

フェロニッケルスラグ骨材と石炭灰を用いた藻場造成ブロックコンクリートに関する研究

鳥取大学 ○正会員 吉野 公、正会員 黒田 保、フェロー会員 松原雄平
中国電力株式会社 正会員 河原 和文、正会員 及川 隆仁
株式会社アサヒコンサルタント 西尾友之

1. はじめに

本研究は、フェロニッケルスラグと石炭灰の有効利用を目的として行ったものである。製鋼スラグを骨材として用いたコンクリートブロックは藻場造成機能である海藻付着が増加するとされており、フェロニッケルスラグを骨材として用いたコンクリートも同様の効果がないかを検証した。フェロニッケルスラグ骨材を多量に用いると、単位水量の増加やブリーディングの増加が見込まれることから、石炭灰を添加することでこれらの抑制を試みた。

2. 実験概要

使用材料を表1に、実験要因と水準を表2に示す。細骨材として、1.2mm フェロニッケルスラグ骨材（以下 FNS）を砕砂に対して置換率（以下 FNS 置換率）50、75%（容積比）として使用した。ブリーディングを抑制する粉体として石炭灰（以下 FA）を用い、セメントを含め単位粉体量として FA 無添加（P0）、300、350、400kg/m³とした。水セメントは60、65%とした。また、細骨材に砕砂と陸砂を混合した普通コンクリート（以下 NC）を比較用コンクリートとした。化学混和剤は AE 減水剤高機能タイプおよび空気量調整用 AE 剤を用いた。

3. 配合及びフレッシュ性状

配合条件をスランプ 8.0±1.5cm、空気量 4.5±1.5%とし、単位水量の基準を 175kg/m³、AE 減水剤量を粉体量に対し 0.4～1.0%の範囲で配合を決定した。FNS 置換率 50%では、すべての配合で AE 減水剤量の最低値 0.4%であったが、FA の添加により単位水量 175kg/m³以下のなる配合があった（図1）。また、FNS 置換率 75%では、すべての配合で単位水量 175kg/m³が必要であったが、AE 減水剤量が少なくない配合があった（図2）。

図3に W/C=65%におけるブリーディング結果を示す。粉体として FA を添加することでブリーディング量の低減が見られた。また、FNS 置換率 50%では粉体量 350 以上で、FNS 置換率 75%では粉体量 400 で NC の最終ブリーディング量と同程度までブリーディングが抑制されることが明らかになった。

4. 藻場造成ブロックの作製

藻場造成ブロックに要求されるコンクリート強度は、呼び強度で 18 あるいは 21N/mm²である。本研究で対象とした配合は、28

表1 使用材料

材料	種類	密度(g/cm ³)
粉体	普通ポルトランドセメント	3.16
	石炭灰 (FA)	2.16
細骨材	フェロニッケルスラグ (FNS)	3.06
	砕砂 (S1)	2.65
	陸砂 (S2)	2.65
粗骨材	碎石 (20mm)	2.76

表2 実験要因と水準

要因	水準
フェロニッケルスラグ置換率	50, 75%
単位粉体量	P0, 300, 350, 400
水セメント比	0.60, 0.65

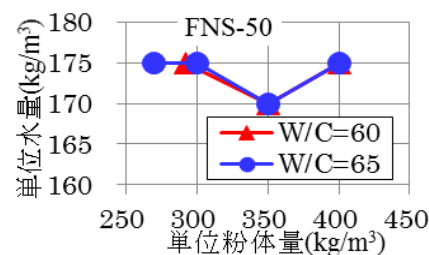


図1 単位粉体量と単位水量の関係

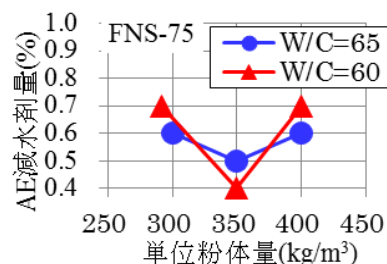


図2 単位粉体量と AE 減水剤量の関係

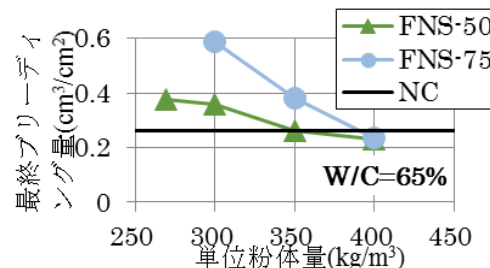


図3 ブリーディング結果

キーワード フェロニッケルスラグ骨材、石炭灰、ブリーディング、藻場、海草

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学 TEL 03-3355-3442

表3 藻場造成ブロックの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						AE 減水剤 (ml)	AE 剤 (ml)	スランプ [°] (cm)	空気量 (%)	28 日強度 (N/mm ²)
			W	C	FA	FN	S1	G					
FN-50 P350	65	37	170	262	88	374	324	1150	0.4(%)	2.5(%)	9.0	4.0	34.6
FN-75 P400	65	35	175	269	131	509	147	1138	0.6(%)	4.5(%)	8.5	6.5	25.8
配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						AE 減水剤 (ml)	AE 剤 (ml)	スランプ [°] (cm)	空気量 (%)	28 日強度 (N/mm ²)
			W	C	FA	S1	S2	G					
NC	60	45	165	275	0	671	168	1067	0.4(%)	0.8(%)	8.0	4.4	33.0

日圧縮強度は 25 N/mm² 以上であったのでブリーディング量が NC と同様な配合 FN-50 P350, FN-75 P400 を選択して、700×700×400mm のブロックを 1 体ずつ作成し、鳥取県沿岸に沈設した。配合を表 3 に示す。

5. 海中浸漬実験について

2017 年 3 月に鳥取県東伯郡湯梨浜町泊の泊漁港の水深 2.5m に係船岸壁寄りの箇所に、FN-50, FN-75 および NC を各一体、浸漬し水中での海藻付着の実証実験を開始した。泊漁港の港外にはワカメ、アカモクなどの緑藻類および褐藻類が繁茂しており、その遊走子が港内に流入する事を期待しての港内設置である。浸漬後、6 ヶ月を経過した 2017 年 9 月には硬化体全面に大量の海藻の繁茂と成長が確認された。さらに、2017 年 12 月には、各硬化体の上面および側面に褐藻類の成長が確認された（写真 1）。写真 2 は、2018 年 3 月の繁茂状況であるが、さらに藻の成長が確認され、茎が海面までに達して水面上に広がっていることが確認された。繁茂状況から、NC に比べ FN-50 および FN-75 の方が、海藻の密度ならびに茎の充実が向上している事が明らかとなった（写真 3）。海藻繁茂と FNS の含有率の関係については、今後、さらに実海域での海藻繁茂実験を繰り返す予定である。



図4 硬化体設置場所



写真1 海藻繁茂状況（12月）



写真2 海藻繁茂状況（3月）

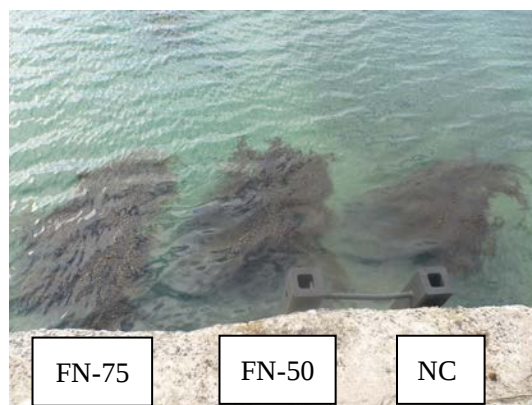


写真3 海藻繁茂状況の比較（3月）