

分割型高温超伝導マグネットの接合／冷却技術の研究進展

(1) 金属多孔質挿入流路の熱伝達特性

Research progress in joint and cooling techniques for a remountable high-temperature superconducting magnet

(1) Heat transfer characteristics of a metal porous media inserted channel

*伊藤 悟¹, 佐々木 駿介¹, 橋爪 秀利¹

¹ 東北大学

DEMO 炉や商用炉の大型超伝導マグネットの設計案として、機械的接合を用いた分割型高温超伝導マグネットを提案しており、接合部の局所発熱除去のために金属多孔質挿入流路を使用することを提案している。本講演では当該流路の水と液体窒素の伝熱実験データを元に構築した伝熱相関式について報告する。

キーワード：超伝導マグネット，高温超伝導体，金属多孔質体，熱伝達特性

1. 概要

次世代核融合炉の超伝導マグネットの設計案としてマグネットを高温超伝導化し、分割製造・組立によって製作・運用する分割型高温超伝導マグネットを提案している[1]。本コンセプトでは、マグネット接合部の局所冷却に潜熱輸送が可能な金属多孔質挿入流路の適用を検討している。本発表では、ブロンズ粒子焼結金属多孔質体に水[2]および液体窒素[3]を用いた場合の沸騰曲線の実験データを元に構築した伝熱相関式について報告する。

2. 伝熱相関式の構築

金属多孔質挿入流路の対流沸騰熱伝達について、強制対流領域、強制対流＋核沸騰領域、核沸騰限界点（DNB点）の3つについて、伝熱相関式を構築した。強制対流領域については、非焼結多孔質流路の伝熱相関式であるAchenbachの式[4]に粘性項、熱拡散項、伝熱面と多孔質の接触抵抗を表す定数項を加えて修正した。図1に実験的に得られた熱流束[2,3]と修正した伝熱相関式の比較を示す。実験精度の低い 10^{-2} MW/m²を下回る熱流束条件を除き、 $\pm 40\%$ の精度で実験結果と伝熱相関式を一致させることができた。また、核沸騰領域、DNB点についても平滑管に対する既存の伝熱相関式を修正して、実験結果とそれぞれ $\pm 40\%$ 、 $\pm 30\%$ の精度で一致させることができた。具体的な修正伝熱相関式、実験結果との比較については、講演当日に紹介する。

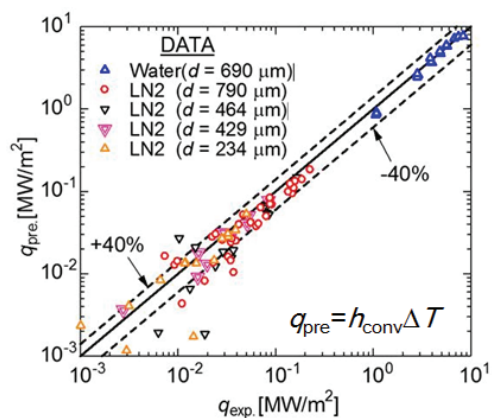


図1 対流領域における熱流束の実験結果 q_{exp} と予測結果(伝熱相関式) q_{pre} の比較

参考文献

- [1] H. Hashizume and S. Ito, Fusion Engineering and Design, Vol. 89, (2014), pp. 2241-2245.
- [2] K. Yuki, et al., Proceedings of MNHT2009 Micro/Nanoscale Heat Transfer International Conference, MNHMT2009-18318.
- [3] Y. Tanno, S. Ito and H. Hashizume, Advances in Cryogenic Engineering, AIP conf. Proc., Vol. 1573, (2014), pp. 597-604.
- [4] E. Achenbach, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 10, (2015), pp. 17-27.

*Satoshi Ito¹, Shunsuke Sasaki¹ and Hidetoshi Hashizume¹

¹Tohoku Univ.