

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（令和 3 年度採択）
研 究 概 要

番号	研究課題名	研究代表者
No.2020-7	走行中ワイヤレス給電のコイル埋設についての研究	東京理科大学 准教授 居村 岳広

走行中ワイヤレス充電を実現させるため、道路側に埋設したコイルの電気的特性と機械的強度を向上させた上でアスファルトへの埋込み技術の確立を目的として、電気的特性（効率・電力など）と機械的特性（耐久性など）を各種コイルと比較し、経年劣化の評価を行い、埋込み深さの最適化、サイズ、材質、低コストコイル等の可能性を示す。

1. 研究の背景や動機、目的および目標等

近年、電気自動車の需要が高まる中で航続距離が短いことや充電インフラの整備が進んでいないことが電気自動車の普及の妨げになっている。これらの問題点を解決する手法として走行中ワイヤレス給電（DWPT）が注目されている。DWPT において道路側の送電コイル設計と埋め込み技術の確立が非常に重要な要素であるがコイルの埋め込みによってコイルの電気的特性の悪化や舗装の機械的強度の低下が懸念される。そのため、電気的特性及び機械的強度の両立を向上させ、アスファルト舗装内に埋設した状態で大型車の走行に対する長期耐久性を確保できるコイルの設計及び埋め込み技術の確立を目的とする。

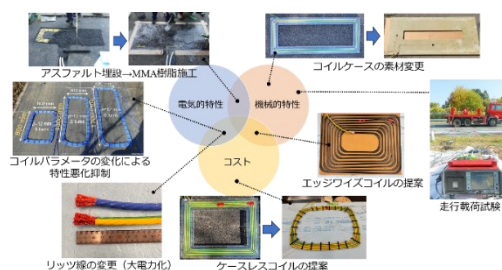
2. 研究内容（研究の方法・項目等）

耐電圧、耐電流を考慮したコイルの設計を行い、アスファルト舗装内に埋設した際の電気的特性及び機械的強度を評価し、埋め込み技術について検討する。

アスファルト舗装内にコイルを埋め込み、FWD 試験を行うとともに大型車による走行載荷試験を行い、走行前後における舗装の機械的強度およびコイルの電気的特性を評価する。

3. 研究成果（図表・写真等を活用し分かりやすく記述）

コイルサイズを小さくすることでアスファルト埋設によるコイルの特性悪化を抑制し、埋め込みに MMA 樹脂混合物を用いることでさらに電気的特性及び機械的強度の向上を確認できた。コイル設計とリッツ線を見直すことで許容電流値が増加し、VNA 換算値で 50 kW 級の大電力化に成功した。樹脂製のコイルケースを用いないケースレスコイルを提案したことでコイル一つ当たりのコストを大幅に削減することができた。薄型エッジワイズコイルを提案し、コイルの低コスト化と機械的強度の向上が期待でき、コイルの表面積が大きい放熱特性にも優れていることを確認できた。また、空気中におけるコイルの発熱特性の測定ではエッジワイズコイルで最大 38℃上昇したが、アスファルト舗装内における発熱は最大で 5.2℃であったため埋設時における発熱の影響は小さいと考えられる。土木研究所で実施した走行載荷試験の結果より BWP は 50 万輪までの走行載荷によってもコイルに損傷は見られず、舗装と共に健全であった。大型車の走行載荷位置の IWP で 50 万輪載荷では基層に埋設したコイルは破損しなかったことを確認した。2023 年度設置の IWP ではケースレスや GFRP ケースコイルは破損がなかったことを確認できたため、表層にコイルを埋設した場合でも十分な強度を保つことができると考えられる。



4. 主な発表論文 (研究代表者はゴシック、研究分担者は下線)

・ EVTec2021

Takehiro Imura, Koki Hanawa, Kanta Sasaki and Nagato Abe, "Coil Performance and Evaluation of Pavement Durability of Dynamic Wireless Power Transfer System using Ferrite-less and Capacitor-less Coil for Road Construction Methods," 5th International Electric Vehicle Technology Conference (EVTeC2021), May. 2021.

・ WPTCE2023

Koki Hanawa, Takehiro Imura, Yoichi Hori, Hiroyuki Mashito and Nagato Abe, "Proposal of Coil Embedding Method in Asphalt Road Surface for Dynamic Wireless Power Transfer," *2023 IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo (WPTCE)*, San Diego, CA, USA, 2023, pp. 1-5

・ WPTCE2024

Naoya Sasa, Takahiro Yamahara, Seho Kim, Takehiro Imura, Grant Covic, Yoichi Hori, Hiroyuki Mashito and Hiroki Tanaka, "Thermal Modelling of IPT Coil Embedded in Resin for the Roadway," *2024 IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo (WPTCE)*, Kyoto, Japan, 2024.

5. 今後の展望 (研究成果の活用や発展性、今後の課題等)

本成果により、ポリカーボネート製の S 型コイルケースや被膜リッツ線コイルの直接埋設で、アスファルト混合物層の基層(中間層)や表層設置の構造が確定し、給電特性も伝送効率 95%以上が確保できている。

今後は公道実証試験で、受電コイルを付けた車両による速度毎の給電能力の確認、漏洩磁界の評価、給電コイルの動作時間に対する舗装体の温度上昇などの確認など、実用化に向けた実証実験が必要である。

給電コイルの埋設位置に関しては、土木研究所内の大型車両の載荷試験により、車輪間 (BWP) の走行によるダメージの確認により、車輪通過位置 (IWP、OWP) のダメージよりも 10 倍以上小さく、長期運用の可能性を確認しているため、車輪間で大型車の輪荷重の影響の少ない箇所での設置や普及を目指していきたい。

6. 道路政策の質の向上への寄与 (研究成果の実務への反映見込み等)

本成果により、舗装埋設した給電コイルの伝送効率 95%以上、大型車の直接載荷でも 20 万回以上(車輪間では 700 万回以上)の条件でも破損しない構造が検証できた。

実道での実証実験を通じて、直流電圧 400V、電流 20 から 30A(8kW~12kW)程度から、20kW 程度の出力でも運用可能なシステム(高出力化)への検討、実道設置での課題解決を進め、実用化に近づけていくことができる。

薄型のエッジワイズコイルの可能性も見いだせたため、舗装への設置時の改良コストの削減が可能な技術が見えてきた。現在の社会インフラである舗装の切断および設置コストの削減が普及の鍵になると思われる、今後につなげていきたい。

7. ホームページ等 (関連ウェブサイト等)

<https://www.rs.tus.ac.jp/imura.lab/>