

石炭灰の緩衝能と重金属の溶出特性の関係

防衛大学校建設環境工学科 学 竹内義和, 正 末次大輔, 正 宮田喜壽

1. はじめに

火力発電所等から排出される石炭灰を地盤材料として積極的に利用するためには、周辺の地盤環境の影響を配慮できる利用技術の開発が必要である。石炭灰には土壤環境基準で規制されている有害な物質が含まれている場合が多く、地盤材料として使用する際にそれらが環境基準を超えて溶出する可能性がある。有害物質の溶出を左右する石炭灰の性質は原炭や燃焼方法等によって大きく異なると考えられるので、使用する石炭灰によって溶出特性は様々であると考えられる。著者らは洗浄によって石炭灰中の有害物質を除去すれば、溶出濃度を低減させることができることを示した¹⁾。洗浄による石炭灰の無害化技術を実用的なものにするためには、石炭灰の多様性に対応できる合理的な洗浄方法について検討する必要がある。本研究では石炭灰の化学的あるいは物理化学的性質に着目して、石炭灰の洗浄方法について検討した。本論文では、石炭灰の洗浄実験の結果を示し、石炭灰の緩衝能と重金属の溶出特性の関係について考察する。

2. 実験の概要

本研究で使用した石炭灰は、国内の火力発電所より採取したフライアッシュである。蛍光 X 線回折による石炭灰の化学成分組成と、本研究で対象とした含有量と環境庁告示第 46 号に基づく溶出量を表 - 1 に示す。本研究で使用した石炭灰の化学成分は、その大部分はシリカ (SiO_2) とアルミナ (Al_2O_3) であり、六価クロムが環境基準値の 2 倍以上溶出するものである。本研究では、石炭灰に水を加えた混合物（以下、石炭灰懸濁水と呼ぶ）に所定量の硫酸を加えて攪拌する実験を行い、石炭灰の緩衝能とクロムの溶出特性の関係を調べた。実験は次の手順で行った。まず、所定量の硫酸を石炭灰懸濁水（固液比：1:10）に加え 60 分間スターラーで攪拌した。そして、懸濁水をろ過した後、ろ過水中のクロムの濃度を測定した。最後に、ろ過した石炭灰に対して環境庁告示第 46 号に準ずる溶出試験を行った。なお、本研究で着目した物質はクロムである。

3. 実験結果と考察

洗浄時の石炭灰懸濁水の pH とクロムの除去量の関係を図 - 1 に示す。全クロムの除去量は、懸濁水の pH が低いときほど多くなるが、六価クロムの除去量は、pH=7 以下になると少なくなる。これは、使用した酸が硫酸であることと、石炭灰から溶出する物質の中に還元物質が存在したためであると推察される。洗浄した石炭灰の環境 46 号による溶出試験結果と洗浄による除去量の関係を図 - 2 に示す。洗浄時の懸濁水の pH が pH=12 と pH=7 の場合を比較すると、pH=7 のときの方が洗浄による除去量が多かったにもかかわらず、洗浄後の溶出試験の結果では、ほぼ同じ溶出濃度を示した。このことは、洗浄時に重金属類を多く除去しても必ずしも溶出濃度を低減できるものではないことを示唆している。そこで、石炭灰の緩衝能の観点より洗浄効果について考察する。溶出試験の結果と洗浄時の懸濁水の pH の関係を図 - 3 に示す。洗浄時の pH が pH=7 付近までは、クロムの溶出濃度は低下しないが、それ以下になると急激に溶出濃度が低下する。次に、洗浄後の石炭灰の pH と洗浄時の懸濁水の pH の関係を図 - 4 に示す。洗浄時の pH の変化は、図 - 3 のクロムの溶出濃度の変化と同様の傾向が見られ、洗浄時に pH を pH=7 まで低下させて洗浄を行っても石炭灰の pH は低下しないが、それ以下になると急激に pH が低下する。図 - 3, 4 に示したように石炭灰の pH の変化に着目すれば、洗浄によるクロムの溶出低減は石炭灰の緩衝能に左右されている考えることができる。洗浄後の石炭灰のクロム溶出濃度と洗浄後の石炭灰の pH と溶出試験に用いた溶媒の pH の比 B との関係を図 - 5 に示す。なお、 B は 1 に近づくほど緩衝能が小さくなると

キーワード：石炭灰, 重金属, pH

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5913

いう指標である。B が 1 に近づくように洗浄を行うと、溶出濃度を環境基準値以下に低減できることがわかる。このことを検証するため、クロムの溶出濃度が基準値を上回る石炭灰について、石炭灰の緩衝能ができる限り小さくなるように洗浄した。その結果を図 - 5 に併記している。洗浄後の石炭灰の B は 1.4 となって、クロム溶出濃度は環境基準を下回る結果となった。

4. まとめ

本研究では石炭灰の緩衝能とクロムの溶出特性について検討した。その結果、石炭灰中のクロムの溶出低減を図るためには、石炭灰の緩衝能を小さくするような洗浄を行う必要があることが明らかとなった。

参考文献

1) 末次ら：第 39 回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.2373-2374，2004。

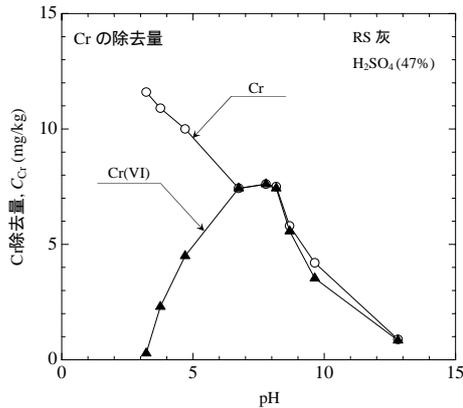


図 - 1 洗浄時の pH とクロムの除去量の関係

項目	分析値	分析方法
SiO ₂	56.7	蛍光 X 線回折 (%)
Al ₂ O ₃	22.9	
CaO	3.0	
P ₂ O ₅	5.4	
Fe ₂ O ₃	9.2	
TiO ₂	0.9	
K ₂ O	1.1	
合計	99.2	
含有量および溶出試験		
T-Cr	47	全量分析 (mg/kg)
6-Cr	0.13	環境庁告示第 46 号 (mg/L)

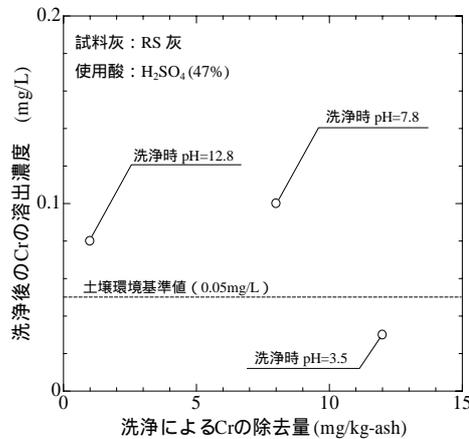


図 - 2 洗浄後の Cr 溶出濃度と除去量の関係

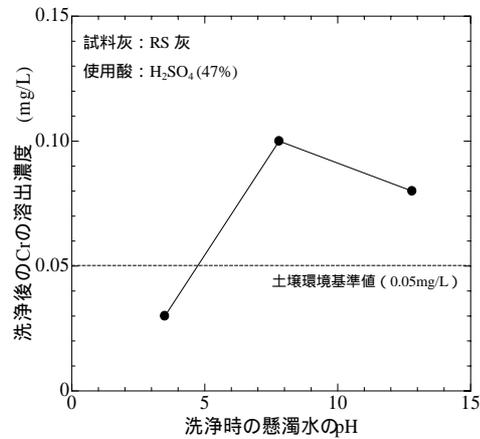


図 - 3 洗浄後の Cr 溶出濃度と懸濁水の pH の関係

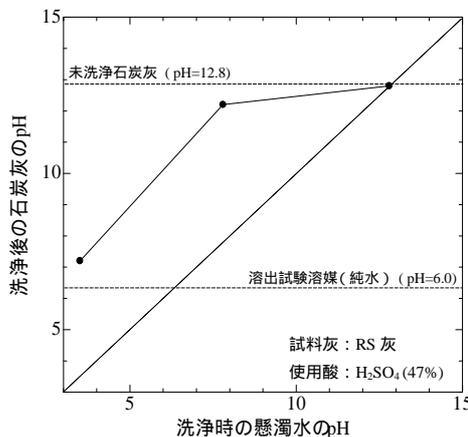


図 - 4 洗浄後の石炭灰の pH と懸濁水の pH の関係

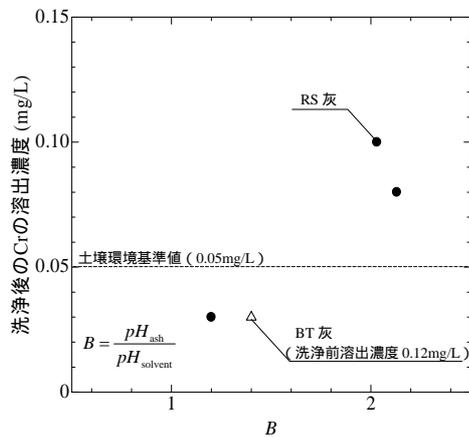


図 - 5 洗浄後の石炭灰の pH と B の関係