

熱音響発電機用ムービングコイル型リニア発電機の研究

佐藤一成、長谷川真也、木村英樹、押野谷康雄
(東海大学)

Study on moving coil-type linear generator for thermoacoustic electric generator

I. Sato, S. Hasegawa, H. Kimura, Y. Oshinoya
(Tokai University)

はじめに

近年開発された熱電変換システムとして熱音響発電機がある。これは熱音響機関とリニア発電機で構成されており、熱音響機関は熱流を音響パワーに変換し、リニア発電機にて音響パワーを電力に変換する。最初の進行波型熱音響発電機は2004年にS. Backhausらによって作成された。彼らの装置はムービングコイル型リニア発電機を用いて発電しており、最大出力58Wを達成した¹⁾。また、2013年D. M. Sunらの熱音響発電機は最大電力345Wを達成した²⁾。彼らの装置はムービングマグネット型リニア発電機を用いて発電しており、前者の装置より最大電力は高いが、可動子が重いという欠点を有する。熱音響発電機を構築する上で可動子質量は重要なパラメータである。可動子質量の増加は機械系共振周波数の低下を招き、且つ可動周波数域が制限される。その為、熱音響発電機の構成に制約を受ける。本研究では高い共振周波数で発電を行う為に、可動子の軽いムービングコイル型リニア発電機を作成した。また発電機の出力増加の為、磁気回路を最適化した。最適化に際して、磁場解析ソフトは(株)JSOL製JMAG-Designerを使用した。

計算モデルの基本構造

Fig. 1 に計算モデルを示す。円柱状コア(SUS304)に銅線コイル(0.2×0.3 mmの平角線)が2個取り付けられ、コイルが永久磁石(N36Z)の生む磁界中を往復運動する事で発電を行う。可動子は60 Hzで片側12 mm振幅する。また、ムービングコイル方式を採用している為、本質的に磁石の吸引力によるコギングが無い。さらに磁束の方向が一定である為、ヨーク(S10C)のヒステリシス損、渦電流損である鉄損が少ない。なお外部抵抗は内部抵抗の95%に設定した。

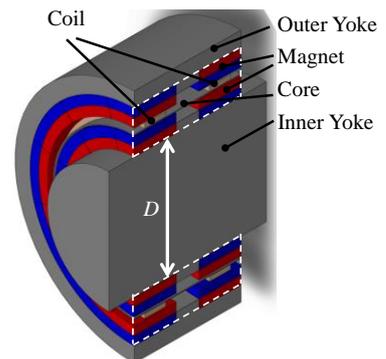


Fig. 1 Model of numerical simulation for moving coil-type linear generator

計算モデルの最適化

磁気回路の最適化は装置を設計する上で重要な課題の一つである³⁾。最適化条件として、外径を136 mmと固定し、Fig. 1の破線部の磁石、エアギャップおよびコイルの径方向の幅を保持する。その際、内側ヨークの径方向の幅D [mm]を変化させて出力への影響を調べた。

Fig. 2に可動子の単位質量当たりの出力P/M [W/kg]と出力P [W]の内側ヨーク幅依存性を示す。ここでM [kg]は可動子質量である。Dが68 mmの際、P/Mが最も高く、その際、外部抵抗から取り出せる出力は319 Wで、可動子質量は0.291 kgであることが分かった。

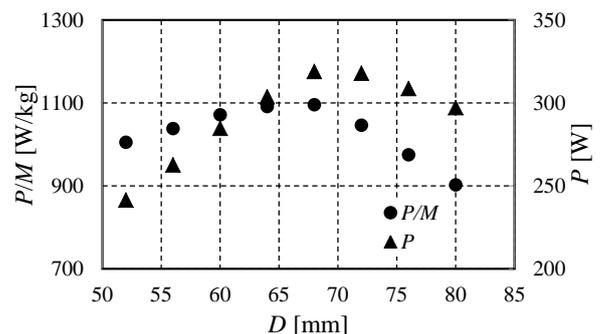


Fig. 2 Electric Power-to-mass ratio, and Electric Power vs Yoke Inner diameter

参考文献

- 1) S. Backhaus, E. Tward and M. Petach: Applied Physics. Lett., 85, pp. 1085-1087(2004).
- 2) D.M. Sun, K. Wang, X.J. Zhang, Y.N. Guo, Y. Xu, L.M. Qiu: Applied Energy. 106, pp. 377-382(2013).
- 3) I. Fazal, M. N. Karsiti, S. A. Zulkifli, T. Ibrahim, K.S. R. Rao: IEEE. pp. 1-5 (2010).