

タングステン合金の引張特性に及ぼす熱履歴の影響 Effect of thermal history on tensile properties of tungsten alloys

梶島侑馬, 福田 誠, 土田航平, 野上修平, 長谷川晃
Yuma KAJISHIMA, Makoto FUKUDA, Kohei TSUCHIDA, Shuhei NOGAMI,
Akira HASEGAWA

東北大・工
Tohoku University

1. 緒言

タングステン(W)は、核融合プラズマ対向材料として有力な候補である。しかし、プラズマ対向材料は、高い熱負荷と高エネルギーの中性子照射を受けるため、再結晶脆化や照射脆化による機械特性低下が懸念される。そのため、再結晶脆化や照射脆化への耐性向上が必要である。本研究では、純W及び再結晶化等を抑制する効果を期待して作製したW合金に一定の熱履歴を与え、その後引張試験及び破面観察を実施することで、熱履歴が及ぼすWの引張特性及び破壊挙動への影響と、合金化の効果を調査することを目的とした。

2. 実験方法

供試材は(株)アライドマテリアル製の、純W、カリウム(K)ドーピングW、及びKドーピングW-3レニウム(Re)の3材料である(900 °C、20分の応力除去熱処理済み)。純W及びKドーピングWは圧延率が80%、KドーピングW-3Reのみ圧延率が60%である。KドーピングWにはKバブルの分散による引張強度向上と再結晶温度の上昇を期待しており、KドーピングW-3%Reについては、Kバブル分散に加えてRe添加による強度と照射脆化耐性の向上を期待して作製した材料である。各材料に対して1500及び2300 °Cで1時間の熱処理を行い、これに受け入れまま材を含めた3種の熱履歴を持った試験片に対して、室温~1300 °Cの温度で引張試験を行って引張特性を評価した。引張試験片の厚さは0.5 mm、平行部の長さとは幅は5及び12 mmで、ひずみ速度は $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ とした。その後、破断した試験片の破面及び表面をSEMにより観察し、破壊様式を調査した。試験片の厚さは0.5 mm、平行部の長さとは幅は5及び12 mmで、引張試験のひずみ速度は $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ とした。

3. 結果・考察

図1に各材料の熱処理前後の最大引張強度(UTS)の温度依存性を示す。すべての材料に共

通して、1500 °C、1時間の熱履歴によるUTSの低下が認められた。その一方で、熱履歴の有無に依らず、KドーピングWとKドーピングW-3%Reは純Wよりも高いUTSを示す傾向が認められ、Kバブル分散及びRe添加の効果が認められた。

SEMによる破面観察の結果からは、熱履歴によって脆性破壊温度域での破壊様式が、へき開破壊から粒界破壊へと変化することが明らかになった。これは、圧延によって形成された加工組織が熱履歴によって回復したのに加え、再結晶が起こったことに起因していると考えられる。また、粒界破壊した試験片においては、純Wに比べKドーピングWやKドーピングW-3Reの方が細かい結晶粒で構成されている様子が観察された。したがって、KドーピングWやKドーピングW-3ReのUTSが純Wよりも高い原因としては、合金化によって微細な結晶粒組織が熱履歴後にも維持されていることが考えられる。講演では、上述の受け入れまま及び1500 °C熱処理材のデータに加え、2300 °C熱処理材のデータも含めて、引張特性と破壊挙動に及ぼす、熱履歴と合金化の影響について検討した結果を報告する。

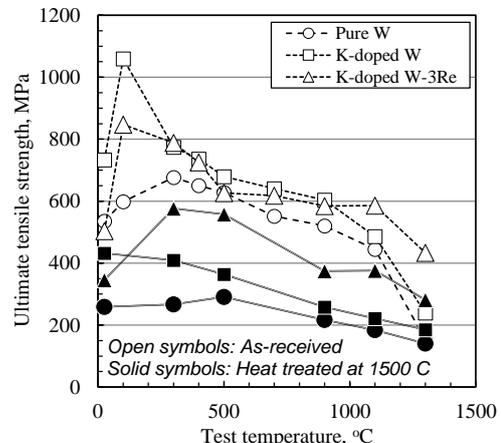


図1 受け入れまま材及び1500 °C熱処理材の最大引張強度の試験温度依存性