

鉄鋼系副産物の重金属不溶化効果

JFE ミネラル(株)	正会員	○須藤達也
JFE ミネラル(株)	正会員	西田崇人
JFE ミネラル(株)		渡辺哲哉

1. はじめに

日本の 2019 年の粗鋼生産量は 9,900 万 t 以上であり¹⁾、それに伴い鉄鋼スラグに代表される鉄鋼系副産物も大量に発生する。大量発生する副産物の有効利用は持続可能な社会の実現のためには必須であるため、その用途開発は重要である。様々な鉄鋼系副産物の有効利用方法を検討する中で、鉄鋼系副産物の中には土壌中の有害重金属を固定する能力を持つ材料も存在することが明らかとなった。本報告ではその鉄鋼系副産物の特に、カドミウム、鉛に対する重金属固定効果を評価した。一般的に鉛は両性元素であるので pH が中性領域では $\text{Pb}(\text{OH})_2$ として沈殿を生成し、酸性やアルカリ性では水に溶けやすい形態をとることが知られている²⁾。カドミウムは逆にアルカリ性では水酸化物の沈殿を生成し除去する方法が知られているが、不溶化した状態で pH が中性になると再溶出してしまう。この材料は高アルカリ時の鉛、あるいは中性化が懸念されるカドミウム不溶化において効果のある材料として活用されることが期待される。

2. 試験方法

2.1 使用材料

鉄鋼系副産物及び水酸化カルシウム(関東化学；特級)を使用。この鉄鋼系副産物はアルカリ性にてその不溶化効果を増大させることがわかっていたので、今回使用する材料は鉄鋼系副産物に水酸化カルシウムを所定量配合した材料（以下 A 材）とする。重金属溶液は原子吸光測定用の標準液を希釈して用いた。

2.2 鉛の試験方法

鉛の 1,000 mg/L 標準液を希釈して 1 mg/L に調整した液に対して重量 1.0 % の A 材を添加し、200 rpm に調整した振とう機にて所定時間反応させた。反応後、3,000 rpm にて 2 分間遠心分離を

行い、上澄み液を 0.45 μm のメンブレンフィルタにてろ過し、pH 測定及び ICP-OES にて鉛濃度を測定した。反応時間は 30, 60, 180, 360, 1440 min にて実施した。

2.3 カドミウムの試験方法

カドミウムの 1,000 mg/L 標準液を希釈して 1 mg/L に調整した液に対して重量 0.1~1.0 % の A 材を添加し、24 hr 反応させた。鉛と同様に前処理を行い pH 測定及びカドミウム濃度を ICP-OES にて測定した。その後残りの溶液に対して 5 % CO_2 ガスを吹込み、マグネチックスターラーにて攪拌しながら pH を測定し、水酸化カドミウムが溶解する pH 9 未満まで低下させた。低下後のサンプルに対して先と同様の前処理を実施し、中性域におけるカドミウム濃度を評価した。

3. 試験結果及び考察

3.1 鉛の不溶化効果

図 1 に鉛の濃度推移を示す。横軸は反応時間 min、縦軸は塗りつぶしの丸が鉛濃度 mg/L 白抜きの丸が pH を示している。pH は A 材の pH

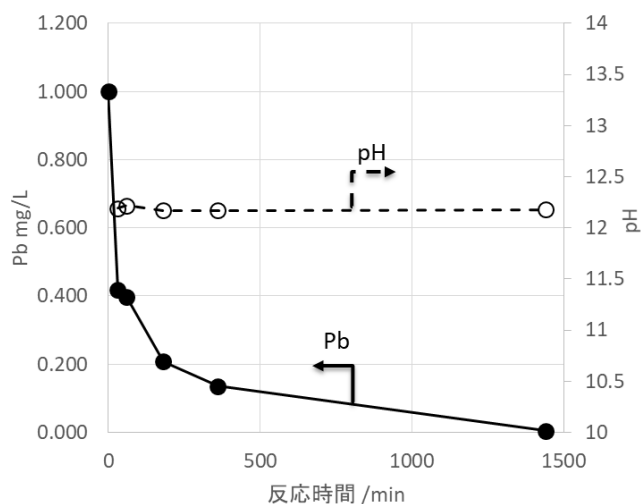


図 1 反応時間ごとの pH と鉛濃度

キーワード：重金属不溶化，鉛，カドミウム，副産物，リサイクル

連絡先：〒260-0826 千葉県千葉市中央区新浜町 1 番地 TEL043-262-2176 FAX043-262-4259

依存となり強アルカリにて推移し、約 12.2 程度である。鉛濃度は徐々にではあるが低下し、初期濃度 1mg/L が土壌環境基準の 0.01 mg/L 未満まで低下することが確認された。ここで、アルカリ資材との比較を図 2 に示す。横軸に pH、縦軸に鉛濃度を示し、すべて 24 hr 振とう後の値であり、アルカリ資材は添加率を変更し、所定の pH となるように調整している。鉛は中性域では $\text{Pb}(\text{OH})_2$ の形態で不溶化されていると考えられる。 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ の溶解度は pH が高くなると大きくなるので、アルカリ資材の場合、高 pH ほど鉛濃度が高くなっている。しかし、A 材の場合同じ pH でもほぼゼロにまで低減できることが明らかとなった。図 1 より不溶化効果が表れるまでの反応時間がかかっているため、今後は反応時間が低減可能か検討していきたい。

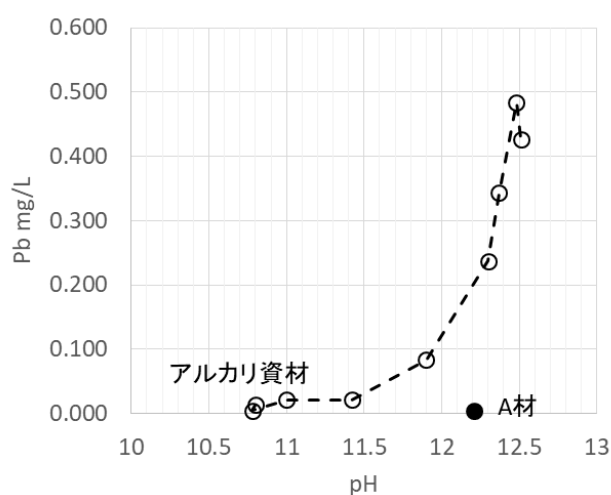


図 2 A 材及びアルカリ資材の pH と鉛濃度の関係

3.2 カドミウムの不溶化効果

図 3 に横軸に pH、縦軸にカドミウム濃度の対数の値を示す。比較として同様の操作を行ったアルカリ資材の結果も示す。アルカリ資材では pH が高いほど（添加量が多いほど）カドミウム濃度が低減しているが、pH を中性化させると再溶出してしまいうことが確認できた。しかし、A 材は吸着

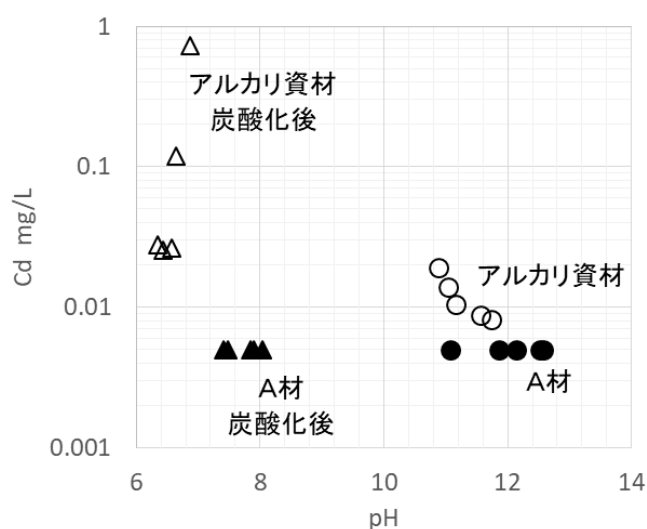


図 3 Cd の pH における不溶化効果

後も、中性化後も値は変わらず測定機器の定量限界の値を示した。これは、何らかの影響で水酸化物の安定度が増している、あるいは単純な水酸化物の沈殿以外の不溶化効果を示しており、そのメカニズムの解明は今後の検討課題となる。鉛の際に検討した反応時間ごとの炭酸化時の挙動等を評価してそのメカニズムを確認する予定である。

4. まとめ

- 1) 鉛においては不溶化が達成しにくい高アルカリ領域においても反応時間が確保できれば不溶化を達成できることが確認できた。
- 2) カドミウムの不溶化に関しては炭酸化しても不溶化性能が保持されることが明らかとなった。
- 3) 不溶化の反応時間の短縮により利用しやすい不溶化材を目指す。
- 4) 鉛・カドミウムともにその不溶化のメカニズムを明らかにすることが今後の課題となる。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本鉄鋼連盟統計データ
- 2) 水町邦彦：溶解度積，日本化学会，第 26 巻 第 2 号