

鉄鋼スラグ水和固化体の海洋環境下におけるアルカリ溶出性と生物付着性

JFE スチール 正会員 松永久宏 JFE スチール 正会員 小菊史男
 新日本製鐵 正会員 高野良広 新日本製鐵 正会員 木曾英滋
 港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹
 産業技術総合研究所 KANAVILLIL NANDAKUMAR

1. はじめに

製鉄工程で発生する製鋼スラグや高炉スラグ微粉末を主な材料に、セメントや天然骨材を使用せずにリサイクル材料のみからなる鉄鋼スラグ水和固化体を開発し、港湾構造物として施工している^{1,2)}。鉄鋼スラグ水和固化体の海洋環境下における生物付着性は、海水暴露10ヶ月のデータについてすでに報告した³⁾。本報告では、継続調査の結果に加えて、暴露初期における微生物の付着性およびアルカリ溶出性について述べる。

2. 供試体の配合

本実験で用いた鉄鋼スラグ水和固化体の配合を表1に示す。主な使用材料は製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末、水であり、セメントおよび天然骨材は使用していない。

表1 鉄鋼スラグ水和固化体の配合

配合	製鋼スラグの最大寸法 (mm)	粉体水比 (BP+CH+0.35FA)/W	単位量 (kg/m ³)						スランブ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)		
			水 W	高炉スラグ微粉末 BP	消石灰 CH	フライアッシュ (種) FA	製鋼スラグ SS	減水剤 (g/m ³) Ad			材齢 7日	材齢 28日	材齢 91日
A	20	2.46	269	602	60	0	1404	0	10.5	-	-	30.3	-
B	20	1.98	262	391	59	196	1369	0	10.5	-	-	26.7	-
C	20	2.69	252	621	62	0	1449	2200	10.0	-	17.2	27.1	-
D	20	2.12	228	364	36	260	1455	3600	25.5	-	13.0	23.9	-
E	40	2.46	269	602	60	0	1404	0	15.0	1.8	17.2	22.4	25.2

3. 海洋環境に及ぼす影響

海洋環境に及ぼす影響として、アルカリ成分の溶出性を調査した。

100×200mmの鉄鋼スラグ水和固化体制およびコンクリート製の供試体を材齢28日まで気中養生後、人工海水に浸漬し、pHの経時変化を測定した。

海水のpHの経時変化を図1に示す。鉄鋼スラグ水和固化体は、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートに比べてpHの上昇が小さく、特にフライアッシュを配合するとpHの上昇がほとんどない。この理由として、鉄鋼スラグ水和固化体の方が海水と直接接触するペースト部のCaO/SiO₂がコンクリートよりも低いこと、およびCa(OH)₂が反応により消費されるためと考えられる。これらはフライアッシュを配合するとより顕著になると考えられる。また、鉄鋼スラグ水和固化体を直径約300mmの根固め石として、岡山県水島港で31,000トン施工した際にも、海水のpH上昇は見られなかった。

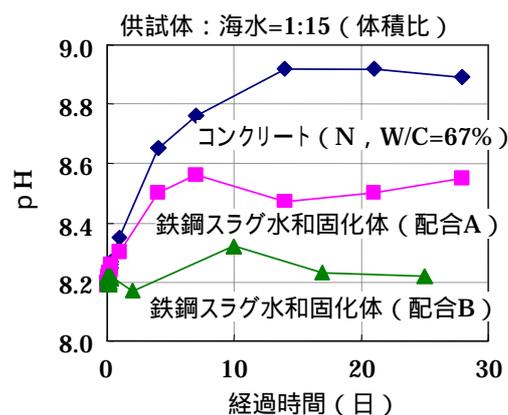


図1 人工海水へ浸漬した際のpHの経時変化

キーワード：鉄鋼スラグ、製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、固化体、海洋環境、生物付着

連絡先：〒721-8510 福山市銅管町1番地 JFE スチール(株) スチール研究所 TEL:084-945-4149 FAX:084-945-3840

4. 海洋環境下における生物付着性

4.1 微生物の付着性

練混ぜた材料を 5mm の篩でウェットスクリーニングし、26 × 76 × 26mm の型枠に打込み、材齢 28 日まで水中養生した後、これらの試料を 2001 年 1 月に千葉港の海中に暴露して、暴露初期に付着する微生物の付着数および試料表面の海水 pH を測定した。

鉄鋼スラグ水和固化体を海中へ暴露した際の付着微生物数の経時変化を図 2 に、またその際の試料表面の海水の pH の経時変化を図 3 に示す。付着微生物数は、鉄鋼スラグ水和固化体がコンクリートよりも約 5 倍多く推移する。また、試料表面の海水 pH は、鉄鋼スラグ水和固化体では暴露初期から対照区の海水と同じであるが、コンクリートでは暴露初期において高い。

4.2 大型生物の付着性

1999 年 12 月に鉄鋼スラグ水和固化体およびコンクリートからなる高さ約 2.0m の 5 トン型消波ブロックを製造し、2000 年 2 月に瀬戸内海の岡山県水島港の干満帯（消波ブロック下端潮位：MP+1.50m，平均潮位：MP+1.90m）に暴露した。付着生物の採取は、消波ブロックの沖側、陸側の上部（上端から約 30cm）および下部（下端から約 30cm）の 4 カ所から、それぞれ面積 20 × 20cm の正方形部分を刈り取るにより行い、60 で 24 時間乾燥後の質量測定および生物種の同定を行った。

付着生物質量の経時変化を図 4 に示す。付着生物質量は、コンクリートでは経過時間によりほとんど変わらないが、鉄鋼スラグ水和固化体では経過時間とともに増加する。付着生物の種類数の経時変化を図 5 に示す。付着生物の種類数は、コンクリートでは 10 ヶ月後の初期段階では 17 種類と少なく、時間とともに徐々に増加するが、鉄鋼スラグ水和固化体では 10 ヶ月後の初期段階から 32 種類と多い。

4.3 考察

微生物および大型生物の付着実験では、鉄鋼スラグ水和固化体はコンクリートよりも生物付着が多い結果が得られた。したがって、鉄鋼スラグ水和固化体は、一般的にコンクリートよりも付着生物が多いと考えられる。付着生物が多い理由として、鉄鋼スラグ水和固化体は、主原料である製鋼スラグ中に生物の成育に必須の元素である Fe, Si 等を含むこと、またアルカリ成分の溶出性が小さいため生物の成育を阻害しないことがあげられる。

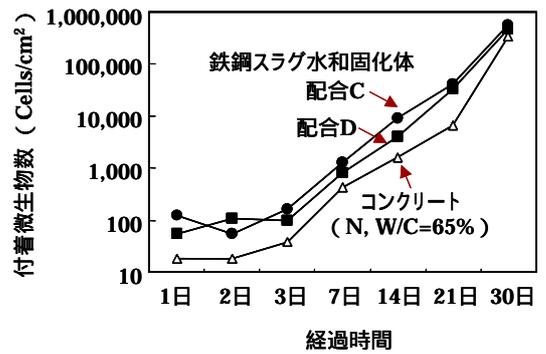


図2 海中へ暴露した際の付着微生物数の経時変化

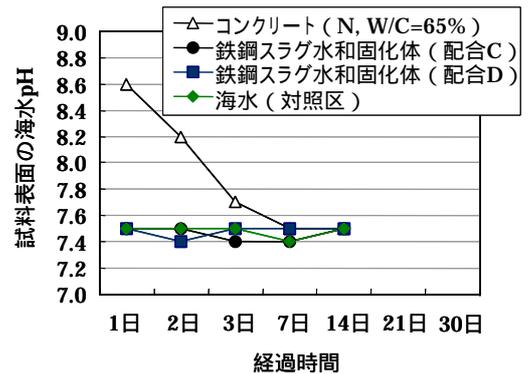


図3 海中へ暴露した試料表面の海水pHの経時変化

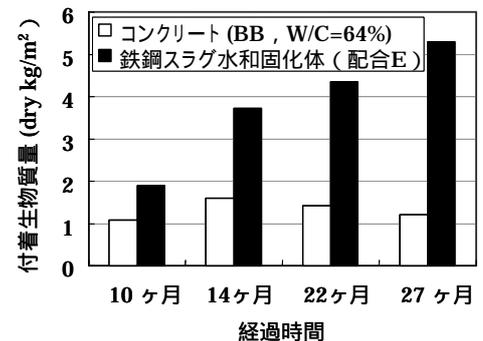


図4 付着生物質量の経時変化

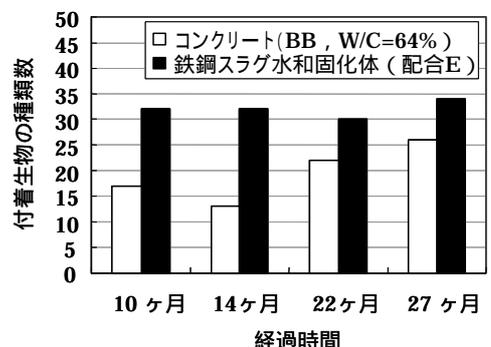


図5 付着生物の種類数の経時変化

文献

- 1) 小菊史男, 瀧田秀則, 山路徹, 松永久宏, 港湾技研資料, No.990, p.1, 2001
- 2) 高木正人, Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan, 9, p.531, 2002
- 3) 松永久宏, 小菊史男, 高木正人, 谷敷多穂, KANAVILLIL NANDAKUMAR, 土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集, -p.152, 2001