

VII-14 内湾の環境修復材料としての各スラグの物性評価実験

徳島大学大学院 正会員 上月康則 徳島大学大学院 フェロー 村上仁士
 徳島大学大学院 学生会員 大森稔寛 徳島大学大学院 学生会員 ○小倉貴文
 徳島大学 非会員 笹田純司 高松港湾空港技術調査事務所 法人会員 野田巖

1. はじめに

環境の修復・再生に関心が高まっている現在、従来の大量生産、大量消費、大量廃棄型社会を見直し、循環型の社会を形成しようとする動きが活発になってきた¹⁾。そんな中、2000年に廃棄物処理法が改正され、産業副産物の処理・処分も見直されている。そこで、本研究では、副産物である製鋼スラグ、銅水砕スラグ、高炉水砕スラグの性状を把握することで環境修復材料に使用することを考え、物性評価を行った。

2. 化学組成

製鋼スラグ、銅水砕スラグ、高炉水砕スラグおよび海砂の主要な化学組成を表-1に示す。製鋼スラグはケイ素、アルミニウム、カルシウム、銅水砕スラグでは鉄、ケイ素、高炉水砕スラグはカルシウム、ケイ素、アルミニウム、海砂はケイ素が高い割合で含まれていることが示された。

表-1 主要な化学組成

製鋼スラグ		銅水砕スラグ		高炉水砕スラグ		海砂	
化学成分	組成(%)	化学成分	組成(%)	化学成分	組成(%)	化学成分	組成(%)
Si	45.11	Fe	63.67	Ca	61.30	Si	68.15
Al	25.09	Si	24.14	Si	21.60	Al	9.57
Ca	12.19	Al	5.17	Al	11.23	K	8.75
Fe	9.68	K	1.87	S	2.34	Fe	3.26
S	3.37	Zn	1.89	Ti	0.71	S	3.01
Ti	1.93	Cu	1.67	K	0.95	Ca	6.13
K	1.99	Ca	1.44	Fe	0.89	Ti	0.39

3. 酸素消費

各材料に含まれている硫黄による酸素消費が考えられ²⁾、酸素消費が著しい場合、底生生物の生息を制限してしまう恐れがある。そこで、人工海水 100 ml 中に材料を 2 g 入れ、各材料の DO (溶存酸素) 消費量、酸素消費速度を求めた。

各材料の酸素消費量は、比較材料として用いた海砂と比べ、製鋼スラグは約 7 倍、銅水砕スラグはほぼ同程度、高炉水砕スラグは、約 1.3 倍であった。

酸素消費速度については、製鋼スラグ

表-2 酸素消費量および酸素消費速度

材料	酸素消費量(mgO ₂ /g)	酸素消費速度(mgO ₂ /g/day)
製鋼スラグ	0.447±0.020	0.022±0.001
銅水砕スラグ	0.060±0.018	0.003±0.001
高炉水砕スラグ	0.086±0.021	0.004±0.001
海砂	0.064±0.020	0.003±0.001

が 0.022±0.001 mgO₂/g/day、銅水砕スラグが 0.003±0.001 mgO₂/g/day、高炉水砕スラグが 0.004±0.001 mgO₂/g/day であった(表-2)。井上³⁾は、汚濁の進行した海域の底質による酸素消費速度は 0.72~1.92 mgO₂/g/day であるとしている。製鋼スラグ、銅水砕スラグおよび高炉水砕スラグは汚濁の進行した海域の底質と比較しても、酸素消費速度は非常に小さかった。

4. 酸揮発性硫化物含有量(AVS)

材料の成分中に含まれている硫黄が硫化物として底泥中、間隙水中に多くの硫化物が存在することで、底生生物の生息に影響を及ぼすことが知られている⁴⁾。そこで、各材料中の硫化物量を把握するために AVS 含

有量を、ガステック検知管法で測定した。粒径は、篩 250 μm を通過したものを対象とし、河口干潟の底泥（以下、泥）と比較した。各材料中の AVS 含有量を表-3 に示す。

表-3 AVS 含有量

材料	AVS(mg/dryg)
製鋼スラグ	0.02 $\pm$ 0.01
銅水砕スラグ	N.D
高炉水砕スラグ	3.98 $\pm$ 0.25
海砂	N.D
泥	0.48 $\pm$ 0.02

製鋼スラグの AVS 含有量は 0.02 $\pm$ 0.01 mg/dryg で、泥と比較して 1/24 であった。銅水砕スラグの AVS 含有量は、ガステック検知管法では、定量限界以下を示した。高炉水砕スラグの AVS 含有量は 3.98 $\pm$ 0.25 mg/dryg で、泥と比較して約 8.5 倍であった。製鋼スラグは、酸揮発性の硫化物が少量しか含まれていなかったのに対し、高炉水砕スラグは酸揮発性の硫化物が多く含まれていたことがうかがえる。以上のことから、製鋼スラグおよび銅水砕スラグを環境修復材料として用いた場合、AVS 含有率に関しては問題ないと考えられるが、高炉水砕スラグについては硫化物の発生源となる可能性がある。

5. 間隙水の pH

各材料中に含まれるカルシウムが水と反応することにより、カルシウムイオンになる。その際に、水酸化物イオンが増加することが予想され、海水の pH 上昇につながる恐れがある⁵⁾。強アルカリ条件下では、生息できる生物は少ないといわれている。そこで、各材料を人工海水に投入した際の pH の変化を把握した。

図-1 に各材料による pH 変化を示す。人工海水に製鋼スラグを投入した系では、大幅な pH 上昇がみられ、pH10 程度の強アルカリ性になった。銅水砕スラグを投入した系は、人工海水のみと比較して同様の傾向を示した。高炉水砕スラグを投入した系は、若干の pH 上昇がみられたものの、環境基準の pH7.8~8.3 範囲内であった。海砂を投入した系は、人工海水のみと同様の傾向であったことから、銅水砕スラグは pH 上昇に影響がないと考えられる。また、いずれの系においても実験開始 72 時間で pH の上昇が収まっており、平衡状態に達したと考えられる。これらのことから、製鋼スラグによる海水の pH への影響は非常に大きく、銅水砕スラグ、高炉水砕スラグによる海水の pH への影響は軽微であることがわかった。

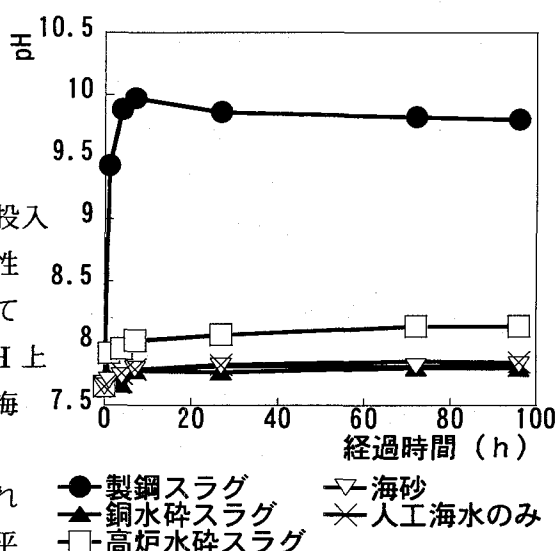


図-1 各材料による pH 変化

6. おわりに

製鋼スラグは、天然の骨材と比較して、酸素消費量および酸素消費速度が多く、海水の pH への影響が大きいことから、環境修復材料としての用途を制限してしまう恐れがある。銅水砕スラグを環境修復材料として用いた場合、天然の骨材と比較しても遜色のないことが示された。高炉水砕スラグは、AVS 含有量が天然の骨材と比較して高く、底生生物の生息を制限してしまう可能性がある。

参考文献

- 1) 元木卓也, 鶴谷広一 (2002): 鉄鋼スラグ水和固化体の性質および活用事例について, pp.89-92
- 2) 井上祐雄 (1998): 底質改良技術, 沿岸の環境圏, フジ・テクノシステム, pp.637-646
- 3) (株) ぎょうせい (2003): 海の自然再生ハンドブック その計画・技術・実践 第2巻 干潟編
- 4) 千山善幸 (1998): 底質改良技術, 沿岸の環境圏, フジ・テクノシステム, pp.1147-1158
- 5) 沼田哲始, 宮田康人, 豊田恵聖, 佐藤義夫, 小田静 (1999): 製鋼スラグの底質改善への適用性 (第1報) p.291