

溶融金属攪拌への超電導応用における 断熱法の提案

背景

金属材料製造分野において、溶融金属の攪拌は、結晶の均一化、成分濃度・温度の均一化、精錬速度の高速化、介在物の分離促進など、非常に多くのメリットがあり、様々な製造プロセスに適用されてきた。これら電磁プロセスに超電導技術を用いることにより、より強力な磁界印加が行え、また実規模の 100t クラスの鉄鍋に対する磁界印加も可能になると考えられる。そのためには、1000 を超える溶融金属と超電導マグネットを冷却する液体ヘリウムとの間の断熱技術の開発が不可欠である。従来は耐熱れんがなどが用いられているが、このような方法では断熱距離が長くなり十分な磁界印加が行えない。

目的

材料電磁プロセッシングに交流超電導技術を適用するための、高温溶融金属と超電導巻線部の極低温領域との断熱技術を提案する。

主な成果

- 新しい断熱法の提案と現状技術を用いた概念設計
 - 従来の耐熱れんがによる断熱に代えて、真空断熱技術を用いた方法を考案した¹⁾。この方法は輻射シールドと真空断熱を組み合わせた方法であり、蒸発ヘリウムガスの潜熱を利用し高温部からの除熱を行い、液体ヘリウム槽への熱侵入を防いでいる。鉄の精錬を対象として、真空槽による断熱と 27 枚のステンレス箔による輻射断熱により図 1 に示す構成で実現が可能であり、図 2 に示す温度分布による断熱が可能となった。このとき、鉄鍋外側の高温部(1200)から室温中間壁までの厚みは約 60mm で実現可能である。
- 新しい真空断熱技術の提案
 - 新しい材料を用いた真空断熱について、内壁材料や輻射シールド板を高度化することにより、アルミ溶解などの 1000 から液体ヘリウムまで一体化した断熱が可能となる。この時、真空断熱槽の厚さは約 25mm まで縮小できる。鉄鍋を薄くした外壁温度 1500 を想定した検討では、液体ヘリウム領域までの断熱について約 40mm で実現可能である。これは従来の断熱れんがなどを使用した場合に比べ、1/10 以下の厚さである。
 - なお、本方法を実現するためには、
 - 高温(2000)真空容器の製造については、高純度アルミナ(サファイア)やジルコニアを使用する方法があるが、これらセラミックスの円筒を製作する製造技術開発が必要である。
 - 輻射シールド板の構成について、2000 以上の高温部でも溶けない高融点金属を使用した輻射シールド材の開発が必要である。

特許出願済

1) 特願 2005-270894 磁場発生装置用クライオスタット

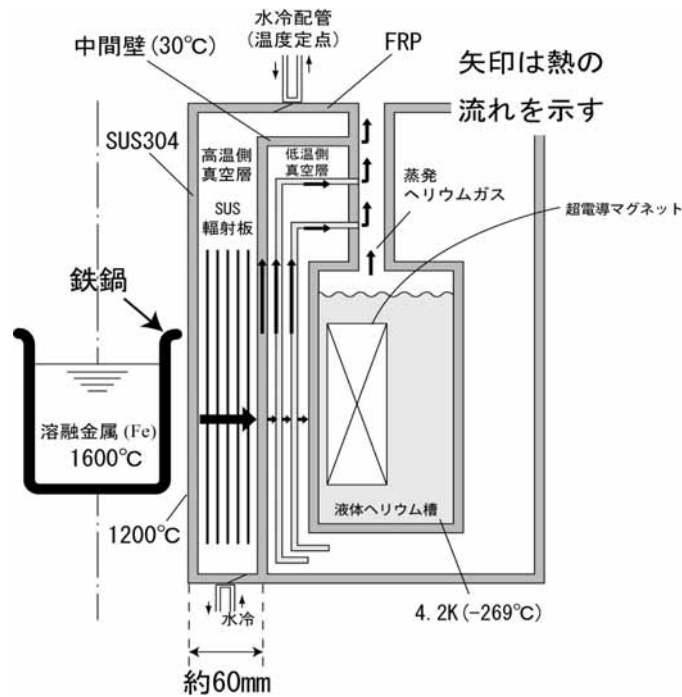


図1 鉄の精錬を想定した場合の構成概念図

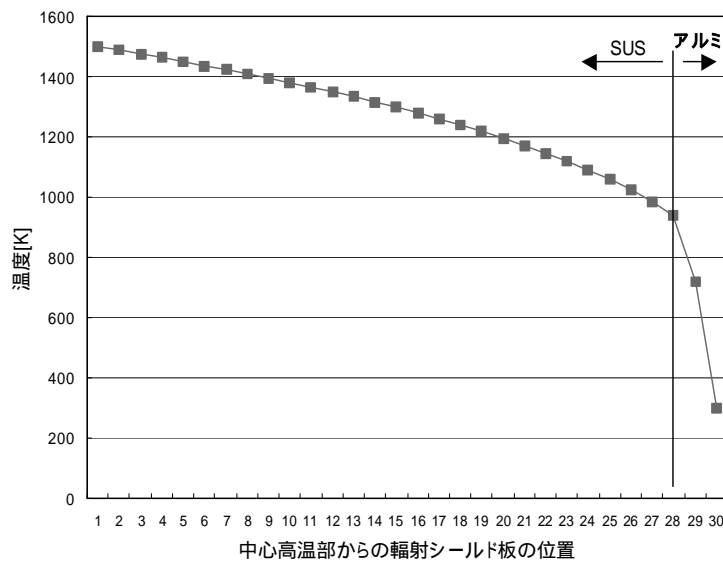


図2 現状技術を用いた断熱容器内の温度分布

研究報告 H05010	キーワード：交流超電導、電磁攪拌、精錬、電磁プロセッシング、超電導の産業 応用
担当者	笠原 奉文 (電力技術研究所・高エネルギー領域)
連絡先	(財)電力中央研究所 電力技術研究所 Tel. 046-856-2121(代) E-mail : eperl-rr-ml@criepi.denken.or.jp