

ITERダイバータ外側ターゲットの製作の進展 Progress of manufacturing of the ITER divertor outer vertical target

関 洋治、江里 幸一郎、鈴木 哲、横山 堅二、山田 弘一、平山 智之
Y. Seki, K. Ezato, S. Suzuki, K. Yokoyama, H. Yamada, T. Hirayama

原子力機構 核融合
JAEA, Naka Fusion Institute

はじめに

ITERのダイバータ(図1)は、プラズマから磁力線に沿って入射する不純物イオンをガス化して排気する役割を持っており、ITER参加7極のうち、欧州、ロシア、日本の3極が機器製作を分担している。日本はダイバータを構成する機器のうち、外側ターゲットと呼ばれる高熱負荷機器の製作を担当しており、本稿では、機器の製作・試験に係る詳細と現状を報告する。

日本の調達の進展

ITERダイバータは、表面を構成するプラズマ対向ユニット(PFU)と呼ばれる冷却壁に高い熱負荷を受ける機器である。そのため、燃料にトリチウム(T)を使用しない運転期に限り、最も高い熱負荷を受ける部分に炭素繊維複合材(CFC材)を採用していた。その後、Tを使用する運転期にもダイバータが延長利用される計画となり、ITERで定められたTの管理目標値を守るため、全てのプラズマ対向材料を、Tを吸蔵しにくいタングステン(W)とする設計変更が2013年になされた。プラズマ対向材料であるWは、銅合金(クロムジルコニウム銅)製の冷却管に冶金的に接合され、高い除熱性能を維持する必要がある。接合法は、各極独自の技術が使用され、日本では「ロウ付

け」を採用している。さらに、ITERダイバータのWタイル表面の輪郭度に関しては、Wタイル端部への入熱の集中を抑制し、溶融が生じないようにPFUに高い設置精度が要求されている。ITER計画では、接合法を含む製作手法に関する技術的能力を確認する目的で、参加極には、ITERに実際に使用するダイバータと同等のプロトタイプをまず製作し、加熱試験を実施して、その耐久性を確認することが義務付けられている。日本では、Wダイバータ外側ターゲット製作の最初のステップとして、図2(a)に示す実規模プロトタイプ(W-PFU1号機)を製作し、実機支持構造体を模擬した高熱負荷試験架台へ設置した。このPFUの製作に当たっては、事前にロウ付け接合部や冷却管溶接部に対して非破壊検査等の技術確証試験が実施されている。図2(b)に示すようにWタイルの表面輪郭度の達成状況を光学式3次元測定器で計測した。ITERダイバータで最大熱負荷にさらされるターゲット直線部の輪郭度は、全てのPFUで±0.3mmという精度を満足することを実証した。この結果は、ITERダイバータを製作する上で、研究開発上大きなマイルストーンを達成したことを意味する。

2015年6月には世界で初めてとなるW-PFUの実規模プロトタイプに対する加熱試験がロシアの高熱負荷試験装置にて開始され、現在継続中である。

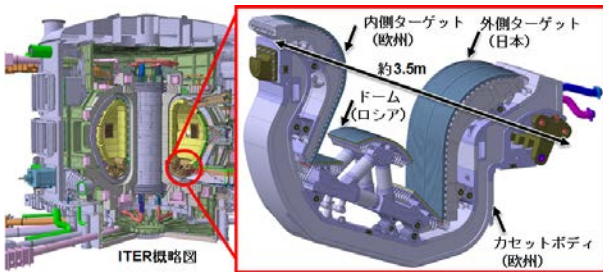


図1 ITERダイバータは、外側ターゲット、内側ターゲット及びドームをカセットボディと呼ばれる筐体に設置したカセット構造。54 カセットで構成される。

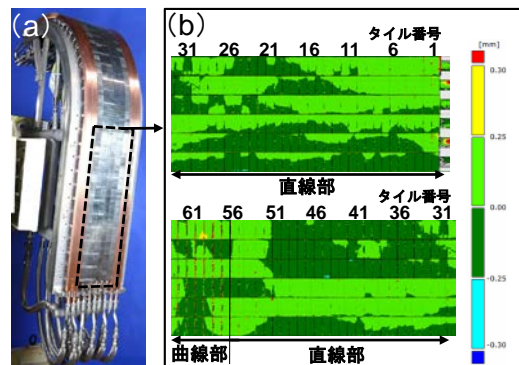


図2 W-PFU(実規模プロトタイプ)の外観と表面の3次元測定結果。(a):高熱負荷試験架台にPFU6本を設置した様子。(b):組み立て後のWタイルの表面輪郭度の計測結果。(カラーは理論表面と計測値の差を表しており、直線部が±0.3mmの要求精度内にあることを確認した。)