

純タングステンの低サイクル疲労特性 Low Cycle Fatigue Properties of Pure Tungsten

野上修平, 中井亮介, 福田誠, 小西裕希, 長谷川晃
S. Nogami, R. Nakai, M. Fukuda, Y. Konishi, A. Hasegawa

東北大・工
Faculty of Eng., Tohoku Univ.

1. 緒言

タングステンは、核融合炉ダイバータやブランケット第一壁への適用が検討されており、主な損傷モードとしては熱疲労や熱機械疲労が想定されている。よって、これらの機器の設計のためには、タングステンの疲労特性を評価し、それらをデータベース化する必要がある。

本研究では、中性子照射した材料の評価を目的に開発した微小試験片による疲労試験技術を適用した。本技術の適用により、低放射化フェライト鋼においては、標準試験片と同等の疲労寿命が評価可能であることが明らかとなっている。この試験技術を適用し、種々の方法で製作された純タングステンについて低サイクル疲労特性を評価するとともに、素材に対する熱処理の影響について検討した。

2. 実験方法

純タングステン供試材は、粉末焼結および転打による東邦金属社製の直径6mmのロッド材と、粉末焼結および鍛造圧延によるプランゼー社製の板厚6mmの板材である。試験片は、平行部の直径が1mm、長さが3.4mmである微小平滑丸棒試験片とした。

素材の微細組織を調整するため、2種類の条件で、真空中において熱処理を実施した。1条件目は、応力除去処理を目的とし、900°C×1時間とした。タングステンは応力除去処理した上での使用が想定されるため、この条件により、標準的な特性が評価される。2条件目は、部分的な再結晶化を目的とし、1300°C×1時間とした。純タングステンは、従来1300°C付近から再結晶化し、著しい脆化を示すと言われている。核融合炉運転中にはタングステンを使用した部材は1300°Cを超えるような温度に晒されることが十分想定されるため、この条件により、再結晶脆化の影響が評価される。

低サイクル疲労試験は、1kNのロードセルを有する神戸工業試験場製の電気機械式試験装

置を用い、室温大気中において実施した。試験は両振引張圧縮試験とし、全ひずみ範囲0.4~0.75%、ひずみ速度0.1%/sにて実施した。軸方向ひずみは、評点間距離2mmのひずみゲージ型押し当て式伸び計にて計測・制御した。

3. 結果と考察

図に、φ6ロッド材の疲労寿命を示す。受入れまま材と900°C熱処理材の疲労寿命はほぼ同等であり、この傾向はt6板材でも同様であった。また、これらの条件において、φ6ロッド材とt6板材の疲労寿命の違いはほとんど見られなかった。一方、1300°C熱処理材は、著しい疲労寿命の低下が見られた。φ6ロッド材とt6板材の熱処理後の疲労寿命は、受入れまま材に対してそれぞれ約92% および 約99%低下した。この寿命低下は、1300°C熱処理による部分的な再結晶化によるものと考えられるため、1300°Cを超える温度となることが想定されるダイバータなどの疲労設計は、再結晶化後の疲労寿命に基づいて実施することが必要であると考えられる。

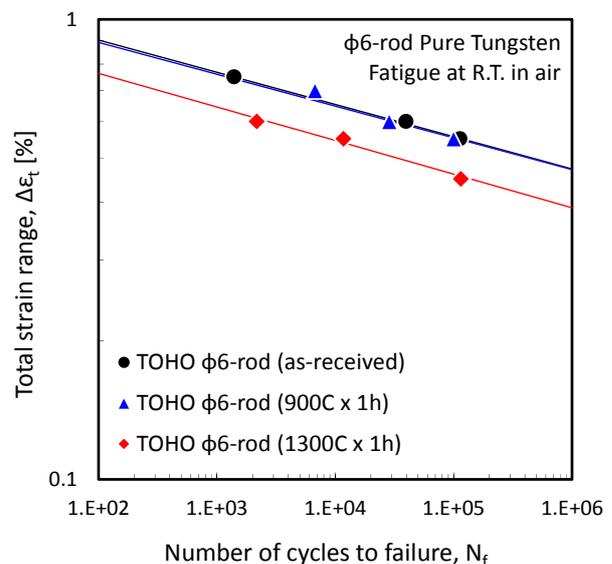


図. φ6 ロッド材の疲労寿命