

高電圧パルス破碎技術による燃料デブリの破碎に関する基礎的検討

Fundamental study on fragmentation of fuel debris using high-voltage pulse crushing

*菅 紗世¹, 飯塚 淳¹, 柴田 悦郎¹

¹東北大学

燃料デブリの処理時にウランを多く含む酸化物相と鉄などからなる合金相とを分離できれば、高レベル放射性廃棄物の減容化が期待できる。本研究では、異なる物質の界面における選択的な破碎が期待される高電圧パルス破碎技術に注目し、この技術の有用性について模擬試料を用いた試験を通して検討した。

キーワード：燃料デブリ，高電圧パルス破碎，異相界面優先破壊

1. 緒言

福島第一原子力発電所の燃料デブリは、主に酸化物相と合金相とで構成されている。ウランを多く含む放射線量の高い酸化物相と、鉄などを主とする合金相や巻き込まれた炉内構造物とを分離できれば、高レベル放射性廃棄物の減容化に繋がると考えられる。本研究では、異なる物質の界面における選択的な破碎が期待される高電圧パルス破碎技術に注目し、この技術の有用性について単純構造の模擬試料を用いたコールド試験を通して検討した。

2. 試験の概要

2-1. 試料

FeO, CaO, SiO₂ 試薬を 1:1:1 の mol 比で混合したものを純鉄製の坩堝（外径 42 mm、内径 32 mm）に入れて 1400 °C で熔融し、純鉄と酸化物が複合した試料を作製した。これを約 9 mm の厚さの扇形に切り出したものを高電圧パルス破碎試験の試料とした。また、坩堝内の形状を変化させて界面形状を複雑化させた試料、試薬に ZrO₂ を 4 mol% 混合して熔融した試料、ならびに酸化物相内に Zr ロッドを立てて入れた試料も同様に作製した。

2-2. 試験方法

高電圧パルス破碎試験は、破碎条件のうち電極間距離とパルス放電の周波数を固定し、印加電圧を 120 kV~180 kV、パルス放電の回数を 1 回~100 回まで変動させて行った。破碎後の試料は乾燥させた後に篩を用いて分級し、合金相から分離された分の酸化物相の粒度分布を質量ベースで求めた。

3. 結果

模擬燃料デブリ試料を作製し、高電圧パルス破碎試験を実施した。合金相と酸化物相の分離のしやすさは各相の組成によって多少変化するものの、高電圧パルス破碎によって酸化物相の過破碎を防ぎつつ効率的に分離できることがわかった。ただし、界面の形状が複雑であるとき、一部で酸化物相が合金相から剥離せずに残る場合があった。

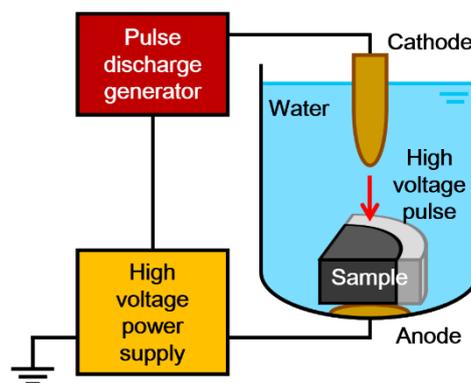


図 1. 高電圧パルス破碎装置の概略図

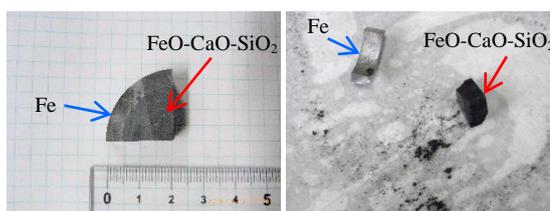


図 2. 破碎試験前後の試料の様子 (150 kV×10 回)

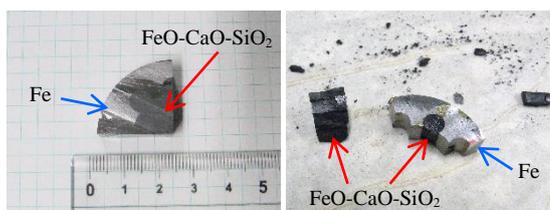


図 3. 界面形状を複雑化させた試料の破碎試験前後の様子 (150 kV×10 回)

*Sayo Suga¹, Atsushi Iizuka¹ and Etsuro Shibata¹

¹Tohoku Univ.