

技術職員の新人研修育成プログラムを体験して

○大森 翔、和田 選

東京工業大学 技術部 精密工作技術センター

1. はじめに

本学技術部 精密工作技術センターは、研究室からの工作依頼を主とした研究支援と、大学院生を対象にした機械工作の実習指導などの教育支援を行っている。当センターでは新規採用職員に向けた新人研修育成プログラムを発足させており、発表者は平成21年9月に新規採用されてからこのプログラムの最初の受講者として約3カ月に渡って研修を受け、今後の重要な基本となる汎用工作機械を使用した機械工作の方法を学んだ。本報告ではこのプログラムの内容、及び研修の成果や体験する中での失敗談などを報告する。

2. 従来の新人研修

今までは、熟練者の先輩が新人に対して機械操作や依頼加工の手本を示しながらその都度状況、段階に応じて加工方法を教え訓練する、いわゆる OJT¹⁾をやっていたので基本操作、基礎加工の習熟に1年近くかかっていた。(OJT と書いたが正確な意味において意図的・計画的・継続的になされていない)

3. 新人研修育成プログラムの概要

今回報告する新人研修育成プログラムは、従来では約1年かかっていた工作機械の基本操作の習熟、及び機械加工の基礎技術を3ヶ月で習得することを目的としている。このプログラムは安全や加工理論の講習と並行して、当センターの機械工場にある旋盤、フライス盤を中心とした工作機械を実際に用いて、安全の確保を念頭に置きながら、基礎加工工程の習得と加工に要する時間の短縮、そして精度の向上を目指しながら課題の工作物を加工していく実践的なものである。

4. 使用した工作機械

主として汎用の工作機械を使用した。工作機械の内訳は旋盤2台 (OKUMA 社製6尺・4尺の旋盤)、フライス盤2台 (SHIZUOKA 社製、マキノ社製) とこの他にもボール盤2台、弓鋸盤2台、帯鋸盤1台、グラインダー2台など、工場にある多様な機械を使用した。また操作入力型工作機械などは使用せずに加工を行った。図1・図2は最も多く使用した旋盤とフライス盤である。



図1. OKUMA 社製 旋盤



図2. SHIZUOKA 社製 フライス盤

5. プログラムの内容

新人研修育成プログラムの流れとスケジュールを以下に示す。

○プログラム全体の流れ

- 座学による講習（安全と加工について）→工作機械の基本操作の講習
- 5面体の製作（材料切断→旋盤加工→フライス加工→けがき→ドリル加工→タップ仕上げ）
- 一段付き軸と穴の加工→板物（厚さ 10mm）の各種加工→ドリルの研磨
- 二段付き軸と穴の加工→角物（厚さ 40mm）の各種加工→ねじ切り加工

表 1. 新人研修育成プログラムのスケジュール

研修課題	期間	使用機械	主な工具
安全講習と加工	2日間	(座学)	(座学)
5面体の製作	2週間	旋盤、フライス盤 ボール盤、弓鋸盤	片刃バイト、突っ切りバイト、フェイスミル トースカン、ドリル、ハンドタップ
一段付き軸と円筒の加工 二段付き軸と円筒の加工	2週間	旋盤	片刃バイト、突っ切りバイト、中繰りバイト ドリル、リーマ
角物の各種加工	2週間	フライス盤	フェイスミル、エンドミル、ドリル リーマ、ハンドタップ
ドリルの研磨	1週間	グラインダー	
ねじ切り加工	1週間	旋盤	片刃バイト、ねじ切りバイト

※全期間3ヶ月に満たないのは研修の間にOJTとして依頼工作を段階的に取り入れているため

5. 1 安全講習と加工理論

実際に加工を行う前に、工作機械を利用するにあたっての講習を受けた。利用者の安全と工作機械の保守が最重要事項であることを踏まえ、機械加工時の心得について机上と実際に工作機械を前にして指導を受け、また切削加工における切削標準条件の回転数や送り速度などの設定値を理論的に計算する方法を学んだ。

5. 2 5面体の製作

最初に行った加工は5面体の製作である。材料には S45C の丸棒（黒皮） $\phi 60$ を用いた。

この課題は、当センターにおける大学院生の基礎加工技術の実習で行われているものであり、旋盤による外径加工、突っ切り加工、フライス盤による正面切削、けがき、ボール盤加工、ハンドタップを用いたねじ切り加工、といった機械加工の基礎的な作業の要素が盛り込まれている。(図3)

大学院生の実習では加工は1回のみであるが、報告者はこの5面体の製作を8回繰り返し行い、工作機械の操作の習得と初級段階の基礎的な加工工程を体験した。(図4)

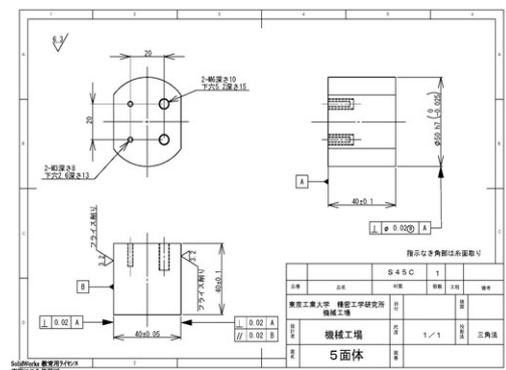


図 3. 5面体加工用の図面

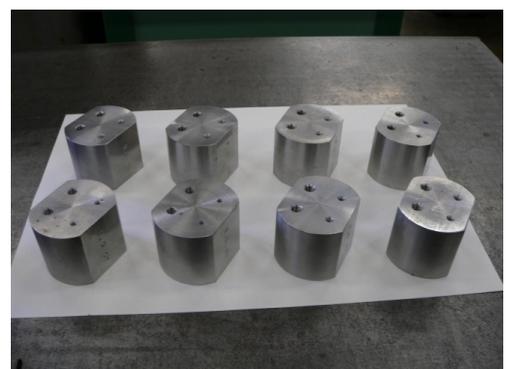


図 4. 5面体完成品

5. 3 旋盤を用いた丸棒の加工

続いて行った加工は旋盤を用いて丸棒を軸と円筒にする加工である。材料には S45C の丸棒（黒皮） $\phi 60$ を用い、外径切削によって段付きの軸を指定の精度 (h7) に収まるように加工し、またそれに対応する穴 (H7) を内径切削加工、リーマ加工によって製作し、照合を行った。最初は 1 段の軸と穴を加工し、その後 2 段の軸と段付き穴加工をそれぞれ 2 個ずつ行い、4 組制作した。(図 5~7)



図 5. 段付き軸と円筒（一段）



図 6. 段付き軸と円筒（二段）



図 7. 段付き軸と円筒（照合）

5. 4 フライス盤を用いた板物、角物の加工

次にフライス盤を用いて S45C の角物に溝入れ、穴あけなどの汎用加工を行った。最初にフェイスミルである程度平行の出た直方体を作成し、それにエンドミルやリーマを用いて溝や穴を加工していった。加工作業は 2 度行い、2 度目は 1 度目よりかなり厚い角物形状でより複雑な溝を加工した。(図 8、9)



図 8. 板物の加工（厚さ 10mm）



図 9. 角物の加工（厚さ 40mm）

加工には細心の注意を払って臨んだにもかかわらず、以下のような失敗事例が発生した。

(1) 計算ミスによる加工寸法の相違

溝加工の作業中にテーブルの送り量を誤ったため、図面では幅 20mm であったところが 21mm に削り過ぎた。(図 10)

(2) 力のかかり過ぎによるドリル・タップの切損

角物にドリルで $\phi 0.8$ の穴をあける際に、一度に深くドリルを入れ過ぎたためドリルが途中で折損し、工作物内に破片が残った。また穴にハンドタップで M1 のねじを切る際にも力がかかり過ぎ、タップが折損して、工作物内に残ってしまった。(図 11)

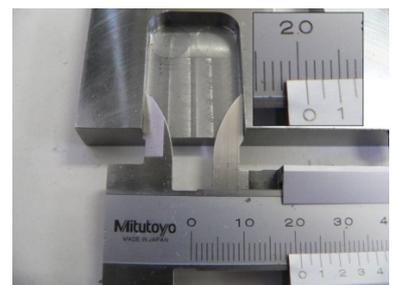


図 10. 加工寸法の相違

5. 5 ドリルの研磨

刃物を研磨する研修の一環として、グラインダーを用いてドリルの研磨を行った。刃先が摩耗して切削能力の劣化したドリルを選び出し、先端角、逃げ角、左右の切れ刃のバランスなどに注意を払いながら研磨とシンニング作業を行った。研磨したドリルで鉄板に穴を空け、真丸く空いたか見て切れ味を確認した。

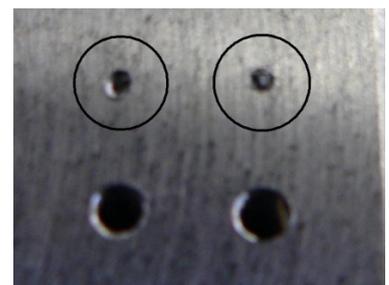


図 11. タップ・ドリルの折損

5. 6 旋盤を用いたねじ切り加工

旋盤での加工研修の最終段階として、ねじ切りバイトを用いて M10、M16、M20 のメートルねじを製作した。旋盤で基となる軸を製作した後、初めは直角に切り込みを入れ（直行型）、途中から片側に寄せながらの切り込み（斜行型）、そして最後は左右に寄せての切り込みを行った。

切り込み位置が深くなるに伴ってねじ切りバイトに大きな負荷がかかり、また旋盤の回転を細かく調節する必要があるため、加工に際しては細心の注意が必要であった。また作業中、ねじ切りバイトの切れ味が悪くなっていることに気付かずに、加工を進めた結果、表面が著しく粗い状態のねじができるという失敗を経験した。(図 13)



図 12. ねじ切り加工 (M20,M16,M10,M10)



図 13. 加工の失敗（下）

6. 研修の成果と課題

6. 1 成果

育成プログラムによる研修を通して汎用機械の基本操作にある程度慣れることができ、基礎的な加工方法の習得においても成果があったと考えている。最も重要な安全の確保については講習ではもちろん、実際に加工する中でも何度か指導を受けた。基本操作の習熟という意味は、5 面体加工のように何回も繰り返して作業を行うことにより、無意識のうちに安全を確保する操作がなされているというところまで行う必要がある。意識して順番をおって操作をしている段階では安全も身につけていない。例えば旋盤加工で言えば旋盤チャックにチャックハンドルを付けた状態で旋削した工作物をノギスで測る、といった行為である。プログラムを体験する中で、自身でヒヤリハットを体験する事からも安全への意識が高まり、未使用時にはギヤをニュートラルにするなどの初歩的な行動から多くの安全確保の習慣が徐々に身についてきた。

加工精度については実際に仕上げ加工を行う中で、加工品の精度には、削り量、回転数、送り速度、材料の性質、工具の切れ味など多くの要素が関わってくることを知り、指定の精度に収める難しさを実感した。また加工する準備段階の、工作物の取り付け方一つとっても熟練が必要であることや、機械の母性原理を最大限に生かした手順を踏む必要性などを教わり、加工技術の奥深さを知ることができた。

加工時間については、最初の段階では手順をこまめに確認しながら作業していたため非常に時間がかかっていたが、慣れるに従い少しずつ短縮されていった。特に同じものを何度か加工するときには回数を重ねるごとに加工時間が短くなっていった。しかし慣れていく中でも加工手順の中で重要なポイントは必ず押さえながら作業しなければならないことも教わった。

そしてプログラム研修を受けている途中から、実際に研究室からセンターに依頼される工作のうち簡易なものを手伝うことができるようになった。そのいくつかの例を図 14～16 に示す。

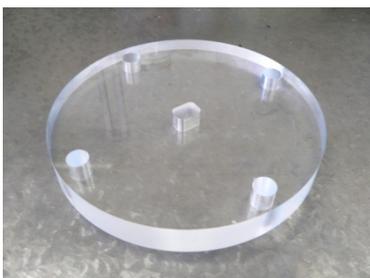


図 14. 発電機取付用フランジ



図 15. キャリブレーション用フロート



図 16. FIB サンプルホルダー

6. 2 課題

この新人研修育成プログラムは、工作機械の基本操作や基礎加工に習熟することに大きく成果があったと思われるが、今後の課題もいくつか考えられた。

まず今回は、報告者がこのプログラムの最初の受講者ということもあり、他との比較がしにくく、達成度の基準が明確になっていないことである。この課題についてはプログラムを今後の新規採用職員が体験してデータが増え、蓄積されて徐々に基準が確立されていくことで解決し、またそのデータがこれからのプログラムの改善・向上に大きく役立つと考えられる。

また本プログラムでは従来の OJT による研修よりも大幅に短い期間で基礎加工技術を習得しているため、必要な事項を取り残している可能性も考えられる。今後の業務にあたっては、その点に十分留意して加工作業を行っていく必要があるだろう。

以上のことを含め、本当の研修成果は数年の長い期間で見えて評価されることが必要と思われる。

7. まとめ

この新人研修育成プログラムを体験して、機械工作はほとんど未経験であった報告者が、約3ヶ月の期間で工作機械の基本操作と基礎的な加工方法を身に付けることができた。

同時に失敗を経験したり、センター長や先輩方の作業の様子を見学したり、アドバイスを受けるにしたがって、まだ知識・経験不足で及ばない部分が非常に沢山あることも実感した。

最も認識したのは経験的なデータの蓄積の必要性である。単に加工理論を覚えたり、調べたりしてもその知識的データだけでは実際に加工するに当たっては足りない部分が多くあり、何年ものキャリアを積んで、体に経験的なデータを蓄積していくことが重要であると感じられた。そしてそれらのデータを踏まえ、加工品の図面を見た段階から、何を使用して、どのようなプロセスで加工していくのかを最初から頭の中で全て組み立てて実行に移していける加工技術者になることを今後の当面の目標にしたいと考えている。

参考文献

[1] <http://ja.wikipedia.org/wiki/OJT>

OJT on-the-job training の略。企業内で行われる職業指導手法のひとつで、職場の上司や先輩が部下や後輩に対し、具体的な仕事を通じて、仕事に必要な知識・技術・技能・態度などを、**意図的・計画的・継続的**に指導し、修得させることによって、全体的な業務処理能力や力量を育成するすべての活動。