

自由液面を移動する非定常渦からのガス巻き込み現象に関する研究

(1)PIV 計測によるガス巻き込み現象の観察

Study on gas entrainment from unsteady drifting vortexes on liquid free surface

(1) Observation of gas entrainment by PIV measurement

*菊池 祐一郎¹, 武井 洋太¹, 平川 萌¹, 堺 公明¹, 田中 正暁², 大島 宏之²

¹東海大学, ²原子力機構

タンク型ナトリウム冷却高速炉において重要となるガス巻き込み現象に関して、自由液面を移動する非定常のくぼみ渦が発達しガス巻き込みに至る体系を構築し、PIV 計測を実施した。ガス巻き込みが発生する条件を確認するとともに、くぼみ渦が発達しガス巻き込みに至る流況を確認した。

キーワード：PIV 計測，ガス巻き込み，ナトリウム冷却高速炉

1. 緒言

高速炉における原子炉容器内の自由界面からのガス巻き込みについて、ループ型の JSFR(Japan Sodium-cooled Fast Reactor)では液面近傍にディッププレートを設置することにより防止する設計とされていた。しかし、タンク型である ASTRID は、コンセプトデザインにおいてディッププレート設置が含まれておらず、タンク型の広い自由界面におけるガス巻き込み現象はより慎重な設計手法により防止する必要がある。

既往研究では、円筒体系の下部に吸い込み管を設けて定常渦からのガス巻き込みを発生させ、循環や下降流速勾配をパラメータとした実験に基づく研究が多く行われてきた。一方、くぼみ渦が界面を移動しながら発達する条件での研究例[1]はほとんどなく、本研究では、流路の出口側下部流れを設定し、出口側に向かって徐々に下降流速勾配が増加する条件にてデータを取得することとした。

2. 試験体系および試験方法

図1に試験体系を示す。回流水槽の観測部は長さ0.7m、幅0.3mであり、流路の中央底部に設けられた幅0.4mのスリットを通じて試験部から流出する。入口部にストレーナがあり、入口の速度分布はほぼ均一となっている。また入口側から0.1mの位置に幅0.045mの平板を設置し、後流渦としてのくぼみ渦が発生する体系とした。速度分布の測定は PIV 手法を用いた。トレーサには、粒子径63~150 μ m、比重1.01であるスチレン-ジニルベンゼン系合成吸着剤を使用し、レーザー光を用いた画像データより直接相互相関法によって速度分布を評価した。くぼみ渦はスリット上を出口側に進み、発達しながら出口側近傍で、ガスコアが伸長し、ガス巻き込みが発生する。液位は常に一定にし、入口側平均流速を変化させ、ガス巻き込みの発生条件を調べるとともに PIV 手法により、くぼみ渦の循環等の流速分布の計測を行った。

3. 試験結果

図2に示すように、くぼみ渦が伸長しガス巻き込みに至る現象について、PIV 計測による速度分布の取得を行った。入口側平均流速を段階的に設定し、それぞれ5分以上測定し、ガス巻き込みが発生しない場合はその条件でのガス巻き込みは「発生なし」と判定した。測定の結果、本体系では0.13m/sを超える入口流速において、気泡離脱およびガスコアの伸長によるガス巻き込みの発生が確認された。その際、ガスコア長さは150mm程度まで伸長し、主流への気相の連行が発生する。

4. 結言

事前の解析によりガス巻き込みが発生すると予測された流速範囲のうち、比較的高流速域においてくぼみ渦が発達し気泡離脱およびガス巻き込みが発生することが確認された。また、本試験条件における試験結果は、解析によるガスコア長さの予測より小さい値となることが確認された。

参考文献

[1]岡本他、共同研究報告書、東京大学、核燃料サイクル開発機構、JNC-TY9400 2004-020, (2004)

*Yuichiro Kikuchi¹, Yota Takei¹, Moe Hirakawa¹, Takaaki Sakai¹, Masaakii Tanaka¹, Hiroyuki Ohshima².

¹Tokai University, ²Japan Atomic Energy Agency

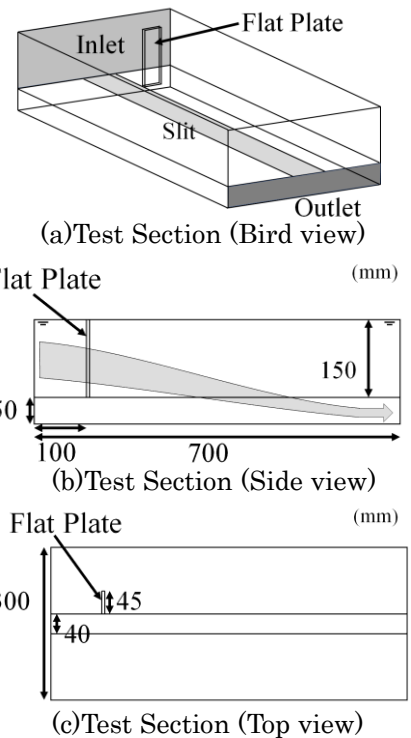


図1 試験体系

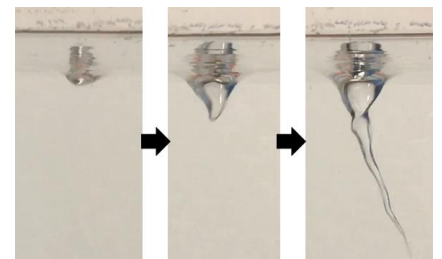


図2 くぼみ渦発達の様子