

浸透圧密を利用した焼却飛灰の洗浄効果について

早稲田大学 学生会員 ○山口 洋志
 早稲田大学 正会員 赤木 寛一
 早稲田大学 学生会員 大和田 貴博
 早稲田大学 学生会員 楠 謙吾

1. はじめに

一般に廃棄物の焼却処理に伴い発生する焼却飛灰や火力発電所から排出される石炭灰は、埋立処分される他、再利用ではコンクリートの骨材や土壌改良材などに有効利用されている。この再利用化率は年々向上しているものの、これらの中には鉛、クロムをはじめとする重金属類が含まれていることもありその処理を困難にさせている。近年、環境問題への関心が高まる中、こうした重金属は環境への負荷や人体への悪影響が懸念されている他、最終処分場の残余年数の観点からも焼却灰の処理技術の開発は重要である。ここでは、産業廃棄物焼却場から発生した焼却飛灰について浸透圧密を適用して含有重金属の洗浄を試み、その効果を実験的に調査した。

2. 浸透圧密試験について

浸透圧密試験とは今井(1979)の「Development of a new consolidation test procedure using seepage force」により提案された圧密試験方法である。この試験方法は通常の試験方法の適用範囲外である泥水ともいえる浚渫埋立て粘土を対象とした圧密試験方法で、圧密圧力が $p = 1\text{kPa}$ 以下の低応力域の圧密特性を求めることが出来る。図 2.1 に試験機の概略を示す。試験機は主に圧密装置、上流タンク、下流タンク、コンプレッサーからなり、上流タンクには高压、下流タンクには低压を作らせ、その圧力差による浸透圧によって試料を圧密する。

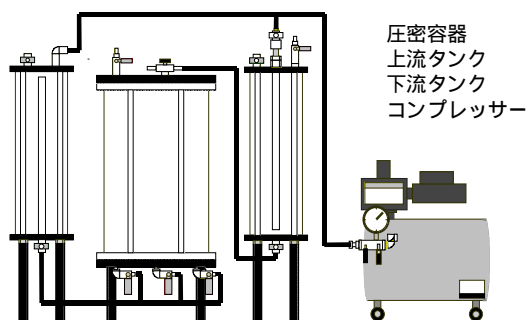


図 2.1 浸透圧密試験機

3. 実験方法

浸透圧密では浸透力によって供試体を圧密脱水させること、そして、供試体の大部分の間隙水が浸透水(ここでは、水道水)と置換することから、焼却飛灰中に含まれている重金属について、試験前後の試料および排液中の重金属濃度を溶出試験により調べることにし、その洗浄効果を確認することができる。本実験では試料は実際に産業廃棄物処理場から排出されたものを使用した。その基本性状は比重 2.84、 $\text{pH}12.77$ であった。飛灰に含まれる重金属の ICP を利用した溶出試験結果を表 3.1 に示す。表 3.1 より、クロム、鉛、亜鉛が高濃度で検出されたため、これらの元素に注目し、洗浄効果を調べることにした。投入試料は比重 1.2 に調整した後、試料を飽和させるために 48 時間程度静置したものを使用する。試験では調整後の試料を圧密容器に投入し、2 時間静置後コンプレッサーによりタンクに圧力をかける。圧密圧力は 20、40、60、100kPa の 4 種類とし、圧密時間を 6 時間とした。試験終了後、脱水ケーキ、下流タンク内の排液の分析を行う。

表 3.1 飛灰の溶出試験結果

元素	環境基準 ppm	溶出濃度 ppm
カドミウム	0.01	0
クロム	0.05	0.0837
銅	—	0.0057
鉛	0.01	0.0677
亜鉛	—	0.0487

4. 結果と考察

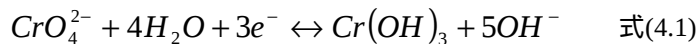
下流タンクの排液についての重金属分析結果と脱水ケーキの分析結果を図 4.1、および図 4.2～図 4.4 に示す。ここで、図 4.1 において実験開始後に下流タンク内に流入する透水量の最初 2.7～2.8l は実験開始時に供試体に含まれていた初期間隙水量に相当する。

キーワード 圧密 浸透 フライアッシュ 洗浄 重金属

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1-58-205 TEL03-5286-3405

a) クロムの洗浄効果

図 4.1 を見ると初期間隙水量である 2.7~2.8l あたりまではほぼ等量の濃度となっており，その後減少していくことがわかる．また，図 4.2 から，未洗浄のものと比べクロム濃度は若干減少していることがわかるが，環境基準である 0.05ppm を下回ることができなかった．これらの要因として液相の pH の影響が考えられる．焼却飛灰の液性は強アルカリになることが知られており，アルカリ中において 6 価クロムは以下のような還元反応状態に置かれることが知られている．



ここで生成された $\text{Cr}(\text{OH})_3$ は水に不溶だが，約 pH10 で溶解し始め pH12 を超えると溶解量が激増し約 pH14 で全溶し Cr^{3+} が溶出してくる．本実験では，実験開始時には供試体の pH は 12.77 であったが連続的に流入してくる浸透水(水道水)のため pH が徐々に下がっていき，クロムが溶出しにくくなり下流タンク内の廃液に含まれるクロムの濃度も減少していったものと考えられる．

b) 鉛，亜鉛の洗浄効果

図 4.1 より，鉛，亜鉛の溶出濃度は透水量の増加とともに増えていく傾向が見られた．また図 4.3，4.4 から未洗浄のものと比べて実験後のケーキはどの圧密圧力のケースでも明らかに溶出濃度の減少が見られ，鉛については環境基準を下回ることができた．鉛は液相の pH が 9.6 付近までは溶出濃度が減るが，これ以上になると急激に溶解する性質をもっている．浸透水の流入により液相の pH が弱まるものの比較的高いアルカリ性を維持しているため，液相の pH が溶解を妨げるのにはあまり影響を及ぼしていなかったためと考えられる．亜鉛についてもほぼ同じようなことがいえる．

5. まとめ

飛灰を用いた浸透圧密試験の結果，浸透圧密による洗浄効果が示された．しかし，元素によっては pH により，溶出量が大きく変化するため洗浄効果を上げるためには浸透させる水の pH を変化させることも必要となる．

謝辞

本研究の実施にあたって，平成 14 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2) No.13650550)の援助を得たことを付記し謝意を表す．

参考文献

- J I S ハンドブック 2002 環境測定 水質，日本規格協会
 渋谷政夫: 土壌汚染の機構と解析，産業図書
 高田直俊: 浸透圧密試験について(一次元圧密条件と間隙水圧の連続測定)，第 30 回土質工学研究発表会，pp447 - 448，H 7 年

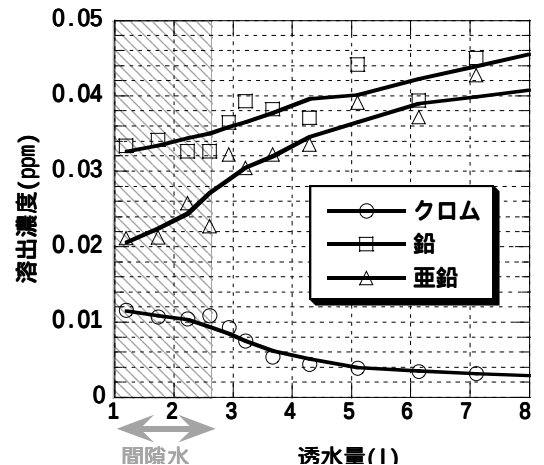


図 4.1 透水量と下流タンク廃液の溶出濃度

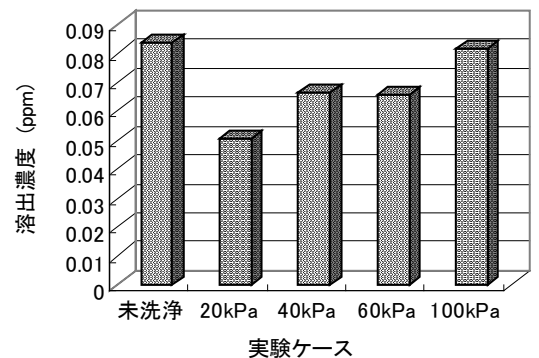


図 4.2 クロムの溶出試験結果

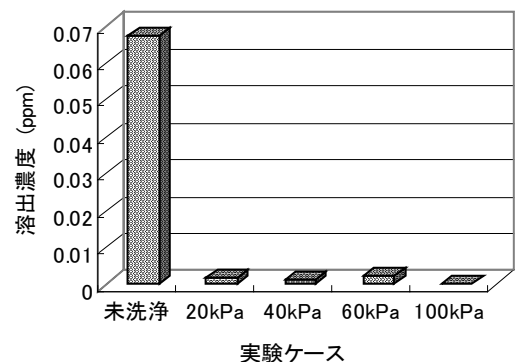


図 4.3 鉛の溶出試験結果

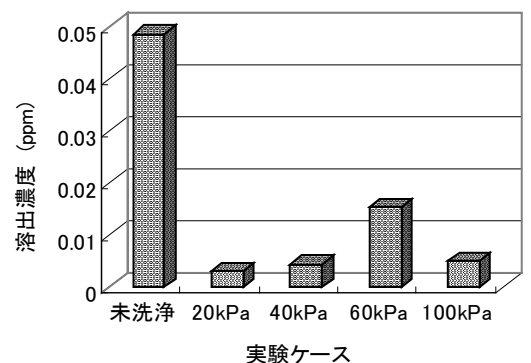


図 4.4 亜鉛の溶出試験結果