

STM 用サンプルホルダーの製作

大石健一

筑波大学数理物質科学等支援室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

実験・研究等に用いられる金属部品などを作るには、様々な工作機械、工具等を用いて加工する必要があります。この機械加工の内容を「STM サンプルホルダー」の製作を例にして紹介します。

1. はじめに

数理物質科学研究科の電子・物理工学専攻には、技術職員が6名おり、教育・研究を支援する仕事をしています。技術的な面から支援するために機械系、電気系、化学系の3つの専門ごとにグループを作り、ワークショップとして活動しています。

その一つの機械系ワークショップは、一人のリーダーの指導の下に、合わせて3名で仕事をしています。内容は、各種研究用装置・機器等の設計・製作、金属材料等の供給、工具等の貸出、製作図面の相談、技術的指導などがあります。

以前に、この機械系ワークショップの活動を紹介しましたが、今回はその中の機械加工について詳しく紹介します。

2. 加工例

「STM 用サンプルホルダー」を製作しましたので、この製作過程を、一般的な機械加工の方法と合わせて示していきます。STM とは、走査型トンネル顕微鏡のことで、これを使って試料を計測しようとするときに、その試料を入れて支えるものがサンプルホルダーです。材質はモリブデンという金属で、大きさは直径が20.5ミリで厚さが2ミリの円盤状のものです。

3. 機械加工の仕事

3.1 製作の依頼

各研究室において、実験・研究のための部品・装置などが必要になったときに、教員・院生・学生等がその製作の依頼に来ます。依頼者は、手書きのメモのようなものから、機械図面まで、様々な図を描いてきます。

その図を基にして、寸法・形状・材質・個数等を確認します。また、必要に応じてそのものがどのような状況で用いられるかを聞きます。たとえば、穴をあけるときの、決められた寸法の軸を通すのか、細かいコードを通すのかなど、その穴がどのように用いられるかによって寸法の許容差を決めます。さらに重量物を載せるとか、強い力をかけて使うなどの場合には、板の厚さを厚くするとか、材質を変えるとかが必要になることがあり、その変更について相談し

ます。また、加工した部品を組み立てる場合には、正しく組み立てられるのか、目的に合った組み立てが出来るのかを検討します。たとえば、ネジを使うか、接着剤を使うか、ハンダ付けをするか、それぞれの場合にこの部品の材質・寸法で加工が可能かなどを考えなければなりません。

このように、依頼者の用意した図を基準にして、場合によっては加工の可能な範囲内でその条件を満たすように細部を変更して、寸法・形状・材質・個数等を決めます。

本加工においては、 $\phi 8$ は、軸に通すわけではないこと、 $\phi 10.5$ の深さ0.9は、試料を入れる使い方をする事を確認しました。

3.2 製作法の検討

依頼者の用意した図を基にして、場合によっては細部を変更した後、必要に応じて機械図面を描きます。(図1)

この図面において、数字の単位は全てミリメートルです。また、 ϕ は直径を、9-M2は2ミリのネジが9か所ということを表しています。

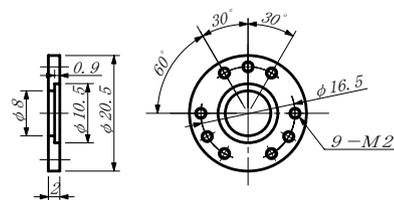


図1

次に加工の手順を考えます。まず、どのような材料から加工するかを決めます。材料は、板、丸棒、角材等の形になっていることが多く、その中から適したものを選びます。通常は、加工品の形状、加工の効率などから必然的に決まりますが、たとえば円盤状の物の場合には、板からでも、丸棒からでもできるので、加工の手順を総合的に検討して決めます。

どのような加工をするかによって、適した工作機械があり、それを選びます。工作機械には様々なものがあります。

「卓上ボール盤」はテーブルの上に材料、加工品などの被削材を取り付け、上の方にはドリルといわれる工具をチャックというものに取り付けます。このドリルを回転させて下ろし被削材に穴をあける機械です。

「旋盤」は、主として丸い棒状の材料をチャックに取り付けて回転させます。それにバイトという工

具を当てて削っていく機械です。いろいろな種類のバイトを使う事により、様々な形の加工ができます。また、ドリルを使って穴をあけることも出来ます。

「立フライス盤」は、テーブルの上に材料、加工品を取り付け、上のほうには主としてエンドミルといわれる工具をチャックに取り付けます。卓上ボール盤と違って、テーブルを左右、前後方向に0.01から0.02ミリ単位で動かす事ができます。同様に上に取り付けた工具も0.01から0.02ミリ単位で上下する事ができます。両方を動かすことにより、様々な加工ができます。

加工において、ジグというものを使う事があります。これは、加工のための補助具のようなもので、被削材を、そのままでは機械に取り付けられない場合や、加工をやりやすくする場合等に使います。ジグが必要な場合には、事前に作ります。

複数の機械を使う場合には、順番を決めます。複数の機械を行ったり来たりというように繰り返し使う場合もあります。

このように機械を選び順番を決めますが、この工程が重要です。順番が違って、いったん削ってしまうと、次の機械に取り付けできなかつたり、加工しようとする位置を決められなかつたりする場合がありますからです。

本加工においては、モリブデンの板から作り、ジグを使って、旋盤で外径部分及び穴部分を加工し、立フライス盤でネジ部分の一部を加工し、手作業でネジ部分を完成させる事にしました。

3.3 材料の用意

工程を決めた後、材料を用意します。材料は、アルミ合金・黄銅・鉄等が板・丸棒等の形としてあるので、それを切って使います。

ここで注意するのは、材料の寸法を加工状況に合わせて決めることです。単純に加工品の寸法に削りしろだけを足した大きさだと、機械に取り付けて必要な部分を削れなかつたりします。そのため、工程に合わせて必要な量を切ります。

機械系ワークショップでは、一定の種類、量の材料を保管していますので、その中から用意します。ここには種類・量の場合には、依頼研究室が研究基盤総合センター（工作部門）から購入するという手続きをします。依頼研究室に必要な書類を作ってもらい、その書類を持って工作部門に行き材料をもらってきます。

本加工においては、依頼者が持ち込んだモリブデンの厚さ2ミリの板を使いました。

3.4 機械加工作業

(1) 安全の確保

機械加工の作業をする上で大切な事の一つに安全の確保があります。これは、様々な工具類、機械を使う過程では、ケガをしたり、事故を起こしたりする可能性があるために、それを防ぐ必要があるということです。作業者またその周囲の人がケガをしたり、事故に巻き込まれたりしたときの損失はとてもの大きなもので、場合によっては取り返しがつきませ

ん。決して人が傷つく事のないように、安全第一で作業を進めなければなりません。そのために、服装、保護具の用意に始まり、工具類・機械等の点検と正しい使い方の実践が必要です。

また、製作法の検討で述べたように、加工の手順を安全で、確実な作業ができるように決めなければなりません。被削材を機械に取り付けるさいに、チャックを締める力が不十分であったり、ジグを使わなかつたために不安定な取り付けになって、加工中に被削材がはずれてしまうということも考えられます。切削工具の取り付けにおいても同様です。一つ一つの作業を確認しながら進めていくことが大切です。

加工作業は、主として「3学系共用工作室」で行ないます。これは、以前の物理工学系、物質工学系、構造工学系の3つの学系で利用するために設けられた部屋です。ここには、各種工作機械、工具等が備えられ、主に利用者講習会を受講して一定の要件を満たした教員、技術職員、学生等が利用する事が出来ます。

(2) 手順

材料を切るときから加工作業が始まります。通常は、棒状の材料の場合には、直径10数ミリ程度までは、通称弓ノコといわれる金属用のノコギリを使って手で切ります。それより大きいものは、電動の金切鋸盤を使います。板の場合には、2ミリ程度以下のものはシャーリングという切断機を使います。それより厚いものはコンターマシンという帯のこ刃を回転させる機械で切ります。

次に、卓上ボール盤、旋盤、立フライス盤などを使って加工していきます。材料をバイス、チャックなどの保持具を使って機械に取り付けます。次に、それを削るドリル、バイト、エンドミルなどといわれる工具を取り付け、材料または工具を回転またはその他の動きをさせて加工していきます。

(3) 卓上ボール盤

本加工では、最初にモリブデンの板に6ミリの穴をあけます。まず、ケガキといって、穴あけ、切断に向けた準備のような作業をします。ポンチという工具で穴をあける位置にへこみをつけ、そこを中心にしてコンパスを使って直径22ミリぐらいの円の印をつけます。次に卓上ボール盤を使って、へこみをつけた位置に、6ミリの穴をあけます。

後の加工で必要なのでアルミ合金板で同じものを2枚一緒に作ります。（図2）

(4) コンターマシン

コンターマシンで直径22ミリぐらいの円の印に合わせながら、できるだけ円に近く切ります。切ったところのバリはヤスリで削っておきます。

(5) 旋盤

モリブデンの板は、穴をあけたり、削ったりするとその周りがめくれたり、はがれたりすることがあります。それを防ぐために両側からアルミ合金板ではさむようにしてジグに取り付け、旋盤の主軸に取り付けてあるチャックでくわえます。バイトを取り付けるための刃物台があるので、そこに外径削り用

のバイトを取り付け、外径20.5ミリまで加工します。(図3)

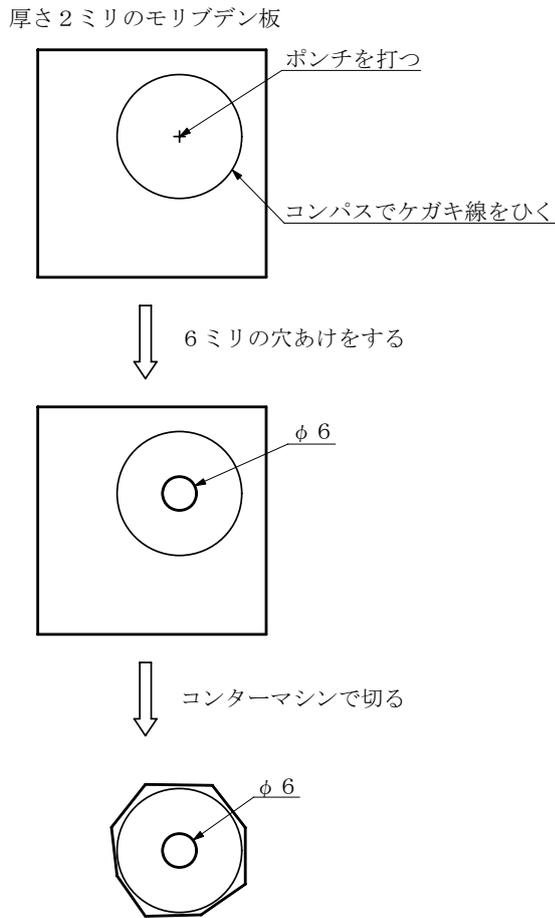


図2

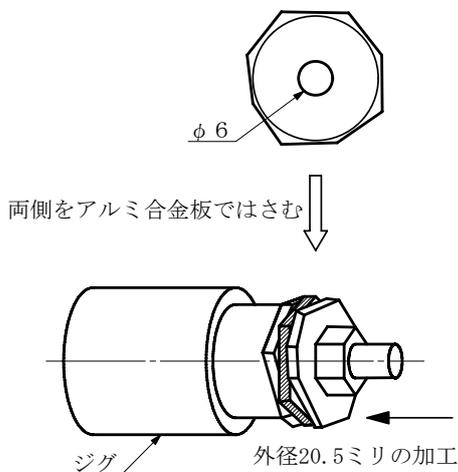


図3

(6) 立フライス盤

立フライス盤のテーブルに、角度を決めて回転できる円テーブルというものを取り付けます。そして、この円テーブルの中心と工具を取り付ける軸の中心の位置を合わせます。これは、芯出し顕微鏡というものを機械の主軸に取り付け、円テーブルの中心を目で見て合わせます。円テーブルには、芯出し用の加工品を取り付けて行ないます。テーブルを左右、前後方向に動かして円テーブルの中心位置を目盛0とします。

その円テーブルに被削材をジグと一体になったままの状態に取り付けます。

センター穴ドリルという工具を使い、直径16.5ミリの円周上にある9か所のネジのガイドのための穴をあけます。最初から寸法どおりのドリルを使わないのは、ドリルによる位置のずれを防ぐためです。センター穴ドリルですと加工時の先端の振れがほとんどありません。30度の角度は円テーブルを回転させて決めます。

次に1.6ミリのドリルで2ミリネジの下穴という穴あけをします。2ミリのメネジは約1.6ミリの穴にネジ山を切って作るためです。モリブデンは硬いので、切削油をつけながら、少し削っては戻して削った粉を取り除き、また削ることを繰り返します。ドリルの刃先の消耗が激しいので、ドリルの研削も数回しました。(図4)

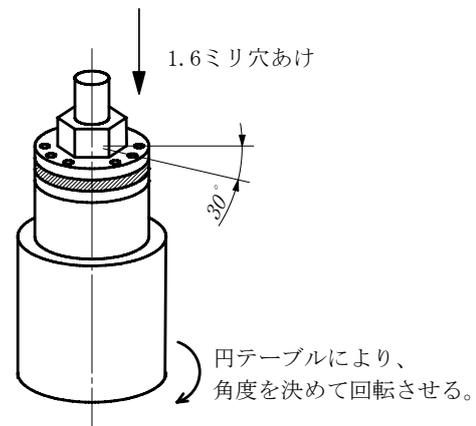


図4

(7) 旋盤

ジグから取り外して、こんどは別のジグに入れて旋盤のチャックでくわえます。反対側には心押台というのがあります。加工物の一端を支えたり、刃物を取り付ける作業に使います。ここに、ドリルをチャックを使って取り付け、8ミリの穴あけをします。

次に直径10.5ミリで深さ0.9ミリのザグリという部分の加工をします。刃物台に穴ぐり用のバイトを取り付けて加工します。

カドの部分は面取りという加工をして、削っておきます。反対側の面取りも、被削材をくわえなおして同様にします。(図5)

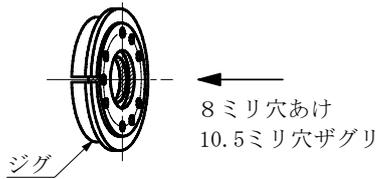


図5

3.5 手作業

ネジの加工等は手で行なう事があります。オネジ、また比較的大きなメネジは、旋盤でネジ切り用のバイトを使って加工することがありますが、比較的小さなメネジ、オネジは手作業で行なう事が多く、また、旋盤、手作業どちらでも出来る事もあります。手作業で行なう場合は、オネジはダイス、メネジはタップという工具を使い、ハンドルに取り付けて、それを手で回転させて材料を削りながら、ネジ山を作っていきます。

本加工においては、ジグから取り外し、2ミリのネジ加工をします。ハンドタップという工具を使い、手で行ないます。(図6)

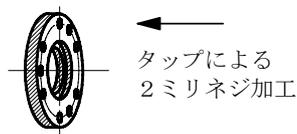


図6

3.6 仕上げ作業

切削したカドのバリをとったり、面取りとって45度くらいに削ったりします。丸棒のような形のもの、旋盤作業においてする事がありますが、角型のものの場合には、手でヤスリを使って行ないます。また、加工品の表面の汚れを取ることもあります。

本加工においては、表面の汚れを布ヤスリ等で磨いて落としました。

3.7 後片付け

使用した機械から工具類を取り外し、掃除をしてもとの状態に戻します。必要に応じて点検、注油をします。手作業、仕上げで使った工具類もきれいにしてもとの保管場所に戻します。多くの人々が共通に利用する場所、機械ですから、これはとても大切な事です。

その後、加工品は、こちらで記録するための伝票とともに依頼者に渡します。伝票には、依頼責任者の教員の署名、押印をしてもらい、加工品の名称を記入してもらって、再びこちらに返してもらいます。

本加工においては、加工品を伝票と共に依頼者に渡し、必要事項を記入した伝票を返してもらって終了となりました。(図7)



図7

4. まとめ

機械加工における重要な要素の一つに工程があります。どのような手順、方法によって目的とする形ができるのかを考えなければいけません。一見して単純なように思える形のものでも、実は複雑な工程を経て作られているかもしれません。ジグなどのために多くの材料を使っているかもしれません。

適切な工程を考えるには、確実な技術と経験が必要になると思います。それぞれの機械を正しく操作し、ジグを有効に使って、適切な工程を経ることにより、安全で確実な作業をする事ができます。そうすることにより、ケガや事故を防ぐとともに、よりよい加工品を得る事ができると思います。

この報告にあたり、ご指導いただきました物質創成先端科学専攻 佐々木正洋助教授ならびに佐々木研究室の皆様へ深く感謝いたします。