

VII-49

転炉スラグの生物膜付着型担体としての利用に関する基礎的研究

建設省 正会員 ○堂蘭洋昭
九州大学工学部 正会員 大石京子
同上 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

製鉄過程で発生する転炉スラグは年間約1000万トンあり、その約1割は産業廃棄物として埋立て処分されているため、その有効利用法が検討されている。これまでに、富栄養化した水域において底泥の覆砂材として利用され、底泥からのリン溶出の抑制に効果が認められている¹⁾。スラグ類は可溶性のアルカリ成分に富み、水中で長期間にわたって溶出することが報告されている。これはリン吸着能の維持には効果的であるが、水域のpHの上昇、特にスラグ表面近傍の高pHは生物への影響が懸念される。本研究は、このような転炉スラグを水域における生物付着担体としての利用の可能性について検討するものである。スラグ担体に高密度に生物を集積させるため、細粒化したスラグを熔融焼成する必要がある。そこで、未処理のスラグ、1170℃において溶融したスラグ、対照として玄武岩を河川に設置して生物膜の付着特性について検討した。

2. 実験方法

未処理の転炉スラグを粒径毎に5.00～9.52mm (粒径1)、0.85～1.40mm (粒径2)、0.425～0.850mm (粒径3)、0.30mm以下 (粒径4) にふるい分けし、それぞれ5.0gと蒸留水1lをビーカーに入れ、スターラーを用いて300rpmで攪拌した。溶出開始後のpH変化と、溶出液のアルカリ度 (pH5.6までの酸消費量)、さらにICP-MSを用いて溶出元素の分析を行った。溶液を取り除いた後のスラグに新たに蒸留水を加え、上記の実験を繰り返して行った。また、溶融スラグからの溶出には粒径3を用いた。

次に、転炉スラグの生物膜付着特性を調べるために、ステンレス製の金網で製作した籠に粒径0.85～1.40mmにふるい分けした未処理及び溶融スラグ及び玄武岩を別々に入れ、下水処理場放流口付近の河床に放置した。数日おきにそれぞれを少量ずつ採取し、表面に付着した生物量をINTの還元を利用した脱水素酵素活性で測定した。また、それぞれの試料の付着物を85%のアセトン溶液で抽出し、その蛍光スペクトルを測定した。

3. 実験結果及び考察

溶出開始と共にpHは急速に上昇し、最終的には粒径が小さい粒径4で11.6、粒径が大きい粒径1で10.2と全ての粒径で10以上の高い値を示した。アルカリ度を測定した結果を図1に示す。粒径の小さい転炉スラグほどアルカリ成分の溶出量が多く、これは、単位質量当たりの比表面積が大きいと推測される。従って、転炉スラグの河川への設置に際し、アルカリ成分の溶出抑制が必要な場合は粒径を大きくするか、あるいは前処理として水中に放置してアルカリ成分を溶出させる必要がある。さらに、未処理及び溶融スラグの溶出を比較した結果、アルカリ度及びpH共に両者にはほとんど差は認められなかったことから、溶融処理はアルカリ成分の溶出に影響しないものと考えられる。ICP-MSで溶出元素を測定した結果、Ca、Si、Al、Mgの順に溶出量が多かった。

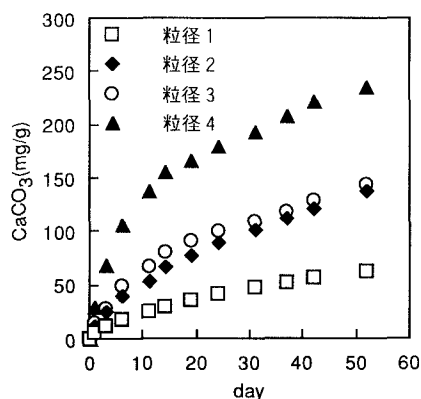


図1. 粒径別転炉スラグからのアルカリ成分溶出の経時変化

キーワード：転炉スラグ、生物膜付着担体、アルカリ成分、溶出

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学工学部建設都市工学科 TEL 092-642-3303 FAX 092-642-3322

各元素の溶出量はスラグ中の含有率が大きいものほど多かったが、含有量の3番目に多かったFeの溶出量は他の元素に比べ極端に少なかった。図2と3に、それぞれ溶出量の多かったCaとSiの溶出曲線を示す。Caの溶出曲線はアルカリ度のそれと比較的よく一致している。また、溶出物の結晶をX線解析で分析した結果、 CaCO_3 と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ とを同定した。溶出の際にpHが急激に10以上に上昇したことから、スラグ中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出後、水中の CO_2 と反応して CaCO_3 を形成したものと考えられる。一方、Siの溶出曲線は粒径1～3はアルカリ度やCaの溶出と同じ様な傾向を示したが、粒径4は極端に溶出量が小さかった。これらの結果から、各含有物質の溶出速度及びその量は、粒径の選定により制御可能であると考えられる。

次に、各試料への生物膜の付着状況を調べた結果を図4に示す。付着生物の脱水素酵素活性は時間の経過に伴い増加した。玄武岩に比べて、スラグの脱水素酵素活性は高く、特に未処理のスラグでは溶融焼成後のものに比べて2倍以上大きかった。更に、生物膜が付着した試料のアセトン抽出液の蛍光スペクトルはクロロフィルと同じ670nm付近に吸収を示した。河川に設置する前の試料のアセトン抽出液にはこのような吸収スペクトルは認められなかったことから、植物プランクトンを含む生物膜が試料の表面に形成されていると考えられる。また、未処理スラグの脱水素酵素活性は溶融スラグに比べて大きいにも関わらず、前述のように溶出特性には溶融前後で大差はなく、また玄武岩に比べても高い脱水素酵素活性を示した。したがって表面のpHやアルカリ成分の溶出量が原因ではないと考えられる。そこで、SEMを用いて溶融前後の転炉スラグ及び玄武岩の表面を観察したところ、未処理のスラグの表面は凹凸が多く複雑な形状を示しているのに対し、溶融後のスラグ及び玄武岩の表面は非常に滑らかであり、その形状に大きな違いがみられた。また、図4より生物膜が付着したスラグからの溶出液のpHは10以上であり、またアルカリ度も高かったことから、スラグは河川に設置した場合でも表面のpHが非常に高い段階から微生物膜は付着するものと考えられる。このように転炉スラグは脱アルカリ処理しなくとも生物膜担体として充分利用できるものと考えられる。

4. まとめ

可溶性のアルカリ成分に富む転炉スラグの生物膜付着担体としての利用の可能性について検討した結果、スラグ表面近傍のpHが非常に高い段階から、植物プランクトンを含む生物膜が形成されることが示唆された。

参考文献

- 1) 伊藤一明、西嶋渉、正藤英司、岡田光正（1996）鉄鋼スラグ散布による沿岸海域でのリン除去の基礎的研究－室内実験と長期現場実験－、水環境学会誌、vol19、pp501－507

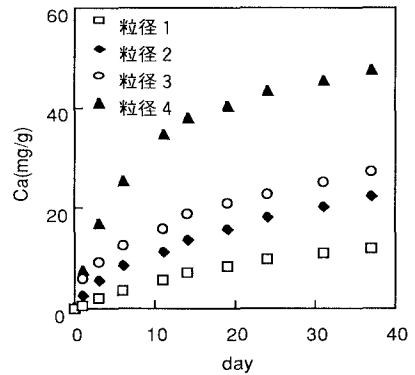


図2. 粒径別転炉スラグからのCaの溶出量

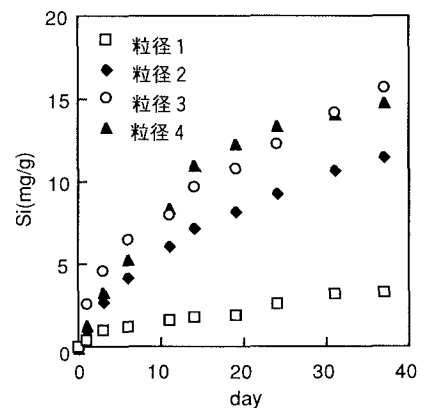


図3. 粒径別転炉スラグからのSiの溶出

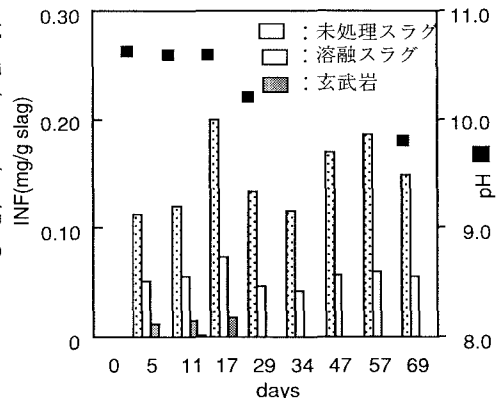


図4. 未処理スラグ、溶融スラグ及び玄武岩への生物膜付着特性