

タングステン合金の延性に及ぼす結晶粒組織の影響

Effect of grain structure on ductility of tungsten alloys

*奥谷 健汰¹, 野上 修平¹, 長谷川 晃², Michael Rieth³, 永井 康介^{1,2}

¹東北大学・工, ²東北大学・金研, ³カールスルーエ工科大学

ダイバータへの適用を目的として開発された種々のタングステン合金について、衝撃試験による延性脆性遷移温度や上部棚吸収エネルギーに及ぼす結晶粒組織の影響を明らかにすることを目的とした。

キーワード：タングステン合金、延性、延性脆性遷移温度、結晶粒組織

1. 緒言

タングステン (W) は、融点、熱伝導率、スパッタリング耐性および水素吸蔵特性などの観点から、核融合炉ダイバータへの適用が期待されている。しかし、低温脆性、再結晶脆化、中性子照射脆化などが機械特性に関する課題であり、それらの克服のために種々の W 合金が開発された。W 合金の延性脆性遷移温度 (DBTT) や上部棚吸収エネルギー (USE) は結晶粒組織や添加元素などにより変化するが、結晶粒のサイズや結晶粒界密度など、結晶粒組織に関係する諸因子がどのように寄与するかについての詳細は明らかではない。本研究では、ダイバータへの適用を目的として開発された種々の W 合金について、シャルピー衝撃試験による DBTT や USE に及ぼす結晶粒組織の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

結晶粒組織ならびに合金化や第二相分散による影響を評価するため、本研究では、粉末焼結と熱間圧延により製作された純 W、カリウム (K) ドープ W、W-3%レニウム (Re)、W-1%タンタル (Ta)、K ドープ W-3%Re の板材と、粉末焼結とスエージ加工により製作された K ドープ W のロッド材を、供試材として使用した。これらは全て 900℃、20 分間の応力除去熱処理を施した。これらの材料から、外形が 27 mm × 3 mm × 4 mm のノッチ付き試験片を製作した。試験片の長手方向は圧延材の圧延方向およびロッド材の軸方向、ノッチ深さ方向は圧延材の板厚方向およびロッド材の径方向とした。シャルピー衝撃試験は、最高 1000℃において、真空中で実施した。また、全ての供試材について、電子線後方散乱回折 (EBSD) による解析をし、結晶粒サイズ、亜結晶粒サイズ (それぞれ方位差が 15 度以上、15 度未満の境界で囲まれた粒子の定方向径)、結晶粒界密度、亜結晶粒界密度 (結晶粒界または亜結晶粒界の長さを観察視野の面積で割った値) を評価した。

3. 結果

右図に、純 W、K ドープ W、W-3%Re、W-1%Ta の圧延材における板厚方向の結晶粒サイズ (d_{H-S}) および亜結晶粒サイズ (d_{L-S}) と DBTT の関係を示す。K ドープ W は、純 W と比べて DBTT が 200℃ 低く、 d_{H-S} については純 W の約 2 分の 1、 d_{L-S} については同程度であった。このことから、 d_{H-S} の DBTT に与える影響は、 d_{L-S} と比べて大きいことが示唆された。一方、W-3%Re は純 W と同程度の d_{H-S} 、 d_{L-S} であったが、DBTT は 100℃ 低く、これは Re による固溶軟化の影響であると示唆された。最後

に、W-1%Ta については、純 W に比べ DBTT が 300℃ 低く、 d_{H-S} 、 d_{L-S} ともに純 W より小さかった。よって、結晶粒組織の影響だけでなく、固溶強化の影響を含め、今後検討する予定である。講演では、合金元素や第二相分散などの影響も考慮し、結晶粒組織が DBTT や USE に与える影響を詳細に議論する。

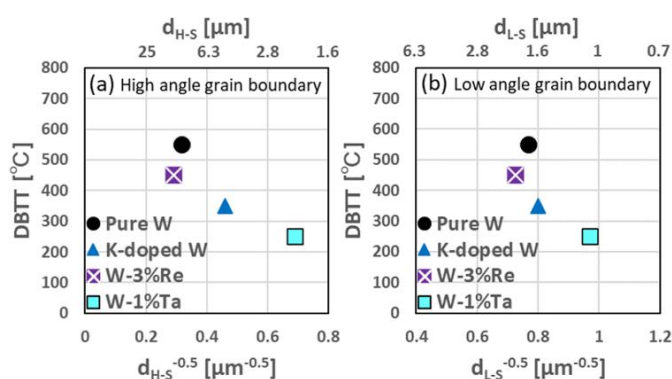


図. DBTT と (a) d_{H-S} および (b) d_{L-S} の関係

*Kenta Okutani¹, Shuhei Nogami¹, Akira Hasegawa², Michael Rieth³ and Yasuyoshi Nagai^{1,2}

¹Graduate School of Eng., Tohoku Univ., ²Institute for Materials Research, Tohoku Univ., ³Karlsruhe Institute of Technology