

3級技能検定の 実技試験課題を用いた 人材育成マニュアル

Human Resource Development Manual

機械加工（数値制御旋盤作業）編



はじめに

厚生労働省においては、若年技能者の人材確保・育成のための事業を進めており、その一環として、熟練技能者を「ものづくりマイスター」として中小企業や工業高校等に派遣し、若年者に対する実技指導等を行っています。

ものづくりマイスターによる実技指導を効果的なものにするため、現場での指導に活用するための人材育成マニュアルを作成しています。平成25年度以降、中級向けのマニュアルを34職種分作成し、公表しました。

最近は、ものづくりに関心をもつ初心者からも要望や質問が多いため、平成28年度からは、初級レベルに着目し、基本技能の実技指導のためのマニュアルを作成しました。過去に実施し、既に公表されている3級技能検定の実技試験問題を題材として取り上げ、当該職種（作業）の問題に含まれている技能等を解説しています。必ずしも、3級技能検定の実技試験に合格するための解説とはなっていませんが、初級レベルの技能を習得するための早道になることと思います。

今後、ものづくりマイスターはもとより、工業高校、職業訓練施設等の教員・指導員の関係者など、技能検定委員でない多くの有識者に活用いただき、若年者の技能向上に貢献してくれることを期待します。

平成30年3月

厚生労働省人材開発統括官付
能力評価担当参事官室

● 3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル作成委員会

吉川 八郎 (ものづくりマイスター)
鈴木 重信 (元 職業能力開発総合大学校)
入江 正 (日産自動車株式会社)
櫻田 邦彦 (拓殖大学)
飯野 一郎 (ものづくりマイスター)

(敬称略、順不同)

● 実演協力

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構神奈川支部
関東職業能力開発促進センター

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	数値制御旋盤作業に求められる技能	2
	(1) 安全	
	(2) 設備概要	
	(3) 作業に必要な知識・技能	
3	実技課題の概要	21
	(1) 課題	
	(2) 課題条件	
4	実技課題に含まれる技能の内容	22
	(1) 課題作製の準備	
	(2) プログラムの作成	
5	課題の実施方法（作業手順）	28
	(1) 工具類及び材料の確認	
	(2) 作成したプログラムの入力	
	(3) 生づめ加工	
	(4) 課題の加工	
	(5) 課題の測定	



1 このマニュアルの使い方

このマニュアルには、過去の技能検定3級実技試験で出題された課題を一つの事例として取り上げ、その実技課題に含まれる技能の内容、具体的な実施方法（作業手順）を記載している。特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮している。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて利用されることをお勧めする。

なお、本マニュアルは、技能検定3級の実技試験に合格する観点から解説したものではないが、過去の実技試験の課題を使用した解説となっているため、現職の技能検定委員など関係者がこれを用いて、講師として受検者を指導してはならないことに留意すること。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項目	概要
2 数値制御旋盤作業に求められる技能	技能検定に限らず、数値制御旋盤作業において求められている技能について、一般論を記載。
3 実技課題の概要	本マニュアルで取り上げた実技課題について、その概要を掲載。
4 実技課題に含まれる技能の内容	実技課題を行うにあたって必要な技能のポイントを記載。
5 課題の実施方法（作業手順）	標準的（基本的）な作業手順の一例を紹介するとともに、実技課題を行うのに必要となる特徴的技能やその内容について掲載。

2 数値制御旋盤作業に求められる技能

数値制御（以下NCという）旋盤作業を行ううえで必要な安全、設備概要及び基本的な知識について述べ、それらを基に行う実技作業に求められる技能について述べる。

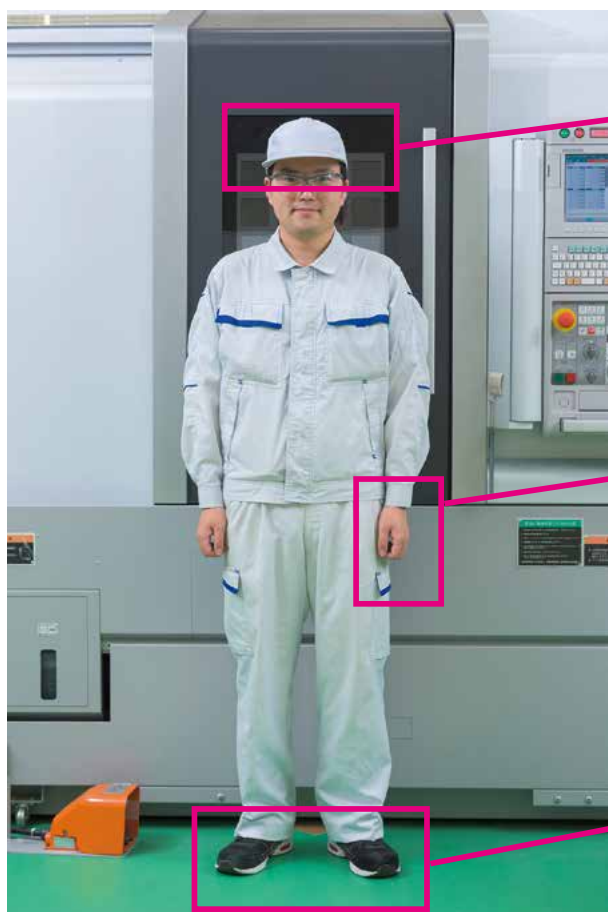
(1) 安全

[1] 作業行動

- ・作業前に電源ケーブルの被覆部が損傷していないことを確認する。
- ・作業前にチップコンベア等可動部付近に障害物がないことを確認する。
- ・安全装置の無効化はしない。
- ・濡れた手で操作しない。
- ・非常停止ボタンの位置を確認し、非常時にはすぐ押せる状態にしておく。
- ・動作中は手を出さない。

[2] 服装

- ・作業服は清潔なもので、大きなほころびや破れがないこと。
- ・作業服の袖口はまとめ、ポケット等はボタン等で閉じておく。
- ・作業帽及び保護めがねを装着し、安全靴を履く。
- ・手袋は使用しない。（段取り作業時は除く）



作業時の服装



作業帽と保護めがね



作業服の袖口



安全靴

(2) 設備概要

NC 旋盤は工具の動きや加工条件を約束に従って記述した加工プログラム（記号・数値情報）を NC 装置で読み取り、自動で加工する方式の旋盤であり、現在の製造現場では一般的な加工機械である。

NC 旋盤を普通旋盤と比較すると次のような特徴があり利便性が高い。

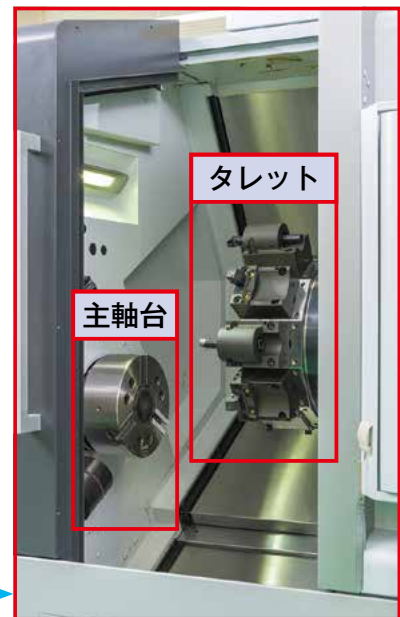
- ① 加工技能の熟練を必要としない。
- ② 加工方法や加工条件の間違いを防止できる。
- ③ 加工精度のばらつきが少なく、品質と生産性を同時に向上できる。
- ④ 一人で同時に複数台の機械を受け持つことができる。
- ⑤ プログラム作成方法是对話型方式や CAD/CAM 方式により容易になっている。

本マニュアルでは特定の機種を用いて操作方法等の一例を紹介している。

機器のメーカー等により仕様や機能等が異なるため、使用するNC旋盤の取扱説明書等で確認すること。

また、図は説明を補うために使用しており、外形線や寸法等の省略、色付けをして描いている。

正面



裏面



※「油圧系清浄装置」や「クーラント冷却装置」等を付属して用いることがある。

NC 操作パネル

NC操作パネルの主な機能、名称等は以下のとおりである。



I ソフトキー：CRT画面の最下段に表示されたNC機能を選択する。

II リセットキー：アラームの解除など、NC装置のリセットを行う。

III 機能キー：ソフトキーを機能選択キーの状態にする。

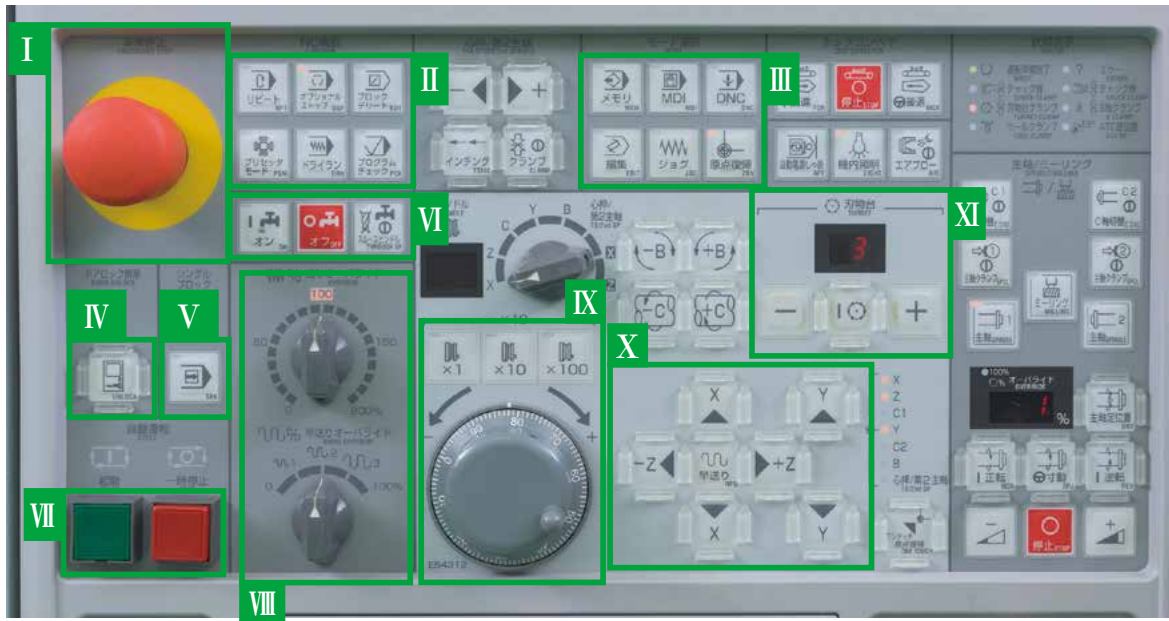
IV アドレスキー：英字や記号などを入力する。

V 数値キー：正負の記号や数値を入力する。

VI プログラム編集キー：プログラムの編集やNC装置への入力を行う。

機械操作盤

機械操作盤の主な機能、名称等は以下のとおりである。



- I 非常停止ボタン：異常発生等の時、動作を緊急停止させる。
- II NC 機能選択ボタン：オプションストップ等 NC 機能を選択する。
- III 運転モード選択ボタン：MDI 運転等運転モードを選択する。
- IV ドアロック解除ボタン：扉を開いたまま動作させたいとき等に扉のロックを解除する。
- V シングルブロックボタン：プログラムを1ブロックずつ実行する。
- VI クーラントボタン：切削油剤の入・切を手動で行う。
- VII 自動運転ボタン：プログラムによる自動運転の開始・停止を指示する。
- VIII 送りオーバーライドスイッチ：プログラム上の送り速度を任意の倍率で修正する。
- IX 手動パルス発生器（パルスハンドル）：設定した送り速度でタレット（刃物台）を移動させる。
- X 手動軸送りボタン：指定した軸方向にタレット（刃物台）を移動させる。
- XI 工具交換ボタン：手動で工具交換を行う。

(3) 作業に必要な知識・技能

NC 旋盤においても普通旋盤と同様に加工手順、切削条件等を検討する必要がある。加工手順や工具の移動等は加工プログラムに変換し自動で加工することができるが、切削工具で工作物を削る部分は普通旋盤と同じである。従って、主たる仕事は加工プログラム作成とプログラムどおりに加工できるか確認する段取り作業である。

以下に、必要な知識・技能を解説するが、[1]～[3]は普通旋盤で習得した知識・技能であり、[4]～[9]が新たに習得するNC旋盤作業に必要な知識・技能である。

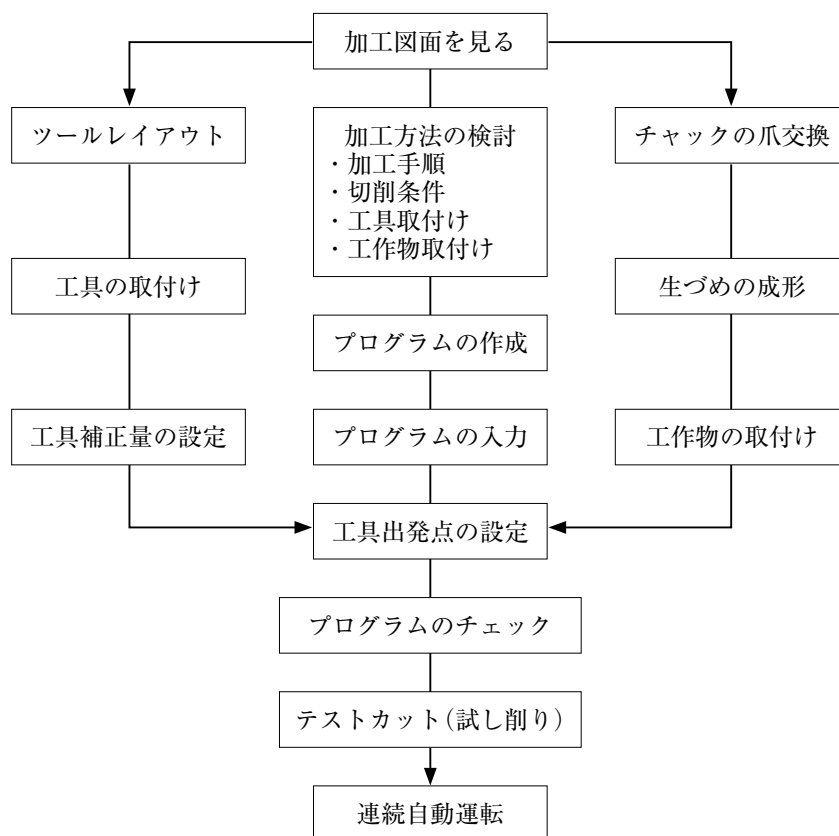


図1 一般的なNC旋盤作業の流れ

[1] 加工手順

加工図面を基にどのように加工すればよいか決められる。まず加工形状、寸法精度等を考えて最終工程を決め、そこから逆算しながら考えていくのが一般的である。

[2] 切削条件

加工要素を確認し適切な切削工具を選定し、切削条件が決められる。工具材種と工作物材種、荒加工か仕上げ加工か、表面粗さ、加工数量等により決定する。

一般的な被削材S45C、バイト材種を超硬（荒加工、ノーズ半径0.8R）、サーメット（仕上げ、ノーズ半径0.4R）とした時の推奨切削条件を示す。これを参考に使用する切削条件を設定する。

推奨切削条件は以下のとおりである。

バイトの材質	切削速度 m/min	切込み mm	送り mm/rev
超硬	100~120	2.0~3.0	0.2~0.3
サーメット	160~180	0.1~0.2	0.05~0.1

表面粗さの値に応じた参考推奨送りは以下のとおりである。

表面粗さ	Ra 25	Ra 6.3	Ra 1.6
推奨送り	0.25~0.30 mm/rev	0.08~0.15 mm/rev	0.05 以下 mm/rev

[3] 測定

加工精度や測定箇所等を考慮して適切な測定具を決められる。
ノギス、外側マイクロメータ等を使用して必要な測定ができる。

[4] プログラミング

工具の動きや主軸回転数等をNC装置が理解できるNC言語（記号と数値の組合せ）で記述した加工プログラムに変換し、NC装置に入力できる。

プログラムの作り方にはマニュアルプログラミング方式や対話型方式、CAD/CAM方式がある。マニュアルプログラミング方式の場合は工具の移動先位置を手計算で行うので時間も労力もかかる。しかしこの経験により記号と数値だけのプログラムを解読する能力が習得でき有用である。従って本マニュアルではマニュアルプログラミング方式を基本とする。

[4]-1 プログラミングの基礎知識

①プログラムの構成

プログラムは複数のブロックで構成される。ブロックはワード（アドレスと数値の組合せ）で構成される。1つのブロックの先頭にはシーケンス番号（Nで始まる区分番号）が付けられるが、付けなくてもよい。

またブロックの末尾にはブロックの終わりを示すエンドオブブロック（EOB）を付ける。EOBは「;」（セミコロン）で表す。



図2 プログラムの構成

②アドレス

プログラムに使用する主なアドレスは次のとおりである。

アドレス	機能	備考
O	プログラム番号	プログラム番号の指定 (1~9999)
N	シーケンス番号	ブロックの頭に入れる (1~99999)
G	準備機能	
X	直径指令	アブソリュート方式
Z	長手指令	アブソリュート方式
U	直径指令	インクレメンタル方式
W	長手指令	インクレメンタル方式
R		円弧半径の指定
I		円弧始点から円弧中心の X 方向距離の指定
K		円弧始点から円弧中心の Z 方向距離の指定
F	送り機能	送りの指定
S	主軸機能	主軸回転数又は切削速度の指定
T	工具機能	工具番号及び補正番号の指定
M	補助機能	

③準備機能 (Gコード)

工具の移動や様々な設定を行う主な準備機能は次のとおりである。

コード	グループ	機能
G00	01	位置決め (早送り)
G01	01	直線補間 (切削送り)
G02	01	円弧補間 (時計回り)
G03	01	円弧補間 (反時計回り)
G28	00	リファレンス点への自動復帰
G40	07	刃先 R 補正キャンセル
G41	07	刃先 R 補正左側
G42	07	刃先 R 補正右側
G50	00	主軸最高回転数設定 (座標系設定)
G96	02	周速一定制御
G97	02	周速一定制御キャンセル

※ G コードにはグループがあり、異なるグループであれば、同じブロック内で指令できる。

主なGコードの説明

・G00 (位置決め、早送り)

座標系において X・Z で指定された点へ早送りで位置決めを行う。

例 G00 X50.0 Z20.0 ;

・G01 (直線補間、切削送り)

座標系において X・Z で指定された点へ直線で位置決めを行う。

工具をどれくらいの送り量で送るかは、アドレス F に続く数値で指令する。

例 G01 X50.0 Z20.0 F0.25 ;

・ G28 (リファレンス点への自動復帰)

リファレンス点は、機械座標系基準点といわれる特定の位置に設けられた機械上の固定点をいう。通常この位置をプログラム上の工具刃先出発点として用いる。また工具交換の位置として使われる。

例 G28 X150.0 Z100.0 ;

現在位置から工作物及び他の工具にぶつからない中間点A (X150.0 Z100.0) を経由してリファレンス点に戻る。

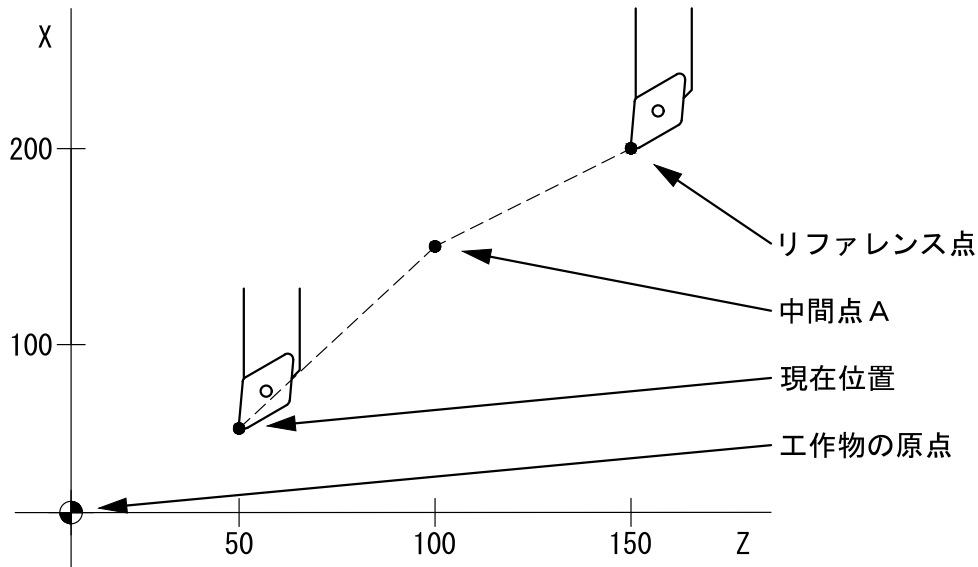


図3 現在位置からのリファレンス点への移動

参考

G28 U0 W0 ;
中間点を經由せずにリファレンス点に戻る。

・ G40 (刃先R補正キャンセル)

刃先R補正を解除し、プログラム経路上に刃先位置を戻す。

・ G41 (刃先R補正) (左)

プログラム経路上の進行方向に対し、工作物の左側に補正を行う。

・ G42 (刃先R補正) (右)

プログラム経路上の進行方向に対し、工作物の右側に補正を行う。

・ G50 (主軸最高回転数設定)

周速一定制御における最高回転数を指令する。

例 G50 S2000 ; 最高回転数は 2000min^{-1} 以上にならない。

④補助機能（Mコード）

主軸の回転・停止など設備の入・切を行う主な補助機能は次のとおりである。

コード	機能	備考
M00	プログラム停止	一時的に停止させる機能
M01	条件付プログラム停止	工程の終了に使い、スイッチ入りの時は M00 と同じ、切りの時は無視
M02	プログラム終了	メインプログラムの終了
M03	主軸正転	
M04	主軸逆転	
M05	主軸停止	
M08	切削油剤・入り	
M09	切削油剤・切り	
M41 └ M44	ギアレンジ	回転域設定（高速・低速など）

⑤その他の機能

・送り機能（F機能）

アドレスFに続く数値で工具の送りを指令する。

例 G01 X30.0 F0.25 ; 送り量=0.25mm /rev

・主軸機能（S機能）

アドレスSに続く数値で主軸の回転数を指令する。

例 G97 S1000 ; 主軸の回転数=1000min⁻¹
G96 S100 ; 切削速度=100m/min
G50 S2000 ; 主軸の最高回転数=2000min⁻¹

・工具機能（T機能）

アドレスTに続く 4 桁又は 6 桁の数値で工具及び補正の選択を指令する。

T01 01

工具補正番号（機種によって異なる）
工具番号

⑥移動量の指令方式

工具の移動を指令するには、アドレスと工具の終点位置を指示する必要がある。この方式には、アブソリュート方式とインクリメンタル方式がある。

本マニュアルではアブソリュート方式を使用している。

・アブソリュート方式（絶対値指令）

移動すべき点をプログラム原点（基準点）からの座標値（X・Z）で表示する。

・インクリメンタル方式（増分値指令）

移動すべき点を現在の位置からの移動量（U・W）で表示する。

[4]-2 補正機能

① 工具位置オフセット

プログラム上に想定している工具（通常基準工具）の形状に対して、実際に使用する工具の形状等により生じる誤差の補正の設定を工具位置オフセットという。そのうち工具の形状又は工具の取付け位置については工具形状補正、刃先の摩耗による誤差については工具摩耗補正という。

② 刃先R補正

一般に、工具の先端部には刃先Rがつけられているため、プログラミング上で指令している刃先位置（仮想刃先）は実際には存在しないものである。

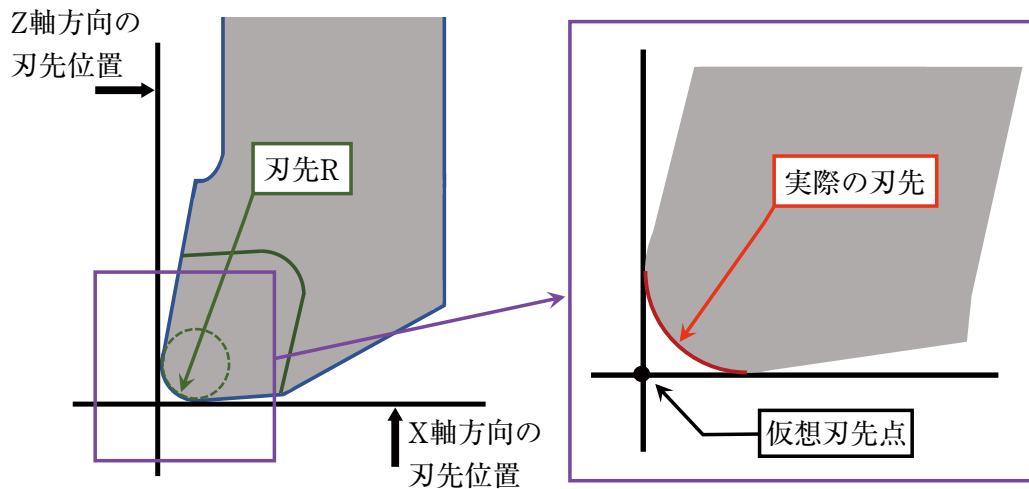


図4 仮想刃先点

そのため、刃先Rの補正をせずに仮想刃先のまま加工を行うと、テーパ切削時や円弧切削時等に下図のような削り残しが発生する。その誤差を自動的に補正する機能を刃先R補正という。

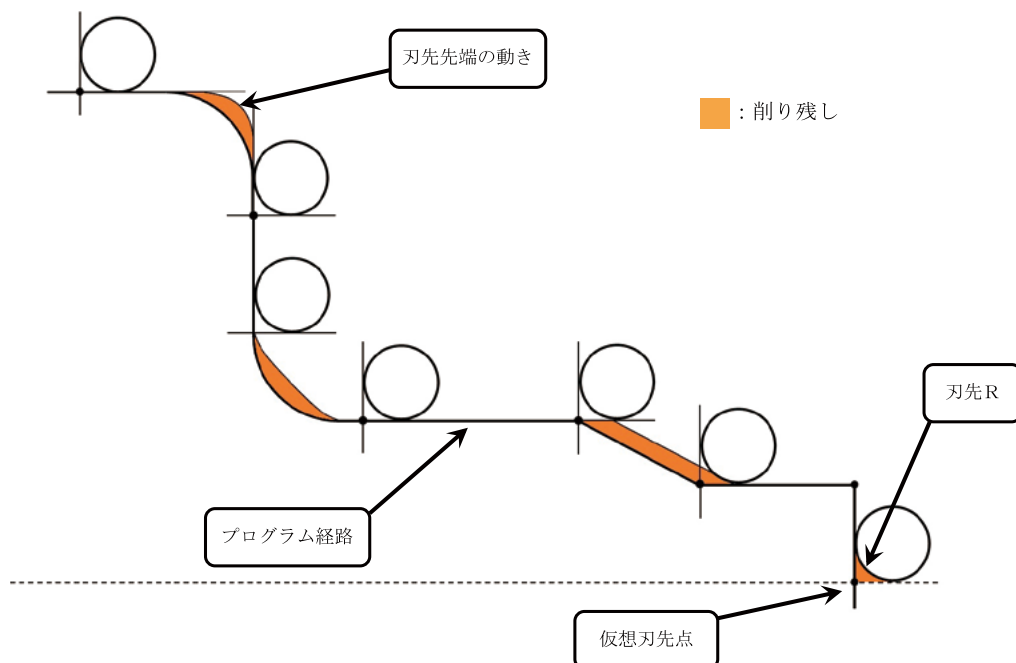


図5 刃先Rによる削り残し

また、代表的な外径・端面加工と内径加工について模式的な刃先と刃先Rを拡大したものは下図のようになる。

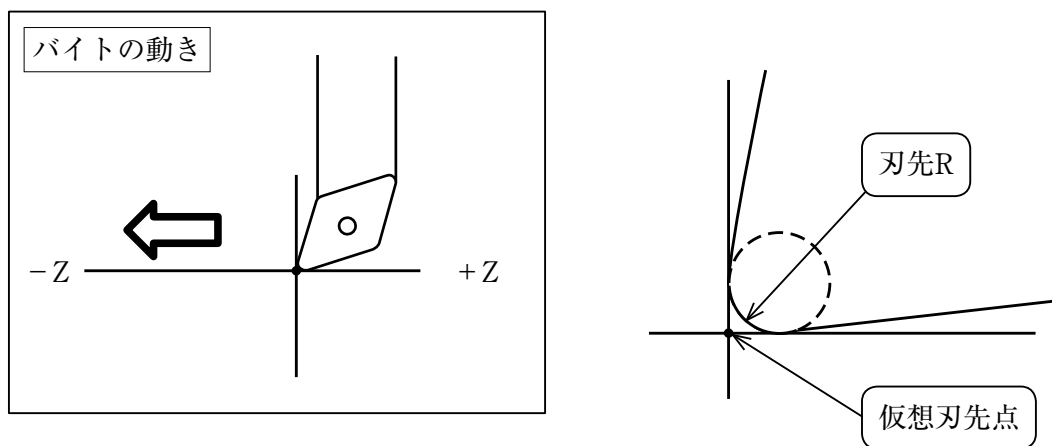


図6 外径・端面加工の仮想刃先

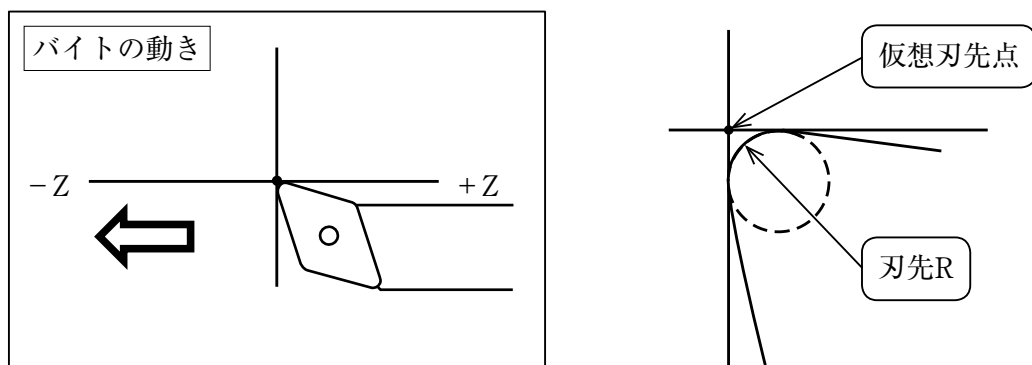


図7 内径加工の仮想刃先

[4]-3 加工プログラムの基本パターン

NC旋盤を利用した加工プログラムの基本パターンは以下のとおりである。

作業	NC 旋盤での作業内容	プログラム
①プログラムの名前	プログラム番号	O□□□□； (1～9999)
②加工の区分	シーケンス番号	N□□□□□； (1～99999) ※付けなくてもよい
③工具と工具補正選択	例 G00 T0101 G00 は念のため先頭に入れる。	T□□○○； 4桁または6桁 □□：工具番号（2桁） ○○：補正番号（2桁または4桁） ※基本は同じ番号にする
④最高回転数指令	例 G50 S2000	G50 S□□□□；
⑤回転数指令と起動	周速一定制御 (通常の旋削加工)	G96 S□□□ M03； S：切削速度 M03：主軸正転
	周速一定制御キャンセル (回転数指令) (ドリル・ねじ切り)	G97 S□□□□ M03； S：回転数 M03：主軸正転
⑥切削油剤入り		M08；
⑦加工内容 ※早送り	位置決め G00	G00X□□ Z□□； X・Z 目的位置の座標
※直線切削	直線補間 G01	G01X□□ Z□□ F□□； X・Z 目的位置の座標 F：送り
※円弧切削	円弧補間 時計回り G02 反時計回り G03	G02X□ Z□ R□ F□； G03X□ Z□ R□ F□； X・Z：終点座標 R：半径 ※I・Kを用いる場合もある
⑧出発点位置に戻る (切削油剤切り)		G00X□□ Z□□； M09；
(主軸停止)		M05；
⑨工具補正キャンセル	例 T0100	T□□00；
⑩プログラム停止	停止 (続きあり)	M01；又は M00；
	停止 (続きなし)	M02；

【参考】作業例

NC旋盤を用いて丸棒の外径を加工するプログラムを作成する。

I 加工手順

外径φ90mmの材料を端面から30mm荒加工で外径φ85mmに削る。

II 切削条件

外径の荒加工をするため使用するバイトは超硬チップ付の右片刃バイトを選定する。

切込み量 2.5mm、送り量 0.25mm/rev、切削速度 120m/min とする。

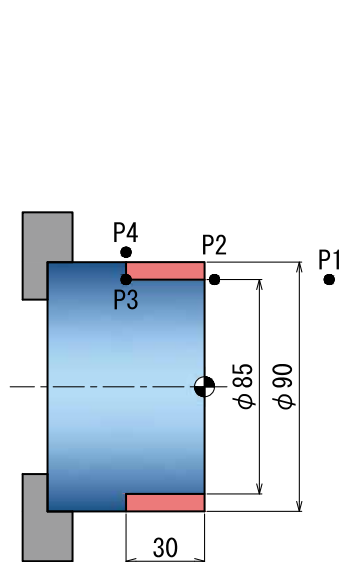


図8 工作物とバイトの位置関係

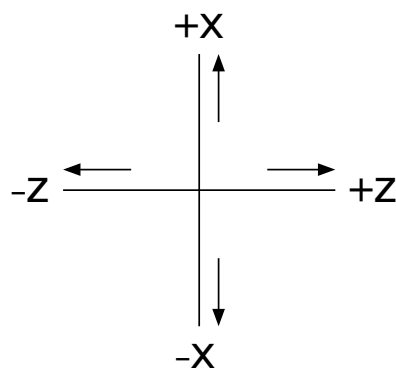


図9 座標系

プログラム例

シーケンス番号	記述内容	動作内容説明
	O1111 ;	プログラム番号
N100	G50 S2000 ;	最高回転数を 2000min^{-1} に設定
N101	G00 X200.0 Z200.0 T0100 ;	工具番号 01 の工具を選定、P0 (X200.0 Z200.0) へ移動
N102	G96 S120 ;	周速一定制御、周速度 120m/min
N103	M03 ;	主軸正転
N104	G00 X85.0 Z100.0 T0101 ;	P1 (X85.0 Z100.0) へ移動、工具補正値を読む
N105	G00 X85.0 Z2.0 M08 ;	早送りで P2 (X85.0 Z2.0) へ移動、切削油剤入り
N106	G01 Z-30.0 F0.25 ;	送り量 0.25mm/rev で P3 (X85.0 Z-30.0) へ移動
N107	X92.0 ;	P4 へ移動
N108	G00 X200.0 Z200.0 M09 ;	P0 (X200.0 Z200.0) へ移動、切削油剤切り
N109	M05 ;	主軸停止
N110	M02 ;	プログラム終了

P 点の詳細

点	説明
P0	工具旋回点 (工具旋回位置) および出発点 工具旋回時にすべての工具と工作物などがぶつからない点
P1	刃先位置確認点 プログラム上の刃先位置が実際の位置と一致しているか確認を行う点
P2	切削開始点
P3	Z 方向移動終了点
P4	X 方向移動終了点 (加工終了点)

[5] NC旋盤の基本的な操作・運転

NC旋盤へのプログラムの入力や操作運転は、NC操作パネルと機械操作盤を通して行う。NC操作パネルはCRT画面とキースイッチで構成されており、画面を見ながらキースイッチで入力し、NC装置を操作する。

一方、機械操作盤にはNC旋盤を操作・運転するのに必要な操作スイッチがある。まず作業の内容をモード選択スイッチで選び、次に必要な操作を行う。

[5]-1 運転準備

①主電源入力

- ・NC旋盤の主電源を操作し、起動する。
- ・付属して使用する装置があれば起動し、適切に稼働していることを確認する。



主電源



付属設備

②NC装置の電源入力

- ・NC装置の電源を入れ、CRT画面を起動する。



NC装置電源



CRT画面

[5]-2 プログラムの登録

プログラムの登録方法には様々な方法があるが、基本はNC操作パネルから直接入力する方法である。



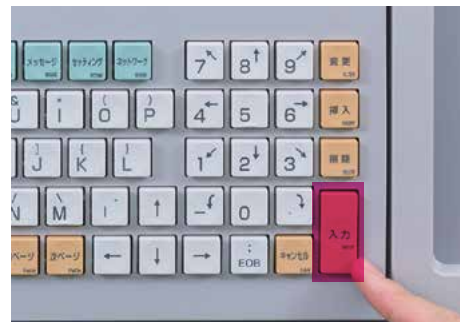
機械操作盤の「編集」を押す。



NC操作パネルの「プログラム」を押す。



キースイッチを使用して作成したプログラムを入力する。



「入力 (INPUT)」を押し、登録する。

機種により操作方法等は異なる。

ワード/アドレスの編集

サーチ：↓ / ↑ を押す。

入力したワード/アドレスを表示する。

- ・ワードやアドレスを入力しないで ↓ / ↑ を押すとワード毎のサーチをする。

変更：変更したいワードにカーソルを移動する。

変更したいワードをキー入力する。

「変更 (ALTER)」を押す。

- ・キー入力したワードに変更される。

挿入：挿入する前のワードにカーソルを移動する。

挿入したいワードをキー入力する。

「挿入 (INSERT)」を押す。

- ・キー入力したワードが挿入される。

削除：削除するワードにカーソルを移動する。

「削除 (DELETE)」を押す。

- ・カーソル位置のワードが削除される。

[5]-3 切削工具・工作物の取付け

①切削工具の取付け

使用頻度の高いバイト（一般的には外径・端面荒加工に用いるバイト）をT01に取り付ける。突出し量は、シャンクの1.5倍程度がよい。

内径加工に用いるバイトの突出し量は加工物の内径長さに合わせて取付ける。



外径・端面荒加工用バイト



内径荒加工用バイト取付け

②工作物の取付け

チャックの開閉ペダルを踏み、工作物をしっかり固定する。



工作物取付け



チャック開閉ペダル

[5]-4 各種設定

①基準バイトの原点設定

T01に取り付けたバイトを基準バイトとし、工具補正値がX・Zともに0であることを確認する。

[X軸の原点設定]

- ・パルスハンドルを用いて工作物の外径を1～2mm、Z軸方向に10mm程度削り、Z軸方向にのみバイトを戻す。（以降設定終了までX軸方向には動かさない。）
- ・切削後の工作物の外径を測定し、X軸方向の値として測定値を入力する。

(例) **オフセット** を押し、**ワークオフセット** 機能を選択し、Xにカーソルを合わせ、測定値を入力する。



キー操作

[Z軸の原点設定]

- ・パルスハンドルを用いて工作物の端面を1mm程度削り、X軸方向にのみバイトを戻す。(以降設定終了までZ軸方向には動かさない。)
- ・切削後の工作物の長さを測定し、Z軸方向の値に取り代を入力する。

②その他のバイトの設定

基準バイト以外のバイトについては工具補正值を設定する。

[X軸方向の設定]

- ・パルスハンドルを用いて工作物の外径を0.2mm程度、Z軸方向に10mm程度削り、Z軸方向にのみバイトを戻す。(以降設定終了までX軸方向には動かさない。)
- ・切削後の工作物の外径を測定し、X軸方向の値として測定値を入力する。

(例) 測定値を入力するには、**オフセット**を押し **形状オフセット**機能を選択し、**演算**を押し。

測定値を入力し**実行**を押し。

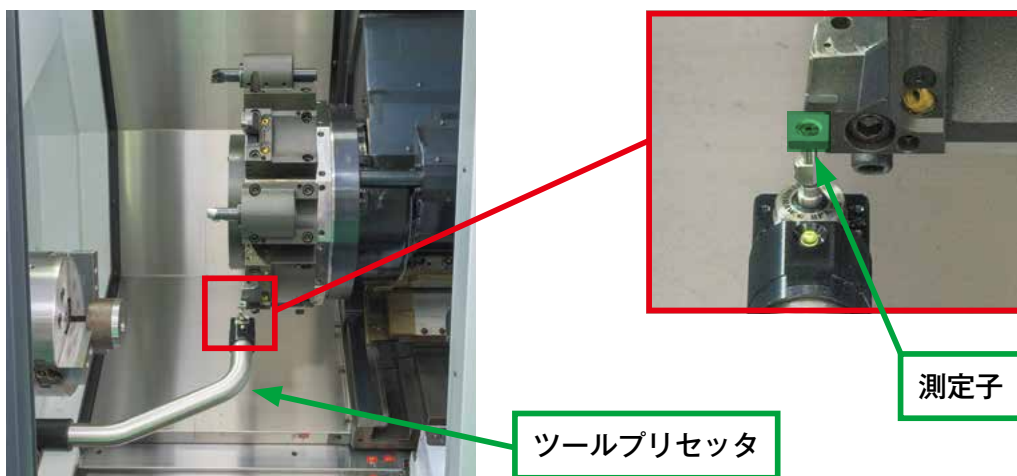
[Z軸方向の設定]

- ・パルスハンドルを用いて工作物の端面を0.2mm程度削り、X軸方向にのみバイトを戻す。(以降設定終了までZ軸方向には動かさない。)
- ・切削後の工作物の長さを測定し、Z軸方向の値に残りの取り代を入力する。

ツールプリセットによる工具補正

使用する機器によっては「ツールプリセット」機能が設けられている。

接触式ツールプリセットの場合、下図のように工具刃先を測定子に接触させることにより、工具の座標等の情報を読み取り、工具補正等を自動で行うことができる。



[5]-5 プログラムの確認

- ① **メモリ** を押し、作成したプログラムを呼び出す。



- ② **マシンロック** を押し、自動運転 **起動** を押して CRT 画面上でプログラムをチェックする。プログラムに間違いがあれば修正する。

- ③ Z 軸の作業原点を +100mm 程度移動する。

- ④ **プログラムチェック** を押し、自動運転 **起動** を押して送りオーバーライドで速度を調整する。工具位置と干渉に注意しながら確認し、間違いがあれば修正する。

- ⑤ プログラムチェックモードを解除し、**シングルブロック** を押す。自動運転 **起動** を押し、1 ブロックずつプログラムを実行する。

切削送り／早送り動作等の動作に異常がある場合は自動運転 **一時停止** を押し、プログラムの動作を止める。**リセット** を押し、プログラムのスタート位置に戻し、修正する。



[5]-6 加工プログラムの実行

- ① Z 軸の作業原点を戻す。

- ② プログラムを実行する（シングルブロックのまま 1 ブロックずつ加工してもよい）。

注意

自動運転中は非常事態に備え、常に非常停止ボタンを押せる状態にしておく。

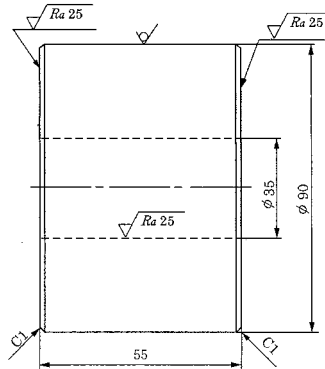
3 実技課題の概要

平成28年度技能検定の3級機械加工職種（数値制御旋盤作業）実技試験の概要を下記に示す。

(1) 課題

[1] 支給材料

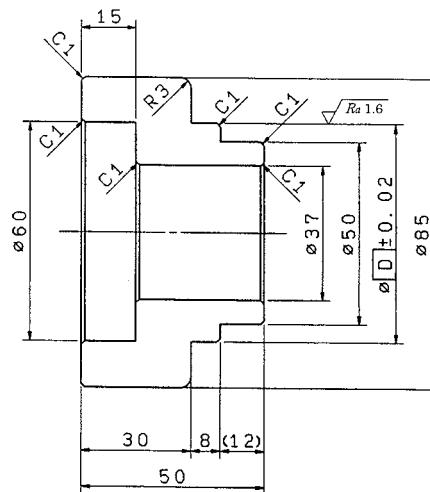
支給材料は材質S45CからS53C相当品



禁 転 載 複 製

[2] 課題図

$\sqrt{Ra 6.3}$ ($\sqrt{Ra 1.6}$)



禁 転 載 複 製

(2) 課題条件

標準時間2時間30分以内にプログラムを作成し、切削加工し課題図の通り完成する。但し、課題図のφD内は、試験当日検定委員から58~60の範囲の数字を指示される。

4 実技課題に含まれる技能の内容

普通旋盤作業の基本的な要素作業として習得した外径段付き加工、内径加工を製造現場で一般的に使用されているNC旋盤を用いて短時間で加工できる知識・技能を保有しているかを確認する課題である。具体的には加工プログラムの作成及び作業に応じたNC旋盤操作（工具補正量の設定、工具出発点の設定、プログラムのチェック、テストカット等）である。

(1) 課題作製の準備

課題の加工に必要なプログラムを作成するにあたり、加工手順や切削条件等を設定できる技能が求められる。

[1] 加工手順の検討

課題図を基に加工手順を検討できる技能が求められる。

一般的に径の大きい方の加工を前工程とし、もう一方を後工程とする。

加工手順は以下のとおりとする。

手 順	工程番号	加工内容
前工程	①	外径・端面荒加工
	②	内径荒加工
	③	外径・端面仕上げ加工
	④	内径仕上げ加工
後工程	⑤	外径・端面荒加工
	⑥	内径荒加工（面取りのみ）
	⑦	外径・端面仕上げ加工
	⑧	内径仕上げ加工（面取りのみ）

[2] 工具の選定

加工手順を基に使用する工具を選定することができる技能が求められる。

上記の手順を基に使用する工具は以下のとおりとする。

用 途	工程番号	形 式	サイズ	チップ材種	ノーズ半径
外径・端面荒加工用	①・⑤	右片刃バイト	シャンク □25	超硬	0.8R
内径荒加工用	②・⑥	中ぐりバイト	ホルダー φ25	超硬	0.8R
外径・端面仕上げ加工用	③・⑦	右片刃バイト	シャンク □25	サーメット	0.4R
内径仕上げ加工用	④・⑧	中ぐりバイト	ホルダー φ25	サーメット	0.4R

[3] 切削条件の設定

加工内容と図面で指定された表面粗さに適した切削条件を設定できる技能が求められる。

上記の加工内容に適した切削条件は以下のとおりとする。

	切削速度(m/min)	切込み(mm)	送り量(mm/rev)
荒加工	100~120	2.0~3.0	0.2~0.3
仕上げ加工	160~180	0.1~0.2	0.05~0.1

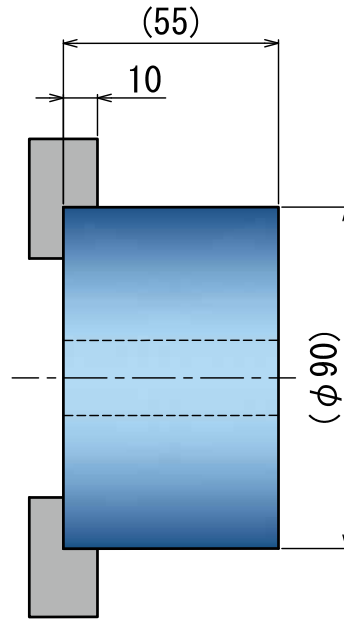
[4] 生づめの形状決定

NC旋盤を用いた加工においては生づめを成形して使用するため、課題図に合わせた形状を決定できる技能が求められる。

くわえ代は工具との干渉やチャックの把握力を考慮して決定する。

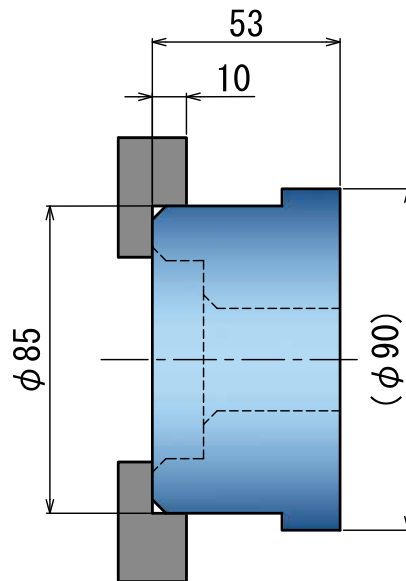
①前工程用

生づめ加工寸法は材料外径寸法と同じにする。



②後工程用

生づめ加工寸法は前工程加工後の外径寸法と同じにする。



(2) プログラムの作成

「課題作製の準備」で決定した内容を基にプログラムを作成できる技能が求められる。

プログラム番号は、「前工程」と「後工程」に分けて付ける。

シーケンス番号は、本マニュアルではブロックごとに入力せず、工程ごとに入力する。

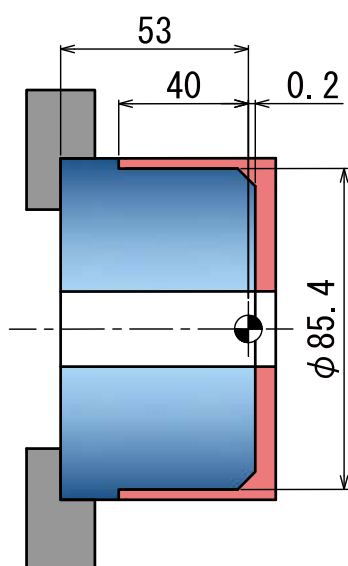
また、シーケンス番号と工具番号を合わせることでプログラムの修正や工程別の加工が容易になる。(例 N100 → T0101、N200 → T0202)

[1] 前工程【O1111】

プログラム番号を「O1111」とする。

工程①外径・端面荒加工【N100】

- ・シーケンス番号を「N100」とする。
- ・仕上げ代を考慮し、荒加工のプログラムを作成する。



プログラム例

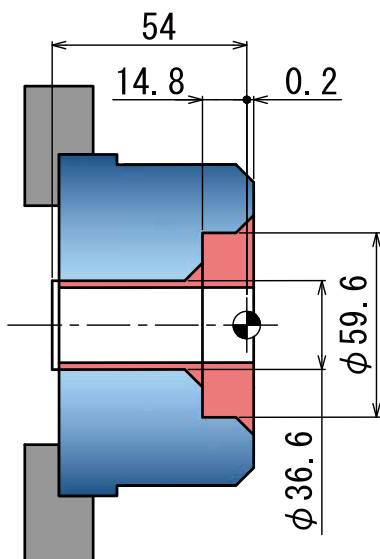
```
O1111 ;
G50 S2000 ;
N100 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0101 M41 ;
G97 S500 M03 ;
X95.0 Z100.0 M08 ;
G96 S120 ;
Z0.2 ;
G01 X32.0 F0.25 ;
:
Z-40.0 ;
X86.0 ;
G00 Z100.0 M09 ;
G97 S500 ;
X200.0 Z200.0 ;
M05 ;
M01 ;
```

工具を呼び出すとともに工具補正を指令

周速一定制御で加工するため、加工開始時と同程度の回転数を指令する

工程②内径荒加工【N200】

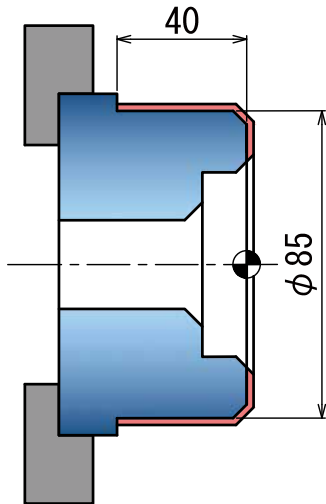
- ・シーケンス番号を「N200」とする。
- ・仕上げ代を考慮し、荒加工のプログラムを作成する。



```
N200 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0202 M41 ;
G97 S500 M03 ;
X39.0 Z100.0 M08 ;
G96 S120 ;
Z2.0 ;
G01 Z-14.8 F0.25 ;
X36.6 Z-16.0 ;
Z-54.0 ;
X35.0 ;
G00 Z2.0 ;
:
Z-14.8 ;
X58.0 ;
G00 Z10.0 M09 ;
G97 S500 ;
X200.0 Z200.0 ;
M05 ;
M01 ;
```

工程③外径・端面仕上げ加工【N300】

- ・シーケンス番号を「N300」とする。
- ・仕上げ加工のプログラムを作成する。
- ・寸法チェックのためのテストカットのプログラムを入れるとよい。



「/」：オプションブロックスキップ

操作盤のブロックデリートをオンにすると「/」が付いたブロックはブロックスキップが有効になり、そのブロックは実行されない。

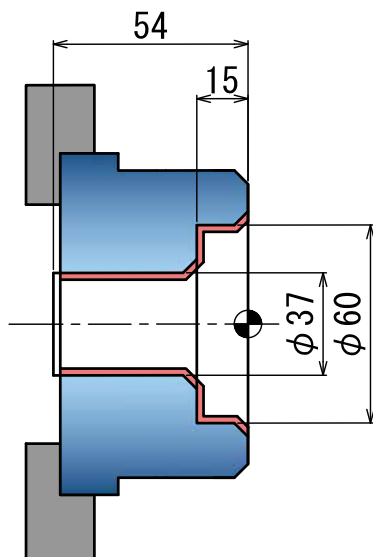
```

N300 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0303 M42 ;
G97 S800 M03 ;
/ G00 X84.0 Z100.0 M08 ;
/ G96 S180 ;
/ X85.2 Z2.0 ;
/ G01 Z-10.0 F0.1 ;
/ X90.0 ;
/ G00 Z100.0 M09 ;
/ G97 S800 ;
/ X200.0 Z200.0 ;
/ M05 ;
/ M00 ;
G97 S800 M03 ;
G00 X57.0 Z100.0 M08 ;
G96 S180 ;
G00 Z2.0 ;
G01 Z0.0 F0.05 ;
:
Z-40.0 ;
X90.0 ;
G00 Z100.0 M09 ;
G97 S800 ;
X200.0 Z200.0 ;
M05 ;
M01 ;
    
```

テストカット
プログラム

工程④内径仕上げ加工【N400】

- ・シーケンス番号を「N400」とする。
- ・仕上げ加工のプログラムを作成する。
- ・テストカットのプログラムを入れるとよい。



```

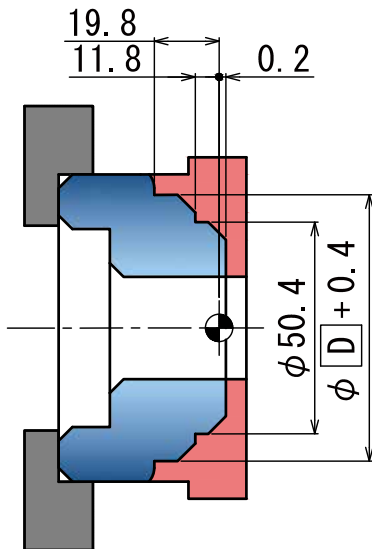
N400 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0404 M42 ;
G97 S800 M03 ;
/ G00 X59.8 Z100.0 M08 ;
/ G96 S180 ;
/ Z2.0 ;
:
/ X200.0 Z200.0 ;
/ M05 ;
/ M00 ;
G97 S800 M03 ;
G00 X66.0 Z100.0 M08 ;
G96 S180 ;
Z2.0 ;
G01 X60.0 Z-1.0 F0.1 ;
:
Z-54.0 ;
G00 X35.0 Z100.0 M09 ;
G97 S800 ;
X200.0 Z200.0 ;
M05 ;
M02 ;
    
```

[2] 後工程【O2222】

プログラム番号を「O2222」とする。

工程⑤外径・端面荒加工【N110】

- ・シーケンス番号を「N110」とする。
- ・仕上げ代を考慮し、荒加工のプログラムを作成する。

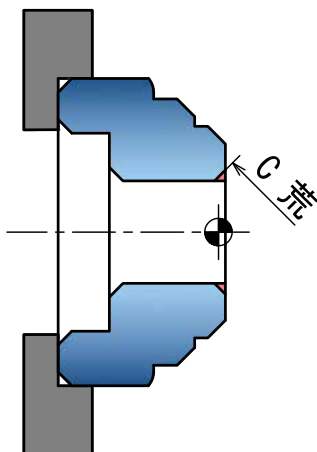


プログラム例

```
O2222 ;  
G50 S2000 ;  
N110 ;  
G00 X200.0 Z200.0 T0101 M41 ;  
G97 S500 M03 ;  
X95.0 Z100.0 M08 ;  
G96 S120 ;  
Z2.5 ;  
G01 X34.0 F0.25 ;  
:  
G01 X52.4 Z-1.8 ;  
X54.0 ;  
G00 X90.0 Z100.0 M09 ;  
G97 S500 ;  
X200.0 Z200.0 ;  
M05 ;  
M01 ;
```

工程⑥内径荒加工（面取りのみ）【N210】

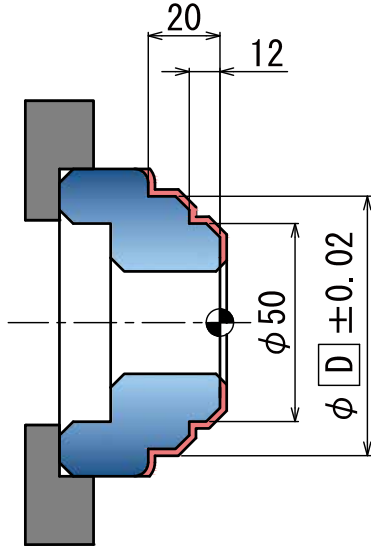
- ・シーケンス番号を「N210」とする。
- ・仕上げ代を考慮し、荒加工のプログラムを作成する。



```
N210 ;  
G00 X200.0 Z200.0 T0202 M41 ;  
:  
:
```

工程⑦外径・端面仕上げ加工【N310】

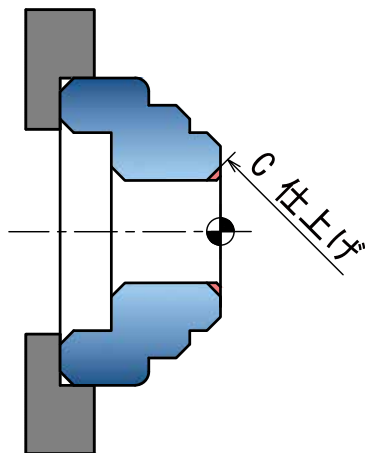
- ・シーケンス番号を「N310」とする。
- ・仕上げ加工のプログラムを作成する。
- ・テストカットのプログラムを入れるとよい。



```
N310 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0303 M42 ;
G97 S1000 M03 ;
/ G00 X58.0 Z100.0 M08 ;
/ X60.2 Z-10.0 ;
⋮
```

工程⑧内径仕上げ加工（面取りのみ）【N410】

- ・シーケンス番号を「N410」とする。
- ・仕上げ加工のプログラムを作成する。



```
N410 ;
G00 X200.0 Z200.0 T0404 M42 ;
⋮
X200.0 Z200.0 ;
M05 ;
M02 ;
```

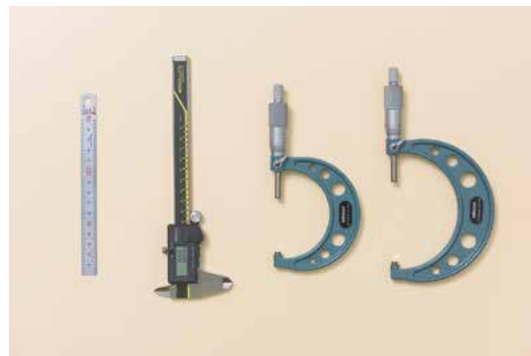
5 課題の実施方法(作業手順)

(1) 工具類及び材料の確認

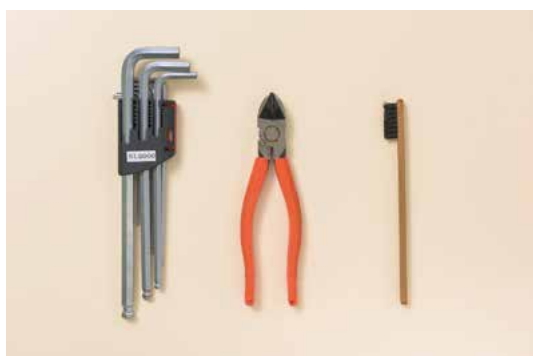
使用する工具類に損傷や不都合な点がないか、また材料の寸法等に問題がないか確認する。



各種バイト



各種測定具



手工具類



生づめ成形用リング



生づめ(成形前)



材 料

(2) 作成したプログラムの入力



- ・機械操作盤の「編集」を押し、編集モードに切り換える。



- ・NC操作パネルの「プログラム」を押し、プログラム表示画面にする。



- ・キースイッチを使用して作成したプログラムを入力する。
- ・前工程のプログラム番号を「O1111」、後工程を「O2222」にする。



- ・入力したプログラムを「入力」を押しして登録する。

(3) 生づめ加工

[1] 前工程用

本マニュアルでは生づめ成形用リングを用いて加工する。



① 切削工具の取付け

- ・タレットの工具ホルダーのT02に内径荒加工用バイトを取り付け、工具補正值を設定する。
- ・生づめの加工深さ（10mm）と生づめ成形用リングの幅を考慮し、ぶつからない突き出し量にする。



② 生づめ（成形前）の取付け

- ・生づめにジョーナットを仮止めし、チャックに挿入する。



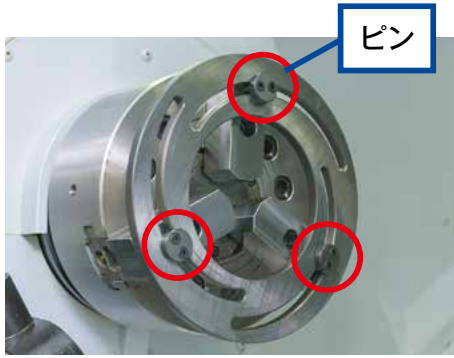
生づめ

ジョーナット



- ・生づめは内径の加工寸法を考慮し、取付け位置をすべて同じにし、固定する。
なお、生づめがチャック外径から出ないことが望ましい。





- ・生づめ成形用リングのピンをチャック取付け穴に差し込み、らせん状の溝を反時計方向に回し、仮固定する。



- ・チャック開閉ペダルを踏み、生づめ成形用リングをチャックで締め付ける。

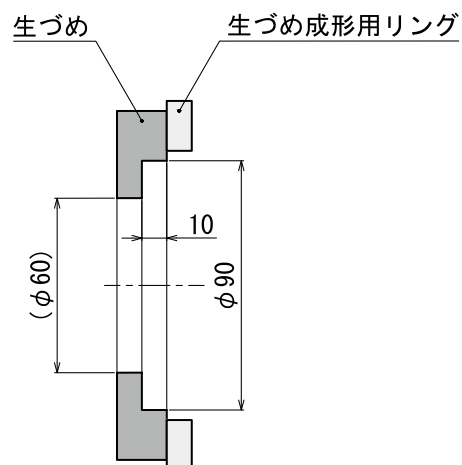
! POINT

締め付けたときの生づめの移動量が2～3mmより大きい場合は、再度チャックを開き、調整する。



③ 加工

- ・操作盤でT02（内径荒加工用バイト）を選ぶ。



- ・パルスハンドルを用いて、端面から深さ9.9mm、内径φ89.6mmまでZ軸マイナス方向に手送りで切削する。

荒加工	
回転数	300 min ⁻¹ 程度
送り	手送り
切込み	2.0 mm

- ・端面から深さ10mm、内径φ90mmに手送りで仕上げる。

仕上げ加工	
回転数	300 min ⁻¹ 程度
送り	手送り
切込み	0.2 mm

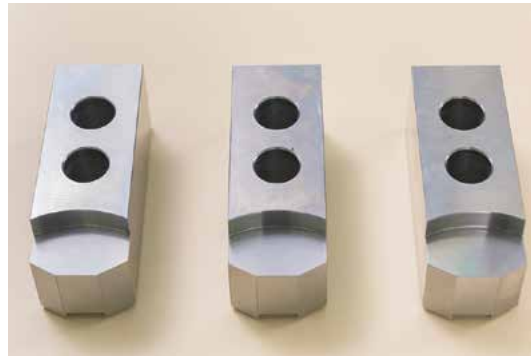
! POINT

パルスハンドルを早く動かしたいときにはつまみをつまんで回すとよい。また、細かく調整をしたときはハンドル全体をつかんで動かすとよい。





- ・チャック開閉ペダルを踏み、生づめ成形用リングを外す。

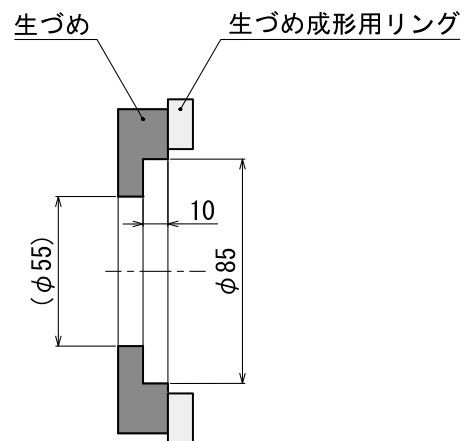


生づめ（成形後）

[2] 後工程用



- ・寸法等を確認し、前工程用と同様に成形する。

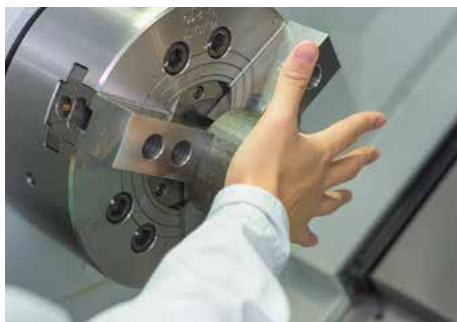


参考

前工程・後工程に対応して成形した生づめは、取り外さずに各工程の課題の加工に入ったほうが精度が保たれる。

(4) 課題の加工

[1] 前工程



① 切削工具の取付け

- ・タレットの工具ホルダーにそれぞれ切削工具を取り付ける。外径加工用バイトの突き出し量はシャンクの1.5倍程度、内径加工用バイトは工作物長さを考慮し60mm程度にする。

T01：外形・端面荒加工用バイト

T02：内径荒加工用バイト

T03：端面・外径仕上げ加工用バイト

T04：内径仕上げ加工用バイト

② 生づめの取付け

- ・前工程用に成形した生づめを取り付ける。

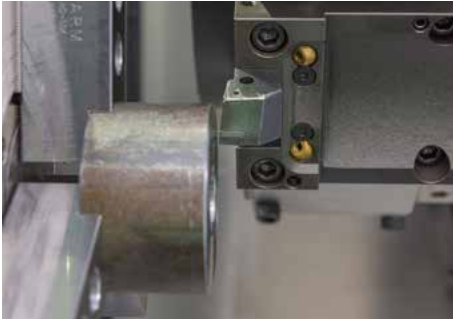
③ 材料の取付け

- ・材料を生づめに取り付ける。

- ・チャック開閉ペダルを踏み、材料をチャックで締め付ける。圧力計が1 MPa程度であることを確認しておく。



圧力計



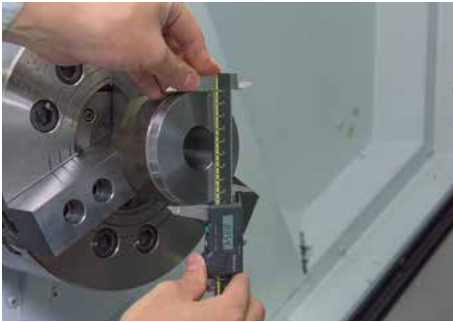
④ 基準バイトの原点設定

T01（外径・端面荒加工用バイト）の工具補正值がX・Zともに0であることを確認する。



1) X軸方向の設定

- ・パルスハンドルを用いて外径を1mm、長さ10mm程度Z軸マイナス方向に手送りで切削する。



- ・Z軸方向にのみバイトを戻し、外径を測定する。
設定終了までX軸方向には動かさない。



- ・**ワークオフセット** を押し、オフセット設定モードにする。



- ・**ワークオフセット** 機能を選択し、機械座標 X にカーソルを合わせ、外径の測定値を入力する。



2) Z軸方向の設定

- ・パルスハンドルを用いて端面を 1mm、手送りで切削する。
- ・X 軸方向にのみバイトを戻し、加工物の長さを測定する。
設定終了まで Z 軸方向には動かさない。

- ・**オフセット** を押し、オフセット設定モードにする。

- ・**ワークオフセット** 機能を選択し、機械座標 Z にカーソルを合わせ、取り代 1mm を入力する。

⑤ その他のバイトの設定

基準バイト以外のバイトについては工具補正值を設定する。

1) X軸方向の設定

- ・パルスハンドルを用いて外径／内径を 0.2mm 程度、Z 軸マイナス方向に 10mm 程度手送りで切削する。
- ・Z 軸方向にのみバイトを戻し、外径／内径を測定する。
設定終了まで X 軸方向には動かさない。

- ・**オフセット** を押し、オフセット設定モードにする。

- ・**形状オフセット** 機能を選択し、工具番号ごとの補正值 X にカーソルを合わせ、外径／内径の測定値を入力する。





2) Z軸方向の設定

- ・パルスハンドルを用いて工作物の端面にバイト刃先を合わせる。
- ・X軸方向にのみバイトを戻す。
設定終了までZ軸方向には動かさない。



- ・形状オフセット機能を選択し、工具番号ごとの補正值Zにカーソルを合わせ、座標値1mmを入力する。



⑥ プログラム (O1111) の確認

- ・操作盤の「編集」を押し、編集モードに切り替える。



- ・「プログラム」を押し、プログラム表示画面にする



- ・前工程のプログラム番号の数値「01111」をキー入力する。



- ・ **サーチ**機能を選択し、サーチした番号のプログラムをCRT画面に表示させる。



- ・ **メモリ**を押して、自動運転モードにする。



- ・ **オプションストップ**を押して、プログラム上の「M01」で自動運転が停止するようにする。



- ・ **プログラムチェック**を押し、プログラムチェックモードにする。

- ・ パルスハンドルを使用して、作業原点をZ軸方向に+100mm程度移動する。



- ・ 自動運転**起動**を押し、プログラムチェックを開始する。



- ・バイトの刃先の動きが、プログラムのとおりで、実際の加工時工作物にぶつかるような動きのないことを確認する。

- ・刃先の動きに異常があるときはいつでも自動運転 **一時停止** を押せるようにして、プログラムチェックをする。



- ・ **シングルブロック** を押し、シングルブロック運転モードにする。



- ・ **プログラムチェック** を再度押し、プログラムチェックモードを解除する。

- ・ 自動運転 **起動** を押し、自動運転を開始する。

- ・ 1ブロックずつバイトの刃先の動きを見て、異常がないことを確認する。



⑦ プログラムの実行

- ・ Z軸を作業原点に戻す。
- ・ 送りオーバーライドを100%に設定する。
- ・ 自動運転を開始する。(シングルブロックのまま1ブロックずつ加工してもよい)

注意

自動運転中は扉を閉めておくこと。

1) 工程①外径・端面荒加工【N100】

- ・ 自動運転 **起動** を押す。
- ・ 実際の加工状態を確認し、必要に応じてオーバーライド（送り／回転）で調整する。



外径荒加工の様子

注意

自動運転中は非常事態に備え、常に非常停止ボタンを押せる状態にしておく。

2) 工程②内径荒加工【N200】

- ・ 自動運転 **起動** を押す。
- ・ 実際の加工状態を確認し、必要に応じてオーバーライド（送り／回転）で調整する。



内径荒加工の様子



3) 工程③外径・端面仕上げ加工【N300】

- ・テストカットをするためブロックデリートが無効になっていることを確認する。
- ・自動運転**起動**を押し、自動運転を開始する。



外径・端面仕上げ加工の様子

プログラムの指令に基づき、X85.2mm、Z-10mmのテストカットを行った後、自動運転が停止する。

- ・**ドアロック解除**を押し、扉を開ける。



- ・外径を外側マイクロメータで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。
- ・測定値が指令値と異なる場合は使用している工具T03の工具補正值Xにその差の値を入力する。

注意

形状補正值として入力しないよう注意する。



- ・扉を閉めた後、自動運転**起動**を押し、自動運転を再開する。



外径・端面仕上げ加工の様子



- ・ **ドアロック解除**を押して、扉を開ける。
- ・ 外径を外側マイクロメータで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。
- ・ 仕上げ面粗さ及び面取りの大きさを確認する。



4) 工程④内径仕上げ加工【N400】

- ・ テストカットをするためブロックデリートが無効になっていることを確認する。
- ・ 自動運転**起動**を押す。



内径仕上げ加工の様子

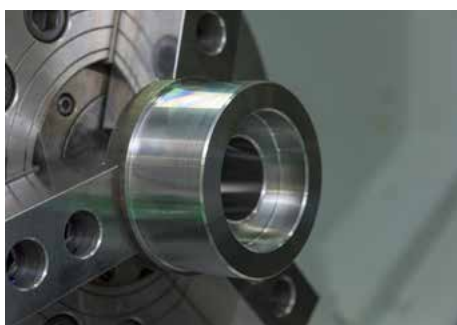
プログラムの指令に基づき、内径 X59.8mm、Z-14.8mm のテストカットを行った後、自動運転が停止する。

- ・ **ドアロック解除**を押して、扉を開ける。
- ・ 内径をノギスで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。
- ・ 測定値が指令値と異なる場合は使用している工具 T04 の工具補正值 X にその差の値を入力する。

注意

形状補正值として入力しないよう注意する。

- ・ 扉を閉めた後、自動運転**起動**を押し、自動運転を再開する。
- ・ プログラムが終了した後、扉を開ける。
- ・ 内径をノギスで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。
- ・ 仕上げ面粗さ及び面取りの大きさを確認する。
- ・ チャック開閉ペダルを操作して、工作物を取り外す。



[2] 後工程



① 生づめの取付け

- ・後工程用に成形した生づめを取り付ける。

参考

取付け後、生づめを再加工すると精度が高まる。



② 材料の取付け

- ・前工程と同様に材料を固定する。



③ 作業原点の設定

後工程用の生づめ交換、工作物寸法が変化しているため作業原点を設定する。

T01（外径・端面荒加工用バイト）を使用する。

1) X軸方向の設定

- ・作業原点は前工程と同一のため設定しない。

2) Z軸方向の設定

- ・パルスハンドルを用いて端面を1mm、手送りで切削する。

- ・X軸方向にのみバイトを戻し、工作物の長さを測定する。

設定終了までZ軸方向には動かさない。

- ・**オフセット** を押し、オフセット設定モードにする。

- ・**ワークオフセット** 機能を選択し、機械座標Zにカーソルを合わせ、残りの取り代を入力する。





④ プログラム (O2222) の確認

- ・操作盤の**編集**を押し、編集モードに切り替える。



- ・**プログラム**を押し、プログラム表示画面にする。



- ・後工程のプログラム番号の数値「O2222」をキー入力する。



- ・**サーチ**機能を選択し、サーチした番号のプログラムをCRT画面に表示させる。



- ・**メモリ**を押し、自動運転モードにする。



- ・ **オプショナルストップ** がオンになっていることを確認する。



- ・ **プログラムチェック** を押し、プログラムチェックモードにする。
- ・ パルスハンドルを使用して、作業原点をZ軸方向に +100mm程度移動する。



- ・ 自動運転 **起動** を押し、プログラムチェックを開始する。



- ・ バイトの刃先の動きが、プログラムのおおりで、実際の加工時工作物にぶつかるような動きのないことを確認する。

- ・ 刃先の動きに異常があるときはいつでも自動運転 **一時停止** を押せるようにして、プログラムチェックをする。



- ・ **シングルブロック** を押し、シングルブロック運転モードにする。



- ・ **プログラムチェック** を再度押し、プログラムチェックモードを解除する。
- ・ 自動運転**起動** を押し、自動運転を開始する。
- ・ 1ブロックずつバイトの刃先の動きをみて異常がないことを確認する。



⑤ プログラムの実行

- ・ Z軸を作業原点に戻す。
- ・ 送りオーバーライドを100%に設定する。
- ・ 自動運転を開始する。(シングルブロックのまま1ブロックずつ加工してもよい)

注意

自動運転中は扉を閉めておくこと。



1) 工程⑤外径・端面荒加工【N110】

- ・ 自動運転**起動** を押す。
実際の加工状態を確認し、必要に応じてオーバーライド（送り／回転）で調整する。



端面荒加工の様子

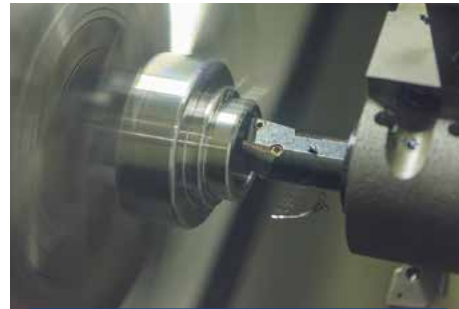
注意

自動運転中は非常事態に備え、常に非常停止ボタンを押せる状態にしておく。



2) 工程⑥内径荒加工【N210】

- ・自動運転**起動**を押す。



内径荒加工の様子

- ・面取りの大きさを確認する。



3) 工程⑦外径・端面仕上げ加工【N310】

- ・テストカットをするためブロックデリートが無効になっていることを確認する。
- ・自動運転**起動**を押す。



外径・端面仕上げ加工の様子

プログラムの指令に基づき、X***mm、Z-19mmのテストカットを行った後、自動運転が停止する。

- ・**ドアロック解除**を押して、扉を開ける。
- ・外径を外側マイクロメータで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。



測定値が指令値と異なる場合は使用している工具T03の工具補正值Xにその差の値を入力する。

注意

形状補正值として入力しないよう注意する。



- ・扉を閉めたのち、自動運転**起動**を押し、自動運転を再開する。



- ・**ドアロック解除**を押して、扉を開ける。
- ・外径を外側マイクロメータで測定し、寸法がプログラムどおりであることを確認する。
- ・仕上げ面粗さ、R及び面取りの大きさを確認する。



4) 工程⑧内径仕上げ加工（面取りのみ）【N410】

- ・自動運転**起動**を押す。



- ・プログラムが終了した後、扉を開ける。
- ・面取りの大きさを確認する。



- ・チャック開閉ペダルを操作して、工作物を取り外す。

(5) 課題の測定



〔1〕 外径／内径の寸法測定

- ・ 外径φD指示部を外側マイクロメータで測定する。



- ・ その他の寸法をノギスで測定する。

〔2〕 R及び面取りの大きさの確認



〔3〕 その他

- ・ ばり等がないか確認する。

完成例



3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル

平成30年3月発行

厚生労働省委託「若年技能者人材育成支援等事業」

中央職業能力開発協会

(中央技能振興センター)



厚生労働省

Ministry of Health, Labour and Welfare