

ITER NBTF用HVブッシングの設計と製作の進展 Progress on manufacturing of HV bushing for ITER NBTF

戸張 博之、大楽正幸、小島 有志、梅田 尚孝、阿部 宏幸、関 則和、柴田 直樹、
柏木 美恵子、渡邊 和弘、花田 磨砂也

Hiroyuki Tobari, Masayuki Dairaku, Atsushi Kojima, Naotaka Umeda, Hiroyuki Abe, et al.

原子力機構
JAEA

原子力機構は、ITER 中性粒子入射装置 (NBI) のうち、1 MV 電源高電圧部及び HV ブッシングの調達を担当している。現在、ITER に先立ち、NBI 技術の実証を目的とした ITER と同規模の中性粒子ビーム実機試験施設 (NBTF) がイタリア・パドバに建設中である。

HVブッシングは、直流1 MVの高電圧電力導体を真空中のビーム源 (負イオン源、加速器) に引き込むために電源の伝送ラインの末端に取り付けられる絶縁導入碍子であり、絶縁破壊を起こすことなく安定に動作することが求められる。また、一般の電力機器用ブッシングとは大きく異なる特徴は、200 kV~1 MVの5つの異なる電位の導体、配管を1基のブッシングを通じて導入することである。世界最大口径のセラミックリングと繊維強化プラスチック (FRP) リングを5段積み重ね、高電圧電力導体と冷却水配管を貫通させる。真空中では1 MVを絶縁するために互いに適切な絶縁距離を保ち、さらに薄肉円筒導体 (静電スクリーン) を導体、配管表面の電界集中を抑制するため同軸上に5層配置して、各スクリーン間ギャップ (50~92 mm) で200 kVを絶縁する。

2013年よりNBTF用HVブッシングのセラミックリングとロウ付け接合、及びFRPリングの

製作を開始し、2014年末までに5式全ての受入れ (耐電圧、耐圧力) 試験を完了した。

他方、静電スクリーンのような同軸多層電極の真空耐電圧は明らかにされておらず、絶縁設計手法がなかった。そこで、5層同軸モックアップ試験体を用いた耐電圧試験により、層数増加が電極面積増加として扱うことができること、電極面積に依存した耐電圧スケール則を明らかにし、これに基づき外径0.5 m~1.26 m、高さ1 m~3.5 mの静電スクリーンの設計を行った。また製作に向けて、スクリーン円筒部に圧力損失を抑えるため並列配置した小径配管との溶接変形を抑える拘束ジグを開発し、静電スクリーン5式を製作し、組立が完了した。スクリーン間ギャップが局所的に目標精度 (50~92±3 mm) を下回ったが、最新の試験結果から得られた耐電圧スケール則より、1MV以上の耐電圧性能を有する見通しとなった。高電圧電力導体、圧力容器を含めた全ての部品製作と組立作業を9月までに完了し (図1)、現在、ITERで要求される1 MVを3600秒間安定に保持する絶縁性能を確認する試験を実施しており、その後NBTFサイトへ輸送する。

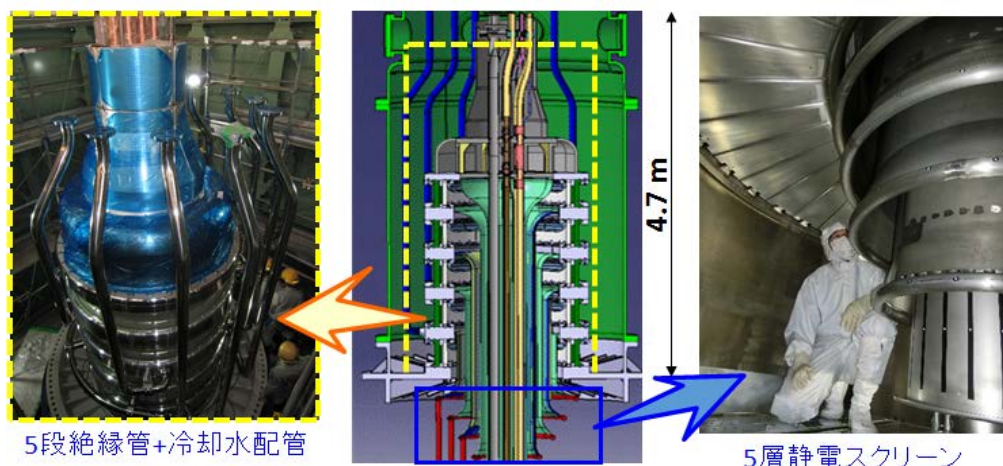


図1 組立が完了した HV ブッシング