

# 貫流水車の性能について\*\*

西 茂 夫\*・中 西 助 次\*

(昭和57年 9月30日受理)

## The Performance of Cross-Flow Turbine\*\*

Shigeo NISHI\* and Suketsugu NAKANISHI\*

(Received Sept. 30, 1982)

This paper reports of the comparison of the performance of cross-flow turbine set in with two types of runners. One runner was set in with alternating blades of different chords length, and the other with blades of same chords length.

### ま え が き

石油代替エネルギーとして、いろいろのクリーンエネルギーの利用方法が試みられ、開発されてきている。なかでも小水力の利用、特に貫流水車は簡単な構造、安価な製作費、流量の広範囲な適応性<sup>1)</sup>などの理由で注目されている。貫流水車の報告<sup>2)3)4)</sup>からノズル出口(ランナ入口)の全水頭に対する静圧が20~40%残っていること、およびランナ内の静圧が変化していることなど知ることができる。衝動水車の一般的特徴として、噴流速度および圧力は一定であり、回転数による流量変化はないことなどが一つとしてあげられる。従来報告されているランナはアスペクト比一定な羽根をもつ水車であると思われる。本実験は一定なアスペクト比の羽根をもつランナとアスペクト比の異った羽根の組合せによるランナの性能比較を主に検討し、変落差およびノズル開度の変化による性能への影響を調べた。

### 実験装置および方法

本実験に用いたランナの諸寸法を表1に示す。アスペクト比が一定な羽根をもつランナをAタイプとし、

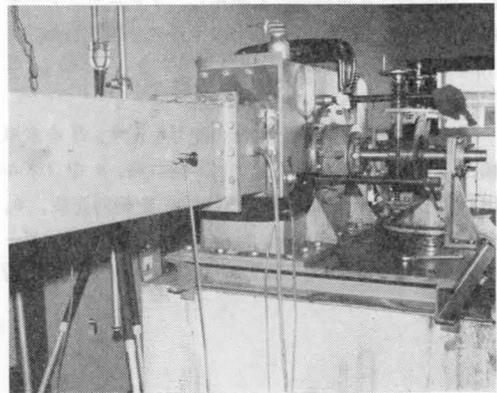


図1 試験装置外形

表1 供試ランナー諸寸法

ランナー直径 (mm)	羽根弦長/半径	アスペクト比	羽根枚数	羽根入口角	羽根出口角	ノズル出口角
235	0.336	4.651	22	30°	90°	17.5°
235	0.413	4.124	11	30°	90°	17.5°
	0.515	3.306	11			

\* 機械工学教室

\*\* 昭和57年 9月17日広島工業大学研究発表会にて発表

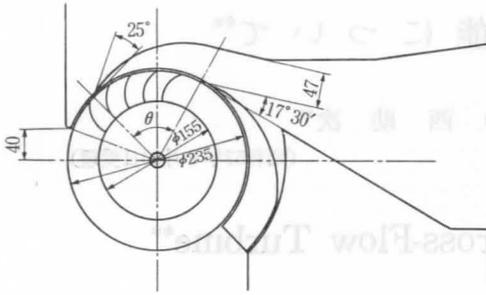


図2 供試水車寸法図 (A, (B)-TYPE)

アスペクト比が異った羽根の組合せによるランナをBタイプとする。図1, 図2は装置の外形および代表的寸法を示す。実験装置の側壁の一方をアクリル製とし、流れの可視化を可能にした。二種類のランナの性能比較が目的であるので、特にオーバーフロータンクは用いず、ポンプ吐出側に取付けた貯水槽への戻しバルブを調節することにより圧力を制御した。流量測定は貫流水車を通過した流れを戻り水路内に設置した四角せきにて行い、圧力測定孔は軸中心より600mm上流の矩形断面をもつ導水管側壁中央およびノズル出口先端近くの側壁に設け、圧力は水銀柱にて読みとった。回転数は水車軸端にて測定し、プロニーブレーキにて回転数を制御するとともにトルクを測定した。

### 結 果

図3に本実験に用いた水車の記号を示す。Bを水車幅、Dをランナ直径、 $\theta$ をノズル開口角、 $\alpha$ をノズル出口角とし、 $u$ を接線方向速度、 $v$ を絶対速度、 $v_u$ を絶対速度の周方向域分、 $w$ を相対速度とする。データ整理をするうえで、単位落差当りの回転数  $n/\sqrt{H}$

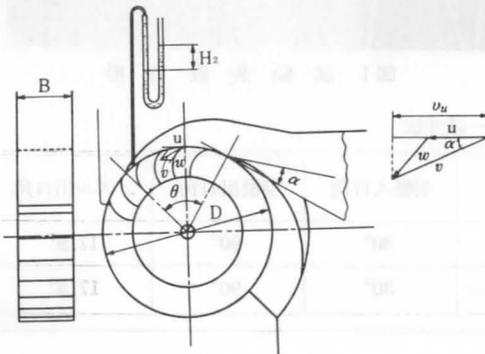


図3 記号および速度三角形

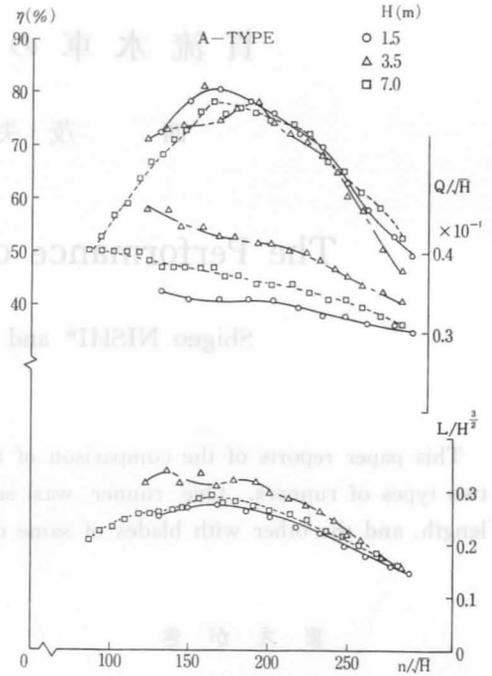


図4 Aタイプ特性曲線

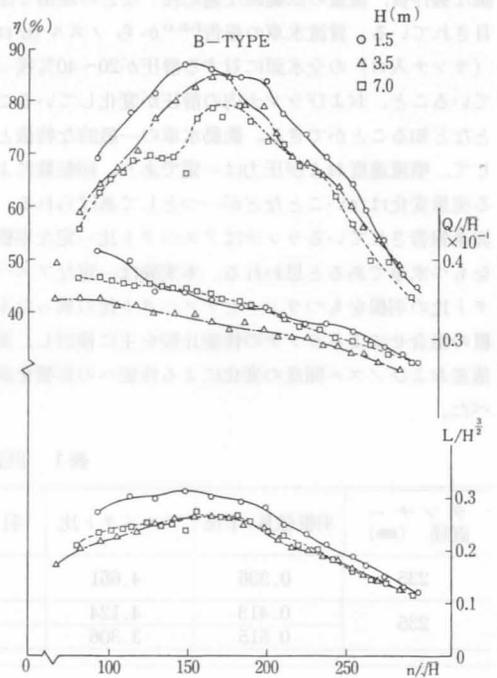


図5 Bタイプ特性曲線

(単位速度), 流量  $Q/\sqrt{H}$  (単位流量) および出力  $L/H^{3/2}$  (単位出力) とし, 特性曲線を図4, 図5に示す。絶対速度  $v=C\sqrt{2gH}$ , 絶対速度の周方向成分  $v_u = v \cos \alpha$ , とし衝動水車として, 周速度  $u$  と  $v_u$  の関係  $(0.48 \sim 0.5)v_u = u$ , および周速度と回転数  $n$  との関係から  $n=60 C(0.48 \sim 0.5) \cos \alpha \cdot \sqrt{2gH}/\pi D = \phi \sqrt{2gH} \cdot 60/\pi D$ , または  $\phi = u/\sqrt{2gH}$  の関係を仮定し, 設計値として  $\phi \approx 0.45$  の値を用いた。そのときの水頭  $H$  は3.5mとおいた。図4, 図5の比較から, AタイプよりBタイプの方が全般的に効率は高く, 単位流量はBタイプが少ないように思われる。単位出力の比較はBタイプはわずかに小さいが, 両タイプの差は余りないように思われる。したがってAタイプの効率の低下は水車を貫流する流量が多いのに比して効率の低下がみられる。貫流水車はノズル出口から一度ランナ内へ流れが入り, 再度ランナを横切ることにある。流れの可視化から, ノズルを過ぎた羽根間の流体はランナの外向半径方向流れ (反転流) となり, 放出される。この反転流はBタイプに比してAタイプが多いことが観察される。図6はBタイプの流れの一例を示している。反転流が余りみられない。



図6 Bタイプの羽根車内流れ

図7, 図8はノズル開口角を変えた場合の効率への影響を示す。ノズル開口角は製作上, 上限を60°まで主とし, 30°, 45°, 60°, 75°(85°), 90°の5点で試験した。両タイプとも, ノズル開口角を小さくして, 速度水頭を大きくするよりも, ノズル開口角を大きくすることにより, 効率が増加することを示している。

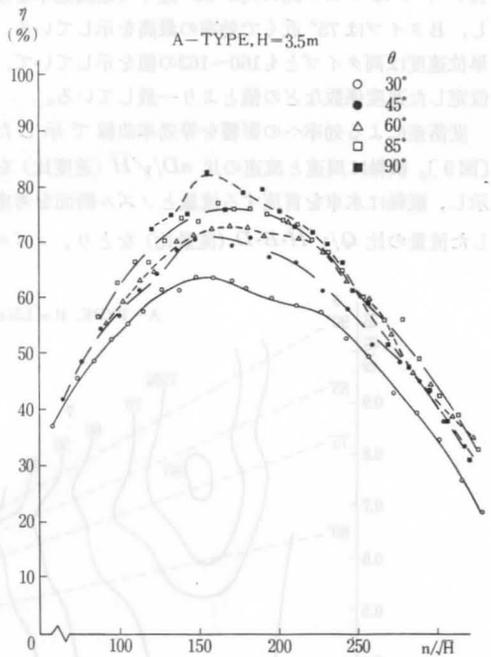


図7 単位速度—効率曲線 (Aタイプ)

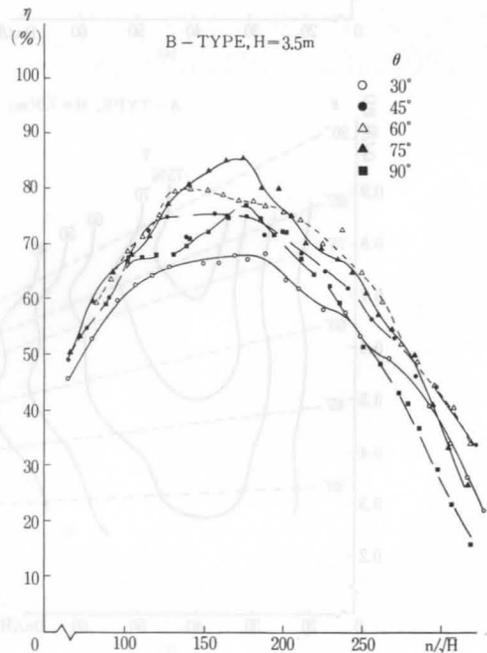


図8 単位速度—効率曲線 (Bタイプ)

Aタイプはノズル開口角が $90^\circ$ 近くで最高効率を示し、Bタイプは $75^\circ$ 近くで効率の最高を示している。単位速度は両タイプとも160~162の値を示していて、仮定した速度係数などの値とより一致している。

変落差による効率への影響を等効率曲線で示した〔図9〕。横軸は周速と流速の比  $nD/\sqrt{H}$  (速度比) を示し、縦軸は水車を貫流する流量とノズル断面を考慮した流量の比  $Q/\sqrt{H} \cdot B \cdot D$  (流量比) をとり、ノズル

開口角をパラメーターとした等効率曲線を示す。Aタイプは低落差ほど最高効率点のノズル開口角および流量比は小さな値を示し、落差が大きくなると共に最高効率点の位置はノズル開口角の大きな値へ移り、そのため流量比が大きくなる。一方Bタイプはノズル開口角は $75^\circ$ 附近で、最高効率点が位置し、変落差による影響は余りみられない。A、B両タイプとも、速度比は約40を示している。図10はノズル出口の静圧に対す

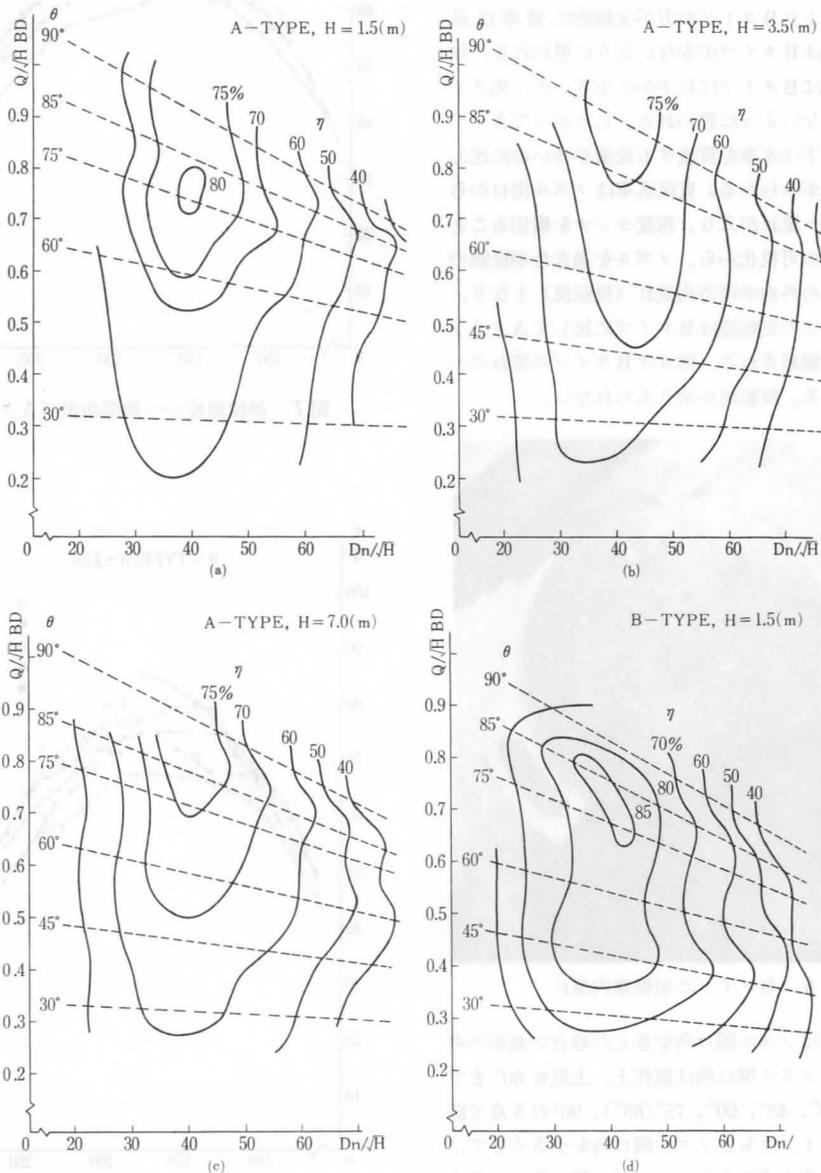


図9—a, b, c, d 等効率曲線

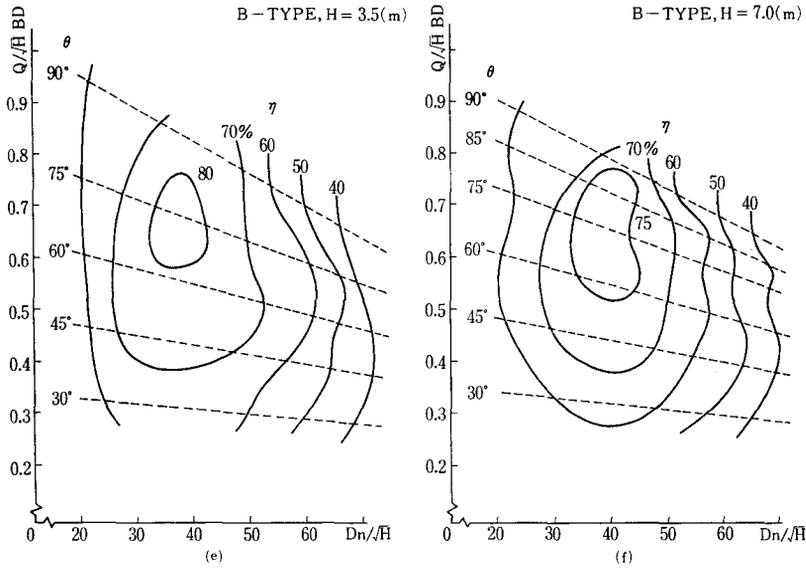


図9—e, f 等 効率曲線

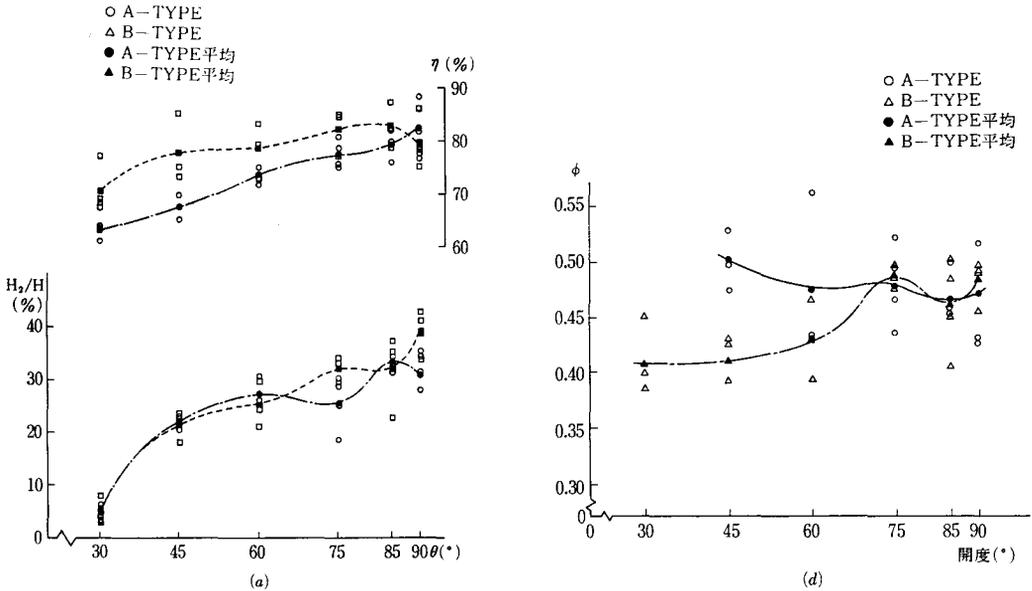


図10—a, b ノズル開口角による圧力比, 速度係数, および効率の変化

る落差の比  $H_2/H$  (圧力比) および速度係数  $\phi$  のノズル開口角に対する関係を示した。圧力比は両タイプとも、同傾向を示し、最高効率点近くで、約30%残っている。ノズル開口角によるAタイプとBタイプの効率の比較はノズル開口角が  $85^\circ$  以下では全体的にBタイプが高い効率を示している。速度係数はノズル開口

が小さいとき、Bタイプは  $\phi \approx 0.4$  と小さく、Aタイプは逆に  $\phi \approx 0.5$  と高い値を示している。両タイプともノズル開口角の増加とともに  $\phi = 0.46 \sim 0.48$  に近づくように思われる。

## 結 論

以上の結果から次のことが結論づけられる。

- 1) 両タイプはノズル開口角の上限にわずかな違いがあるが、ノズル開口角を大きくすることにより効率は高くなり、最高効率点はBタイプは $75^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 付近にあり、Aタイプは落差の増加と共に $90^{\circ}$ 以上となる。
- 2) BタイプはAタイプに比して変落差による流電比への影響は少ない。
- 3) 速度係数はノズル開口角の増加と共に0.46~0.48に近づく。

### あ と が き

本実験を行うにあたり、日機工業(株)に水車製作等の

御支援をいただき、また取付けなどに御協力いただいた西森氏に感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) Haimerl, L. A.: Water Power, pp. 5~13 (1960).
- 2) 鈴木, 豊倉, 金元: ターボ機械講演会, pp. 37~42 (1981).
- 3) 福富, 中瀬, 渡部, 末継, 久保田, 久志木: 日本機械学会講演会, pp. 119~121 (1982).
- 4) 中川, 久志本: 富士時報, 55(5) pp. 335~328 (1982).