

添加物入り窒化ウラン燃料の水蒸気反応試験

Steam oxidation tests of uranium nitride fuels with additives

*柴崎 京介¹, 樽松 繁¹, 村上 望²

¹MHI 原子力研究開発, ²MHI

軽水炉への適用に際して水蒸気との高い反応性が課題である窒化ウラン燃料の反応性を抑制すべく、添加物入り窒化ウラン試料を試作し、水蒸気反応試験に供試した。その結果、無添加試料と比較して炭素添加試料にて水蒸気との反応性が抑制される傾向を確認した。

キーワード：窒化ウラン, 核燃料, 水蒸気酸化, 添加物

1. 緒言

窒化ウラン燃料は、現在の軽水炉に用いられている二酸化ウラン燃料と比較して、ウラン密度や熱伝導率が高く核燃料として優れた特性を有することから、将来の原子炉燃料の候補として検討されている。一方で、水蒸気と 250℃程度以上で反応する特性があり^[1]、軽水炉での適用に際しては、燃料リーク時に水分との反応による燃料の酸化・細粒化の発生が課題となる。本研究では、水蒸気酸化抑制を指向して種々の添加物を混合した窒化ウラン試料を試作し、水蒸気反応試験に供試した。

2. 試験

2-1. 試料作製

原料である金属 U 塊を UH_3 粉末とし、窒化处理により U_2N_3 を經由し UN 粉末の調製を行った。UN 粉末に C 粉末または UO_2 粉末もしくは両方を混合、ならびに無添加の試料を成形し、Ar 気流中にて焼結を行った。

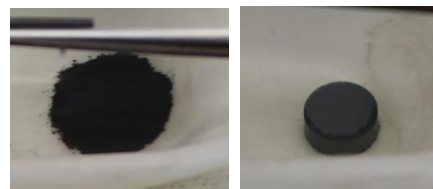


図1 350℃90分試験後試料例
(左)無添加 粉体化
(右)炭素添加 表面黒色化

2-2. 試験装置・条件

電気炉内で石英管を加熱・保温しながら、石英管入口側からフラスコにて沸騰させた純水を導入した。石英管内にはアルミナ製試料ボートを配置し、そのボート上にて試料を水蒸気と反応させた。水蒸気の導入、電気炉の昇温により石英管内試料近傍温度が所定温度に達した時点を試験開始時間とし、所定時間に達するまで水蒸気を導入、電気炉内温度を所定温度に保った。

2-3. 結果

図1に試験後試料の例を示す。無添加試料においては 350℃に到達後 90 分の時点で試料近傍の温度上昇及び試料の粉体化を確認した。一方で、炭素 C 添加試料においては 350℃到達後 90 分の時点にて試料表面が黒色化したものの、寸法形状を維持しており、重量変化からも反応はほとんど確認されなかった。また、 UO_2 添加試料においては 350℃に到達後 45 分の時点で試料近傍の温度上昇及び粉体化を確認した。

3. まとめ

炭素添加試料においては、無添加試料の酸化・粉体化反応が生じた条件においても反応が微小であり、炭素添加により試料の水蒸気との反応性が抑制される傾向にあると考えられる。一方で酸素添加試料においては、無添加試料よりも短時間で酸化・粉体化が完了しており、酸素添加により反応性が促進される傾向にあると考えられる。

参考文献

[1] S. Sugihara, S. Imoto, Hydrolysis of Uranium Nitrides, J. Nucl. Sci. Technol. 6(5)(1969)237-242

*Kyosuke Shibasaki¹, Shigeru Kurematsu¹ and Nozomu Murakami²

¹MHI Nuclear Development Corp., ²MHI