

JT-60U 中性粒子入射装置の解体・改造手順

○藻垣和彦^{A)}、花田磨砂也^{A)}、河合視己人^{A)}、椛澤稔^{A)}、秋野昇^{A)}、小又将夫^{A)}、
薄井勝富^{A)}、小島有志^{A)}、大麻和美^{A)}、菊池勝美^{A)}、清水達夫^{A)}、大島克己^{A)}、
佐々木駿一^{A)}、久保直也^{A)}、関則和^{A)}、根本修司^{A)}、田中豊^{A)}、
西澤功^{B)}、大槻信一^{B)}、山下泰郎^{C)}、岡部良雄^{D)}

^{A)}日本原子力研究開発機構 那珂核融合研究所

^{B)}日本アドバンステクノロジー

^{C)}(株)日立製作所

^{D)}AE 機器エンジニアリング (株)

1 はじめに

日本原子力研究開発機構においては、核融合試験装置(JT-60U)の超電導化改修の一環として、H22年度から本格的な解体作業に着手する。それに先立ち、H21年11月～H22年1月中旬の期間に、解体品の搬出ルート上に設置されているJT-60U中性粒子入射装置(NBI)用の電源(高電位テーブル)を撤去・搬出した。本稿では、高電位テーブル(HVT)は総重量150トンの超大型構造体の解体手順や方法について報告する。

2 NBI加熱装置の解体の概要

NBI加熱装置はJT-60プラズマへ重水素又は水素の中性粒子ビームを入射することによって、プラズマを加熱する装置であり、イオン源でイオンを生成し、静電的に加速した後、ガスセル内で中性粒子に変換し、高速の中性粒子のみをプラズマへ入射し加熱するものである。JT-60Uには、正電荷と負電荷を1次イオンとして用いている2種類のNBIが取り付けられている。これらのNBI装置は、JT-60Uの次期装置である超電導コイルを用いた核融合装置

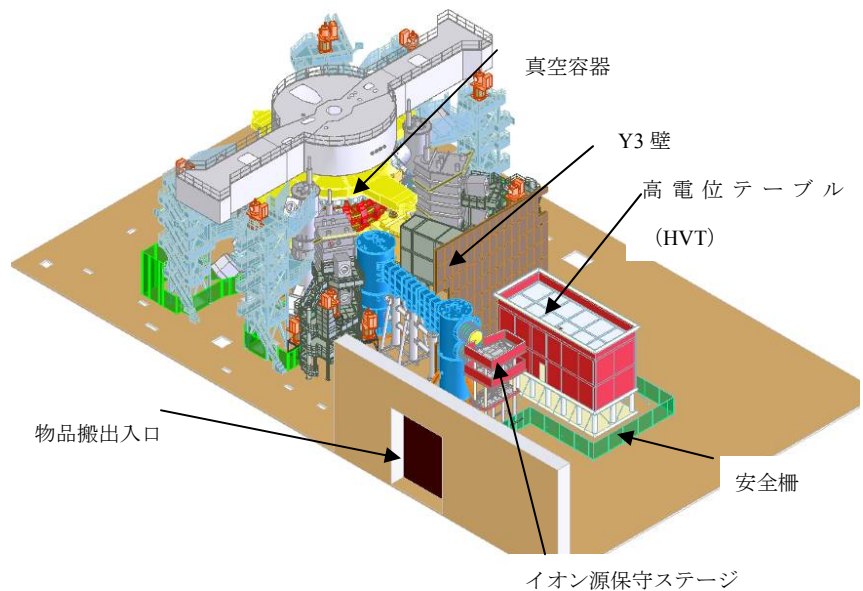


図1 JT-60U 外観図

(JT-60SA)において、再使用されるため、解体撤去された後、長期保管される。解体撤去作業はH22年度より本格的に開始される。本格的な解体作業に先立ち、H21年11月～H22年1月中旬にかけて、本体室からの物品の搬出ルートを確認することを目的に、搬出ルートの中央部分に設置されている負イオンNBI用高電位テーブル(HVT)を撤去する。撤去対象となるHVTは負イオン源へ電力を供給するソース電源を収納している4階構造の超大型構造体であり、大別すると、2-4階のソース電源収納筐体とその筐体を大地から絶縁し支持する

絶縁柱で構成されている。HVT の大きさは長さ 13.1 m、巾 5.6m、高さ 10 mであり、電源を含めた総重量は約 150 トンである。コスト削減や工期短縮のために、撤去のための分割数は極力抑えられており、ソース電源収納用筐体と絶縁柱を含む支持筐体に 2 分割し、それぞれを撤去する。内部に収納されている電源は収納用筐体とともに一括撤去する。このために、電源収納筐体は H 鋼で補強するとともに輸送用の吊り金具を 8 か所溶接した後、クレーンで仮吊りし、収納用筐体と支持筐体を分割する。分割は数日間に渡って実施されるために、その期間に HVT が

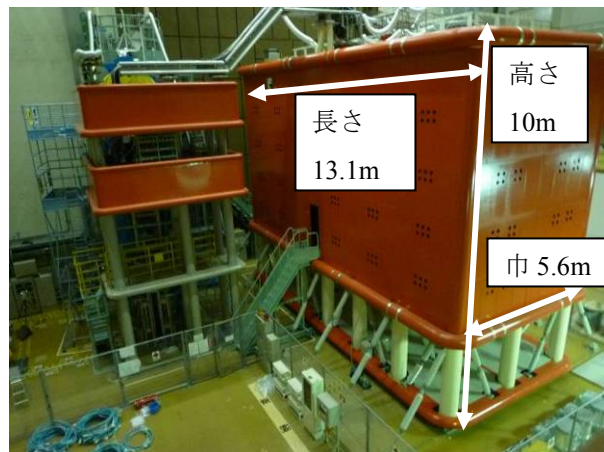


図 2 解体前の HVT 及びイオン源保守ステージ

転倒することを防ぐために、分割した箇所を専用の仮受け架台で支持しながら作業を進める。全ての連結ボルトを取り外し後、仮受け架台を外し、除染後に別の建屋に運び出す。その後、残った 1 階の支持筐体を撤去する。HVT に加えて、イオン源保守ステージや高電圧ブッシングも H21 年 11 月～H22 年 1 月中旬の期間に撤去する。但し、負イオン NBI のビームラインは現在の位置で保管・管理される。

その後、H22 年 1 月中旬～6 月にかけて、本体室の中性子遮蔽体や真空容器周りの計測装置が撤去され、その後、真空容器の周りに設置されている正イオン NBI 装置の解体を始める。10 基の正イオン垂直 NBI タンク全てを撤去し、その内、JT-60SA で再使用される 8 基は再使用のための養生を行った後、HVT と同じ放射線管理区域内で保管・管理する。残り 2 基は本体真空容器と同じ管理区域内で保管する。また、4 基の正イオン接線 NBI タンクは JT-60SA 真空容器等の組み立てを考慮して、現在の設置位置からずらして本体室内で保管・管理する。NBI 装置を含む真空容器周辺機器を撤去した後に、真空容器本体を撤去する予定である。

3 放射化物の取扱い

JT-60U 装置は D-D 反応により中性子を発生するため、放射線管理区域内に設置されており、運転中に同管理区域に設置されていた機器は、全て放射化物として取り扱う。このため、解体・撤去品は放射線障害防止法に従い処理されている。具体的な解体撤去作業及び管理について以下に示す。

- (1) 解体・撤去品は別途新たに設けた放射線管理区域内で保管・管理する。
- (2) 本体真空容器とそれに通ずる再使用機器（全ての NBI 真空容器）は開口部を閉止フランジで封入した状態で保管する。
- (3) 真空容器とそれに通ずる不使用機器（入射ポート）はキャスク（金属密閉容器）内に収納保管する。
- (4) 機器の切断等は、汚染拡大抑制のために、極力パイプカッターやハンドソー等を用いて実施する。溶接（溶断）及びグラインダー等で加工・切断作業時は、作業場を区画化し、作業場内を排気する。



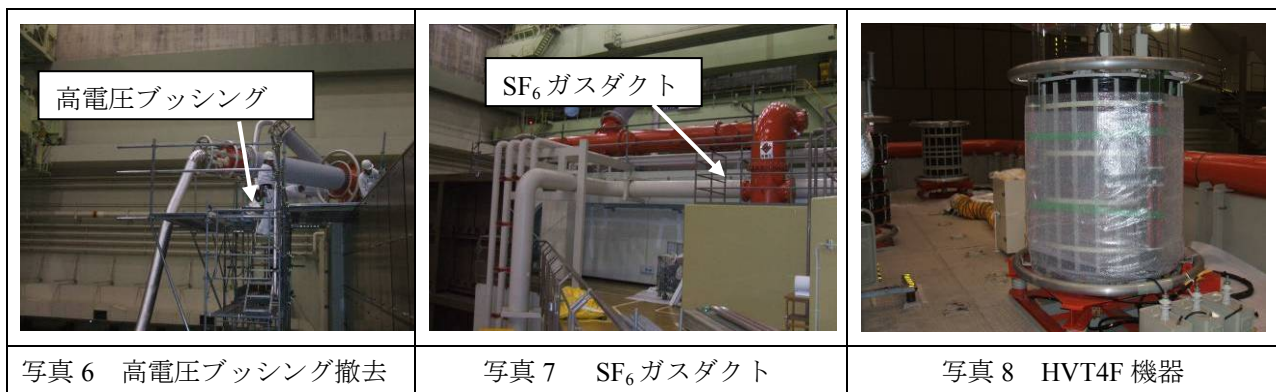
写真 3 計測線等の撤去



写真 4 HVT 安全柵撤去



写真 5 HVT4F ケーブルトレイ撤去



4 HVT の解体・撤去

(1) 準備作業

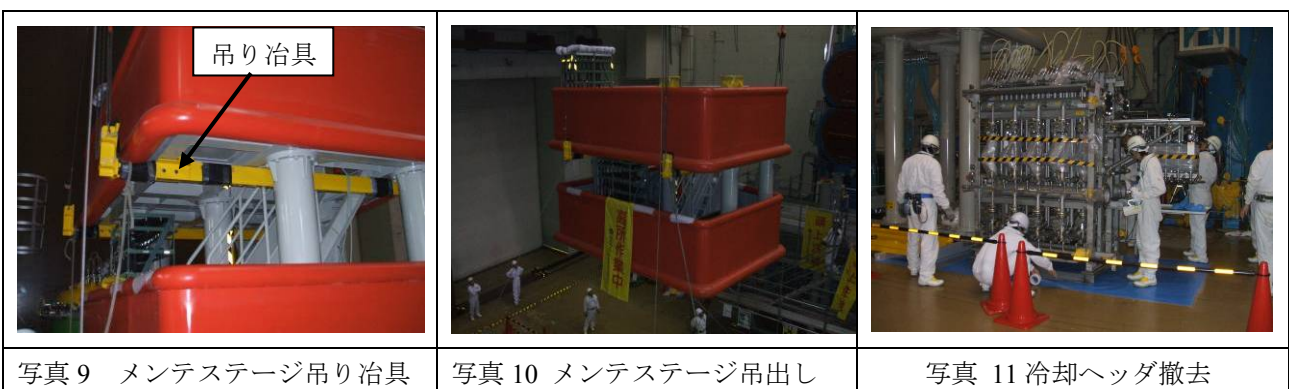
準備作業として、HVT の各種電源の制御計測用の光ファイバケーブル等の撤去（写真 3）。これに引き続き、高電位テーブル周辺の安全柵の撤去（写真 4）と、隣接するイオン源保守ステージと HVT 4F（屋上）を繋ぐケーブルトレイの撤去を行った（写真 5）。

(2) 高電圧ブッシングの撤去

-500kV の電位上で動作する高電位テーブル内の各種電源には、別の建屋に設置されている電源から SF₆ ガスダクトを通して、電力が供給されている。電力供給ラインの末端には、500kV の絶縁耐力を有する直径 51cm、長さ 384.5cm の高電圧ブッシングが取り付けられている。そこで、まず SF₆ ガスダクトから高電圧ブッシング（写真 6）を分離し、SF₆ ガスダクトの一部（写真 7）を撤去した。さらに、HVT 天井に設置されている HVT4F 機器（AC,DC リアクトル、各制御盤、ボンベラック等）を撤去（写真 8）した。

(3) イオン源保守ステージの撤去

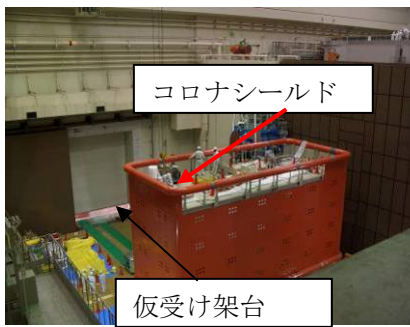

イオン源保守ステージは定期的にイオン源を保守するために使用するものであり、高さ 9.5m の 4 階構造体である。また、保守ステージの地上部には、負イオン源を冷却するための冷却水ヘッダが取り付けられている。HVT に隣接するイオン源保守ステージを撤去するとともにイオン源冷却系ヘッダを撤去した（写真 9-11）



(4) 一括搬出のための HVT 補強

HVT を現在の位置に取り付ける際には、電源が内部に収納されていない状態つまり管体みの設置であった。今回の撤去作業では、内部の電源盤を含めると総重量 150 トンの HVT を一括搬出する。そのため、HVT4F（屋上）のコロナシールドを撤去（写真 12,13）した場所に、吊り金具を 8 箇所新規に設置した。さらに、吊り金具を溶接する H 鋼製の支持梁も一部補強した。写真 14 及び 15 に H 鋼の補強のための金具（写真 14）及び HVT4F の吊り金具を示す。また、溶接作業時は、作業員の内部被ばく防止及び放射化の可能性のあるヒ

ュームや切削粉等の拡散抑制のために、溶接する箇所を閉止板で区画化した。特に、HVT4F（屋上）

 <p>コロナシールド</p> <p>仮受け架台</p>	 <p>防火養生シート</p>	 <p>補強溶接箇所</p>
<p>写真 12 コロナシールド撤去</p>	<p>写真 13 HVT4F 溶接前状態</p>	<p>写真 14 HVT3F H鋼補強溶接</p>
	 <p>局所排気用区画</p>	
<p>写真 15 HVT4F 吊り金具</p>	<p>写真 16 HVT4F 局所排気用区画</p>	<p>写真 17 排気設備</p>

での溶接作業に関しては局所排気用区画（写真 16）を設置し、溶接時発生するヒューム等を排気するための設備（写真 17）を稼働し作業を行った。また、溶接箇所の周りに養生用防火シートを敷き詰めて、溶接作業を行った。作業終了後は、切削粉を除去し、汚染のないことを確認した。

（5）HVT 支持柱の撤去

HVT2～4F は絶縁支柱である FRP 柱（21 本）で支持されている。HVT2～4 階と FRP 柱を水平に切離さない、一部の FRP 柱に荷重が偏り、破損する可能性がある。そこで 14m×6.4m×2.81m の仮受け架台（写真 18）を用いて、一旦 HVT2F～4F を支えた後、クレーンで吊り上げた。支持柱から HVT2F～4F を切り離す際には、1 台あたり最大 20t の重量を支持可能な油圧ジャッキ（写真 19）14 台で均等に水平に持ち上げた（写真 20）。

（6）HVT 吊り上げ






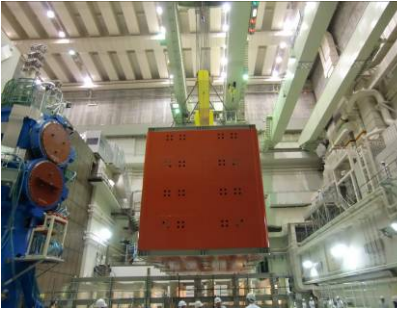



総重量 150 トン、全長 13.1m の HVT を吊り上げるために、長さが 10.6m の吊り天秤を用いた。同吊り天秤は水平に重量物を吊り上げるために、ワイヤーの取り付け位置を変えることが可能である。HVT の水平バランスを取るために、4 本のワイヤーの掛ける位置を調整した後、クレーンで吊り上げた。写真 21,22,23 に HVT を吊り上げた状態を示す。（写真 21,22,23）。

（7）HVT 搬送

HVT の輸送は、全長 16m、全巾 6.5m、最大積載量 800t の超大型トレーラーであるスーパーキャリヤ（写真 24）を使用した。スーパーキャリヤに HVT を積載する際には、HVT の底面及び側面をビニールシートで覆った。放射線管理区域から HVT を搬出する前に、スーパーキャリヤ及び HVT の表面汚染を測定し、汚染の無いことを確認した。その後、HVT を新規に放射線管理区域として設定した別建屋（JT-60 発電機棟）に時速 5km 程度の速度で移送し（写真 25）、そこで設置・保管した（写真 26）。

（8）解体撤去後の整理

写真 27 に HVT 等の解体撤去後の組立室を示す。一部の解体品が残されているが、速やかに別の放射線管理区域に移動する予定である。HVT 撤去後の跡地の一部は、JT-60U 本体の解体品を収納するためのコンテナを設置するスペースとして使用される。

 <p>仮受け架台</p>	 <p>油圧ジャッキ</p>	
<p>写真 18 HVT 受け架台</p>	<p>写真 19 油圧ジャッキ</p>	<p>写真 20 HVT 切離し</p>
		
<p>写真 21 HVT の吊上げ</p>	<p>写真 22 HVT 回転</p>	<p>写真 23 HVT 運搬台車搬入待ち</p>
		
<p>写真 24 スーパーキャリヤへ積載</p>	<p>写真 25 発電機棟へ移送中</p>	<p>写真 26 発電機棟内 保管</p>

5 今後の解体、撤去作業

今後 H22 年度は、以下の作業を実施する。

- (1) JT-60 本体近傍に設置されている正イオン垂直 NBI タンク 10 基を解体・撤去し、別建屋内の放射線管理区域へ移送する。また、JT-60SA で再使用予定のない 2 基のビームラインは付帯設備（配管用ヤグラ等）も含めて全面撤去する。
- (2) 4 基の正イオン接線 NBI タンクは JT-60SA の組み立てを考慮して、現在の取り付け位置から取り外し、本体室内で保管・管理する。



写真 27 撤去後の組立室

6 まとめ

作業に先立ち、放射化物の取扱い（養生や搬出）方法を原子力機構及び作業実施業者と十分に協議検討し、円滑な放射線管理区域内作業を実現した。その結果、極めて順調に、超大型重量物である HVT を所定の期間内に撤去することができた。

参考文献

- [1] 小又 将夫 平成 20 年度京都大学総合技術研究会報告集、平成 20 年 3 月
JT-60SA に向けた中性粒子入射装置の解体作業及び手順 P120– P121
- [2] 花田 磨砂也 第 26 回プラズマ核融合学会 JT-60SA に向けた NB I 装置の解体・改造計画
3pE04P