

# 非接触給電システムにおける漏洩磁界を低減可能な起磁力分布の解析

鵜澤 匠宏・楠居 琳太郎・日高 勇気・日下 佳祐・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

## 1. はじめに

非接触給電システムにおける漏洩磁界の低減が要求されている<sup>[1]</sup>。多くの非接触給電システムではサーキュラーコイルが用いられるが、設計の自由度が低く、漏洩磁界の観点から最適な形状であるとは言い切れない。

本論文では、最適化アルゴリズムを用いて漏洩磁界を低減可能な送電コイルの起磁力分布を解析する。そして解析した起磁力分布を持つコイルとサーキュラーコイルを比較する。

## 2. 最適化問題

図 1 に伝送コイルの解析モデルを示す。本解析では、漏洩磁界を低減可能な起磁力分布を解析するために、送電コイルを 4×4 のコイルに分割し、それぞれのコイルに電流源を接続し起磁力源を模擬する。一方、受電側コイルは分割しないサーキュラーコイルとした。この理由は受電コイルも分割するとそれぞれのコイルの接続によって受電電力が変わり、従来のサーキュラーコイルと対等な比較が困難となるためである。また、伝送距離は 200 mm とした。漏洩磁界はコイル中心から 750 mm 離れた位置において 0 度、45 度そして 90 度の 3 点のそれぞれの磁束密度  $B_1 \sim B_3$  で評価する。最適化アルゴリズムには遺伝的アルゴリズム(GA)を用いており、各コイルに接続した電流源の値を変数とし、(1)式に示す目的関数  $E$  が最小となるように各コイルの電流値を変化させる。

$$E = B_1 + B_2 + B_3 \dots \dots \dots (1)$$

ここで漏洩磁界の分布を無指向性にするため、図 1(a) に示す線対称な位置のコイルの電流を一致させている。これにより変数が  $I_1 \sim I_3$  の 3 個に減り、さらに磁界が対称性を持つため漏洩磁界を 3 点の測定点で評価できる。さらに、伝送電力を等しくするために受電側の鎖交磁束数を受電側に送電側と同じサーキュラーコイルを用いた場合の鎖交磁束数と等しくなる制約条件を設定する。

## 3. 最適化結果

図 2 に起磁力分布の解析結果を示す。図 2 より、中央の 4 つのコイルでは正方向に大きな起磁力を、角の 4 つのコイルは負方向の起磁力を生じている。

図 3 に断面 X-X' における磁界のベクトル図を示す。図 3 より、角のコイルが中央のコイルから漏洩する磁界の一部を打ち消している。これらの結果から、外側に位置するコイルは受電側コイルとの結合が弱いため、電力伝送ではなく主に漏洩磁界を打ち消す起磁力を発生させていると考える。つまり結合の強い中央のコイルは電力伝送に寄与し、外側のコイルは漏洩磁界を打ち消す起磁力を発生させても電力伝送に干渉せず漏洩磁界低減に貢献する。

図 4 に漏洩磁界の解析結果を示す。本解析では、送電側コイルをサーキュラーコイルとする場合、図 2 に示す起磁力分布を持つ場合、一様な起磁力分布を持つ場合において、それぞれコイル中心から 750 mm 離れた円周上の漏洩磁界を評価した。図 4 より、図 2 に示す起磁力分

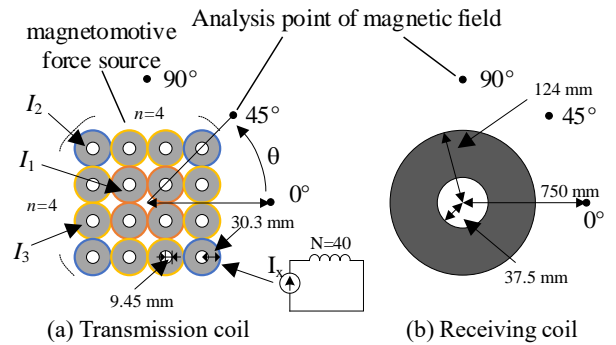


Fig. 1. Electromagnetic analysis model of wireless power transmission coils.

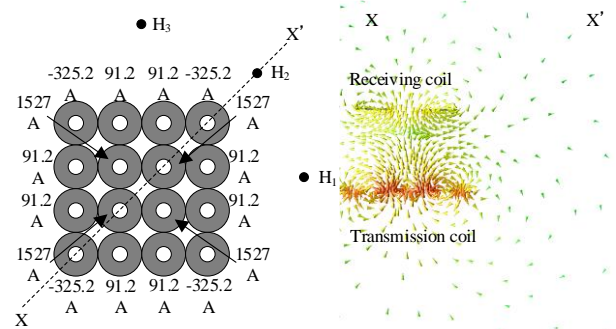


Fig. 2. Analysis results of magnetomotive force distribution.

Fig. 3. Vector diagram of magnetic field observed from X-X'.

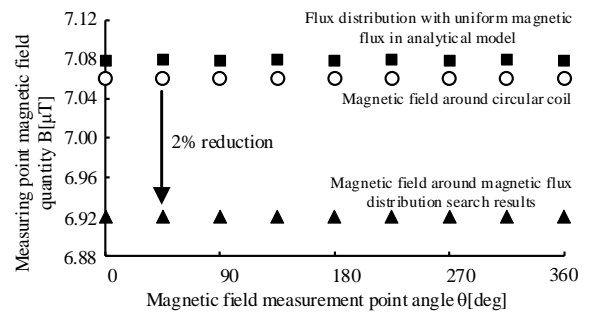


Fig. 4. Analysis results of radiation noise.

布を持つコイルはサーキュラーコイルと比較して漏洩磁界を 2%低減した。また一様な起磁力分布を持つコイルから生じる漏洩磁界はサーキュラーコイルと同程度になる。したがって、4×4 で送電コイルを分割するだけでは効果が見られなかった。しかし、送電コイルの角付近に負方向の起磁力のコイルを配置することで若干の漏洩磁界の低減に寄与する可能性はある。以上より、最適化アルゴリズムによる解析により導出した起磁力分布において、外側コイルから生じる起磁力が漏洩磁界を弱める様子を磁界のベクトル図で確認できたものの、4×4 の分割では漏洩磁界低減に大きな違いは見られなかった。今後送電コイルの分割数を増やして低減効果を検証する。

## 文 献

(1) R.Kusui, et.al., ISIE2020, pp. 1442-1447(2020)