

原型炉に向けたダイバータ開発 ～ITERダイバータ開発より～

原子力機構那珂 鈴木 哲

○はじめに ITER の建設が開始され、ダイバータ調達に関しても 2009 年末までに実機ダイバータ調達を予定する調達極（日本、欧州、ロシア）に対して、中型のダイバータ模擬試験体（Qualification Prototype）の製作及び高熱負荷試験を通じた Prequalification と呼ばれる技術的能力に関する確認試験が完了した。その結果、日本国内機関となっている原子力機構はこれに合格し、2009 年 6 月、ダイバータ外側ターゲットの調達に関する調達取り決め（Procurement Arrangement）を ITER 機構との間に締結して、ダイバータ外側ターゲットの調達を開始した。一方、2011 年 10 月に開催された ITER の諮問委員会（科学技術諮問委員会（STAC）、運営諮問委員会（MAC））において、ITER 機構から運転当初から原型炉を志向したタングステンダイバータを装荷することが提案され、ITER 理事会（IC）において、今後 2 年間を目処にタングステンダイバータ開発を集中的に実施し、ダイバータアーマ材の最終的な選定を実施することとなった。本報告では主に、ダイバータ外側ターゲットの現設計に基づく機器開発の現状及びタングステンダイバータ開発の現状及び今後の計画について述べる。

○ITER ダイバータ ITER ダイバータの形状と機器の調達分担を図 1 に示す。ITER の建設に際し、日本は外側ターゲットの全数（スペアを含め 60.5 カセット分に相当）を製作し、ITER 機構に納入する。内側ターゲット及びカセットボディは欧州が、ドームはロシアがそれぞれ全数を調達する。現設計において、外側ターゲット表面には 2 種類のアーマ材（上部：タングステン、下部：炭素繊維複合材（CFC 材））が採用され、銅合金製冷却管（CuCrZr）に冶金的に接合して、十分な除熱性能を確保する。タングステンアーマの要求仕様に関しては、ASTM B760-86 規格に従う純タングステン圧延材となっており、圧延方向がプラズマ対向面に対して垂直となるような配向で冷却管に接合される。接合方法に関しては調達極ごとに独自の技術開発がなされ、内側ターゲット（HIP 及び直接鋳造）、外側ターゲット（ロウ付け及び HIP 等）、ドーム（高速ロウ付け及び爆接）において、それぞれ異なっている。現在、上記のダイバータ調達 3 極は調達取り決めに基づき、最初のステップとなる実規模プロトタイプ製作を実施している。また、図 2 は原子力機構が開発した小型タングステンダイバータ試験体を示している。この試験体において ITER ダイバータの設計最大熱負荷 $20\text{MW}/\text{m}^2$ の繰り返し（1000 回）に対する耐久試験を実施し、除熱性能の劣化もなく、健全性を維持可能なことを確認した。

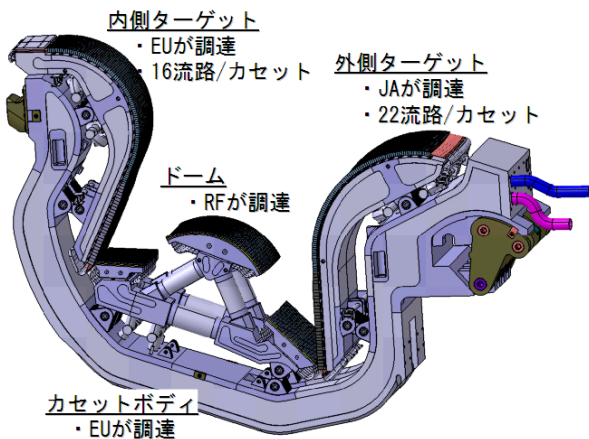


図 1 ITER ダイバータと調達分担

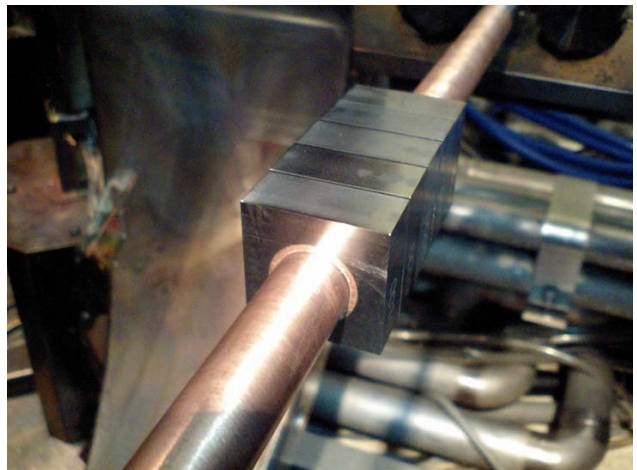


図 2 小型タングステンダイバータ試験体