【実験J】 ブシュとピンの製作

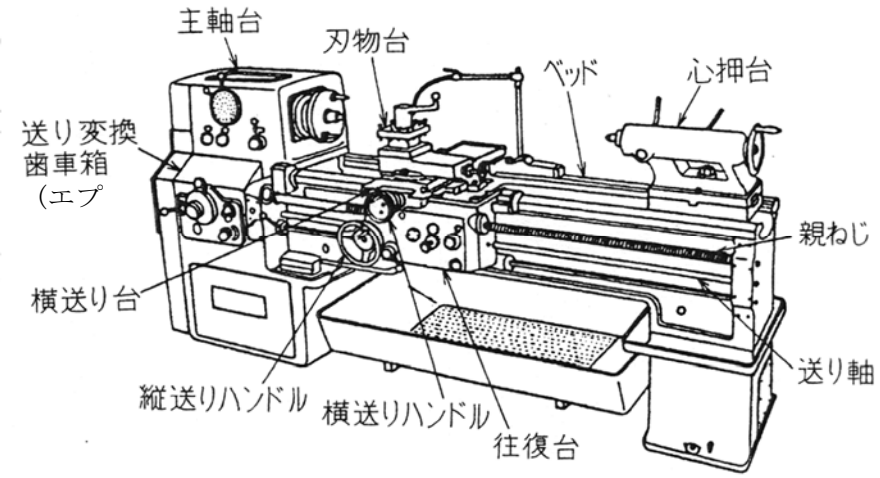
1　目 的

本工作実習では，工作機械の中で最も使用頻度の高い普通旋盤の操作方法，使用する工具，測定器について学ぶ。さらに，ブシュとピンを製作し，はめあいについて検討する。

2　旋盤作業

2.1 旋盤の構造と各部の名称

図J-1に代表的な普通旋盤を示す。このような普通旋盤では，外丸削り，こう配削り，正面削り，穴あけ，中ぐり，ねじ切りなど広範囲の工作が行なえる。普通旋盤の主構造部分は，①主軸台(Head stock)，②往復台(Carriage)，③エプロン(Apron)，④刃物台(Tool post)，⑤心押台(Tail stock)，⑥親ねじ(Lead screw)，⑦送り軸(Feed shaft)，⑧ベッド(Bed)，⑨脚(Leg)などである。



図J-1　普通旋盤

2.2 切削条件

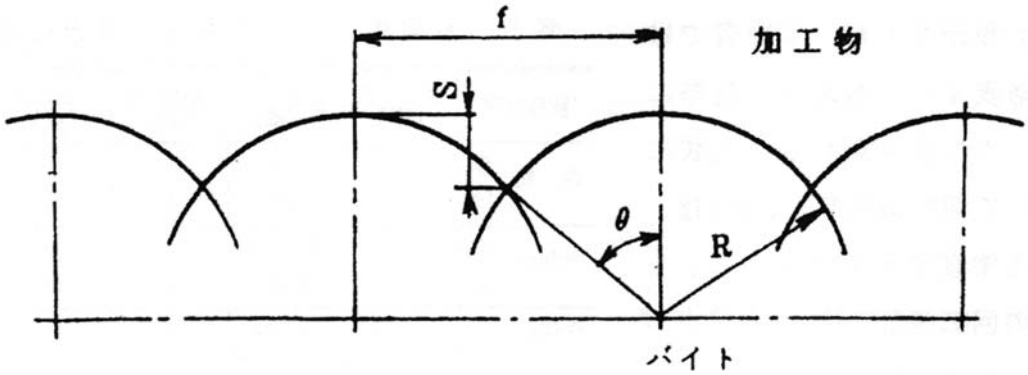
被削材料，バイトの材質と形状，仕上げ程度，切削油の有無ならびに生産性，送り量などの切削条件を設定するが，本実習では大略表J-4の切削条件を基準にとって作業を進める。同表において切削速度 V m/minは，加工物直径をϕD mmとし，主軸の回転数を N $\mathrm{min^{-1}}$とすれば，

$$V = \pi D N / 1000 \quad [\mathrm{m/min}] \qquad \text{(J-1)}$$

によって与えられる。したがって，主軸回転数の選定には次式を用いる。

$$N = 1000\ V / \pi D \quad [\mathrm{min^{-1}}] \qquad \text{(J-2)}$$

なお，切込みとはバイトを工作物に切り込む深さであり，通常丸物加工においては，加工



図J-2　仕上面粗さと送りおよび刃先半径の関係

表J-1 SKH9バイトによる切削条件(被加工材: SS400)

作業	表面粗さ	切削速度 m/min	切り込み mm	送り mm/rev
荒削り	Ra 12.5以上	20 ～ 40	～ 1.5	0.15 ～ 0.25
中仕上削り	Ra 3.2 ～ 6.3	40 ～ 50	0.2 ～ 1.0	0.05 ～ 0.6
ヘール仕上削り	Ra 0.4 ～ 1.6	5 ～ 8	～ 0.1	～ 0.2

前後の直径差の1/2である。

また，送りは主軸すなわち加工物が1回転する間にバイトが切削する方向に何㎜移動するかによって表される。送りには往復台をベッド長手方向に移動させる縦送りと刃物台をベッドと直角方向移動させる横送りがある。縦送りは親ねじ下部の送り軸を回転させ，往復台エプロン内のウォームとウォーム歯車，平歯車を経てベッド下部のラック下でピニオンを回転させ，往復台を左右に移動することによって与えられる(後述するねじ送りと全く異なる点に注意)。また，横送りは送り軸よりウォームとウォーム歯車，平歯車を経て横送りねじのねじ軸を回転させ，刃物台を前後に移動することによって与えられる。

送りf mm/rev と仕上面粗さS mmとの間には密接な関係があり，その関係はバイト刃先半径をR mmとすると，図J-2より

$$S = R(1 - \cos\theta),\ \frac{f}{2} = R\sin\theta \qquad \text{(J-3)}$$

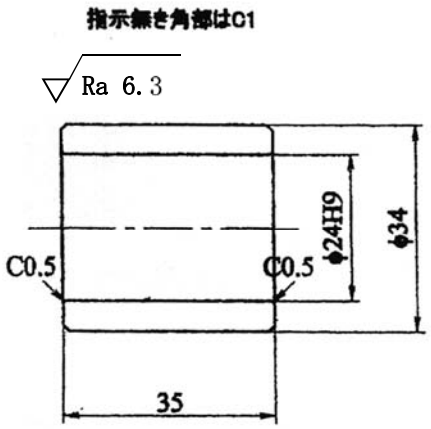
故に

$$S = R\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{f}{2R}\right)^2}\right) \approx \frac{f^2}{8R}\ [mm] \qquad \text{(J-4)}$$

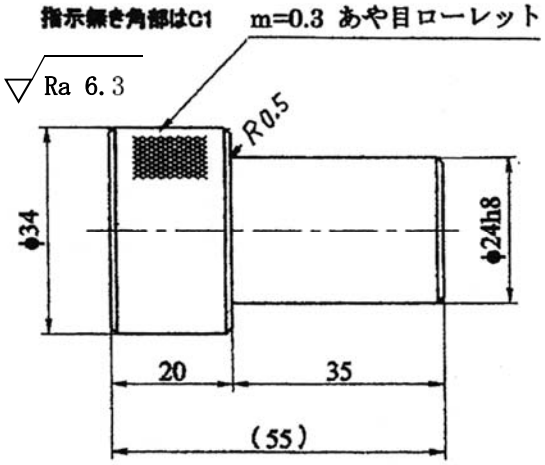
のように与えられる。これより，刃先半径Rが大きく，送りfが小さいほど仕上面粗さは小さくなることがわかる。

3　ブシュとピンの製作

図J-3と図J-4に本課題で製作するブシュとピンの図面を示す。穴と軸のはめあいは初



図J-3　ブシュ(材質SS400)



図J-4　ピン(材質SS400)

心者が比較的容易に加工できるようにφ24H9とφ24h8にしてある。あや目ローレットは，通常部品の組立，作業性を容易にする目的から施される。

部品加工に入る前に以下の点検.操作を行ない，旋盤の誤操作をしないように十分慣れること。

- 主軸の回転，停止法，非常時の停止法。
- 主軸回転数の変換法。
- 自動送りの操作法。
- 切込み法(ダイヤル目盛とバックラッシとの関係を理解すること)

次に，本課題で使用する機械，工具測定器類を一括して示す。

使用機械	普通旋盤
使用工具，測定器	ノギス，マイクロメータ(外側，内側)，スケール，栓ゲージ，片パス，バイト(片刃，突切り，穴ぐり，面取り)，ローレットツール，ドリル
素材寸法	SS400，φ38 × 105

3.1 ブシュ製作の作業手順

以下の各項は、図J-5に示す作業指示票*を参照しながら、作業を進めること。

** 作業指示票とは，熟練した作業者による作業過程を十分吟味し．その作業手順を指示した図のことをいう。最短時間で最良の製品を得るためにこのような作業指示票を完成させることは，企業における生産技術部門の最も重要な仕事の一つである。*

(A) ① 材料の取付け

素材φ 38×105 をチャックの爪から約 50 mm出して，しっかりとチャッキングすること。

② バイトの取付け

片刃，突切り，面取リバイトを刃物台に取付ける。刃先の高さがセンタに一致するように敷金で調節し，バイト先端が刃物台より 30 ㎜程度出るように取付けること。

(B) 荒削り

片刃バイトを用い，まず端面を手送りで仕上げ，次に同じバイトで外径をφ34.2 ㎜，長さを 45 ㎜になるまで自動送りで削る。

(C) センタドリル穴あけ

心押台にドリルチャックを取付けてセンタドリルをもみつける。

(D) 穴あけ

φ22 のドリルに取替え，深さ 40 ㎜ まで穴あけをする。穴の深さは心押台スリーブの目盛を読み取ること。穴あけ後はドリルをすみやかに取外すこと。

(E) 外周仕上げ①

片刃バイトを用い外周をφ34 ㎜，長さ 40 ㎜ に仕上げる。

(F) 外周仕上げ②

外径寸法は一般公差でよいが，ノギスで確認すること。面取りバイトを用い C1 の面取りをする。

(G) 突切り

突切りバイトで工作物を長さ 35.5 ㎜に突切る。切削油を切らさないこと。

※ 工作物の再チャッキング

チャックから素材を取外し，切断した工作物の仕上り側端面を 15 ～ 20 ㎜程度チャッキングする。

(H) 長さ仕上げと面取り

片刃バイトで，切断面を削り，工作物の長さを 3 5㎜に仕上げる。面取りバイトで外周φ34 部 C1 の面取りをする。

(I) 穴ぐり作業

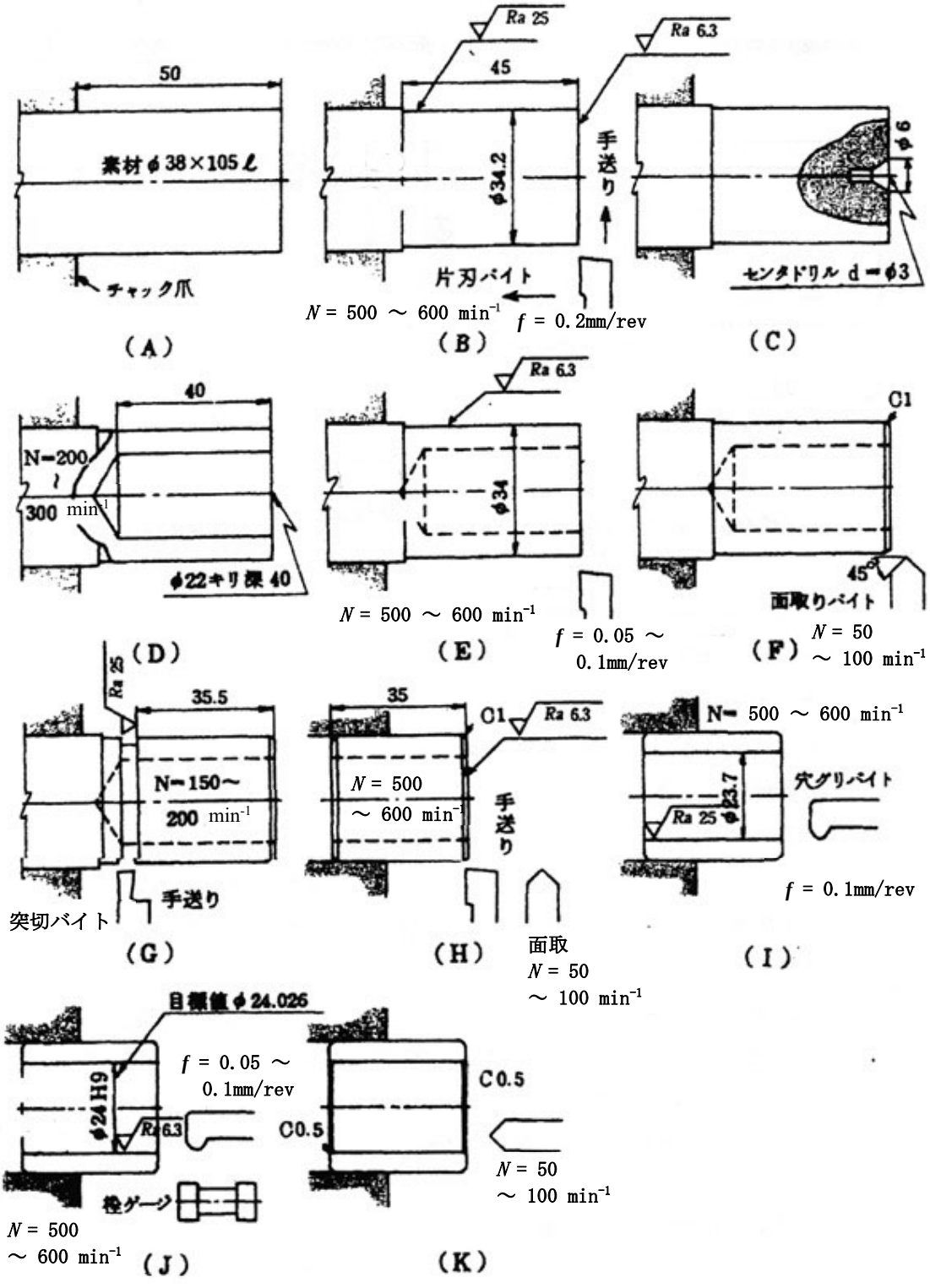
穴ぐりバイトを刃先高さが中心より 0.5 ～ 1 ㎜程度高めに取付けた後，穴径をφ23.7 ㎜まで荒削りする。

(J) 穴ぐり作業

内測マイクロメータで測定しながら，同じ穴ぐリバイトでφ24H9$^{+0.052}_{-0}$に仕上げる。このとき，内径の公差中央値φ24.026 ㎜をねらうこと。栓ゲージで検査を行う。

(K) 面取り

φ24 H9穴両端エッジ部の C0.5 面取りを行なう。

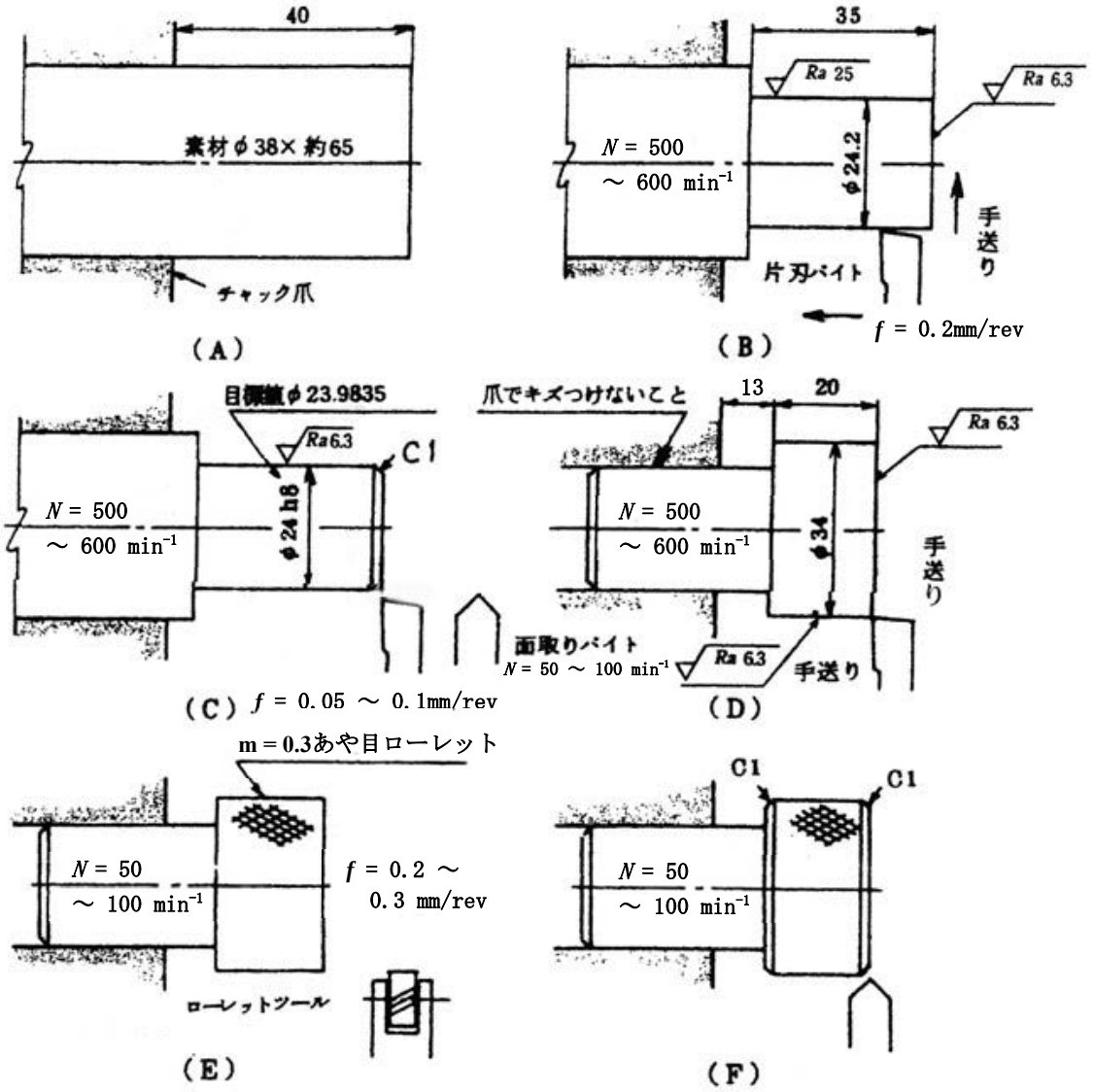


図J-5　ブシュ加工に対する作業指示票

3.2 ピン製作の作業手順

以下の各項は，図J-6の作業指示票を参照にすること。

(A) 材料取付け



図J-6　ピン加工に対する作業指示票

ブシュ加工後の素材φ38×約65 をチャックの爪から約 40 mm出してチャッキングすること。

(B) 荒削り

片刃バイトを使用し，端面を手送りで仕上げ，端面から長さ35 mm，外径φ24.2 mmになるまで荒削りする。

(C) 仕上げ削り

面取りバイトでC1程度の面取りを行なう。次に，突切り兼仕上げバイトを用い，外径をマイクロメータで測定しながらφ24h8$_{-0.033}^{+0}$に仕上げる。このとき，外径は公差の中央値φ23.9835 mmをねらうこと。

※　工作物の再チャッキング

φ24 ㎜に仕上げた部分約 22 ㎜を外周に傷つけないようにチャッキングすること。

(D) ピン頭部の仕上げ

片刃バイトを使用して外径φ34 ㎜，頭部寸法 20 ㎜に仕上げる。

(E) ローレット掛け

ローレットツールを中心高さに合わせ，刃物台に取付ける。ローレットを工作物に押し付け0.3 ㎜程度切り込んで送りを掛ける。このとき，ブラシで切粉を絶えず取除くようにしながら 2～3 回繰返してローレットを掛けること。

(F) 面取り

面取りバイトを使用して，左右 C1 部分を面取りして完成。

※ 製作したブシュとピンのはめあい具合を確かめること。

3.3 後片付け

- 使用器具，工具を手入れしてもとの場所に納める。
- 機械ならびにその周辺を掃除して切屑は切屑入れに捨てる。
- スイッチを切ってもとの状態に戻す。

4 課題

(1) 工作機械については，実際に使用した機械について具体的に記述する。ウェブサイトや文献で調べた結果を補足してよい。

(2) 測定器具については，実際に使用した器具について具体的に記述する。ウェブサイトや文献で調べた結果を補足してよい。

(3) 加工方法については，実際に行った手順を簡潔にまとめて記述する。作業中に受けた注意や気が付いた点についても具体的に記述する。

(4) 加工条件については，実際に設定した加工条件を記述する。

(5) 本課題は普通公差（JIS B0405）の中級（m）に従っている。ブシュの穴部はＨ９，ピンの軸部はｈ８のはめあいが指定されている。各自が製作したブシュとピンの穴部と軸部の径を測定し，その結果を**表にまとめ**，第4章に記述する。

(6) 先のはめあいの結果について考察し第5章で記述する。

(7) 添付の図面には，軸と穴の測定結果を赤字で追加記入する。

(8) 実習で用いた片刃バイト，突切りバイト，中ぐりバイトの形状を斜眼図に図示せよ。
（この図の作成においてのみ鉛筆あるいはシャープペンシルの使用を可とする。）

参照番号	品　名	材料	仕様・規格	個数	質量	備考
長さ寸法、角度寸法及び幾何公差の普通公差：					寸法単位：mm	
検　印		承認	提出年月日		投影法	尺　度
						1：1
設計者	学年		組		番号		氏名	
名称					図面番号	
明 治 大 学 理 工 学 部						