

電動車いすを対象とした非接触給電における磁界分布の解析

Analysis of Magnetic Field Distribution in Contactless Power Transfer for Electric Wheelchair

榎戸悠真
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

キーワード：非接触給電、電磁誘導、コイル

1. はじめに

近年、高齢化やバリアフリーの普及に伴い、電動車いす利用者の増加が見込まれる。しかし、現在主流である有線による充電は、プラグをつなぐ手間が必要である。そこで、充電の簡単化を図るため、非接触給電に着目した。非接触給電は無線給電のため、機械的トラブルが少なく、容易かつ安全な給電方法として有望視されている。給電方式は、電磁誘導の法則を用いた手法（以降、電磁誘導方式）が多く採用されており、携帯端末から電気鉄道といった幅広い製品や産業への応用が進められている。しかし、電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電の検討例は少ない。そこで、電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電に関する検討を行う。ここで、電磁誘導方式による非接触給電は中心ズレに弱いという問題がある。当該問題に対して、筆者らはIHクッキングヒータで用いられている加熱用コイルの分割配置技術^[1]、および異形コイルの組み合わせ技術^[2]を応用する。本稿では、先行研究^[3]で提案したコイル配置、およびコイル形状について、有限要素法を用いた磁界解析を行い、中心ズレに対する効果について検討を行う。

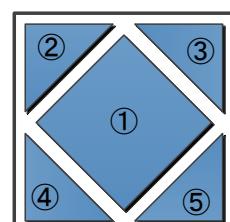
2. 電動車いすにおける非接触給電の課題と検討

電磁誘導方式による非接触給電は、送受電コイルの中心ズレによって給電効率が大幅に低下する。そのため、送受電コイルを中心に行わせることは重要である。しかし、電動車いすに乗っているユー

ザが床面にある送電コイルと電動車いす側に取り付けられた受電コイルの位置を一致させるように電動車いすを操作するのは困難であると考えられる。そこで、先行研究^[3]では送電コイルを模擬した目標物に対して電動車いすを操作し、中心ズレがどの程度生じるか明らかにする実験を行った。結果として、比較的中心に近いものの偏りがあるという結果が得られた。

3. 提案したコイル配置およびコイル形状

図1に先行研究^[3]で提案した送電コイル形状、およびコイル配置を示す。コイル形状およびコイル配置は先行研究^{[1][2][3]}より得られた知見をもとに提案を行った。したがって、中心の送電コイル①（以降、センターコイル）を常時ONとし、中心ズレが起きた場合にセンターコイルを補うような形で受電コイル位置に対応した送電コイル②③④⑤（以降、サブコイル）がONとなる装置の提案を行った。さらに、サブコイルを使用しない程度の中心ズレを補うため、一般的な送電コイルの形状ではない、ひし形コイルや三角形コイルの採用を提案した。



- ① : Center coil
- ② : Sub coil
- ③ : Sub coil
- ④ : Sub coil
- ⑤ : Sub coil

図1 提案したコイル形状および
コイル配置の提案図

4. 有限要素法による磁界解析条件

本研究では、ムラタソフトウェア製の Femtet を使用して解析を行った。Femtet は、有限要素法を用いてモデルの磁界解析が実行できる。有限要素法では、連続するモデルから小区分に分割してメッシュを作成する必要がある。本研究では、計算精度の点からメッシュの条件として 2 次要素を使用し、アダクティブメッシュによる解析を行った。図 2 に解析モデルを示す。モデルの解析条件は、非接触給電で一般的に使用される材料を参考として、コイルは銅、周辺の媒質は地球上を想定したため空気とした。また、本稿では提案した送電コイル形状、およびコイル配置について検討を行うため、印加する電流はセンターコイルとサブコイルともに 1A、周波数は 80kHz、コイルの巻き数は 100T とした。送電コイルのサイズは電動車いすのサイズを考慮し、縦横 30cm に収まるサイズとして解析を行った。

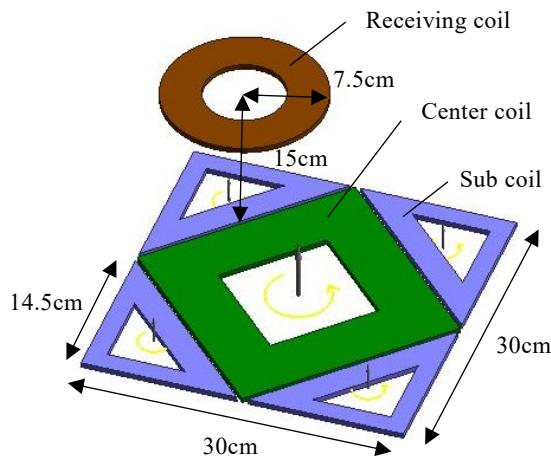


図 2 提案したコイル形状およびコイル配置の解析モデル

5. 有限要素法による磁界解析結果

図 3 に先行研究^[3]で提案した送電コイル形状、およびコイル配置について有限要素法で磁界解析を行った結果を示す。図 3 は、磁束密度の大きさをセンター図で示している。図 3 より、センターコイル、サブコイルともに角の磁束密度が大きくなっていることがわかる。この結果から、先行研究^[3]で提案したコイル形状、およびコイル配置にお

いて、一般的な送電コイルの形状ではない、ひし形コイルや三角形コイルを採用することで中心ズレによる給電効率の低下を補うことができるとわかった。

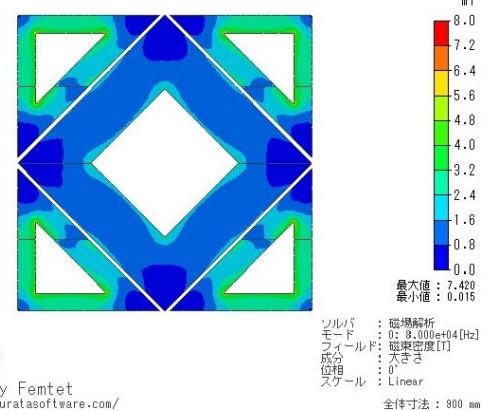


図 3 提案したコイル形状およびコイル配置の解析結果

6. まとめ

本稿では、先行研究^[3]で提案したコイル配置、およびコイル形状について、有限要素法を用いた磁界解析を行い、中心ズレに対する効果について検討を行った。結果として、一般的な送電コイルの形状ではない、ひし形コイルや三角形コイルを採用することでコイルの角に磁束が集中し、中心ズレによる給電効率の低下を補えることが確認できた。

今後の展望として、提案したコイル形状およびコイル配置を用いた場合の受電コイルの磁界分布の解析を行い、非接触給電で一般的に使用されるスパイラルコイルを使用したものとの比較を行う。

参考文献

- [1] 奥山耕平、荒井純一、米盛弘信：「FEM 解析による分割コイル方式 IH クッキングヒータの漏れ磁束低減効果の検証」、日本 AEM 学会論文誌、Vol.20, No.1, pp.194-200 (2012)
- [2] 小山和洋、米盛弘信：「非接触給電における総受信コイルの形状が給電効率に与える影響」、日本 AEM 学会誌、Vol.26, No.1, pp.77-82 (2018)
- [3] 榎戸悠真、米盛弘信：「電動車いすを対象とした非接触給電に関する基礎検討」、2021 年 (第 39 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, p.1 (2021)