

CO₂曝気と加熱処理を利用した水循環による 焼却灰海面埋立地盤の安定化効果に関する基礎的検討

九州大学工学部 ○学 峰 隆典

九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

1. はじめに

海面埋立処分場では間隙水の移動が緩慢であるため埋立地内が嫌氣的な状態になり、有機物の分解速度が遅く処理性の悪い水質が長期間継続する。しかし、海面埋め立て処分場の跡地は有効に利用されることが前提であり、海面埋め立て処分場の早期安定化が望まれる。既往の研究により、CO₂で曝気した浸出水の循環による鉛溶出抑制効果¹⁾、および焼却灰の加熱養生による強度増加²⁾、重金属溶出抑制効果³⁾が確認されている。本研究では、焼却場等からの排ガスで海面埋立処分場からの浸出水を曝気することを想定し、浸出水にCO₂を強制的に溶解させ、加熱処理を施し循環させる手法による海面埋立処分場からの重金属溶出抑制効果、並びに地盤の力学的な安定化効果について検証する。

2. 液固比の違いによる溶出挙動の変化

海面埋立地では埋立の進行に伴い、液固比（本研究では液固比を、対象領域中の水分と対象領域中の焼却灰に含まれる水分の和と、対象領域中の焼却灰の固形分との質量比と定義する）が徐々に減少していく。そこで、液固比の違いによる溶出挙動の変化を把握するため、環境省告示 13 号試験に準拠した溶出試験を行ない、pH、Ca、Cr、Cu、Cd、Pb の測定を行なった。その結果を図 - 1 ~ 図 - 3 に示す。図 - 1 より、液固比の減少とともに pH は増加するものの、変化幅は小さく、液固比が大きい場合でも上澄み液は pH=12 程度であり、強アルカリ性を示すことがわかる。図 - 2 より、Ca 濃度は液固比 10 までは液固比の増加とともに増加し、液固比 10 以降は液固比の増加とともにやや減少する傾向が得られた。また図 - 3 より、液固比の減少とともに Pb 濃度は増加することがわかる。環境省告示 13 号試験では海面埋立の場合は液固比を 33 として溶出試験を行なうよう定められているが、図 - 3 に示すように、溶出試験で Pb 濃度が排水基準値（0.1ppm）以下であっても、実際の埋立処分場からの浸出水、特に埋立終末期の処分場（液固比 1 程度）からの浸出水は排水基準値を超える可能性があることを示している。また、図は示していないが、Pb 濃度と同様に、液固比の減少とともに Cr、Cu 濃度は増加する結果が得られている。Cd は検出されなかった。

3. カラムを用いた浸出水循環実験

3.1 実験概要

実験に用いた試料は A 市の焼却処理施設より採取した都市ごみ焼却灰の内、粒径が 4.75mm 以下のものを使用した。実験条件を表 - 1 に示す。試料は水中落下により堆積させ、12 時間静置後、カラム上部より浸出水を採水し（t=0h）循環、加熱、CO₂曝気を開始した。その後、カラム上部より 24 時間おきに採水を 1 週間行なった。循環停止後、締固めた土のコーン指数試験（JIS A 1228）に準拠してコーン指数試験を行なった。また、採水した浸出水より、pH、Ca、Cr、Cu、Cd、Pb の測定を行なった。実験装置の概要を図 - 4 に示す。

表 - 1 実験条件

	水循環の有無(cm ³ /s)	加熱の有無	CO ₂ 曝気の有無	浸出水温度(°C)
k1	有 1.6	有	有	42
k2	有 1.6	有	無	41
k3	有 1.6	無	有	18
k4	有 1.6	無	無	18
k5	無	無	無	18

注) 循環開始前のカラムの液固比 1.0、循環開始後のカラムの液固比 3.7

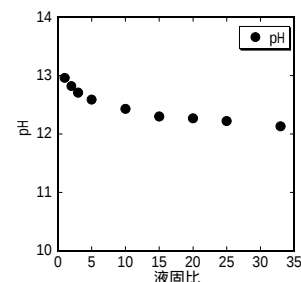


図 - 1 液固比と pH の関係

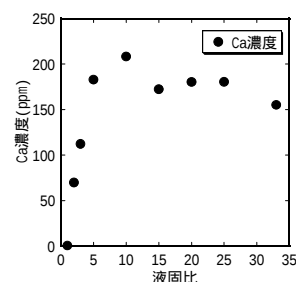


図 - 2 液固比と Ca 濃度の関係

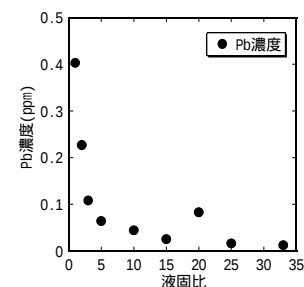


図 - 3 液固比と Pb 濃度の関係

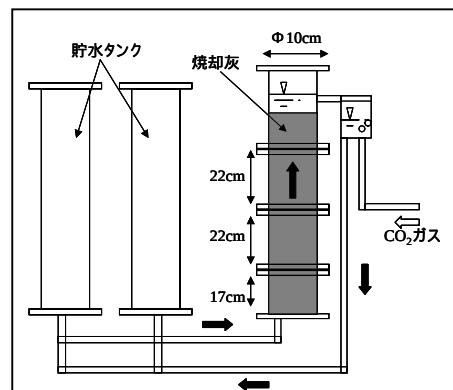


図 - 4 実験装置

3.2 実験結果と考察

1)pH について

図 - 5 より、循環や加熱では pH の低下はほぼないが、CO₂ 曝気により pH が低下している。k1 と k3 を比較すると、加熱と CO₂ 曝気を合わせて行なう k1 より CO₂ 曝気のみ行なう k3 がより速く pH が低下している。これは、k1 では CO₂ 曝気管の先に CaCO₃ が生成され曝気が停止することがあり、CO₂ の供給量が k3 に比べ少なくなったためであると考えられる。このことより、加熱により CaCO₃ の生成が促進されると推測できる。

2)Ca の溶出について

図 - 6 より、Ca 濃度は、k2、k4、k5 では低い値で推移している。溶出試験で得られた結果同様、液固比が小さい場合、Ca の溶出は少ない。しかし、CO₂ 曝気を行なった k1 と k3 の Ca 濃度は次第に増加している。k1 と k3 を比較すると、k1 の Ca 濃度が低いことがわかる。原因としては、k1 は k3 と比べ CO₂ 曝気量が少ないこと、炭酸塩が多く形成されたことが挙げられる。

3)Cr の溶出について

図 - 7 より、Cr 濃度は、循環初期に蒸留水が流入するため希釈されている。また、CO₂ 曝気により溶出が促進されている。

4)Cu の溶出について

図 - 8 より、Cu 濃度は、循環初期に蒸留水が流入するため希釈されている。また、CO₂ 曝気による溶出抑制効果が確認できる。加熱のみ行なった場合、溶出は促進される。

5)Pb の溶出について

図 - 9 より、Pb 濃度は、Cu 同様の溶出傾向が認められるが、循環のみでは Pb の排水基準値 (0.1ppm) 以下に溶出を抑制できなかった。

6)固結促進効果について

図 - 10 より、CO₂ 曝気により焼却灰の固結作用が促進されると考えられる。加熱の併用により固結促進効果は増加するものと推測される。

4. まとめと今後の展開

焼却場等からの排ガスで海面埋立処分場からの浸出水を曝気することを想定し、CO₂ 曝気と加熱処理を利用した水循環による焼却灰海面埋立地盤の安定化効果について検討した。得られた知見は以下の通りである。

- Pb、Cu の溶出については、CO₂ 曝気のみの場合と CO₂ 曝気と加熱処理を併用した場合ではどちらの場合も溶出抑制効果は期待できるものと考えられる。但し、加熱のみでは Pb、Cu の溶出は促進される。
- Cr の溶出については、CO₂ 曝気により溶出が促進される。
- CO₂ 曝気のみより加熱処理を併用したほうが固結促進効果は増加すると推測される。

今後、CO₂ 曝気と加熱処理を利用した水循環による固結促進効果についてさらに検討を行なう。

参考文献

- 1)宇良直子：焼却灰海面埋立て地盤における水の循環による重金属溶出抑制効果,九州大学大学院工学府建設システム工学専攻修士論文,2004.3.
- 2)東健一,伊藤孝,高橋浩,石黒健：熱固化処理による廃棄物焼却灰の安定化処理に関する基礎的研究(その1) 強度増加効果について,第38回地盤工学研究発表会,pp.2445-2446,2003.7.
- 3)高橋浩,石黒健,東健一,伊藤孝：熱固化処理による廃棄物焼却灰の安定化処理に関する基礎的研究(その2) 重金属の不溶化効果について,第38回地盤工学研究発表会,pp.2447-2448,2003.7.

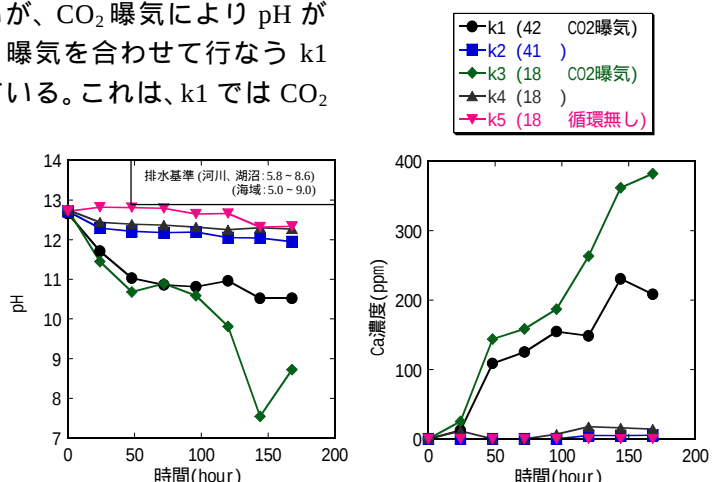


図 - 5 pH の経時変化

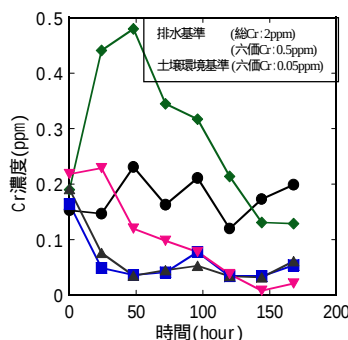


図 - 6 Ca 濃度の経時変化

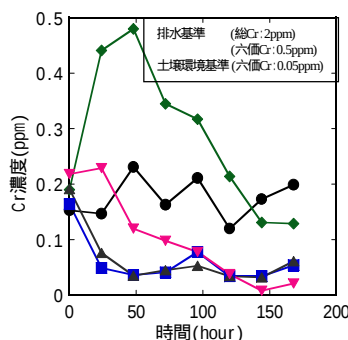


図 - 7 Cr 濃度の経時変化

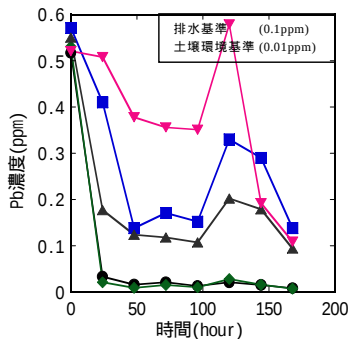


図 - 8 Cu 濃度の経時変化

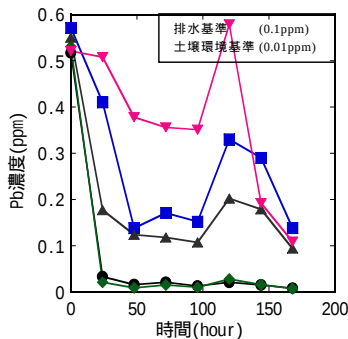


図 - 9 Pb 濃度の経時変化

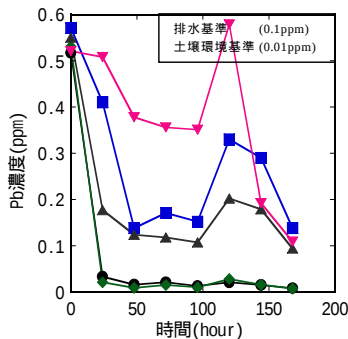


図 - 10 各カラムのコンソリデーション試験結果