

ADS 材料特有の複合照射影響の把握と予測

Estimation and prediction for irradiation effects specific to ADS materials

大久保 成彰 吉田アリン 友部 政勝
Nariaki Okubo Alin Yoshida Masakatsu Tomobe

原子力機構

（概要）本研究では、ADS 材料特有の複合照射影響評価のため、イオン照射後に、鉛ビスマス液体金属中にて浸漬試験を行い、液体金属中の材料腐食挙動に及ぼす照射の影響を調べている。今回、デュアル照射における ADS 候補材の 316L 及び T91 鋼表面酸化被膜に対する照射影響を評価した。

キーワード：ADS 液体金属 腐食 酸化皮膜 照射

1. 目的

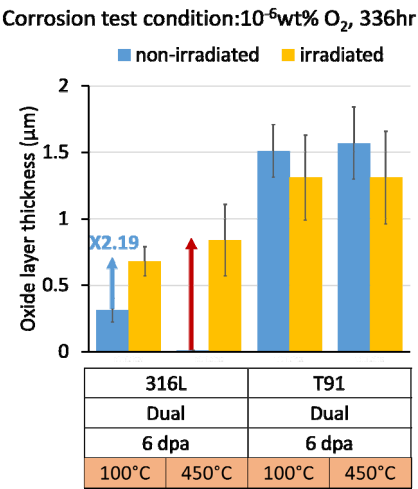
原子力発電所から出る使用済み核燃料に含まれる長寿命放射性核種を核変換し、減容及び有害度を低減する加速器駆動システム（ADS）では、液体鉛ビスマス共晶合金（LBE）中の材料の腐食挙動の把握は炉内機器の設計に不可欠である。陽子加速器側の高真空と炉心部を隔てる安全上重要な機器の一つであるビーム窓や燃料被覆管の健全性（寿命）を左右するため、ADS 実現に向けた重要な研究課題の一つである。R7 年度は、はじき出し損傷と核変換生成 He ガスの蓄積を模擬したデュアル照射における、照射硬化及び表面酸化膜の厚さ変化について調べた。

2. 実施方法

照射を受ける ADS 機器の候補材である 316L 鋼、T91 鋼に、MT チャンバーにてイオン照射を行った。タンデム加速器による 10.5 MeV-Fe³⁺ を 6 dpa の損傷量まで、インplanターによる 0.38 MeV-He⁺ と同時に照射を行った（デュアル照射）。照射温度は試料表面にて ADS 炉内機器の設計温度の中心である 450℃と、空孔拡散しない 100℃に制御しながら照射を行った。照射後にナノインデントによる微小硬さ測定を実施した。さらに、酸素濃度を制御した 450℃の LBE 中にて浸漬試験を実施し、その後断面 SEM 観察により、表面酸化被膜厚さを評価した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

照射後、LBE 中の酸素濃度を中間酸素濃度（6.0e-6 wt%）に制御しながら、336 時間浸漬試験を行った試料の表面酸化膜の厚さをそれぞれ図に示す。316L 鋼の場合、照射温度が 100℃の場合に比べて、450℃で照射した場合、酸化皮膜の形成促進が顕著にみられる（青、赤矢印）。この時、照射による硬化量の変化は、1.58 倍（100℃）、1.38 倍（450℃）であった。100℃照射の時に若干硬化量が多い理由は、照射による微細組織の発達により説明できる。空孔は 100℃ではほぼ不動のため、格子間原子が転位へと成長し硬化を生じやすい。450℃では、照射によりはじき出された格子間原子（転位へと成長し硬化を生じる）と、高温で移動しやすくなった空孔が再結合消滅することにより硬化量が減るためである。さらに、He 原子は空孔に補足されることで空孔の拡散を抑え蓄積する。表面酸化膜形成に必要な Fe や Cr 原子は空孔拡散によって移動する。よって空孔欠陥が多い 316L 鋼の場合、酸化皮膜形成が高温でより促進



されたと考えられる。一方、T91 鋼では、組織内に旧オーステナイト粒、ラス境界やパケットなど照射欠陥を消滅するシンクサイトが多く存在するため、その後の皮膜形成に寄与する空孔集合体等の蓄積が少なく変化が見えにくかったと考えられる。

図 照射条件による酸化膜厚の変化