

移動体への非接触給電における送電コイルの形状に関する検討

A Study on Shape of Coil for Contactless Power Transmission in case of Moving Object

稲川 遼¹⁾
指導教員 米盛 弘信¹⁾

1) 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, コイル形状, 磁束, 指向性

1. はじめに

近年、電気自動車が急激に普及している。一般に電気自動車はガソリン車に比べて走行距離が短く長距離移動に不向きである。そこで注目されているのが非接触給電技術である^[1]。図1に移動体への非接触給電のイメージを示す。図1は高速道路を対象としている。走行中の電気自動車に非接触給電を行うことで、長距離移動に必要な電力の不足分を補うことが可能となる。移動体への非接触給電では、移動体の走行するコースにより一次側と二次側の結合強度が変動し、磁束密度の高低差が発生する問題が存在する。

筆者らは、本問題の原因として磁束の指向性に着目した。先行研究^[2]では送電コイルに発生する磁界の垂直成分と水平成分にわけて測定を行った。その結果、隣接する送電コイルの切り替わり目では垂直方向の指向性が大きく減少し、水平方向の指向性が増加することが判明した。本研究に用いる電磁誘導方式の非接触給電では送電コイルに発生した磁束が受電コイルに鎖交する必要がある。

本稿では、送電コイルの断面形状に着目し、送電コイルの銅線部に発生する給電電力低下の改善が可能か検討したため報告する。

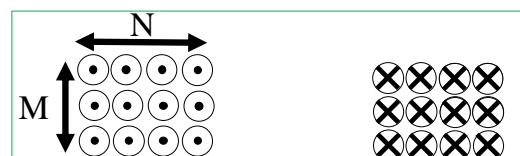
2. 提案するコイル形状

図2にコイル形状を示す。図2はコイルの断面形状を示しており、(a)は一般的なコイルの形状、(b)は提案するコイルの形状である。また、 N :銅線幅・ M :段数を示している。先行研究より、送電コイルの銅線幅 N が給電電力の低下に影響してい

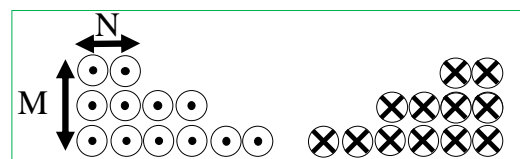
る可能性が示唆されている。したがって、銅線幅 N を最小化することで給電電力低下の抑制が達成できると考える。銅線幅 N を最小化するには非接触給電に使用されるスパイラル形状のコイルよりソレノイド形状のコイルが適しているといえる。しかし、道路等に設置するには薄型の形状が適している。そこで(b)の形状のコイルを提案する。(b)のコイルは段数ごとに巻き数を変えており、受電コイルに段ほど巻き数を減らしている。これにより、送電コイルの巻き数を減少させることなく銅線幅 N を最小化することが可能である。



図1 移動体への非接触給電のイメージ^[1]



(a)通常コイル



(b)提案コイル

図2 コイルの断面形状

3. 実験方法

図 3 に実験構成を示す。実際の走行を想定した測定を行うために送受電コイルはおよそ 2 倍のサイズ差を与えている。コースには 2 つの送電コイルを配置する。移動体には両端に $1k\Omega$ の負荷を接続した受電コイルを搭載し、送電コイルの上を通過した際の給電波形をオシロスコープで観測する。実験に使用する送電コイルは図 2(a)(b)の 2 種類とし、観測した給電波形を比較する。受電コイルの外形は円形、送電コイルの外形は四角形とする。給電周波数には移動体への非接触給電の規格として検討されている $85kHz$ を使用する。各コイルの巻き数は 100 巻きとする。また、起磁力を一定とするため送電コイルに入力する電流は $50mA$ とする。

4. 実験結果

図 4 に給電電力波形を示す。図 4 は送電コイルの上を通過した際の給電電力波形であり、(a)は通常コイル、(b)は提案するコイルを用いている。また、矢印は送電コイルの切り変わり目を示している。(a)(b)より、送電コイルの切り変わり目における電力は(a) $0.12mW$ ・(b) $0.25mW$ となった。全体の給電電力量は(a) $0.310mWh$ ・(b) $0.369mWh$ となった。したがって、提案コイルを用いることにより送電コイルの切り変わり目における給電電力は 54%増加したといえる。一方、全体の給電電力量は 19%低下した。

5. 考察

図 4 より、提案コイルを使用することで給電電力低下の抑制が可能であるといえる。しかし、全体の給電電力量は低下している。本実験では、起磁力を一定としたため漏れ磁束が増加したと考えられる。漏れ磁束が発生した原因として送受電コイルの距離が考えられる。提案コイルはコイル内部に行くほど送受電コイル間の距離が増加する。本検討で使用した電磁誘導方式の非接触給電では、そう受電コイル間の距離による影響を受けやすい傾向がある。そのため全体の給電電力量が低下したと考えられる。

6. まとめ

本稿では、送電コイルの断面形状に着目し、送電コイルの切り変わり目に発生する給電電力低下の改善方法として提案コイルが有用か検討し、報告した。送電コイルの切り変わり目における給電電力低下の抑制は可能となったが、全体の給電電力量は低下した。

今後の展望として、全体の給電電力量が向上可能な方法を模索するとともに、有限要素解析による正確な磁束の解析を行う。

文献

- [1] Mike Wilson : 「Powering electric vehicles on England ' s major roads 」, Highways England Company (2015)
- [2] 稲川遼,米盛弘信 : 「送受電コイルにサイズ差がある場合の移動体への非接触給電に関する検討」 第 31 回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム, 講演論文集, 22A1-2 (2019)

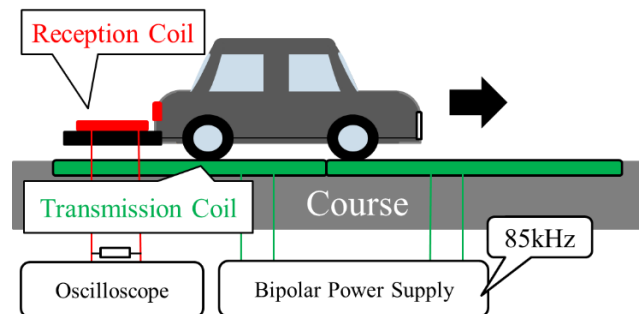


図 3 実験構成

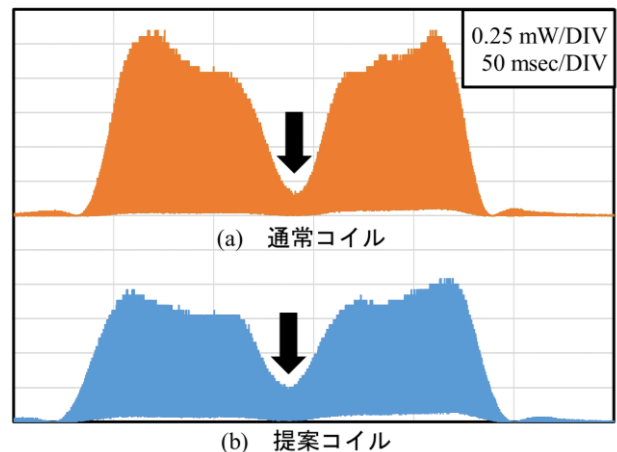


図 4 給電電力波形