

フライアッシュとフェロニッケルスラグを活用した藻場造成ブロックの生物親和性試験

中国電力（株）	○宮本将太	正会員	河内友一，中本健二，河原和文
鳥取大学		正会員	黒田 保，吉野 公，金氏裕也
（株）鳥取クリエイティブ研究所		フェロー会員	松原雄平

1. はじめに

循環型社会形成のためにリサイクル材料の活用が求められている。フライアッシュ（FA）とフェロニッケルスラグ（FNS）についても更なる有効利用を目指す必要がある。FA は、コンクリート混和材として使用することでブリーディング低減効果等を発揮することが知られている（写真 1（a））。FNS はフェロニッケルを製錬する際に発生する副産物であり、コンクリート用骨材等として使用されており（写真 1（b））鳥取県では安定利用を推奨している。両リサイクル材は JIS 規格が制定されており循環資源として活用拡大が望まれている。また、鳥取県では沿岸域の藻場減少により、失われた沿岸域回復を目的として藻場造成が実施されている。

本研究では、沿岸域回復のために FA, FNS を活用した藻場造成ブロックを開発し、その生物親和性を評価するために室内水槽試験ならびに漁港内での海中浸漬試験を実施した。

2. 試験方法

(1) 室内水槽試験

室内水槽試験では、FA、FNS の藻場ブロックへの混和による生物親和性を評価するために、様々な配合条件で製造したブロックを基盤として海藻の成長試験を実施した。試験では、表 1 に示す「FA とセメントの混合量（総粉体量）」と「FNS の細骨材置換率」を変化させた 9 種類の供試体により、有用海藻であるアラメの生育を試みた（写真 2（a），（b）参照）。試験方法は、室内水槽にアラメを接合した供試体を設置し、日本海の海水をかけ流しで連続流動させる環境の中で、アラメの成長を供試体毎に計測した。試験条件は、水温：自然温度（13.0～14.5℃）、光量：7～8ppF に調整、DO：9.0～9.3mg/L であった。試験期間は 2019 年 1 月～2019 年 6 月とした。

(2) 海中浸漬試験

藻場造成ブロックの機能確認と沿岸域での適用性（生物親和性）確認を目的とし、鳥取県内中部および東部の2漁港において、FAとFNSを用いた藻場造成ブロックの海中浸漬試験を実施した。FAおよびFNSを使用しない普通のコンクリートブロック（NC）も比較対象として製造・設置した。試験に用いたブロックの配合は表2のとおりでセメントと細骨材をFAとFNSで置換し、それぞれ9個体を製造した。藻場ブロックは陸域からク

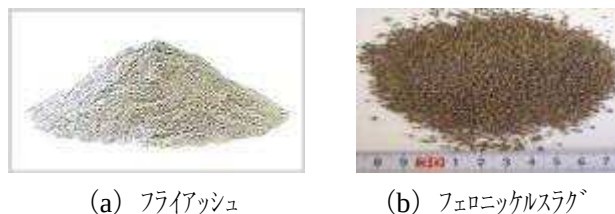


写真1 藻場ブロックへの混和材料（循環資源）

表 1 室内水槽試験の供試体配合 (○内数字はケース番号)

総粉体量 P(セメント, FA) kg	細骨材FNS置換率			
	0%	50%	75%	100%
P269 (269, 0)	①		⑨	
P300 (269, 31)			②	
P350 (269, 81)			③	
P400 (269, 131)	⑧	⑤	④	⑥
P400 (219, 181)			⑦	



(a) 供試体 (10 cm×10 cm×5 cm) (b) 種子 (アラメ)

写真 2 室内水槽試験の状況

表 2 海中浸漬試験の藻場ブロック配合表

名称	W/C (%)	W (kg/m ³)	单位量(kg/m ³)				AE減水剂 (L)	AE剂 (L)
			C	FA	FNS	細骨材		
MB	80	175	219	181	504	146	2	48
NC	60	175	269	0	0	848	1.1	2.2

キーワード フライアッシュ、フェロニッケルスラグ、藻場造成、石炭灰有効活用、循環資源

連絡先 〒739-0046 東広島市鏡山 3-9-1 中国電力株式会社 エネルギア総合研究所 TEL (082) 420-0700

レーンで設置でき港内波浪で移動しないサイズ (70cm×70cm×70cm, 400kg) とした。沈設箇所は図1に示す東部漁港 (水深 2m, 波浪影響小), 中部漁港 (水深 4.5m, 波浪影響大) とした。

モニタリング調査として海藻の成長状況を月に1回水中ドローンで確認した。調査期間は2019年4月～2020年4月とした。

3. 試験結果

(1) 室内水槽試験結果

図2に室内水槽試験におけるアサメの生育状況計測結果を示す。

FAのみ添加した供試体(⑧)とFNSのみ添加した供試体(⑨)のいずれも普通コンクリート供試体(①)と比較してアサメの成長量が多い (茎長が長い) 結果であった。併せて, FA と FNS の両方を混合した供試体(⑦)では, 普通コンクリート供試体と比較しても成長量が多いことが確認できた。

(2) 海中浸漬試験結果

図3, 4に両漁港に設置したブロックの海藻繁茂状況および成長量の計測結果を示す。ブロックには, 海藻のタマハハキモク, ウミウチワ等および, 有用海藻のアサメの着生が確認された。設置環境は異なるが, 両漁港ともに普通コンクリートブロック (NC) と比較してFAおよびFNSを用いた藻場造成ブロック (MB) の方が海藻の茎長 (成長量) が大きい傾向が確認された。

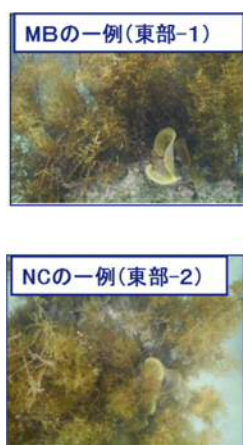


図3 海中浸漬試験結果(東部漁港)
(水深: 約 4.5m)

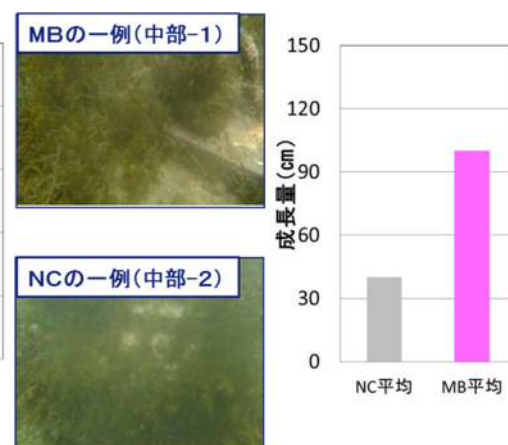


図4 海中浸漬試験結果(中部漁港)
(水深: 約 2.0m)

4. まとめ

室内水槽試験ではFA, FNSを利用した供試体は普通コンクリートと比較してアサメの成長量が多いことが確認できた。さらに, 実証試験では両漁港ともにFA, FNSを利用したブロックの方が普通コンクリートブロックと比較して海藻の育成状況(茎長)は良好であった。本研究により, 循環資源を活用した藻場ブロック (MB) が, 普通コンクリートのブロック (NC) と同等以上の生物親和性がある事が確認できた。本藻場ブロックは, 溶出試験等の安全性評価も実施し, 環境基準を満足している。

一方で生物親和性の定量的評価に向けては, 更なるデータ蓄積に加え, 基質の物理・化学特性, 対象となる藻類の生物特性等を総合的に評価する必要がある。

参考文献

佐藤辰輝, 黒田保, 吉野公, 畑岡寛, 及川隆仁, 野原秀彰, フェロニッゲル細骨材とフライアッシュを用いたコンクリートの物性, 土木学会第72回 (令和2年度) 中国支部研究発表会, 2020年6月。



図1 海中浸漬試験 位置図

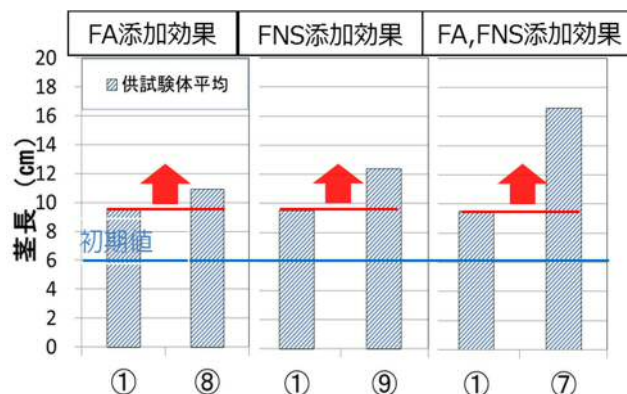


図2 室内水槽でのアサメ生育状況計測結果