

太陽光発電を利用したウォーターデコレーションの提案 ～日本の水車を例にして～

千葉工業大学 学生会員 ○川東 進
千葉工業大学 正会員 篠田 裕

1. はじめに

ウォーターデコレーションとは、ガーデニングやビルの一角に設置されている、水を使用したインテリアの一種である。小型のウォーターデコレーションも存在し、室内で楽しむタイプもある。これらに相似した大型の水景模型が、台湾や香港等では会社用や商店用として販売されている。さらに風水グッズとしても使用されている。

2. 目的

ウォーターデコレーションは、屋外用と室内用のものが存在し、用途や素材が違っている。

屋外で使用されているものは、素材が石やレンガなどで構成されており、完成度が高い。しかし、室内で使用するものは、重量や水に対する耐久性などの関係から、視覚的な完成度が低いものが多い。ウォーターデコレーションは、水の音や見た目の美しさなどにより、リラックス効果を生み出すのが主要なコンセプトであり、外見のクオリティーや水の流れも重要な要素である。

また、水の動きは模型と違ってスケールダウンすることは出来ない。水しぶきや流水の動きが不自然になってしまう。この問題を解決するためには、水の粘性係数・比重をコントロールする方法を考える必要がある。

室内で使用するには、ポンプの稼働音によって、水の落水音などが遮られてしまう。これを低減させるため、ポンプの稼働音を最小限に抑える方法を考案する。

太陽光発電に対する認知度が低いことから、どのようなシステムで発電可能なのかを理解し、興味と関心を持ってもらうために、太陽光発電とバッテリーによる電力を補助的に利用することを考える。

3. 日本の水車

水車は、現在主に小規模小力発電用として使用されているが、昔は様々な用途に利用されていた。製作対象とした日本の水車の例は、図-1のような揚水用水車と図-2の動力水車となる水車小屋である。揚水水車とは、水田などに水を供給するための水車である。図-2の水車は、小屋が一体になっており、精米・製粉するための水車である。

4. 研究・作業内容

4.1 水の循環装置の製作

本研究で製作する水景模型中の流水は、流下した水を貯溜・循環させるものとする。そのためには、

キーワード：水車、ウォーターデコレーション、太陽光発電、水景模型



図-2 揚水水車



図-2 精米水車

水中ポンプを利用した水の揚水装置が必要である。また、水の汚れなどから発生するカビ対策として、ポンプにはストレーナーを取り付けることや、循環・滞留する水を交換しやすい設計にする。貯水槽を模型の中に違和感なく組み込むことや、水の流量を調節する装置も含めて、設計・製作する。

4.2 水の動きの研究

模型を幾何学的相似によってスケールダウンすることは、比較的容易である。しかし、物理的な現象を縮小することは容易ではない。

本模型では、落水と流水、溜水が存在する。図面から流水断面積・流速・流量などを推定し、フルード数をもって力学的相似律とする。揚水水車の水受けは、スケールダウンすると表面張力が卓越して、水を汲み上げるが吐出しない。これを避けるために毛管現象による水柱高さを求め、表面張力の影響が

少ない範囲の形状の値を算出する．算出された値を基に，揚水用の水受けの大きさを決定した．毛管現象による水柱高さを求め，表面張力の影響が少ない範囲の形状の値を算出する．算出された値を基に，揚水用の水受けの大きさを決定した．

4.3 図面の製作・水車設計計算

模型制作には，水車や小屋などの平面図・立面図・断面図・敷地図などの図面が必要である．そこで水車を設計するにあたって，水車の幅や水受けの深さ，水受けの枚数などを，計算から求めることにした．この計算により，どれくらいの水量・落差で，どの程度のボリュームの水車が回転するかが明確になる．また，揚水水車で揚水受けの角度は，様々な揚水水車のデータを参考にし，角度を選定する．図-3に水車小屋を示し，図-4に揚水水車の一部を示した．



図-3 水車小屋



図-4 揚水水車

4.4 模型の製作

模型に水を流すとなると，当然，流路を中心に万全な防水加工が必要である．しかし，防水加工だけに固執し，防水塗料などを大量に塗りつけるようなことをすれば，模型としてのクオリティを損なってしまう．模型の表面の質感を出しつつ，防水を完璧なものにしないといけない．

当研究室では，模型に水を流す研究を行った例がある．アクリル絵の具などの下地剤・仕上げ剤として使用されているモデリングペーストやバーニッシュなどを活用する方法で，防水効果を実証している．

これらを参考にして，模型の製作を行う．また，水の流れを停止させたとき，水滴が模型上に残存することで，模型の腐食やカビが発生する可能性がある．それを解消するために撥水剤を使用し，水切れをよくする．撥水性が高まれば水を弾き，水の浸透防止にもなるので，防水効果向上に繋がると考える．

4.5 騒音対策の工夫

ウォーターデコレーションにおいては，水の滴る音などによる，リラックス効果も兼ね備えている．そのため，落水などによる水の音が，重要な要素となってくる．ポンプからの騒音を遮ることにより，流水音がより鮮明に認識出来るようになる．そこで，ポンプからの騒音を抑制する防音方法の対策を行う．水槽の壁面に重厚な材料を使用し，ポンプによる振動防止対策として波ゴムを敷き，遮音を行う．

4.6 太陽光発電による電力供給計算

模型で使用するポンプは 9.8W である．このポンプの稼働時間を 2.5 時間としたとき，ソーラーパネルの枚数や発電効率，発電時間などを勘案して，システムの性能は，計算で求めることが出来る．この計算の結果から，発電した電力を蓄積しておくためのバッテリー容量を計算する．また，太陽光発電で重要な要素は，ソーラーパネルの設置角度と方角である．真南に向けてソーラーパネルを設置し，緯度に準じた角度をつけるのが一般的で，地域別に年間発電量が最大になる設置角度というのがある．これを勘案し，電力供給範囲を求める．

システムを仮組みし，12月の快晴時に試運転した結果，太陽光発電にて約 3.87 時間バッテリーに充電し，ポンプは約 2.5 時間稼働した．

5. まとめ

ポンプによる稼働，模型の防水，揚水水車の水汲み上げ，水車小屋での突き臼が問題なく作動した．



図-5 完成模型

6. 参考文献

- 桜井薫他：初めての太陽光発電（パワー社）1994
- 吉田曜子：日本初「水車の作り方」の本（小学館文庫）2000
- 藤原良樹他：小型水力発電機製作ガイドブック（パワー社）1993
- 玉井信行他：水理学（オーム社）1997