

ITER ダイバータ用純タングステンの繰り返し加熱に対する 耐久性能と機械特性の評価

Evaluation of durability to cyclic heat load and mechanical property
of pure tungsten for ITER divertor

*福田 誠¹, 関 洋治¹, 江里 幸一郎¹, 西 宏¹, 横山 堅二¹, 鈴木 哲¹

¹量研

繰り返し加熱に対する耐久性能に優れた ITER ダイバータ用純タングステン (W) の材料学的特徴を明らかにするための研究の一環として、複数グレードの純 W の熱負荷 20MW/m² での繰り返し加熱試験と材料特性評価試験を実施し、材料組織及び機械特性と耐久性能との関連性について調査した。

キーワード: ITER, ダイバータ, タングステン

1. 緒言: ITER ダイバータのアーマ材として使用される純タングステン (W) には、繰り返し加熱に対する優れた耐久性が要求される。本研究では複数のグレードの純 W の繰り返し加熱に対する応答及び繰り返し加熱試験前の材料組織と機械特性を調査・比較して、これらの相関関係を明らかにすることを目的とした。

2. 実験: ITER ダイバータ用 W の要求仕様を満たし、かつグレードの異なる 3 種類の純 W (A, B, C 材) を供試材とした。純 W と無酸素銅 (OFCu) 緩衝層、クロムジルコニウム銅 (CuCrZr) 合金冷却管から構成される小型試験体を製作し、電子ビーム高熱負荷試験装置による繰り返し加熱試験を実施した。熱負荷は 20MW/m² とし、サイクル数は 300–1000 回とした。材料特性評価として、繰り返し加熱試験前の材料を対象として組織観察と引張試験を実施した。

3. 結果・考察: 繰り返し加熱試験の結果、供試材である 3 種類の純 W の内、2 種類 (A, C 材) において熱負荷面から冷却管にかけてき裂が認められた。また、全ての種類の純 W の熱負荷面に凹凸が形成したが、き裂が形成した A と C 材の熱負荷面の凹凸形成がより顕著であった。OFCu 緩衝層接合後の A, B, C 材の圧延面 (RD-TD 面) の組織観察結果 (電子線後方散乱回折 (EBSD) による組織解析を行い、結晶粒界のみを表示した結晶粒界像) を図に示す。き裂が生じなかった純 W (B 材) と比較すると、き裂が生じた A 材では粒径のばらつきが大きく、また C 材では粒径が大きいという結果が得られた。引張試験の結果においては、どの材料も約 300℃ から延性を示し、延性-脆性遷移温度に顕著な違いは認められなかった。これらの結果から、繰り返し加熱に対する耐久性能と、結晶粒組織及び引張試験により得られた延性-脆性遷移温度との間に明確な相関はないことが明らかとなった。

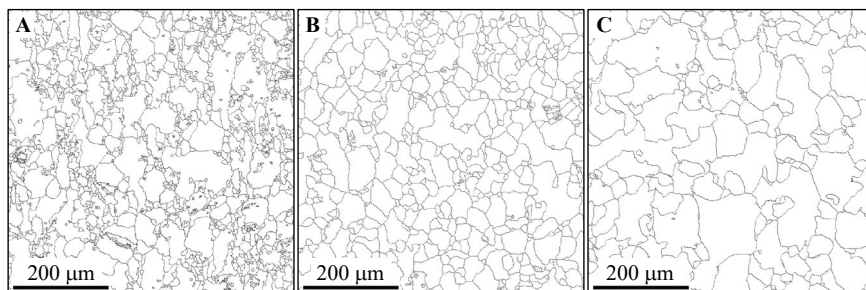


図 純 W (A, B, C 材) の結晶粒界像

*Makoto Fukuda¹, Yohji Seki¹, Koichiro Ezato¹, Hiroshi Nishi¹, Kenji Yokoyama¹, Satoshi Suzuki¹

¹QST