CHF in a Non-uniformly Heated Tube under Low-Pressure and Low-Mass-Flux condition
～Influence of the Heated Length～

学 ○網 健行 (関西大院) 学 下村 浩二 (関西大院) 正 梅川 尚嗣 (関西大)
正 小澤 守 (関西大) 正 三島 嘉一郎 (京大炉) 正 斉藤 泰司 (京大炉)

Takeyuki AMI, Koji SHIMOMURA, Hisashi UMEKAWA, Mamoru OZAWA, Kansai University, 3-3-35, Yamate-cho, Suita, Osaka
Kaichiro MISHIMA, Yasushi SAITO Kyoto University Research Reactor Institute

1 緒 言

ボイラ等の沸騰関連機器においては、水管の周方向に強い非均一な熱流束分布が発生する。そのため、熱流束分布の限界熱流束に対する影響の把握が重要となる。

本一連の研究において、非均一加熱管を用いた熱流動特性の研究が梅川ら^{1,2)}によりなされている。ここではSUS304製の加熱長さ 900 mm の円管に対して、内径中心と外径中心を同心円から ε mm (偏心度) だけずらした非均一管 (偏心管) に対して、直接通電加熱を行うことで周方向に非均一な熱流束分布を実現している。そして、偏心度が大きくなるほど限界熱流束が大きくなるという実験結果を液膜再配分と関連付けて、Butterworth³⁾の液膜再配分モデルを用いて説明している。本研究ではこの液膜再配分に対する知見を得るために、加熱長さを変化させた実験を行ったのでここに報告する。

2 実験装置および実験方法

実験装置は強制流動沸騰チャンネルであり、貯水タンク、ポンプ、フローメータ、オリフィス、テストセクション、セパレータより構成されており、イオン交換水を作動流体とする垂直上昇流である。

テストセクションは、内径 20 mm、外径 24 mm の SUS304 製の円管で、上流部の均一管 ($\varepsilon=0$ mm) と下流部の均一管もしくは偏心管 ($\varepsilon=0.5, 1.0, 1.5$ mm) の二種類の円管を接続して構成されている。各円管の加熱長さは 900 mm であるため、合計加熱長さは 1800 mm となる。また管外壁温度測定のために $\phi 0.65$ mm の非接地の K 型シース熱電対を設置しており、本研究では、測定した温度が 400 deg. C を超えたときの熱流束を限界熱流束としている。実験条件は系圧 $P_{ex}=0.3, 0.4$ MPa, 入口流体温度 $T_{in}=30, 80$ deg. C, 質量流束 $G=20-140$ kg/m²s である。

3 結果および考察

実験結果を Fig. 1 に示す。実験条件は $P_{ex}=0.4$ MPa, $T_{in}=30$ deg. C である。図中、白抜きプロットが加熱長さ 900 mm, 黒塗りが加熱長さ 1800 mm のデータで、丸プロット, 三角プロットがそれぞれ均一管, 偏心管のデータであり、図では異なる加熱長さの系の結果を比較するために、投入熱量を質量流束に対してプロットしている。加熱長さ 1800 mm の投入限界熱量のほうが僅かに加熱長さ 900 mm の場合よりも大きくなっている。また、均一管における投入限界熱量の方が偏心管の場合よりも大きく、均一管と偏心管の投入限界熱量の差は加熱長さ 900 mm の方が大きいことが分かる。

次に、Fig. 2 に質量流束に対する、最大局所限界熱流束 ($q_{CHF, max}$) を均一管の甲藤の限界熱流束相関値 (q_{Katto}) で除した値の関係を示す。図中に示す各線は Butterworth の液膜再配分モデルにおいて再配分係数 $\zeta=0.9$ とした場合の計算結果である。加熱長さが 900 mm の場合、実験結果と計算結果は良く一致しているが、加熱長さ 1800 mm ($\varepsilon=0.0 + \varepsilon=1.5$) の場合、計算結果は実験結果を過小評価し、むしろ上流部も偏心管 ($\varepsilon=1.5 + \varepsilon=1.5$) と仮定して計算した計算結果の方が実験結果に近い値を示す。これは液膜の再配分機構で考えた場合、蒸気流束が大きく影響することが考えられるが、1800 mm 管では高蒸気流束にさらされる距離が長くなるため、900 mm 管と同じ定義では再配分を十分に評価できなかったものと考えている。

Fig. 1 Characteristics of total heat input at CHF.

Fig. 2 Relationship between Mass flux and $q_{CHF, max}/q_{Katto}$

4 参考文献

- 1) Umekawa et al., J. Multiphase Science and Tech., Vol. 18, No. 4, pp. 137-161, (2006).
- 2) Umekawa et al., Heat Transf. Asian Research, Vol. 35, No. 1, pp. 47-60, (2006)
- 3) D. Butterworth, AERE-M2426, (1971).