

## カキ殻の有効利用とアマモ場再生に向けた取組

(岡山県産業廃棄物処理税活用事業：スーパーエンバイロメントハイスクール研究開発事業)

岡山県立笠岡工業高等学校 環境土木科課題研究班 代表 平方 智志  
指導教員 前田 清二

### 1. はじめに

岡山県はカキの生産量において全国第3位であり、中でも浅口市寄島町は県内で第2位の水揚げを誇っている。しかし、カキをむいた殻の大半は産業廃棄物として処理されている。一方、瀬戸内海では魚の産卵場であるアマモ場が減少し、漁獲量も減少の一途をたどっている。

私たちは「環境に優しいものづくり」を基本テーマとして、カキ殻の有効利用と、アマモ場の再生に向けた取組を通して瀬戸内海的环境を取り戻す研究を行った。

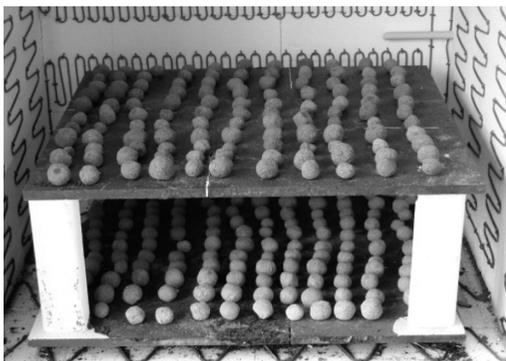


図1 ヘドロの焼成

### 2. アマモ板の作成

アマモ板とはヘドロと、カキ殻を粉末にしたものを糊と水で混ぜ合わせたものである。このアマモ板を作るには、まずヘドロを海の近くの河口で採取するところから始める。

採取したヘドロを直径2～3pほどの団子状に丸め、高温で焼く。直径を2～3pの大きさにするのは火が均等に入るようにするためである。

そして焼けた団子を粒径が2mmのふるいを通すまで細かく砕く。それを粉末にしたカキ殻と糊と水で混ぜ合わせ、型に入れ、取り出す。最後に80℃ほどの乾燥炉に入れ、数日かけて乾燥させる。



図2 アマモ板



図3 アマモの発芽

アマモ板を現在の形状に決定するまでに3年もの長い月日がかかった。私たちが製作したのは、初代から数えると5代目になる。このタイプのアマモ板が今までのものと決定的に違うところは、アマモを下から入れるタイプであるということである。今までのアマモ板はアマモを上から穴に入れるタイプのものだったため、潮の流れでアマモが流されてしまった。また、今までのアマモ板は現在のものと比べると硬く、海に入れても崩れにくかった、一見崩れにくい方が良く思うが、最終的には海に帰るものの方が良いことを知り、水に入れると崩れやすいようにした。今までの失敗を最大限に活かし現在のアマモ板を作りあげることが出来た。現在で20個ほどのアマモ板が出来上がっている。

また、アマモの種を5倍希釈で薄めた海水に1週間浸け、普通の海水に戻すものと、普通の海水に浸けるものに分けて入れ、どちらの方が成長が速く、発芽率が良いか実験した。5倍希釈の海水に1週間浸けた方は、葉身までが1か月もかからずに成長したが、発芽率は5%程度であった。普通の海水に浸けた方は希釈したものより2週間ほど遅く発芽したが、発芽率は20%であった。

アマモはアマモ板に付けるときに、できるだけ成長している方が良く根をはり、定着しやすいが、希釈した方は発芽率が5%程度しかなか



図4 鹿児島大学海曝実験場

ったため、私たちは普通の海水に浸けてアマモを発芽させる方法でこれからの研究を行っていくことにした。

### 3. カキ殻入り高流動シラスコンクリートの研究

この研究はカキ殻を高流動シラスコンクリートの材料の一部に置き換えて漁礁ブロックを製作する研究である。このコンクリートにはカキ殻を細骨材の代わりに使用している。また、漁礁ブロックは海に沈めるので、普通コンクリートよりも海中での寿命が長いシラスコンクリートを使用することにした。

鹿児島大学大学院教授の武若先生が研究されている高流動シラスコンクリートの配合例をもとに、カキ殻を入れた配合に置き換えて、6種類の配合で実験を行った。

この配合で作り上げたコンクリートで1辺15cmの立方体を作り、側面に防水用ペンキを塗布



図5 コア抜き



図6 コアへの罫書き

した。側面を防水することにより、海水による塩分浸透が上下の面からだけになるようにして塩分浸透実験を行った。

次に、海曝実験場からブロックを引き上げ、ブロックの中心をコア抜きした。

コアの両端から、5mm, 10mm, 10mm, 10mm, 10mmと罫書きをしてコンクリートカッターで切断をし、各断片を粉砕機により、粉砕する。粉砕した粉末で滴定検査を行い、塩分がどれだけ含まれているかを測定する。

測定結果を図8のグラフに示す。

No.1は、5層目まで浸透していることが解る。No.2と3は、3層目以降ほとんど塩分が浸透していないことがわかる。

No.4～6は、3層目以降僅かではあるが、塩分浸透が見られる。このことから、シラスバルーンを使用していない配合が良いことがわかった。

鹿児島大学を訪問して、実際にコンクリート打設するための施工実験と、配合設計の調整を



図7 試験粉体

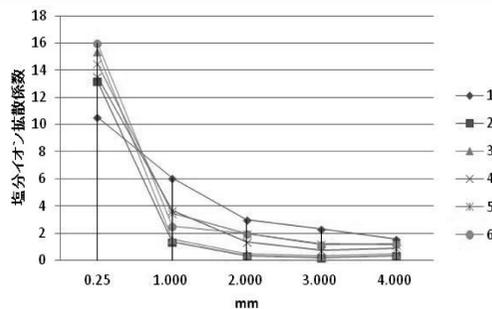


図8 塩分浸透測定結果

行った。ここで重要なことはコンクリートの流動性である。漁礁ブロックの型枠にコンクリートを打設するためには、流動性が良くなければならない。水を多く加えれば柔らかなコンクリートになる。しかし、一般的にシャブコンと言われる粗悪なコンクリートとなるため、水をできるだけ少なくして、なおかつ流動性のあるコンクリートでなければならない。そのため、スランプフロー・充填高さ・空気量を測定して最適な配合を求めることにした。

No.1～3は、エアが5%以上あり、スランプフローが60cmを下回っていて、充填高さも25cmを下回っている。

これは、流動性が悪いということである。No.4～6は、エアが9%以上あり、あまりにも空気量が多く、不適切であるため、No.7・8に消泡剤をいれてコンクリートを練り上げた。この結果、空気量が少なすぎる箇所はあるが、良好なコンクリートになった。

以上のことから、消泡剤を調整することにより、現場打設することにした。

後日、施工実験結果をもとにして漁礁ブロッ

No.	水	セメント	GGBS	sirasuB	シラス	kakigara	粗骨材	SP-8	消泡剤
1	190	148	148	127	392	80	803	1.70%	-
2	190	179	179	63	434	88	803	1.33%	-
3	195	184	184	65	419	85	803	0.95%	-
4	190	211	211	0	475	97	803	1.13%	-
5	190	211	211	0	475	97	803	1.40%	-
6	200	222	222	0	449	91	803	1.10%	-
7	190	211	211	0	475	97	803	1.40%	0.5%
8	190	211	211	0	475	97	803	1.50%	0.4%

表1 配合設計 (データ)



図9 試験現場

クの製作を行った。

本校電子機械科で製作した型枠に剥離剤を塗り、鉄筋を入れながら組立を行った。この型枠に入れるコンクリートの材料を計量し、練り混ぜる。材料として、普通セメント、スラグ、カキ殻、粗骨材を用い、水、AE減水剤、消泡剤を加えて練る。スランプフローを測り、流動性を確認し、型枠にコンクリートを打設する。3

No.	500mm到達時間 (s)	停止時間 (s)	スランプフロー (mm)	Air (%)	充填時間 (s)	充填高さ (mm)
1	5.0	8.0	490.0 485.0	8.2	19.5	215.0
2	—	13.0	445.0 420.0	9.0	9.5	245.0
3	—	6.0	325.0 313.0	7.1	16.3	184.0
4	—	14.5	425.0 394.0	9.5	16.2	220.0
5	6.2	32.1	607.0 605.0	10%以上	17.5	300.0
6	3.4	32.3	680.0 654.0	10%以上	18.4	282.0
7	4.7	20.0	603.0 595.0	0.9	26.8	271.0
8	4.4	26.8	665.0 630.0	0.5	27.7	245.0

表2 施工実験結果



図10 魚礁ブロック

日後に型枠を外し完成する。現在は、5つの魚礁ブロックが出来上がっている。

出来上がった5つの魚礁ブロックを2月20日に笠岡市高島の東の海にあるヨボシ暗礁から東へ約10mの地点に設置した。設置場所は、笠岡市漁業協同組合の方に御協力いただいて決定した。設置後は、魚の数等の追跡調査も計画している。

なお設置にあたっては海上保安庁、岡山県水産課、井笠地域建設課にも必要な手続きを行った。



図11 魚礁ブロックの設置場所

工業教育資料 通巻第 349 号

(5月号) 定価 210 円 (本体 200 円)

2013 年 5 月 5 日 印刷

2013 年 5 月 10 日 発行

印刷所 株式会社インフォレスト

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 戸塚雄武

〒102 東京都千代田区五番町 5 番地  
-8377 電話 03-3238-7777

<http://www.jikkyo.co.jp/>