長寿命超ウラン元素を燃焼可能な軽水炉 RBWR の開発
（11）燃料集合体機器の流動健全性の検討

Development of RBWR for Long-lived Transuranium Elements Burner

(11) Investigation of Fuel Assembly Components on Fluid Dynamics Integrity

*高橋 志郎 [1]，藤本 清志 [1]，細井秀章 [1]，大塚 雅哉 [1]

[1] 日立研開

長寿命超ウラン元素を燃焼可能な沸騰水型軽水炉 RBWR の稠密炉心内の燃料集合体機器を開発している。常温の水-空気試験で、開発した燃料棒、燃料スペーサ、タイプレート等の機器の流動健全性を確認した。

キーワード：RBWR，燃料集合体，流体関連振動

1. 緒言　長寿命超ウラン元素を燃焼可能な沸騰水型軽水炉 RBWR（資源再利用型 BWR: Resource-renewable BWR）を開発している。RBWR はナトリウム冷却高速炉(SFR)と同様に長寿命超ウラン元素を燃焼することが可能な軽水炉である。核燃料廃棄物の長寿命超ウラン元素を燃焼できれば、放射性毒性の減衰期間（ウラン鉱石と同程度まで減衰する期間）を約 10 万年から約 300 年に低減できる。RBWR を実現化するため、RBWR の燃料集合体機器を開発し、その流動健全性を確認する必要がある。

2. 燃料集合体機器の開発試験　図 1 に流動健全性確認に使用した水-空気試験装置を示す。RBWR の燃料集合体は世界で使用実績のある BWR 軽水炉技術をベースに開発された(1)。各機器の仕様は、現行 BWR の設計の考え方を踏襲している。RBWR 燃料集合体の下部タイプレート、スペーサ、燃料棒等を試作し、実機の気液みかけ流速(j_g 及び j_l)条件を含む範囲で試験を実施した。各機器の圧力損失を差圧計で、燃料棒の振動を加速度計及びひずみゲージで測定した。

3. 燃料棒の流体関連振動の検討　図２に試験で得られた気液みかけ流速の比と、燃料棒振動変位の振幅（以下、振動と略す）との関係を示す。図中の V1 から V5 の位置の燃料棒を対象に、振動が最大となるスペーサ間中心の位置で振動を測定した。空気みかけ流速の増加とともに、振動は増加している。全ての条件で、振動は 12μm 以下であり、現行の燃料棒の振動(2)より小さくできる見込みである。また、各燃料棒位置で振動の大きさはほぼ同様である。これは、振動が二相流のランダム振動に起因しているためと考える。次に、図３に測定位置 V1 での振動のスペクトラムを示す。周波数 230Hz 近傍で振動のピークが確認できる。これは、燃料棒の固有振動数によるピークである。また、周波数 10Hz 近傍でも広い周波数幅のピークが確認できる。これは、水単相条件では確認できていないピークであり、二相流のランダム振動によるものと推定できる。RBWR では、燃料棒の固有振動数と二相流のランダム振動の周波数が異なるため、振動が小さい。

4. 結論　常温の水-空気試験で燃料集合体機器の流動健全性を検討した。試験における燃料棒振動変位の振幅は 12μm 以下であり、振動を小さくできることを確認した。

参考文献

[1] S. Takahashi et. al., *ICAPP2015*, Paper 15202, (2015)

[2] Y. Tsukada et. al., *ICONE10-22557*, (2002)

*Shiro Takahashi[1], Kiyoshi Fujimoto[1] Hideaki Hosoi[1] and Masaya Ohtsuka[1]

[1]Hitachi Ltd.,

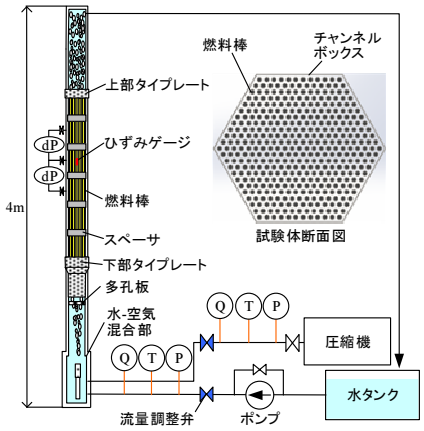

図 1 水-空気試験装置

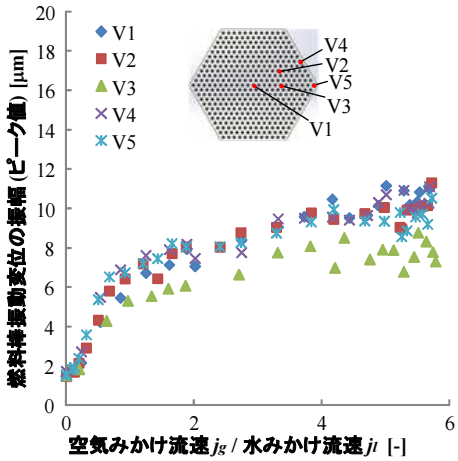

図 2 燃料棒の振動変位

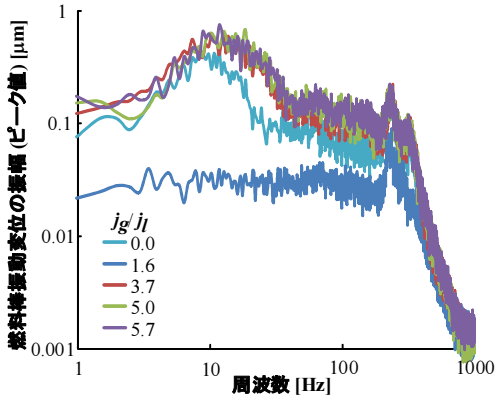

図 3 振動変位の周波数スペクトル