

低速回転に対応した発電機の開発

知能機械研究室

岡崎陽平

1. 緒言

わが国の電力を考えると水力発電は有効な電力源であると考えられるが、大規模なダムによるものは資金や工期、および周辺環境の影響など、さまざまな問題がある。取水設備等の既存設備を利用することができる超小型発電機は、短期間の施工が可能であり、維持管理も容易である。超小型発電機の多くは、水車軸出力を増速し、高速回転で発電を行っている。そのため、直流での電力供給においては、コイルの配置を工夫することで、より効率的な発電が可能になると考えられる。この考えに基づき本報告では超小型発電機におけるコイルの配置方法の最適化設計の方法と、製作した発電機の紹介を行う。

2 超小型発電機の試作

2.1 コイル数と磁石数の比較検討

磁石は永久磁石を用い、形状は入手性とコストの関係上、丸型を選択した。コイルは配置したときの面積効率を考慮し、おむすび型（三角形）コイルを選択した。本研究で製作する発電機は3相発電機なので、コイルと磁石の個数の比率をコイル3個に対して磁石2個の原則に従った。磁極数としては3:4による磁極数の比較を行い、最適と思われる数を境界積分要素法を用いて検討した。この結果、計算上で最大電圧を得られたコイルと磁極の比率を12:16に決定した。

2.2 コイルの配置と形状

図1のようにコイルは片側のステータに24個を配置している。これらは2相となっており、30度ずつ位相をずらした12個のコイルが各相に並んでいる。これら2つの相は15度ずらして配置されている。永久磁石は図2に示すようにアルミのロータに16個取り付け。このような配置にすることにより図3に示すように、擬似的に多相交流状態（6相交流）を生み出し、連続的に電圧が得られるようになり、低回転でも直流に近い電圧を取り出すことが可能である。またコイルに使用するエナメル線を丸型エナメル線ではなく、平角エナメル線にすることによりコイルの面積効率の向上を目指す設計にした。回転子には、加工精度が低くてもある程度の性能が見込める点と、メンテナンスや調整のしやすさを考慮し、磁石側が回転するインナーロータを使用する。

2.3 最適化設計

設計を行うにあたり、コイルが最大位置で $\Phi 220\text{mm}$ を超えないこと、コイル中央部（空隙部）の最大長よりも磁石の直径が小さいこと、コイルの接続は直列、及びY型結線であること、コイルは0.15t-2mm幅の平角線であることを前提条件として、設計を行った。上記で記したコイル数と磁石数を用いて、発電効率を最大となるように境界積分要素法（ELF/MAGIC）を用いてシミュレーションを繰り返し確認することで最適な設計を行い、最終的な寸法を図4のように直径220mm、厚さ50mmに決定した。

3 製作

得られた結果に基づいて発電機を製作した。図5は方向性電磁鋼板にコイルを貼り付けたステータ部分で、12個のコイルを貼った後に、さらに12個のコイルを15度ずらして貼り付ける。図6は永久磁石を設置したロータ部分である。永久磁石はN極とS極を交互に配置してある。最終的には、磁石部分をコイル部分で挟み込み、その中で磁石部分が回転するように製作を行う。

4 結言

超小型発電機の性能向上のためにコイル配置および形状の検討を行い、その結果に基づいて実際に発電機を試作した。今後はこの発電機を用いて実際に回転させ設計通りの電圧が得られているかの確認を行う予定である。

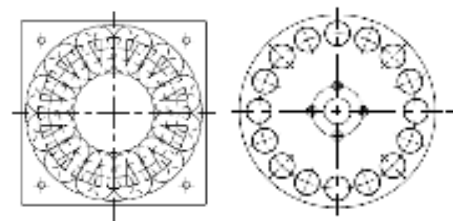


Fig.1.Coil Arrangement Fig.2.Magnet Arrangement

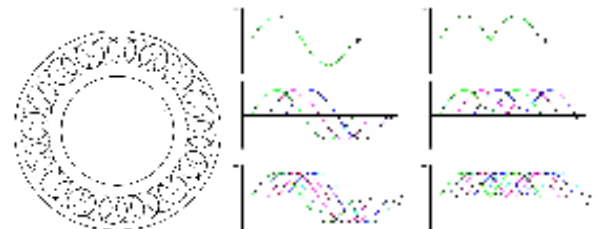


Fig.3. Phase shift & Multi Phase

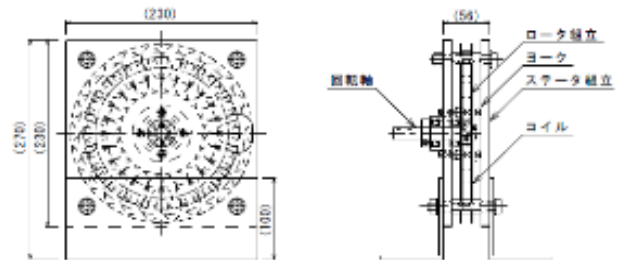


Fig.4.design drawing



Fig.5.stator

Fig.6.rotor