

流動床による廃棄物最終処分場浸出水の晶析処理

(熊本大・工) 中島重旗・○原田浩幸・松野 隆 (工技院・名工試) 田中一彦 (荏原総研) 平沢 泉

1. はじめに

近年、清掃工場では焼却炉排ガス中のHCl除去として乾式の除去装置が多く採用されており、その結果、焼却灰中にその生成物であるCaCl₂が混入する。そして極く最近、焼却灰の最終処分地である埋立地の浸出水処理場において、焼却灰から溶出する高濃度のカルシウムによるスケール発生等が問題となってきた。浸出水を対象とした軟化処理の研究例¹⁾は少ない。本研究室ではこのような観点から、高速処理が可能で、発生スラッジが少なく、新しい軟化処理として期待されている晶析法²⁾による処理³⁾を検討してきた。今回は流動床による処理を行い処理特性について検討したので報告する。

2. 実験

図1は流動層軟化処理実験装置の概要を示す。熊本市の一般廃棄物最終処分場にはHClガス除去装置に乾式を採用している清掃工場と湿式を採用している清掃工場の焼却灰が混入するため、実験には乾式処理の灰ビット水を採用し希釈してモデル浸出水とした。原水はタンクに貯留し温度を制御してpH調整槽で、0.2mol NaOHによりpHを一定にした後、多孔板を通じて流動層下部から供給した。また0.2mol NaHCO₃を多孔板より5cmの点から平均120ml/minで供給した。流動層は1000×50φの亚克力製で底部より5cmに多孔板、多孔板より10cm毎にサンプリング口を設けた。分析は上水試験法(1984)に従った。またCO₃²⁻・HCO₃⁻は炭酸電極法によった。

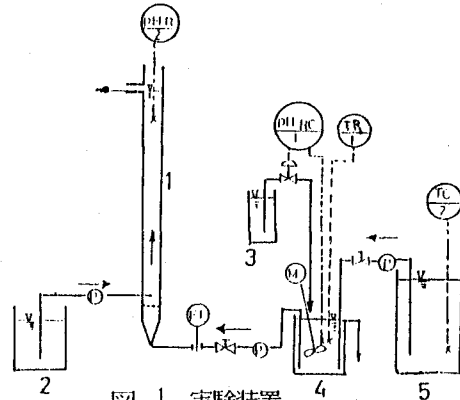


図1 実験装置

- 1: 流動層型晶析装置 2: 0.2mol NaHCO₃ 溶液槽
3: 0.2mol NaOH 溶液槽 4: pH 調整槽 (5ℓ)
5: 原水タンク (80ℓ×3)

種晶には廃棄物利用を目的として高炉スラグ (㈱新日本製鉄提供、表1に性状を示す。)を用いた。

3. 晶析処理

次式に従い生じたCaCO₃が種晶上に析出する。



4. 結果と考察

図2には高さとCa²⁺、pH、CO₃²⁻の関係の一例を示す。

(精: 濃=24℃, L.V.=50m/hr, スラグ500g(250~420μm), 凝pH=9.5)

反応は多孔板より約10cmの位置で平衡に達し、完全混合に近い挙動を示した。

図3は原水流量と処理水水質の関係を示したものである。(精: 濃=27℃, スラグ500g, pH=9.55) 30 m/hrから90 m/hrの範囲の実験であり、処理水の水質には余り関係がないが、L.V.50m/hr~70m/hrで処理水のアンモニア濃度は増加した。今回は灰ビット水のため特殊な濃度範囲だが、浸出水中のアンモニア濃度は一般的に高く、またCODや色度の原因であるフミン酸も濃度が高いと言われる。

表1 スラグ性状

[%]	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
	32~35	13~16	0.6~0.9	40~44	4~8

真比重 2.9 比表面積 3600~4000kg/m³

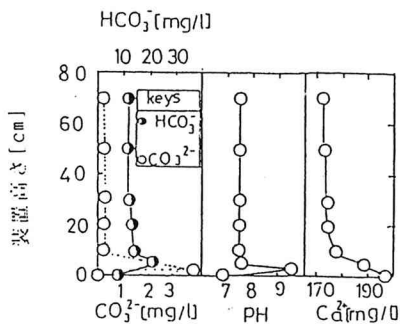


図 2 装置内硬度分布

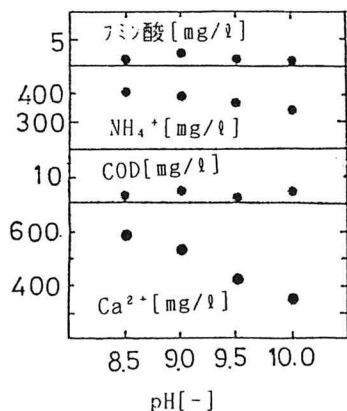


図 4 pHの影響

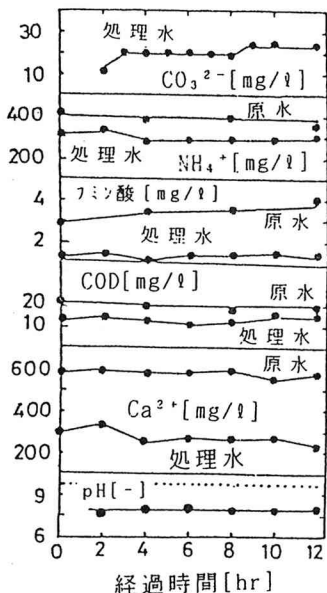


図 5 継続処理結果

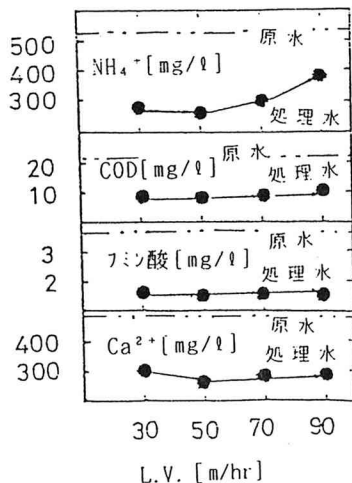


図 3 L.V.の影響

図4は設定pHの処理水水质への影響を示したものである。(条件: 温度=28℃, L.V.=39m/hr, スラグ800g) カルシウムは原水のpHを8.5から9.5にすると約200mg/l 減少した。フミン酸とCODは原水濃度が低いため処理傾向は分からないが、アンモニアはpHに比例して減少した。これはスラグ表面がアルカリ側で-に帯電するため⁴⁾と考えられる。

図2の分布より流動層内を完全混合と見做すとカルシウムの収支について

$$V(-dc/dt) = FC_o - FC \quad (2)$$

ジャーテスターの結果から除去反応は二次反応に従う³⁾ので、

$$-dC/dt = k_o(C - C_s)^2 \quad (3)$$

(2), (3)よりカルシウム除去速度定数 k_o は

$$k_o = (F/V)(C_o - C)/(C - C_s)^2 \quad (4)$$

これからpHとの関係を求める

$$\log k_o = 0.42pH - 3.7 \quad (5)$$

となる。

図5は12時間の継続処理における原水と処理水の水质を示す。(条件: 温度=25~28℃, L.V.=30m/hr, スラグ800g, pH 9.55)

原水中の約600mg/lのカルシウムが2時間のちに約200mg/l 程度まで定期的に除去される。

また COD, アンモニアについても同様の傾向を示し、それぞれ17mg/l, 200mg/l 定期的に除去

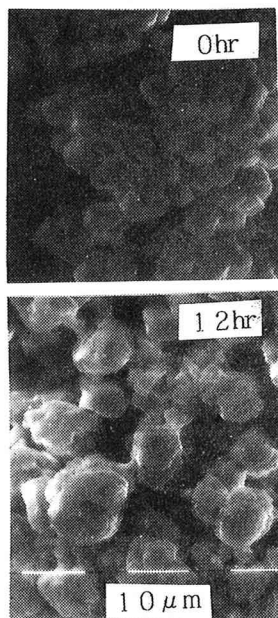


図 6 流動層型晶析装置連続処理における種晶表面の状態

されている。

図6には12時間継続処理における種晶表面のSEM写真を示す。0hrは0.5時間通水し定常状態になった時点で開始したので、角の丸い、概ね6面体結晶が見られる。12時間の操作の後には、この結晶は成長し約2倍の大きさとなった。また、結晶形を維持していないのは浸出水中成分による影響と考えられる。

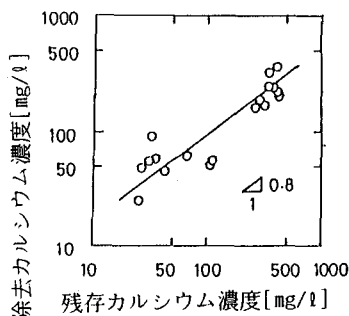


図 7 Fruindlich式の適用

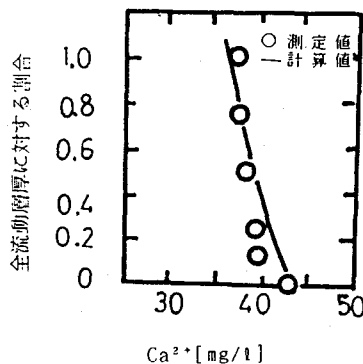


図 8 流動層内カルシウム濃度分布

スラグの種晶としての機能を検討するためにフロイントリッヒの吸着式の適用を検討した。(斜:25~30℃) 結果を図 7 に示す。

$$Y = K C^{1/n} \quad (6)$$

において $1/n=0.8$, $k=3.4$ となった。

$1/n=0.5$ 程度の時に吸着されやすく, $1/n=2$ 以上の時に吸着されにくいとされる⁵⁾のでスラグは晶析軟化処理の種晶に適していると考えられる。

以上の結果から, 高炉スラグを種晶とした流動床式晶析処理は埋立浸出水に対応できることが分かったので, プロセスの特性モデル式について検討した。

流動層内のカルシウム除去過程は, 層内の流れをピストンフローとすると

$$U (dC/dZ) + R_v = 0 \quad (7) \quad R_v: (3) 式$$

境界条件を

$$C = C_0 \quad \text{at} \quad Z = 0$$

とする。

図 8 に実測値と計算値の比較を示す。その結果, 両者は比較的に良好に一致した。

5. まとめ

清掃工場の灰ビット水を用いたモデル埋立浸出水の処理を高炉スラグを種晶とした流動床式軟化処理プロセスに適用し, 処理パターン及び L, V, pH などの操作因子について検討し, 特性モデル式と比較的に良く一致することを示した。

使用記号

式 (2) V: 流動層容積 C_0 : 初濃度 F: 原水供給速度 C: 濃度

式 (3) k_0 : 除去速度定数 C_s : CaCO_3 溶解度

式 (4) (フロイントリッヒ式) Y: 吸着量 C: 残存濃度

式 (5) U: 空塔速度 Z: 流動層厚

謝辞

(株)新日本製鉄所の三木 理氏には実験のおりにつけ協力をいただきました。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 掘井安雄, 古屋裕一, : 化学工学テクニカルレポート No. 12, 2, 1987
- 2) C. Veen, A. Glavaland, : Journal AWWA, 80(6), pp. 51~58, 1988
- 3) 中島重旗, 原田浩幸, 田中一彦: 第 26 回下水道研究発表会講演集, 18-8, 1989
- 4) P. V. Smallowood, Colloid & Polimer Sci., 255, pp. 881~886, 1977
- 5) H. Yamada, M. Kayama, K. Saito, M. Hara, : Wat. Res., 20(5), pp. 547~557, 1986