

全文「ですます」調でお書きください。

様式 2

## 課題情報シート

|          |                     |        |                 |
|----------|---------------------|--------|-----------------|
| テーマ名 :   | 風力発電機の _____、実用性の検討 |        |                 |
| 担当指導員名 : | 茶碗谷 広志              | 実施年度 : | 26 年度           |
| 施設名 :    | 東北職業能力開発大学校         |        |                 |
| 課程名 :    | 専門課程                | 訓練科名 : | 電気エネルギー制御科      |
| 課題の区分 :  | 総合制作実習              | 学生数 :  | 2 人             |
|          |                     | 時間 :   | 19 単位<br>(342h) |

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

自作発電機を製作するに当たり、コイル巻き治具の製作 \_\_\_\_\_ からコイル巻きを行い、フレーム・ステーター・ローターの設計・製作を行います。

出来上がったコイルの固定と配線、部品の組み付け、整流回路製作が主な作業となります。また、支持等の筐体の作製を通して加工・組立・調整の基本技術も習得します。 \_\_\_\_\_ した発電機に羽を取り付け、発電特性 \_\_\_\_\_ ワークラブ（風速—発電電力）を作成します。

単相交流発電機の原理を知ることが \_\_\_\_\_ たら、今後は発電した電気エネルギーの過充電をコントロールする制御 BOX の設計・製作も行います。

【参考文献】総合科学出版「自分で作る風力発電」

#### 【訓練（指導）のポイント】

安全作業として、手仕上げ作業時のキレ・コスレや強力な磁力を持つネオジム磁石の取り扱いには十分注意をしました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校  
住所 : 〒987-2223 宮城県栗原市築館字萩沢土橋 26  
電話番号 : 0228-22-6614 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/miyagi/college/>

### 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。

----- ページ区切り 挿入 -----

# 風力発電機の製作と設計、実用性の検討

東北職業能力開発大学校

電気エネルギー制御科

学生 2 名

指導教員

茶碗谷 広志

## 1. はじめに

身近な発電機で一般的に有名なのが、ハブダイナモを使用した手作り発電機である。しかし、この発電機では手で回したときに「カク・カク・カク」と引っ掛かりを感じながら回ってしまう、コキングトルクと呼ばれる現象が発生してしまう。コキングトルクは、風力発電機での始動特性が悪くなってしまふ。そこで、今回はこのコキングが起らないエアギャップ交流発電機を製作しようと考えた。この方法だと効率良く発電することができる。また、この総合ではエアギャップ交流発電機の製作などを通して、機械・電氣的加工技術や電子回路などの知識や技術の習得、実用性の検討をしてきたいと考えている。今回は以下の2つを製作した。

- ・発電量 30W 級のエアギャップ交流発電機
- ・過充電・過放電コントローラ

## 2. コイル巻き治具の製作



図1 コイル巻き

風力発電装置の主となる部分である発電機に必要なのはコイルである。コイルは、エナメル線のもので形や巻き回数によって発電効率が変ってくる。一番効率がよい巻き方は、磁束がコイルに対して  $90^\circ$  に鎖交するように巻いたものあると考えた。(フレミングの右手の法則)そこで、最初(1号機)は手で巻いたが1つ巻くのに30分以上かかったので、コイル自動巻装置を製作し

1つ10分程度と大幅に時間を縮められさらにきれいに巻くことができた。(図1参照)(2号機以降)

## 3. 1号機の製作(考察・改善点)

1号機はコイルをはめる固定子の材質をアルミで製作し、コイルは三相に結線した。▼次に回転数を100~1200[rpm]まで変化させたときの三相線間電圧の最大値を調べた。結果は、100[rpm]のとき1.1[V]、500[rpm]のとき4.9[V]、1200[rpm]のとき15.6[V]になった。このことから整流がうまくいかず電流が微小だったが線間電圧より発電はされていることが確認できた。しかし、発電電流があまり得られなかった。さらに、三相発電出力が不安定であった。▼原因として考えられるのは、①うず電流損とヒステリシス損・②発電機構造そのものの製作ミス・③コイルの巻き方による損失な

## 4. 1号機の不安定発電の原因究明

1号機はコイルと磁石の数が同じでそれぞれの位相が  $120^\circ$  ずれずにそれぞれで打ち消しあってしまううまく発電できない。よって、コイルと磁石の比を3:2にする必要があることが分かった。よって、前述の②が原因であることも分かった。

## 5. 2号機について(考察・改善点)

1号機の発電損失(渦電流損)などを改善する目的として、固定子をアクリルで製作し、結線を単相に変更した。(アクリルにすることで、渦電流損をなくす)1号機と同様の実験を行った。▼結果は、100[rpm]のとき4.37[V]、500[rpm]のとき19.3[V]、1200[rpm]のとき50.4[V]、そして2200[rpm]では87[V]になった。1号機と比較すると、かなり発電電圧が大きくなった。さらなる改善点としては、エアギャップをもう少し縮めるこ

とである。

## 6. 3号機について

4号機製作のため、2号機と全く同じものを製作した。

## 7. 4号機について（考察・改善点）

4号機は、2号機と3号機を合体させたものである。4号機を図2に示す。今までコイルを結束バンドで固定していたが接着剤を使用することによりエアギャップをかなり縮めることができた。次に1号機と同様の実験を行った。結果は、100[rpm]のとき10.4[V]、500[rpm]のとき45[V]、1200[rpm]のとき110[V]、1800[rpm]のとき158[V]になった。2.3号機と比較すると、電圧が2倍以上になった。このことから2つ合体させると大きい電圧が得られることが分かった。

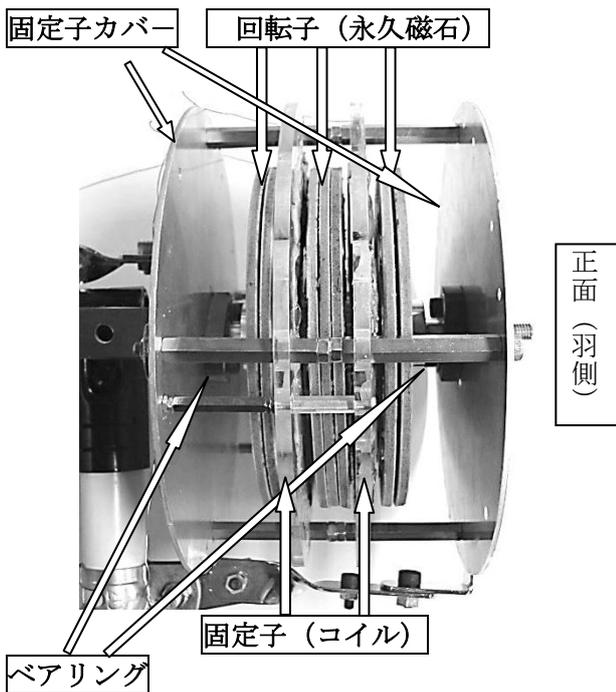


図2 4号機断面の写真

## 8. 風力発電基本システムの概要

風力発電は、風力によって発電をするので気候に大きく左右される。そこで必要となってくるのが「過充電・過放電コントローラ」回路である。▼バッテリーが充電しすぎたら(15V 超)、バッテリー

保護のため回路を遮断し、「過回転防止用負荷」につなげる。負荷が加わることによって羽の高速回転が抑制される。バッテリー電圧が正常になったら(13V 以下)、遮断を復帰させる。▼バッテリーの充電が完了したら、過充電防止のため前述と同じような動作をする。▼「出力(負荷)」を使用しすぎてバッテリーが過放電になったときは(バッテリー電圧11V)、バッテリー保護のため「出力(負荷)」への送電を停止する。その後、バッテリー電圧13Vで復帰させる。(図3上参照) ▼遮断と復帰電圧が異なるのは、ちょうど動作電圧の時に遮断、復帰を繰り返させないようにするためにシュミット幅を持たせている。(図3下参照)

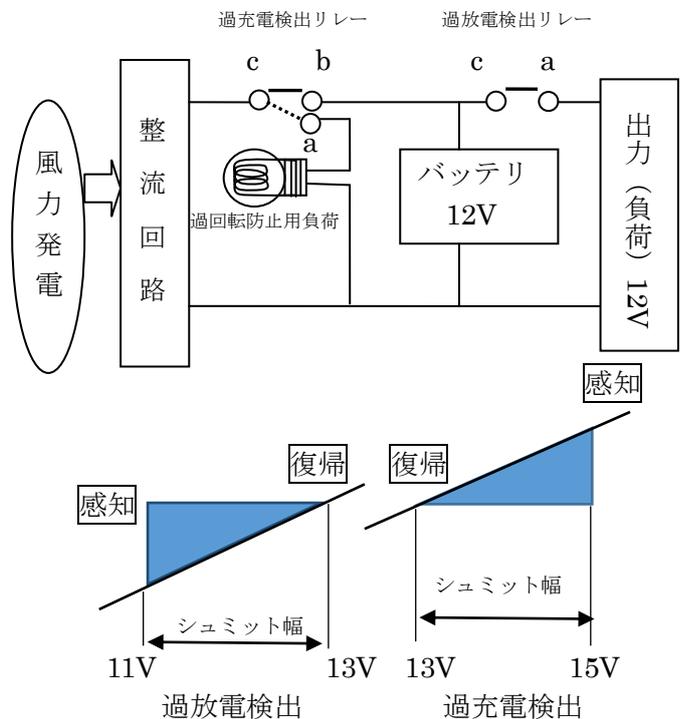


図3 過充電・過放電コントローラ概要

## 9. 今後の予定

今後の予定としては、さらに損失を分析し発電効率を向上させることである。これを、達成するためにまずは羽の形を検討する必要があると考えている。

参考文献

総合科学出版「自分で作る風力発電」中村昌広=著

| 教科の科目  |   | 実習テーマ名             |     |
|--|---|--------------------|-----|
| 総合制作実習Ⅰ 総合制作実習Ⅱ  |   | 風力発電機的设计と製作、実用性の検討 |     |
| 担当教員   |   | 担当学生               |     |
| 電気エネルギー制御科 茶碗谷 広志  |   | 学生1                | 学生2 |
| 課題実習の技能・技術習得目標   |   |                    |     |
| 自作発電機を製作します。コイル巻きからフレーム・ステーター・ローターの製作、コイルの固定と配線、部品の組み付け、整流回路製作が主な作業となります。羽や支持等の筐体の作製を通して加工・組立・調整の基本技術も習得します。   |   |                    |     |
| 実習テーマの設定背景・取組目標  |   |                    |     |
| 実習テーマの設定背景   |   |                    |     |
| 前回、風力発電の電動機にハブダイナモを採用し最大2.4mWの電力を得られた。もっと大きな電力を補い災害時にも活用できるようにしたい。自作発電機を一から製作することにより電動機の構造の理解の一助になる。   |   |                    |     |
| 実習テーマの特徴・概要  |   |                    |     |
| エアギャップ発電機の製作を通して以下を習得する。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・コイルの巻き方、結線方法の習得</li> <li>・単相交流発電機の原理の知識の習得</li> <li>・ローター、ステーターの設計・製作技術の習得</li> <li>・整流回路、過充電コントローラの作製</li> <li>・発電特性、パワーカーブ（風速—発電電力）を作成する。</li> </ul> |   |                    |     |
| No   | 取組目標                                      |                    |     |
| ①  | コイル巻治具、コイルの製作ができること。                      |                    |     |
| ②  | 図面設計（ローター、ステーター）加工、取り付け調整ができること。          |                    |     |
| ③  | コイルや磁石の取り付け、調整、配線作業ができること。                |                    |     |
| ④  | 羽を製作し取り付け、導通確認、発電確認 単相交流波形の確認ができること。      |                    |     |
| ⑤  | 1号機の問題点、改善点の検討 これまでの作業内容のまとめ作成ができること。     |                    |     |
| ⑥  | 整流回路、過充電コントローラの検討                         |                    |     |
| ⑦  | 5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行なうこと。     |                    |     |
| ⑧  | 想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組むこと。 |                    |     |
| ⑨  | 実習の進捗状況の管理や、発生した問題の解決等に主体的に取り組むこと。        |                    |     |
| ⑩  | 報告書の作成、製作品の展示または発表会を行います。                 |                    |     |