

QUEST高温壁取り外し治具の製作について

牟田口, 嵩史
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4794808>

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.28-30, 2022-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

QUEST 高温壁取り外し治具の製作について

牟田口 嵩史

要 旨

高温プラズマ理工学研究センターでは、QUEST 実験装置を用いてトカマクラズマの長時間維持を目指し研究が行われている。真空容器壁面の水素吸蔵を抑制するために、壁面温度を 300°C~500°C に維持する高温壁が採用されている。その高温壁の一部で温度が上昇しない問題が発生し、ヒーター線の断線が疑われた。その調査を行うにあたり、重量物である高温壁を安全に引き出すための治具が必要となった。本レポートでは、製作した治具を紹介する。

キーワード

QUEST 高温壁 機械加工

1. はじめに

QUEST 実験装置 (図 1) では、プラズマと壁の相互作用の研究の一つの目的にしている。長時間のプラズマ維持のためには、燃料となる水素雰囲気制御が重要となっている。真空容器壁面は低温時に水素を吸蔵し高温になると放出する特性がある。この特性は、真空容器雰囲気中の水素量を一定に制御するための妨げとなる。そこで、壁面を予め高温にし、水素の吸蔵を減少させることで雰囲気中の水素量を制御するシステムとして、加熱冷却制御ができる高温壁 (図 2) を採用している。高温壁は 2012 年度より導入され実験を重ねてきた。

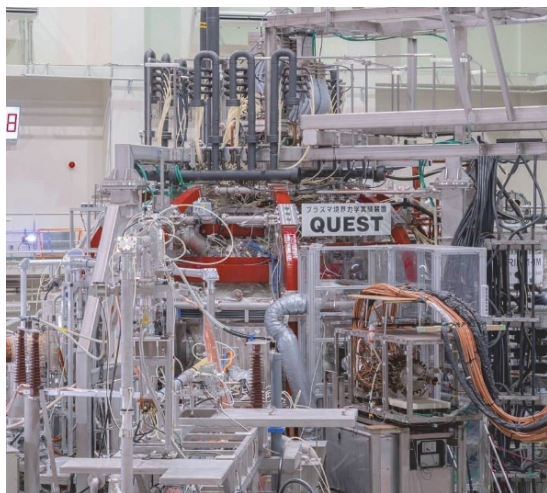


図 1 QUEST 実験装置

この高温壁において、一部が昇温できない問題が発生した。ヒーター線の断線が疑われたため、実際に線を確認する調査が必要となった。高温壁は重く、狭い真空容器内での作業であることから、取り外し用治具を製作することとなった。



図 2 高温壁

2. 高温壁取り外し治具製作要件

治具を製作するにあたって、重量物を取り扱う作業であることと、真空容器内での作業ということを考慮し、以下のような要件が求められた。

- ① 質量十数 kg の高温壁を支持し自立する。
- ② 高温壁を固定部と同じ軸上で引き出す。
- ③ 真空容器内に持ち込み可能な重量にする。
- ④ 治具使用中も通路を確保する。
- ⑤ 真空容器中を傷つけ、汚染しない。
- ⑥ 治具の設置方法を簡易なものにする。

3. 治具の設計

高温壁取り外し治具の製作要件を満たすため、以下のような設計を行った。図3に高温壁取り外し治具の略図を示す。

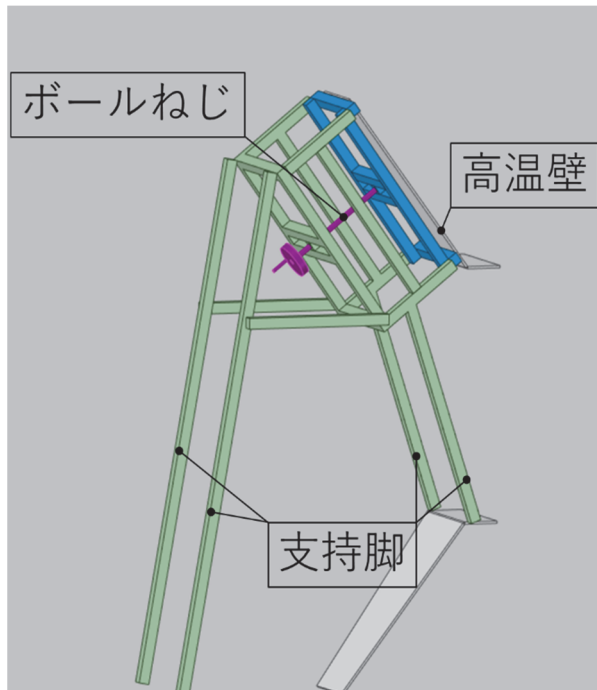


図3 高温壁取り外し治具略図

重量物である高温壁を支持するため、角度と伸縮を調節できる4本の脚を設けた。4本のうち2本は、真空容器内下面ダイバーター板に接地、残りの2本を、下部パネルの赤道面へ接地することとした。また、荷重がかかった際に脚が開き転倒することを防ぐため、開き止めを設けた。

高温壁を並行に引き出すために、高温壁に取り付けた枠をボールねじで移動させる方法を採用した。移動時に枠が傾いたりしないよう、ガイドとなるフレームを設け、一定の軌道で移動するようにした。

真空容器内への持ち込みと、治具設置時の通路確保の観点から、フレーム断面をマンホール通過可能な大きさである約300mm²に収め、支持脚と

高温壁固定用の枠を分解できるようにした。また、組み立て易いように全て同一規格で少数のボルトで固定できるようにし、工具持ち替えの手間を軽減した。

治具の設置方法は、まず高温壁固定用の枠をボルト3本で高温壁に固定する。次に、ボールねじごと周囲のフレームを差し込む。最後に支持脚の長さを調整し、各所に接地して完了となる。

真空容器内ということで、傷をつけないように支持脚の設置部にはラバーシートを取り付けた。ボールねじは、どうしてもグリスを使用するので、飛散しないよう、ポリ袋で覆うようにした。

強度と軽量であることから、使用材料はアルミ引き出し成型の構造材（以下アルミフレーム）を使用した。

4. 治具の製作

基本的に使用する材料は、アルミフレームであるため比較的加工作業は軽微であった。一番時間を割いたのは、ボールねじを用いた可動部であった。軸受けの製作に始まり、組み立てに苦心した。取り付ける位置の誤差や、ガイドに対し軸が傾くと干渉し動きが悪くなるため、微調整を繰り返しながら組み立てを行った。高温壁を固定するボルトを通す穴は、中心から多少ずれても取り付けが可能ないように、通常より1mm直径を広げた。図4に高温壁取り外し治具を示す。

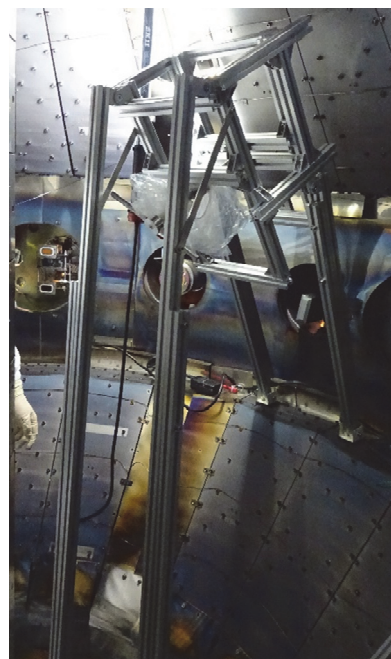


図4 高温壁取り外し治具

5. 高温壁の取り外し

製作した治具をアルコールで拭き上げ、所定のパーツに分解し、真空容器内へ搬入した。ボールねじ部分が僅かに大きく追加でフレームを一部分解したが、それ以外は想定通り進んだ。高温壁の固定ボルトをすべて取り除いた際、少し遊びがあり、治具が沈むような動きをしたが、自立することができた。図5に、実際の作業の様子を示す。

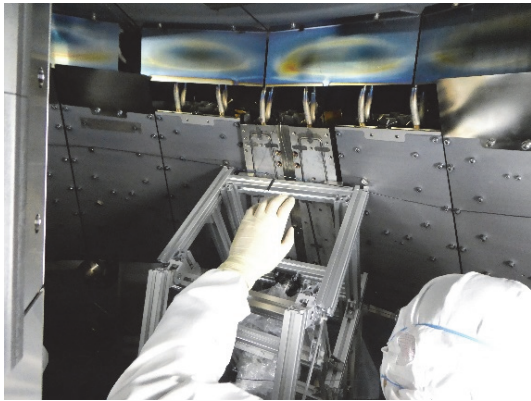


図5 高温壁を引き出す様子

また、高温壁を元の位置へ戻す際に、治具への荷重の掛かり方が偏ったため、ダイバーター板に接地した支持脚が片方浮いてしまった。所々に問題点を見つける事となったが、高温壁の取り外し及び、取り付けを行うことができた。

6. おわりに

治具製作を通し、重量物を支えつつ可動させることの難しさを実感した。今回の作業により発覚した問題点を踏まえ、新たな治具の製作を検討している。主な課題は、荷重が掛かりスライドさせるガイド部分の摩擦抵抗や撓み・捻じれである。自作に拘らず、有用な製品を適宜取り入れながら改良に取り組んでいきたい。

謝辞

高温壁取り外し治具製作の機会を与えて頂いた花田和明教授、井戸毅教授にこの場を借りて感謝の意を表します。