

RIA 時の沸騰遷移に関する研究（低温時 RIA）

(2) 大気圧下における急速発熱時の 3×3 バンドル過渡限界熱流束

A Study on The Boiling Transition in RIAs (Cold RIA)

(2) Transient critical heat flux with 3 x 3 bundle heated rapidly under atmospheric pressure

*新井 崇洋¹, 古谷 正裕¹, 白川 健悦¹, 渡辺 瞬¹, 滝口 広樹¹佐合 優一², 原田 健一²¹電力中央研究所, ¹中部電力

大気圧条件下で急速に直接通電加熱される 3×3 バンドル急速発熱させる実験を行い、過渡限界熱流束が明瞭に定義できることが判明した。初期水温及び入口流速が過渡限界熱流束に及ぼす影響を把握した。

キーワード：過渡限界熱流束, 3×3 バンドル, 急速発熱, 大気圧

1. 緒言 急速な加熱による過渡沸騰現象は、温度境界層やボイド率が十分発達していないために、定常加熱より高い熱伝達が得られることが知られている。なかでも、冷却限界を定める重要指標である限界熱流束は、流動条件だけでなく、表面熱流束の時間変化や流路形状が大きく影響する。本研究では、バンドル体系における急速発熱時の過渡限界熱流束相関式を導出するため、大気圧条件下での過渡限界熱流束実験を行い、初期水温や流速に対する実験データベースを構築する。

2. 実験 図 1 に試験部の概略図を示す。実験体系は、有効発熱長 310 mm を有する発熱ロッドを正方格子状に配置した 3×3 バンドル（ロッド外径 11.2 mm、ロッドピッチ 14.3 mm）である。発熱部はインコネル 600 製の薄肉円筒管であり、直接通電によってジュール発熱させた。発熱部に 6 本のシース外径 0.5 mm 極細シース熱電対を埋め込んだロッドを 3×3 バンドル中央ロッド、サイドロッド 2 か所、コーナーロッド 1 か所の合計 4 か所に配置し、ロッド温度分布を計測した。スペーサは、タブなしの丸セル形状とし、発熱部での沸騰伝熱への影響を極力避けるため、発熱部以外の部位に配置した。実験条件は気水分離器上部を大気開放とし、初期水温が 30 - 95℃、試験部入口流速が 0.2 - 0.75 m/s とし、バンドル熱出力は、軸方向、径方向ともに一様分布である。

3. 結果及び考察 図 2 に熱出力の立ち上がり時間 0.2 秒、最大熱出力を 0.5 秒間保持した後、0.02 秒で即時停止させる熱出力を印加したとき、発熱部下端から 295 mm 下流でのバンドル中央ロッド温度の時間変化を示す。実験条件は初期水温 85℃、入口流速 0.35 m/s である。熱出力を段階的に変化させて限界熱流束に達した場合、ロッド表面がドライアウトに至ることでロッド温度が上昇し、発熱停止後も高温状態が持続する。バンドル出力に対して最高ロッド温度が顕著に増大した場合の表面熱流束を過渡限界熱流束と定義した。図 3 に過渡限界熱流束を初期水温及び入口流速に対して整理して示す。初期水温の低下あるいは流速の増大とともに過渡限界熱流束は増大する。また、低流速ではバンドル全体でドライアウトし、高流速では中央ロッドでドライアウトしやすい傾向を得た。以上から、バンドル体系特有の横流れや外周壁の影響を考慮した過渡限界熱流束データベースが構築できたと考えられる。

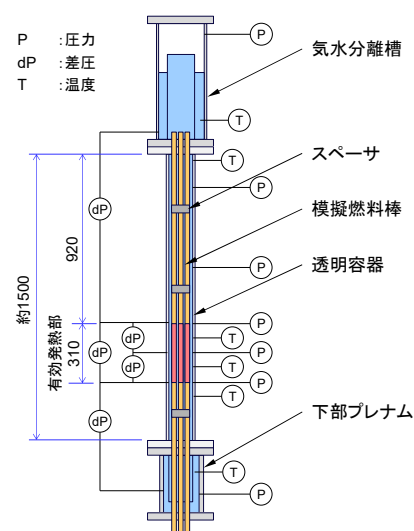


図 1 試験部概略図

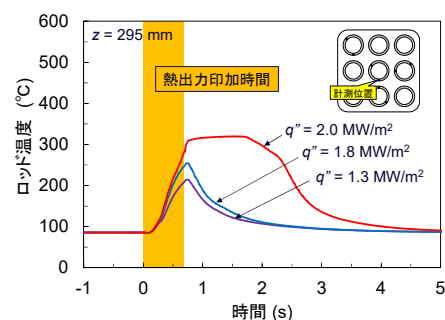


図 2 ロッド温度の時間変化

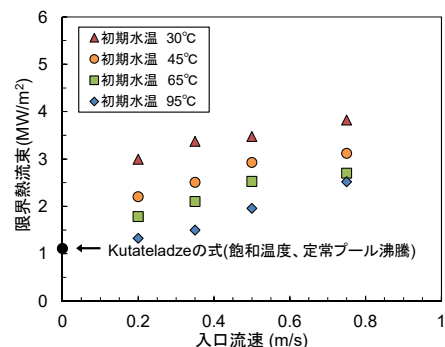


図 3 初期水温と流速の影響

*Takahiro Arai¹, Masahiro Furuya¹, Kenetsu Shirakawa¹, Shun Watanabe¹, Hiroki Takiguchi¹, Yuichi Sago² and Kenichi Harada²

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Chubu Electric Power.