

APMC2022 にて研究発表

辻 村 智 寛

Tomohiro TSUJIMURA

電子情報学専攻修士課程 2022 年度修了

1. はじめに

2022 年 11 月 29 日から 12 月 2 日にかけてパシフィコ横浜で開催された「2022 Asia-Pacific Microwave Conference」に参加し、「Capacitively Coupled Wireless Power Transfer to Sailings Ships」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景と目的

無線電力伝送の方式は大きく分けて電磁誘導方式と電界結合方式の 2 種類がある。電磁誘導方式は設計が比較的容易でスマートフォンのワイヤレス充電器など身近な機器に採用されている方式であるが、伝送部にコイルを使用するため受電機器の位置がずれた際に電力伝送効率が低下する問題がある。

一方、伝送部に長い電極を使用する電界結合方式は受電機器の位置ずれによる影響を比較的受けにくい。移動する物体に対する無線電力伝送システムに向いている。

我々は電界結合方式を応用して、航行中の船に対する無線電力伝送システムの研究を行っている。このシステムは電力伝送に使用する銅製の電極が水に浸かるため、電極が腐食してしまうことが問題である。特に海水での利用は電極の腐食をより早めると予想され、対策が必要である。

今回参加した学会では、電界結合方式の電極配置に関する検討と、電極の腐食防止に関する検討の結果を報告した。

2.2 ノーマルモードとコモンモード

電界結合方式のシステムは、電極の配置によって図 1 のようにノーマルモードとコモンモードに大別

できる。ノーマルモードは送電と受電それぞれに 2 枚の電極を使用して互いに向かい合うような配置であるため周囲の影響を受けにくい。一方、コモンモードは送電電極が 1 枚のみであるため、ノーマルモードで問題となる不要な容量が生じにくい。周囲の影響を受けやすいという欠点もある。

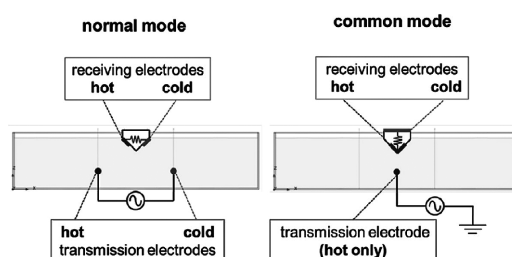


図 1 2つのモードの電極配置

両者の最大伝送効率である $\eta_{\max}$ を比較した実験結果を図 2 に示す。ノーマルモードシステムは滑らかな周波数特性であるが、コモンモードシステムは周辺環境の影響を受けるため複数のピークが見られる。コモンモードシステムは送電電極を 1 枚のみで実現できるという簡素な構造ながら十分な伝送効率が実現できるため、利用可能性を検討していきたい。

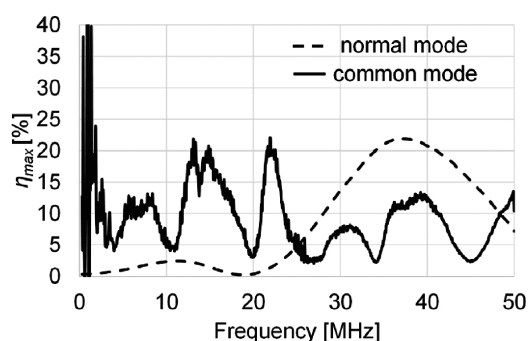


図 2 2つのモードの $\eta_{\max}$ 比較

2.3 電極の被膜

先述したように、水を使った電界結合方式の無線

電力伝送システムでは水に触れる電極が劣化するという問題がある。そこで、電極と水が直接触れ合わないように電極を被膜で覆った構造を検討する。ここでは、電極の劣化をより進める塩水を使用した。

図3は、被膜がない電極を使用した場合と、樹脂で被膜した電極を使用した場合の $\eta_{\max}$ を比較した実験結果である。いずれも周波数特性が似通っており、なおかつ被膜を使用したほうが高い $\eta_{\max}$ が得られたことから、電極の劣化を抑えるための被膜が電力伝送に悪影響がないことが確認できた。

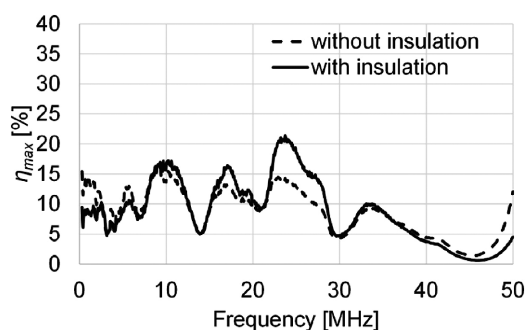


図3 被膜の有無と $\eta_{\max}$

2.4 水の導電率による影響

水は溶け込む溶媒によって導電率が変化する。特に食塩による影響が大きく、水道水が14mS/m程度であるのに対して海水を想定した塩水は4000mS/m程度である。導電率が高くなると変位電流よりも伝導電流が多く流れるようになるため、無線電力伝送で高い導電率の水を使用すると特性に大きく影響する可能性がある。

図4は、電極に被膜を施したシステムで水の導電

率が異なる場合の $\eta_{\max}$ を比較した実験結果である。この結果より、電極の劣化を進め、かつ伝導電流による影響が懸念される塩水を使った場合でも、電極に被膜を施すことで電極の劣化を防ぎ、なおかつ水道水と同等かそれ以上の $\eta_{\max}$ を得られることがわかった。これより、幅広い環境で水を使った無線電力伝送システムを実用化できる可能性を確認することができた。

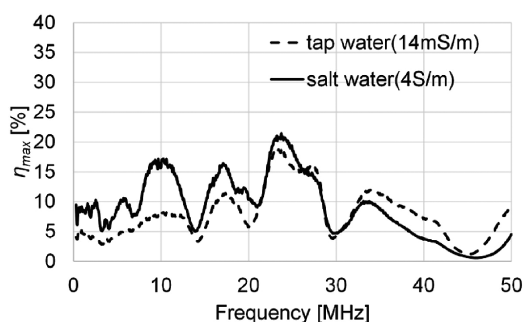


図4 水の導電率と $\eta_{\max}$

3. おわりに

初めて国際学会に参加し、英語での発表や質疑応答の難しさを痛感した。特に海外の方とのディスカッションができ、貴重な経験ができた。また、これまであまり意識していなかった無線電力伝送システムによる周辺環境への影響に関する意見をいただき、これからの研究活動に生かしたいと感じた。

最後に、今回の発表にあたり多大なるご指導を頂きました張陽軍教授（龍谷大学）、栗井郁雄氏（富士ウェーブ）に深く感謝申し上げます。