

◇ 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 3 話

高沢 孝哉氏 (後編)

～砥粒加工の道を歩んで～

技術開発とバリテクノロジー

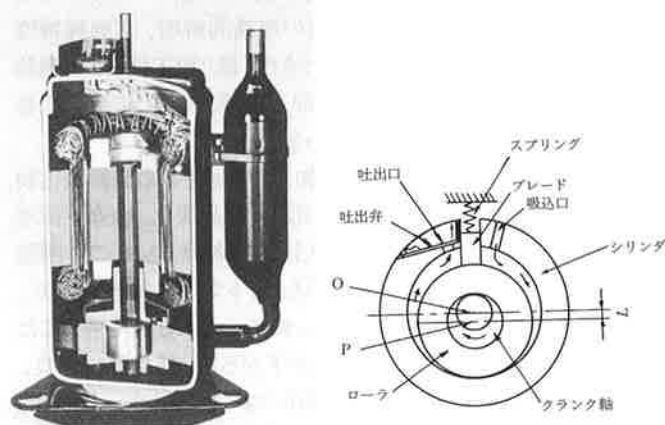
私は昭和 45 年 4 月に、既に電気試験所から東芝へ転進された小林昭先輩の薦めもあり、大学を辞職して東芝生産技術研究所への転勤を決意した。家庭の事情もあったが、本音は大学の温室に飽き足らず、企業現場で具体的に製品の生産実態を眼で確かめ体験したいという気持ちに駆られたのである。この辺の心境は、技術史教育学会誌 6 巻 2 号、2005 年に「工学と技術との谷間—もの創りに思う」と題して寄稿した。企業の感想は、大学とは異なる厳しい人間関係の社会であると言うことである。当初は生産技術研究所の設立業務に追われたが、昭和 48 年、空調事業部の富士工場におけるソ連プラント輸出業務への応援を要請され、プロジェクト・リーダーの No.1 として出向することになった。私としては現場のもの創りを体験するのに願っても無い機会となった。

振り返れば、沖電気工業の 1 年間は、社会人としての駆け出しながら技能の大切さを学んだ期間、そして金沢大学の 23 年間は、教育と研究者としての駆け出しと工学なるものに取り組んだ期間、続いての東芝 10 年はそれまでの体験を技術として実践した期間であったと言える。

富士工場は、ルームエアコン用の心臓部である「ロータリ・コンプレッサー」を製造していた。図 1 は、その概観と断面図、図 2 は部品図である。これらの部品は素材の切削加工の後、すべてが砥粒加工技術の平面、内面、円筒面(プランジ・カット、センターレス研削)平面、内面ホーニングで仕上げられる。東芝でも筆頭の研磨工場である。ロータリ・コンプレッサーは冷媒がシリンダー内に挿入充填され、シャフトの回転とともに自転、公転するローラーにより圧縮され、排気口に至り断熱膨張で冷却される原理である。本製品はガスの漏れ防止と各部品間のトライボロジーが、設計と製造面で最も重要視される。

図 3 は、筆者らによる提案の「トライボロジー・ロード・マップ」と称するものである。このマップにより、各部品間の接触問題に関連してトライボロジーと漏れ問題(隙間設計)を検討するのが、私が提案する精度設計(図 4)である。精度設計は、

本業務を通じて得た貴重な概念であり、精密工学の根本課題あるいは哲学とも言えると思う。ここで重要なことは、精度(加工精度)の内容と工学的・技術的意義を製品性能に関連して十分掘り下げて見ることである。



(a) 外観と断面図

(b) 作用図

図 1 ロータリコンプレッサーの断面構造と作用図

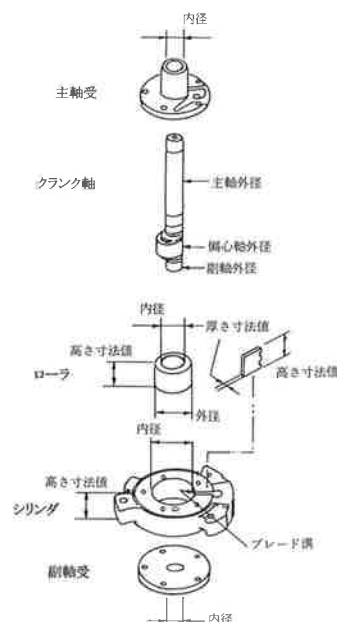


図 2 シングル・ロータリ・コンプレッサーの部品図

加工精度には、従来形状・寸法精度、表面粗さなどが対象とされているが、さらに考慮すべきことは粗さの方向性や加工模様、そして追加項目として Surface Integrity (加工変質層) とエッジ品質を重視したい。これらの加工精度が図の右端の製

〈ご略歴〉

高沢 孝哉 (Koya TAKAZAWA) 1924 年生
セラビ研究所, 工学博士, 技術士
専門分野: 精度設計論, バリテクノロジー,
精密加工
〒248-0027 神奈川県鎌倉市笹田 4-10-11
TEL: 0467-32-3596 FAX: 0467-32-3688
E-mail: j.soc.best@juno.ocn.ne.jp

インタビュー: 2006 年 3 月 30 日

(部)品の機能にいかに関わるかが問題である。ここで言う精度設計は、狭義の設計から生産加工を経て製品化に至るシステムアプローチを意味する。ロータリー・コンプレッサーに要求される性能は、高冷凍効率、低消費電力、低振動・騒音、暖冷房兼用、長寿命、低価格などがある。これらをすべて満足するように最適設計を行う。さらに具体的な設計の進め方として、QFD(品質機能展開)を用いる。

表面粗さについては、従来、設計にあたり、多分に経験に依存していた。これまでの多くの研究成果を改めて総括して見た。当時、東京工業大学の阿武教授や大阪大学の梁瀬正教授は、次のように述べている。

① 2 平面の締め付けにおける基準面の狂い、② 穴と軸との締めばめ ③ 接触部の気密油密性(粗さの方向性、オイルポケット、④ 潤滑特性(負荷、境界潤滑問題、スティックスリップ)、⑤ 疲労強さ、⑥ 摩擦特性の理論的解明、⑦ 磨耗特性(磨耗形態と粗さ)。その他、めっき性、絞り加工性などの議論がある。なお、粗さの方向性や加工模様と表面機能との関連がさらに明らかにされるべきである。

Surface Integrity の内容は、加工中生成された表面酸化物、異物埋め込み、亀裂、残留歪、応力、組織変化、合金生成などがある。これまで、表面粗さが主として対象とされ、この問題は比較的無関心であった。これらは、トライボロジー、疲労、腐食、部品変形などに関連する。Surface Integrity を考慮した加工は、コスト・アップし生産性が下がるが、部品品質不良、製品の初期故障と調整、修理費用の多くは、Surface Integrity への配慮で改善され、かえって経費節約になる。米国では、航空機部品の疲労が問題になり、ANSI B211.1,1986 に規格制定されている。

エッジ品質についても、これまであまり設計者が関心を持たなかった問題である。しかし、国内外の「精密表面仕上げとバリテクノロジー」の最近の国際会議では、エッジ品質やバリ取り・エッジ仕上げが盛んに議論され、BEST-JAPAN(バリ取りと仕上げ技術)研究会では、長年議論を続け、2004年3月にはJISとして世界に先駆けて制定するに至った。

バリ取りとは、邪魔なバリを取り除くだけでなく、設計されたエッジ品質を上げることが目的である。破損はエッジから発生するが故に、エッジ仕上げを重視すべきである。この他に、エッジ品質には、① 計測や加工における基準、② 切削工具の切れ味、③ 部品同志のかじり、④ 油・空圧機器の作動レスポンス、⑤ 板スプリングの疲労強さ、⑥ 熱処理でのエッジ・クラック、⑦ 歯車のかみ合いと騒音、⑧ 組立て性、⑨ バリ脱落によるかじりと磨耗、⑩ 電氣的ショート、⑪ 人体への危害、など、いろいろの問題がある。

私は砥粒加工が専門だが、バリ取り・エッジ仕上げにはバレル研磨、砥石や研磨布紙による研削、ブラシ仕上げ、ラッピング仕上げなど、砥粒加工法が多く取り組み易かった。漸く、学会でも重要な加工分野として認知されようとしている。

さて、コンプレッサー部品個々の研削加工技術の問題点に触れる。まず、シャフトはプランジカット研削(トラバース研削より量産的)であるが、設計上要求される寸法精度、表面粗さ、加工変質層深さを目標として、研削抵抗、びびり発生防止を

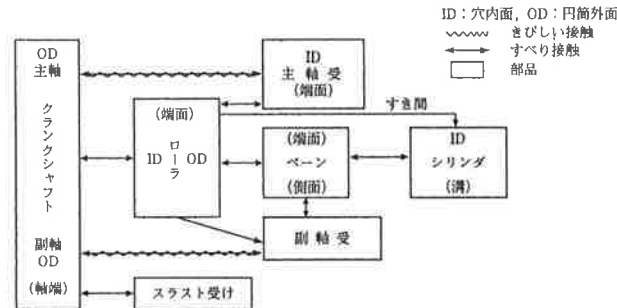


図3 トライボロジー・ロード・マップ(門田, 高沢)

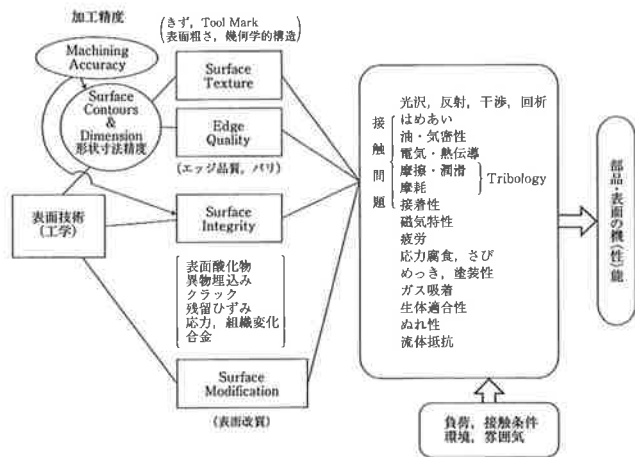


図4 精度設計の概念 (Surface Technology と部品性能の関連)

制約条件としてコスト最小で実現するような工作物周速と1回転あたりの砥石切り込み量の最適化条件設定について、当時神戸大学の岩田一明教授とともに推進した。これまでの研究では、上記研削加工現象の個々の問題について進められているが、総合的最適化に目標設定しての研究は実施されてなかった。本研究はコンピューターを用い、従来の研究で明らかにされている研削抵抗、びびり発生現象、表面粗さ、加工物温度、研削表面層温度(加工変質層深さ計算)に関する理論式を用いるシミュレーションである。明らかにされたことは、あまり複雑な理論式はコンピューターにインプット出来ず、なるべく簡単で実用的理論式を用いて可能になったということである。私の研削表面層温度分布の理論も、本研究により初めて加工変質層の設定に役立ったことはうれしい。

東芝10年の勤務での貴重な体験は、精度設計論の把握、バリテクノロジーへの取組み(これが今日までのBEST-JAPAN研究会活動の動機になっている)であり、私の金沢大学から東芝への転職の際、抱いた抱負は完全に目的を達したと満足している。

東芝を定年で退職して、再び神奈川工科大学の研究と教育の場に戻ったが、東芝で学んだ実学をより所に、以下に述べるテーマに取り組んだ15年間は、私の人生であらゆる意味での実り多い期間であった。研究テーマは、バレル研磨機構の解析、ブラシ仕上げ機構と応用、磁気研磨機構の解析、ドリル加工バリ生成と抑制、電動グラインダーの振動、騒音解析など、多角的で楽しい研究生活であった。これらの研究の原点は、砥粒加工を中心とする精密工学である。