核融合炉プラズマ対向機器用タングステン材料の高温変形挙動

Deformation behavior of tungsten materials for plasma facing components at high temperature

*長谷川 晃, 酒井 康幸, 田畠 恒紀, 福田 誠, 野上 修平
東北大学

核融合炉プラズマ対向機器用に開発したタングステン材料の高温における変形挙動を調査し、タングステンの高温変形挙動に対するレニウムやカリウム添加の影響について評価した。

キーワード：タングステン，タングステン合金，プラズマ対向機器，変形挙動

1. 緒言

核融合炉ダイバータのプラズマ対向機器用材料として期待されるタングステン（W）は、実機環境において繰り返し熱負荷を受けることによりき裂が発生し、機器の除熱機能が低下することが懸念されている。これまでの研究において、純 W の機械特性を向上させるとともに、熱負荷や粒子線照射による再結晶及び照射脆化への耐性を向上することを目的とし、レニウム（Re）及びカリウム（K）を添加した K ドープ W-3%Re 等の W 合金を作製した。先行研究において、Re や K を添加した W 合金は純 W に比べ優れた引張強度を有することが明らかになったが、これらの元素の添加により変形挙動が変化していることが示唆された。本研究では、W の高温変形挙動に及ぼす Re や K 添加の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、純 W、K ドープ W、K ドープ W-3%Re を使用した。これらの材料は(株)アライドマテリアル製であり、粉末焼結及び熱間圧延後、900 ℃、1 時間の応力除去熱処理を施した、圧延率 80%の板材である。受け入れまま材及び、1500 ℃、1 時間熱処理材に対して、900 及び 1100 ℃において、3.3 x 10^{-5}、1.0 x 10^{-3}、3.3 x 10^{-2} s^{-1} のひずみ速度で引張試験を実施し、引張試験前後の試験片表面及び、試験後の試験片破断面を光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察した。

3. 結果・考察

図に 1500℃、1 時間熱処理後の純 W 及び K ドープ W-3%Re を 1100℃にて 3.3x10^{-5} s^{-1} のひずみ速度で引張試験した後の破断部近傍の試験片表面の SEM 観察結果を示す。純 W においては、粒界すべりにより形成した多数の空隙が観察された。K ドープ W-3%Re においても、空隙が観察されたものの、純 W に比べ、その数密度及び開口幅は小さい傾向が認められた。その傾向は、破断部近傍だけではなく、破断部から 3 mm 程度離れた位置にかけて認められた。この原因として、Re 及び K を添加することにより W の結晶粒組織が微細化したこと、Re 添加により結晶粒内の転位の易動度に変化が生じたこと等が考えられる。引張試験により得られた応力-ひずみ曲線からは、K ドープ W-3%Re は純 W に比べ最大引張強度が高く、破断伸びが小さい傾向が認められた。講演では、熱処理前後の W 材料の変形機構及び、最大引張強度等の引張特性の変化に及ぼす Re や K 添加の影響を検討した結果を報告する。

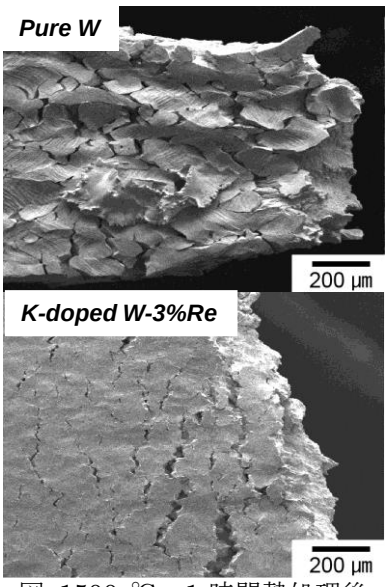

図 1500 ℃、1 時間熱処理後の純 W 及び K ドープ W-3%Re の引張試験後の試験片表面観察結果

*Akira Hasegawa, Yasuyuki Sakai, Tsunenori Tabata, Makoto Fukuda, Shuhei Nogami
Tohoku Univ.