

電界結合方式を用いた走行中電動車両へのワイヤレス給電における床材に関する検討

日大生産工(院) ○栗津 響

日大生産工 関 智弘

1. まえがき

電気自動車への走行中充電の方法として,床下に埋め込んだ送電板と車両タイヤ内のスチールベルトを容量結合させることで電気エネルギーを無線送電する電界結合を利用したEVER (Electric Vehicle on Electrified Roadway) 方式が考案されている.

ここで,電界結合による無線電力伝送技術の応用として,屋内の生産施設内を走行する自動搬送車両 (Auto Guided Vehicle : AGV) や電動フォークリフトなどへの走行中給電を考え,送受電効率向上のための道路構造を報告する.これらのAGVや電動フォークリフトも電気自動車と同様に内蔵されたバッテリーによって駆動するため,施設内を走行しながら同時に無線で電力を受電する事で,待機台数の確保や充電の手間といった課題を解消する事が期待できる.

本研究では,誘電損による走行中電動車両への送電効率低下を抑制するため,施設床材の表層を構成するモルタルに炭素繊維を添加することを提案する.

2. 提案

生産施設内の床材には一般的にモルタルが使用されるが,モルタルは精製に水を用いるため電界結合方式においては誘電損が増加し,送電効率の低下が懸念される.表層材料は高比誘電率・低誘電正接が好ましいことが先行研究にて判明しており 1), また,文献 2) により提案されている左右電極間に空隙を設けた構造とした.

コンクリート構造物に導電性材料を添加することで,水分含有量を減らすと同時に比誘電率・誘電正接が変化することが示唆されている. 3)

3. 解析方法

解析モデルをFig.1およびFig.2に示す.解析における線路長は5mとし,基底材料は発泡系建材 (比誘電率1,誘電正接0) とすることで表層材料による影響を確認する.遠端に受電用のタイヤを配置し,タイヤ内の鉄製スチールベルトと床面内の送電パネルを容量結合させることで無線電力伝送を行う.タイヤの比誘電率は7,誘電正接は0.3とした.無線電力伝送ではISM帯を利用することを想定し,周波数は13.56[MHz]とした.

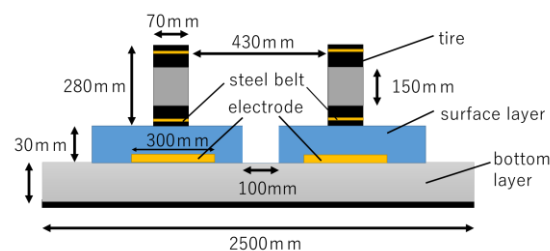


Fig.1 解析モデル

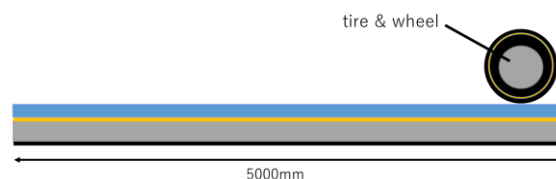


Fig.2 解析モデル断面図

炭素繊維を添加した繊維補強モルタルとして,通常のモルタルと炭素繊維をそれぞれ20層ずつ,計40層を交互に積み重ねた材料を表層材料として用いる.

4. 実験結果および検討

はじめに,表層材料の比誘電率が大きいほど,および誘電正接が小さいほど伝送効率 $\eta_{\max}$ が向上することを確認した.Fig.3は表層材料の

Study on flooring materials for wireless power Transfer to running electric vehicles using capacitive coupling method

Hibiki Awazu and Tomohiro Seki

比誘電率を10に固定した場合の周波数13.56[MHz]における理論最大効率 $\eta_{\max}$ である。

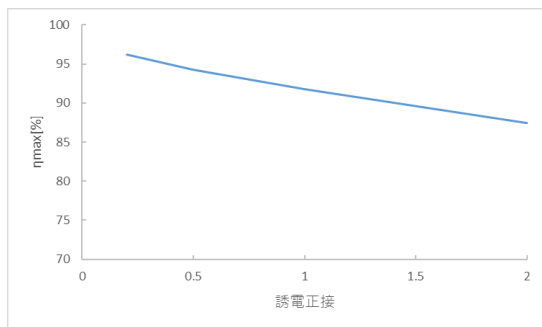


Fig.3 比誘電率2, 13.56MHzでの $\eta_{\max}$

次に,コンクリート構造物内部に炭素繊維を添加することで高比誘電率および低誘電正接を実現し,それを表層材料として使用することで $\eta_{\max}$ の向上を狙う.配合する炭素繊維の量は超高強度繊維補強コンクリート (UFC : Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete) を基準として25%,50%,75%,100%とした.Fig.4はモルタルに添加した炭素繊維の割合別の理論最大効率 $\eta_{\max}$ である。

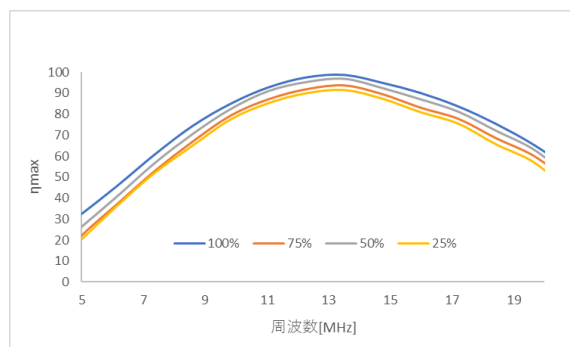


Fig.4 添加した炭素繊維の割合別 $\eta_{\max}$

ここで,

$$\eta = |S_{21}|^2 \quad (1)$$

である。

また, Fig.5は提案した炭素繊維補強モルタルとUFCの $\eta_{\max}$ を比較したものである.モルタルに炭素繊維を添加したものを床材の表層材料として使用することで,無線電力送電の理論最大効率 $\eta_{\max}$ を向上させる事ができる事を明らかにした。

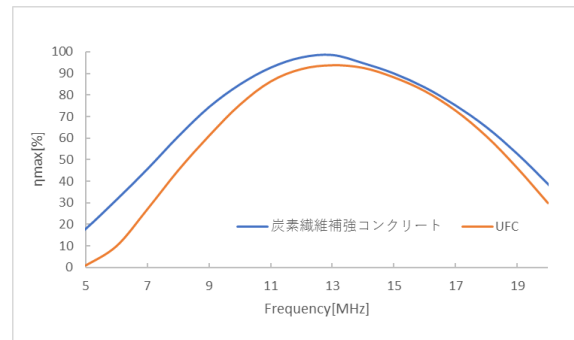


Fig.5 炭素繊維補強モルタルの $\eta_{\max}$

5. まとめ

今回,炭素繊維補強モルタルを用いた電界結合による無線電力伝送を提案し,理論最大効率 $\eta_{\max}$ の向上を検討した.炭素繊維補強モルタルを表層材料に用いることで,参考文献 1) で提案されている鋼繊維補強モルタルでの解析における理論最大効率 $\eta_{\max}$ を上回る結果が得られた。

また,添加する炭素繊維の割合を増加させることで $\eta_{\max}$ が向上することが分かった.これは炭素繊維の添加量が増えることで相対的にモルタル内の水分量が減少し,また材料の比誘電率が高く,誘電正接が低くなるからである。

6. 参考文献

- 1) 崎原孫周, “電動車両走行中電界結合ワイヤレス給電の要素技術”, 豊橋技術科学大学博士学位論文, pp.58-85,
- 2) 澤田篤, 鈴木良輝, 崎原孫周, 坂井尚貴, 大平孝, 遠藤哲夫, 藤岡友美, “EVERの電力伝達効率 $\eta_{\max}$ を向上させる道路構造の提案”, 信学技報 WPT-2015-18, vol115, No3, pp.93-96. April 2015
- 3) 高井伸一郎, “導電性・電磁波者平静を有するコンクリート構造物の開発に関する基礎的研究”, 鳥取大学博士学位論文, pp.97-99, Sep 2013
- 4) 遠藤守信, 杉浦友佳, “炭素繊維強化セメントの電気物性”