

原型炉ホットセル施設（炉内機器補修施設）の遠隔保守シナリオ
Remote Maintenance Scenario on Hot cell
(refurbishment facility for in-vessel components) for JA DEMO

角館聡、宇藤裕康、染谷洋二、坂本宜照、原型炉設計合同特別チーム
 Satoshi. Kakudate, Hiroyasu Utoh, Youji Someya, Yoshiteru Sakamoto
 and Joint Special Design Team for Fusion DEMO

量研 ,六ヶ所研究所
 QST, Rokkasho Fusion Institute

原型炉ホットセル施設では放射化された炉内機器(ブランケット、ダイバータなど)を補修するために、放射化ダストなどの除染/崩壊熱低減のための一時保管、損傷部の補修あるいは機器交換、再利用のための接合部構造健全性検査、真空容器に戻す前の組立統合検査などが行われる。本報では、機器の構造健全性を維持するホットセル施設の機能について報告する。

(1) ホットセル施設の機能

ホットセル施設は炉内機器(ダイバータ、ブランケット)の供用期間中の構造健全性を維持する機能と低レベル放射性廃棄物を管理する機能を備える。ここでは前者の機能について述べる。後者の機能については、参考文献[1]などを参照されたい。ダイバータとブランケットは、定期的に変換する機器として位置付けている。それぞれの交換周期はダイバータについては1~2年ごとに最も熱負荷の高いターゲット(受熱板)を、ブランケットについては、3~4年ごとに増殖ブランケットモジュール(BBM)をホットセル施設で交換・補修する。ホットセル施設での交換・補修の工程は、真空容器から取り出された炉内機器をキャスクによってホットセル施設に搬送し、以下の工程を経て、炉内機器を再び真空容器に据え付ける(図1)。これら一連の作業は放射線環境であるため全て遠隔保守機器(ロボット)により行われる。作業工程ごとに設置されるロボット自体の保守や操作訓練、故障時対応などはITERのロボット技術を踏襲し、原型炉が持つ特有の課題を見極めながら遠隔保守の技術開発を進める。

(a) 除染・保管

真空容器から取り出された炉内機器を除染することにより放射化ダストや内蔵するトリチウムを低減し、後工程(他の区画)への汚染影響を小さくする。また、崩壊熱除去のために一定期間保管する。この保管量がホットセル施設を巨大化する要因になっている。長期間保管すれば崩壊熱や表面線量率も下がり、ロボットが受ける放射線影響も緩和できるが、一方で、

炉内機器の保管量が増える。1回の交換で取り出されるブランケットは80体、約6000トンである。保管期間が長くなれば保管するブランケットの量も増えていく。このため、現設計では炉内機器の保管期間は2年、保管量は1回の炉内保守で真空容器から取り出される炉内機器の量に対応できる保管能力を備える施設として、ホットセル施設の合理化を図る予定である。

(b) 取外し・補修・再利用のための検査

除染され一定期間の保管により表面線量率が低下した炉内機器は、取外し・補修・再利用検査区画に運ばれ、ダイバータについてはターゲット板、ブランケットについてはBBMがロボットにより取外され、減容・廃棄処理区画へ搬送後に、低レベル放射性廃棄物保管のための処理が行われる。一方、再利用する機器(ダイバータドーム、リフレクター、バップル、ダイバータカセットボディー、ブランケットバックプレート)については、接合部の検査を実施し、再利用の可否を判断する。この再利用のための検査については、接合部の供用中検査箇所や検査頻度を合理化し、保守保全作業の負荷を軽減することによって、維持コストを抑制するためのリスク評価に基づく合理化手法を開発し、維持規格の枠組みを整備する計画である。

(c) 取付け・検査・セクター組立

工場から搬入された新たなターゲット板やBBMは、受け入れ検査を実施後に、再利用機器であるブランケットバックプレートやダイバータカセットボディーに取付け、単体試験、組立統合検査を行う。特に、この試験では真空容器に戻す前に、炉内機器はロボットにより部分的に仮組され組立精度や組立手順の確認が実施される。

参考文献

[1] Y. Someya, K. Tobita, H. Utoh, et al, Management strategy for radioactive waste in the fusion DEMO reactor, Fusion Science and Technology, 68(2), p.423 - 427, 2015

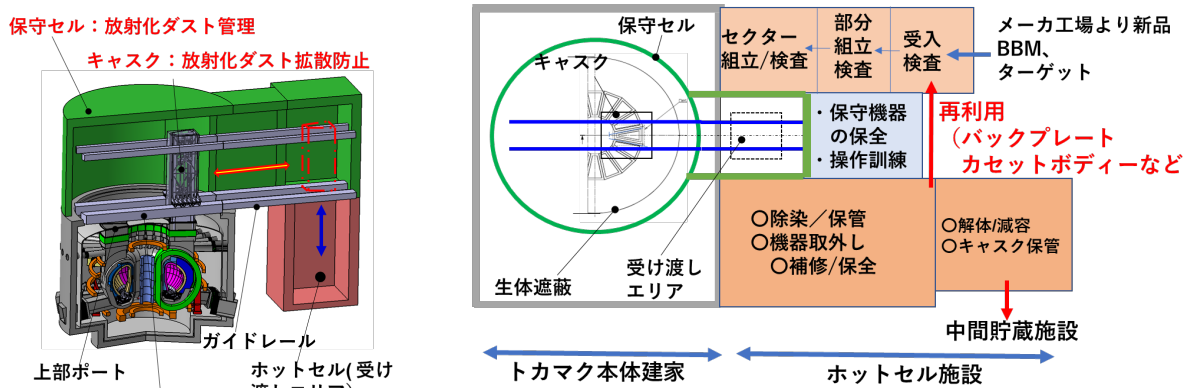


図1 原型炉ホットセルの作業工程と区画