

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：50101  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2021～2021  
課題番号：21H04112  
研究課題名 津軽海峡潮海流発電装置のディフューザ3次元形状に関する研究

## 研究代表者

蛭子 翼 (Ebiko, Tsubasa)

函館工業高等専門学校・校長・技術専門職員

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 460,000円

研究成果の概要：津軽海峡における潮海流発電装置に用いる『つば付き漸拡型ディフューザ』について、ディフューザ各部の寸法を変更した三次元模型を用いて検証した結果、つば長さ $h$ を変更した場合、現地対象流速周辺以外での流速では $h$ の変化がディフューザ内の流速に与える影響は少ないことが分かった。開き角を変更した場合、 $\theta$ が小さいほど低いタービンの回転を示すことが分かった。ディフューザ長さ $L$ を変更した場合、タービンの回転は高く推移することが分かった。現地対象流速では、ディフューザ入口内径 $D$ を基準とし、 $h=0.50D$ 、 $\theta=10^\circ$ ( $D'=1.53D$ )、 $L=2.00D$ 、 $L=2.50D$ の結果にてそれぞれ高いタービンの回転が得られた。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果を受け、津軽海峡における潮海流発電装置に用いられる『つば付き漸拡型ディフューザ』について、発電用タービンを回転させるうえで効果的な寸法形状を把握することができた。また、今後予定している発電用タービンの開発を行う上で、本研究にて把握したディフューザ内部の流速への影響を活かすことができる。本研究にて開発を目標としている潮海流発電は、燃料を必要としないクリーンな発電方法であり、その実現に向けて効果的な結果をもたらすことができた。

研究分野：水理学

キーワード：潮海流発電 津軽海峡 つば付き漸拡型ディフューザ 先端速度比(TSR) 増速 模型実験

# 1. 研究の目的

(1) 現在、筆者が研究に取り組んでいる津軽海峡における潮海流発電装置について、装置の実機は図1に示すように『つば付き漸拡型ディフューザ』の入口に発電用の回転タービンを設置して発電を行うことを想定している。つば付き漸拡型ディフューザは、図2に示すよう

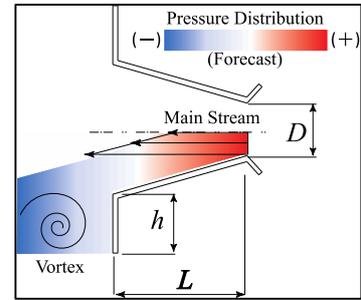
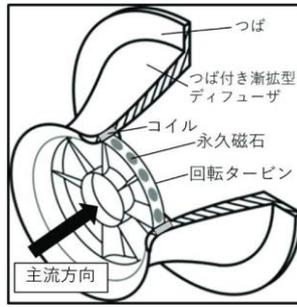


図1 発電装置概要図 図2 つば付き漸拡型ディフューザ概要図

に漸拡型ディフューザの出口につばをつけ、つば周辺に発生する負圧域を発端とした引き込み力と漸拡形状による揚力効果によりディフューザ内の増速を図った形状である。本研究は、つば付き漸拡型ディフューザの3次元形状での特性を明らかにすることを目的とし、ディフューザの各種形状変更がディフューザ内の流速および内部のタービンの回転に与える影響について、模型実験を行うことで検証するものである。

(2) 実験に用いたディフューザ3次元模型は、内部増速に影響を及ぼすと思われる『つば長さ(h)』、『ディフューザ開き角( $\theta$ )』、『ディフューザ長さ(L)』をそれぞれ変更して設計した(図3)。製作には3Dプリンターを用い、各種ディフューザ模型の入り口部において回転タービンと流速計を付け替えることができる(図4)。

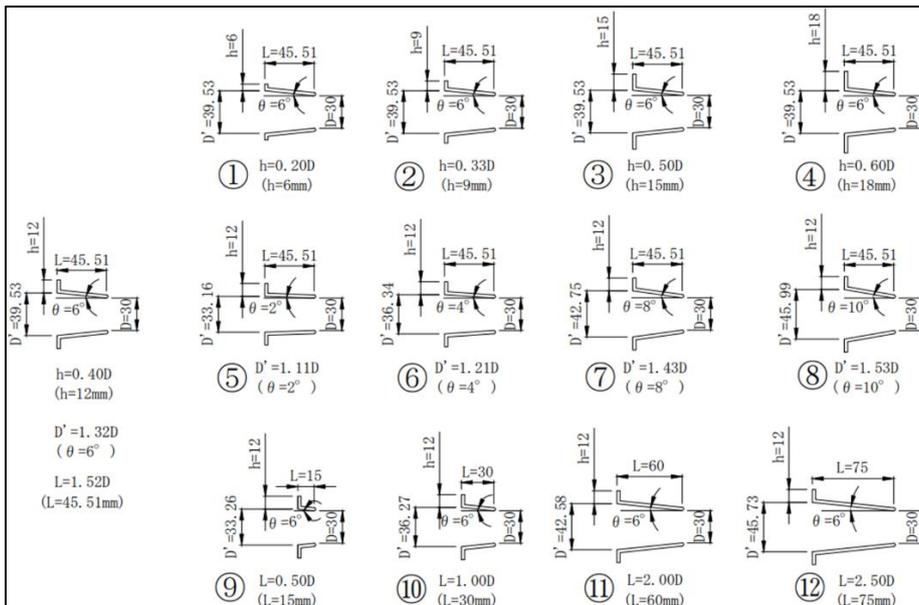
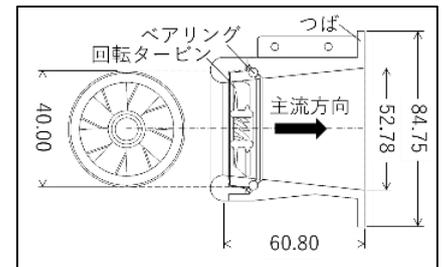
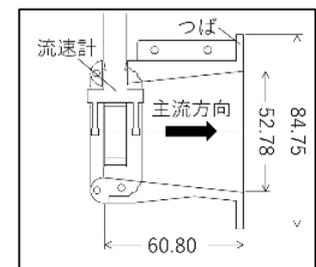


図3 各種ディフューザ形状(二次元断面図)



回転タービンの取付け



流速計の取付け

図4 三次元模型への各種取付け

(3) 図5に示す2次元可傾斜式水路実験装置に各種3次元模型を設置し、現地流速域(現地標準流速 1m/sec を対象流速とする)を網羅した流れ(表1)を模型のスケールに合わせて主流流速として与え、ディフューザ内に組み込んだタービンの回転数を測定した後、模型内のタービンを流速計に付け替え、同様の流れにおけるディフューザ内の流速を測定した。また、タービンの回転効率を示す指標として、タービンの回転数から求められたタービンの先端速度と主流流速の比である先端速度比(TSR)を計算した。

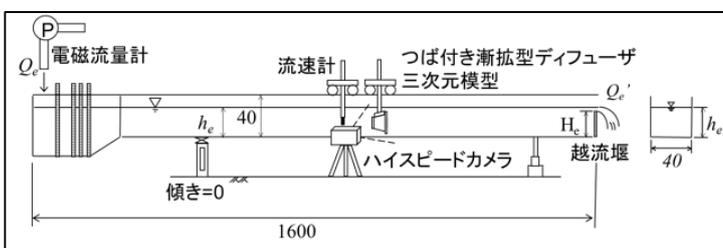


図5 実験装置概要図(cm)

表1 各種流速設定

case	目標流速(現地)	主流流速u
Run	cm/sec	cm/sec
1	190	39.1
2	170	34.2
3	160	32.3
4	150	29.8
5	140	27.4
6	125	24.7

case	目標流速(現地)	主流流速u
Run	cm/sec	cm/sec
7	110	21.1
8	100	20.2
9	90	18.2
10	80	16.2
11	70	14.4

対象流速

## 2. 研究成果

(1) 図 6 に実験の結果得られた各流速におけるつば長さ  $h$  ごとの TSR・増速率を示す。TSR を図 6-a よりみると、対象流速近辺(20~24.7(cm/sec))以外の流速域においてつば長さ  $h$  の大きい結果は高い TSR を示すことが分かる。各流速の TSR(図 6-a)と増速率(図 6-b)の結果を比較すると、前述の流速域にて大小変化の追従性が見て取れるため、この流速域での  $h$  の変化がディフューザ内の流速分布に与える影響は少ないと推察される。

(2) 図 7 に開き角  $\theta$  ごとの TSR・増速率を示す。TSR の結果を図 7-a より見ると、各流速の大部分において  $\theta$  の小さい結果( $\theta=2^\circ$  ( $D'=1.11D$ ),  $\theta=4^\circ$  ( $D'=1.21D$ ))が低い TSR を得る傾向にある。この要因として、各流速の TSR(図 7-a)と増速率(図 7-b)の結果を比較した場合、 $\theta$  が小さい形状の結果において高い増速率を示していることから、流速計及びタービンを設置したディフューザ入口断面において流速分布の偏りが発生し、結果としてタービンに対して効率的なトルクが加えられなかったことが考えられる。

(3) 図 8 にディフューザ長さ  $L$  ごとの TSR・増速率を示す。図 8-a にて TSR の結果をみると、上述した  $h$ ,  $\theta$  の結果と比べ高く推移し、分布が大きくなっているため、 $L$  の変化が TSR に与える影響は大きいことがわかる。 $L$  が短い場合においては、 $L$  が長い場合と比較し、対象流速より低い低速域での TSR は小さいが、対象流速より高い高速域では大きくなっている。また、 $L=0.50D$  の結果に着目し、TSR(図 8-a)と増速率(図 8-b)の結果を比較すると、低速域において TSR・増速率間の大小関係の追従性が低くなっており、増速率は比較的高いにも関わらず TSR は低く推移している。このことから、 $L$  を極端に短くした場合、低速域におけるディフューザ内の流速分布は不安定になると考えられる。

(4) 図 6~図 8 の対象流速における結果に着目すると、高い TSR を示したのはそれぞれつば長さ  $h=0.50D$ 、開き角  $\theta=10^\circ$  (出口内径  $D'=1.53D$ )、ディフューザ長さ  $L=2.00D$  および  $L=2.50D$  の結果であった。ディフューザの形状をこれらの寸法周辺に設定することにより、津軽海峡現地において更に効率的なタービンの回転を得ることができると考えられる。

今後の展望として、本研究の結果をもとに、津軽海峡現地の支配的な流況においてよりタービンを効率的に回転できるよう、ディフューザ形状細部の改良とともに、タービン形状についての検証を行っていく所存である。

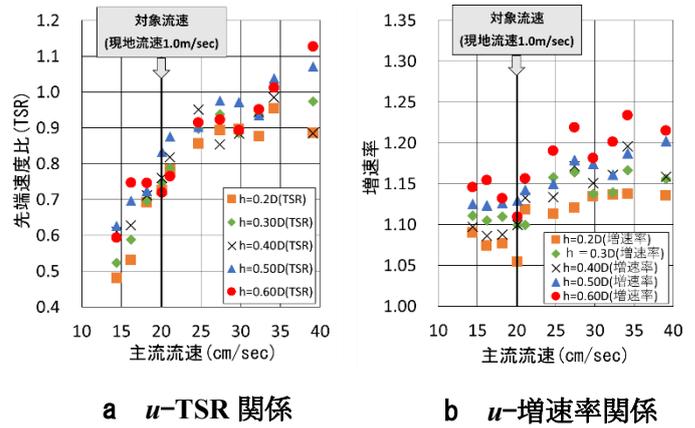


図 6 実験結果(つば長さ  $h$ )

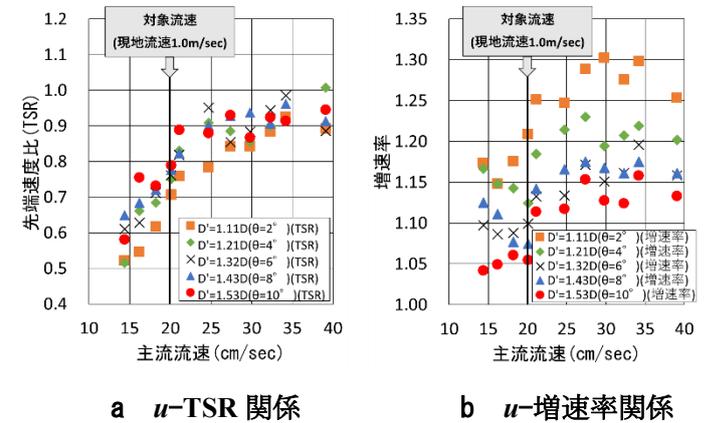


図 7 実験結果(開き角  $\theta$ )

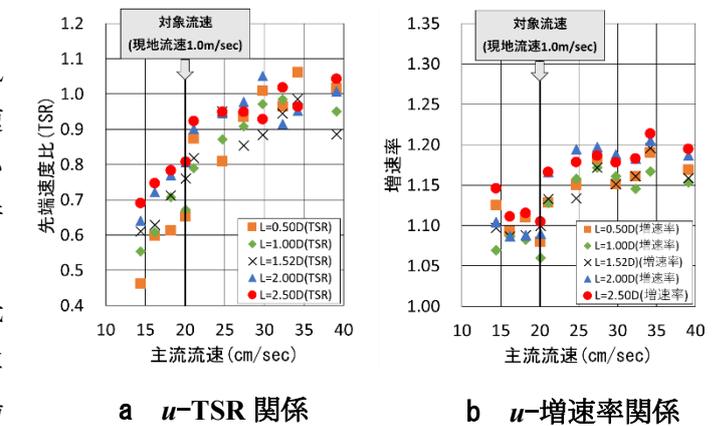


図 8 実験結果(ディフューザ長さ  $L$ )

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------