

PLATO実験装置における機械工作物の紹介

牟田口, 嵩史
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4482081>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 3, pp.19-21, 2021-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



PLATO 実験装置における機械工作物の紹介

牟田口 嵩史

要 旨

核融合力学部門乱流プラズマ物理実験分野では、プラズマの乱流構造を研究するため、トーラス型プラズマ発生装置 PLATO を製作している。大型プラズマ実験装置の立ち上げにあたっては、電源、コイル、真空容器、計測機器、各種配線などの物を一つにまとめ上げる必要がある。本稿は PLATO 実験装置の立ち上げに際し依頼された、計測機器や架台等の機械工作製作物について紹介する。

キーワード

PLATO 乱流プラズマ ログスキーコイル 機械工作

1. はじめに

PLATO (Plasma Turbulence Observatory) 実験装置 (図 1) とは、トーラス型プラズマを生成し乱流を励起させる装置である。本装置では、発生させたプラズマを、乱流トモグラフィや重イオンビームプローブなどを用いて、大域的な計測と局所的な計測を組み合わせた統合的な観測を行っている。本研究は、核融合力学部門乱流プラズマ物理実験分野の藤澤彰英教授主導のもと、乱流プラズマの構造形成と機能発現の原理に迫ることを目的として、科研費助成事業の特別推進研究に登録されている^[1]。

今回 PLATO 実験装置の立ち上げに際し、機械工作を依頼されたので、それらを以下に紹介する。

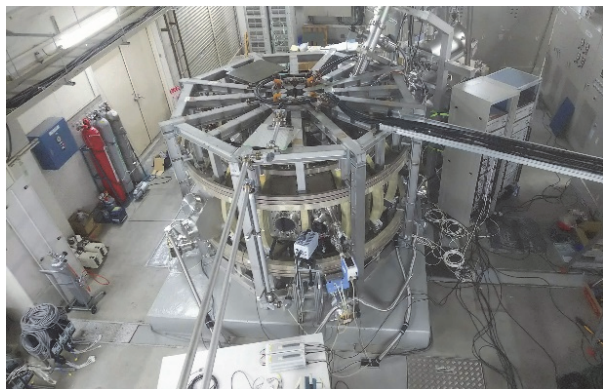


図 1 PLATO 実験装置

2. PLATO 実験装置関連工作物の紹介

2-1. ログスキーコイル試作

ログスキーコイルとは、空芯のコイルを測定対象の周囲に配置し、その磁束変化を検出することにより電流を計測する装置である。ログスキーコイルは、PLATO 実験装置の真空容器内に設置される。

今回は、芯棒となる絶縁部品の試作を依頼された。コイルの形状は、真空容器の断面に沿った形となる。そのため、芯棒を 12 本に分割し繋ぎ合わせる方法で製作することとなった。使用する材料は、コイルを巻き付ける芯材に $\phi 15\text{mm}$ のテフロン棒、テフロンを繋ぎ合わせるネジに $\phi 10\text{mm}$ の PEEK 棒を使用した。テフロン棒の両端面には、M10 の雌ネジを施し、PEEK 棒は M10 $\times$ 36mm の雄ネジに加工し、軸中心に $\phi 2\text{mm}$ の貫通穴を施した。

テフロンは柔らかく、タップ加工を施す際に、歪れてネジ山が低くなる問題が起きた。対策として、下穴直径を 0.1mm 小さくし、タップをスパイラルタップからストレートタップに変更し、三段階に分けて加工する事にした。これにより、作業時間は増えるが、ネジ山が低くなる問題は解消できた。PEEK 棒は硬かったが、無理にダイス加工を行うと捻じ切れてしまったため、切屑を丁寧に取り除きながら加工した。製作した部品の一部を図 2 に示す。



図2 ロゴスキーコイル試作部品

図2に示すように、テフロン棒の両端へ PEEK のネジを取り付け、繋ぎ合わせていく。全ての部品を繋ぎ合わせた後に 5 カ所を曲げて、真空容器断面に添うよう形の輪に成形し完成となった。

2-2. 各種コイル接続用フィード

PLATO 実験装置に備わっている磁場コイルは、オーミックコイル、トロイダルコイル、ポロイダルコイルの 3 種類である。このうち、オーミックコイルとトロイダルコイルについて、コイル巻き線の端につけるフィードの製作を行った。

オーミックコイルは 6 対で構成されており、巻き線に取り付けるフィードを銅で、それを挟み込むように保護する絶縁カバーをベークライトで製作した。ベークライトは、切削加工中にエッジ部分が欠けやすいため、フライス盤で加工する際に、エンドミルの切込み量を少なくすることで、欠けを予防した。

トロイダルコイルは 16 対で構成されており、それぞれの巻き線の端にフィードを着けるため、32 組製作した。フィードは銅で製作し、絶縁カバーは必要なかった。取り付けの様子を図3に示す。



図3 トロイダルコイルフィードを取り付けた様子

2-3. 高速カメラ用架台

PLATO 実験装置では、真空容器側面のガラス窓から、高速カメラを用いてプラズマの生成状況を撮影している。既製品の三脚を使用することもできるが、位置調整に手間取ることと、三脚の脚が 1 本通路側に飛び出し危険なため、専用の架台を製作することとなった。材料にはアルミフレームを使用し、レール代わりに用いることで前後左右の位置調整を容易にした。上下位置の調整機構は、三脚の物を雲台ごと組み込み省スペースにすることができた。図4に高速カメラ用架台を示す。

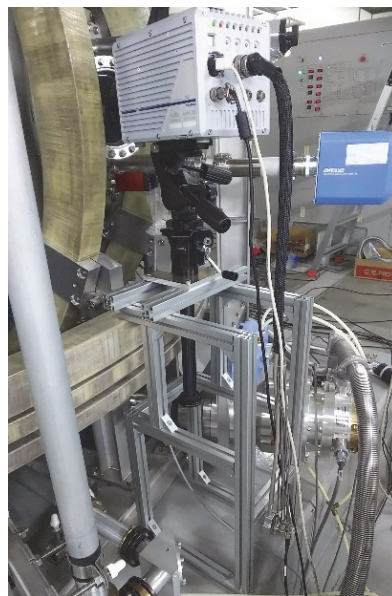


図4 高速カメラ架台

2-4. その他

上記した物の他に、ターボ分子ポンプコントローラ・ゲートバルブスイッチ・真空計をラックに固定するパネル（図5）、大型モニタを固定するためのマウントフレーム（図6）、を製作した。



図5 真空機器用制御パネル



図 6 大型モニタ用マウントフレーム

3. 今後の課題

今回製作した物は、現在問題なく使用されている。しかし、今後計測手法の変更や装置の改造等

により、使い難くなる可能性が考えられる。その場合は、状況に合わせて最適な物を製作できるように努力したい。

参考文献

- [1] 藤澤彰英・稲垣滋・井戸毅・飯尾俊二：統合観測システムで解き明かす乱流プラズマの構造形成原理と機能発現機構，The Journal of the Japan Society of Plasma Science and Nuclear Fusion Research Vol.95.No.8,391397,2019

謝辞

本製作を行う機会を与えて頂いた、九州大学応用力学研究所核融合力学部門乱流プラズマ物理実験分野の藤澤彰英教授、文賛鎬助教、製作にあたり手助けを頂いた、広島大学先進理工系科学研究科の山崎広太郎助教に、この場を借りて御礼申し上げます。