

産業廃棄物リサイクルマテリアルを有効利用した低環境負荷型藻場基盤材の開発

西日本工業大学 学生員 喜舎場正悟 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

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、深刻な環境問題となっている。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、餌場、産卵場としての機能がある。つまり、魚礁としての多方面への効果が大きく、生態系や沿岸漁業においても欠かせない存在である<sup>1)</sup>。そこで、藻場の保全や再生を目的に、火山灰と産業廃棄物リサイクルマテリアルを有効利用した藻場基盤材を開発してきた<sup>2),3)</sup>。本研究では、これまでの成果を受け、陶磁器破砕片(粒径 2~4mm と 0.9mm の 2 種類物を使用)と廃石膏(再生石膏)を主とし、鉄分としては使い捨てカイロまたは廃鉄粉を使用することにより、低環境負荷型の藻場基盤材の開発を実施する。なお、セメントは補助剤として利用する。これらは産業廃棄物やそのリサイクルマテリアルを有効利用することから、リサイクル促進や環境負荷低減につながり、持続可能な開発・発展に貢献できるものと考えられる。



写真-1 主原料となる産業廃棄物(廃陶磁器と廃石膏)



写真-2 陶磁器破砕片(左:粒径 2~4mm、右:粒径 0.9mm)

2. 一軸圧縮試験結果

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。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、図-1 は応力-ひずみ曲線を示す。表-1 中に示した廃陶磁器の粗と細はそれぞれ、粒径 2~4mm と 0.9mm を示す。配合は廃陶磁器だけで約 60% あり、廃石膏も約 30% 含まれている。当然であるが、セメントの配合が 4.5% のケースが一番高い強度 5.59 (MPa) を示した。なお、セメントの配合が 0.0% の場合、一軸圧縮強さは 0.33 MPa であった。

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。よって、これまで強度や環境面で問題が全くないことを確認してきている。

表-1 一軸圧縮試験結果 (28 日養生)

混合割合 (%)	廃陶磁器(粗)	38.8	36.4	35.9
	廃石膏	27.2	25.6	25.2
	水	14.4	15.1	17.0
	廃陶磁器(細)	19.6	18.4	18.0
	セメント	0.0	4.5	3.9
一軸圧縮強さ (MPa)		0.33	5.59	3.06
含水比 (%)		8.4	10.2	10.3
湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )		1.75	1.79	1.56

—○— SC fine38.8%,Gypsum27.2%,Water14.4%,SC coarse19.6%,Cement0.0%  
 -□- SC fine36.4%,Gypsum25.6%,Water15.1%,SC coarse18.4%,Cement4.5%  
 ● SC fine35.9%,Gypsum25.2%,Water17.0%,SC coarse18.0%,Cement3.9%

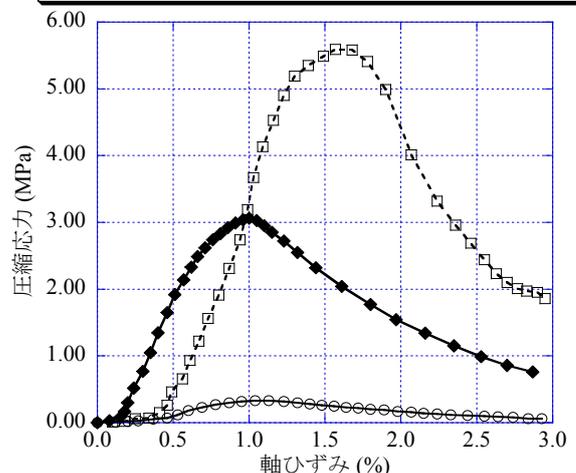


図-1 応力・ひずみ曲線 (28 日養生)

### 3. 基盤材作製

今までは木枠型枠を主として用いてきたが、脱型が容易ではなかった。そこで今回、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、藻場基盤材を作製した。写真-3には今回開発した基盤材の一例を示す。配合は、おおまかに 2~4mm の粗骨材となる陶磁器破砕片が 38.8%、廃石膏が 27.2%、水が 14.4%、0.9mm の細骨材となる陶磁器破砕片が 19.6%、基盤材の表面には廃鉄粉を 300g 添加している。粒径が異なる陶磁器破砕片の合計が約 60%で、主材として構成されている。本配合では養生にも時間がかかり、脱型は容易となったが、海中投入すると波浪等により、すぐに破壊が見られた。よって、固化剤の補助剤として、セメントを 3-4%程度混入した。写真-3からもわかるように基盤材の形状は、直径 40cm、高さ 14cm、重量約 26Kg の円盤型の handy type で、持ち運びが可能である。なお、写真-3の表面で色がついている箇所は、廃鉄粉の混入を示す。



写真-3 今回開発した基盤材の一例



写真-4 3カ月投入後（苅田町白石海岸）

### 4. 海中モニタリング

開発した藻場基盤材を2016年9月に福岡県苅田町と長崎県大村湾に海中投入・設置をした。写真-4には苅田町白石海岸に海中投入3カ月経過後の藻場基盤材を示す。海中投入・設置した場所は潮引きが激しく、投入前と比べると藻場基盤材全体が削られていた。しかし、表面には藻とフジツボが付着していることが確認でき、藻場基盤材としての役割が期待できると考えられる。また、従来のように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る。

### 5. おわりに

今後も、3. 基盤材作製で述べた配合にセメントを 3-4%程度混入した、陶磁器破砕片が主となる環境に優しい基盤材を製作していく予定である。製作時にはテストピースも製作し、強度試験と溶出試験も実施する。また、昨年9月以降に、長崎県佐世保海域や福岡県苅田町白石海岸に海中投入した。そして、長期モニタリングを開始し、海藻活着やその後の生育効果のチェックをすることにより、最適な配合割合、鉄分の有効性に関する検証を実施している。さらに、陶磁器の産地である長崎県沿岸海域環境の改善を主目的に、大量の陶磁器屑と藻場基盤材（主原料は廃陶磁器と廃石膏）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・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、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.