

マイクロ・ピコ水力発電施設の実用化に向けた評価及び研究完了報告

(1) 背景

2018年度より徳島県企業局と官学連携し、安価で導入が可能なマイクロ・ピコ水力発電機や系統連系技術の研究・検証を行い、そのデータの蓄積によるノウハウを用いた市町村や民間施設へ導入促進を行うため、2019年4月から3年間の実験を開始した。

(2) 目的

2018年度徳島県企業局「自然エネルギー地産地消モデル普及促進事業」で実施

・研究題目：マイクロ・ピコ水力発電機の研究開発

・研究目的：徳島県内への小水力発電の普及促進

- ① 高落差の立地条件での発電機を導入実証し、安定稼働への課題と対策を明確化
- ② 山間部における災害発生時の非常用電源としての適用について検討
- ③ FIT(固定価格買取制度)を適用したマイクロ・ピコ水力発電の実証
- ④ 研究期間：2018年4月17日～2022年3月31日

(3) 年表

| 年月日 | 実施内容 |
|------------|--------------|
| 2018年4月17日 | 共同研究契約締結 |
| 2019年2月28日 | 木屋平に搬入、据付 |
| 2019年4月～ | 試運転、実証実験開始 |
| 2020年6月18日 | 最大出力0.8kWを記録 |
| 2022年3月31日 | 実証実験終了 |

(4) 基本条件

設置先：美馬市木屋平字川井(美馬市木屋平総合支所敷地内)

水車形式：ベルトン式 総落差：64m 有効落差：約44m(流量0.01m³/sのとき)

発電電力：0.8kW(理論) → 0.8kW(実績) 売電単価：34円/kWh(税抜) 連続運転時の売電収入は月2万円弱

(5) 発電機仕様

| 分類 | 項目 | 仕様 |
|------|-------------|----------------------------|
| 水車 | 方式 | 横軸ベルトン式(立回転) |
| | 水車外径 | φ405mm |
| | ノズル数 | 3(ノズルにより切替可) |
| | ノズル口径 | φ10 |
| | カップ数 | 20 |
| 発電機 | 給水口径 | 呼び50 |
| | 種類 | 永久磁石付同期発電機 |
| | 定格容量 | 2.2kW |
| | 定格電圧 | 3相 AC200V |
| | 定格回転数 | 1,150rpm |
| | 増速比 | 2.25 |
| | 増速方式 | タイミングベルトとプーリー |
| 給水 | 張力調整 | 有り |
| | 遮断弁 | 電動ボールバルブ付き |
| | 分岐 | 3分岐ユニット付 |
| 発電出力 | 給水調節 | 3ノズル個別のボールバルブ付き |
| | 理論最大出力 | 0.8kW |
| 系統連系 | インバータ、ドライバー | 有り |
| | その他付属機器 | トランス等有り |
| 装置 | 装置寸法 | 巾600mm×奥行1,000mm×高さ870mm |
| | 装置重量 | 約180kg |
| 制御盤 | 制御盤寸法 | 巾1,200mm×奥行450mm×高さ2,000mm |
| | 制御盤重量 | 約120kg |
| 付帯機器 | 防音ボックス | 特注製の防音ボックスを含む(内部設計、製作) |



装置全景(防音ボックス有り)



水車全景

(6) 当方のベルトン式小水力発電の特長

カップ(バケット)の形状は、流体解析によって割り出した独自設計である。

カップの正面からの噴射水は、カップに当たった後、ちょうど噴射された方向に180度方向変換して跳ね返る条件が、噴射水のエネルギーを最大に受け止めて、回転エネルギーに変換できる様に工夫している。



見取り図

(7) 遠方起動停止装置の設置

遠方起動停止装置を制御盤内に設置し、Smart Lifeアプリを用いることで遠方からでも発電機の起動・停止操作を実現。

本装置は、市販の電子機器とユーザーに開放されたアプリを組み合わせたものであり、安価かつ用に設置・導入できる。



(8) 発電実績

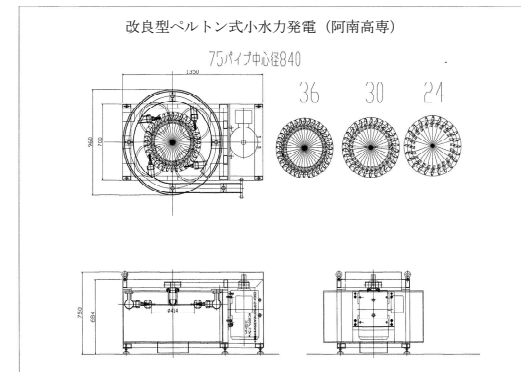
実証期間における発電および売電の実績は、下表の通り。

| 年度 | 発電実績 (kWh) | 売電実績 (円) |
|-------------|------------|----------|
| 2019年(令和元年) | 1,365 | 51,051 |
| 2020年(令和2年) | 2,746 | 102,700 |
| 2021年(令和3年) | 850 | 31,790 |
| (合計) | 4,961 | 185,541 |

(9) 実証実験での反省点及び改良点について

実証実験用に製作したベルトン水車は、輸送を考慮し、コンパクト化を図った。その結果、分岐ユニットからノズルまでの間で、エルボや異径継手を多用することとなり、流路損失が大きくなってしまった。この反省点をクリアすべく、当方で改良型のベルトン式水車発電機の設計を行い、完成したのが下図である。

この改良型ベルトン式小水力発電の特長は、給水圧力管径を75mmと大径サイズを採用し、4箇所のノズル直前まで大きな円弧状に曲げた構造である。この構造により、従来のものより流路損失が低減され、総合効率としては、50%超と高効率化が期待できる。



(10) まとめ

木屋平マイクロ・ピコ水力発電の系統連系を含めた実証事業を阿南高専が受託し、計画どおり3年間の実証事業を完了することができた。今回、非常用電源としての適用については、実証することができなかった。しかしながら、水量さえ確保できれば、24時間連続運転し、問題なく発電できたことから、設備を改良すれば、災害時の非常用電源としての活用も期待できる。

また、今回使用した水車は、加工、組み立て、設置工事まで、徳島県内の会社に委託し、無事完遂できたことで、小水力発電における地産地消のモデルケースとなった。この地産地消モデルは、徳島ビジネスチャレンジメッセ2022において、上々の反響であったことから、今後県内で小水力発電導入の機運が高まるきっかけとなることを期待したい。