

グリーンイノベーション再生可能エネルギーの開発研究 —磁性粉体等による発電装置の開発—

製品化支援技術グループ コンピュータ応用チーム 白井 治彦

要 旨

磁性粉体と流体の混合体を作成し、我々の生活環境に存在する振動等の運動エネルギーによる発電装置の開発研究を行った。本装置は、廉価なメンテナンスフリーで安全な再生可能エネルギーを生み出すものであり、報告では、塩化ビニル製パイプにコイルを巻き、水に磁性粉体を混入したものを振動させて発電に成功した。

1. はじめに

近年エネルギー問題が深刻化しており、再生可能エネルギーの開発が急務であり、「環境発電」(エネルギー・ハーベスティング)技術が注目されている。環境発電とは、自然界に存在するエネルギーを使って発電することを言うが、本研究では磁性粉体と流体の混合体を作成し、我々の生活環境に存在する波力、振動、あるいは衝撃などの運動エネルギー等による廉価なメンテナンスフリーの安全な発電システム(再生可能エネルギー、エネルギー・ハーベスティング)の開発に向けた基礎的研究を行った。

また、使用する材料は、人類が太古から使い続けている鉄および鉄化合物中心であり、無害で安全、二次汚染の全く心配ないものである。京都市での取り組みである「DO YOU KYOTO?」に沿った研究開発であり、本研究により開発される発電装置は、まさに環境に優しいエネルギーを生み出すと言える。

2. 実験方法

図1に示すようにパイプ内に磁性粉体と液体を封入し、磁性粉体が往復運動することにより永久磁石と磁性粉体間に発生する磁場も移動する。式(1)に示すようにフレミングの右手の法則により、移動する磁場がコイルを横切ることによって起電力が発生する。磁束密度、導体の移動速度が大きく、導体が高い方が起電力は大きくなるが電気抵抗は増加するので電力損失は大きいと考えられる。さらに式(3)より透磁率が大きい磁性粉体を用い、磁束密度の大きい永久磁石を用いた方が起電力は大きいことがわかる。

ここで液体は磁性粉体が動きやすくするためのものであり、水あるいは流動パラフィン等の化学的に安定

なものであれば何でもよい。

$$e = Blv \cdot \sin \theta \quad \text{—————(1)}$$

$$B = \mu H \quad \text{—————(2)}$$

式(1)および式(2)より

$$e = \mu Hlv \cdot \sin \theta \quad \text{—————(3)}$$

e : 電圧 B : 磁束密度 l : 導体の長さ
v : 導体の速度 θ : 導体と磁界のなす角度
 μ : 透磁率 H : 磁界の強さ (磁束密度)

本研究では、外形22mm、内径16mm、長さ300mmの塩化ビニル製パイプに直径0.2mmのコイルを密に4層巻き、コイルの外側には寸法150×8×8mmで磁束密度422mTのネオジウム磁石をパイプと平行に固定した。パイプには20ccの水に磁性粉体を混入し、発電装置とした。この発電装置をシェーカーの加振子に固定し、振幅40mmで振動数を可変(1.7Hz=0.3G, 3.6Hz=1.0G, 5.6Hz=2.7G)で振動させた。加振子には加速度計を固定し加速度を計測した。これを写真1に示す。さらに

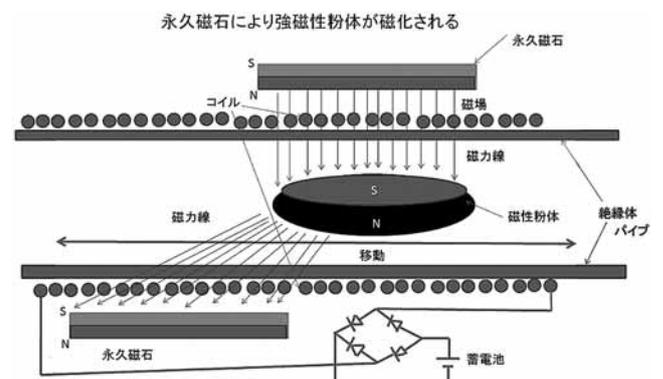


図1 発電装置概念図

発電装置を手により振幅：約200mm，振動数：約3Hz，加速度：約7.8Gにより振動させ実験に供した。

使用した磁性粉体は，戸田工業（株）社製のMn-Zn系フェライト（平均粒子径3.2 μ m，透磁率13.2 at100kHz）を用いた。このSEM画像を写真2に示し，粒度分布を図2に示す。

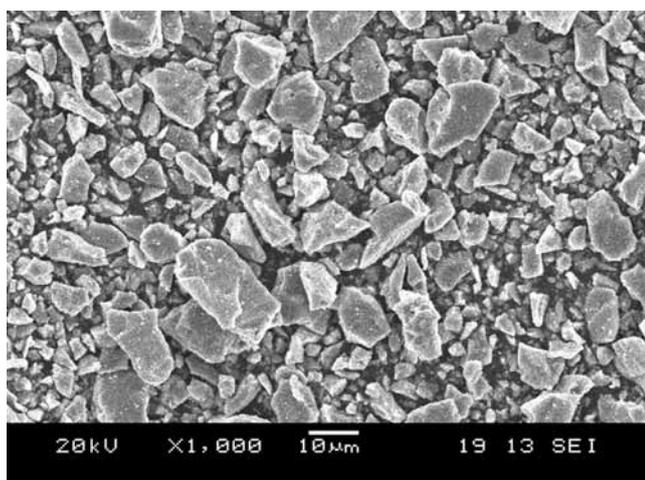


写真2 磁性粉体SEM写真

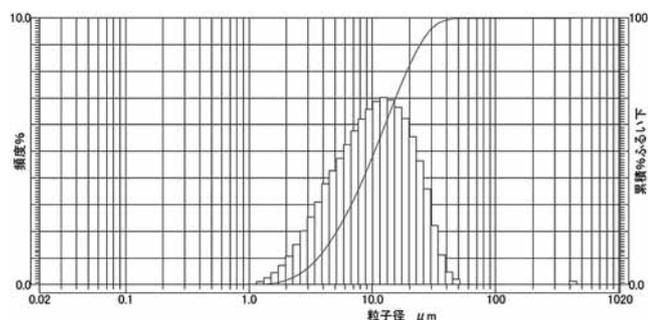


図2 粒度分布計測結果

3. 実験結果及び考察

図3にデータロガーに表示された一例を示す。一定周期の加速度で振動しても起電力は微妙に変化していることがわかる。これは永久磁石に引き寄せられた磁性粉体の複雑に変化する挙動によるものと考えられる。

2.7Gの加速度で振動した実験結果から起電力(V_{p-p})を読み取り，起電力と磁性粉体重量の関係を図4に示す。図4から磁性粉体の量が増加するとき電力も増加するが，ある一定量をすぎるとき電力が減少することがわかる。これはパイプの中で磁性粉体が動き難くなるためであると考えられる。

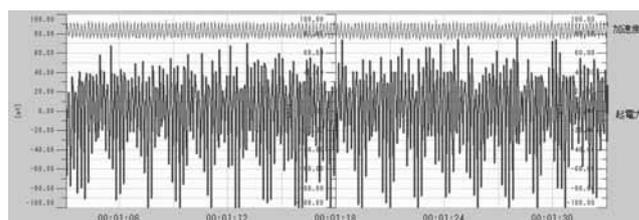


図3 加速度と発電量の計測結果例

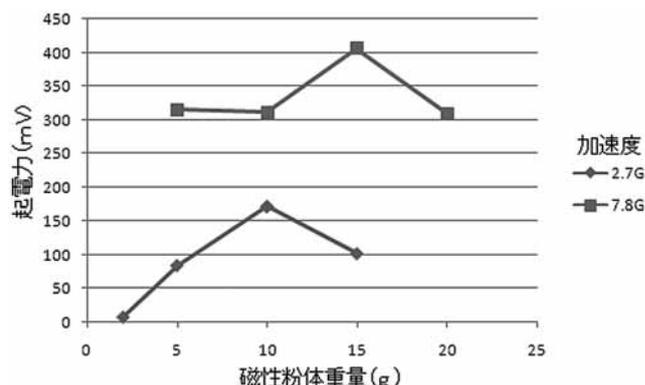


図4 加速度2.7Gでの磁性粉体重量と起電力の関係

また，磁性粉体の重量と起電力の関係において，加速度が2.7Gの場合はそのピークが10gにあるが加速度が7.8Gと大きくなると起電力のピークは15gと増加することがわかる。したがって振動から受ける加速度により磁性粉体の量の最適化を図る必要があるものと考えられる。

図5において，磁性粉体の重量が5g，10g，15gにおける加速度と起電力の関係を示す。各重量において加速度が増加するに従い起電力も増加する傾向にあることがわかる。

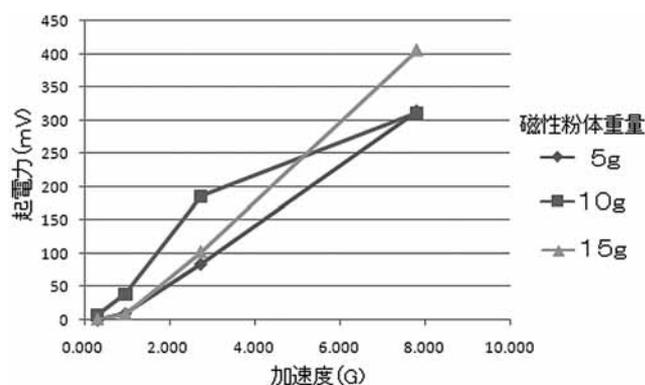


図5 磁性粉体重量が5，10，15gの場合の加速度と起電力の関係

加速度7.8Gの強い振動の場合は磁性粉体の重量は15gと多い方が起電力は大きいですが、加速度が2.5G以下の場合、磁性粉体の重量を10gと少し少なくした方が起電力は大きい。これらのことから、振動する加速度により封入する磁性粉体の重量は最適化を図らなければならないと考えられる。

4. おわりに

磁性粉体と流体の混合体を用いることによって、摺動部分を排除したメンテナンスフリーの耐久性のある廉価な再生可能エネルギーシステム（発電機）を構築できることが本研究によりわかった。

我々の生活環境において、周波数0.5Hzから3Hzの往復運動する箇所は非常に多く存在し、応用範囲は広い。これまでにない新規の再生可能エネルギーの開発（エネルギー・ハーベスティング）による発電で多方面での用途が考えられる。本研究における発電装置の特徴を以下に示す。

磁性粉体を用いた発電の特徴

- (1) 往復運動をそのまま電気エネルギーに変換。メカニカルな部分がない。
- (2) 摺動部分がなく摩耗する箇所がないので、耐久性に優れる。
- (3) メカニカルな部分が無く、騒音がない。

例えば、自転車等の発電。路面からの往復運動をそのまま電気エネルギーに変換。捨てていたエネルギーを利用。

波力発電。波の往復運動をそのまま電気エネルギーに変換。我が国は海に囲まれているので波のエネルギーが豊富である。

本研究により、磁性粉体と簡単な装置によりエネルギーを取り出せることがわかった。さらに、装置の大きさや磁性粉体の量、磁束密度、透磁率などにより起電力は影響されることから発電の用途に応じて、これらの最適化を図らなければならない。

磁性粉体は、鉄および鉄化合物中心であり、我々の生活環境の中に容易に存在するものである。例えば、使用済み磁気テープや地下水の中にも含まれており、これらを利用することができれば産業廃棄物から無限で廉価なエネルギーを取り出せる。本研究はまさに「グ

リーンエネルギーとエコロジーの融合」であるといえる。

なお、「磁性粉体による発電装置」において特許を出願中（特願2012-242261）であり、今後実用化に向けて研究をさらに進めなければならないと考えている。

5. 付記

本研究において、試料の提供をいただきました戸田工業（株）の松井敏樹様に謝意を表します。