

浮体式海洋構造物用新材料の基礎的研究

東海大学 正会員 渡邊 啓介
西松建設株式会社 正会員 ○原田 耕司

1. はじめに

洋上風力発電の中長期目標として、2030年には10GW、2040年には30～45GW、2050年には90GWとも言われている¹⁾。この目標を達成するためには、沖合に浮体式海洋構造物を多数展開しなければならない。従来、浮体式海洋構造物と言えば海底油ガス田開発用であり、これらは海底の複数井戸からの原油を集めて精製する工場であることから巨額の投資が可能であった。しかし、洋上風力発電においては、1基からの回収額は格段に小さくなることが予想され、浮体建造費やメンテナンス費等のプロジェクトコスト低減が不可欠である。

海洋構造物には生物付着が不可避であるが、大量の付着は浮体重量や流体抵抗増加²⁾となってプロジェクトコスト増となり得る。従って、低コストで生物付着しにくい、或いは除去し易い材料で建造されることが望ましい。筆者らは、洋上風力発電等における浮体式海洋構造物への適用を念頭に、軽量化と維持管理費低減が期待できる新しい材料としてジオポリマーに注目して、2020年から静岡県清水市の東海大学海洋学部棧橋にて海洋暴露試験を開始し、生物の付着状況などに関する基礎的な検討を実施したので報告する。

2. 実験方法

実験では、生物付着特性の状況について、ジオポリマーとセメントコンクリートの比較を行った。以下に実験概要を示す。

2. 1 使用材料

表-1に示すNo.1～No.4がジオポリマーの使用材料、No.3～6が比較用のセメントコンクリートの使用材料となる。ジオポリマーの活性フィラーには、フライアッシュⅡ種品と高炉スラグ微粉末を用いた。

2. 2 配合

表-2にはジオポリマー、表-3にはセメントコンクリートの配合を示す。今回の実験では、材齢28日の圧縮強度が両種類とも30N/mm²程度になる配合を用いた。

表-1 使用材料

No.	分類	記号	種類	密度(g/cm ³)
1	アルカリ溶液	GPW	水ガラス系(市販品)	1.40
2	活性フィラー	FA	フライアッシュⅡ種品	2.27
		BFS	高炉スラグ微粉末(石膏なし)	2.91
3	細骨材	S	海砂	2.57
4	粗骨材	G	砕石	2.70
5	セメント	C	普通ポルトランド	3.15
6	水	W	水道水	1.00

表-2 ジオポリマーの配合

種類	GPW/P	単位質量 (kg/m ³)				
		GPW	FA	BFS	S	G
ジオポリマー	58%	300	362	156	574	862

表-3 セメントコンクリートの配合

種類	W/C	単位質量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
セメントコンクリート	50	165	330	824	942

キーワード 浮体式海洋構造物, 洋上風力発電, ジオポリマー, 軽量, 生物付着, 維持管理
連絡先 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 東海大学海洋学部 TEL:054-334-0411

2. 3 実験方法

供試体は、写真-1に示す100×100×200mmの角柱とした。供試体にはアンカーを埋め込み、ロープで吊れるようにした。海洋曝露は、写真-2に示すように供試体をロープで吊り下げ、海洋生物の付着状況を定期的に目視観察するとともに、その質量変化も測定した。なお、供試体は常に海水中に水没するようにした。

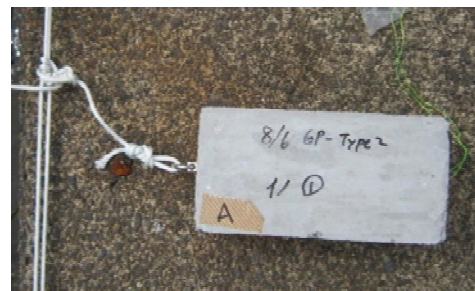


写真-1 供試体

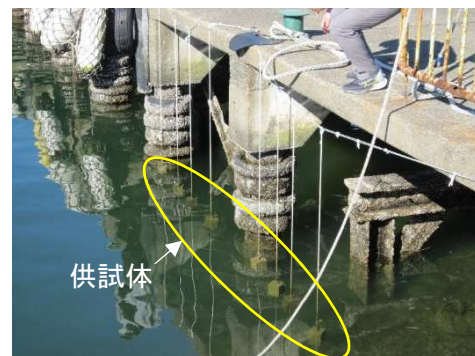


写真-2 海洋曝露試験状況

3. 実験結果および考察

3. 1 単位体積質量

海洋曝露前のジオポリマーの単位体積質量は約 2.17g/cm^3 であったのに対して、セメントコンクリートの単位体積質量は約 2.36g/cm^3 であり、ジオポリマーはセメントコンクリートに比べ約10%軽くなっていた。ジオポリマーは浮体の自重を軽くする可能性があり、係留索への負荷を軽減できる可能性等、有利な材料であると言える。

3. 2 生物付着特性

図-1には海洋曝露試験体の質量変化率を示す。曝露日数56日のセメントコンクリートの質量変化率が約1.14%であるのに対して、ジオポリマーでは約1.06%となっており、ジオポリマーの質量変化率が小さくなっている。これは、ジオポリマーが写真-3に示すように、供試体表面の生物付着量が少ないことが理由である。また、ジオポリマーは、セメントコンクリートに比べ付着生物を除去しやすい傾向があることを確認した。すなわち、ジオポリマーはセメントコンクリートに比べ維持管理コストが安価になる可能性があることが明らかになった。

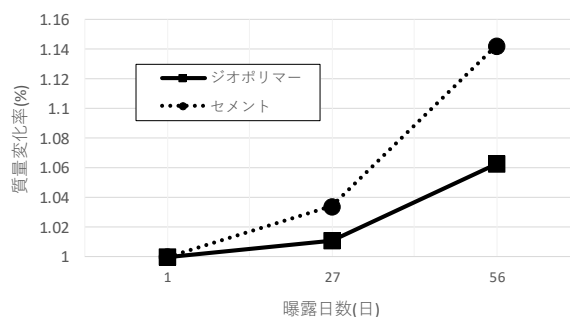


図-1 質量変化率



(a) ジオポリマー



(b) セメントコンクリート

写真-3 生物付着の状況

4. まとめ

本研究にて得られた成果を示す。

- 1) ジオポリマーは、セメントコンクリートより単位体積質量が小さいことを確認した。
- 2) ジオポリマーは、セメントコンクリートより海洋生物が付着しにくく、また付着した生物も除去しやすく、維持管理のコストを低減できる可能性があることが分かった。

参考文献

- 1) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会第一回会合資料4-1, 2020年7月17日, 経産省 HP
- 2) M. Maduka, et.al., "Hydrodynamic effects of biofouling-induced surface roughness -Review and research gaps for shallow water offshore wind energy structures", Ocean Engineering, Vol. 272, 2023