

潮流発電用対象翼タービンの流体力特性に関する実験的研究

五洋建設(株)

正会員 森屋 陽一

正会員 安野 浩一朗

正会員 金山 進

ナカシマプロペラ(株)

福田 賢一

広島工業大学

正会員 上嶋 英樹

正会員 石垣 衛

1. はじめに

近年の地球温暖化などの環境変化に対する懸念や東日本大震災による原子力発電所の事故により環境への負荷低減を可能とする次世代エネルギーへの関心が高まっており、特に再生可能エネルギーを活用した技術の実用化が急務となっている。四方を海に囲まれた我が国では、再生可能エネルギーとして周囲に豊富に存在する海洋エネルギーを有効活用することは重要な課題である。その中で筆者らは、既存の橋脚下海洋空間を利用した潮流発電に着目し、その実現に向けた研究を進めている^{1),2),3)}(図-1)。橋脚下海洋空間を利用した潮流発電においては、システムの小型化に資するため、往復流に対応可能な対象翼タービンを採用する方針である。対象翼タービンを含む潮流発電設備の橋脚への設置のためは、タービンに作用する流体力を評価し、設備を設置しても橋脚に悪影響を及ぼさないことを合理的に説明する必要がある。本研究では、対象翼タービンの流体力評価実験を実施し、得られた基礎的な知見を報告する。

2. 実験概要

流体力評価実験は、(株)西日本流体技研の2 インペラ方式垂直循環型回流水槽(長さ 24m×高さ 6.6m×幅 3.5m)にて実施した。縮尺はフルード則に準じた 1/5 スケールとし、写真-1 に示すように、支柱部材を含めた基礎にて支持されたタービン(φ 0.6m)を水槽内に設置し、水槽内に循環流を発生させた。基礎上部に水平 2 成分のひずみゲージを付け、事前に検定しておいた作用力とひずみの関係から、基礎およびタービンに作用する流体力を評価した。また、タービン回転を強制的に止めた状態である拘束、および無拘束の流体力からタービンなしの流体力を差し引くことで、タービンのみに作用する流体力を評価した。なお、抗力係数算定に用いるタービンの投影面積は回転半径(ディスク面積)、基礎の投影面積は流向直方向の値を用いた(表-1)。

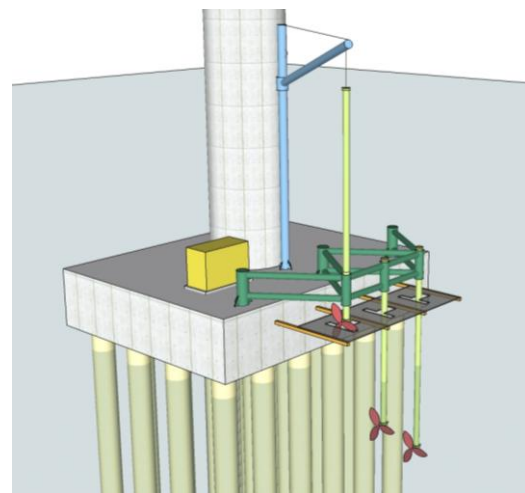


図-1 橋脚への潮流発電設置イメージ

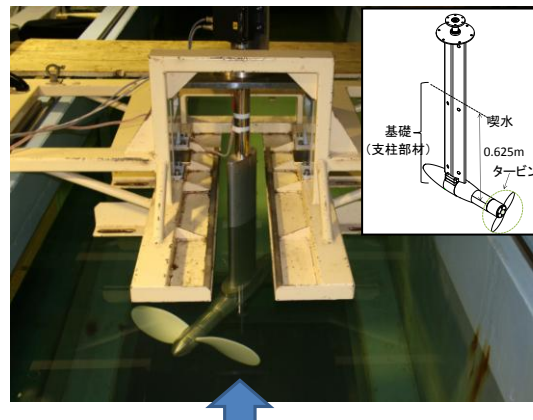


写真-1 実験状況写真(30° のケース)

表-1 実験ケース

Test No.	タービン状態	流向	流速 (m/s)	状態
1	無拘束	0°, 10° 30°	0.50, 0.75, 1.00 1.25, 1.50, 1.75 2.00, 2.25, 2.50	電源システムの故障時を想定
2	拘束			ブレーキ、ロープ等の巻込時を想定
3	タービンなし			—

キーワード 潮流発電, 対象翼タービン, 流体力, 抗力係数

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL 0287-39-2100

3. 実験結果

3. 1 X 方向 (流軸方向) の抗力係数 (C_{Dx})

図-2 に示す流向 0° のケースにおける流速毎の X 方向の流体力より、流速が 1.0m/s 付近まではタービンを無拘束とした方が流体力は大きく、それ以上の流速になると拘束した場合の方が大きくなる傾向を示している。基礎の支柱は流軸方向の幅が狭い形状であるため、タービンがない場合の流体力は比較的小さく、基礎よりもタービンに作用する流体力が支配的となることがわかる。流向が異なるケースでも同様の傾向を示している。図-3 に示すタービンの X 方向の抗力係数は、ばらつきはあるものの、流向 30° で拘束状態の値が比較的大きく、最大値は 0.6 程度である。一方、図-4 に示すタービンなしの実験より評価した基礎の X 方向の抗力係数も同様に流向 30° のケースが大きく、最大値は 1.1 程度である。

3. 2 Y 方向 (流軸直角方向) の抗力係数 (C_{Dy})

図-5 に示す流向 $10^\circ, 30^\circ$ のケースにおいてタービンの Y 方向には殆ど流体力が作用しておらず、基礎部のみが流体力を受けている。基礎の Y 方向の抗力係数は流速の小さいケースで顕著であり、その値は概ね 0.6 程度となっている。流体力評価試験の結果より、タービンの抗力係数は最大でも 0.6 程度となり、構造設計においては、 0.6 以上の抗力係数を用いておけば、電源システムの故障や漂流物の巻き込みなどによりタービンのコントロールが不能となった場合でも構造安定性は保持できると考えられる。

4. まとめ

本研究では、対象翼タービンの異常時を想定した流向 $0^\circ \sim 30^\circ$ の実験により、タービンの抗力係数は流軸および流軸直方向ともに、最大で 0.6 程度であることを確認した。なお、本研究は、NEDO の風力等自然エネルギー技術研究開発/海洋エネルギー技術研究開発/次世代海洋エネルギー発電技術研究開発 (橋脚利用式潮流発電) の受託事業として行われたものである。

参考文献

- 1) 石垣ら：瀬戸内海における橋脚下海洋空間を活用した潮流発電エネルギー量の算定，平成 25 年度日本沿岸域学会全国大会講演予稿集，2013 年。
- 2) 石垣衛：瀬戸内海における橋脚下海洋空間を活用した潮流発電技術の開発 -明石海峡における潮流エネルギーの現地観測と年間エネルギー賦存量の試算-，第 10 回海洋エネルギーシンポジウム，佐賀大学海洋エネルギー研究センター，2013 年。
- 3) 石垣衛：瀬戸内海における橋脚下海洋空間を活用した潮流発電技術の開発，平成 25 年度 NEDO 新エネルギー成果報告会，パシフィコ横浜，2013 年。

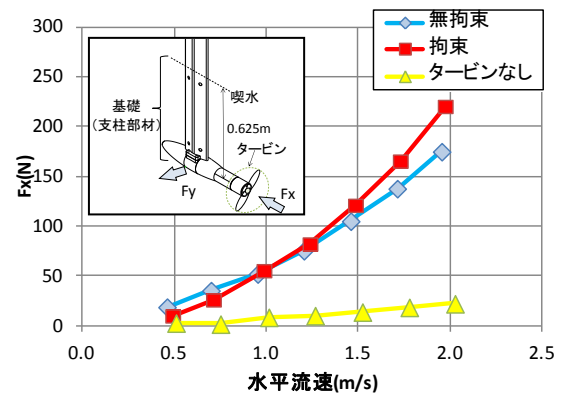


図-2 実験結果

(流向 0° , F_x)

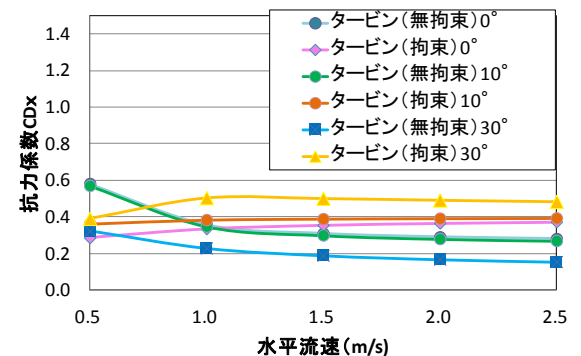


図-3 実験結果

(タービンの抗力係数 C_{Dx})

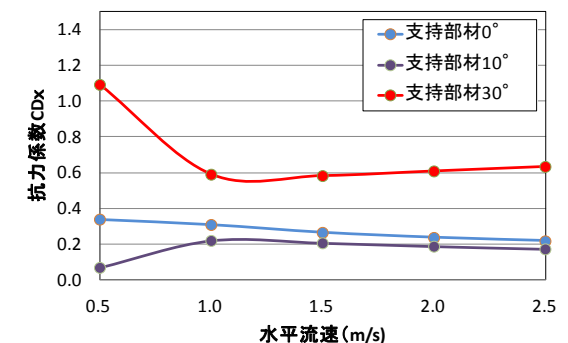


図-4 実験結果

(基礎部の抗力係数 C_{Dx})

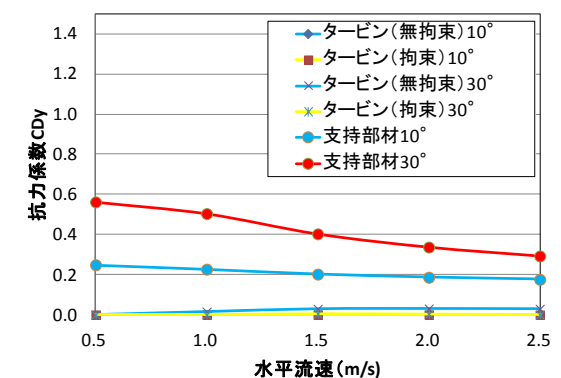


図-5 実験結果

(タービン、基礎部の抗力係数 C_{Dy})