

二層コイル駆動型飲料缶用誘導加熱装置における コイルの配置に対する加熱ムラの検証

Verification of Temperature Difference for Coil Arrangement
in Double-Layer Coil-Driven Type Induction Heating Devices for Beverage Cans

菅原春菜
指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

コンビニエンスストア等ではホットドリンクを提供するために常にエネルギーが消費されている。本研究では、二層コイル駆動型飲料缶用誘導加熱装置を提案する。本稿では、飲料缶用誘導加熱装置について缶底から側面コイルまでの距離を変更させ、内容物の温度ムラを測定したので報告する。

キーワード：誘導加熱装置，二層コイル，飲料缶

1. 緒言

近年、化石燃料の枯渇や環境問題などが懸念されており、リサイクルや省エネルギー化が求められている。しかし、コンビニエンスストアや自動販売機では、ホットドリンクを提供するためにヒータ等で飲料缶の常時加熱が行われており、結果として膨大なエネルギーが消費されている。先行研究では、急速加熱が可能な誘導加熱(以下、IH：Induction Heating)による飲料缶の誘導加熱装置が提案されている[1][2]。一方、昨今のIH炊飯器は複数のコイルを用いて釜内に対流を起こす炊飯技術が採用されている。筆者らは、飲料缶用誘導加熱装置においても複数のコイルを用いて対流を起こすことで、飲料を均一に加熱することができないかと考えた[3]。また、一般に提供されているホットドリンクは55℃程度である。そのため、本研究では可能な限り速く55℃まで加熱することを目指す。

本稿では飲料缶用誘導加熱装置について缶底から側面コイルまでの距離を変更させ、内容物の温度変化を測定し、温度ムラを確認する。

2. 提案する二層コイル駆動型飲料缶用誘導加熱装置

本研究では、缶内部の飲料に強制対流を起こすことで、均一な加熱を行う二層コイル駆動型飲料

缶用誘導加熱装置を提案する。なお、本研究では飲料缶側面の加熱コイルをメインコイル、底面にある加熱コイルをボトムコイルと称する。

図1に供試装置の回路構成を示す。駆動信号はIn1とIn2へ入力する。このとき、In1とIn2は位相が180°反転したパルス波形とする。信号はフォトカプラで絶縁した後、IGBTをスイッチング動作させる。このとき、メインコイルとボトムコイルにコンデンサを並列接続することで共振を発生させる。各コイルから発生した磁束は、缶へ鎖交することで缶に渦電流が誘導され自己発熱する。その熱が内容物に伝わることにより、目標温度までの加熱を目指す。

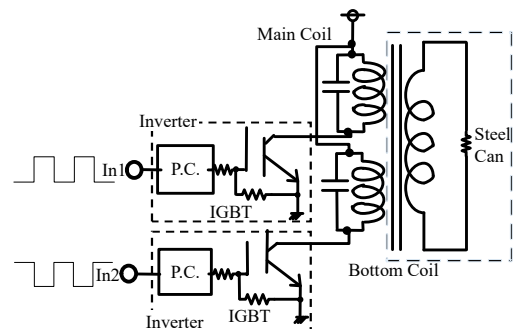


図1 回路構成

3. 製作した実験装置

図2に製作した二層コイル駆動型飲料缶用誘導加熱装置を示す。各加熱コイルは、素線径0.5mmφのリッツ線を30本燃ったものを使用し、缶のサイ

ズに合わせて製作した。自己インダクタンスはメインコイル：11.2 μH ，ボトムコイル：2.1 μH となった。同実験装置の負荷には、一般的なスチール缶（高さ 90 mm， $\phi 50$ mm）を使用する。また、水温記録用の K 型熱電対を設置するために上蓋を取り外した。

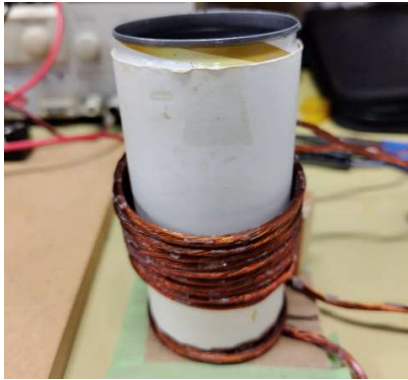


図 2 製作した実験装置

4. 実験方法

加熱コイル側の共振周波数が 22~23 kHz となるように、メインコイル L_1 に 3.3 μF ，ボトムコイルに 14.7 μF のコンデンサを並列接続した。

先行実験[3]より、メインコイル L_1 とボトムコイル L_2 の間を 30 mm 以上離すことで、コイル間に生じる相互インダクタンスの影響が小さくなるという結果が得られた。よって、メインコイル L_1 とボトムコイル L_2 の距離を 30 mm~70 mm 間を 10 mm 間隔で変化させる。また、本実験では共振時の電圧最大値 V_{CE} を 10V 一定とした。内容物は 23 $^{\circ}\text{C}$ ，200 ml の水を入れ、図 3 のように 9 点の熱電対を固定し、測定点の全てが 55 $^{\circ}\text{C}$ に達するまでの時間を記録する。

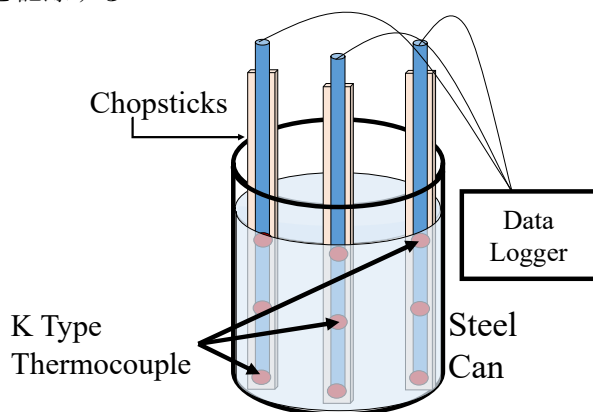


図 3 缶内部における測定位置

5. 実験結果

図 4 は缶底のボトムコイルからメインコイルの距離を変えて水温が 55 $^{\circ}\text{C}$ に達するまでの時間をグラフ化したものである。この結果より、缶底から 40 mm 離してメインコイルを設置すると短時間で加熱されることが分かった。

また、加熱時にノイズ(サージ)が発生することにより IGBT の許容電力を超過する可能性があるため、現状の入力電力以上に増加させられない問題が発生している。

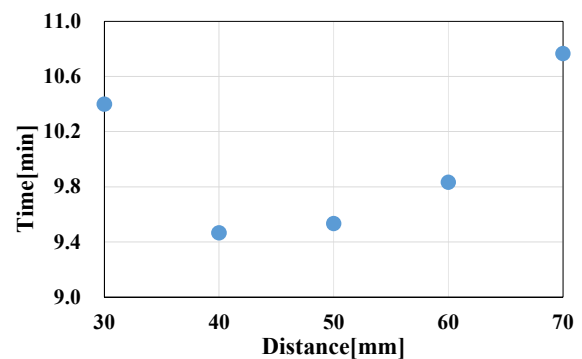


図 4 コイル間の距離に対する 55 $^{\circ}\text{C}$ までの到達時間

6. 結言

本稿では缶底からメインコイルの距離を変更させ、内容物の温度変化を測定した。その結果、メインコイルを缶底から 40 mm 離れた場合に加熱時間が短くなることが分かった。

今後は電源部にフィルタを接続し、更なる入力電力増加を図りたいと考えている。

参考文献

- [1] 飴井賢治, 山本智大, 大路貴久, 他: 「高周波誘導加熱方法の缶飲料加熱装置に発生する加熱ムラの抑制と高効率化に関する検討」, 電気学会論文 D, Vol.133No.1, pp.43-49(2013)
- [2] 土屋樹生, 米盛弘信: 「二重コイル駆動型オールメタル対応缶飲料加熱装置の基礎検討」, 第 27 回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, pp.149-150 (2015)
- [3] 菅原春菜, 米盛弘信: 「二層コイルを用いた飲料缶用誘導加熱装置の検討」, 2023 年(第 41 回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.14, (2023)