

## NC旋盤を用いた予備実験用特製フランジの加工

中野, 智  
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4794807>

---

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 4, pp.23-27, 2022-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

# NC 旋盤を用いた予備実験用特製フランジの加工

中野 智

## 要 旨

QUEST プラズマに曝露した試料内にある残留ガスを大気に晒すことなく計測し、試料表面の水素反射率を評価するために、高速試料搬送装置 (FESTA) の計測チャンバーに昇温脱離装置を取り付ける。しかし、事前に予備実験を行う必要があるために、予備実験用チャンバーに必要な特製フランジを、NC 旋盤を用いて作製した。本稿ではこの作製過程について報告する。

## キーワード

NC 旋盤 機械加工 フランジ

## 1. はじめに

九州大学で開発された高速試料搬送装置、通称 FESTA (Fast Ejecting System of Targeted sAmple) は、実験目的に応じて特定の試料を QUEST (Q-shu University Experiment with Steady-State Spherical Tokamak) プラズマに曝露させ、放電中に試料表面の水素リサイクリングを直接計測する装置である。FESTA には、独立した計測用チャンバーがあるため、プラズマ曝露試料を大気に晒すことなく計測できるという利点がある。本研究は、高温プラズマ理工学研究センター 花田和明教授の指導のもと、博士課程の学生が行っているもので、科研費助成事業に登録されている (21J21782)。

今回、QUEST プラズマに曝露した試料内の残留ガスを大気に晒すことなく計測して、試料表面の水素反射率を評価するために、FESTA の計測チャンバーに昇温脱離装置を取り付けることになった。しかし、実験の安全性を考慮した結果、事前に予備実験を行う必要性が出てきたため、FESTA の計測環境を備えていて、同様な構造を持つ予備実験用チャンバー (図 1) を用いて予備実験を行うこととなった。これにより、予備実験用チャンバーに必要な特製フランジを、NC 旋盤を用いて作製することになったので、その作製過程と作製することで得られた知見について報告する。



図 1 加工後のフランジを設置した予備実験用チャンバー

## 2. NC 旋盤について

NC (Numerical Control) 旋盤とは、汎用旋盤に数値制御装置 (NC 装置) が組み込まれた機械である。一般的に、NC 装置が装備されている旋盤を“NC 旋盤”、NC 装置が装備されていない旋盤を“汎用旋盤”と区別して呼んでいる。NC 旋盤を用いて加工を行うためには、機械に指示を送り、

動かすための加工プログラムを作成する必要がある。この加工プログラムをNC装置が読み込み、機械を動かしている各サーボモーターに指示を送ることで加工が行われる。NC旋盤は、汎用旋盤と同様に、外径加工、内径加工、端面加工、溝加工、ドリル加工、ネジ加工などに利用可能である。今回用いているNC旋盤は、DMG MORI製NLX2000MCである（図2）。汎用旋盤との大きな違いとしては、以下の点が挙げられる。

- 自動加工

作成した加工プログラムに従って、自動的に加工を行う。これにより、作業者が常に機械に付いて作業を行う必要がないという利点がある。

- 高精度

本機は位置決めを0.008mmの精度で行うことができるため、高精度な加工を行うことが可能である。

- 均一な精度

プログラムに記載されている数値通りに加工を行うため、仕上がりの精度が均一になる。よって一度設定を行えば、品質が同じものを大量に作製することが可能である。



図2 工作室に設置されているNC旋盤

旋盤で自動加工を行う場合、問題となるのが刃物台である。従来の汎用旋盤では、刃物台に設置可能な工具数は4本程度である。このため、加工工程が多く、多くの工具が必要な加工を行う場合は、都度工具の付け替えを行う必要があった。NC旋盤の大きな特徴の1つである自動加工を行うためには、工具の付け替え作業を省く必要がある。このため、様々な種類の刃物台が作られている。

その中の代表的な刃物台の1つとして、タレット型刃物台がある（図3）。この刃物台は、大きな円筒状の形状で、周囲に工具を配置するタイプである。これにより、多くの工具を取り付けることができるため、加工工程数を低減することができ、自動加工を行うことが可能となった。これにより、タレット型刃物台は多くのNC旋盤で利用されている。

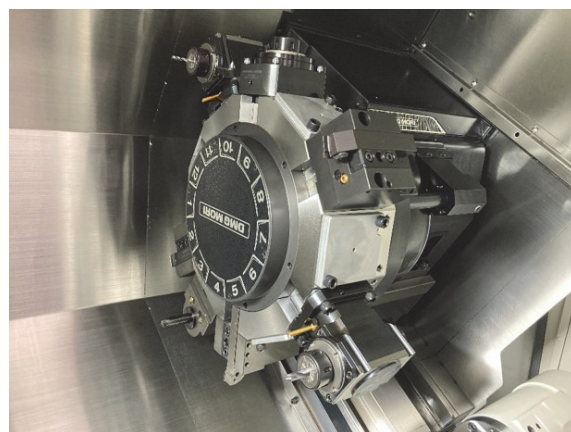


図3 タレット型刃物台

### 3. フランジの加工

図4に加工前のフランジを示す。また、今回の加工要件を以下に示す。

- ・  $\phi 80\text{mm}$  の中央穴の加工。
  - ・  $\phi 138\text{mm}$  の円周上に、等間隔に深さ10mm、M8のタップ加工を8箇所。
  - ・  $\phi 120\text{mm}$ 、 $\phi 95\text{mm}$  の位置に、幅10mm、深さ3mmの溝の加工。
- 公差は $\pm 0.1\text{mm}$ であった。

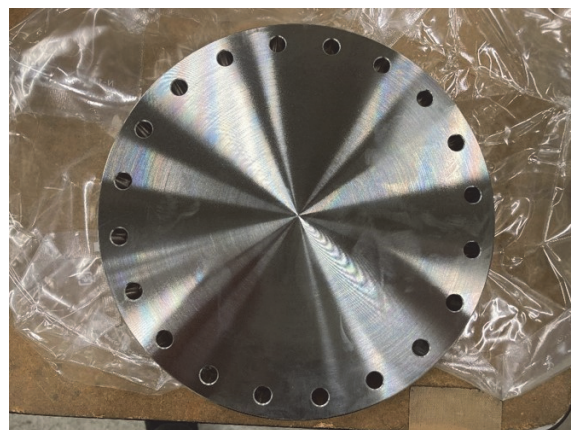
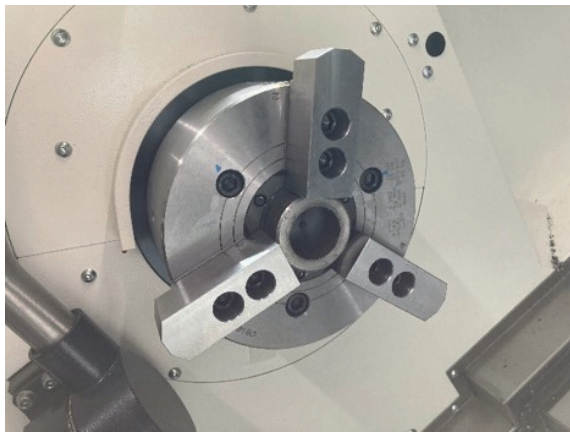


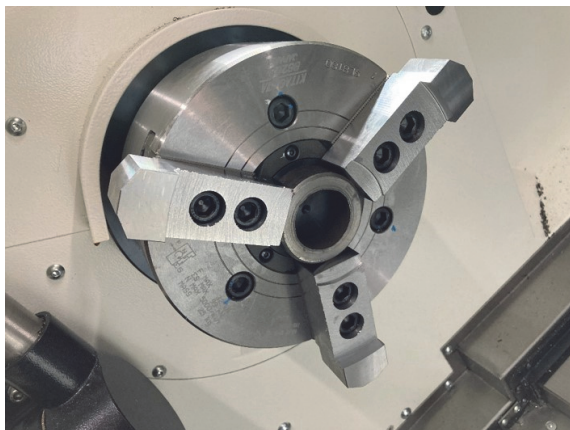
図4 加工前のフランジ

### 3-1. 生爪の成型

NC 旋盤では、加工するワークのサイズにあわせて、ワークを掴むための生爪を成型する必要がある。チャックの直径は 200mm であり、今回加工するフランジの直径が 203mm であるため、大きさとしては、ほぼ加工可能な最大直径であった。フランジの直径が、ほぼチャックの直径と同じであり、フランジの端面がネジ穴の位置と重なるため、加工時にフランジが振動する可能性があった。このため、生爪を通常設置する方向と逆向きに設置し、フランジの端面がネジ穴の位置にくるのを避けるよう工夫した。図 5 に加工前と加工後の生爪を示す。芯だしのため、加工時には適当なサイズのワークをチャッキングする必要がある。



(a)



(b)

図 5 (a) 加工前、(b) 加工後の生爪

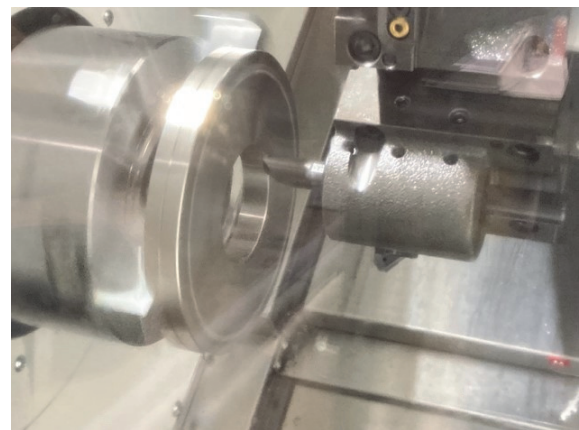
### 3-2. 中心穴の加工

ボール盤を用いて直径 30mm の中心穴を切削。その後、NC 旋盤の内径用バイトを用いて、直径 80mm の大きさまで切削した。図 6 にボール盤を

用いた加工の様子と NC 旋盤の内径バイトを用いた加工の様子を示す。内径バイトを用いた加工時に、生爪と干渉しないように加工プログラムを作成した。生爪の中心部分も内径バイトと干渉しないようにプログラムを作成し、加工している。



(a)



(b)

図 6 (a) ボール盤を用いた中心穴加工、(b) 内径バイトを用いた中心穴加工の様子

### 3-3. 端面溝加工

図 7 に端面溝加工用のバイトを示す。ワークを回転させる方向によって、工具の設置方向や加工位置が決まるため、注意が必要である。図 8 に端面溝加工の様子と加工後の溝の様子を示す。加工後の溝にビビリが確認された。要因としては、ワークの回転速度、もしくは切削速度が速すぎる、あるいは切り込み量が大きすぎる、などが考えられる。ビビリが発生した要因については、今後の課題として検討する必要がある。依頼者に確認したところ、幸いこの部分にはパッキンを使用するため、問題はないとのことであった。

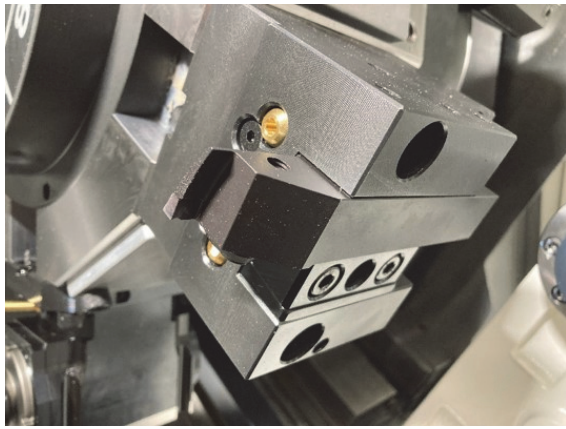
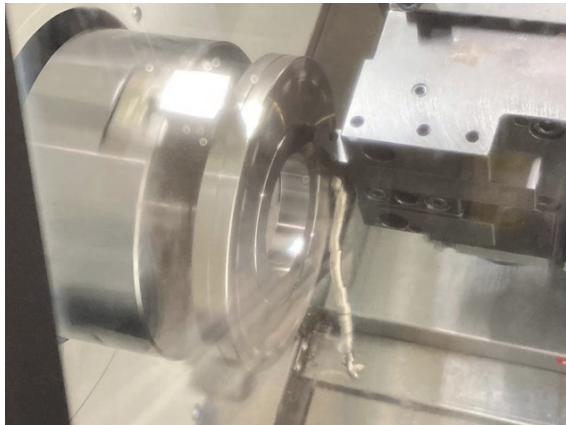
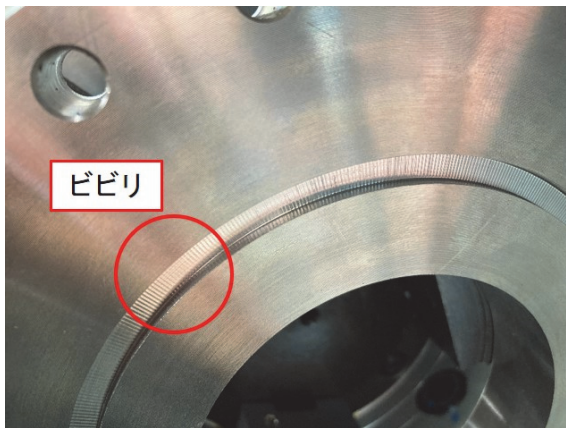


図7 端面溝加工用バイト



(a)



(b)

図8 (a) 端面溝加工の様子、(b) 加工後の溝

### 3-4. タップ加工

φ138mm の円周上に、45度間隔で8箇所到下穴の加工を行った。深さ15mmまで3mmずつ切削するようにプログラムを作成。下穴の加工後、ドリルを替えて下穴の面取り加工を行った。

図9にタップ加工の様子を示す。深さ12.5mmまでタップ加工を行っていたが、2つ目の下穴を

加工時にドリルが破損した(図10、11)。要因としては、切粉の排出や切削油の塗布が不十分だったこと、タレットへのドリル設置時に位置が正確でないことなどが考えられる。そこで、切削深さを6mmにし、下穴を加工する度にタッピングペーストを塗布(図12)できるようにプログラムを修正したところ、すべての下穴のタップ加工を行うことができた。図13に加工後のフランジを示す。

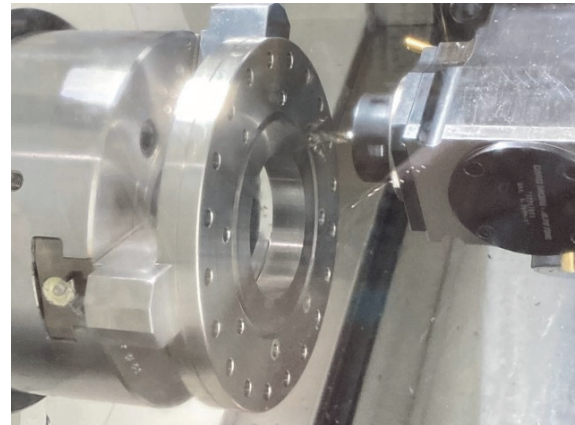


図9 タップ加工の様子



図10 タップ加工時にドリルが破損した穴

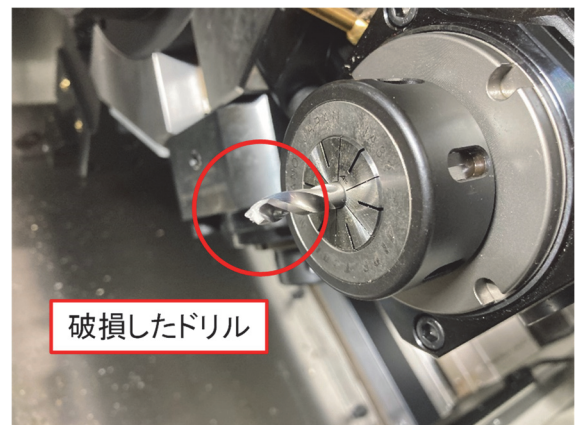


図11 破損したドリル

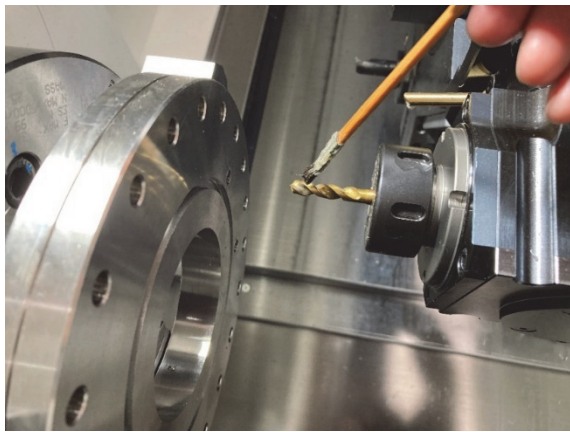


図 12 ドリルにタッピングペーストを塗布している様子



図 13 加工後のフランジ

#### 4. まとめ

NC 旋盤は、必要な工具やチップを揃えるのにそれなりの費用がかかるが、精度を要する加工はもちろんのこと、一度加工プログラムを作成すれば、同じものを数多く加工する場合や同様な加工を行う場合に大変有用であることがわかった。

また、NC 旋盤を使用するにあたっては、加工工程の検討、工具の選定、工具登録やワークオフセット、加工プログラムの作成や工具の動きの確認など、加工前の事前準備が大変重要だということがわかった。さらに、依頼者から図面を受け取って、ただ単に作業を行うだけでなく、事前に依頼者との打ち合わせを綿密に行って、依頼者の要望を細かく聞き取り、こういった加工が要求されているのかを理解して作業を行うことが大切だということがわかった。

#### 謝辞

今回、NC 旋盤を用いた機械加工の機会を与えてくださった高温プラズマ理工学研究センター花田和明教授に感謝いたします。