IH クッキングヒータのギャップ長に関する研究 ～二重コイル駆動型の可能性について～

○奥野秀樹, 米盛弘信, 小林 幹 (工学院大学)

Study on the Gap Length of IH Cooking Heater
～Potential of Heating Coil used in the Double-Coil Drive Type IH Cooking Heater～
Hideki OKUNO, Hironobu YONEMORI, Miki KOBAYASHI (Kogakuin University)

1. はじめに

近年, 安全性, 快適性等に優れていることから IH クッキングヒータの需要が急増している。この背景に基づき筆者らはオールメタル対応 IH クッキングヒータの新方式である二重コイルシステム⁽¹⁾⁽²⁾を提案している。今回, 二重コイルシステムと一般的な駆動システム (以下, 単一コイルシステム) を比較し, 金属の種類により加熱コイルから鍋底までの距離 (ギャップ長) と加熱コイルの等価インピーダンスとの関係を明らかにした。二重コイルシステムの回路設計に関する基本特性の一つとして, 単一コイルシステムの技術が二重コイルシステムに流用できるか検討した。

2. 二重コイル駆動型 IH クッキングヒータ

図 1 に二重コイル駆動型 IH クッキングヒータのモデル図を示す。金属負荷の下部に独立した 2 組の加熱コイルを配置して, 各々に 180 度位相をずらした電流パルスを送ることによって, 鍋にスイッチング周波数の 2 倍の渦電流周波数を誘導できる。したがって, スwitching 損失や加熱コイルの損失を増大させることなくオールメタル加熱が可能なシステムである。

図 1 二重コイル駆動型 IH クッキングヒータ

図 2 二重コイルシステムの等価回路

3. 加熱コイルと金属負荷の距離特性

図 2 に二重コイルシステムの等価回路を示す。IH クッキングヒータの加熱コイルと鍋は変圧器と同様に考えることができる⁽³⁾。ただし, 二重コイルシステムは一次側に加熱コイルが 2 つあるので, 三巻変圧器で表現している。

加熱コイルと金属負荷のギャップ長が変化すると, 結合係数が変わるため一次側からみた等価インピーダンスが変化し, ソフトスイッチング用に接続しているコンデンサ C_s で決まる共振周波数が変化する。等価インピーダンスの変化の程度が大きい場合, ソフトスイッチング動作ができなくなる可能性があり, 回路の安定動作を損なう恐れもある。したがって鍋との距離が変化したとき, 等価インピーダンスの変化がどの程度あるのかを把握することが重要である。

4. 実験結果

金属負荷に非磁性ステンレス鋼を用いて実験した。図 3 にギャップ長の変化に対する共振時のインピーダンスの特性を示す。二重コイルシステムと単一コイルシステムの両方において, ギャップ長の増加に伴い等価インピーダンス

が増加していることが分かるが, 二重コイルシステムの等価インピーダンスは単一コイルシステムの等価インピーダンスよりも増加の割合が少ないことが分かる。

図 4 にギャップ長の変化に対する共振周波数の特性を示す。二重コイルシステムと単一コイルシステムの両方とも同じような変化を示しているが二重コイルシステムの共振周波数は単一コイルシステムの共振周波数に比べ, どのギャップ長においても約 70% であった。

図 3 ギャップ長の変化に対する共振時のインピーダンスの特性

図 4 ギャップ長の変化に対する共振周波数の特性

5. 考察

図 3, 図 4 共に, 二重コイルシステムと単一コイルシステムの特性は相似の変化を示すことが分かる。これは過熱コイルの素線数の差が影響していると考えられる。

図 3 において, 二重コイルシステムの場合, 素線数が単一コイルシステムの素線の半数なので金属負荷からの影響が少なく, 等価インピーダンスも単一コイルシステムのものより低いと考えられる。

図 4 においては, 素線数が半数であるから, 二重コイルシステムの加熱コイルのインダクタンスは単一コイルシステムのおよそ 2 倍なっていると考えられる。ギャップ長 0[mm] 時のインダクタンスを算出すると, 二重コイルシステム: 16.2[μH], 単一コイルシステム: 7.8[μH] であった。

6. まとめ

二重コイルシステムと単一コイルシステムの等価インピーダンスを比較した。その結果, 二重コイルシステムでは単一コイルシステムのノウハウや技術等をそのまま流用することは不可能であり, 二重コイルシステム独自の技術開発が必要である。

今後は, 今回明らかになったインダクタンスの値から, 二重コイルシステムの共振用コンデンサの選定方法を明らかにする。

参考文献

- (1) 米盛弘信, 小林 幹: 「二重コイル駆動型オールメタル対応 IH クッキングヒータ」, 電気学会論文誌 D, 127 巻 3 号, pp.234-240(2007)
- (2) 小林 幹, 米盛弘信: 「誘導加熱装置」, 特願 2005-260326(2005)
- (3) 市川紀充, 奥村克夫, 小林 幹: 「補助コイルによる誘導型電磁調理器の磁束分布の改善」, 平成 12 年度電気設備学会全国大会講演論文集, pp.5-6 (2000)