

リサイクル材を有効活用した藻礁基盤材の開発とその実証試験

西日本工業大学大学院	学生会員	蘇 超	西日本工業大学	正会員	山本健太郎
佐賀大学	正会員	根上武仁	福岡窯材	非会員	溝口直敏
鹿児島大学	正会員	平 瑞樹	大分大学	正会員	鶴成悦久

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⁾。そこで、藻場の保全や再生を目的に、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礁基盤材を開発し、海中モニタリングを行ってきた。近年は、新たに二種類の産業廃棄物を有効活用した環境に優しい藻礁基盤材の開発を実施してきている^{2,3)}。一つ目は、陶磁器破砕片（粒径 2~4mm と 0.9mm を使用）と廃石膏を主としたものである。二つ目は、木質バイオマス発電から排出される流動砂、陶磁器破砕片（粒径 2~4mm）と廃石膏を主としたものである。両方ともに鉄分としては使い捨てカイロを使用することにより、低環境負荷型となる藻礁基盤材の開発とその実証試験を行った。

2. テストピースによる試験結果

表-1 には開発した陶磁器破砕片を有効活用した藻礁基盤材の配合（質量比率）と一軸圧縮試験結果を示す。一軸圧縮強さは、28 日養生後の基盤材供試体からの一軸圧縮試験結果を示す。これを見ると、配合は廃陶磁器（fine と coarse）だけで約 50% あり、廃石膏も約 24% 含まれている。当然であるが、セメントの配合が 10.0% のケースが一番高い強度 5.26 MPa を示した。図-1 には、表-1 に対応する応力-ひずみ曲線を示す。次に、上記に示した陶磁器破砕片（細(0.9 mm)）の代わりに、流動砂を利用した。流動砂とは木質バイオマス発電において、完全燃焼させるための流動媒体である珪砂のことを指す。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。また、表-2 には流動砂を有効活用した藻礁基盤材の配合（質量比率）と一軸圧縮試験結果を示す。これを見ると、セメントを 7.0%, 8.0%, 9.9% 混入した場合の一軸圧縮強さはそれぞれ、2.37MPa, 3.20MPa, 3.30MPa となり、陶磁器破砕片を有効活用した藻礁基盤材の一軸圧縮強さよりも小さくなるのがわかった。図-2 には、表-2 に対応する応力-ひずみ曲線を示す。流動砂を用いた場合、セメント量が 8.0% と 9.9% で、一軸圧縮強さには大きな差は見られなかった。さらに、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侵した元素分析においても六価クロムなどの有害元素の溶出がなかった。

3. 藻場基盤材

配合の一例は表-1, 2 に示す。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。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（写真-1 参照）。セメント量 約 4% 前後の時にはモニタリングに波浪の影響などで基盤材表面が容易に削られる傾向があることがわかったため、今年度は、セメント量 8~10% をターゲットとした。

4. 実証試験

開発した藻礁基盤材を 2018 年 6~7 月に北九州市若松区脇之浦と大分県佐伯市米水津に海中投入・設置した。一例として、写真-2(a), (b) には北九州市若松区脇之浦に海中投入した藻礁基盤材の性状変化を示す。写真-2(a) では円盤状の基盤材が 5 基投入されているのがわかる。次に、写真-2(b) では海中投入から 3 カ月経過したものを示す。これを見ると、基盤材の色も少し変わり、基盤材表面に藻や海藻の活着が見られた。なお、現在のところ、陶磁器破砕片と流動砂を有効活用した藻礁基盤材への海藻の活着において顕著な差は見られなかった。両地点ともに自然に海藻（ホンダワラ、ヒジキなど）が繁茂しており、今後、基盤材への海藻活着や生育を定期的にモニタリングしていく予定である。また、若松区脇之浦では地産地消も考慮し、基盤材表面にカキ殻をそのままの状態が付着させたものと、粉碎し混入したものを 2018 年 8 月に海中投入した。今

後は、それらの効果も確認していきたい。

【参考文献】

- 1) 寺脇利信、中山哲蔵、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、溝口直敏、平瑞樹、田中龍児: 産業廃棄物を有効活用した新たな環境に優しい藻場基盤材の開発, 第12回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp.387-394, 2017.9.
- 3) 山本健太郎、根上武仁、溝口直敏、平瑞樹: 産業廃棄物を有効活用した環境に優しい藻場基盤材の開発とその海中モニタリング, 第27回海洋工学シンポジウム論文集, CD-R, 2018.8.

表-1 一軸圧縮試験結果 (陶磁器破砕片, 28日養生)

Mixing ratio (%)	Scrapped ceramics (fine: 0.9 mm)	34.2	33.4
	Recycled gypsum	24.1	23.6
	Water	16.6	16.3
	Scrapped ceramics (coarse: 2.0-4.0 mm)	17.1	16.7
	Cement	8.0	10.0
Unconfined compressive strength (MPa)		4.22	5.26
Water content (%)		3.5	5.8
Wet density (g/cm ³)		1.57	1.62

表-2 一軸圧縮試験結果 (流動砂, 28日養生)

Mixing ratio (%)	Flow medium sand	34.4	34.1	33.4
	Recycled gypsum	24.4	24.0	23.4
	Water	16.6	16.4	16.1
	Scrapped ceramics	17.6	17.5	17.2
	Cement	7.0	8.0	9.9
Unconfined compressive strength (MPa)		2.37	3.20	3.30
Water content (%)		5.4	5.2	3.9
Wet density (g/cm ³)		1.61	1.63	1.61

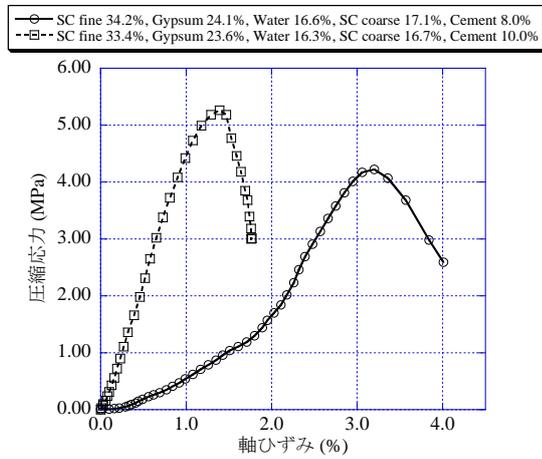


図-1 応力-ひずみ曲線 (廃陶磁器, 28日養生)

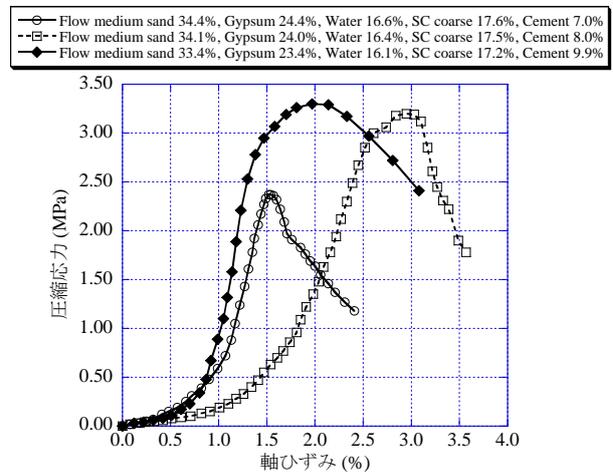


図-2 応力-ひずみ曲線 (流動砂, 28日養生)



(a) 陶磁器破砕片を主としたもの



(b) 流動砂を主としたもの

写真-1 作製された藻礁基盤材



(a) 海中投入直後



(b) 海中投入から3カ月経過後

写真-2 北九州市若松区脇之浦へ海中投入された藻礁基盤材の性状変化