

ワイヤスペーサ型燃料集合体内の速度場計測 (3本ピンバンドルでのRe数依存性の評価)

Measurements of Velocity Distribution in Wire Wrapped Fuel Assembly
(Evaluation of Reynolds Number Dependence in 3-Pin Bundle)

*檜山 智之¹, 相澤 康介¹, 西村 正弘¹, 栗原 成計¹

¹原子力機構

ナトリウム冷却型高速炉のワイヤスペーサ型燃料ピンを模擬した3本ピンバンドル体系水試験において速度場をPIV(粒子画像速度測定法)により計測し、ピンとワイヤの位置関係による速度場の変化を把握するとともにそのRe数依存性を確認した結果を報告する。

キーワード: 高速炉, ワイヤスペーサ型燃料集合体, PIV(粒子画像測定法)

1. 緒言 ナトリウム冷却型高速炉の燃料集合体では、燃料集合体内のワイヤスペーサを含む形状に即した熱流動解析評価システムの構築が求められている^[1]。そこで燃料ピン周りの熱流動現象の解明および解析コード検証用データの取得を目的として、ワイヤスペーサ型燃料集合体内から一つのサブチャンネルを取り囲む3本の燃料ピンを模擬したピンバンドル(3本ピンバンドル)体系での水試験を実施してきた^[2]。本報告では、3本ピンバンドル体系におけるワイヤスペーサピン周辺の速度場についてPIVを用いて計測を行い、解析コードの検証用データを整備するとともにRe数が速度場に与える影響を確認した。

2. 試験方法 図1に試験体の概要を示す。水に近い屈折率のフロン樹脂製の3本のワイヤスペーサピンが、サブチャンネルを含む最も単純な体系として、アクリル製の六角形のダクトに収納されている。試験では下部の流入部の流速条件をバンドル体系において層流と乱流の間の遷移領域に相当する $Re=1350, 2700, 5000$ に設定した3ケースにおいてPIVによって速度場の計測を行った。

3. 試験結果 図2にサブチャンネル部のCピンに近い垂直断面($y=11\text{ mm}$)における鉛直方向の時間平均流速(V_z)分布を示す。なお V_z は流入部の平均入口断面流速(V_m)で規格化している。全3ケースにおいて、ワイヤを乗り越えた後のワイヤの左側では鉛直方向流速が減速し、ワイヤの右側では強い鉛直方向流速が確認された。これらの定性的な流況はRe数の条件によらず同様であった。図3にワイヤがサブチャンネル部に交差する $z/W=2.55$ での水平断面($y=11\text{ mm}$)における規格化した鉛直方向流速分布を示す。ワイヤ近傍(図3の①及び②)ではRe数が高いほど規格化した流速が高くなり、ワイヤから離れたところ(図3の③)では規格化した流速のピークはRe数が低いほど高くなった。このことより、サブチャンネル間を冷却材が移行する効果(ワイヤによるミキシングの効果)が乱流に近づくほど大きくなり、Re数が高くなるほど鉛直方向流速分布が平坦化することを確認した。

4. 結言 3本ピンバンドル体系の水試験においてPIV計測によってサブチャンネル部の速度場データを取得し、高速炉の燃料集合体に特徴的なワイヤによるミキシング効果のRe依存を確認した。

参考文献

[1] Y. Shimakawa, et al., Nuclear Technology, Vol.140, No.1, p1-17(2002)

[2] M. Nishimura, et al., Proc. of ICONE20-POWER2012-54404

*Tomoyuki HIYAMA¹, Kosuke AIZAWA¹, Masahiro NISHIMURA¹ and Akikazu KRIHARA¹

¹Japan Atomic Energy Agency

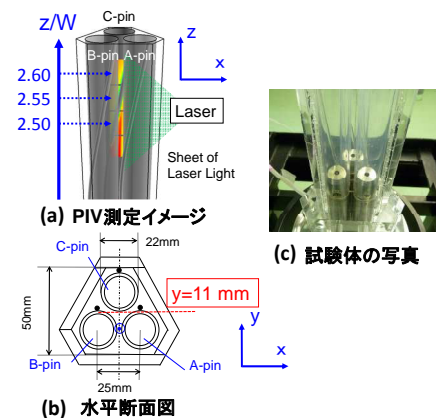


図1 試験体の概要

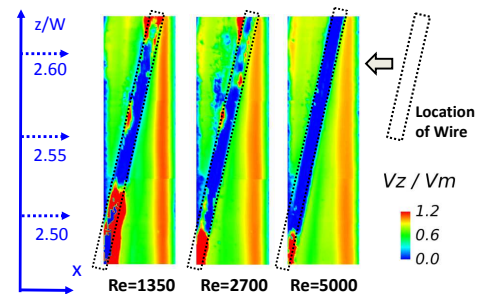


図2 規格化z方向平均流速分布 ($y=11\text{ mm}$)

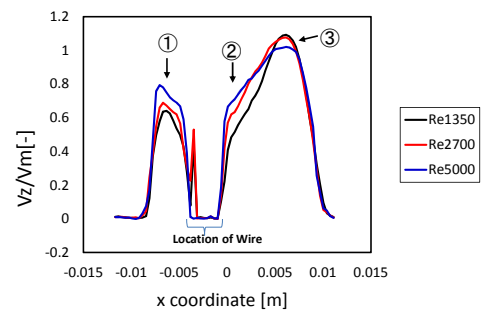


図3 規格化z方向平均流速分布 ($z/W=2.55$)