

## 真空容器内の出入口用架台ユニットのリプレイス

永田, 貴大  
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/2329119>

---

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 1, pp.21-24, 2019-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

# 真空容器内の出入口用架台ユニットのリプレイス

永田 貴大

## 要 旨

高温プラズマ理工学研究センターでは、球状トカマク装置 (QUEST) で核融合発電を目指したプラズマ実験を行っている。QUEST の中心部は真空容器になっており、実験準備期間中には出入口用架台ユニット (以下、架台ユニット) を取り付けることで、真空容器内に作業が入れる構造になっている。しかし、従来の架台ユニットは、運搬が困難になる程の重量があった。そのため、架台ユニットの軽量化を目的にリプレイスしたので紹介する。

## キーワード

真空容器 QUEST マンホール アルミフレーム

## 1. はじめに

球状トカマク装置 (以下、QUEST) とは、プラズマを発生させる装置である。プラズマを発生させるには超高真空領域 ( $10^{-5}\text{Pa}\sim 10^{-8}\text{Pa}$ ) でなければならないため、装置には真空容器 (図 1) が備わっている。この真空容器には、大小様々なポートが全方位の上部、中央部、下部の計 128 個あり、真空排気用の排気口や高周波発生装置の入射窓、試料搬送装置の出入口などに用いられている。実験準備期間中に、これらポート内の 1 つ (以下、マンホール、図 2) を開放し、取り付けられるのが本稿で紹介する架台ユニットであり、実験準備期間満了に伴い、取り外される。

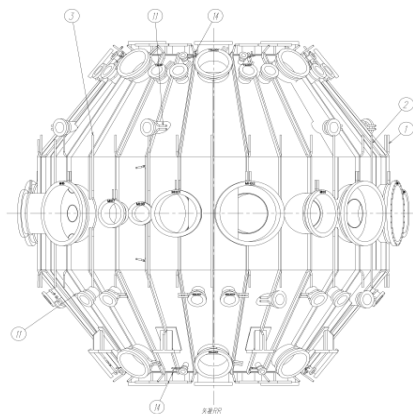


図 1 真空容器側面図

架台ユニットの主な用途としては、真空容器内の改造・改修や壁面観測、試料取り付けなどによる作業者の出入りおよび工具・部材・資料の出し入れである。そのため、従来の架台ユニットの材質は、強度を重視したステンレスであった。しかし、ステンレスには強度がある一方で重量があり、運搬に多大な労力が必要なため、軽量化を目的にリプレイスすることにした。

## 2. 架台ユニットの取付け箇所概要

### 2-1. マンホールについて

マンホールは東側の中央部に位置し、直径 570mm の円状である。マンホールの中心には、直径 500mm の開口があり、開口外周 (フランジ面) には、F570 用のフランジを取り付ける計 32 個の貫通穴が開けられている。

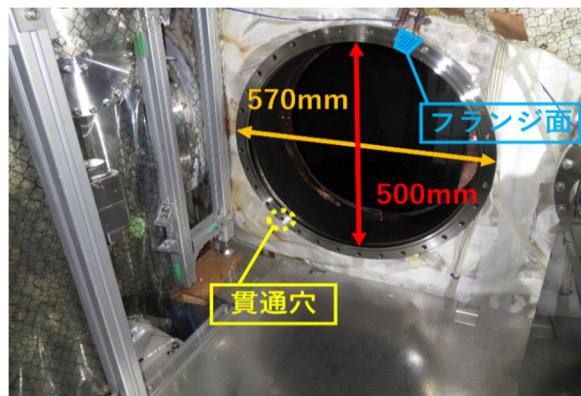


図 2 マンホール

## 2-2. マンホールの周辺状況について

QUEST 周辺には各種装置や架台などが密集しており、マンホール周辺も同様の状況である。そのため、マンホールまでの経路は人が一名通れる程度の通路幅（最小幅 430mm）しかない。なお、QUEST は、高さが 2.8m ある大型の実験装置であるため、地上からマンホールまでの高さがあり、アルミフレームで組まれた昇降架台（図 3）を用いてアクセスしなければならない。

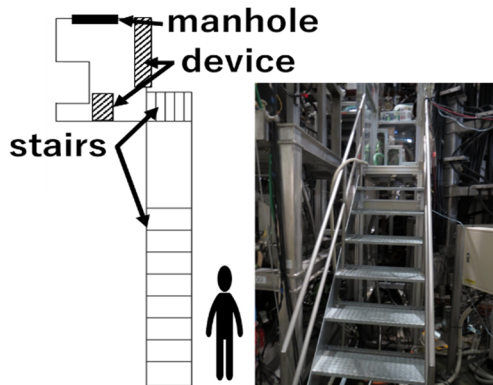


図 3 昇降架台上面図と参考図

## 3. 従来の架台ユニットの概要

従来の架台ユニットは、3つの部品から構成されている。架台ユニットの主体である枠部（図 4、重量 20kg）、作業員が腹ばい状態で出入りするハシゴ部（図 5、重量 15kg）、枠部とハシゴ部を繋ぐ固定部（図 6、2本の合計重量 5kg）である。各部品を組み合わせると、従来の架台ユニットの総重量は 40kg となる。各部品の全体図と従来の架台ユニットの取付け図（図 7）を示す。

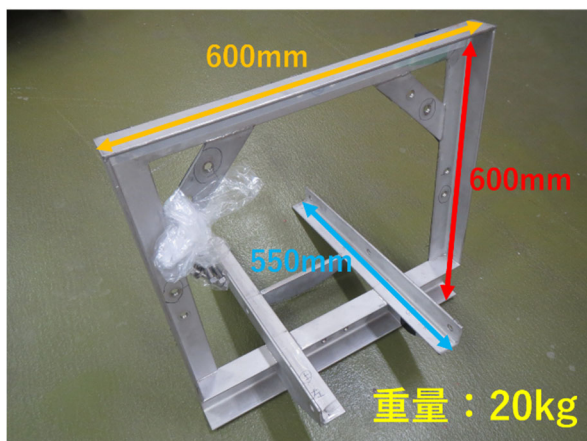


図 4 枠部全体図

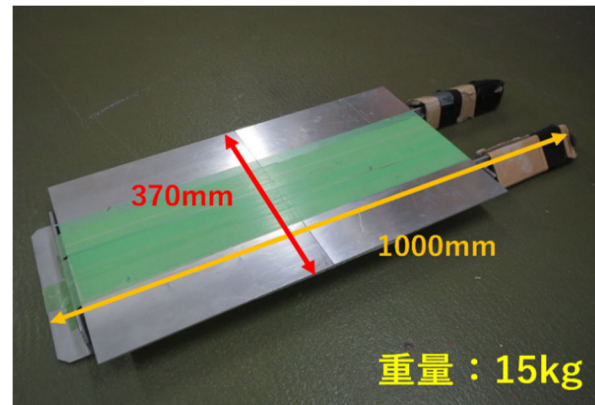


図 5 ハシゴ部全体図



図 6 固定部全体図

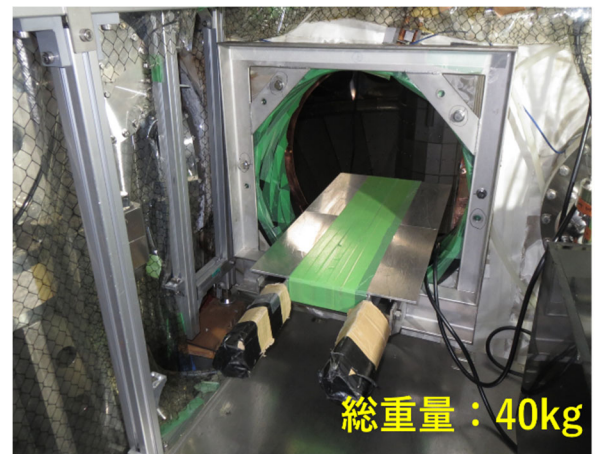


図 7 従来の架台ユニット取付け図

### 従来の架台ユニットの取付け作業工程

- I. 各部品をマンホール付近まで人力にて運搬する
- II. 保護テープ等でマンホールを保護する
- III. マンホールのフランジ面にある4個の貫通穴を利用して枠部を取付ける
- IV. 固定部を用いて枠部とハシゴ部を繋げる

この作業行程で、特に労力を必要とするのは、枠部の運搬であった。枠部の特徴として 20kg の重量があり、且つ最大幅 600mm と寸法も大きいいため、2 名体制で昇降架台の間隙を縫うようにして運搬しなければならなかった。

## 4. 新規架台ユニットの概要

### 4-1. 設計

#### 4-1-1. 製作部材の検討

設計する上で、まずは架台ユニットを製作するための主要な部材を検討した。部材は、ステンレスよりも軽量であり、且つ強度も十分でなければならない。そこで検討したのが、市販品のアルミフレームであった。アルミフレームは、錆びにくく、軽量で強度があり、組み立てが容易である。

#### 4-1-2. 取り付け方法の検討

従来の架台ユニットでは、マンホールのフランジ面の貫通穴を利用して取り付けしていた。しかし、この方法はマンホールと架台ユニットの接触面積が広くなり、フランジ面に傷付きが生じてリークの要因になる。そこで、昇降架台に取り付ける方法を検討した。昇降架台は、製作部材と同じアルミフレームで組み立てられているため、サイズを合わせれば、架台ユニットの取り付けが容易となる。

#### 4-1-3. 設計図の作成

ハシゴ部を従来の平板ではなく、ローラーコンベアに変更し、作業者の出入りをスムーズにした。設計図 (図 8) を示す。

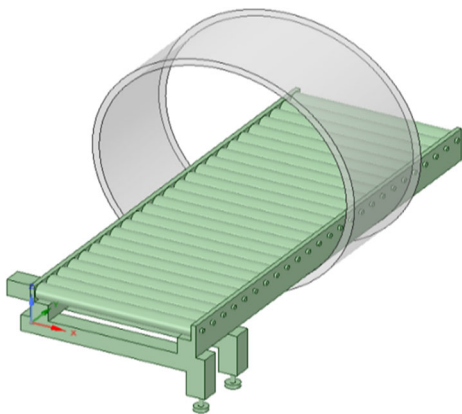


図 8 新規架台ユニットの設計図

### 4-2. 製作

昇降架台で用いられていたアルミフレームのサイズ (40×40mm) で、新規架台ユニットの足場部 (図 9) を製作した。足場部の全てをアルミフレームで組み、重量は 5kg であった。ハシゴ部 (図 10) には、市販品である機長 1,000mm・機幅 370mm のローラーコンベアを利用した。ローラーコンベアのフレームがステンレス製で、従来のハシゴ部と同じ重量 (15kg) であった。足場部とハシゴ部をネジ 4 本で組み合わせ、新規架台ユニットの総重量は 20kg となった。各部品の全体図と昇降架台に取付けた後の完成図 (図 11) を示す。

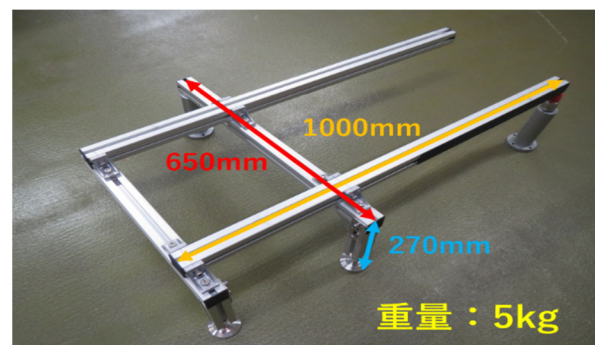


図 9 足場部全体図

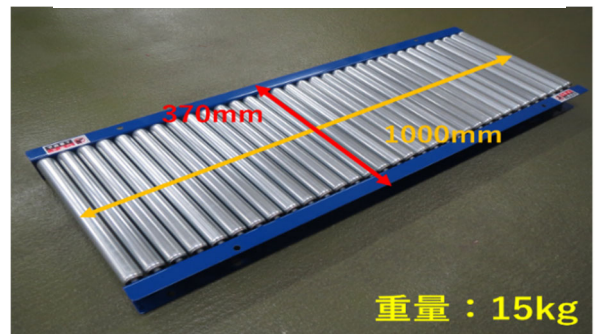


図 10 ハシゴ部全体図

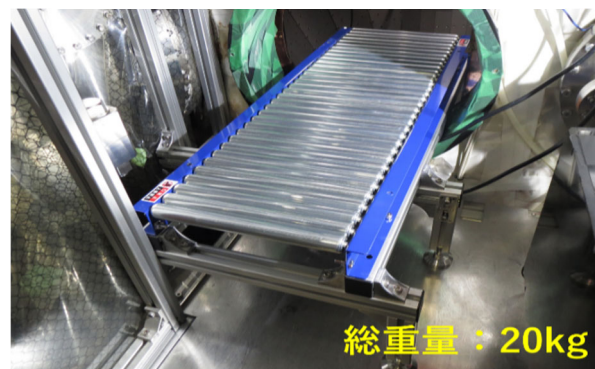


図 11 新規架台ユニットの完成図

## 5. おわりに

ローラーコンベアを用いたことで、ハシゴ部を軽量化することはできなかったが、主要な部材をステンレスからアルミフレームにしたことで、総重量を 40kg から 20kg に半減することができた。また、マンホールと架台ユニットの接触面積も狭くなっており、接触箇所であるアルミフレームには保護ラバーを取り付けることで、マンホールの傷付きを抑制した。

取り付け後に利用調査を実施したところ、「出入りが容易になった」との意見が多くあった。今回のリプレイスによって、架台ユニットの利用者にもメリットになったことは大変嬉しい思いであった。

## 6. 今後の課題

架台ユニットから真空容器内床面までの高さが 1,000mm 程度あるのに加え（図 12）、身体を横たえて出入りする方法が影響し、真空容器内での架台ユニットの上り下りが苦難であった。今回のリプレイスで、真空容器内側の足場部に昇降を補助できる架台を加えた設計の検討もしていた。しかし、真空容器内の壁面および床面に負荷をかけてはいけない点と作業者の出入りの態勢が特殊である点が障害となり、今回の新規架台ユニッ

トの設計には加えなかった。更に実用的な架台ユニットにするため、今後の課題としたい。

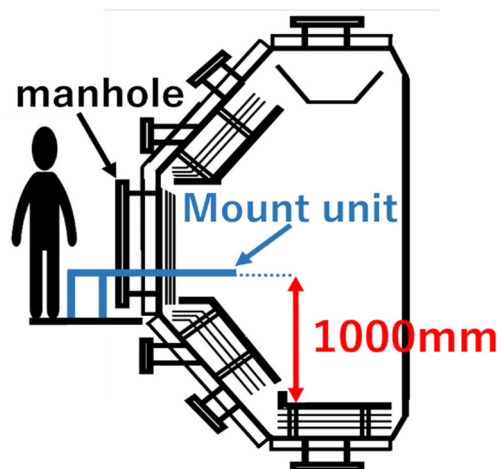


図 12 真空容器断面図

### 謝辞

新規架台ユニットを設計・製作する上で、予算のサポートをして頂いた出射浩センター長、助言や製作補助をして頂いた技術スタッフの川崎昌二氏ならびに山下雅典氏、利用調査でご意見を頂いた方々に御礼申し上げます。