

密閉型誘導加熱攪拌翼の開発における 電磁界・熱流体解析シミュレーション

中尾 一成 (なかお かずしげ) 福井工業大学 電気電子工学科 教授
柏山 和樹 (かしやま かずき) 福井工業大学 研究員
竹原 紘史 (たけはら ひろふみ) 三菱電機株式会社 静岡製作所
中尾 総一 (なかお のぶいち) 関西電力株式会社 技術研究所 研究員

要約 現行の攪拌槽における加熱は化石燃料を燃焼させ、生成された蒸気や温水をジャケットやヘッダーに流して内容物を槽壁外部から加熱する外部槽壁加熱が一般的である。本稿で紹介する密閉型誘導加熱攪拌翼は、攪拌翼の内部に絶縁された電磁誘導コイルを内蔵し、翼板を誘導加熱して内部から直接溶液を加熱するという新コンセプトを有している。用途は化学工業・食品加熱向けなど多岐にわたると想定している。本システムの導入は脱炭素化の流れの中、加熱プロセスにおけるエネルギー源を化石燃料からグリーン電力へ転換できる、“カーボンフリー電化・攪拌システム”としての役割を担うことができると考えている。以下ではその開発内容や、開発における誘導加熱攪拌翼の最適形状化のための有効な設計支援ツールとしての電磁界・熱流体解析シミュレーション事例について紹介する。

1. はじめに

IH クッキングヒータに代表される誘導加熱の特長としては①渦電流形成による表面均一加熱、②電磁誘導による非接触加熱、③加熱量制御の容易性がある。

誘導加熱は交流電源に接続されたコイルに高周波電流を流すと近傍の金属表面に磁束の変化を妨げる方向に“渦電流”が形成され、そのジュール熱で金属が加熱される現象である。その発生熱を周囲の空気や液体加熱に利用することで様々な分野で利用されている。

本研究は、この誘導加熱を化学工業プロセスにおける攪拌翼に適用したものである。現行の攪拌システムは、化石燃料の燃焼熱により生成された蒸気などを攪拌槽の外部ジャケットやヘッダーに流して溶液を加熱する外部槽壁加熱である。しかし、溶液の粘度が高くなると槽壁近傍が攪拌されにくく、溶液に熱が伝わりにくいという課題がある。

新しく開発した密閉型内部誘導加熱攪拌翼(図1)は、絶縁されたコイルを翼内部に内蔵し、回転している攪拌翼を誘導加熱するため、攪拌槽内の溶液を高効率、高伝熱、高速かつ大容量加熱することが期待できる。

攪拌翼の熱流体設計のためには翼伝熱特性や熱応答性を把握することが重要である。これら特性を把握す



図1 密閉型誘導加熱攪拌翼

るためには翼伝熱特性実験や電磁界解析・伝熱流体解析が不可欠である。

以下、2章では密閉型誘導加熱攪拌翼の構成・特長、3章ではその実験結果、さらに、4章では電磁界解析・熱流体解析シミュレーションによる翼伝熱の解析結果について述べる。

2. 密閉型誘導加熱攪拌翼の構成と特長

誘導加熱攪拌翼の開発に際しては、まず、原理検証のため外部通電型を試作した¹⁾。IH クッキングのよ