

マッハプローブ固定治具製作について

牟田口, 嵩史
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4060758>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 2, pp.17-18, 2020-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

マッハプローブ固定治具製作について

牟田口 嵩史

要 旨

応用力学研究所核融合力学部門では、直線磁化プラズマ実験装置 PANTA (Plasma Assembly for Nonlinear Turbulence Analysis) を運用し、プラズマ乱流のメカニズムを解析する研究を行っている。PANTA で発生させたプラズマを計測する機器の一つとして、マッハプローブが用いられている。今回、そのマッハプローブを構成する固定治具の製作を依頼された。本書では、マッハプローブ固定治具の製作過程における失敗や工夫について報告する。

キーワード

マッハプローブ PANTA 機械加工

1. はじめに

応用力学研究所核融合力学部門では、直線磁化プラズマ実験装置 PANTA (図 1) を用いてプラズマ乱流に関する基礎研究を行っている。プラズマの温度、密度、流速などを計測する手法の一つとして、マッハプローブが用いられている。

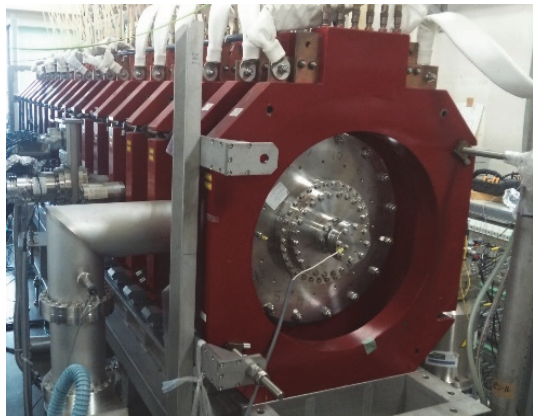


図 1 PANTA

マッハプローブとは、複数のプローブをプラズマの流れに対して異なる方向に設置し、得られたイオン飽和電流値の差から、イオンマッハ数を求めるための測定機器である。イオンマッハ数とは、プラズマ中のイオンの振る舞いを記述するために必要な無次元量である。

プローブの形状は、芯線となる電極に $\phi 0.5\text{mm}$ のタングステン線を用い、その外周をアルミナセ

ラミックスの管で絶縁している。

今回、マッハプローブに組み込まれている複数のプローブを等間隔に配置し、固定するための治具製作の依頼を受けた。

2. マッハプローブ固定治具の製作条件

マッハプローブ固定治具の製作は既存部品の改良であり、以下のような条件が出された。

- ▶ 材質は、非磁性体の SUS304 であること
- ▶ プローブを固定する溝と、プローブのクリアランスをできる限り少なくすること。
- ▶ プローブを治具で挟み込んで固定すること。
- ▶ 治具が、 $\phi 24\text{mm}$ の既存のガイドに収まること。

3. 加工用治具の製作

切削作業では、フライス盤を用いて、正確に溝と穴加工を施す必要がある。この際に、材料をバイスで掴み固定するが、材料の底面が曲面であるため、通常の固定方法では接触面積が少なく、加工中に材料が動いてしまう恐れがあった。それを防ぐため、加工用治具 (図 2) の製作を行った。

加工中に材料が回転することを防ぐ目的で、材料との接触面積を増やすために、材料の径と同じ円弧の溝を設けた。また、材料の中央部で貫通穴加工を行う際に邪魔にならないよう、2 つの治具で両端を支えるようにした。

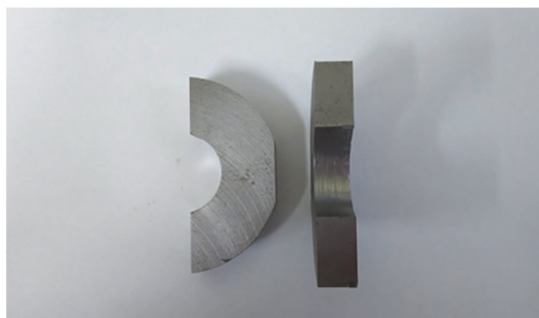


図2 加工用治具

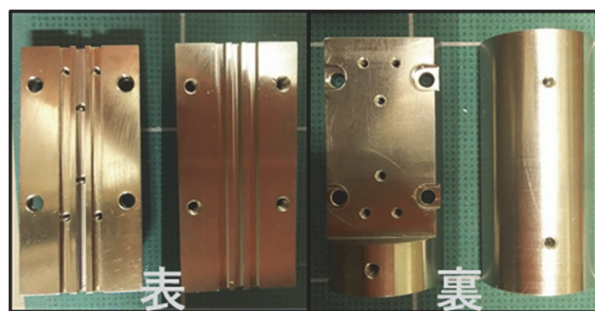


図3 マッハプローブ固定治具

4. 製作工程

以下に、マッハプローブ固定治具の製作工程を示す。

- ① 旋盤を用いてSUS304の丸棒から $\phi 23.8\text{mm}$ 、長さ 50mm になるように2つ削り出す。
- ② フライス盤のバイスに、加工用治具を用いて材料を固定する。
- ③ 面カッターを用いて、半円筒に切削する。
- ④ $\phi 2\text{mm}$ のエンドミルを用いて、幅 2mm 、深さ 1mm の溝2本を、切込み量 $0.1\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$ で切削する。
- ⑤ $\phi 1\text{mm}$ のエンドミルを用いて、幅 1.8mm 、深さ 1.5mm の溝を、④と同様の切削条件で切削する。
- ⑥ もう一つの材料と交換し、同様に②～⑤の工程を施す。
- ⑦ ドリルで、M2.5の下穴を4つ開ける。
- ⑧ 加工用治具を敷金に交換し、材料を反転させ溝加工した面の反対に、M2.5の下穴を2つ深さ 5mm で開ける。
- ⑨ もう一つの材料に交換し、⑧と同様に固定後エンドミルを用いて、端面から 10mm 残り、厚さ 5mm まで切削する。
- ⑩ $\phi 3\text{mm}$ を4つ、M1.7の下穴を6つ、貫通で開け、M2.5の下穴を1つ非貫通で開ける。
- ⑪ $\phi 3\text{mm}$ の穴の上に、ビス頭埋め込み用の窪みを、 $\phi 6\text{mm}$ のエンドミルで切削する。
- ⑫ $\phi 2\text{mm}$ の空気抜き穴を、端面側から7つ開ける。
- ⑬ タップ加工を施す個所に、ザグリを施す。
- ⑭ M2.5を3つ、M1.7を6つタップ加工する。
- ⑮ 製品をアセトンに浸け、超音波洗浄する。

製作したマッハプローブ固定治具を図3に示す。

5. 失敗と対策

前述の製作工程⑮のM1.7タッピング加工において、工具を破損させてしまった。折れたタップが製品内部に残り、取り除けなかったため、再製作を行った。失敗の原因は、タップが摩耗した状態で作業を続けた点と、下穴の径が狭く切屑の排出不良になった点であった。タップへの負荷を軽減し、タップ折れの危険を防ぐため、再製作の際に、以下のような対策を講じた。

- ▶ 下穴の径を 0.2mm 大きくし、切屑が排出され易いようにする。
- ▶ タップ1本当たりの加工回数を2カ所までとし、摩耗した状態で使用しないようにする。

対策の甲斐もあり、再製作はスムーズに進めることができた。

6. おわりに

製作したマッハプローブ固定治具は、現在問題なく実験で使用されている。

ステンレス材料の精密加工については、核融合分野などの真空装置関連で需要があるため、今後も依頼があると考えられる。その時には、今回の経験を活かし、より良い製品をスムーズに製作できるよう努めたい。

謝辞

本治具を製作する機会を与えて頂いた稲垣滋教授に、この場を借りて感謝の意を表します。