

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-169
補助事業名 平成27年度磁気共振結合無線電力伝送研究とインフラ診断への応用補助事業
補助事業者名 筑波大学システム情報系 嶋村耕平

1 研究の概要

インフラの点検対象である、コンクリートやその内部の鉄筋、または金属配管への無線電力伝送技術を用いた非接触・非破壊検査には、磁気共振結合技術が有用である。従来の電磁誘導方式は数10kHz程度であれば10cmの空間中に比較的高効率での伝送が可能であるが、磁気共振結合は数メートルオーダーでの伝送が可能であり、本研究では金属を跨いだエネルギー伝送実験を行った。

2 研究の目的と背景

近年先進国諸国において老朽化したインフラ設備の崩落や破損によって引き起こされる事故が発生している。日本においては高度経済成長時代に作られたインフラ設備が一斉に40-50年の設計寿命を迎え、大規模な崩落事故が今後も起こる可能性があり、事故を防ぐための設備保守点検の財政面や技術的な難しさが問題となっている。従来の超音波や打音検査などの非破壊検査は手動による人海戦術であり、巨大な建造物や人の立ち入れない危険な区域への診断は難しく、膨大な数のインフラ設備を全て把握することは困難である。そこで、ICカードやIHヒーターなどで既に実用化されている非接触給電方式による、インフラ設備を自動診断する方法が提案されている。この診断法において最も重要かつ技術的に難しいのが金属配管や鉄筋コンクリートなどの金属を介したエネルギー伝送技術である。金属を含む構造物やインフラ診断に無線電力伝送技術を応用する上での技術的課題は、金属周辺に渦電流による発熱が発生する点である。現在市販されている電磁誘導方式の充電器等では、金属異物を感知すると自動的に送電ストップする機能を搭載している。Zanglらの金属を介した電磁誘導方式による電力伝送実験では、金属浸透厚さの大きい発振周波数50Hzを用いているが、励起周波数で非共振のため伝送効率及び伝送電力が低い。インフラの点検対象である、コンクリートやその内部の鉄筋、または金属配管への無線電力伝送技術を用いた非接触・非破壊検査には、磁気共振結合技術が有用である。従来の電磁誘導方式は数10kHz程度であれば10cmの空間中に比較的高効率での伝送が可能であるが、磁気共振結合は数メートルオーダーでの伝送が可能である。2007年に発表された磁気共振結合技術は電気自動車や携帯電話への応用研究が盛んに

行われている。磁気共振結合における金属の影響について、条件によっては伝送効率が向上することが分かっている。我々の過去の研究では、磁気共振結合方式を用い金属浸透深さの高い発振周波数50Hzで励起して1から10mmのステンレス壁を挟み、伝送距離120mm、伝送効率40%で3WのLED照明を点灯させることに成功している。

3 研究内容

(1) 磁気共振結合無線電力伝送研究とインフラ診断への応用

(<http://wpp.kz.tsukuba.ac.jp/JKA2015.html>)

本研究では非接触診断への応用を実現させるために受電側の共振器サイズを従来の実証実験から小型化させてエネルギー伝送実験を行った。図のような共振周波数50Hzの共振器を製作した。図のようにコアを入れて、軸方向に長いコイルにすると、空芯時に比べて数十倍の大きなインダクタンスを得られるので、50Hzという低い周波数ながらも数十のオーダーのQ値を出せる。小型コイルは100mm×10mm×5.25mmの直方体のコイルであり、巻き数は1460回である。銅線の線径は0.26mmであった。実験の結果、送電側5W印加に対して0.11W程度でエネルギーを送ることに成功した。一方で大型コイルを受電側に設置するのに比べて効率が低下した。この原因に巻き数が増えたことにより抵抗増加が考えられ更なる改良が必要である。これら一連の実験結果は電気学会全国大会で報告し、更なる研究の成果を建築学会での研究発表を予定している(2016年4月現在)。



製作した送電受電用コイル



電気学会での研究発表

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

日本の国土は、地形・地質・気象・地理的に極めて厳しい条件下にあり、自然災害が数多く発生する。また今後発生が予想される南海トラフ巨大地震や、首都直下地震等に対して、人命を守るのももちろんのこと、財産・施設に対する被害をできる限り軽減し、被害拡大を防止する技術や、迅速な復旧・復興を可能とする技術が求められている。さらに、笹子トンネル事故に象徴されるインフラ老朽化対策も重要な課題であり、高度経済成長時代に建設された各種社会インフラ施設の老朽化により、国民の生活基盤が危険に曝されている。これらの状況を踏まえ、より有効な延命技術・更新技術も求められおり、本研究の非接触診断技術は

将来の広域無人インフラ診断に役立つであろう。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで宇宙プラズマ推進器におけるエネルギー変換効率やエンジン診断など実験研究を中心に進めてきた。プラズマ推進器は、化学燃焼を伴う推進器に比べて比推力効率（燃料効率）が極めて高く、レーザー推進器など近年の宇宙開発において重要な位置を占めている。これら推進器の基礎研究においては、エネルギー輸送と変換の理解とその診断技術が重要である。根本的な推力の改善や、新たな宇宙開発におけるプラズマの利用を創成するうえでも、筑波大学においてより電気工学の基礎や物理化学に根差した研究を進めてきた。特にエネルギー変換分野では、宇宙工学分野に留まらず、様々な分野に貢献するためには電気工学のより一層の深い理解を目指している。本研究はその一環であり、また自身の背景によらず、建築工学や土木工学など工学を支える根幹分野の研究についても研究者としての視野を広めるために積極的に参加している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

現在公表しているものについて以下に示す。

- 荒木貴裕・桑原尚希・大野圭介・嶋村耕平・横田 茂：「金属を介した磁気共振型ワイヤレス給電によるインフラ診断技術」, 電気学会全国大会, 4-26, 仙台（2016年3月）
- 荒木貴裕、嶋村耕平：「磁気共振結合を用いた金属閉空間への無線電力伝送」, 日本建築学会大会（九州）学術講演会, 福岡（2016年8月）発表予定

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- 荒木貴裕・桑原尚希・大野圭介・嶋村耕平・横田 茂：「金属を介した磁気共振型ワイヤレス給電によるインフラ診断技術」, 電気学会全国大会講演論文集, 4-26, 仙台（2016年3月）(<http://wpp.kz.tsukuba.ac.jp/denkigakkai.pdf>)
- 荒木貴裕、嶋村耕平：「磁気共振結合を用いた金属閉空間への無線電力伝送」, 日本建築学会大会（九州）学術講演会講演論文集, 福岡（2016年8月）(<http://wpp.kz.tsukuba.ac.jp/kenchikugakkai.pdf>)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

特に無し

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 筑波大学システム情報系（フリガナ）ツクバダイガクシステムジョウ
ハウケイ

住 所： 〒305-8573（半角）
茨城県つくば市天王台1-1-1

申 請 者： 助教 嶋村耕平（シマムラコウヘイ）

担 当 部 署： 同上

E-mail： shimamura@kz.tsukuba.ac.jp

U R L： <http://wpp.kz.tsukuba.ac.jp/index.html>