

## 高熱負荷によるタングステンの組織変化と損傷形成挙動

Grain structure change and damage formation of tungsten exposed to high heat load

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

電子ビームによる熱負荷  $20\text{MW/m}^2$  で 300-1000 サイクルの繰り返し加熱を実施した ITER ダイバータ用タングステンアーマを対象とし、高熱負荷試験による材料組織変化と損傷形成挙動を調査した。

**キーワード:** 核融合炉, ITER, ダイバータ, タングステン, 高熱負荷試験

**1. 結言:** ITER ダイバータは炉内で最も高い熱負荷を受ける機器であり、ダイバータのアーマ材として使用されるタングステンには、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、ITER ダイバータ用タングステンの繰り返し加熱への耐久性評価の一環として、 $20\text{MW/m}^2$  の繰り返し加熱によるタングステンの材料組織変化と損傷形成挙動を明らかにすることを目的とした。

**2. 実験:** 製造メーカーや材料ロットの異なる 5 種類の純タングステンを供試材とした。これらのタングステンを使用した小型試験体を作製し、電子ビーム高熱負荷試験装置により熱負荷  $20\text{MW/m}^2$  で 300 - 1000 サイクルの繰り返し加熱試験を実施した。なお、10 秒の加熱と 30 秒の休止を 1 サイクルとした。繰り返し加熱試験後、加熱面の状態変化やき裂形成の有無をデジタルマイクロスコープで観察した。また、EBSD 法による材料組織評価を実施した。繰り返し加熱によるき裂形成が認められたモノブロックに対しては、SEM による破面観察を実施した。

**3. 結果・考察:**  $20\text{MW/m}^2$  の繰り返し加熱試験の結果、すべての試験体において除熱性能の低下は認められなかった。一方、一部の試験体において、図に示すようにタングステンモノブロックの加熱面から冷却管近傍にかけてマクロき裂が形成した。EBSD 法による組織観察の結果、加熱面近傍は再結晶による結晶粒の粗大化が起こっていることが明らかになった。また、破面観察の結果、加熱面から深さ数百  $\mu\text{m}$  程度までの表面部を除き、再結晶部は粒界破壊、非再結晶部はへき開破壊と粒界破壊の混相であり、破面の大部分が脆性破壊であった。これらの結果から、繰り返し加熱中に生じる熱応力と、再結晶に伴う脆化がマクロき裂形成の主な原因である可能性が示唆された。講演では繰り返し加熱試験前後のタングステンの材料組織と、損傷形成挙動や破壊様式、それらの関連性等について考察した結果についても報告する。

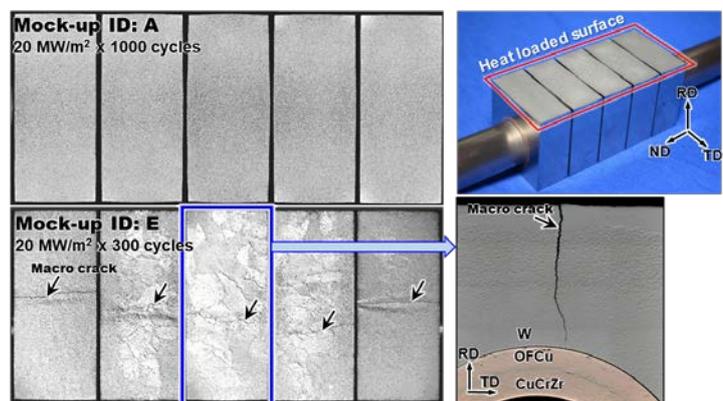


図 繰り返し加熱試験後のタングステンモノブロックの表面状態と、繰り返し加熱により形成したマクロき裂

\*Makoto Fukuda, Yohji Seki, Koichiro Ezato, Hiroshi Nishi, Kenji Yokoyama, Satoshi Suzuki

QST