

# らせん水車の設計・製作

安井 雄祐\*<sup>1</sup> 宮武 正勝\*<sup>2</sup>  
Yasui Yusuke Miyatake Masakatsu

## 1. はじめに

らせん水車とはらせん状の羽根を有する水車であり、流量変動があっても効率の低下が少ない、ごみが詰まりにくい、導水路や圧力管路等が必要なく設置が容易であるなどの優れた特徴がある。一般的に低落差で流量の多い場所に適している。一方、流量に対して構造体が大きくなるのがデメリットである。豊富な水量と落差を有する地形をもつ富山県において、らせん水車は大正時代から昭和30年頃まで各地で農作業の動力として利用されていたが、電動機の普及により次第にその姿を消していった。しかし昨今の省エネや地球環境保護の取り組みがクローズアップされる中、小水力エネルギーは環境負荷の少ないクリーンエネルギーとして再び注目されている。今回、2008～2009年度の2年間にわたり共同研究によってらせん水車を製作し、親水公園に展示を行ったのでここに報告する。

## 2. 経緯

本研究は富山県黒部市にある黒部川左岸土地改良区(以下 土地改良区)との共同研究である。土地改良区は農業生産の基盤整備をおこなうために農業用ため池や水路等さまざまな水利施設の維持や管理などを事業として行っている組織である。今回、郷土の水利用に関する啓蒙を目的として、らせん水車を黒部市内の親水公園内に展示することとなった。らせん水車設置予定の親水公園には多段式の滝があり、滝の高低差 70cm、流量は 0.004m<sup>3</sup>/s～0.048m<sup>3</sup>/s で季節、天候によって変動する。

## 3. 製作・展示

設計・製作は専門課程 生産技術科の総合制作実習のなかで行った。1年目は羽根の材質をステンレス製とFRP製の2種類製作し、親水公園に展示した。2年目は羽根材質をFRPとし、水車で得られた動力を機械的に活用する機構を検討した。

\*1 北海道職業能力開発大学校 生産機械システム技術科  
〒047-0292 北海道小樽市銭函3丁目190番地

\*2 北陸職業能力開発大学校 生産技術科  
〒937-0856 富山県魚津市川縁1289-1

### (1) ステンレス製羽根

ステンレス製は既存のらせん水車に多く採用されているため製作することとした。らせん形状は既存のらせん水車を参考にし水量および滝の高低差かららせん外径φ450mm、リード400mm、条数2とした。

らせん形状の製作はレーザ加工で切り抜いた円板をらせん巻き数だけ溶接でつなぎ合せ、シャフトに巻きつけながら溶接した。図1にステンレス製羽根を有するらせん水車を示す。入水流量が0.02m<sup>3</sup>/sの時、無回転時のトルクは5Nm、無負荷回転数100rpmであった。エネルギー効率は17%と低い結果となった。これは羽根サイズと比べて流量が少なく、羽根にたいして少ない面積しか水がかからないことが原因として考えられる。

親水公園に3月～9月の6ヶ月間、展示を行った。無保守で問題なく回転を続けていたが、羽根の厚さが1mmと薄く鋭利で羽根と水受けのクリアランスが5mmと小さいため、安全性に問題があった。土地改良区に危険であるという意見も寄せられた。安全を確保するため羽根の部分を透明なアクリル板で囲うことも検討したが、らせん羽根の部分が不鮮明になるため、展示効果が薄れると判断しステンレス製を断念することとした。



図1 ステンレス製羽根 らせん水車

### (2) FRP製羽根

FRP製羽根は土地改良区から製作図と製作工程の提案があったため採用した。製作は以下の手順で行った(図2)。

- ① オス型モデリング：3次元CADでらせん形状の一部分(1/8円)のオス型をモデリングした。水の受けがよくなるように羽根表面に段をつけ、効率アップを狙った。

- ② オス型製作：CAM で NC データを作成しマシニングセンタにて削り出して製作した。型材料はケミカルウッドを使用した。
- ③ FRP 積層：オス型にガラスクロスと樹脂を積層しらせん形状の 1 ピースを得た。
- ④ つなぎ合わせ：らせん形状のピース同士を FRP でつなぎ合わせてらせん形状とした。8 ピースでらせん 1 周となる。
- ⑤ 主軸への取り付け：らせん羽根を主軸に取り付けるために専用アルミ製金具を製作しボルト締めした。主軸はアルミパイプを利用した。

1 年目はピース同士のつなぎ合わせの位置決め精度に問題があり、らせんのピッチ、外径寸法、形状が不揃いとなった。そのため水路とのクリアランスが大きくなり、クリアランス部に水が流れ、羽根部に水がかかる面積が減少したため回転動作が不安定であった。2 年目はらせん外形のサイズアップと形状精度の向上を目指した。回転はしたが期待したトルクを得ることはできなかった。



図2 FRP 製羽根

### (3)動力活用機構

2 年目に土地改良区より水車の動力活用について提案があった。電気エネルギーに変換することが最も合理的であるが、発電を行うと水利権に関する河川法などの法的手続きが必要となるため電気以外の活用を目指すこととなった。土地改良区とともに様々な活用案を出し合った結果、昔から水車の動力として活用されている杵つきを製作することとなった。水車で得られた動力を平ベルトで伝達し、主軸に取り付けられた腕木が杵を押し上げ腕木が外れると自由落下する方式とした (図3)。

設計では杵重量を 3.5kg、杵つきのストローク 150mm とした。水車から得られるトルクはステンレス製らせん水車を参考に流量が減少した場合も想定して 50rpm・2Nm と設定した。これらの条件からプーリ直径、腕木の長さ等を算出した。材質は屋外で水にさらされるため腐食に強いステンレス製とした。製作はプーリ、ガイドプレート等の 2 次元切り抜き形状はレーザ加工で行い、主軸部品はターニングセンターを利用した。フレームとガイドプレートは TIG 溶接で接合した。

FRP 製羽根のらせん水車と杵つき機構を親水公園に展示した(図4)。前述のとおり FRP 製羽根のらせん水車からトルクを得ることができなかったため、杵つき機構は動作しなかった。



図3 杵つき機構



図4 FRP 製羽根らせん水車と杵つき機構

## 4. おわりに

らせん水車の製作、展示を行った。ステンレス製および FRP 製の羽根をつくることで加工技術の知見を広げることができた。地域と連携し産業遺構であるらせん水車を展示することで、郷土の水利用に関する歴史を啓蒙した。また身近にある未利用エネルギーの開発でクリーンエネルギーの有効利用モデルを提示することができ、環境意識の向上を図れた。学生にとっては土地改良区との打ち合わせ、プレゼンテーション、質疑応答を経験し、コミュニケーション能力の向上と社会性を身につけることができたと考える。

参考文献

1) 斎藤達也ほか「螺旋水車によるマイクロ水力発電計画」H21 水資源機構技術研究発表会