

五島・奈留瀬戸における潮流発電装置に及ぼす付着生物の影響と対策

東亜建設工業株式会社 正会員 津田 宗男 川崎重工業株式会社 清瀬 弘晃
 東亜建設工業株式会社 正会員 倉原義之介 東亜建設工業株式会社 正会員 江口三希子

1. はじめに

潮流発電において、海中における装置表面への海洋生物の付着は、可動部であるローターの減速や熱交換器の効率低下などを引き起こし、装置の耐久性や発電性能を維持する上で大きな問題となる。本研究では、潮流発電装置の設置候補海域にナセルとブレード材、ドッキング部、熱交換器を模した試験体を浸漬し、付着生物によるメンテナンス性や熱交換器の性能低下、ドッキング部の切離し作業に及ぼす影響と対策を検討する。

2. 五島周辺海域の概要

五島列島は福江島、久賀島、奈留島などが連なっており、これらの島々の間には、図-1 に示すように田ノ浦瀬戸や奈留瀬戸と呼ばれる幅 1~3km、水深 40~70m の海域がある。瀬戸の南北では大潮時に約 0.5m の潮位差が生じ、流速 3.0m/s を超える潮流が引き起こされている。奈留瀬戸内において、海水温は年間で 14~26 の間で変動しており、速い潮流の影響で海水面から海底までの水温差はほとんど見られない(江口ら, 2016)。



図-1 調査地点と潮流発電装置

3. 調査方法

生物付着の試験体は、図-1 に示す奈留瀬戸内の水深 30m の海底に設置した。表-1 は浸漬した試験体の種類を示している。これらの 1 年分の試験体を取り付けた架台を 2015 年 3 月に設置し、2015 年 5, 8, 11 月、2016 年 2 月と四季ごとに順次引き揚げた。

メンテナンス性試験は、発電装置を陸揚げした時にナセルやブレードの付着生物を除去する作業性を検討するもので、試験体に 10MPa の高圧洗浄水を噴射し洗浄するものである。ドッキング部切離し試験は、メンテナンス時にナセルだけを下部工から切離して陸揚げする際に、付着生物による引抜き抵抗力を確認するものである。ドッキング部は下部工の柱状の突起にナセルの外管を被せる構造で、試験体はそれを模して間隙 5mm の二重円筒管構造としている。外管を固定して内管をバネばかりで引上げ、引抜き力を計測した。熱交換器試験は冷却水の通水管を模した構造で、付着生物による熱交換性能の低下を検証するものである。

表-1 浸漬した試験体

	部位	材質・塗装
試験体①	ナセル外板	鋼材 塗装なし
試験体②	ナセル外板	鋼材 防食塗装
試験体③	ブレード	FRP 塗装なし
試験体④	ブレード	防汚塗装① 海外シリコン系
試験体⑤	ブレード	防汚塗装② 国内シリコン系
試験体⑥	ナセル・下部工 ドッキング部	SUS二重円筒管 塗装なし
試験体⑦	ナセル 熱交換器	チタン 塗装なし

4. 付着生物の影響

付着生物の概要 今回の調査では、アカフジツボ、サンカクフジツボなどのフジツボ類の付着が多く優先していた(江口ら, 2016)。春季調査では、珪藻類の他にフジツボ類として殻長が 1cm 前後の個体が数個体程度と 1mm 前後の小さい個体が多数付着していた。夏季調査では、フジツボ類の付着が多くみられ、コケムシ類、ヒドロ虫類及びホヤ類等の付着が観察された。フジツボ類では、殻長が 1cm 前後のサンカクフジツボと 2~3cm のアカフジツボの個体が多く見られ、春季から大きく成長していた。秋季・冬季調査では、夏季よりフジツボ類の付着数が増加していたが、死亡している個体が多く見られ、個体の大きさとしては成長していなかった。

キーワード 五島, 奈留瀬戸, 潮流発電装置, 付着生物, 防汚塗料, 熱交換性能

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1 東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター TEL:045-503-3741

メンテナンス性 図-2 は、高圧洗浄試験前後の試験体を示している。ナセル部材を防食塗装した試験体 は、噴射口の離隔 20, 10cm と直近で計 3 回各 90 秒間噴射したが、フジツボの一部を除去できなかった。2~3cm の大きいフジツボも台座が残っている。なお、防食塗装なしの試験体 は、腐食が激しく生物の付着がほとんどなかった。

ブレード材の塗装なしの試験体 は、3 回の噴射でもフジツボの一部を除去できなかった。シリコン系塗料で防汚塗装した試験体 は、生物付着の防止効果が大きい。そのため生物の付着が少なく、離隔 20cm で 6~16 秒の噴射 1 回で付着生物が簡単に除去できた。試験体 は、試験体 と同様に離隔 20cm で 22~35 秒の噴射 1 回で付着生物が簡単に除去できた。

熱交換器の試験体 は、直近からの噴射でもフジツボの一部を除去できなかった。

ドッキング部切離し性 ドッキング部を模した試験体 では、図-3 に示すように、外円筒管の外側は珪藻やフジツボ類の付着が多くみられた。浸漬時間が長期間になるほど成長しているが、外円筒管と内円筒管の間ではフジツボ類などの付着生物に大きな成長は見られなかった。

ドッキング部切離し試験の結果、冬季で最大引抜き力が必要となり、浸漬した試験体で 116N であった。実機換算では 12.2kN の引抜き力が発生すると予想される。これは、ナセルの水中重量約 200kN に対して 6% 程度の増加であり、ナセルの引上げ作業には大きな障害にならないことが分かった。

熱交換器の性能低下 図-4 は熱交換器を模した試験体 の夏季の生物付着状況と高圧洗浄結果を示している。また、図-5 は生物付着時と清浄品の総括伝熱係数の比を示している。珪藻類やフジツボ類などの付着生物により、総括伝熱係数は夏季で清浄品の 64.9%、冬季で 63.2% にまで低下している。高圧洗浄による付着生物の除去後でも、89.6% と熱交換性能は完全には回復していない。なお、防汚塗装による生物付着対策は、生物付着がない状態でも、塗膜による冷却能力の低下が清浄品の 35.7% と大きい。したがって、熱交換器の大容量化や微弱電流を流すなどの対策が必要であると考えられる。

5. まとめ

五島・奈留瀬戸において生物付着調査を行い、付着生物が潮流発電装置に及ぼす影響と生物付着防止の有効性を明らかにした。

謝辞

本研究は、環境省の委託事業として川崎重工・東亜・古河電工・九州大コンソーシアムで実施した。本研究を進めるにあたっては、環境省地球環境局、長崎県産業労働部海洋産業創造室、五島市再生可能エネルギー推進室の諸氏に多大なるご指導、ご助力をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

江口三希子・津田宗男・清瀬弘晃・倉原義之介(2016): 五島・奈留瀬戸における潮流発電装置に対する生物付着の防止効果, 第 71 回土木学会年次学術講演会論文集, vol.71- .

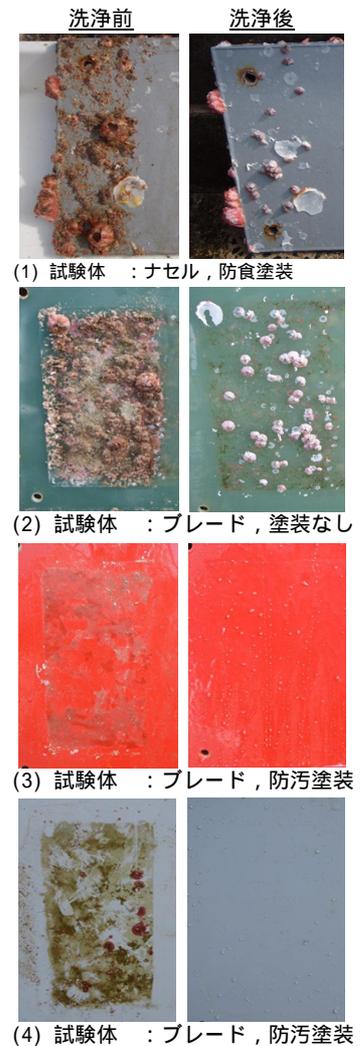


図-2 高圧洗浄水による洗浄効果



図-3 二重円筒管の生物付着状況

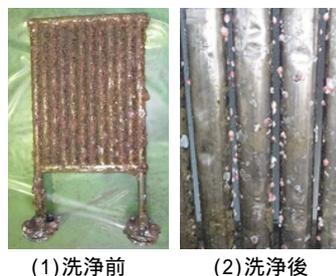


図-4 熱交換器の生物付着状況

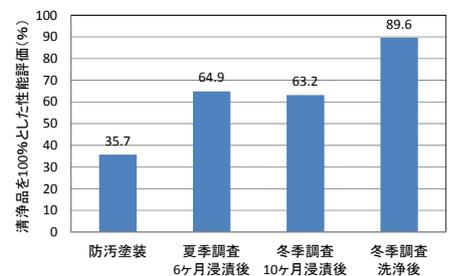


図-5 熱交換器の性能評価