旋 盤 加 工

○ 実習の目的

金属加工には、加工物の形状、寸法、材質などのほか、必要な機械的性質の向上を図るため、製作目的に最も適した加工を施すことが望ましい。金属材料の加工方法には、切削加工のほか、塑性加工、鋳造、熔接などのさまざまな工作法があるが、その中でも切削加工を行う工作機械は多様であり、金属加工の代表的な加工方法である。

主な切削加工の工作機械には、旋盤、フライス盤、ボール盤、形削り盤、研削盤などがあり、仕事内容に適した機械を使用する。

今回の実習で行った旋盤は、円筒形材料の切削加工を目的としている。旋盤の主軸に固定した加工材料に回転を与え、切削工具を送りをかけて切削する。加工面の仕上がりや正確な寸法精度を得るためには、切削に適した切込みと送りを与えると共に、加工材料の材質や、切削工具の種類などに合った適切な切削速度となるように主軸回転数を設定することが必要である。

○ 実習の概要

・ 旋盤作業の順序

１， 工作物の大きさの確認

２， 工作物の取り付け

工作物をチャックでつかむ。

※ この作業を行う時は、チャックがいきなり動き出すなどの事故を防ぐためにブレーキを踏みながらおこなう。

３， バイトの取り付け

バイトの刃先の高さを工作物の中心に合わせる。

４， 主電源を入れる

５， 主軸の回転数を決める

６， 切削

準備

往復台を手送りハンドルで作業のしやすい場所へ移動する。縦送り、横送りの削り量を動かして確認する。

開始

作業は１人で行う
スイッチを入れ、回転させてから工作物にバイトを近づける
切削を行う時は体を旋盤に対して平行になるようにし、送りを行う

終了
スイッチをきり、ブレーキを踏み回転を止める
緊急時には、ブレーキを踏んでからスイッチを切る

・ 切削作業について

１，片側をφ５２で５１よりちょっと大きめに切削する
※図１①の下側の部分である。１番φが大きいところが５２であるため、その大きさで切削をしていく

２，加工材料をチャックからはずし、反転させ、しっかりとチャックに取り付ける

３，センタ穴あけを行ない、心押し台に回転センタを取り付け、しっかりおさえる

４，φ５０で５０切削する

５，加工材料を反対にし、φ４２で長さ４６切削する

６，φ３６で長さ３０切削する

７，４の幅で溝切りをする

８，それぞれの角を面取りする

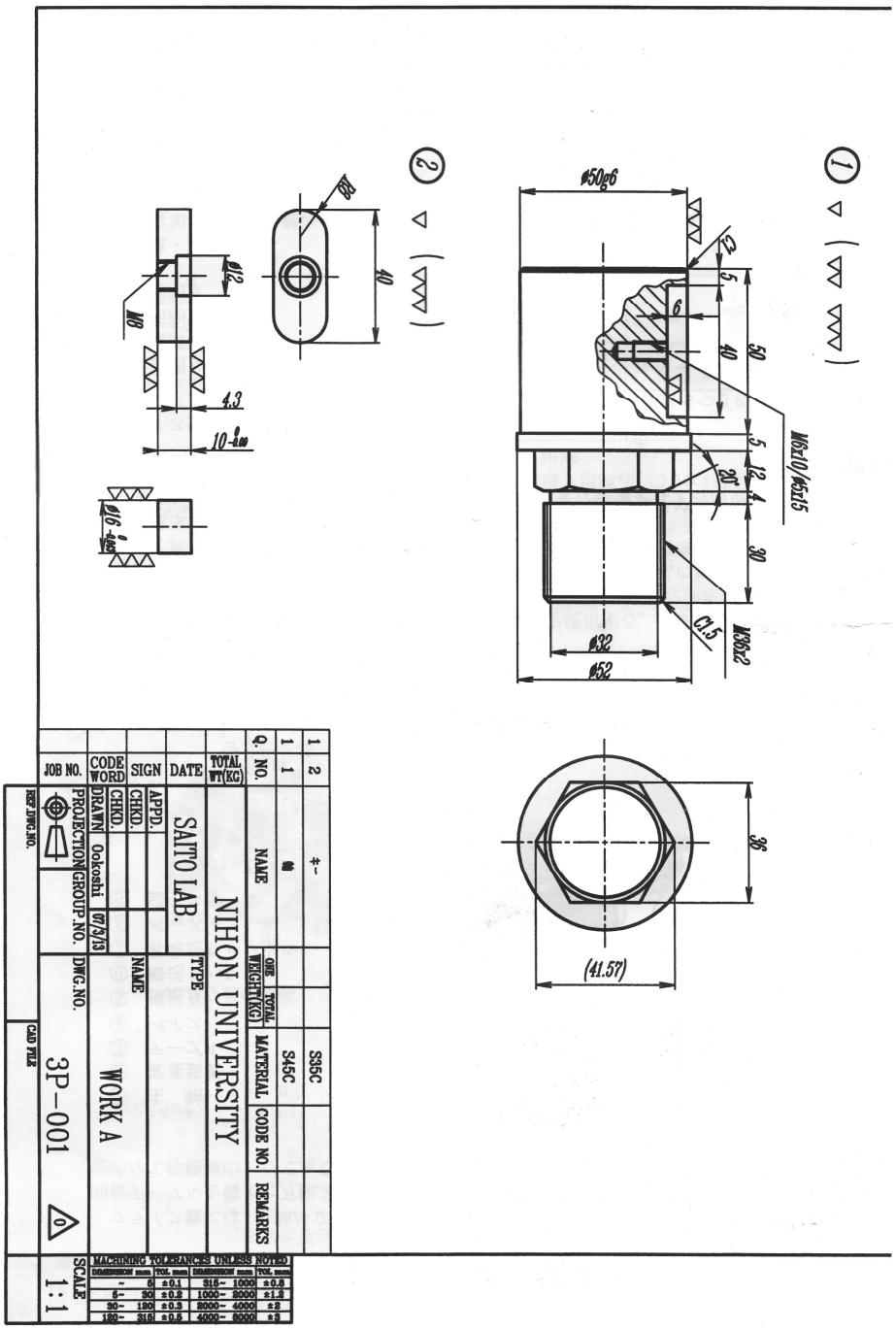

図 1　製図

○ **考察**

今回の実習では、旋盤加工を行った。実習で製作した工作物はほぼ製図通りに旋盤加工ができた。

削る作業は手作業で行うため、仕上げの送り速度が一定にならずに速くなったり、遅くなったりしてしまう。すると、精密にできなくなってしまう。人の手による作業のため作業者の体調や精神面、熟練度によって出来栄えが変わるため、経験が必要である。

○ **感想**

今回の実習では旋盤加工を初めて体験した。そしてこのような作業工程を経て金属材料は製品になるのだとゆうことが分かった。旋盤加工では、実際に材料を削る作業を行うのでとても危険なもので、誤った使い方や行動をすれば大怪我につながってしまう。そのため、安全確認を十分に行い、正しい操作に心がけて操作し、切削加工を行わなければいけないと思った。

また、実際に作業を行ってみると金属を削る作業はとても難しいことが分かった。仕上げの際の送り速度を一定に保ったりゼロ点を決めたりする作業など、経験が必要なことが分かった。仕事に就いてからになるとおもうが、経験をしっかり付けたいと思う。

今回の実習では旋盤の基礎的な切削作業や機械の基本的な操作、金属材料がどのような工程を経て製品になるのかを学ぶことができて良かったと思う。

○ **課題**

・ チル層について

チルとは、鋳造品の急速に冷却した部分に生ずる硬化層のことをいう。

溶鉄を金型または、部分的に金型を配した砂型に鋳込むと金型に接した部分は急冷されて破面が白色で遊離セメンタイトとパーライトのすこぶる硬い白銑となる。これを冷硬現象といって冷硬部（チル）を有した鋳物チルまたは、チルド鋳物という。

セメンタイト（Fe_3C）は極めて硬く、これを多く晶出した白鋳鉄は切削が困難となるので多くは使わないが、耐摩耗のため硬さを必要とするチルド鋳物には、この組織を持たすようにしている。

主な用途は、圧延用ロール，鉄道車輪，ハンマ，装甲塔などに使われている。

・ チップブレーカについて

長く連続した切りくずはからみやすく、容積も大きくなるので、処理しにくい。それに、危険な状態を引き起こす可能性もある。であるから、適当な長さごとに折れた切りくずを発生させたい。そのために、バイトのすくい面上に設ける突起物やみぞを付ける。それをチップブレーカと呼ぶ。

チップブレーカの直接の機能は切りくずの根本に曲げモーメントを与えてカールした切りくずを発生させることにあり、カールした切りくずはバイトの逃げ面などに当たって行きづまり、後続切りくずに押されて半径を増し、外向きの曲げによって折れる。切りくずの折れやすさは、切りくず材質がもろいほど，切りくずが厚いほど，カール半径が小さいほど増す。これらのためには、送りを大きくしたり、アプローチ角を小さくしたり、チップブレーカの幅を小さくしたりすることでよい。しかし、これらを過度に行うとバイトを傷つけてしまうおそれがある。

チップブレーカにはいろいろの形成があるが、すくい面にみぞをつけたりする方法が広く採用されている。図２はその一例を示す。(a) はみぞ付け型、(b) は機械的に段をつけたものである。

当て金式チップブレーカについては、切削流出方向に当て金をおいたものである。この型はバイト上面を保護するような形になっているのが都合いいが、作業上邪魔になり勝ちであるから、ブレーカの位置を決めることが問題であり、現在はあまり用いられていない。

溝付式チップブレーカについては、これは、チップにチップブレーカを研ぎ込むもので、溝を付けたものと段を付けたものがある。溝付きにも平行型と傾斜型の２種類がある。図３にこれを示す。(a) が平行型であり、(b) が傾斜型である。

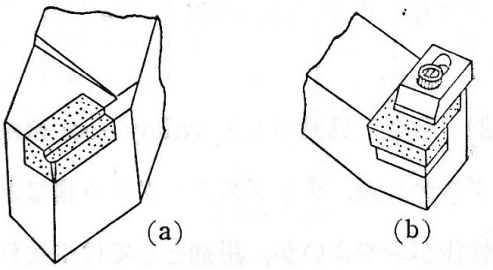

図２　チップブレーカ付バイト

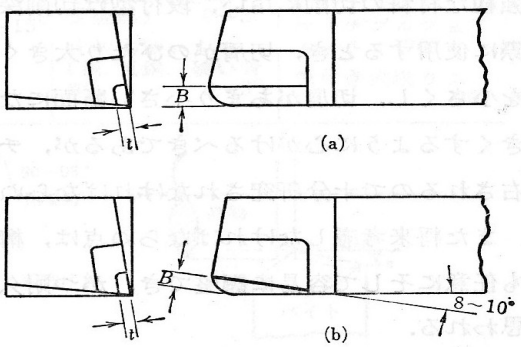

図３　平行型と傾斜型チップブレーカ

・ 構成刃先について

構成刃先とは、図４に示すように、刃物の先端にできる被削材本来の硬度に比してはるかに高い硬度になり、これが発生すれば、切刃の先端をくるんで丸みを持ったその先端で切削するから、切込量が増加して切削抵抗を増大させ、仕上げ面の寸法、粗さ共に悪い結果を及ぼす。しかもこれが図５のように約１／１０～１／２００秒の周期で発生、成長、分裂脱落を繰返すので、分裂して仕上げ面に残ったものは面のむしれのような跡を残し、切り屑と共に分離していくものは、すくい面の摩耗を大きくする等の悪影響を与える。

この構成刃先は、軟鋼、不銹鋼、アルミニウム等のように切り屑が流れ型、せん断型になりやすい材料の場合に発生しやすく、鋳鉄とか青銅のようなもろい金属の場合には発生しにくい。

また、切削速度が大きくなれば、発生しにくく、構成刃先の消滅する速度を臨界速度と名づけているが、軟鋼のそれは１００ｍくらいあると言われている。

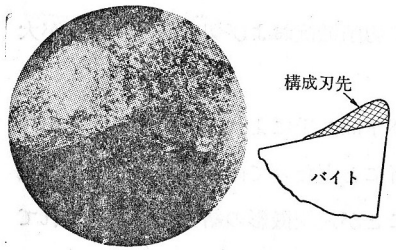

図４　構成刃先

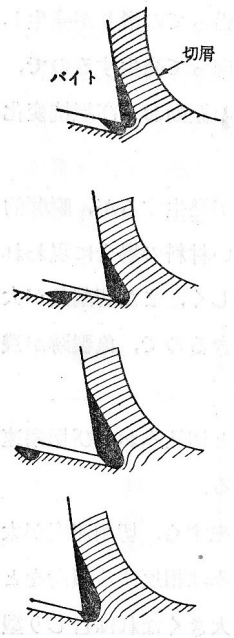

図５　構成刃先の推移

・ 切削油について

図６は切削油剤の侵入方向を図示したものである。切削油剤は a,b,c および d の各方向からの侵入が考えられるが、最も一般的な考え方としては d 方向すなわち逃げ面からの侵入である。

切削油剤の一般的な作用としては次のようである。

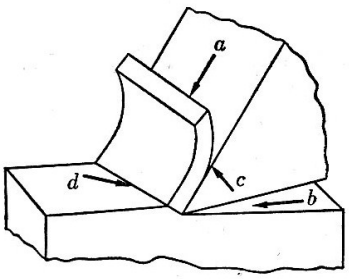

図６　切削油剤の侵入方向

（ｉ）潤滑作用

バイトと切粉の間、すなわちすくい面の摩擦および被削材とバイトの逃げ面との摩擦を減少させて、切削熱やバイトの摩耗を少なくする。

しかし切削速度が増加し、重切削が行われるようになると（切粉と工具面の垂直圧力とがはなはだしいときは 3,000～12,000kg/cm² という大きなものとなる）、切削油剤が潤滑作用をする油膜ができなくなる。すなわち流体潤滑は行われないで、やっと境界摩擦（表面に空気、ガスなどが付着しているときで、完全な金属の摩擦係数より小さい）がなされる程度である。もちろん、低速で重切削でなければ主分力 F_c、および背分力 F_t は減少し、次式より

$$\mu = \frac{F_t + F_c \tan a}{F_c - F_t \tan a}$$

であるから、摩擦係数は減少し、せん断角 φ も増加して切れ味もよくなることは明らかである。

しかし、普通の切削においては 200℃前後で切削油剤は前潤滑能力を失い、切削油剤の侵入が理想的に行われ、摩擦面に侵入できたとしてもほとんどその効果が現れない。すなわち軽切削で効果のあるなたね油、大豆油、しょう油油などが重切削において全く効果のないのは、切削温度が上昇してその能力を失っているからである。

（ⅱ）冷却作用

高速度鋼は 600℃近くでその硬さが低下する。ゆえに切削油剤としての重要な作用の一つは工具の冷却作用である。

冷却効果の点では水が最も熱容量が多いので、水溶性切削油剤はこの点を利用したわけである。

冷却作用の切削温度に及ぼす影響は、切込みが、0.058 ㎜の時は、

切削油剤を用いると100～200℃切削温度が下がるが、切込みが0.132㎜になると120m/min以下でやや切削温度が下がる程度となり、さらに切込みが0.264㎜になると冷却作用は切削速度60m/min以上では全くなくなる。

高速切削、重切削になると、水はその効果を発揮しなくなる。最近ではノズルからの高圧の切削油剤を噴射したり、炭酸ガスを噴射して冷却する方法なども考えられる。

実際の使用条件については表1に記載する。

表１　切削油剤とその使用状況

		被削材	作業	削り速度	適用作業
１種	１号	非鉄	切削	８０m/min以下	一般切削作業
	２号	鋼材			非削性良好な鋼材の高速切削および非鉄金属の一般切削
	３号	鉄材			一般切削作業
２種	１号	場合によって銅合金不可			被削性良好な鋼材の深穴ドリル作業、および一般高速切削、ねじ研削、超仕上げ、ラッピング、ホーニング
	２号				
	３号				被削性中位の鋼材の一般中速切削作業
	４号				被削性中位の鋼材の低速重切削作業
	５号	銅合金不可			被削性中位の鋼材の深穴ドリル作業
	６号				被削性中位の鋼材の一般中速切削作業
	７号				被削性のきわめて悪い鋼材の低速重切削作業
	８号				
Ｗ１種	１号	鉄材	切削および研材	低速から高速まで範囲広し	いずれも１号は鋼材の、２号は非鉄金属の一般切削作業
	２号	非鉄			
Ｗ２種	１号	鉄材			
	２号	非鉄			
Ｗ３種	１号	鉄材	研材	８００m/min以上	一般鉄材の研削
	２号				一般大型外径鉄材の研削

・ 寸法公差について

どんなに高性能な工作機械でも、製品の寸法を狙ったサイズちょうどに仕上げることは困難です。１，２本だけなら可能かもしれませんが、１００本、１０００本となると、不可能でしょう。

そこで、あらかじめバラツキの許容できる範囲を決めておく必要があります。これが「寸法公差」です。

但し、公差はひたすらゼロに近ければ良い、と言うものではありません。ミクロン単位の精度が必要な場合も、そうでない場合もあります。設計者の意図として、プラス目に仕上げて欲しい場合や、マイナス目に仕上げて欲しい場合もあるでしょう。

公差は実寸で表すこともできますが、ＪＩＳ規格では記号で表示できるよう体系的にまとめられています。下の３つは、同じ公差を表しています。

$$２０．０２２から２０．０３５ ＝ ２０^{+０．０３５}_{+０．０２２} ＝ ２０ｐ６$$

はめあい

ノックピンやマシンキーは必ず穴や溝に嵌めて使用します。その際、お互いの公差の組み合わせによって使い勝手が変化します。この組み合わせを「はめあい」と言います。はめあいには、次の３種類があります。

すきまばめ

組み合わせたとき、常にすきまができるはめあい。

しまりばめ

組み合わせたとき、常にしめしろができるはめあい。

中間ばめ

組み合わせたとき、穴・軸の実寸法によってすきま又はしめしろができるはめあい。すなわち、穴と軸の公差域が全部又は部分的に重なり合うはめあい。

表２　常用する穴基準はめあい

基準穴	軸の公差域クラス																	
	すきまばめ							中間ばめ				しまりばめ						
H6						g5	h5	js5	k5	m5								
					f6	g6	h6	js6	k6	m6		n6	p6					
H7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6		p6	r6	s6	t6	u6	x6
				e7	f7		h7	js7										
H8					f7		h7											
				e8	f8		h8											
			d9	e9														
H9			d8	e8			h8											
		c9	d9	e9			h9											
H10	b9	c9	d9															

○ 参考文献

- 菊池圧作，柳沢重夫　共著
  切削の理論と実際
  共立出版株式会社（1965）pp103～105
- 星光一，星鐵太郎　共著
  金属切削技術
  株式会社工業調査会（1969）
- 井戸守，羽地務，中島基雄　共著
  旋盤工作法
  日刊工業新聞社（1961）pp12～52
- 臼井太一郎　著
  機械工作法
  株式会社パワー社（1978）pp49