

課題情報シート

テーマ名 :	エアギャップ型小型風力発電装置の設計・製作				
担当指導員名 :	牟田 浩樹	実施年度 :	27 年度		
施設名 :	中国職業能力開発大学校附属 福山職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	1	時間 :	18 単位 (324h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

風力発電部には簡素な構造のエアギャップ型を採用し、弱風時(回転数 300min^{-1} 時)から自動車のバッテリーやスマートフォン等の充電が可能な 15V 以上発電可能であることを目標仕様として製作を始めました。検討の結果、構造をアキシシャルエアギャップ型とし、エアギャップ量を 6.5mm、三相交流出力 15V 以上(回転数 300min^{-1} 時)の小型風力発電機を製作できました。発電機内部の MDF 製ステータに $\phi 0.4\text{mm}$ の PEW コイルを 9 個埋め込み、軸に固定されたロータには 1 面当たりネオジウム磁石を 12 個固定しています。そのため回転初期の抵抗トルクが低く抑えられることになり、発電し始めるカットイン風速を低下させることができました。発電の抵抗となるトルク(コギングトルク)を低下させるために、主な部材には SUS304 を使用しました。また回転軸の抵抗もできるだけ無いように、部品間の干渉や回転部分の振れや傾き等に注意し、組立調整を行いました。最後に 5 枚ブレードとノーズコーン部を製作し全体を組立てました。

【訓練（指導）のポイント】

設計においては、力学や機械要素設計の知識を復習し活用させることができました。構想設計から詳細設計へと自分のアイデアを形にしていくために 3 次元 CAD を活用し、設計や図面作成の技術を習得できました。機械加工においては、ベアリング部の穴位置ずれやヨー軸部の加工精度が良くなり作り直しをしましたが、加工クリアランスをオフセットで調整し加工工程を再検討し変更することにより、高精度な加工技術を身に付けることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校
住所 : 〒720-0074 広島県福山市北本庄 4-8-48
電話番号 : 084-923-6391 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hiroshima/college/index.html>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

エアギャップ型小型風力発電装置の設計・製作

福山職業能力開発短期大学校
生産技術科

1. はじめに

手作りで安く身の回りの材料で発電機を製作したいと思っていたところ、今回の総合制作で製作する機会を得た。そこで、再生可能エネルギーのひとつである風力エネルギーを利用したエアギャップ型構造をもつ小型風力発電装置の設計・製作に取り組んだ。福山市では年間を通じ弱風が吹くことから低風速から発電が可能ないように設計した。

2. エアギャップ型発電機の構造

エアギャップ型発電機は、コイルが埋め込まれた1枚のステータを、向き合った1組の磁石が一定の距離(エアギャップ)を保ちつつ回転することにより発電する構造である。今回製作した発電装置は、鉄心がなくコギングが発生しないため弱風からでも回り出すことが可能である。コギングとは永久磁石を使用したモータや発電機の軸を回したときに生じる磁気吸引力の変化によるトルク変動のことで、これは発電量を低下させる原因となる。図1に発電機中心部の図を示す。図1においてステータを黄色、コイルを青色、ネオジウム磁石を緑色、マグネットガイドを赤色で示した。最上部にあるマグネットがコイルの中心にあり、左右に2個おきにマグネットがコイルの中心にくるように配置してある。磁石数とコイル数の比率は4対3であるため、マグネット12個に対してコイルを9個配置する設計とした。

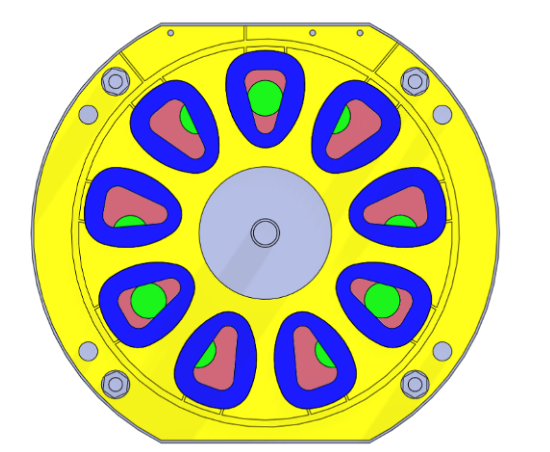


図1 発電機中心部の図

3. 製作について

表1に製作した発電機の主な仕様を示す。

表1 製作した発電機の主な仕様

発電機(外径)	直径(mm)	200
エアギャップ	距離(mm)	6.5
磁石	材質	ネオジウム
	等級	35
	直径(mm)	15
	厚さ(mm)	5
	表面磁束密度(mT)	320
	数(個)	12
コイル	エナメル線	PEW
	直径(mm)	0.4
	巻き数(回)	200
	数(個)	9
出力電流	三相交流	
出力電圧	15V以上 (300min ⁻¹ 程度)	

コイル(内側寸法)の大きさについてはロータがコイルを通過する際にマグネットがコイル内側上下方向のエナメル線と重なると、重なった分だけ巻き数はカウントされずパワーロスになる。故に15mmのマグネットに対し上下1.5mmゆとりを持たせ、コイル内側の縦寸法を18mmに設定した。コイルを自作で巻こうと試して治具を作成してみたが、うまく巻くことができなかったため購入品を使用した。

フレームには、SUS304(t3.0)を、ステータにはMDF(t4.0)を使用した。SUS304とMDFを選択した理由は、強力なネオジウム磁石の影響を受けないようにするためである。磁力の影響を受ける磁性体の鋼材を使用しなければ、コギングが発生せず、発電に影響も出ない。同様にロータにSUS304を、ロータにマグネットを取り付けるためのガイドにはMDFを使用した。製作には主にレーザ加工機を使用した。図2に製作したステータを示す。



図2 製作したステータ

これらの部品を六角支柱およびセットカラーを使って組み付け、ステータとロータのギャップはねじおよび六角ナットで調整した。図3に完成した発電装置の1号機を示す。



図3 完成した発電装置の1号機

4. ブレードの製作について

図4にブレードのモデルを示す。ブレードには、塩ビ管（耐水ライト管）を使用した。塩ビ管を選

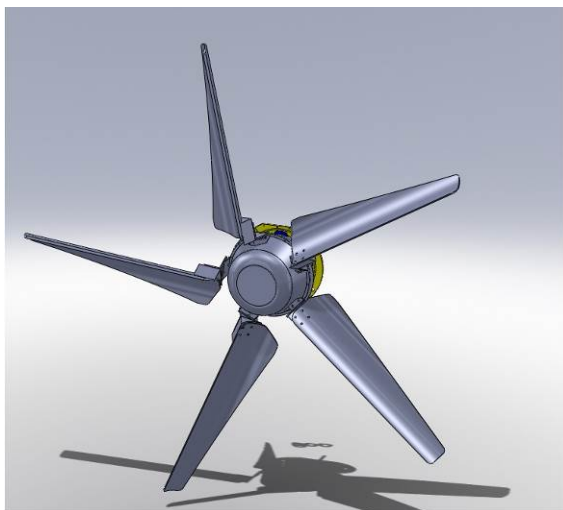


図4 ブレードのモデル

定した理由は加工が簡単で柔軟性と耐久性に優れており、軽量でコストがかからないためである。しかし塩ビ管は紫外線による劣化が起こるため、少しでも劣化を防ぐために白にペイントした。ブレードの取り付け部には、弱い風でも捕えやすいようにSUS304(t3.0)の2枚のアングルを約25度の角度になるように傾けて固定した。尾翼にはA5052(t1.0)を使用しており装置側から幅30mmのA5052(t1.0)平板を利用して取り付けられている。

5. まとめおよび反省

製作にあたり、購入品は最小限とし、自分で部品を製作することを考えた。まずコイル用巻き治具を製作するのに3か月の期間を要し、治具を製作してコイルを巻いてみたが、きれいに整列させて巻くことができなかつたため結局購入品を使用することになった。しかしフレーム・ロータおよびブレードなどは自分で設計した3次元CADの図面を基に主にレーザ加工機で加工し製作できた。組み立ての際に、エアギャップが6.5mmより大きくなったときスペーサに溝をつけ隣り合う部品が干渉しないような工夫を行った。

反省する点は、①回転するとき位置ずれを起こさないように正確に貫通穴をあける②必要な材料および部品はあらかじめ早く注文しておくなどが挙げられる。電子情報技術科に測定を依頼したところ目標とする出力電圧を確認できた。残りの期間でブレード部の製作を完了させていきたい。

6. おわりに

当初は、製作物の完成品を頭に思い浮かべることができず暗中模索していた。しかし3次元CADでの設計から汎用機やレーザ加工機で加工し部品が完成していくにつれて、今までの思い出し、設計および製作の楽しさも実感できるようになっていった。普段何気なく使っているモノもその製品ができるまでに苦勞と努力の積み重ねのストーリーがあり、今回その製作側として良い機会を与えてもらったと思う。この経験をもとに応用課程に進学しても、粘り強くコツコツと頑張りたい。

参考文献

自分で作る風力発電 ISBN978-4-88181-817-6
千葉職業能力開発短期大学校紀要第17号

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：5月 19日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		エアギャップ型小型風力発電装置の設計・製作	
担当教員		担当学生	
生産技術科	牟田 浩樹	学生1名	
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>エアギャップ型小型風力発電装置の設計および製作を通して、設計から加工および組立・調整技術までの総合的な実践力を身に付けます。また、数名のチームで取り組み協調性を養うとともに、コミュニケーション能力の向上と成果発表によるプレゼンテーション能力の向上を目指します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>電気は私達の身近にあり大変便利なものですが、災害などにより電線を含むライフラインが寸断されると、瞬間に不便な生活を強いられることとなります。当実習では、その大事な電気を自然の風の力を利用して発電する風力発電機を製作することにより、単に可動する部品の製作や組立だけでなく、出力として得られる電力を人の役に立てることができるかと理解することにより、「モノづくり」の楽しさや大切さのみならず、今後の発展性を理解できます。加えて指定された期日までに成果物を完成させることにより、「モノづくり」におけるスケジュール管理の重要性を認識できます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>動作を伴う役立つ装置の一例として、前回製作した風力発電装置よりも滑らかに回転し、発電量も多く発電する装置の完成を目標として、製作を行います。基本構想から詳細設計へと、個人の得意分野を活かした設計および機械加工を行い、成形・組立てを行います。製作には、1・2年次に生産技術科で学んだ設計・CAD/CAM技術およびNC機械加工等の多くの技術が必要となります。また、最後には成果発表を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	基本的な風力発電装置の原理および構造について理解します。		
②	既存の風力発電装置をもとに、ベース部分の設計および製作を行います。		
③	3次元CAD/CAMを使ってNCプログラムを作成し、NC機械加工を行います。		
④	必要な材料・部品・個数をリストアップし、計画的に発注します。		
⑤	加工部品については加工工程を考え、適切な工作機械を用いて、精度良く加工を行います。		
⑥	4S(整理・整頓・清掃・清潔)の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑦	計画的に取り組み進捗管理を行うとともに、問題が発生した場合は担当教員へ報告し、自ら問題解決に取り組みます。		
⑧	製作を通じて学んだ事項に関する報告書を作成し、成果発表を行うことにより、プレゼンテーション能力を養います。		
⑨			
⑩			