

II-21

石炭灰を多量に利用した藻礁コンクリートに関する研究

前田製管株式会社 正会員 ○前田直己 酒田共同火力発電株式会社 中野正幸
株式会社前田先端技術研究所 河野俊夫 佐藤和彦

1. はじめに

石炭灰は、火力発電所から産業廃棄物として多量に排出され、大規模な灰捨て場の確保が年々困難になっており、その処理技術の確立が社会的な課題となっている。省資源の立場からも有効利用の拡大をはかる必要がある。石炭灰の有効利用についてこれまでも数多くの研究がなされてきているが、既存の市場での利用には他材料との競合があるなど限界もある。こうした背景のもと、新たな市場開拓の試みとして、マリノフォーラム21による石炭灰コンクリートを用いたマウンド漁場造成の提案がある¹⁾。

対馬暖流域に属する東北の日本海沿岸域は、ホンダワラ類のような海藻の種類も多い。これら海藻群落は流れ藻など魚類の産卵場を提供する。山形県沖水深 5～15m の砂浜域に人工藻礁を造成できれば、新たな水産資源の開発に資することが予想される。本研究は、酒田市臨海に位置する火力発電所より排出された石炭灰を利用してコンクリート藻礁を作製し、これを実海域に設置し藻礁としての効果を確認しようとしたものである。

2. 石炭灰コンクリート藻礁試験体の作製と評価

2-1. 試験体の作製

石炭灰はフライアッシュ(FA)とクリンカアッシュ(CA)を混合して使用した。用いた石炭灰の化学成分および材料特性を表1, 表2に示す。フライアッシュとクリンカアッシュの容積比をおよそ4/1, 1/1, 1/4とし、水・粉体重量比を0.3一定として試験体を作製した。また通常使用される配合によって作製した供試体を比較用に用いた。これら供試体の配合を表3に示す。試験体の混練はオムニミキサー（千代田技研工業株式会社製）で行い、打設後3日間気中養生（20℃, RH100%）を行い、次に65℃, 3hの条件で蒸気養生した後脱型して、再び気中養生を行った。

表1 石炭灰の化学分析値

項目 試料	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Ig. Loss (%)	Total
FA	51.7	32.2	3.20	1.32	0.14	0.49	4.2	1.4	0.4	3.4	98.5
CA	53.2	22.1	3.88	1.06	0.26	0.53	2.38	1.06	3.52	11.8	99.8

表2 石炭灰の材料特性

項目 試料	比重	比表面積 (cm ² /g)	水分 (%)	メチレンブルー吸着能 (mg/g)	単位容積 (kg/m ³)	実積率 (%)	粗粒率	洗い試験 (%)
FA	2.19	3790	0.2	0.55	898	41.1	—	—
CA	1.97	—	2.9	1.60	757	38.4	1.14	35.9

表3 コンクリートの配合表

項目 試料	単位量 (kg/m ³)								FA/CA (体積比)
	FA	CA	砂	砕石 10-5	砕石 15-10	セメント	水	混和剤	
FC-1	868	217	—	—	—	260	260	18	3.6
FC-2	513	513	—	—	—	312	260	20	0.9
FC-3	207	821	—	—	—	370	260	18	0.23
比較コンクリート	—	—	893	112	111	112	206	—	—

2-2. 試験体の評価

沈設時の試験体の特性を表4にまとめる。また供試体(φ50×100mm)を藻礁沈設現場近傍に沈め、所定期間経過後の強度を測定した結果を図1に示す。いずれの供試体でも強度増加が認められるが、沈設時の供試体強度を基準とした場合最も強度増加率の大きかったのはFA/CA=1/1(FC-1)とした石炭灰コンクリート(8ヶ月の強度増加率:180%)であった。また、石炭灰コンクリートでは、表面から中性化が進行し易いこと、有害物質の溶出もないことなどが判明した。

表4 試験体の特性

項目 試料	比重	空隙率 (%)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
FC-1	1.55	32	270
FC-2	1.69	24	300
FC-3	1.68	23	260
比較コンクリート	2.37	16	410

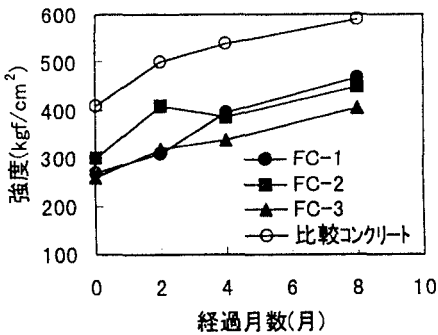


図1 海中試験体の強度変化

3. フィールド試験

製造後約1ヶ月を経た試験体を、水深1-1.5mの位置に沈設して、約9ヶ月間計6回水中観察を行った。試験期間は平成7年12月から平成8年9月までとした。

3-1. 試験体の沈設方法

藻礁モデル試験体は、400×400×80mmの直方体とし、鋼製のフレーム(縦2.4m×横4.8m)に各配合物について3個ずつ計12個配置した。またFC-2および比較用普通コンクリートについては、別に昆布種糸を巻き付けた試験体を各3ヶずつ配置した。

3-2. 試験体の観察結果

沈設直後、2ヶ月後、4ヶ月後、5ヶ月後、6ヶ月後および8ヶ月後の試験体の様子を、ダイバーによる目視観察・水中撮影・坪刈り調査によって評価した。各調査時期により海藻の出現種は変動した(図2)が、卓越して出現種や頻度の異なった試験体はなかった。8ヶ月後の調査では、試験体周辺に、イシダイ等の魚類が蟄集している様子が確認された。

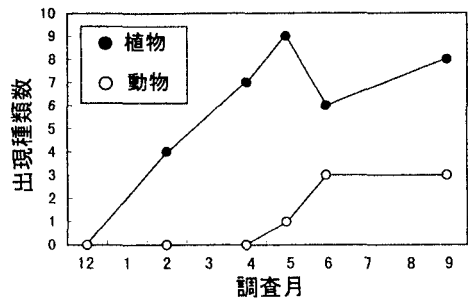


図2 動植物の出現種類数

4. おわりに

火力発電所からでる石炭灰(フライッシュ・クリンガッシュ)を多量に使用したセメント硬化体を作製して、実海域における藻礁としての効果を確認した。本硬化体は海中での強度増加に優れ、藻礁の基質として十分に機能する。

謝辞

本研究は、酒田共同火力発電株式会社、前田製管株式会社、東北電力株式会社、秩父小野田株式会社を主要メンバーとする石炭灰藻礁研究会が行ったものである。また、北里大学獣医学部・細川助教授には懇切丁寧な御指導をいただいた。参加メンバー各位に対し、深く感謝申し上げます。

参考文献

1) 鈴木達雄: 石炭灰有効利用技術の新展開 5. 石炭灰の漁場造成材への利用, 環境管理, vol.32, No.5, 32-38, 1996.