

## ガンマ線照射による液体金属中酸素センサの特性変化

Property change of Oxygen sensor used in liquid metal under gamma-ray irradiation

大久保 成彰      奥野 泰希      喜多村 茜  
Nariaki Okubo      Yasuki Okuno      Akane Kitamura  
原子力機構

(概要) ADS システムで用いられる酸素センサの強度特性が、ガンマ照射によりどのように変化するかを調べる。

キーワード : ADS、核破砕中性子照射、LBE、酸素濃度、酸素センサ

### 1. 目的

原子力発電により生じた、使用済み核燃料に含まれるマイナーアクチノイド等の長寿命核種を分離・核変換し、放射性廃棄物の減容や有害度の低減を目的として、原子力機構では、加速器駆動核変換システム(ADS)の実現を目指した研究開発を進めている。ADS では、冷却材と核破砕ターゲットに液体鉛ビスマス共晶金属(LBE)を用いる。LBE 中では、ステンレスやフェライト鋼等の鉄鋼材料の腐食挙動は酸素濃度により大きく変化する。LBE 中の酸素濃度制御は、真空と LBE を隔てる安全上重要な機器であるターゲット窓や、LBE 配管の寿命を左右するため、ADS の実現に向けた重要な技術開発の一つである。この酸素濃度制御を担保するのが比較的低温(350-550°C)の LBE 中で使用可能な酸素センサであり、原子力機構では、YSZ(イットリア添加安定化ジルコニア)を電解質とした空気参照型タイプの酸素センサの開発を進めている。酸素センサは、核破砕中性子照射による LBE の放射化により、ガンマ線環境下に長期間晒される。本研究では、ガンマ線環境下での酸素センサの信頼性を検証するために、ガンマ線照射による YSZ の特性変化を評価し、基礎データを取得することを目的とする。

### 2. 実施方法

ジルコニアに対するイットリウム添加濃度を 3, 6, 8 mol%と変えた 3 種類の YSZ 試験片(JIS-R1601 準拠長さ 40 mm×幅 4 mm×高さ 3 mm)に対して、TEF-T 1 年運転後の LBE ループ配管内のセンサ取り付け位置に相当する 1 及び 2 kGy/h の線量率の場所にて、1000~5000 時間のガンマ線照射を行った。照射後に YSZ の強度変化を 4 点曲げ試験により評価し、表面構造を SEM 観察により調べた。4 点曲げ試験は室温にて行い、「JIS-R1601:2008 ファインセラミックスの室温曲げ強さ試験方法」に規定されている下記の計算式を用いて破断時の最大荷重から曲げ強度を求めた。試験片数の規定はないが、各条件あたり、2~4 個の試験を実施した。

$$\sigma_{b4} = \frac{3P(L-l)}{2wt^2} \quad \sigma_{b4}: 4 \text{ 点曲げ強度 (MPa)}, P: \text{破壊した時の最大荷重 (N)}$$

$L$  : 外部支点間距離 30 mm     $l$  : 内部支点間距離 10 mm

$w$  : 試験片の幅 4 mm、 $t$  : 試験片の厚さ 3 mm

### 3. 結果及び考察、今後の展開等

まず、図1に、8Y及び6Y-YSZに対して、1 kGy/hの線量率にて700, 1000及び2000時間、2 kGy/hの線量率にて5000時間照射した試験片の4点曲げ試験を行った結果を示す。両YSZともに、照射後の強度変化はばらつき範囲内と考えられる。よって、8Y及び6Yの場合、ガンマ線照射の曲げ強度に及ぼす影響はほとんどないことが明らかとなった。一方イットリウムを3 mol%添加した3Y-YSZでは、イットリウムを添加することにより8Yや6Yに比べて未照射の強度が900 MPaにまで上がる。そこで、ガンマ線を照射すると1 MGyまでは、強度に変化は見られないが、6 MGy照射後に、曲げ強度が減少する傾向が見られた。

今後、破面のX線回折等による結晶構造の解析や、表面や破面の詳細な観察を行うことにより、強度低下の機構解明を進める予定である。

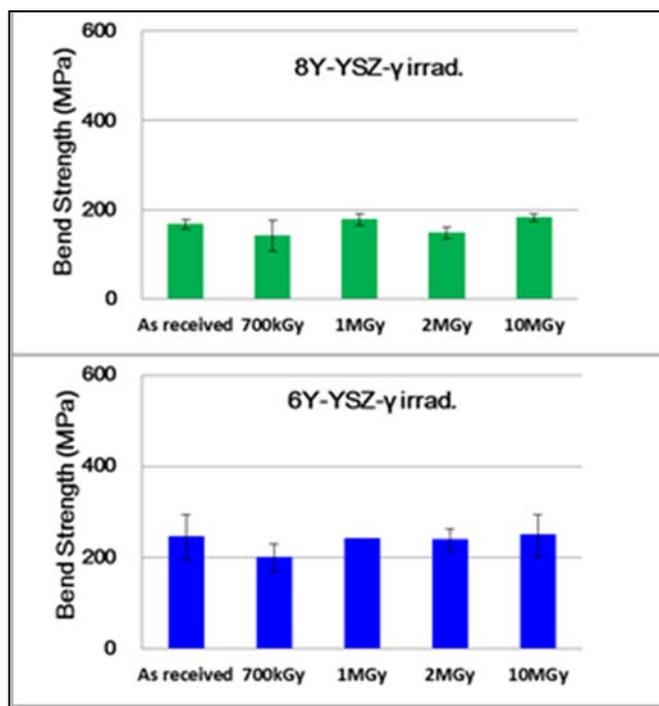


図1 8Y及び6Y-YSZの照射前後の曲げ強度

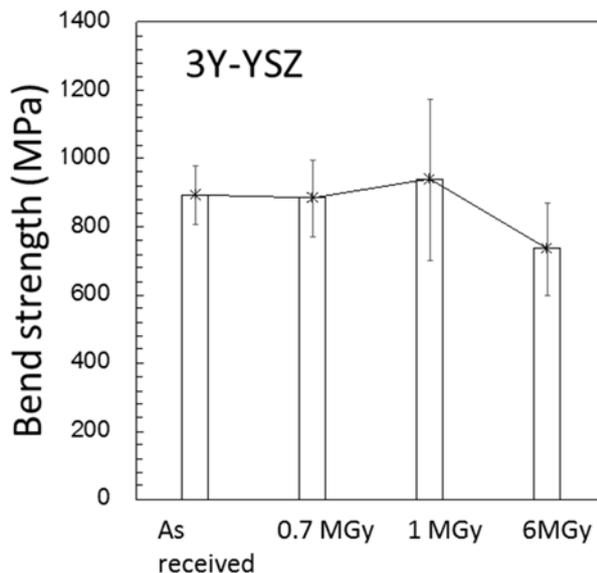


図2 3Y-YSZの照射前後の曲げ強度