

大型鉄板用誘導加熱装置における 加熱コイル間の距離が発熱分布に及ぼす影響

Effect of Distance Between Heating Coils on Heat Distribution
in Induction Heating Equipment for Large Iron Plates

綿井大樹¹⁾
指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

本研究では、まだ普及が進んでいない大型の鉄板を誘導加熱する調理システムについて検討している。複数のコイルを用いて大型の鉄板を誘導加熱すると、発熱分布が不均一になる現象が報告されている。本稿では大型鉄板の均一加熱を実現するためにコイル間の距離が発熱分布に及ぼす影響について検証する。

キーワード： 誘導加熱, IH 調理器, 均一加熱

1. はじめに

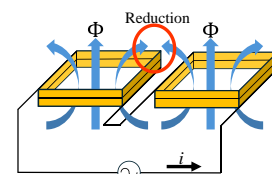
近年、家庭や飲食店に IH 調理器が普及している。一部のメーカーでは、鍋等の調理器具の位置をセンサで検知し、調理器具付近の加熱コイルのみを励磁させる IH 調理器を発売している。しかし、鉄板焼き等で使用する大型の鉄板を誘導加熱できる調理システムは事例が少ない。今後、さらに誘導加熱を普及させるためには、このような調理システムの開発が必要不可欠と考えられる。大型の鉄板を誘導加熱するには、複数の加熱コイルを用いる必要がある。しかし、近接する複数の加熱コイルが発生させる磁界が相互作用し、発熱分布が不均一になる現象が報告されている[1]。具体的には、複数のコイルから生じる磁束が同じ向きだと強め合い、逆向きだと打ち消し合いが起きる。そのため、鉄板を均一に誘導加熱する技術が求められている。筆者らは、使用する加熱コイルの形状やコイル間の距離、電流の向きなどを考慮することにより、この問題を解決できるのではないかと考えている[2]。

本稿では、複数コイルを用いた鉄板の誘導加熱における発熱分布を均一にするため、コイル同士の距離が発熱分布に及ぼす影響について検討する。

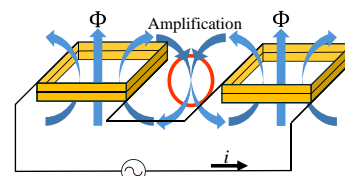
2. 磁界の相互作用

複数のコイルを用いて鉄板を加熱した場合、コイルから発生する磁束同士が強め合うことで温度

が周囲より高くなる場合と、打ち消し合って温度が低くなる場合がある。図 1 に磁界の相互作用を示す。図 1(a)はコイル同士が近い場合、図 1(b)はコイル同士が離れている場合である。図 1 を見て分かるようにコイルに流れる電流の向きが同じ場合でも、コイル同士の距離が近い場合と遠い場合で、磁界の相互作用の性質が異なる。本研究では、図 1(b)のようにコイル同士の距離が遠いときに磁束が強め合う場合を和動接続、磁束が打ち消し合う場合を差動接続と呼称する。先行実験では、磁束が打ち消し合う場合の方が発熱分布が均一になることが分かった[2]。そのため、本実験におけるコイル同士の接続方法は差動接続とした。



(a) コイル同士が近い場合

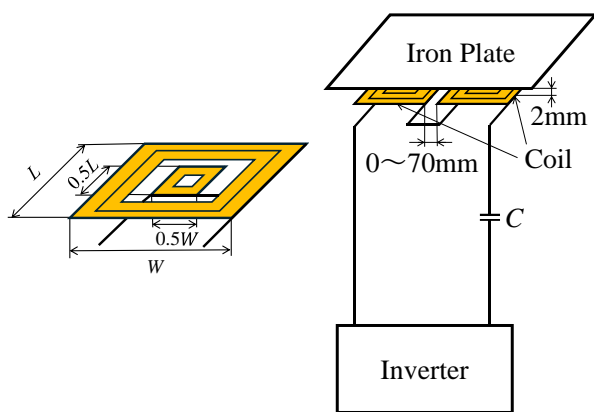


(b) コイル同士が遠い場合

図 1 磁界の相互作用

3. 実験方法

本実験では、コイル同士の距離を変化させた場合の発熱分布について、コイルを2つ用いたときと4つ用いたときでそれぞれ観測した。図2に実験構成を示す。先行実験では、二重平巻きコイルを使用した場合に最も発熱分布が均一になるという結果が得られた[2]。そのため、本実験では二重平巻きコイルを使用した。図2(a)は製作した加熱コイルである。加熱コイルはリッツ線を23回巻いたものを使用した。外側コイルの外径を L : 約80mm× W : 約90mm とし、内側コイルは外側コイルの1/4の面積とした。図2(b)は実験の概略図である。各コイルと共振用コンデンサは全て直列に接続した。コイルと鉄板の間は2mmとした。コイル同士の距離は、0mm~70mmの間で10mm毎に変化させた。また、結果から発熱分布が最も均一であった距離の前後5mmでも観測を行った。電圧はコイルを2つ用いたときが約140V_{P-P}、コイルを4つ用いたときが約210V_{P-P}とし、共振周波数が約50kHzになるようコンデンサ C を設定した。コンデンサ C は、加熱コイルが2つの場合は0.4 μ F、4つの場合は0.2 μ Fとした。温度が20秒以上一定になった段階でサーモグラフィカメラを用いて発熱を観測し、標準偏差により発熱分布を評価した。



(a) 製作したコイル (b) 実験概要

図2 実験構成

4. 実験結果

図3はサーモグラフィカメラで観測した発熱分布の様子である。発熱分布は図3の四角で囲った部分の標準偏差で評価した。図4は各距離における発熱分布を標準偏差で表したグラフである。コ

イルを2つ用いたときと4つ用いたときのどちらにおいても、コイル間の距離が35mmの地点で標準偏差が小さくなっていることが分かる。これはコイル同士が35mmより近い場合、コイルが発する磁界同士が強め合って発熱分布が不均一になっており、35mmより遠い場合は打ち消し合って発熱分布が不均一になっているためだと考えられる。

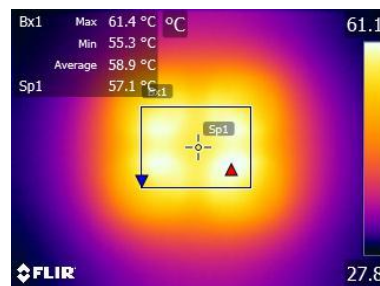


図3 コイルを4つ用いたときの発熱分布

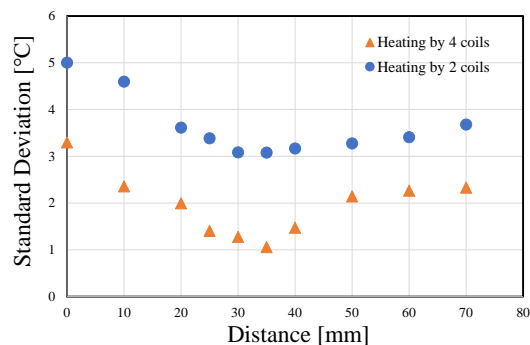


図4 コイル間の距離による温度の標準偏差

5. おわりに

本稿では、複数コイルを用いて大型鉄板を均一に誘導加熱するために、コイル同士の距離が発熱分布に及ぼす影響について検討した。その結果、コイルの個数を問わず35mmのときが最も発熱が均一であることが分かった。

今後は、強電用の加熱コイルを製作し、共振に適したキャパシタンスを選定していく。

参考文献

- [1] 稲見俊太, 米田昇平: 「3つの加熱コイルを一行に配置した誘導加熱システムにおける発熱分布制御の基礎検討」, 令和6年電気学会全国大会, pp. 293-294 (2024)
- [2] 綿井大樹, 米盛弘信: 「大型鉄板の均一加熱を実現する誘導加熱装置の基礎検討」, 2024年(第42回)電気設備学会全国大会講演論文集, p. 270 (2024)