

## ITER フルタングステン・ダイバータ開発の進展

### (1) プラズマ対向ユニット実機長プロトタイプ製作と高熱負荷試験

Progress of Research and Development for ITER Full-W Divertor

#### (1) Manufacturing full-scale prototypes of plasma facing units and their high heat flux testing

\*江里 幸一郎<sup>1</sup>, 関 洋治<sup>1</sup>, 鈴木 哲<sup>1</sup>, 横山堅二<sup>1</sup>, 山田弘一<sup>1</sup>, 平山智之<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>原子力機構 那珂

ITER フルタングステン・ダイバータ用プラズマ対向ユニットの実機長プロトタイプを製作し、冷却管や接合部が  $10\text{MW}/\text{m}^2 \cdot 5000$  サイクル・ $20\text{MW}/\text{m}^2 \cdot 1000$  サイクルの繰り返し高熱負荷に耐えることを実証した。

**キーワード:** イーター、ダイバータ、プラズマ対向ユニット、高熱負荷試験、タングステン

**1. 緒言** 原子力機構は、国内メーカーと協力し、2012年より ITER 用タングステン(W)・ダイバータの製作技術開発に着手した。小型試験体の製作・高熱負荷試験を経て2014年よりダイバータ受熱部であるプラズマ対向ユニット(PFU)の実機長プロトタイプ製作を製作し、それらプロトタイプに対して2015年に ITER 機構(IO)が実施した高熱負荷試験の結果を報告する。

#### 2. プラズマ対向ユニット(PFU)プロトタイプ製作と加熱試験

図1(A)に製作した PFU プロトタイプの外観を示す。PFU は最も高い熱負荷を受けるターゲット(直線部)に 56 枚、バッフル(湾曲部) 90 枚、合計 146 枚の W タイルと銅合金(CuCrZr)を、無酸素銅緩衝層を介して冶金的に接合する。W タイルと無酸素銅緩衝層は冷却管との接合に先立ち接合されており、冷却管と無酸素銅緩衝層の接合は銅合金系のロウ材を用い、CuCrZr の製造方法における熱処理(溶体焼鈍+時効熱処理)と同様の接合熱処理を行っている。製作した PFU プロトタイプは、ロシア・エフレモフ研究所に設置された ITER ダイバータ試験装置において、幾つかの領域に分け、領域毎に電子ビームを照射し、高熱負荷を与えた。 $10\text{MW}/\text{m}^2 \cdot 10$  秒・5000 サイクルおよび  $20\text{MW}/\text{m}^2 \cdot 10$  秒・1000 サイクル(設計サイクルは 300 サイクル)の熱負荷試験を行った結果、図1(B)に示すように W タイル表面は  $20\text{MW}/\text{m}^2 \cdot 1000$  サイクル後において再結晶や変形を示すものの、照射されたすべてのブロックにおいてタイルを二分するような巨視的な亀裂は観察されなかった。また、W モノブロックの接合部の接合劣化に伴う表面温度上昇や冷却管からの水漏れは発生せず、IO が実施した認証試験である繰り返し高熱負荷試験に合格した。

**3. 結論** これらの結果は原子力機構および製作メーカーの PFU 製作に関する技術的な成熟度が ITER ダイバータ機器の製作に着手可能なレベルに到達していることを示すものである。



図1 (A)試験架台上の PFU プロトタイプと熱負荷試験( $20\text{MW}/\text{m}^2$ )終了後の W モノブロック表面 (B)300 サイクル終了後、(C)1000 サイクル終了後

\*Koichiro Ezato<sup>1</sup>, Yohji Seki<sup>1</sup>, Satoshi Suzuki<sup>1</sup>, Kenji Yokoyama<sup>1</sup>, Hirokazu Yamada<sup>1</sup>, Tomoyuki Hirayama, <sup>1</sup>JAEA.