなどを追求したいと考えた。たまたまその頃、精密工学会九州支部が支部の要望として何か分科会を立ち上げようという機運が急速に高まっており、私が主査を務め、幹事には機械工学科の後藤治平教授をお願いしてスタートした。

当初の本分科会は会員数企業、研究機関、大学、高専あわせて30名程度で、砥石はすべて砥石メーカーから、被削材はすべて鉄鋼企業からの提供を受けての共同研究であった。その後急速な会員の増加に伴い専門委員会に規模拡大し、幹事に熊本大の安井平司教授、上田昇助教授、九州大の佐

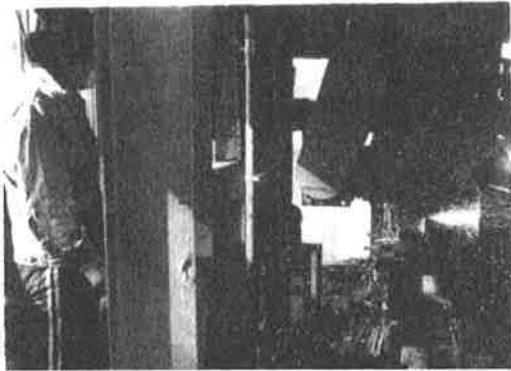


図5 火花を散らして鋼材の重研削実験

久間敬三教授らの協力を得て、九州はもちろん、中国・関西以東までも拠点として2001年まで活動を続けてきた。この間、関係企業より多くの砥石、被削材、研削油の提供をいただいた。もちろん、ここには砥粒加工学会の会員の方も多数含まれていた。

(3)のスナッキング研削であるが、製鉄・製鉄所における鋼材、鋼片の表面傷取り研削(超重研削)のことを Snagging または Conditioning と呼び、優れた鋼製品を得るためには不可欠の作業である。また、研削の研究としても未開な課題が多くあるといわれていた分野であった。加えて、たとえば直径400mmのレジノイド砥石に数百キロの高加重をかけ、60m/s、走行速度40mm/s(往復)というかなり大きな設備が必要とされ、騒音、粉塵などの問題から大学の研究室での実験は困難であった。

そこで私は、砥石直径205mm、幅25mmの種々の重研削用砥粒からなるレジノイド砥石を使い、砥石周辺52m/s、走行速度40mm/s、最高荷重30kg条件のもとでモデル実験を行った。

その後、文部省科学研究費(総合A)が認められ、屋外の空き地に小屋を建て、機構的には実際のスナッキング装置に近いもの(砥石直径455mm、容量40kw、定荷重トラバース型)が完成した。この装置の油圧式テーブルには既製品を購入し、付加機構、自動化機構をはじめ、フレームなどの取り付けや組み立て、調整はすべて研究室スタッフや大学院生等、学生ならびに工学部中央工場職員の協力により完成した(図5)。

図6は本試作機の構造、図7はこれによる重研削結果の一例であり、種々のタイプの砥石の研削性能が比較されている。ちなみにこの結果はモデル実験結果とよく一致していた。

(4)無機質材料のクリープフィード研削では、ダイヤモンドホイールによるアルミナ(アルチック)やフェライトのクリープフィード研削が行われた。とくに Mn-Zn フェライトをスライディングマシンでスロット研削した場合の加工溝周辺のチップングの大きさとその発生メカニズムを追求し、より高精度で高能率の研削条件を明らかにすることを目指して研究を行ってきた。図8はその結果の一部である。

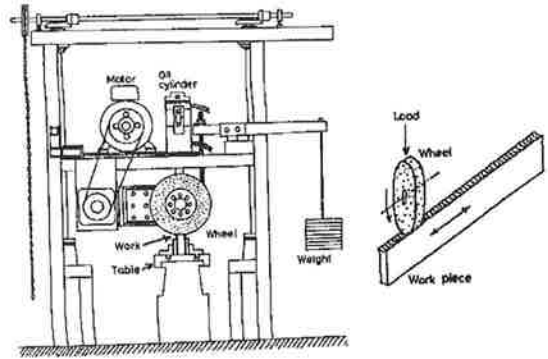


図6 筆者らの製作したスナッキング研削装置の構造

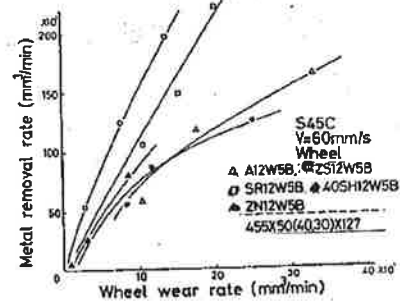


図7 製作したスナッキング研削装置による実験結果の例

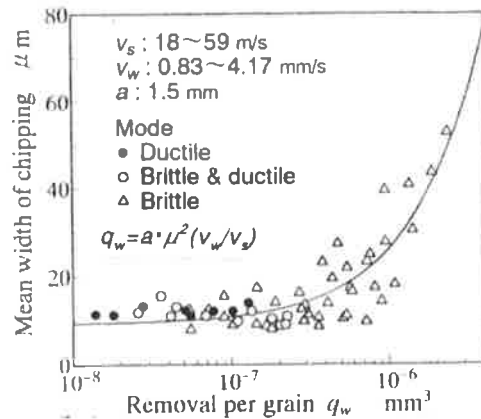


図8 平均チップングサイズに及ぼす砥粒1個当たり削除量の影響

おわりに

今回の執筆のまとめとして、「いかにして本学会を発展させていくべきか」との、大変難しい質問をいただいた。私の意見としては、まず砥粒加工技術の内容を重機械、精密機械、電気機械、工具メーカ、鉄鋼・金属加工メーカ、セラミックス、サーメット、プラスチック加工企業等、規模の大小を問わず、多種多様な製造企業に十分認識いただくことが必要かと考える。また、今後は同種の各学会本部とも協力関係を築いていくことも必要になるであろう。