

新人職員の技術研鑽報告

○松本大輔^{A)}、藤村太磯^{B)}、安藤花菜^{C)}

A) 装置開発技術支援室 精密加工技術グループ

B) 装置開発技術支援室 システム開発技術グループ

C) 装置開発技術支援室 研究機器開発技術グループ

概要

令和5年度、装置開発技術支援室に新たに3名の新人職員が配属された。新人職員は金属加工が未経験のため技術研鑽として様々な取り組みを行っており、本稿では以下の3つについて報告する。

- 旋盤・フライス盤の技能向上（システム開発グループ 藤村太磯）
- 金属加工・治具設計（研究機器開発技術グループ 安藤花菜）
- 実験装置の不具合改善（精密加工技術グループ 松本大輔）

1 旋盤・フライス盤の技能向上

切削加工技術の習得を目的に、技能検定2級課題^{[1][2]}の製作により汎用旋盤および汎用フライス盤の技能向上を図った。技能検定とは、技能を一定の基準により検定し国として証明する国家検定制度であり、表面粗さや寸法公差の指定、基礎的な加工要素が集約された課題図面を用いた検定試験が行われている。中でも、技能検定2級の課題は新人職員の技能向上に適しているため、技能検定2級の課題製作を行った。

始めに、資料映像を視聴し段取りを検討した。加工手順や固定方法・工具や測定器の選定を行い、特に、旋盤課題は市販工具で加工が困難な部位に対して自作工具を製作した(図1, 2)。



図1. 選定した工具(左)と測定器・治具(右)



図2. 自作工具の製作の様子

次に、ベテラン職員の指導のもと、各部の単独練習からアルミ材料での全体練習の順に加工練習を行った。ねじ切り加工では、市販のM16ボルトを見本に、市販品と同等の精度で加工できるまで練習を行った(図4)。アルミ材料での加工練習では、チャックの固定が弱いことが原因で被削物が脱落・破損してしまう失敗を経験した(図5)。これらの練習や失敗から加工の注意点や適切な切削条件などを学習し、アルミ材料において技能検定3級・2級の課題が製作できるまで技能が向上した(図3~6)。



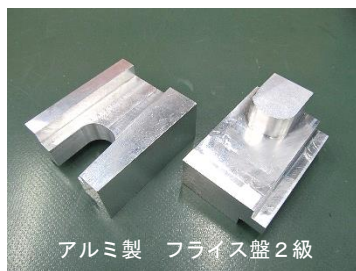
図3. 加工練習の様子



図4. ねじ切り加工



図5. チャックから脱落实破損



アルミ製 フライス盤2級

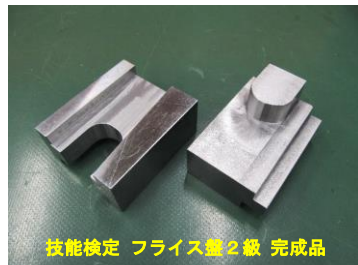


アルミ製 旋盤2級

図6. アルミ材料を用いた全体製作

最後に、これまでの学びを活かして検定試験の指定材料を用いて加工を行い、旋盤・フライス盤ともに指定の寸法精度で技能検定2級課題を製作した。特に、旋盤課題は工具や切削条件を検討することで表面粗さの向上を追求し、指定以上の表面粗さを実現することができた(図7)。

技能検定2級課題の製作により基礎的な切削加工技術を習得し、汎用旋盤および汎用フライス盤の技能を向上させることができた。



技能検定 フライス盤2級 完成品



技能検定 旋盤2級 完成品



表面粗さ
指定値 Ra 1.6
実測値 Ra 0.3

図7. フライス盤課題(左)、旋盤課題(中)、旋盤課題表面粗さ追求品(右)

2 金属加工・治具設計

装置設計および切削加工・接合加工技術の習得を目的に、タブレット固定治具と液面計を製作した。

2.1 液面計

ベッセルの中に入っている液体ヘリウムの量を計測する液面計を製作した（図8）。液面計の原理として、探索管の先端が液体ヘリウムの中にあるときは、探索管の中の気体が振動するため探索管とろう付けで接合されている発音部から低い音が鳴り、探索管の先端が液面の高さにあるときは高い音が鳴る。発音部から鳴る音が切り替わる場所から液面のの高さを確認し、探索管に装着してあるOリングの移動量を用いてベッセルの底から液体ヘリウムの液面の高さを測定する（図9）。Oリングの移動量から換算表を用いてベッセルに入っている液体ヘリウムの量を調べる。

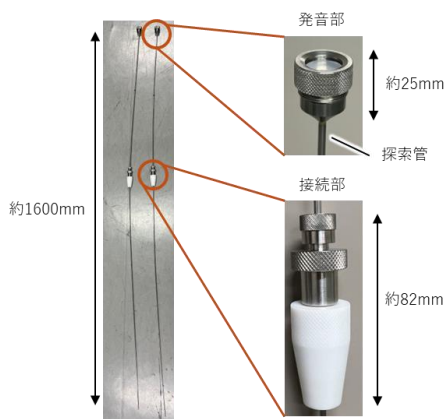


図8. 液面計

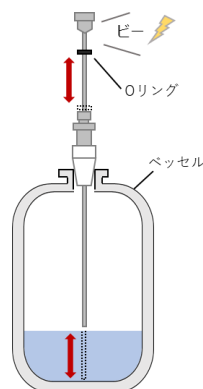


図9. 液面計の使用イメージ

液面計の製作にあたり、汎用旋盤を用いて SUS304 とテフロンから 6 個の部品を製作した。発音部本体と袋ねじにはそれぞれめねじとおねじが切っており、発音部本体と袋ねじを締めることで間に配置したフィルムを挟んで固定する構造になっている（図10）。しかし、実際に製作した発音部本体と袋ねじを締めた際、発音部本体が袋ねじの途中まで挿入できず、フィルムを固定することができなかった。原因は、袋ねじの逃げ溝が確保できずに不完全ねじ部ができてしまったからである。

再度、袋ねじを旋盤に取りつけて、溝入れバイトで内径の溝を追加することで不完全ねじ部を除去し、袋ねじと発音部本体を締めてフィルムを挟んで固定できるよう改善した。

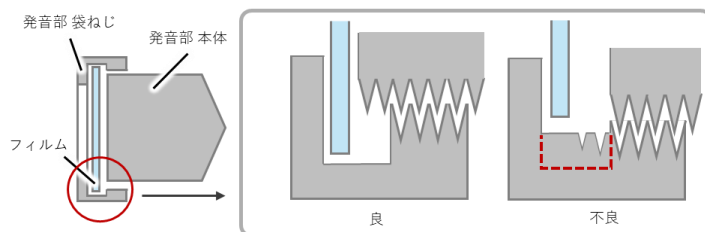


図10. ねじの逃げ溝不良

旋盤で製作した発音部本体と探索管を接合するため、銀ろう付けを行った（図11）。銀ろう付けでは、接合面の不導体皮膜を除去しフラックスを塗布することで銀ろうがぬれ、接合不良がないようろう付けを行った。

旋盤・銀ろう付けによって液面計を製作したことで、切削加工・接合加工の技術を習得することができた。

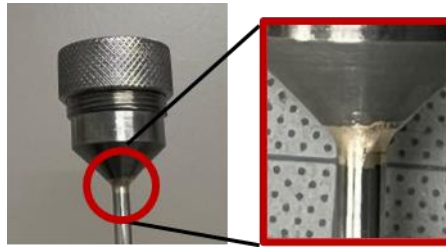


図 11. 銀ろう付け作業

2.2 タブレット治具

被写体を撮影するタブレットを机に対して垂直姿勢で維持する治具を製作した。製作依頼の経緯として、従来のタブレット用スタンドではタブレットを傾けて使用する仕様であったため、タブレットを垂直姿勢にすると倒れてしまい、垂直姿勢の維持が不可能であった。よって、3次元CADソフトであるSolidWorks 2022を用いて1から3Dモデルを設計し、3DプリンターでPLAを造形して治具を製作した(図12)。これにより、従来のタブレット用スタンドに治具を組み合わせることで、垂直姿勢の維持を可能にすることができた。

3次元CAD・3Dプリンターによって治具を製作したことで、装置設計の技術を習得することができた。

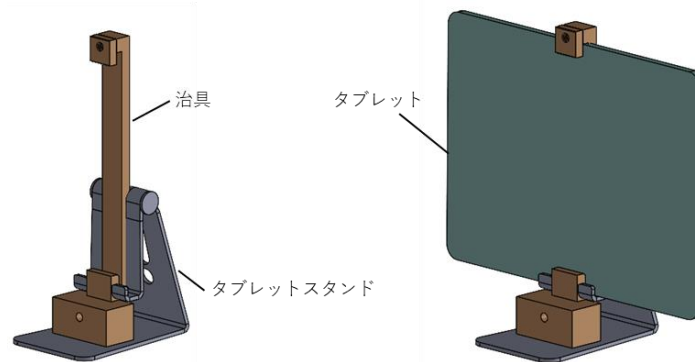


図 12. タブレット治具

3 実験装置の不具合改善

研究室の技術支援を目的に、打錠金型の不具合改善を実施した。実施の背景として、研究室から打錠金型の製作依頼を受けてステンレスで製作・納品した。しかし、使用1回目で金型が損傷したとの報告を受けたため、打錠金型の損傷原因を調査し改善検討を行った。

打錠金型とは、ダイに粉体を充填して上下からパンチで挟み、パンチをプレスすることで粉体を錠剤形状に圧縮成型するための金型である。通常はプレス後に上部パンチとダイは抜けるが、不具合発生時は抜けなかったため、専用治具を用いて上部パンチとダイを抜いて状態を確認した。その結果、上部パンチが変形して直径が膨張しダイとかじり損傷した状態であることが判明した。そのため、粉体の回収にも失敗し実験が進められない状態であった（図13~15）。金型の損傷原因は金型材料の硬さが不足していることであると考え、対策として、熱処理による材料硬さの向上について検討した。

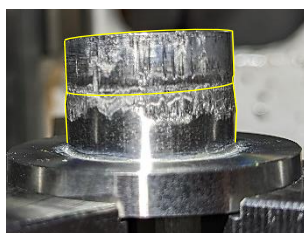
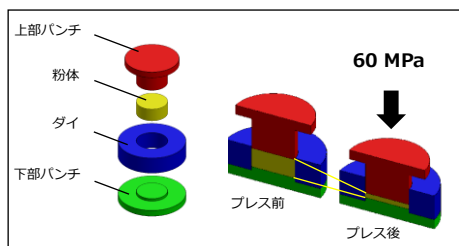


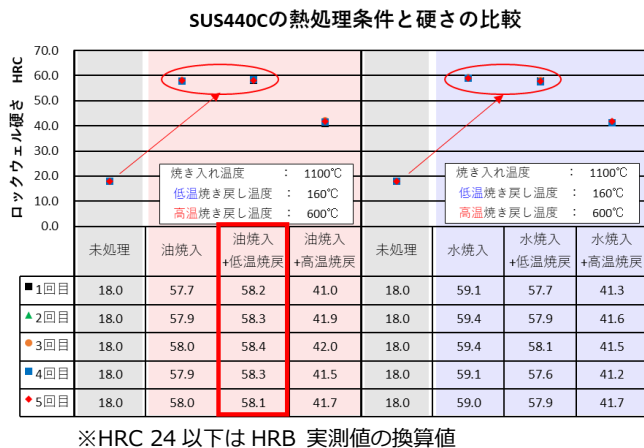
図13. 打錠金型の構成とプレス前後状態 図14. 損傷した上部パンチ 図15. 粉体取り出し後

始めに、熱処理条件を検討するために熱処理サンプルを作成して試作評価を行った。同一の材料から試験片を切り出し、電気炉で焼入れ・焼戻しをしたサンプルを研削してロックウェル硬さ試験機で硬さを評価し（図16）、硬さの測定結果を図17にまとめた。



図.16 熱処理サンプルの作成

(1) 熱処理前 (2) 熱処理作業 (3) 熱処理後 (4) 研削作業 (5) 研削後 (6) ロックウェル硬さ試験



HRB	材料名		
	A2017	鋼材料	
測定回数	1回目	62.0	23.2
	2回目	71.0	25.8
	3回目	71.3	24.9
	4回目	66.1	26.2
	5回目	71.8	26.7



HRC	材料名			
	SUS304	SUS316	SUS440C 焼きなまし	
測定回数	1回目	2.2	5.1	16.0
	2回目	2.1	5.7	17.5
	3回目	1.9	3.5	17.0

HRC	材料名			
	S55C 油焼入 パラレルプレート	S55C 水焼入 パラレルプレート	SUS440C 油焼入 旧打錠機	
測定回数	1回目	35.5	55.4	56.8
	2回目	28.5	54.9	57.4
	3回目	26.2	55.0	57.2

図.17 熱処理条件とロックウェル硬さの比較(左) 材料による硬さの比較(右)

未処理条件は HRC 18 程度と低い結果に対し、焼き入れ条件では HRC 58~59 に向上した。焼き入れだけでは硬くて脆いため、焼き戻しによる韌性回復を狙った焼き入れ+焼き戻し条件では、低温条件で HRC 58 程度、高温条件では HRC 41 程度の結果であった。今回評価した 7 条件の中でも、硬さを上げつつ韌性は上げすぎず、さらに焼き割れリスク低減が期待できる「油焼き入れ + 低温焼き戻し条件」を金型の熱処理条件に決定した。新型の仕様は熱処理品とし、パンチのガイド部延長と受圧部の厚み増加により、従来の金型よりも硬くて変形に強く、金型の位置決め精度と剛性が向上する形状に改良した(図 18)。

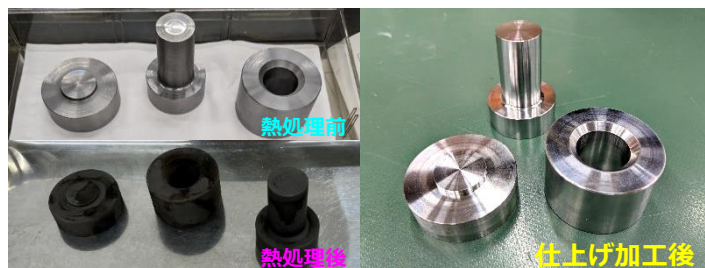
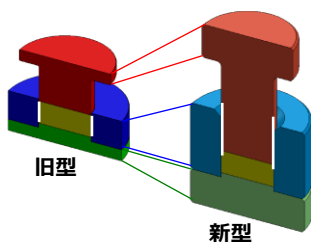


図.18 新型打錠金型の改良と製作

新型の打錠金型でテストを実施した結果、3 ヶ月間使用し続けても変形・損傷はなく粉体成型状態も良好な結果が得られた(図 19, 20)。研究室の依頼者から「実験が止まっていたが、再開することができた。金型の着脱がスムーズで粉体取り出し時のミスがなくなった」との評価を頂くことができ、打錠金型の不具合を改善したことで研究者の要望に応える装置製作をすることができた。

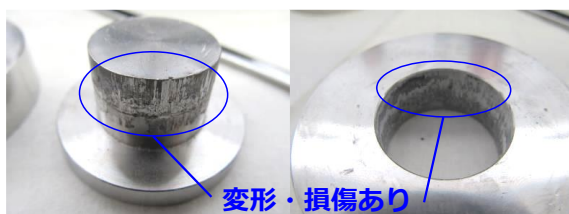


図 19. 従来型打錠機の使用 1 回後



図 20. 新型打錠機の使用 3 ヶ月後

4 まとめ

新人職員3名は、技術研鑽として課題製作や依頼品の改善検討などの取り組みを行った結果、切削加工・接合加工・装置設計・研究支援などの経験を蓄積し、技術力を向上させることができた。各人の感想として、「今後は依頼業務を遂行するにあたり、高い精度で誤差を少なくできるように加工し、納品時間の短縮化を目指したい（藤村）」、「設計・加工技術の習得だけでなく、依頼品の使用環境や構造を把握することが大事であると実感した（安藤）」、「依頼者の要求以上に技術提供できることが技術職員の目指すべき姿と感じた。日々の専門知識の蓄積と更新、設計・製作能力の向上に努めたい（松本）」との異なる思いや気づきを得られた。

金属加工が未経験であった新人職員3名は、技術研鑽を通じて装置の設計製作に要する基本的なスキルを身に付けることができた。今後は、さらなる技術力向上を目指し、研究者に対して優れた技術提供ができる技術職員となれるよう、装置開発技術支援室の一員として活躍していきたい。

参考文献

- [1] 中央職業能力開発協会技能検定試験問題公開サイト
「【F07】機械加工（普通旋盤作業）（令和4年度随時）」
<https://www.kentei.javada.or.jp/index.html> , 2023.1.25
- [2] 中央職業能力開発協会技能検定試験問題公開サイト
「【F09】機械加工（フライス盤作業）（令和4年度随時）」
<https://www.kentei.javada.or.jp/index.html> , 2023.1.25