

ナノ級水車発電装置の高性能化に関する研究

——水車用三次元翼ランナーの製作——

玉川 邦夫***・中村 政美****・加賀 拓也**
齋藤 正博*・松崎 晴美*・高橋 燦吉*****

Development of a High Performance Water Turbine Generator with Nano Class Capacity

—— Trial Production and Processing of a Water Turbine Runner with 3-D Blades ——

Kunio TAMAKAWA***, Masami NAKAMURA****, Takuya KAGA**,
Masahiro SAITO*, Harumi MATSUZAKI* and Sankichi TAKAHASHI*****

Abstract

It is well known that blades of water turbine and propellers of ship are complicated in shape for their three dimensional structure. It's no problem for machines specially designed for three dimensional cutting, but very difficult for those which make a two dimensional motion only in the same plane. We made blades of a water turbine in a special 3-D process using a two dimensional NC-milling machine, and succeeded in reducing sharply the production cost, i.e. to about one tenth. This paper reports our attempt which as yet is hardly known.

Keywords: 2-dimensional NC milling machine, 3-dimensional blades, Nano class water turbine, production cost

1. 緒 言

最近、地球環境問題の一つに、地球温暖化が挙げられ、気候の変動、海面水位の上昇等、多くの由々しき事態が生じている。その抑制策としては二酸化炭素排出削減が重要課題とされ、水力発電、太陽光発電等、自然エネルギーの利用が要望されている。

著者らは特に水源と農地に富む雪国の特色を活用する視点からミニ水力発電に着目してい

る¹⁾。一方、水車の製作に際しては、水車用ランナーや船舶用プロペラは三次元形状を有するため形状は一般に複雑である²⁾。その加工は三次元的移動が可能である加工機械では比較的容易であるが、切削運動が平面移動に限られる二次元的加工機械で製作することは極めて困難である。著者らは二次元 NC フライス盤により三次元翼形状を有するランナー羽根を設計、加工し、約 10 分の 1 に相当する、格段の製作コスト差の壁を乗り越えることに成功した。本論ではその過程を記述する。

2. 三次元翼加工

2.1 加工機械および使用工具

供試物体加工機械等は下記の通りであり、そ

* 大学院工学研究科機械システム工学専攻・教授
** 名誉教授
*** 工作技術センター・工師
**** 工作技術センター・係長
***** 学長

れを図1,2に示す。

精密 NC フライス盤 BN2-85A6 (マキノ製)

X, Y, Z 軸 850×500×400 mm

主軸回転数 10~4,000 rpm

主軸テーパ 7/24 テーパ No. 50

所要動力 19 KVA

使用工具

- ・使用チップ (カッタ用インサート三菱製 QOQT0830R-G1 超硬 HTi10)
- ・荒加工 AQXR 202SA20L 2 枚刃
取付け長さ 60 mm
1,600 rpm 400 mm/min 垂直ピッチ 4 mm
水平ピッチ 10 mm
- ・仕上加工 AQXR 162SA16L 2 枚刃
2,000 rpm 500 mm/min 走査線仕上げ

加工素材 アルミニウム JIS2017

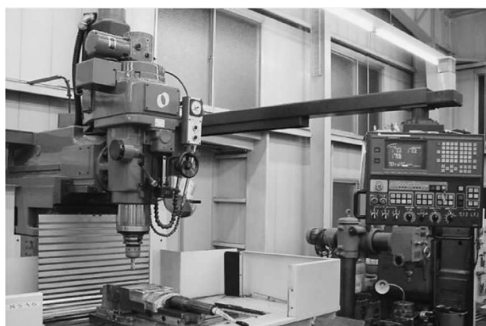


図1 使用精密 NC フライス盤

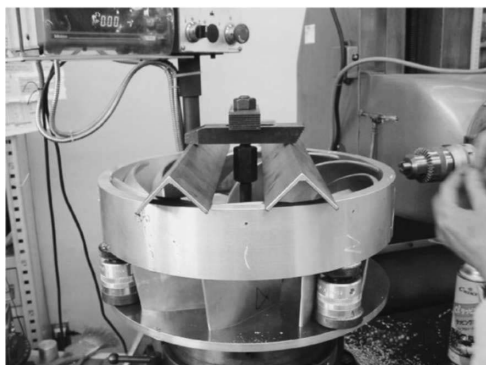


図2 使用精密 NC フライス盤

247×205×100 10 個

2.2 PC および使用ソフト

パソコンおよび使用ソフトの仕様は以下の通りである。

パソコン: DELL OptiPlex GX280 スモールタワー インテル Pentium(R)4 (3.4 GHz, 1 MB L2 Cache, 800 MHz FSB) メモリ 1 G ハードディスク 160 G

モデリングソフト: RhinoCeros Ver. 3.0 (NURBS modeling for Windows) 開発元 Robert McNeel & Associates

3D-CAM ソフト: Craft MILL Ver 4.0 Professional REAL FACTORY INC. (ライノで作製したモデルをファイル変換なしで直接受け取ることができる。)

2.3 供試物体のモデリング

次に供試物体のモデリング手順を示す。

翼枚数は 10 枚であるため、そのうちの 1 枚をモデリングし、加工用に別レイヤーに保存する。更に、加工用とは別に元の翼を回転コピーして、水車ランナー全体をマウスにより全方位から視覚的に確認する。

- 1) 元図である図3,4の表をもとに、A-Hの各断面位置を決定する。これを図5に示す。
- 2) 最終断面の H-H は円筒上にまきつけて

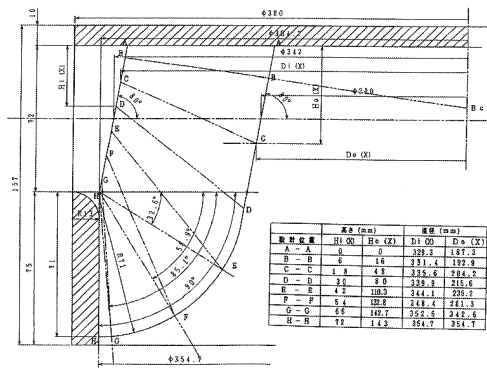


図3 ブレード形状とその寸法

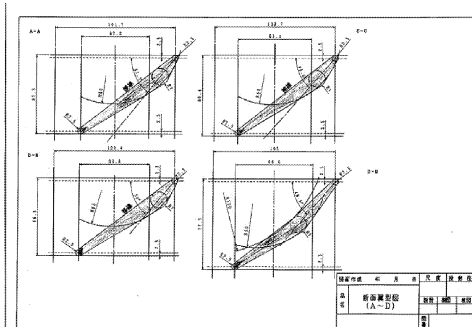


図4 ブレード断面形状とその寸法

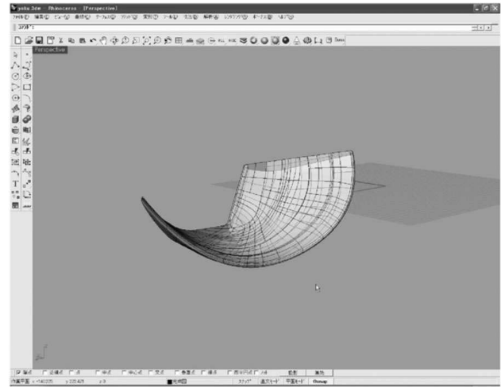


図7 ブレードの最適配置

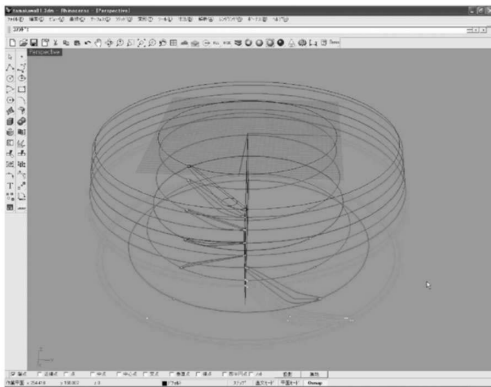


図5 ブレード断面の位置決め

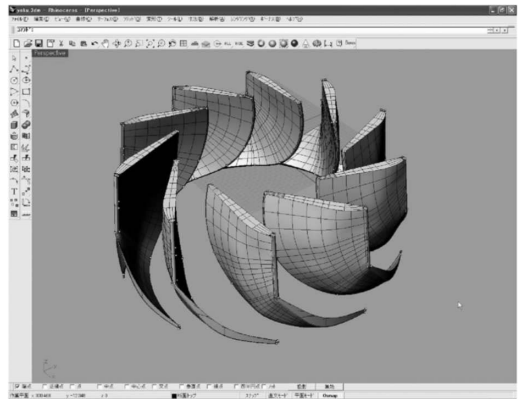


図8 モデリングの回転コピー

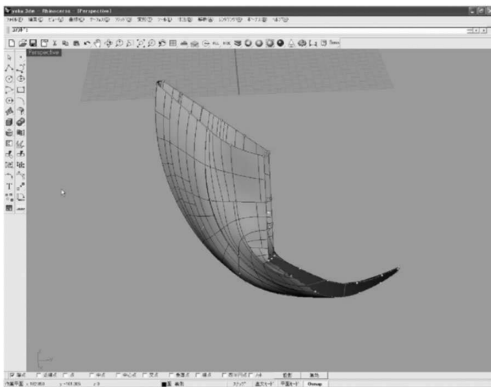


図6 ブレード曲面構成

- 配置する。
- 3) 各断面に、ゆがみが生じないようにして曲面で繋ぐ。これを図6に示す。

- 4) 加工材料を最小にするように図を配置する。(X, Y, Zのデータがそのまま受け渡される為) これを図7に示す。
- 5) 以上の行程を経て作製した翼のモデリングを回転コピーする。これを図8に示す。
- 6) 翼取り付け盤を配置する。これを図9に示す。
- 7) リングを配置する。これを図10に示す。
- 8) 完成図を図11に示す。

2.4 CAMによる、供試物体の三次元加工

三次元加工に際しては、本来では2工程で終了するのであるが、加工時間に相当の無駄があるので加工時間短縮の為、工程数を全6工程に

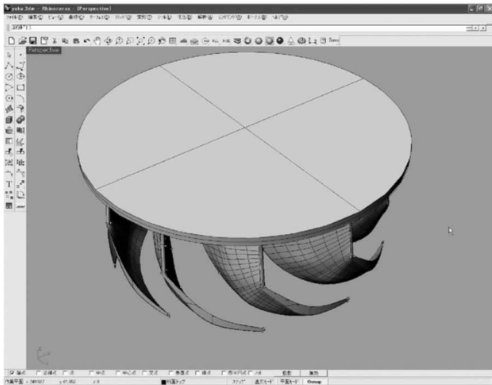


図9 翼取付け盤の配置

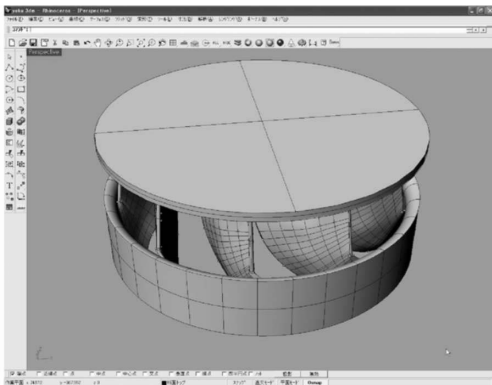


図10 リングの配置

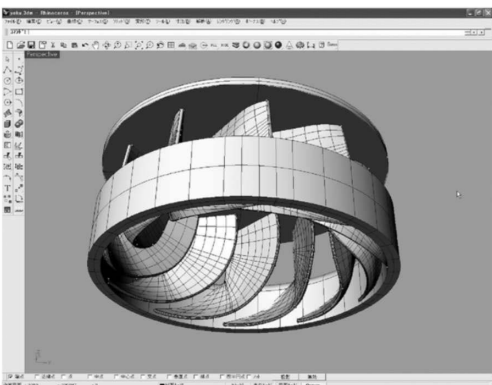


図11 完成モデリングランナ

増やすこととした。なお、総加工時間数は150時間である。その加工手順を以下に示す。

- 1) ライノで作製した三次元翼型のデータを開く
- 2) 加工素材の大きさを設定する（加工素材がXY方向の中心に自動的に配置される）
- 3) 加工素材をバイスに取付けるためにテーパ付き壁面を設定する（ビビリ等防止のため、厚めに設定する）
- 4) バイスの最終的締付け荷重によっても翼型がゆがまぬよう、サポートを設定する
- 5) 使用工具（超硬チップ）を設定する
- 6) 初期設定として、切込み、送り、オフセットを決定する
- 7) 加工データを作成する
- 8) シミュレーションで加工形状を確認する
- 9) NCデータを出力する
- 10) 出力されたNCデータをテキストエディタで編集し、MOに保存する
- 11) CAM設定終了

以上のデータを持つMOデータによりNCフライス盤研削加工が開始される。

2.5 NCフライス盤による、供試物体の三次元加工

試作加工のため樹脂素材を使用した。その製作段階と荒加工ブレードを図12,13に示す。

次に、本来の素材であるアルミニウムで製作したブレードを図14に示す。

図15には完成ブレードを示す。

以上の過程を経て製作されたブレードを組み立てた水車ランナーを図16に示す。

3. 結 言

二次元NCフライス盤により三次元翼形状を有するランナー羽根を設計、加工し、約10分の1に相当する、格段の製作コスト差の壁を乗り越えることに成功した。



図12 樹脂素材によるブレード製作段階

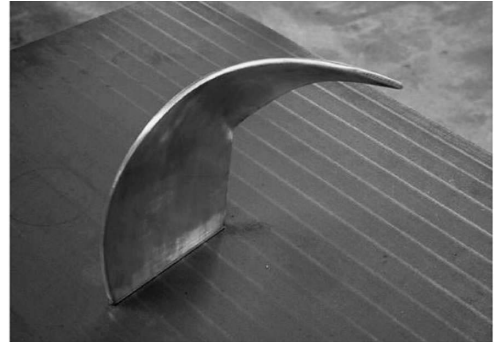


図15 完成ブレード

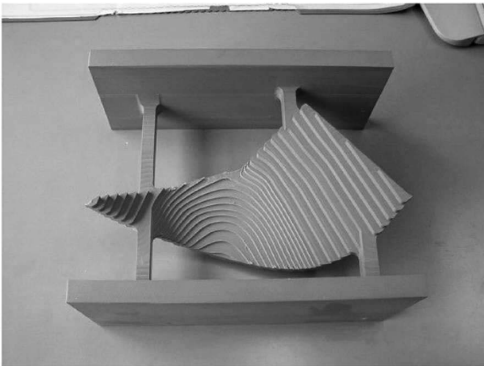


図13 樹脂素材による荒加工ブレード

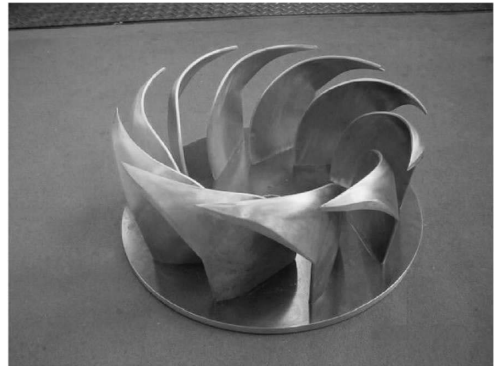


図16 完成水車ランナー（倒立状態）

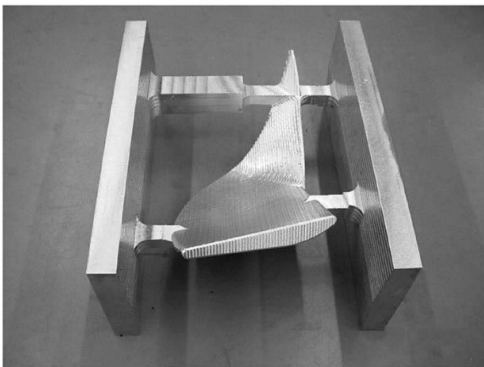


図14 アルミニウム素材による荒加工ブレード

4. 謝 辞

本研究は独立行政法人 科学技術振興機構 JST サテライト岩手の委託研究にて実施されたものであり、関係各位に感謝の意を表す。また、本水車の製作には工作技術センター：仲道茂生工師の多大な貢献と平成17年度卒研究生の助力があった。ここに記し深謝する。

参考文献

- 1) 菊池 他：八戸工業大学紀要，第24巻，pp.9 (2005)
- 2) 深栖俊一：水車の理論と構造 産業図書(株) pp.53-114, 170-184 (1956)