

木質バイオマス発電所からの流動砂を有効活用した藻場基盤材の開発

西日本工業大学 学生会員 座波博政
 佐賀大学 正会員 根上武仁
 鹿児島大学 正会員 平瑞樹

西日本工業大学 正会員 山本健太郎
 福岡窯材 非会員 溝口直敏
 第一工業大学 正会員 田中龍児

1. はじめに

日本全国の藻場は過去 30 年で 30-40%消失しており、深刻な問題となってきた。藻場の重要性はあまり知られていないが、魚貝類の隠れ家や生息場、産卵場としても機能する。ゆえに、魚礁としての多方面への効果も大きく、生態系や沿岸漁業においても欠かせない存在である¹⁾。また、海藻の育成に必要なとされる、光合成の促進や葉緑素の合成に必要な栄養素である鉄分が海中において不足している。これは森林伐採やダム造成により腐葉土などに含まれる鉄分が河川から海に流れ込まなくなったためである¹⁾。

そこで、藻場の保全や再生を目的に、これまで火山灰と産業廃棄物リサイクルマテリアルを有効活用した環境に優しい藻場基盤材を開発し、海中モニタリングを実施してきた^{2,3,4)}。本研究では、火山灰を使用せず、木質バイオマス発電から排出される流動砂(写真-1)、産業廃棄物リサイクルマテリアルである陶磁器破砕片 2~4mm、固化材としては廃石膏(再生石膏)を主とし、鉄分としては使い捨てカイロを混合することにより、藻場基盤材の開発を実施した。この藻場基盤材は最終的には壊れて、自然に還るような基盤材の開発を目指している。これらは産業廃棄物やリサイクル材を利用することから、環境負荷低減、リサイクル促進や環境教育にも繋がると考えられる。



写真-1 流動砂

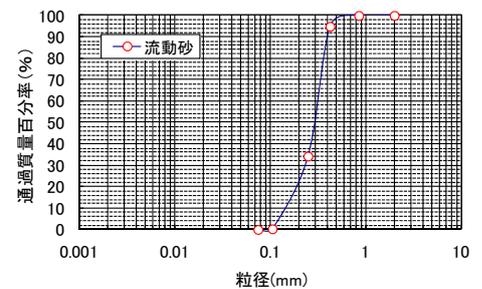


図-1 粒径加積曲線(流動砂)

2. テストピースによる試験結果

流動砂の特性としては、木質バイオマス発電からのカリウム付着のため、強いアルカリ性を示すことが挙げられる(土粒子密度 $\rho_s=2.607\text{g/cm}^3$, pH 9.33)。粒径加積曲線を図-1 に示す。これを見ると、粒径 1mm 以下がほぼ 100%で、非常に細かいことがわかる。基盤材作製と同時に作成した供試体(直径約 5cm、高さ約 10cm の円柱形)を用いて、一軸圧縮試験及び溶出試験を行った。なお、この供試体には鉄粉を配合していない。溶出試験は環境庁告示 13 号法により行った。これらより、個々の試料の元素含有量試験と人工海水中に浸

表-1 配合率と一軸圧縮試験

配合割合 (%)	流動砂	35.8	35.7
	廃石膏	25.3	25.3
	水	16.2	16.8
	廃陶磁器	18.3	18.2
	セメント	4.4	4.0
一軸圧縮強さ (MPa)		2.24	1.75
含水比 (%)		6.9	6.7
湿潤密度 (g/cm^3)		1.63	1.57

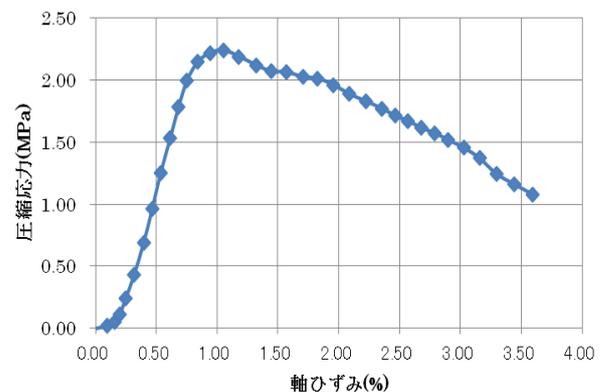


図-2 応力-ひずみ曲線(28日養生)

した元素分析においても六価クロムなどの有害物の溶出はなかった。

表-1 に 28 日養生後の基盤材供試体の一軸圧縮試験の結果を示す。これを見ると、セメントを 4.4%と 4.0% 混入した場合の一軸圧縮強さはそれぞれ、2.24MPa と 1.75MPa となった。また、セメントを 4.4%混入した場合の応力—ひずみ曲線を図-2 に示す。これを見ると、ピーク強度である一軸圧縮強さが得られるまでは強度は徐々に増加し、ピーク後、徐々に減少する様子がわかる。なお、破壊形態は縦割れ破壊を示した。

3. 藻場基盤材の作製

今回、脱型が容易となる鏡板を用いた鉄製の藻場基盤材型枠を用いた。これを用いて、流動砂を 35.8%と 35.7%、固化材として廃石膏 25.3%、水 16.2%と 16.8%、廃陶磁器 18.3%と 18.2%、セメントの配合割合が 4.4%と 4.0%の基盤材を製作した。なお、鉄分としての使い捨てカイロは基盤材表面に 300g を一様に添加した。

写真-2 には脱型後の写真を示す。色が付いているところが使い捨てカイロが混入されている箇所を示す。基盤材の形状は、直径 40cm、高さ 14cm、重量約 26.0Kg の円盤型である。固化材の補助としてのセメントは、0.0%だと強度があまり無く、海藻が活着する前に波浪などの影響で壊れてしまう可能性がある。一方、セメント量が多すぎると強度が十分となり、自然に壊れなくなると同時に、海洋環境に対しても好ましくない。よって、今回はセメント量 約 4%前後をターゲットとした。



写真-2 作製した基盤材



写真-3 海中投入3か月後の藻場基盤材

4. 海中モニタリング

今回、苅田町白石海岸に海中投入した基盤材は写真-3 のように干潮時に海水に浸からなかったことがあり、フジツボや藻類のみが見られ、海藻の生育はあまり見られなかった。しかし、今回確認した基盤材は表面がある程度削れていて、海藻などが活着しやすい状態にはなっており、カキの活着もあった。また、強度面も半永久的なものではなく、壊れて自然に還るような基盤材に近くなったと考えられ、今後の海中投入後のモニタリングに期待できる。

5. おわりに

今後は、固化材の補助としてセメントを約 4%前後混入した藻場基盤材を大量に製作し、海中投入を実施する。そして、海藻活着やその後の生育効果、海水投入後に自然に壊れていくかのモニタリングチェックをすることにより、最適な配合割合、鉄分やカリウムの有効性に関しての検証を実施する。次に、九州圏域の様々な海域においても海中モニタリングを行う。また、沿岸海域環境の改善を主目的に、環境に優しい藻場基盤材を活用した環境改善手法を提案していく予定である。最終的には、経済的、環境的にも優しく、環境教育や防災面にも活用できる産業廃棄物リサイクル材を有効活用した藻礁を創造していきたい。

【謝辞】本研究は、科研費 基盤研究(C) (15K00603)の助成を受け、実施しました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 寺脇利信、中山哲巖、新井章吾、敷田麻美: 藻場の回復に向けて、海洋と生物 145(第 25 巻 第 2 号), pp.100-106, 2003.4.
- 2) 山本健太郎、根上武仁、矢野裕明、蓬原康志、島佳奈子、中島常憲: 桜島火山灰とリサイクルマテリアルの有効利用—低環境負荷型藻場基盤材の開発—, 第 10 回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp.343-350, 2013.9. 3)
- 3) 山本健太郎、根上武仁、中島常憲、島佳奈子、溝口直敏: 桜島火山灰とリサイクルマテリアルを有効活用した低環境負荷藻場基盤材の開発とそのモニタリング, 第 11 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.135-138, 2014.11.
- 4) 山本健太郎、九反郁実、根上武仁、溝口直敏、平瑞樹、田中龍児: 産業廃棄物リサイクル材を有効活用した藻場基盤材の長期モニタリングとその開発, 平成 27 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-47, pp.365-366, 2016.3.