

## タングステンの基本特性に及ぼす合金元素の影響 Effect of Alloying Elements on Fundamental Properties of Tungsten

浅見大輔, 奥谷健太, 大澤一輝, 野上修平, 笠田竜太, 宮澤健, 長谷川晃  
ASAMI Daisuke, OKUTANI kenta, OZAWA Itsuki, NOGAMI Shuhei, KASADA Ryuta,  
MIYAZAWA Takeshi, HASEGAWA Akira

東北大  
Tohoku. Univ

### 1. 緒言

プラズマ対向材料として注目されているタングステン (W) は、高い延性脆性遷移温度 (DBTT) や再結晶脆化、中性子照射脆化などが主な課題であり、原型炉以降においては、それらを克服するため、合金の適用が検討されている。プラズマ対向材料はプラズマや中性子照射による非常に高い熱負荷を受け、熱負荷面の高温領域から、冷却配管側の比較的低い温度の領域まで、大きな温度勾配の下での使用が想定されるため、高い除熱性能と、幅広い温度域に対応した機械特性が求められる。しかし、一般的に純金属に比べ合金の熱伝導率は低いことが知られており、熱特性や機械特性などの種々の特性を考慮し、合金元素とその添加量を選択することが必要である。

本研究では、Wと固溶するレニウム (Re)、タンタル (Ta) およびバナジウム (V) を添加したW合金について、熱特性や機械特性、再結晶挙動について評価した結果を報告する。

### 2. 実験方法

供試材は、粉末焼結および熱間圧延または熱間鍛造で作製され、応力除去熱処理を施した純W、W-1%Re、W-3%Re、W-1%Ta、W-3%Ta、W-5%TaおよびW-5%Vである。これらの熱特性の評価のため、直径10mmまたは6mm、厚さ2mmの試験片を製作し、室温から1080°Cの範囲で熱拡散率の測定を行った。次に、強度と延性の評価のため、平行部 5 mm x 1.2 mm x 0.5 mmまたは0.75mmの引張試験片 (SS-J型) を製作し、真空中において室温から1300°Cの範囲で引張試験を行った。また、再結晶挙動を調べるため、真空中またはアルゴン中において1100°Cから2300°Cの1時間熱処理を行い、熱処理後にピッカース硬さを測定した。

### 3. 結果

熱拡散率は、合金元素の添加により低下し、さらに添加元素によって低下の程度に差があることが分かった。

室温から300°C程度においては、W-1%TaとW-1%Reの低下の程度に有意な差が見られなかった。同じ添加量で比較すると、W-3%TaはW-3%Reに比べて低下の度合いが小さく、W-5%TaはW-5%Vに比べて低下の度合いが小さかった。しかし、Vの原子量は、W、TaおよびReの1/3以下であり、W-5%V中のVは、原子パーセントでは約16%に相当する。そのため、原子パーセントで比較した場合でのそれぞれの合金元素の影響についても比較が必要と考えられる。

試験温度の上昇に伴い、純WおよびW合金の熱拡散率の低下が見られた。300°C程度までは同程度の低下度合いを示していたが、350~500°Cの試験ではW-1~3%Reに比べてW-1~5%TaおよびW-5%Vの低下の度合いが大きくなった。発表では、添加元素の特性の違いに着目し、合金の影響を詳細に議論する。

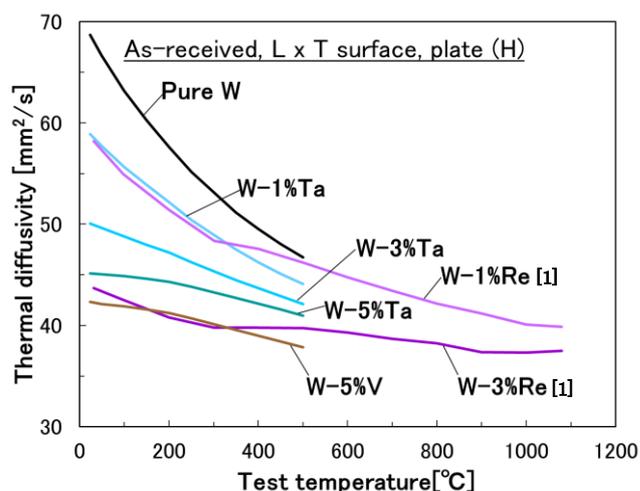


図. 熱拡散率の温度依存性<sup>[1]</sup>