

**A study of fatigue pre-cracking technique at RT and
fracture toughness testing technique due to the
3 points bending for pure tungsten**俞 周炫¹、井上 優理子²、岡田 昌実²、濱口 大¹、野澤 貴史¹YU Ju-Hyeon¹, INOUE Yuriko², OKADA Masami², HAMAGUCHI Dai¹, NOZAWA Takashi¹¹量研、²神戸工業試験場¹QST, ²Kobe Material Testing Laboratory**1. 緒言**

核融合炉の構造的健全性評価は核融合炉の機器保全の観点から重要な課題となっており、破壊靱性は構造的健全性を評価するに必要な基礎データの一つである。しかし、核融合炉のダイバータやブランケットなどで使用が期待されているタングステンは脆性材料であることから、破壊靱性評価に必要な疲労予き裂の導入が極めて難しい。そのため、近年では予き裂のない試験片を用いた実験や高温での予き裂導入が考えられているが、これらの手法では平面ひずみ状態ではない点やき裂先端に塑性変形域が発生するなどにより、正確な破壊靱性の計算が難しい。本研究では典型的な脆性材料である純タングステンの破壊靱性評価法の確立を目的として、室温での疲労予き裂導入技術を検討し、3点曲げによる破壊靱性評価を実施することで、試験技術課題の抽出を行った。

2. 実験

供試材はアライドマテリアル社で製造した工程の異なる2種類の純タングステン(IGW材、IMPW材)を用いた。IGW材はITER-Gradeタングステンと同一の条件で製造しており、1方向圧延材である。IMPW材はIGW材から高い圧延率を持ち、圧延方向をクロスした2方向圧延材である。試験片の寸法はL25mm x W5mm x B3mmであり、圧延方向(L方向)試験片及び90°方向(T方向)試験片を作製した。

疲労予き裂の最初の導入は縦方向圧縮疲労を用いて行い、き裂が発生した後は3点曲げ疲労で成長させた。このプロセスにより導入された疲労予き裂の状態を評価するため、縦方向圧縮疲労でき裂を開始した試験片(圧縮疲労試験片)及び3点曲げ疲労でき裂を成長させた試験片(曲げ疲労試験片)をそれぞれ準備し、側面からのき裂長さ測定、試験後の破断面からのき裂長さ測定を実施した。破断面の組織観察では予き裂長さの判定ができなかったため、疲労予き裂導入試験片を大気中で450℃の3時間熱処理により予き裂部を酸化させた後に液体窒素で冷却し、衝撃を与えて破断させた直後EDSによる元素マッピ

ングを実施した。また、EBSDを用いてクラック進展メカニズムの解析を試みた。

3. 結果・考察

図1には酸化させた曲げ疲労試験片のEDS酸素マッピング結果を示す。一般金属材料とは異なり、断面でのき裂は比較的にフラットに進展していることが確認でき、側面でのき裂長さを試験片全体のき裂長さとしてすることが可能であると考えられる。図2には側面でのき裂長さと断面でのき裂長さの関係を示す。全体的に側面から観察したき裂長さより破断面から観察したき裂長さが少し短く評価されている。これは熱処理を大気圧で実施したため、き裂最先端には酸素が十分に供給されていない可能性が考えられるが、その違いは数十μmで影響は小さいと考えられる。EBSD観察結果では、き裂の進展の際に粒内破壊と粒界破壊両方とも観察されると共に、き裂進展の際にき裂が大きい結晶粒と接することで界面方向に大きく分岐していることが確認できた。詳細及び破壊靱性試験結果については当日報告する。

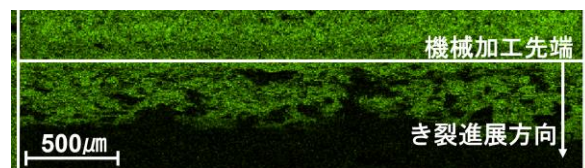


図1. 酸化被膜によるき裂長さ測定結果

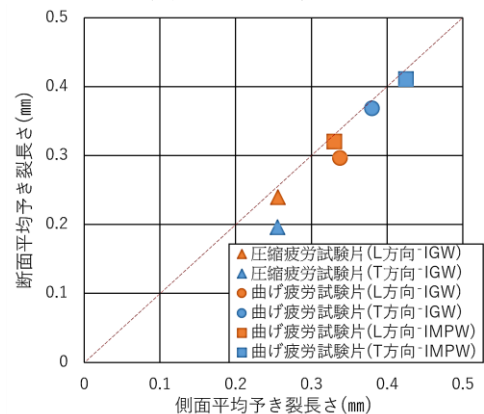


図2. 側面平均予き裂長さ及び断面平均予き裂長さの関係