

津軽海峡における潮海流発電装置開発のための基礎的研究

○蛸子 翼^{A)}、宮武 誠^{B)}、猿渡 亜由未^{C)}

函館高専技術教育支援センター^{A)}、函館高専社会基盤工学科^{B)}、北海道大学大学院工学研究院^{C)}

E-mail : t.ebiko@hakodate-ct.ac.jp

1. はじめに

数ある再生エネルギーの中で現在、海洋再生エネルギーが注目を浴びており、世界中で潮海流発電の研究開発が進んでいる。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)によると、潮流発電を行う上で津軽海峡において大きい潮流が確認できると報告されている。これに対し、本研究ではこれまで津軽海峡狭窄部にあたる戸井町汐首岬沿岸部において流況観測を実施している^{[1][2]}。本研究は、その観測結果をもとに津軽海峡の流況に適した発電装置としてディフューザを用いた潮海流発電装置(図1)の開発を目指し、ディフューザの形状による周辺の流況特性及び通過する流れの増速効果について明らかにするものである。

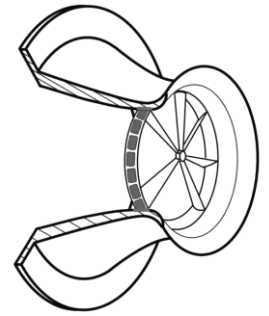


図1 潮海流発電装置概要図

2. 研究目的

本間ら^[1]によって観測された戸井町汐首岬沿岸部の3月から4月にかけての流況を図2に示す。現地の流況は一部北西方向への逆流があるものの、大方南東方向に消長する流速ベクトルを有していることがわかる。一方向流に消長する流況は潮海流発電を行ううえで有効であるが、その最大流速は1m/s程であり大規模な発電には向かない数値である。また、現地の流況より四期別の一日当たりの平均エネルギー密度を算出したものを図3に示す。これを見ると、最大エネルギー密度は現地中層(水深10.0m)に集中しており、また冬春期では最大エネルギー密度が1kW/m²強に達するが、夏期においては冬春期より2割程低下することがわかる。これは、内部波によるものと思われる強い乱れが発生することにより起きていることが推察される。調査の結果判明したこれらの流況特性より、現地において潮海流発電を行う場合には、少ない流速エネルギーを効率よく増速させ、発電を行う小規模潮海流発電装置の開発が必要であるといえる。一方、Mehmoodら^[3]は漸拡型ディフューザ(図4)を用いて流速を増速させる発電装置の検討を行っている。本研究ではこのMehmoodらの研究に倣い、ディフューザを用いて津軽海峡の流況に特化した潮海流発電装置の開発を目指し、ディフューザの最適形状を決定する初段階の研究としてディフューザの基本的な流れ特性を検証することを目的とする。

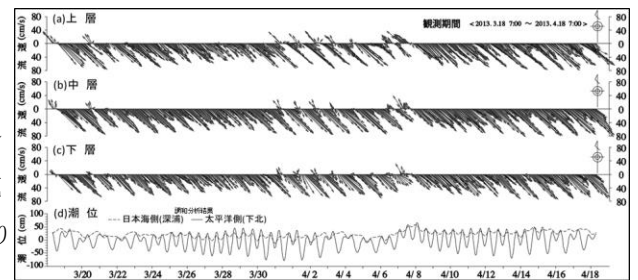


図2 調査現地流況観測結果^[1]

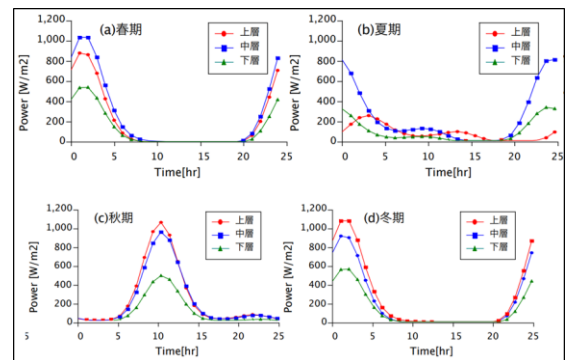


図3 現地四期別エネルギー密度算出結果^[2]

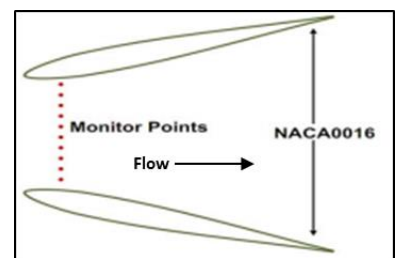


図4 漸拡型ディフューザモデル^[3]

3. 研究方法

図5に示す断面2次元定常循環流実験装置を製作し、始めに水槽内に何も設置しない状態で、調査現地の夏期最大流速である87.7cm/secをFroude相似律1/28でスケールダウンさせた主流流速の再現実験を行った。その後、作成したディフューザの2次元断面模型を水槽内に設置し、上記実験と同条件で循環流実験を行い、ディフューザ周りの流況と主流流速と比較したディフューザ内の増速率について検証した。なお、水槽内の流況と流速に関しては、水槽内にポリエチレン製のパーティクルを散布し、上部より青色レーザーを照射、パーティクルが流れる様子を側面からハイスピードカメラで撮影を行い、得られた動画をPIV解析することで把握している。

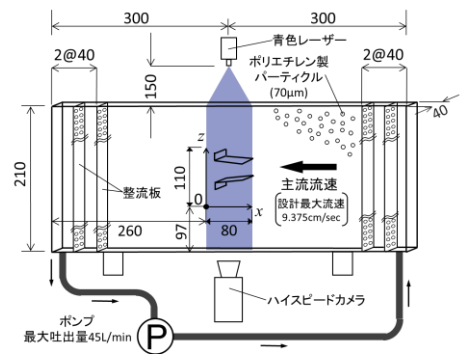


図5 定常循環流実験装置概要図

4. 研究結果

複数のディフューザ形状を考案し、その2次元断面模型を用いた実験を行った結果、図6に示すつば付き漸拡ディフューザにおいて高い増速効果を得られることが分かった。この形状はMehmoodらによって検証された漸拡型ディフューザの出口部につばをつけたものである。その実験結果の流速ベクトル図を図7に示す。検証の結果、発電タービンを設置するディフューザ漸縮部における増速率は、主流流速と比べ1.5倍程になることが分かった。また、つば背後において渦の発生も確認することができた。流速ベクトル図つば周辺の拡大図を図8に示す。この渦により、負圧が流下方向に維持され、高速かつ安定したジェットが形成されることでディフューザ内部における増速効果を生むことが推察される。

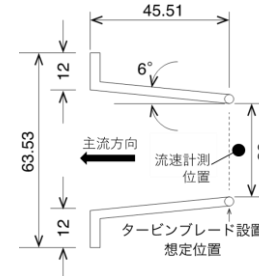


図6 つば付き漸拡ディフューザ

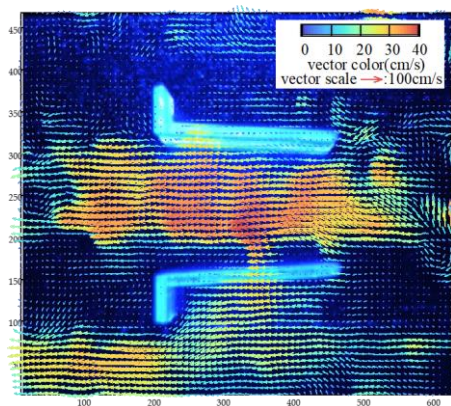


図7 流速ベクトル図

5. まとめ

断面2次元定常循環流実験を通じ、その内部における流れの増速効果を検証した結果、Mehmoodらによって考案された漸拡ディフューザを改良したつば付き漸拡ディフューザにおいて、つば背後での渦の発生により漸縮部から背部に渡り安定したジェットが形成され、高い増速効果を得られることが分かった。

参考文献

- [1] 潮流・海流発電に向けた津軽海峡の流況特性及びエネルギー賦存量に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 70 巻 2 号, pp.I_1291-I_1295, 2014
- [2] 本間翔希, 宮武誠, 猿渡亜由未, 広田知也: 津軽海峡の潮流・海流発電に向けた流況とエネルギー賦存量の四季的変動特性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 71 巻 2 号, pp.I_1555-I_1560, 2015
- [3] Nasir Mehmood, Zhang Liang, Jaawad Khan: Diffuser Augmented Horizontal Axis Tidal Current Turbines, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 4(18), pp. 3522-3532, 2012.

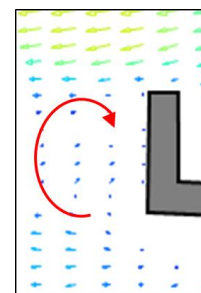


図8 つば周辺の拡大図

謝辞: 本研究は科学研究費補助金 奨励研究 (17H00412) の補助を受けた。ここに記して謝意を表す。