

回転振とう併用による炭酸ガスを用いた石炭灰洗浄の高度化

茨城大学 学生会員 南野慧子，正会員 小峯秀雄

フェロー会員 安原一哉，正会員 村上哲

岡三リビック(株) 正会員 小浪岳治 正会員 工藤章光

1. はじめに

石炭火力発電所の増設による石炭灰の増加が予想されている。石炭灰中には、微量ではあるが六価クロムやホウ素など、人の健康に影響を及ぼす物質が含まれており、「土壤の汚染に係わる環境基準」(以下、土壤環境基準と記述する)を超えるものもある¹⁾。これらが石炭灰の有効利用の促進を妨げ、処分方法も制限しているのが現状である。そこで、石炭灰を洗浄するなど、環境負荷低減技術の開発が求められている。伊藤ら²⁾の実施した回転洗浄実験結果により、洗浄回数の増加に伴い洗浄液の水質がアルカリ性から中性へと変化した場合の洗浄実験において、六価クロム・ホウ素溶出濃度が減少する傾向が確認された。これより、石炭灰スラリーのpH値を中性域に制御する方法として、石炭火力発電所から排出される炭酸ガスに着目した。炭酸ガスによる洗浄実験を行った結果、大きな洗浄効果が確認されたため、本実験では回転振とうを併用した炭酸ガスによる石炭灰の洗浄実験を行い、洗浄効果を検討することを目的とする。



図1 実験状況

2. 使用した試料

表1に使用した石炭灰4種類の溶出特性を示す。環境省から告示されている「土壤の汚染に係わる環境基準値」において、六価クロムは0.05mg/L以下、ホウ素は1.0mg/L以下と定められている。表1の値は石炭灰Cの六価クロム溶出量を除いて、この値を超過している。

表1 使用した試料の溶出濃度

試料	六価クロム	ホウ素
A	0.092~0.102	4.1~5.6
B	0.388~0.449	21.6~28.8
C	0.01	1.6~1.9
D	0.112~0.122	4.3~6.4

3. 実験の概要¹⁾

本実験では、500mLのビーカー内に、石炭灰試料と蒸留水を1:2(質量比)の割合で投入し、蒸留水を用いて5分間、液化炭酸ガスポンベから炭酸ガスを注入しながら、振とう機(TAITEC社製、ダブルシェーカーNR-3)を併用した洗浄を行った(図1参照)。この洗浄条件を表2に示す。また比較実験として石炭灰Bを用い、回転振とうを併用せず、炭酸ガスを30分注入後ビーカーに石炭灰を投入して炭酸ガスを注入しながら5分洗浄した。洗浄後30分程度ビーカーを静置し、洗浄液と石炭灰は吸引ろ過装置を用いて分離した後、石炭灰は110℃で4時間以上炉乾燥した。溶出濃度測定は、環境庁告示46号試験に準拠し行い、多項目迅速水質分DR2010(HACH社製)を用いて、検液中の六価クロム濃度はジフェニルカルバジド吸光光度法により、ホウ素濃度についてはカルミン法に基づき測定した。

単位：(mg/L)

表2 実験条件

洗浄液	蒸留水
洗浄時間	5分
繰り返し回数	5回
固液比	1:2
ポンベ出力	0.02(MPa)
回転速度	150回転/分
回転振幅	10mm

4. 実験結果と考察

(1) 洗浄液のpHの変化

図2に示すように洗浄液のpHはpH6~7の中性域に制御されている。これは炭酸ガスを注入することにより洗浄液が酸性雰囲気となり、アルカリ性を示す石炭灰を投入することによって洗浄液が中性雰囲気となったと考えられる。洗浄廃液のpHも中性域に制御されるため、廃液処理のコスト低減が可能と考えられる。また、洗浄1回目で洗浄液pHが酸性であった石炭灰Cでは、洗浄回数と共に洗浄液pH

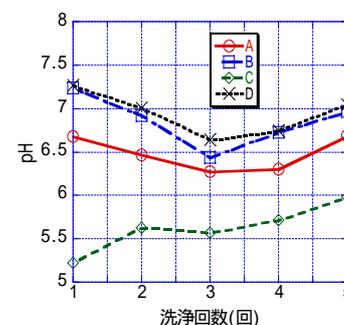


図2 洗浄液 pH の変化

キーワード：石炭灰，洗浄，pH，炭酸ガス，有害物質，環境負荷低減技術

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢4-12-1，TEL：0294-38-517763，FAX：0294-38-5268

が中性域に変化している。

(2) 溶出濃度変化および考察

図3に回転振とうを併用した炭酸ガス繰り返し洗浄実験での(a)六価クロムおよび(b)ホウ素溶出量変化を示す。ただし、図の縦軸0.05および1.0の位置に描かれている直線は六価クロムおよびホウ素の土壤環境基準値を示している。図3(a)に示すように、4種類の石炭灰において六価クロムの溶出量を土壤環境基準値以下に低下することができた。洗浄2回目で石炭灰B以外の石炭灰の六価クロム溶出量は土壤環境基準以下となり、その後溶出量が増加することもなかった。さらに、洗浄3回目で石炭灰Bにおいても土壤環境基準値以下に低減できた。

図3(b)より石炭灰Aは3回目、石炭灰Cにおいては洗浄1回目でホウ素の溶出濃度を土壤環境基準値以下に低減できた。石炭灰B、Dにおいて5回の繰り返し洗浄では土壤環境基準値以下まで低減できなかったが、石炭灰Bでは土壤環境基準値の2.3倍、石炭灰Dでは1.1倍にまで低減できた。

以上より本実験での石炭灰の洗浄効果は高く、石炭灰洗浄が炭酸ガスの有効利用方法として提案できると考える。また、図3(a)、(b)より六価クロム、ホウ素ともに洗浄3回目までの洗浄効果が大きいと確認できる。

(3) 回転振とう併用による洗浄効果の向上

図4に石炭灰Bでの(a)六価クロムおよび(b)ホウ素の洗浄効果に関して、炭酸ガス洗浄と回転振とう併用での実験結果を比較したものを示す。この結果より、回転振とうを併用することで洗浄5回目での溶出濃度に大きな差異はないが、少ない洗浄回数で溶出濃度の大幅な低減が可能であることが分かる。この二つの洗浄実験では、炭酸ガス濃度に関する実験条件が異なる。回転振とう併用繰り返し洗浄実験は炭酸ガスの注入時間が短いことと、回転振とうによる濃度の低下により洗浄液の炭酸ガス濃度が低いと考えられる。しかし結果を比較すると、回転振とうを併用したことによる二つの要因によって洗浄効果が向上したと考えられる。一つは回転振とうの洗浄効果、さらに回転振とうによる攪拌によって炭酸ガスを注入した洗浄液で石炭灰が洗浄されやすくなったことである。また、炭酸ガスを用いない回転振とうのみの洗浄では、石炭灰Bの溶出濃度低減が本実験の1/2程度に止まることが既往の研究²⁾より分かっている。これより、炭酸ガス洗浄に回転振とうを併用することで溶出濃度低減効果が向上すると言える。

5. まとめ

本研究では回転振とうを併用した炭酸ガスによる石炭灰の洗浄実験を実施し、以下の結果を得た。

洗浄液のpHを制御した回転振とう併用での炭酸ガス洗浄実験を行う洗浄システムを構築した。回転振とうを併用した炭酸ガスによる石炭灰の洗浄は石炭灰の六価クロムおよびホウ素溶出濃度の低減に効果を確認した。実験室レベルでの石炭灰環境負荷低減技術を確立した。本実験が炭酸ガスの有効利用方法の一つとして提案できることを実証した。炭酸ガス洗浄に回転振とうを併用することで洗浄効果の向上が図れることを確認した。

参考文献 1) 片岡哲之・田中幸久・小峯秀雄：洗浄による石炭灰およびゴミ固形燃料焼却灰の環境負荷低減技術に関する実験的検討 - 六価クロム、セレン、砒素およびホウ素の洗浄化効果 - 調査報告：U 01014,財団法人電力中央研究所報告,2001. 2) 伊藤徹・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・堀内澄夫：回転洗浄における洗浄液のpHの変化からみた石炭灰からの六価クロム・ホウ素の洗浄効果の検討：第39回地盤工学研究発表会 平成16年度発表講演集, pp619-620.

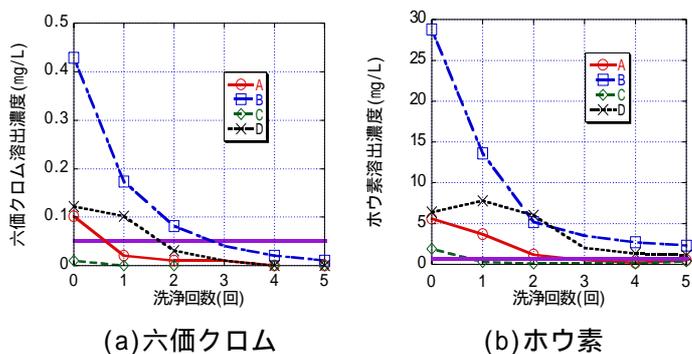


図3 実験結果

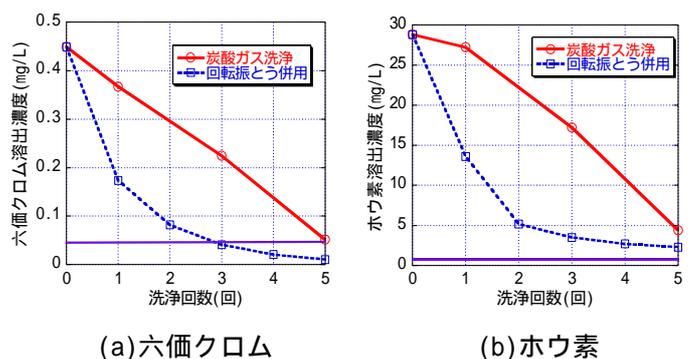


図4 洗浄効果比較