

タイヤ内中継コイル方式を使用した電動 車両向け走行中非接触システム

Dynamic Wireless Power Transfer System with In-Tire Repeater Coils for Battery Electric Vehicles

角谷 勇人
Hayato SUMIYA

高橋 英介
Eisuke TAKAHASHI

山口 宜久
Nobuhisa YAMAGUCHI

谷 恵亮
Keisuke TANI

永井 栄寿
Sakahisa NAGAI

清水 修
Osamu SHIMIZU

藤本 博志
Hiroshi FUJIMOTO

郡司 大輔
Daisuke GUNJI

桑山 勲
Isao KUWAYAMA

Dynamic wireless power transfer systems (DWPT) are attracting attention as a technology to promote the adoption of battery electric vehicles. Since DWPT uses magnetic fields to transmit power, magnetic field leakage must be suppressed. Also, in order to improve the coupling coefficient, reducing the gap between the coils is important. In this study, coils placed in tires were evaluated as a structure for reducing coil gap. The effectiveness of this structure is shown by simulation and experimental results that compare it with conventional structures such as on-board coils and in-wheel coils.

Key words :

Battery electric vehicle, Dynamic wireless power transfer, Electromagnetic field leakage, Coupling coefficient

1. 序論

カーボンニュートラルの実現に向けて電動車両 (Battery Electric Vehicles : BEV) の普及が進むと予想されている¹⁾。BEV 普及の課題として一充電走行距離が短いこと、給電設備数が不十分であること、従来内燃機関車の給油時間に対して充電に必要な時間が大幅に増加することが挙げられる。それらを解決する手段として磁界結合方式を使用した非接触給電 (Wireless Power Transfer : WPT) の研究が進んでおり、BEV への適用として駐車中給電は標準化も進んでいる²⁾⁻⁴⁾。この方式は、充電のための手間の解消に有効な手段であるが、一充電走行距離の増大にはバッテリー容量の増加が不可欠

であり、車両価格が高価となり、車両重量の増加に伴う走行抵抗の増加などへの影響が大きい。そこで、走行中の BEV へ非接触で電力給電を行う走行中 WPT (Dynamic WPT : DWPT) の研究開発が世界で行われており実証評価も進んでいる⁴⁾⁻⁸⁾。DWPT が実現すれば、エネルギー補給を気にせずに走行可能であり、バッテリー積載量の減少による走行抵抗の低下や製造からリサイクルまでの製品ライフサイクルを通じたライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) 視点での温室効果ガス排出量の削減につながる⁹⁾。

DWPT 実現の課題として、漏洩磁界が挙げられる。これは、磁界結合を利用して WPT を行うため、送受電コイル間を磁界でエネルギーを伝送しており、BEV への

応用では送受電コイル間で200mmを超えるコイル間ギャップが必要となる。これは、送電コイルのアスファルト埋設と車両シャシ間のギャップに相当する。コイル間ギャップが広いと、送電コイルで発生した磁界の大部分が電力伝送に寄与しない成分となり、漏洩磁界になる。この漏洩磁界は人体への影響や他の電子機器への影響を鑑み、国際非電離放射防護委員会 (ICNIRP) によるガイドラインや IEC 等の国際標準、日本においては電波法にて規制値が定められている^{11) 12)}。漏洩磁界を抑制するためには送電コイルと受電コイルの間の距離をできるだけ近づけることすなわちコイル間ギャップの低減が重要である。

本稿ではコイル間ギャップを低減する1手段として、タイヤ内にコイルを配置したタイヤ内中継コイル (In-tire repeater coil: ITRC) 方式に関して述べる¹²⁾。これは、自動車では唯一地面に接するタイヤ部分にコイルを配置することで、コイル間ギャップの最小化を実現している。本提案構造の有効性を従来構造である車両の床下に搭載したオンボードコイル (On-board coil: OBC) 方式³⁾、受電コイルを車両のアップライト部に装着してホイール内に配置したインホイールコイル (In-wheel coil: IWC) 方式¹³⁾と比較検証を行う。

2. DWPT システム

本章では、DPWT システムに関して述べる。まずは、各コイル構造に関して説明する。

2.1 オンボードコイルによる電力伝送

Fig. 1に車両の床下に搭載したOBC方式を示す。この方式は、車両のシャシに受電コイルを搭載することで実現可能であるため、従来の車両に対する変化点が少なく構成可能といった利点を有する。しかしながら、送電コイルのアスファルト埋設と車両シャシ間のコイル間ギャップを考慮すると一般的な乗用車でも200mmを超えるため、送電コイルから受電コイルへ到達する磁束の割合を示す結合係数が低くなり漏洩磁界が課題となる。また、コイル間ギャップが広いと停車中の生物の侵入や道路上の金属異物の介入、走行時の加減速や路面の凹凸によりコイル間ギャップが変動することも課題である。

2.2 ホイール内受電コイルによる電力伝送

Fig. 2に受電コイルをホイール内に配置したIWC方式を示す。この方式は、車両のアップライト部に固定された受電コイルがホイール内に配置されたコイル構造で

ある。ホイール内に配置されているため、車両の外観に変化がないことに加え、アスファルトとタイヤ間に隙間が生じないため、生物や金属異物の介入確率を低減できること、また車両のばね下にコイルが搭載されるため、走行時の加減速でコイル間ギャップが変化しないことが利点として挙げられる。一方で、コイル搭載に伴うブレーキなどの既存の部品との配置に伴う問題や従来の金属製スチールベルトタイヤやアルミニウム製のホイールが使えないといった課題がある。特にタイヤやホイールに関する問題に対しては、金属製のスチールベルトに代えて高強度樹脂繊維ベルトに置き換えた有機ベルトタイヤと炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastic: CFRP) などの磁界を妨げない材料で製作したホイールが必要となる。また、タイヤのサイドウォールの高さ相当のコイル間ギャップが必要となることも課題である。

2.3 タイヤ内中継コイルによる電力伝送

Fig. 3にITRC方式を示す。送電コイルと受電コイルはFig. 2のIWC方式と同じであるが、その間にタイヤ内コイルとホイール内コイルを新たに設けている。これらのコイルは気密を確保した給電バルブにて電気的にコンデンサを介して接続されており、それぞれ周方向に分割されたコイルがホイールに締結されている。そのため、車両の走行に応じて、順次送電コイル、受電コイルと対向するコイルが切り替わる。電力伝送においては、これらのコイルが中継コイルのように振る舞うため等価的にコイル間ギャップの短縮が可能である。IWCと同様の利点に加え、従来のアルミニウム製ホイールを使用可能

といった利点を有する。しかしながら、有機ベルトタイヤが必要であること、ホイールの重量が増加すること、路面の凹凸などによりタイヤ変形でコイル破壊が生じないような配置が必要といった課題を有する。

2.4 各方式の比較

これまで述べてきた3方式のコイル間ギャップと結合係数に関して比較を実施する。各コイル方式のコイル間ギャップを比較した結果をFig. 4に示す。OBC方式に対し、IWC方式、ITRC方式の順にコイル間ギャップが低減していることが確認できる。ITRC方式に関しては、送電コイルからタイヤ内コイル、ホイール内コイルから受電コイル間2つのコイル間ギャップの和で示している。続いて結合係数の試算を実施する。車格を定義し、結合係数を各コイル方式で搭載可能な最大サイズにてコイルを配置した前提で試算を行った。結合係数 k は次式で表される。

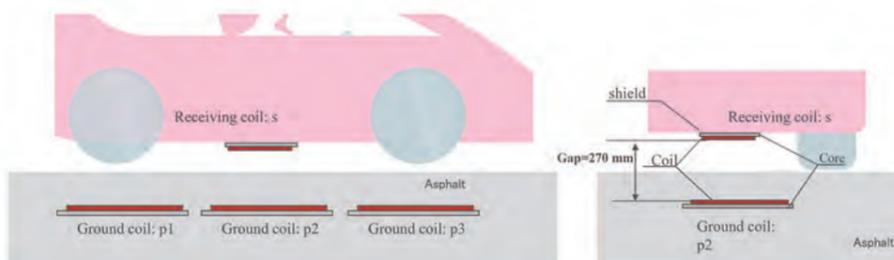


Fig. 1 WPT model with on-board coil

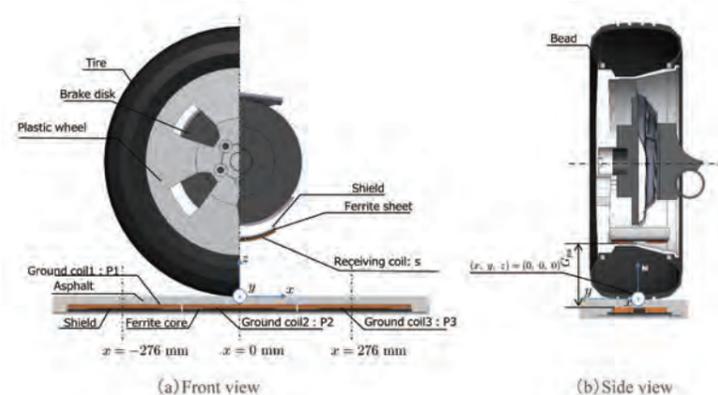


Fig. 2 WPT model with in-wheel coil

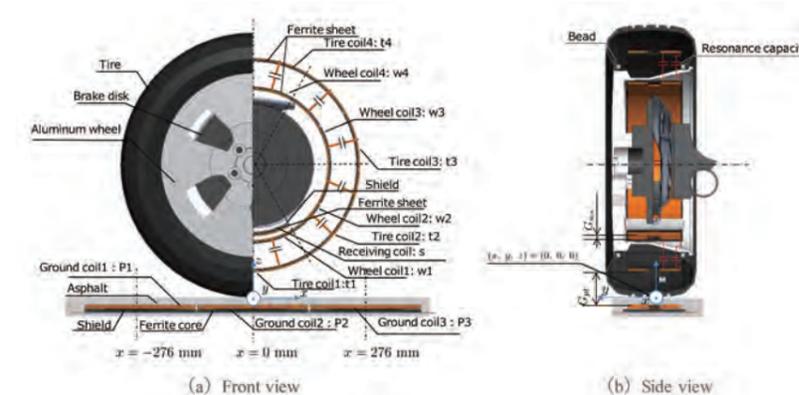


Fig. 3 WPT model with in-tire repeater coils

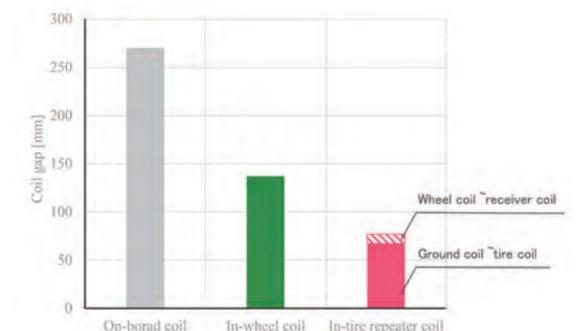


Fig. 4 Coil gaps for each coil structure

$$k_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sqrt{L_i L_j}} \quad (1)$$

ここで、 M はコイル間の相互インダクタンス、 L はコイルの自己インダクタンスを表し、駆動周波数を85 kHzとして有限要素法を用いて算出した値を用いた。また、 i, j はそれぞれ Fig. 1～Fig. 3 に示す記号が入る。OBC方式、IWC方式は k_{ps} 、ITRC方式は k_{p2t1} 、 k_{w1s} の試算を行った結果を Fig. 5 に示す。OBC、IWC方式共に結合係数が0.1未満になってしまうのに対し、ITRC方式は2段階のWPTを行うことになるがそれぞれ0.24、0.81と大幅に向上していることが確認できる。

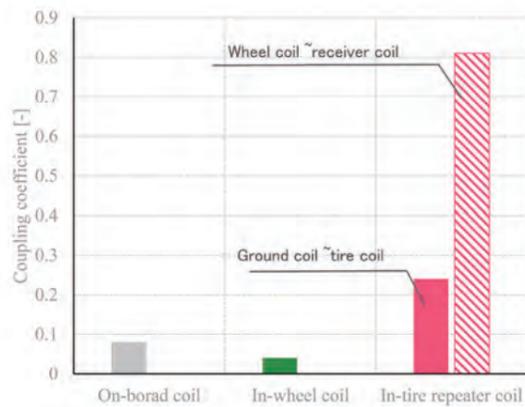


Fig. 5 Coupling coefficient for each coil structure

3. 電力伝達の定式化

電力伝達に関する定式化を実施する。本稿では、コイル構造による性能比較を実施するためWPTで一般的に使用されており、DWPT用途でも検討が行われているコイルの直列に共振コンデンサを設けたSS (Series-Series)方式を採用する。

3.1 OBC方式とIWC方式の定式化

OBC方式とIWC方式は同一の回路構成で電力伝達が可能である。回路構成を Fig. 6 に示す。地上側の電源と交流に変換するインバータ、送受電コイルとそれぞれの共振コンデンサ、整流器、DCDCコンバータ、車両バッテリーといった構成を検討する。尚、地上側電源は電力系統からACDC変換、PFC回路を用いて直

流を生成するのが一般的だが本稿においては省略する。各コイル電流は入出力電圧を V_{p2} 、 V_s 、入出力電流を I_{p2} 、 I_s とすると次式で表すことが可能である¹⁴⁾。

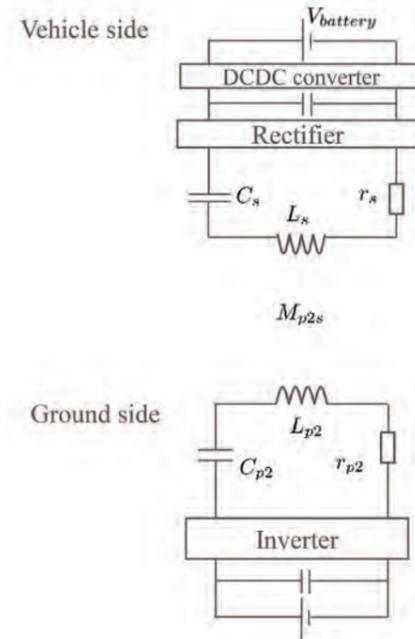


Fig. 6 Circuit topology of on-board coil and in-wheel coil

$$\begin{bmatrix} V_{p2} \\ V_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{p2} + jX_{p2} & j\omega M_{p2s} \\ j\omega M_{p2s} & r_s + jX_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{p2} \\ I_s \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$X_p = \omega L_{p2} - \frac{1}{\omega C_{p2}} \quad (3)$$

$$X_s = \omega L_s - \frac{1}{\omega C_s} \quad (4)$$

ここで、 r_p 、 r_s 送受電コイルの抵抗、 ω は電源の角速度であり $\omega=2\pi f$ となり、周波数 f は85kHzである。さらに、 r_L を負荷抵抗とし、 $V_s=-r_L I_s$ の関係を用いて入力電圧から各コイル電流の関係式を導出する。磁界結合方式は共振現象を用いた電力伝送方法のため、 $X_p=0$ 、 $X_s=0$ となるようにコンデンサを設計する。その時の入力電圧から各コイル電流は次式となる。

$$I_{p2} = \frac{r_s + r_L}{(\omega M_{p2s})^2 + r_{p2}(r_s + r_L)} V_{p2} \quad (5)$$

$$I_s = \frac{j\omega M_{p2s}}{(\omega M_{p2s})^2 + r_{p2}(r_s + r_L)} V_{p2} \quad (6)$$

各コイル電流から入出力電力を求めてそれを除算することで効率 η を導出可能である。

$$\eta = \frac{(\omega M_{p2s})^2 r_L}{(r_s + r_L) \{ (\omega M_{p2s})^2 + r_{p2}(r_s + r_L) \}} V_{p2} \quad (7)$$

負荷抵抗で偏微分を行うことで、最大効率を実現する最適負荷抵抗 r_{Lopt} を導出可能である。

$$r_{Lopt} = \sqrt{r_s^2 + \frac{r_s (\omega M_{p2s})^2}{r_{p2}}} \quad (8)$$

受電コイルとバッテリー間に設置されたDCDCコンバータにより、この抵抗値を実現するような電圧、電流値にすることで最大効率運転を実現できる。

3.2 タイヤ内中継コイル方式の定式化

ITRC方式の回路図を Fig. 7 に示す。送電コイルと受電コイルは、OBC方式、IWC方式と同一であるが、その間に周方向に6つの中継コイルを配置した構成となっている。また、地上側コイルp2とタイヤ内コイルt1、ホイール内コイルw1と受電コイルsがそれぞれ対向している条件である。非対向コイル間の相互インダクタンスは十分小さいため、本稿では正対条件で電力伝送を行う $p2 \rightarrow t1 \rightarrow w1 \rightarrow s$ のみ考慮し電圧方程式を導出する。

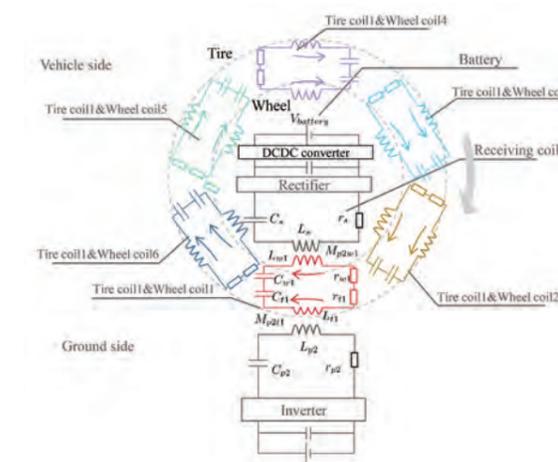


Fig. 7 Circuit topology of in-tire repeater coil

$$\begin{bmatrix} V_{p2} \\ 0 \\ 0 \\ V_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{p2} + jX_{p2} & -j\omega M_{p2t1} & 0 \\ -j\omega M_{p2t1} & jX_{t1} + jX_{w1} + r_{t1} + r_{w1} & -j\omega M_{w1s} \\ 0 & j\omega M_{w1s} & -X_s + r_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{p2} \\ I_{t1} \\ I_s \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$X_{p2} = \omega L_{p2} - \frac{1}{\omega C_{p2}} \quad (10)$$

$$X_{t1} = \omega L_{t1} - \frac{1}{\omega C_{t1}} \quad (11)$$

$$X_{w1} = \omega L_{w1} - \frac{1}{\omega C_{w1}} \quad (12)$$

$$X_s = \omega L_s - \frac{1}{\omega C_s} \quad (13)$$

3.1節同様に共振条件を実現するため(10)式～(13)式が0となるようにコンデンサを設計すると入力電圧に対する各コイル電流は次式となる。

$$I_{p2} = \frac{(r_{t1} + r_{w1})(r_s + r_L) + (\omega M_{w1s})^2}{r_{p2} \{ (r_{t1} + r_{w1})(r_s + r_L) + (\omega M_{w1s})^2 \} + (r_s + r_L)(\omega M_{w1s})^2} V_{p2} \quad (14)$$

$$I_{t1} = \frac{j\omega M_{p2t1}(r_s + r_L)}{r_{p2} \{ (r_{t1} + r_{w1})(r_s + r_L) + (\omega M_{w1s})^2 \} + (r_s + r_L)(\omega M_{w1s})^2} V_{p2} \quad (15)$$

$$I_{p2} = \frac{-\omega^2 M_{p2t1} M_{w1s}}{r_{p2} \{ (r_{t1} + r_{w1})(r_s + r_L) + (\omega M_{w1s})^2 \} + (r_s + r_L)(\omega M_{w1s})^2} V_{p2} \quad (16)$$

各コイル電流を用いて入出力電力を求めることで、効率 η を導出可能である。

$$\eta = \frac{\omega^4 M_{p2t1}^2 M_{w1s}^2 r_L}{a_2 r_L^2 + a_1 r_L + a_0} \quad (17)$$

$$a_2 = \{ r_{p2}(r_{t1} + r_{w1}) + \omega^3 M_{p2t1}^2 \} (r_{t1} + r_{w1}) \quad (18)$$

$$a_1 = r_{p2}(r_{t1} + r_{w1})^2 r_s \left\{ \frac{\omega^4 M_{p2t1}^2 M_{w1s}^2}{r_{p2}^2 (r_{t1} + r_{w1})^2 r_s} + \frac{2\omega^2 M_{w1s}^2}{r_s (r_{t1} + r_{w1})} + \frac{2\omega^2 M_{p2t1}^2}{r_{p2} (r_{t1} + r_{w1})} + 2 \right\} \quad (19)$$

$$a_0 = (r_{t1} + r_{w1})r_s^2 \{ r_{p2}(r_{t1} + r_{w1}) + \omega^2 M_{p2w1}^2 \} + \omega^2 M_{w1s}^2 \{ 2r_{p2}(r_{t1} + r_{w1})r_s + r_{p2}\omega^2 M_{w1s}^2 + r_s\omega^2 M_{p2t1}^2 \} \quad (20)$$

効率を負荷抵抗で偏微分することで最大効率を実現可能な最適負荷抵抗 r_{Lopt} を導出できる。

$$r_{Lopt} = \sqrt{r_s^2 + \frac{\omega^2 M_{w1s}^2 (2r_{p2}(r_{t1} + r_{w1})r_s + r_{p2}\omega^2 M_{w1s}^2 + r_s\omega^2 M_{p2t1}^2)}{(r_{t1} + r_{w1})(r_{p2}r_s + \omega^2 M_{p2t1}^2)}} \quad (21)$$

受電コイルとバッテリー間に設置されたDCDCコンバータにより、この抵抗値を実現するような電圧、電流値にすること最大効率運転を実現できる。

4. シミュレーションと実験による有効性の確認

シミュレーションと実験による比較検証を実施する。まずは、40 kW 給電時のシミュレーションを行い、漏洩磁界の検証を実施した。シミュレーションに当たり使用する各コイルのインダクタンス、抵抗値は Fig. 1 ~ Fig. 3 に示すコイル構造を乗用車向け体格での実現を想定し、有限要素法を用いて磁界解析を実施し導出した。その導出したパラメータを用いて回路解析にて各コイルに生じる電流値を導出し、その電流値を用いて再度磁界解析を行い近傍と遠方の漏洩磁界を算出した。各コイル方式でそれぞれ受電電力 40 kW が最大効率で伝送するように送受電電圧を変えている。尚、IWC方式、ITRC方式は両輪に搭載することを前提としているため1輪あたり 20kW とした。その時の近傍の漏洩磁界の試算結果を Fig. 8 に示す。グラフの横軸はグラフ上部の車両とのスケールを揃えており、OBC方式は $y = 0$ m で電力伝送を行い、IWC方式、ITRC方式はトレッド幅を考慮して $y = 0.75$ m にて電力伝送を行っている。結果よりITRC方式が最も漏洩磁界の減衰が早く、車両に近い位置で各ガイドライン未満となることが確認できる。同様のシミュレーションにて、10 m 地点の漏洩磁界を試算した結果を Fig. 9 に示す。OBC方式、IWC方式では、電波法規制値を超過してしまうのに対して、ITRC方式は、規制値未満となり、漏洩磁界抑制に有効性を持つことが確認できる。しかしながら、規制値に対する余裕度は十分ではないためさらなる性

能向上が必要である。

ITRC方式の有効性を確認するため、市販されているBEVで使用されているホイール、ブレーキ等の足回り部品を使用し、電力伝送試験を実施した。評価ベンチ構成を Fig. 10 に示す。実験では、タイヤは有機ベルトタイヤを使用すると電力伝送に影響がないことが示されているため、タイヤを取り外した条件で実施した¹³⁾。各共振コンデンサは、製作したベンチにてインダクタンスを計測し、その値に対して 85 kHz で共振となるように(10)式から(13)式に基づき製作を行った。また、本来はDCDCコンバータを用いて最大効率制御などを実施するが本評価では整流器後に電子負荷を接続することでDCDCコンバータを模擬し、電子負荷の電圧を変更することで最大効率を実現している。電力伝送を行った際の電圧、電流波形を Fig. 11 に示す。それぞれ Fig. 11 (a) は送電側電圧と電流、Fig. 11 (b) はタイヤ内中継コイルの各電流、Fig. 11 (c) は受電側電圧と電流、Fig. 11 (d) は整流後の電圧電流である。Fig. 11 (b) に示す通り、電力伝送で使用しているコイルに生じる電流 I_i に対しそれ以外の電流は十分に抑制されていることが確認できる。これは、送電コイルと対向しているコイルには電流が生じるが、非対向コイルに対しては送電コイルとの距離が遠くなるため電力伝送に寄与しないためである。さらに入出力電圧を上げて出力 3kW での効率計測を行った。その時にシステム構成図を Fig. 12 に示す通りであり、インバータ入出力、整流器入出力で計測を行い、それぞれを除算することで各部位の効率とDCDC効率を算出した。コイル効率で 93.9% を有しており、DCDCでも 91.6% と十分なポテンシャルを有することが確認できる。

Table 1 Experimental results

Power	Efficiency	
$Power_1$ [kW]	3.59	$\eta_{inv.}$ [%] 98.4
$Power_2$ [kW]	3.56	η_{coil} [%] 93.9
$Power_3$ [kW]	3.34	$\eta_{recti.}$ [%] 99.2
$Power_4$ [kW]	3.28	η_{dcdc} [%] 91.6

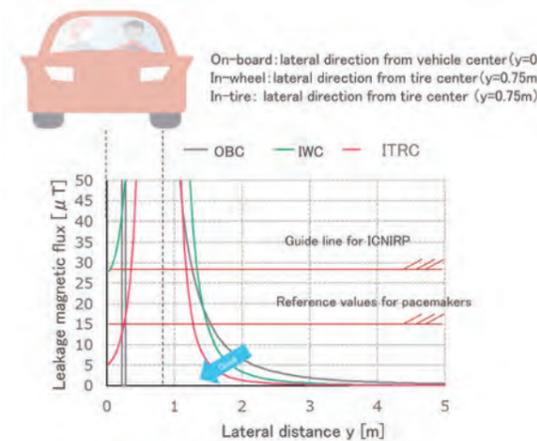


Fig. 8 Simulation results of leakage magnetic flux at close point

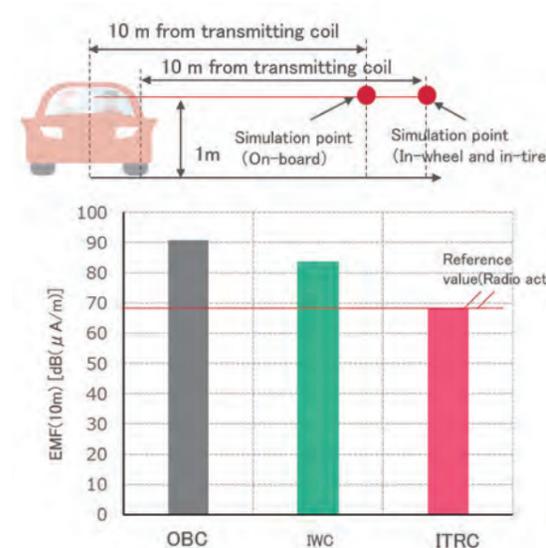


Fig. 9 Simulation results of electromagnetic field (EMF) at far point

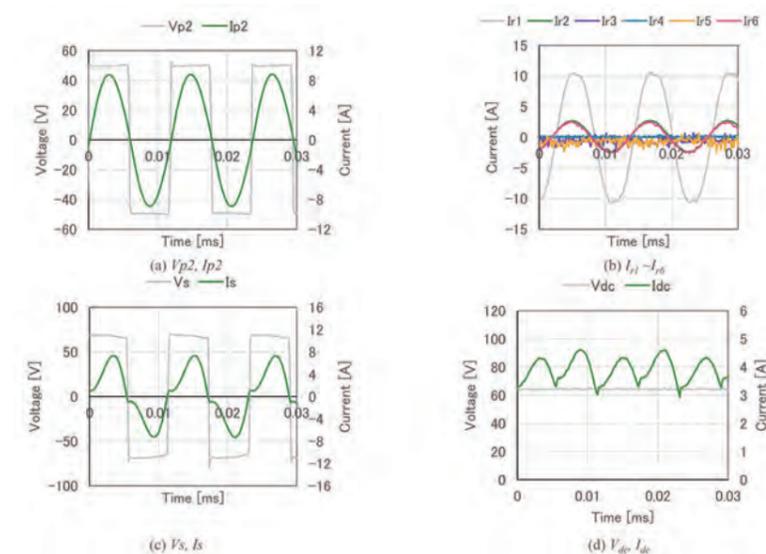


Fig. 11 Experimental results



Fig. 10 Experimental setups

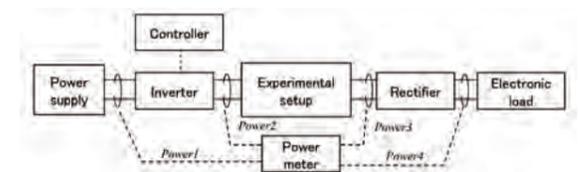


Fig. 12 Experimental system

5. 結論

本稿で、DWPT向けに検討されている、OBC方式、IWC方式、ITRC方式に関して紹介を行い、各コイル方式を実現するうえで必要となるコイル間ギャップの比較を実施した。また、電力伝送を実施した際の漏洩磁界のシミュレーションによる比較と、ITRC方式は実機での電力伝送試験にて原理検証を実施した。従来のOBC方式、IWC方式に比べて漏洩磁界に関して有効性があり、

高効率に電力伝送が実現できることを示した。

今後は、実車への搭載を想定したタイヤの弾性変形など
の影響を考慮したタイヤ内コイルの配置方法や組付け方
法に関して検討を進める。また、車両へ搭載可能なコイ
ルを製作し、実車評価を進めていく。

謝辞

本研究の一部は JST 未来社会創造事業（グラント番
号：JPMJMI21E2）の支援を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) United States Environmental Protection Agency: "Data on Cars used for Testing Fuel Economy"
- 2) A. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, J. Joannopoulos, P. Fisher, and M. Soljacic, "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances," Science, vol. 317, No. 5834, pp. 83-86, 2007
- 3) SAE: "Wireless Power Transfer for Light-Duty Plug-in/Electric Vehicles and Alignment Methodology", Society of Automotive Engineering, No. J2954, 2016
- 4) IEC: "Electric Vehicle Wireless Power Transfer (WPT) Systems", No. 61958, 2015
- 5) H. Fujimoto, O. Shimizu, S. Nagai, T. Fujita, D. Gunji, and Y. Ohmori: "Development of Wireless In-wheel Motors for Dynamic Charging from 2nd to 3rd generation", IEEE PELS workshop on Emerging Technologies Wireless Power, Korea, 2020
- 6) Electreon, <https://electreon.com/>
- 7) M. Amirpour, S. Kim, M. P. Battley, P. Kelly, S. Bickerton, and G. Covic, "Coupled electromagnetic-thermal analysis of roadway inductive power transfer pads within a model pavement," Applied Thermal Engineering, Vol. 189, No. 116710, 2021
- 8) V. Cirimele, R. Torchio, A. Virgillito, F. Freschi, and P. Alotto, "Challenges in the electromagnetic modeling of road embedded wireless power transfer," Energies, Vol. 12, No. 14, pp. 1-22, 2019
- 9) 清水修, 永井栄寿, 藤田稔之, 藤本博志, 郡司大輔, 角谷勇人, 高橋英介, 山口宜久, 谷恵亮, "製造・発電・走行を考慮した走行中給電による温室効果ガスの削減効果", 電気学会産業応用部門大会講演論文集, No. 4-5, pp. 99-104, 2021
- 10) ICNIRP, <https://www.icnirp.org/>
- 11) 総務省, 電波法施行規則第四十六条
- 12) 角谷勇人, 高橋英介, 山口宜久, 谷恵亮, 清水修, 永井栄寿, 藤本博志, 郡司大輔, 桑山勲, "タイヤ内-ホイール内コイルによる中継コイルを使用した走行中非接触給電システム", 電気学会論文 D (産業応用部門誌), Vol.142, No.5, pp.

344-353, 2022

- 13) O. Shimizu, T. Utsu, H. Fujimoto, D. Gunji, and I. Kuwayama, "Dynamic WPT Transmitting Through Fiber-Belt Tire and CFRP Wheel to In-Wheel Arc-Shaped Coil," IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics, Vol. 2, No. 2, pp. 113-121, 2021
- 14) 居村岳広, "磁界共鳴によるワイヤレス電力伝送", 森北出版社, 2017

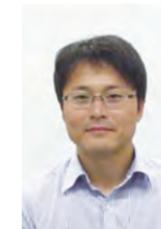
著者



角谷 勇人

すみや はやと

まちづくりシステム開発部 博士(科学)
非接触給電, 走行中給電の開発に従事



高橋 英介

たかはし えいすけ

まちづくりシステム開発部
非接触給電, 走行中給電の開発に従事



山口 宜久

やまぐち のぶひさ

まちづくりシステム開発部
非接触給電, 走行中給電の開発に従事



谷 恵亮

たに けいすけ

まちづくりシステム開発部
非接触給電, 走行中給電の開発に従事



永井 栄寿

ながい さかひさ

東京大学 特任助教 博士(工学)
非接触給電, 走行中給電の研究に従事



清水 修

しみず おさむ

東京大学 特任講師 博士(学術)
自動車用モータ, 非接触給電, 走行中
給電の研究に従事



藤本 博志

ふじもと ひろし

東京大学 教授 博士(工学)
走行中給電, 電動車両の運動制御,
モータ制御の研究に従事



郡司 大輔

ぐんじ だいすけ

日本精工株式会社 博士(科学)
自動車要素部品, 走行中給電の開発に
従事



桑山 勲

くわやま いさお

株式会社プリチストン Ph.D.
次世代タイヤ+車両技術, 評価解析/計
測技術, CAE 技術等の開発に従事