

アンチモン除去吸着剤を用いた排水処理に関する基礎研究

大同工業大学 正 員 ○堀内将人
 壽化工機(株) 森 俊介
 トヨタすまいるライフ(株) 成瀬泰樹

1. はじめに

昨年度発表者らは、水酸化鉄()と酸化ビスマスを混合し焼成した吸着剤を用いて、種々の溶液中の無機性ならびに有機性アンチモンを吸着除去する実験を実施した結果について報告した⁽¹⁾。本報ではこれまでの課題であったいくつかの点、すなわち水酸化鉄()と酸化ビスマスを混合し焼成した中性吸着剤のアンチモン吸着能、バッチ吸着実験における初期濃度変化、カラム系での吸着特性について検討した結果を報告する。

2. 溶液と中性吸着剤の調製方法

2-1 溶液の調製

超純水に三酸化アンチモンを添加し、濃度 2mg/L のアンチモン溶液を作成した後、溶液中 pH を 7 に調整した。

2-2 中性吸着剤の調製

水酸化鉄()と酸化ビスマスを 1:0, 1:0.5, 1:1, 1:1.5 の重量比(配合比)で混合し、電気炉を用いて 400℃ で 4 時間半焼成した後、除冷する。得られた粉体を濃度 0.5mol/L の希硝酸中でマグネチックスターラーを用いて 1 時間攪拌したのち濾取し、精製水を通水して硝酸を洗浄する。得られた吸着剤を精製水中でマグネチックスターラーを用いて攪拌しながら、水酸化ナトリウム溶液で pH7 に調整し濾取する。その後恒温器で 60℃, 48 時間乾燥させて中性吸着剤を得た。

3. バッチ吸着実験

3-1 恒温振とう器を用いた実験方法

50mL ポリビンにアンチモン溶液 20mL と吸着剤 1g を入れ、レシプロ式恒温振とう器(アズワン社製, TR-2A)により 25℃, 200rpm で振とうした。上澄み液 1mL を 10 分後・30 分後・1 時間後に採取し 0.45μm のメンブレンフィルターで濾過後、溶液中のアンチモン濃度を ICP 質量分析器(Agilent7500ce)により測定した。同時に溶液中の pH と ORP も測定した。

3-2 マグネチックスターラーを用いた実験方法

100mL ビーカーにアンチモン溶液 100mL と吸着剤 5g を入れ、マグネチックスターラーを用いて攪拌しながら上澄み液 1mL を 10 分まで 2 分間隔で、以後 30 分, 60 分, 90 分, 120 分後に採取し 0.45μm のメンブレンフィルターで濾過後、3-1 と同様の測定を実施した。

3-3 バッチ吸着実験結果および考察

図-1 は pH 7 に調整した吸着剤を用いた吸着実験における pH 変化を示したグラフである。実験開始時から実験終了に至るまで pH の変化は少なく 1:1.5 を除いて排水基準(pH5.8~8.6)内に収まった。

図-2 は恒温振とう器を用いた吸着実験での上澄液中アンチモン濃度の時間変化を表している。除去率はすべての配合比において 99.9% 以上と高く、配合比 1:1 のとき最大除去率 99.987% を得た。

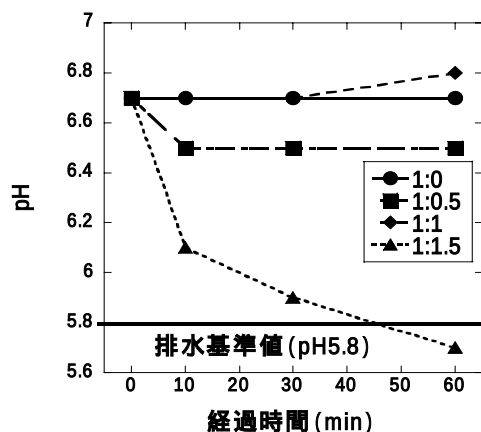


図-1 バッチ吸着実験中の pH 変化

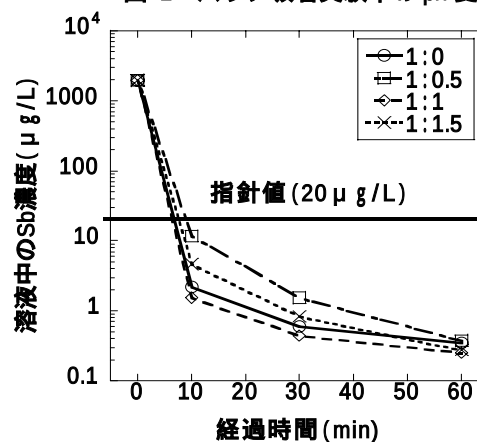


図-2 バッチ吸着実験結果

凡例は水酸化鉄：酸化ビスマスの重量比

キーワード：三酸化アンチモン、水酸化鉄(), 酸化ビスマス、吸着、排水処理

連絡先：〒457-8532 名古屋市南区白水町 40 大同工業大学工学部都市環境デザイン学科 TEL052-612-5571

また、実験開始 10 分間で指針値以下に濃度が低下していることがわかる。水酸化鉄 - 酸化ビスマス混合焼成剤は pH7 に調整しても有効な吸着剤であると言える。

図-3 はこれまでの実験結果から最も吸着能が高いと判断された配合比 1:1 の吸着剤でスターラーを用いた吸着実験を実施した結果を、同条件で行った振とう器を用いた吸着実験と比較したグラフである。スターラーを用いた吸着実験では、実験開始 2 分の段階で指針値 $20\mu\text{g/L}$ を下回り、10 分を超えると濃度低下が緩やかになっていることがわかる。どちらの実験でも実験開始 10 分以内に指針値 $20\mu\text{g/L}$ 以下まで除去されている。スターラーを用いた実験では振とう器と比べ、より十分な攪拌ができており、実験開始直後のアンチモン濃度が低くなったと考えられる。

4. カラム実験

4-1 実験方法

カラム実験装置(図-4)は、吸着塔による処理過程の一部を模擬したものと位置づけられる。実験方法を以下に示す。

内径 2.6cm のガラスカラムに支持層として脱脂綿、セルロースパウダーを充填した後にアンチモン溶液を加え、吸着剤をカラムに充填する。吸着剤より上部に 1.5cm 程度の湛水深を持たせた。定流量ポンプを用いて所定の流量でアンチモン溶液をカラム上部より滴下させ、カラム流出液をフラクションコレクターで一定量毎に採取した。得られた流出液を $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターで濾過し、測定試料とした。試料液は pH を測定するとともに、ICP 質量分析器を用いてアンチモン濃度を定量した。

4-2 実験結果および考察

アンチモン濃度を 10mg/L に調整した三酸化アンチモン溶液を用いて、流量 6mL/h 、 30mL/h でそれぞれ 500mL 通水した結果を図-5 に示す。実験結果より、流量 6mL/h では流出液濃度の上昇がなく、良好に吸着除去できていることがわかる。流量 30mL/h では、通水量が多くなるにつれ流出液濃度が上昇している。流量が 6mL/h 、 30mL/h の場合、アンチモン溶液が吸着層を通過するまでにかかる時間は、各々およそ 30 分と 6 分である。このことから、カラム内での吸着剤と溶液の接触時間はおよそ 30 分を確保できれば、カラム系での吸着反応は有効に機能すると言える。

5. まとめ

pH7 に調整した吸着剤を用いた吸着実験でも、既報⁽¹⁾と同様に非常に高いアンチモン除去率を得た。配合比も既報と同様に 1:1 が最も効果的であった。マグネチックスターラーを用いた実験より、実験開始 5 分程度でアンチモンの吸着反応が平衡近くまで進んでいることがわかった。またカラム実験より、実際の吸着塔を模擬した条件下でも本吸着剤はアンチモンを効率的に除去できることを示した。ただし、アンチモン吸着反応における吸着等温線の同定、および吸着機構の解明までには至っておらず、今後の重要な検討課題である。

参考文献

- (1) 森俊介, 堀内将人; 水酸化鉄 () - 酸化ビスマス混合焼成剤のアンチモン吸着特性に関する基礎研究, 第 62 回土木学会年次学術講演会第 部門, pp.53-54, 2007 年

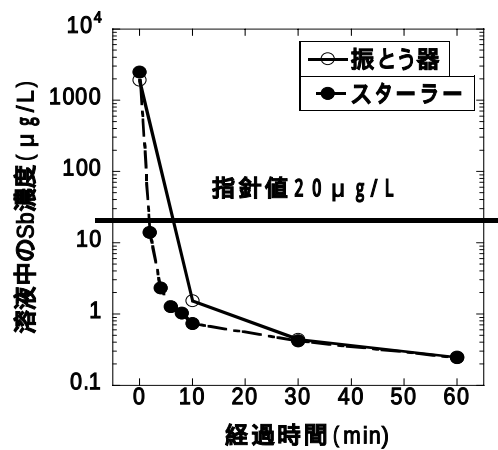


図-3 吸着実験 (液固比 20:1)

〔攪拌方法 振とう器
マグネチックスターラー〕

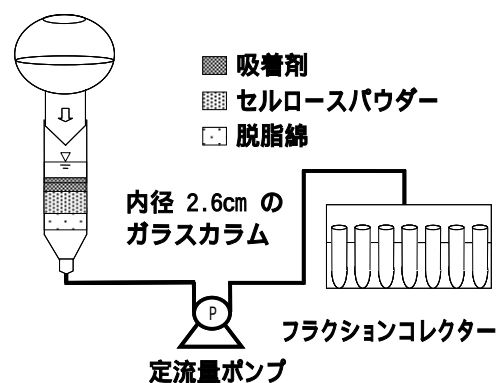


図-4 カラム実験装置

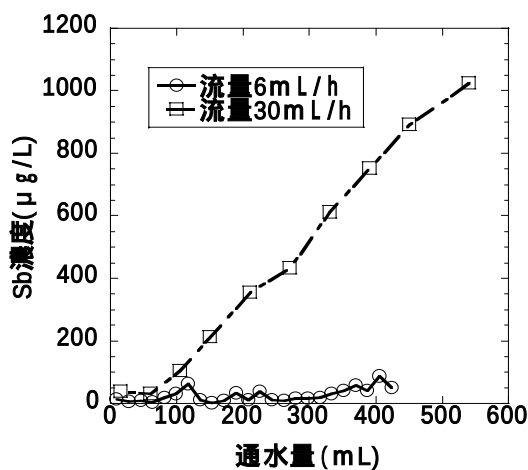


図-5 カラム吸着実験結果