

◇ 特集 砥粒加工の想・記・伝 ◇

私のターニングポイント

My turning point

宮下 勤*

Tutomu MIYASHITA

Key words : metrology, machining, standard

1. はじめに

最初に、この原稿の執筆を依頼された時、どのような内容でお話しすれば良いのか正直迷いました。砥粒加工という分野においては、超精密加工で少し作業をただけで、主な仕事の内容としては、計測と評価に関する事と、評価方法の規格(ISO, JIS)を作成する事です。然しながら、私の経験から、加工と計測は、相互に成り立つものとして紹介できればとお引き受けした。

2. 加工と計測

私が現在の会社に入社したのは、1982年10月の事であった。その前は、UKのBirmingham大学で、研削サイクルの最適化を研究し、帰国後航空高専の非常勤講師で学生実験の指導をしていた。最初は、表面粗さ測定機や真円度測定機の納品作業や、修理を担当していたが、その後お客様から預かったサンプルの測定を行った。サンプル測定では、お客様から預かるサンプルは、最新技術を使用して加工した開発品等の守秘義務が生じるような物が数多くあった。この為、測定するに当たり、事前にどのような加工方法で加工されたのかを調べ、その加工方法では、どのような問題が考えられるかを下調べして行った。解らない処や問題点は、お客様が来社された時に、直接伺った。来社される方は、開発の専門家であり、サンプルについてよく理解している方々である。私共の方が、教わる事は非常に多かった。また、不思議な事に、同様なサンプルが、同時期に色々な処から依頼が集中し、最終的には、測定の問題や加工の問題等、仕様に対して誰よりも理解する事になった。

また、この頃は、Tベースの2軸または3軸の超精密加工機の販売と納品を行っており、私も機械出身ということで、米国現地立ち合いから納品作業で検収を上げるまで行った。

図1 2軸超精密加工機¹⁾

この当時の超精密加工機は、空気式静圧スライド、ボールねじ送り、位置決め精度10nm、空気式静圧スピンドルのベルト駆動であった。主なアプリケーションは、光学部品及び金型の加工であり、加工材料は、無電解ニッケル、無酸素銅、PMMA、ZnS、Ge等であった。この後、金型の研削加工等も行いう要求があり、スライドが油静圧、一定周期のうねりを避ける為にボールねじ送りからリニアモータを使用し、スピンドルの回転数を一定にする為にビルトインモータを使用、粗さ精度の改善に位置決め分解能を約16pmに、温度の安定性にスピンドルクーラントやスライドクーラントを使用するようになり現在に至っている。

最初に、クロス研削で金型を加工した時は、そろばん型の砥石を自分で成形し、機上でツルーイングやドレッシングを行った。その時に使用したレジジン砥石は、そろばん形の砥石角度が90度で使用した場合、半日で砥石の摩耗が観察された為、角度を60度に成形し、砥石摩耗が一日持つようにした。この後、砥石メーカーには、60度角度で銅を結合材に含まないような砥石の作成を依頼して供給するようになった。

この検収加工を行う間、加工したサンプルの測定を行わなくてはならない。主にサンプル全体の球面形状精度と表面粗さ精度を測定した。形状測定では、フィゾー干渉計による測定になるが、測定原理、マスターレンズの選択方法と曲率に対する視野範囲の計算方法等が必要になる。また、表面粗さ測定では、自社の接触式表面粗さ計を使用する為、結果が悪く出ても、加工機や測定機を理由にする事は出来ない。後に、非接触式の三次元表面粗さ計で測定する事になるが、同じ理由でどちらに問題があるとは言えない。この為、加工に関しては、チャック面の加工とメンテナンス法、ダイヤモンドバイトの特性や清掃方法、切り屑の処理方法やクーラントの掛け方と量の調整方法等を注意深く行う必要があった。測定についても、アルミ材などの加工サンプルを測定する場合の干渉計に付随する減衰板の影響等を考慮する必要があった。

これらの作業中に考えていた事は、刃物の切れ味や摩耗の有無、切削力と研削力の方向、圧力転写と運動転写等であった。これらを把握する為には、測定結果から得られるパラメータの持つ意味を知る必要があった。

3. ターニングポイント

サンプル測定や超精密加工を通して、様々なサンプルを測定してきたが、評価するパラメータの意味を完全に理解しているとは考えられなかった。これは、パラメータによる測定結

* アメテック(株)テーラーホブソン事業部:〒105-0012 東京都港区芝大門1-1-30芝NBFタワー3階
(学会受付日:2016年 9月13日)

果は出るが、パラメータを計算する条件や計算方法等がブラックボックスになっていたからだと考えられる。ISO や JIS の規格書を読んでも、その扱いは詳細に述べられていない。

この様な状態の時に、Whitehouse 先生が、ISO の委員として来日し、新しいフィルタの考え方を説明し JIS 委員会の方のようなフィルタを JIS は考えるかを聞きに来たのであった。私は、その時運転手として先生に同行し、会議を聞いていた。するとフィルタの話以前に、ISO の粗さ規格と JIS の粗さ規格が、だいぶ乖離した状況である事が判明した。この時の先生は、元々はつきり物をいう方であったが、JIS の委員は何をやってるんだというような発言をしてご立腹であった。この時に、当時のフィルタの歴史や欠点を説明頂き、新しいフィルタが必要なる理由を解るように説明して頂いた。

この後、数年に渡り、Whitehouse 先生は、日本での講演に来日して頂く事になり、私は先生のお供と講演会での通訳として毎回同行させて頂いた。講演前には、お話しする内容について打ち合わせを行うのだが、私が理解出来ない内容も出て来る訳であり、その内容を詳細に教えて頂いた。その内容の中で、パラメータの使い方については特に詳細にお聞きした事を記憶している。その当時は、パラメータによる表面の評価方法の大綱を先生が作成していた時期でもあり、非常に勉強になった。ただ、一度講演に入ってしまうと、打ち合わせ内容通りに話が進む事は殆ど無く、色々な分野に話が飛んでいくのが常であった。先生は、物理、光学、数学、機械加工等色々な分野に精通しており、ついていくのがやつの状態であった。ただ、その時に感じた事は、自分の知っている知識だけではなく、他分野でも我々が持っている技術と知識が活かせる処があり、将来期待される技術と関連してくるということである。

先生から御教授頂いた情報から、超精密加工で行った研削加工についても、砥石の切れ味の状態、切削加工においての切削力の情報(超精密切削加工では、背分力が一番大きい)から切削工具の選択方法等に役立つことができた。特に、研削では、運動転写型の研削で延性モードの加工では、パラメータの値として理想的な値が得られた($R_{sk} \leq 0$, $R_k = 3.0$)。切削力では、測定したベアリング曲線の形状が、研削加工で加工した形状に等しく、この時には背分力が大きいと解説されていない時であったが、このベアリング曲線の形状から判断していた。

また、サンプル測定に関しては、測定結果から得られた粗さパラメータの情報から、加工条件や工具の切れ刃の状態及びびうねりパラメータからは、加工機の送り誤差や剛性の状態などの判断が出来るようになってきた。当然、お客様の加工方法や加工条件等の情報を基に判断する事になるのだが、測定から加工へのフィードバック情報として活用して頂ければ、測定機の役割を理解し、測定機が測定して結果の良し悪しを判断するだけではなく、有用な情報を多く提供できると理解して頂いたと思う。

4. 規格に関して

前述した表面粗さの評価に使用したパラメータの結果は、全て ISO の規格に則って計算された値である。勤務先の会社

は、英国に本社を持つ企業であり、開発に携わっていたエンジニアが ISO の表面粗さ関係の委員会の議長を務めていた。この為、ISO 規格の改定や内容で不明な点は、直接 ISO 会議の議長に聞く事が出来た。例えば、パラメータの定義式は同じなのに、英語の表現が異なる場合、一基準長さに対する定義は同じであるが、複数基準長さの解析方法が旧来とは異なる等、英語での表現方法を理解しないと間違った理解に繋がってしまう。この事が、ISO 規格と JIS 規格で異なった解釈をしてしまう原因になっていたと感じていた。

1994 年頃に、JIS の TC213 グループ C の国内対策委員会と JIS 原案作成委員会の委員として参加させて頂く事になった。この前には、規格書というものは難しい単語を使用し、解りにくいものという印象があったが、実際の会議に参加させて頂く様になってからは、規格の定義を表す言葉を委員の方が非常に苦労して日本語化しているのが理解できた。前述した様な ISO 規格の英語での微妙な表現を、関連する JIS 規格(図面規格や座標測定の規格等)に合わせて明確に定義しなくてはならず、この表現方法に、半分以上の時間が費やされる。使用者側に解り易く、また ISO 規格の定義や解釈に一致する様に文書を作成していく。この過程に関しては、規格本文には記載されず、解説文書に記載されており JIS ハンドブックには記載されない場合もある。改定や制定の詳細を知りたい方は、JIS 規格書本体の参照をお勧めしたい。

5. おわりに

計測とものつくりの関係は重要で、最適な計測方法がなければものつくりも次の段階に進めない。然しながら、ものつくりに於いては、多種多様であり様々な分野に関連してくる。この為、次世代と呼ばれる将来の技術と要求に関して、常に情報や傾向を把握しておきたい。この為の有効な手段として、国際会議等に参加する方法がある。特に海外での国際会議に於いては、研究者の発表内容に関する技術の応用例がモチベーションとして紹介される場合が多い。このような会議には、ぜひ参加してもらいたいものだが、最近では日本企業からの参加が少ない気がする。毎年の参加は出来ないとしても、会議の内容を精査し、エンジニアとして興味があれば、会社の許可を得なくても参加する意義はある。この場合は、自費での参加になるが、自分の興味である事や、異業種の問題や将来展望等が議論でき、教えて頂く事が出来る。また、その時に知り合えた方は、自分の人脈にも繋がる。特に若いエンジニアの方には、お勧めしたい。誰の為でも無い、自分の為だから。

以上、拙文で申し訳ないが、私のよもやま話である。

6. 参考文献

- 1) Pneumo 社製 MSG325