

電界結合方式による非接触饋電システムの基礎検討

Preliminary Study on the Power Supply System for Railway Traction Using the Electrically Coupled Wireless Power Transmission

徳大路 悠太 (電気システム工学科)

Yuta TOKUDAIJI

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

1. はじめに

電気鉄道における非接触給電は、従来の架線からの電力供給と比較して、充電部の露出が無いことから感電や漏電の危険性が低く、また接触部が無いから摩擦がなく静音性の点でも有利であることから、注目されている。本研究では電界結合方式による非接触饋電システムの特性解明のための基礎検討に向け、実験回路の製作を行ったので報告する。

2. 非接触給電技術と電界結合方式

電気鉄道向け非接触給電用の送受電装置は、導体であるレールや車輪に近接して設置されるため、電磁界を用いる方式ではその影響が大きく出やすく、停止位置精度が低い場合に生じる送受電装置の位置ずれの影響も無視できない。これに対し、電界結合方式の非接触饋電では、これらの影響が比較的小さいと考えられるものの、電界を利用して電力送電を行うため空気中の放電を避けるための電界強度の制約が存在する。定量的には電界はおおよそ 1 MV/m が限界とされており、このときの電束密度は $8.85 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ となることから、空気中に蓄えうる電界エネルギーは 4.5 J/m^3 程度となる¹⁾。これは磁界エネルギーが空間に蓄積できる最大エネルギー量と比較するとかなり小さい値であることから、電界結合方式は大電力の送受信には不向きと認識されている。

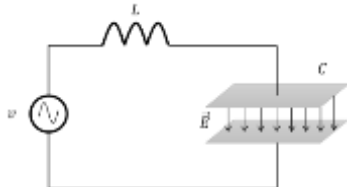


Fig.1 電界結合方式 (共振型)

電界結合方式による電力伝送は送電側と受電側に電極を配置し、電極間に高周波電圧を印加することで形成される電界を利用して行う。電極間が近距離であれば平等電界は比較的实现しやすく、伝送可能距離や位置ずれにも対応しやすいと考えられる。また電極間に蓄えられるエネルギー量 W は

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 [J] \quad (1)$$

と表されることから、静電容量 C を高く見積もることで伝送容量を増加させることが可能である。ただし静電容量 C は

$$C = \epsilon \frac{S}{d} [F] \quad (2)$$

と表されることから、極板面積 S の上限は車両限界により制約される。

3. 実験機の製作

電界結合方式による非接触電力伝送の諸特性解明のために実機実験をおこなうため、実験回路の設計および製作を行った。その構成を Fig.2 に示す。

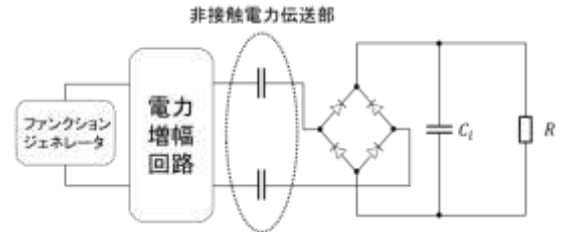


Fig.2 非接触電力伝送実験回路

本研究では送電側の電力増幅回路をディスクリットなトランジスタで設計し、電源として利用するファンクションジェネレータからの出力電圧を増幅することで電力伝送を行うものとした。電力増幅回路の出力は 200 kHz 程度の電圧波形を目標とすることからオーディオアンプにも使用される SEPP 回路の設計を行った。

この実験回路を実際に動作させ、電力増幅が行え、実験に必要な高周波出力が得られていることを確認した。

4. 今後の展望

送電側回路を電源周波数に共振させるように設計し伝送電力量および伝送効率の再評価をおこなうことが望まれる。

参考文献

- 1) 松木英敏, 高橋俊輔:「ワイヤレス給電技術がわかる本」, オーム社, 2011