

ADS ターゲット窓材の応力下照射による液体金属中腐食挙動に関する研究

Irradiation effects of ADS target window materials on corrosion in liquid metal

大久保 成彰

Nariaki Okubo

石川 法人

Norito Ishikawa

原子力機構

(概要) トリプليون照射を用いた ADS 核破砕中性子模擬照射により、ADS ターゲット窓候補材であるフェライト鋼 (T91) の腐食挙動が、応力照射下で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、腐食

1. 目的

原子力発電所から出る使用済み核燃料を核変換し、減容及び有害度を低減するために計画中の、加速器駆動システム (ADS) では、冷却材と核破砕中性子源に、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の腐食挙動は酸素濃度に大きく影響されることから、LBE 中の鉄鋼材料の腐食挙動の把握はシステム設計に不可欠であり、特に、陽子加速器側の高真空と炉心部を隔てる安全上最も重要な機器の一つであるターゲット窓材の健全性 (寿命) を左右するため、ADS 実現に向けた重要な研究課題の一つである。しかし、LBE 中の材料腐食挙動に及ぼす酸素濃度の影響については最近調べられつつあるが、中性子照射の影響はほとんど調べられていない。本研究では、トリプليونビームを用いた ADS 核破砕中性子の模擬照射により、LBE 中材料腐食挙動へ及ぼす照射の影響や、重い液体金属流による応力の影響を調べることを目的とする。

2. 実施方法

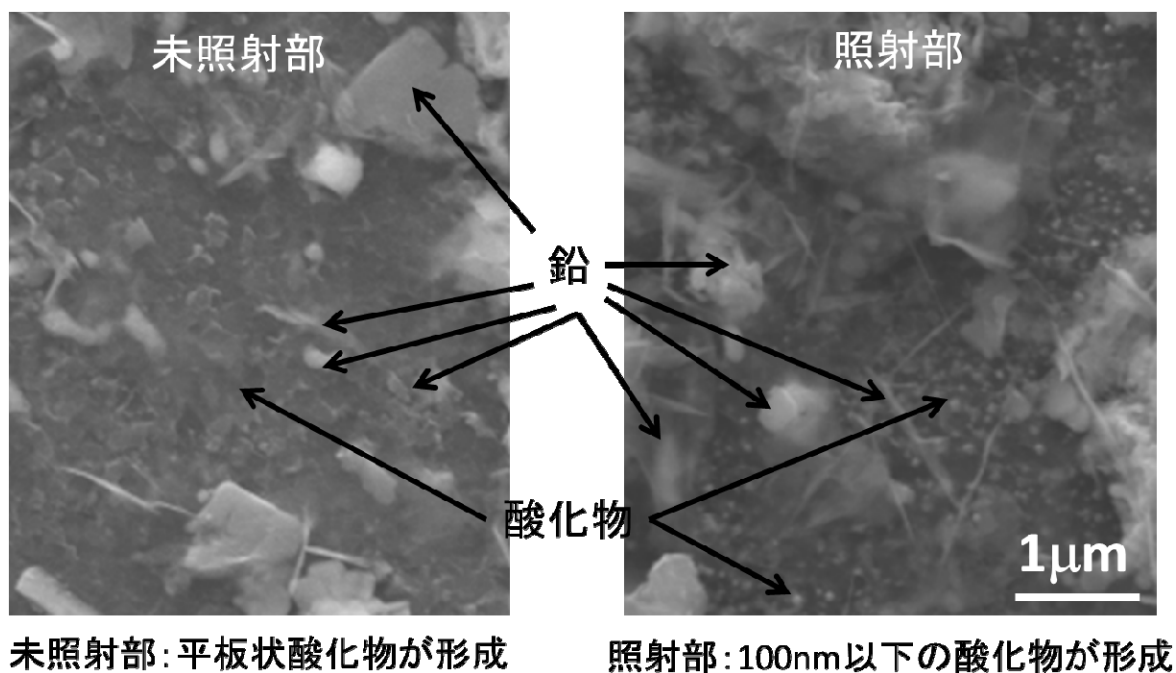
以前作製した曲げ変形により試料表面に引張応力を付与できる照射ホルダーを用いて、MT チャンバーにてトリプليون照射を行った。タンデム加速器による Fe イオン (中性子による弾き出し損傷を模擬)、イオン注入装置による H イオン (核変換生成ガスを模擬) 及びシングルエンド加速器による He イオン (核変換生成ガスを模擬) を使用したトリプルビーム照射を、ADS 実機及びその照射実験施設 (TEF-T) の照射条件に合わせて、それぞれ He/dpa=15, 50、H/dpa=120, 500 にて行った。照射中は、H 及び He の照射領域 (深さ) を広げるため、エネルギーディグレーダを用いた。応力は、平板試料と厚さを調整した曲げ試料を同時に照射することにより、0 及び 400 MPa (ADS ビーム窓で想定される最大応力) の範囲で同時に照射を行い、照射温度は、TEF-T や ADS で用いられる材料を想定した温度範囲 (350~550℃) とし、照射量は、TEF-T の 1 サイクル運転~ADS ビーム窓での想定損傷量の 8~20 dpa まで照射を行った。照射後に応力付与したホルダーのまま (あるいは試料を取り外し)、照射温度と同温度の LBE 中に浸漬し、最大 3000 時間を目標とした腐食試験を行った。浸漬試験後、200℃のシリコンオイルバス中にて試料表面の LBE を熔融除去し、アセトンに 1 晩浸漬洗浄し、試料の腐食層の微細観察を行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

まず、弾き出し損傷のみの影響を抽出するために、トリプルビーム照射ではなく、シングル照射による

弾き出し損傷を付与した。下図に、450℃にて 10 dpa まで照射後、LBE 中に 1000 時間の浸漬試験を行った平板試料表面の走査型電子顕微鏡（SEM）による観察結果を示す。左図が未照射部であり右図が照射部である。EDX による元素分析の結果、比較的大きな板状或いは針状粒子は、鉛が主な構成元素であることがわかった。また、未照射部では、数 100 nm サイズの比較的大きい平板状粒子、照射部では、直径約 100 nm 以下の微細な粒子がそれぞれ観察された。これらの粒子は、元素分析から両方とも鉄クロム系の酸化物であり、照射の影響を示唆する酸化物サイズの違いが観察された。曲げ応力負荷の有無による変化は観察されなかった。今後、SEM や透過型電子顕微鏡（TEM）、走査型透過電子顕微鏡（STEM）による詳細な断面観察や元素分析を行う予定である。

図 Pb-Bi 中浸漬試験後表面形態（SEM 像）



4. 引用(参照)文献等

なし