

課題情報シート

テーマ名 :	超小型水力発電装置の製作				
担当指導員名 :	青柳 文隆	実施年度 :	26 年度		
施設名 :	関東職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電気エネルギー技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	7 人	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

発電用ダムでは大型の反動水車や衝動水車が利用されていますが、本制作実習では流量・流速が小さい河川からエネルギーを取り出すために、螺旋型水車を選定しました。

発電機は、外部から電気を供給しない自励式にするためと小型に製作するため、永久磁石による回転界磁型三相発電機としました。永久磁石には磁束密度が大変大きいネオジウム磁石を使用しています。

河川の自然流によって、発電機出力である電圧や周波数が変化するので、三相整流回路により変動率を抑えた直流出力を得られるようにしました。

【訓練（指導）のポイント】

螺旋曲線を近似した螺旋型水車の製法は学生が自ら考案したことから、発電機の指導についても少なくし、可能な限り学生が自発的に設計製作する環境としました。また水車部と発電機部に分かれて課題を分担させ、責任を明確にすると同時に協力体制を構築しました。

河川の選定と予備試験も学生が行い、その後は問題点や総合試験法等をディスカッションしながら、工夫と改良を追加していくように意識させました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校
住所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/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。

2. 超小型水力発電装置の製作

1. はじめに

小さな河川からでもエネルギーを取り出すことは可能と考えられ、種々試行されている。水車と発電機を製作することによって、小さな河川から環境に優しい自然エネルギーを取り出し、交直変換をして二次電池を充電するなどの実用に供することを目的とする。

2. 概要

水車は用水路等に対応できるよう、縦長の仕様とし、小さな河川でも回ることができる螺旋水車を採用した。

発電機は低速回転に対応できる回転界磁形三相交流発電機とした。

3. 構成

水車本体の構成は、外枠フレーム、ランナ、発電機、増速器、チェーン、バッテリー、制御回路から成る。

表1 超小型水力発電装置の仕様

項目	仕様
フレームサイズ	H450×L1000×W510
材質	アルミ, アクリル
ランナ(羽根)サイズ	Φ450×L800
材質	アクリル, アルミ
全体質量	35.0kg

外枠フレームはアルミフレーム、アクリルを使用し組み立てる。ランナ(羽根)は、アクリル、アルミシートから構成される。

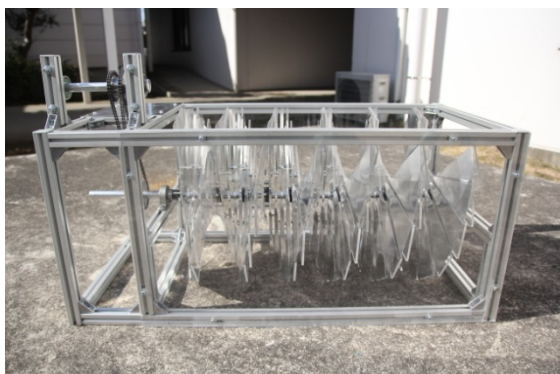


図1 水車側面

図1は今回製作した水車の筐体である。水車から水が逃げるのを防止するために、側面をアクリル板

で囲い、流水のエネルギーが効率よくランナに伝わるようアルミシートで隙間を加工した。

4. 発電部

低速回転でも発電を可能とするため強力な永久磁石による回転界磁形発電機を工夫して製作する。発電機の構成は、フレーム、ステータ、ロータ、コイル、ネオジウム磁石、シャフトで構成される²⁾。ロータ、フレーム、ステータの加工は、レーザ加工により製作した。コイルはポリウレタン線を使用し、コイル巻き数は130巻、ネオジウム磁石はφ18、厚さ5mm、磁束密度295mTのものを32個使用した。

表2 発電機の仕様

項目	仕様
フレームサイズ	3mm Φ200×2
材質	アルミ
ステータサイズ	3mm Φ200
材質	ベニア
ロータサイズ	3mm Φ160×2
材質	ベニア, 鋼板
全体質量	2.2kg

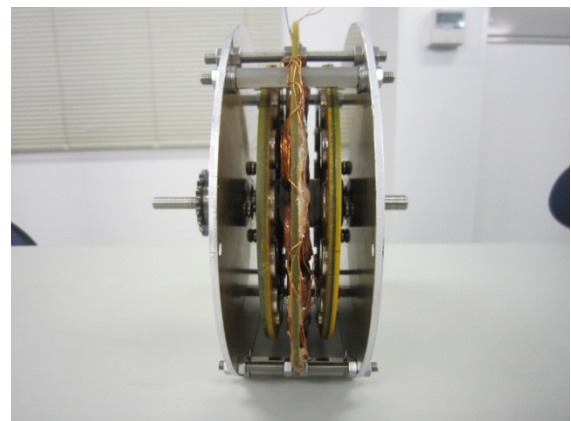


図2 発電機側面

発電機は三相交流で出力されるが、電圧を高くするためスター結線にした。図2は、今回製作した発電機の側面になり、コイルを取り付けたステータを磁石の取り付けてあるロータで挟み込み、ロータが回転することにより発電する仕組みとなっている。エアギャップの調節により発電電圧の調節が行える。またエアギャップの調節が容易にできるようになっている。

5. 制御部

今回の発電では、発電機からの出力が三相の交流で出力されるため整流回路³⁾⁴⁾の作成を行う。また、バッテリーに発電電力を充電させるためバッテリーの保護のために過充電防止回路を作成する。整流回路作成は、ユニバーサル基板に作成する。また、過充電防止回路は簡易 CAD ソフトを使用しプリント基板に作成する。

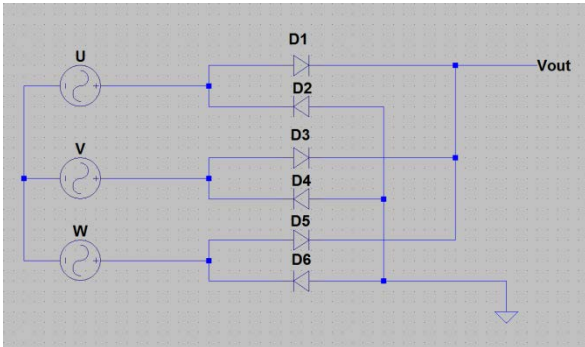


図3 整流回路

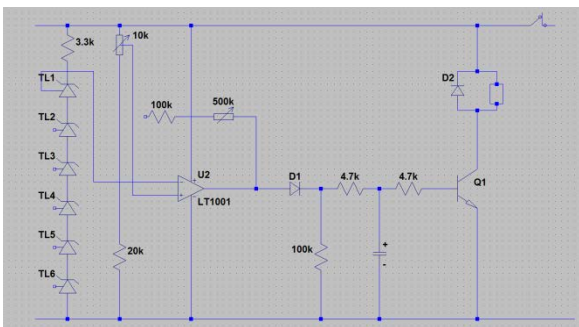


図4 過充電防止回路

過充電防止回路は、バッテリーが12Vのものを使用しているため、充電電圧が12V付近でバッテリーへの充電を中止し、充電電圧が10V付近で充電を再開する回路を製作する。

6. 測定結果

表3は今回測定を行った河川の諸測定値である。

表3 実験河川の測定値

流速[m/sec]	川幅[mm]	水深[mm]
0.39	560	195
流水の断面積[m ²]	流量[m ³ /sec]	
0.1092	0.0428064	

水車は38から40[rpm]の回転数を得ることができ、ギア比から2.5倍することにより95から100[rpm]の回転数を得ることができた。

次に定速回転時の発電電圧を正確に測定した。測定値は実効値である。測定方法は、三相の誘導電動機に

インバータを用いて回転数を制御し、発電機と誘導電動機をカップリングして測定した。回転は100[rpm]から100刻みで600[rpm]まで計測した。

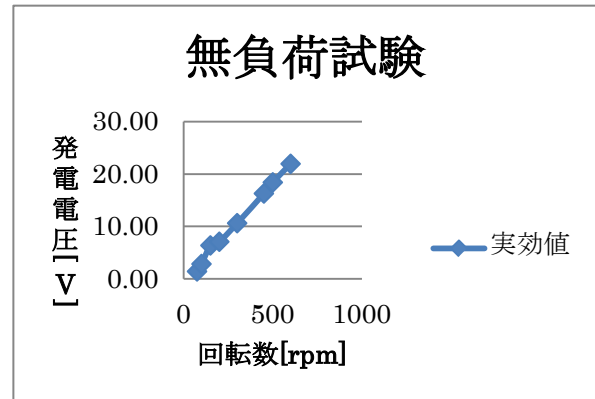


図5 発電機無負荷特性

定速実験600[rpm]時には、実効値で約22Vを計測することができた。河川から得た条件100[rpm]時では実効値で約2.8Vの発電である。

7. 改善点

- ・今回作成したランナが大変重くなってしまったため、重量の軽量化を図る。
- ・ギア比率の向上を図り、発電電力の向上を図る。
- ・メンテナンス性の向上を図る。
- ・他の水車との発電量の比較を行い、螺旋水車の利点を実験から導き出す。

8. まとめ

中間発表では、螺旋水車のランナ回転試験で回転を確認することができなかったが、今回は実際の河川で回転を確認することができた。また発電機の製作を完了させ、定速回転での発電電圧を確認することまでできた。今後、過充電防止回路（試作は完成済み）の動作確認を行う予定である。

9. おわりに

今回の製作に取り組み機械加工と自然エネルギーを扱う難しさに改めて気付かされた。また、ここから技能・技術の大切さを学ぶことができた。今後螺旋式水車の発電効率のよいものを更に考えて行きたい。

参考文献

- 1)久保 大次郎 マイクロ風力発電の設計と製作 CQ 出版
- 2)中村 昌広 自分で作る風力発電 総合科学出版
- 3)天野 寛徳 他 電気機械工学 電気学会
- 4)多田 隈 進 電気機器工学II 電気学会

課題実習「テーマ設定シート」様式及び記載例

作成日： 9月19日

科名：科名を記載 電気エネルギー制御科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		超小型水力発電装置の製作	
担当教員		担当学生	
○電気エネルギー制御科 青柳 文隆			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>小水力発電装置の製作を通して、設計・製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、自然エネルギー有効利用に関する複合した技能・技術を身に付けます。また期限までに成果物を完成させることで、スケジュール管理の重要性を認識します。</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>小さな河川からでもエネルギーを取り出すことは可能と考えられ、ささやかであるが各地で種々試行されている。水車と発電機を自作することによって河川から一定量のエネルギーを取り出し、実用に供することで「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、環境に優しいエネルギーと人間生活に関する理解への一助とします。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>低落差、小流量で発電機を回転させるため螺旋型の水車を採用し、低速回転でも発電を可能とするため強力な永久磁石による回転界磁型発電機を工夫して製作します。</p> <p>設計製作の進め方は、各部の単独試験を行いながら改良、統合組立・調整、動作試験を行います。</p> <p>完成後は現場で各種性能評価試験を行い、改善を加え完了とし、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	役割分担をして目標を掲げ、その目標の達成に向かって創意工夫して取り組みます。		
②	実地試験を行い、各部の動作、性能を確認します。		
③	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みます。		
④	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑦	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や、発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			