

蛇行走行を想定した非接触給電における コイル形状および共振コンデンサを挿入した場合の給電電力の関係

A Basic Study on the Coil Shape And Resonant Capacitor in Wireless Power Transfer for a Meandering Vehicle

小山和洋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

近年、電気自動車への技術的な取り組みとして非接触給電の適用を検討した研究が進められている。非接触給電のコイル形状は一般に円形が多いため、本研究では、コイル形状に着目して円形、三角形、四角形コイルを製作して給電電力の解明に着手している。先行研究において、静的な測定実験により四角形コイルの優位性について明らかにした。本実験では、共振コンデンサを挿入し、さらなる給電電力の安定化を図った。結果、給電電力の大幅な向上が得られた。本稿では、蛇行走行する移動体への非接触給電を想定した実験を行って得た知見を報告する。

キーワード：非接触給電、コイル形状、共振コンデンサ、電磁誘導、給電電力

1. はじめに

近年、電気自動車（以降 EV）への技術的な取り組みが世界中でなされており、EV 等への非接触給電の適用を検討した研究が進められている^[1]。一般的な非接触給電のコイル形状は円形のものが多い。プリント基板の配線パターンでは、配線に角があると電流密度の集中が起きることが知られており、角形コイルは円形コイルと異なる性質が予想される。先行研究において、三角形コイルが中心ズレに強いことを明らかにした。そこで、蛇行走行中の非接触給電を想定し、(a)円形、(b)三角形、(c)四角形のコイル形状を組み合わせて給電電力の測定を行った。結果、送電コイルが(c)四角形の場合は、(a)円形(b)三角形より安定した給電を行えた^[2]。当該実験では、共振コンデンサを挿入していない。一般に、共振コンデンサを挿入すると、電圧電流の位相差がなくなり最大振幅を得るため損失が減る。したがって、給電電力が向上する事が予想される。

本稿では、蛇行走行する移動体への非接触給電を想定し、コイル形状に着目して(a)(b)(c)のコイル形状を組み合わせて、共振コンデンサを挿入した場合の給電電力を明らかにする。

2. 走行中の非接触給電について

図1に本実験におけるコイルの組み合わせを示す。EV への走行中充電では、ロングスパンのコイルを用いることが多い。しかし、電磁誘導技術を応用した非接触給電において、ロングスパンのコイルを道路に敷設した場合、充電対象以外の誘導体に多く磁束が誘導される恐れがある。そこで、ショートスパンのコイルで安定した給電を行う技術的取り組みが必要であると考え。図1の(a)(b)(c)で示すように、隣接する送電コイル上を移動体が通過する場合、送電コイル間は磁束密度が低いため給電電力が低下するデッドポイントとなる。また、デッドポイントにおいて移動体が送電コイル中心からズレて（蛇行して：本研究室では道路の中心や端を走行することを蛇行走行と呼称する）走行する場合、給電電力は大幅に低下する。よって、送電コイル上の詳細な給電電力分布を明らかにする必要があると考える。そこで、静的な測定を行う。本研究における静的な測定とは、送電コイル上を147のポイントに区画分けし、各ポイントで一定時間測定を行い、平均受電電力を出す。本方法で、デッドポイントにおける給電電力低下が抑制されるコイル形状を模索する。

3. 実験内容・結果

使用周波数は EV 向け非接触給電の周波数として規格が注目されている 85kHz を採用した。共振周波数を 85kHz として P-S 方式（送電側並列-受電側直列）で共振させて非接触給電を行う。用いた導線は表皮効果（電流が導線の表面に集中すること）の影響を加味して $\phi 0.4\text{mm}$ 線とした。巻き数は、一層 25 回巻きを 4 層重ね、100 回巻きとした。測定方法は、同形状の送電コイルを 3 つ並べ、絶縁用 PP 板 (3mm) を挟んで送受電間距離とし、受電コイル（円形固定）を 1 つ設置する。送電電力 150mW（送電コイル 3 つ分）で各ポイント 30 秒間の測定を 2 回行い、平均受電電力を測定結果とする。

図 2 (a)に送電コイル円形の場合、(b)に送電コイル三角形の場合、(c)に送電コイル四角形の場合の結果を示す。蛇行走行を想定した非接触給電では、(c)に示す送電コイル四角形の場合が全体の平均受電電力 65.1mW と高く給電電力の高い範囲が広い。よって、デッドポイントにおける給電電力低下を抑制しており、給電電力の安定化に最も近づいていると考える。

4. おわりに

本稿では、蛇行走行する移動体への非接触給電を想定し、(a)(b)(c)のコイル形状を組み合わせて、共振コンデンサを挿入した場合の給電電力の安定化について検討を行った。結果、送電コイル四角形の場合が給電電力の安定化に最も近づいていた。

今後は、理想トランスの理論より、S-P 方式(送電側直列-受電側並列)で共振させる手法、また、他形状のコイルやフェライトの適用により、さらなる給電電力の安定化を模索する。

参考文献

- [1] 株式会社 IHI, “電気自動車向け非接触充電システムの開発”, IHI 技報, Vol.53, No.2, pp.38-41, (2013)
- [2] 小山和洋, 米盛弘信: 「移動体の非接触給電を想定したコイル形状と給電電力の関係」, 平成 30 年度電気設備学会全国大会講演論文集, pp.21-22, (2018)

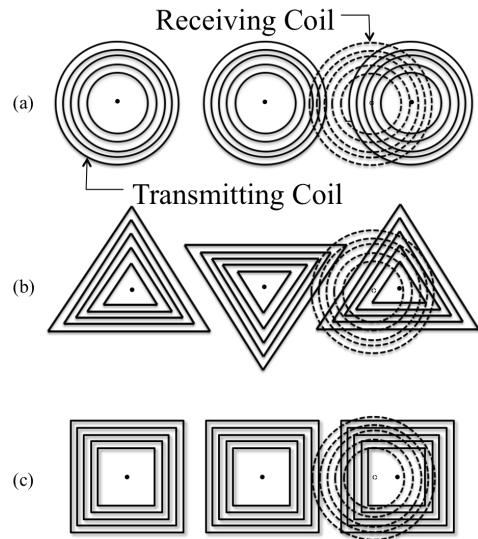
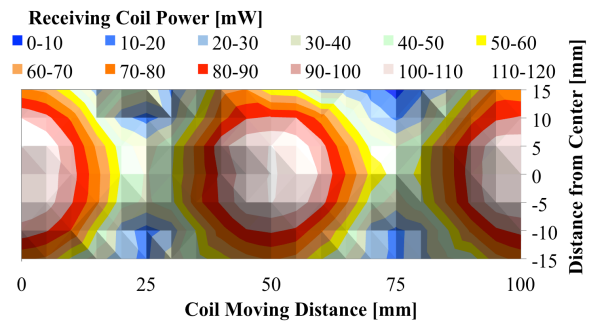
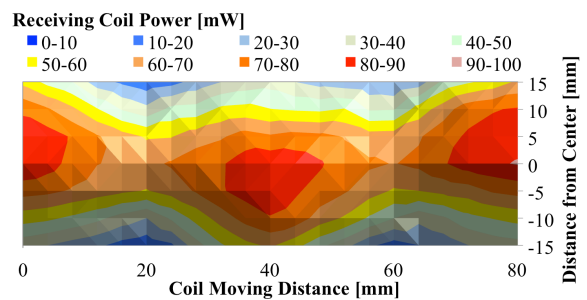


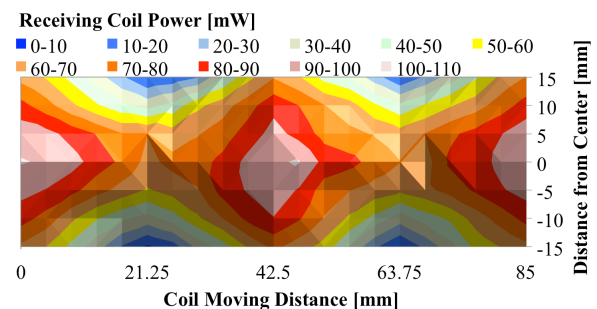
図 1 コイルの組み合わせ



(a) 送電コイル円形の給電電力



(b) 送電コイル三角形の給電電力



(c) 送電コイル四角形の給電電力

図 2 蛇行走行を想定した非接触給電