

技術資料
TG キャッチ II



テクニカ合同株式会社

神戸研究室

<https://www.technica-goudou.co.jp/>

1. はじめに

重金属汚染土壌は、工業用製品を製造するためにそれらの化合物を使用したことによる汚染と自然由来の汚染があります。

現在は、法による規制・管理が厳しくなり、違法行為による汚染は非常に少なくなりつつありますが、法の整備がなされていない時代に、一部で重金属類を工場に廃棄・処分したり、処理せずそのまま放流していたため、その代償が、現在の土壌や浚渫土の重金属類汚染の原因となっています。一方、土壌中の粘土などは重金属類を吸着滞留する能力が高く、重金属類が蓄積されることがあり、自然由来で重金属類が環境基準を超える場合も多く報告されています。

汚染土壌に含まれる重金属類等は、カドミウム、シアン、鉛、六価クロム、砒素、水銀、セレン、ホウ素、フッ素です。重金属の含有量が少なく、溶出量のみが環境基準を超える汚染土壌については、不溶化剤を混合して重金属を土壌に固定することにより、無害化・安定化することができます。

2. TG キャッチ II の特長

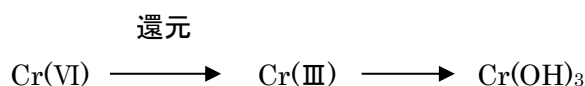
TG キャッチ II は、電力会社のフライアッシュ用の重金属不溶化剤として開発した商品がベースになっています。フライアッシュ内の重金属類は安定性がなく、水洗浄でも重金属類が簡単に水に溶出しやすい形体になっています。他の処理方法ではフライアッシュの重金属類を不溶化することは難しいことから、フライアッシュ中の重金属を不溶化可能な本技術は大変優れた評価を得ています。

汚染土壌に含まれるほとんどの重金属を少量の添加量で不溶化できる理想的な不溶化剤です。どんな不溶化剤でも水銀につきましては不溶化するのが非常に困難ですが、TG キャッチ II では、水銀濃度の薄いもの等の条件が付いた状態で不溶化が可能です。

3. TG キャッチ II による不溶化メカニズム

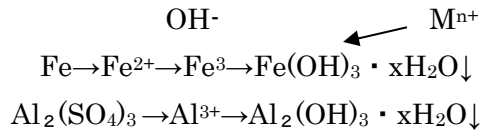
TG キャッチ II は、カドミウム、シアン、六価クロム、砒素、セレン、ホウ素、フッ素を化学的に安定にして不溶化することを可能にしました（水銀も条件によっては不溶化が可能です）。TG キャッチ II が重金属類を化学的に安定な不溶化物に変換できるのは、**還元反応**、**吸着反応**、**共沈反応**、**カルシウム化反応**を同時に起こせる為です。

還元反応は、TG キャッチ II の成分の Fe(鉄)、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (チオ硫酸ナトリウム)等の還元剤の働きによります。例えば、毒性の高い CrO_4^{2-} (六価クロム)を還元剤の働きにより毒性の低い Cr^{3+} (三価クロム)に還元し、安全性の高い難溶性の $\text{Cr}(\text{OH})_3$ として不溶化します。

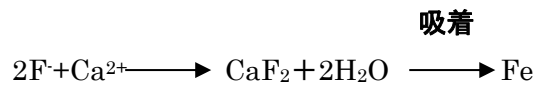


吸着反応は、主原料である Fe(鉄)の吸着性能により、As(砒素)、Cr(クロム)、Pb(鉛)、Se(セレン)等を鉄の表面に吸着・固定し安定化します。

共沈反応では、Fe(鉄)、Al(アルミニウム)を利用します。これらの金属化合物は水酸化物コロイドとなって共存する成分(例えば Pb(鉛)、Cd(カドミウム)、Ni(ニッケル)、Zn(亜鉛)、As(砒素)、Se(セレン)、Cr(クロム等)と一緒に沈殿させる性質があります。このような共沈反応のメカニズムにより、重金属類の一括処理が可能です。



カルシウム化反応は、B(ホウ素)、F(フッ素)がカルシウム成分と錯形成してフッ化カルシウム等のカルシウム化合物に変化し、さらに鉄に吸着し不溶化されます。



TG キャッチ II は、重金属類と反応しやすい性質の元素と還元作用を持った金属を独自の割合で配合しています。汚染土壌の重金属類に添加して混合する事で、還元反応、吸着反応、共沈反応等の化学反応が連鎖的に作用し、効果的に重金属類の化学的安定を図り不溶化します。

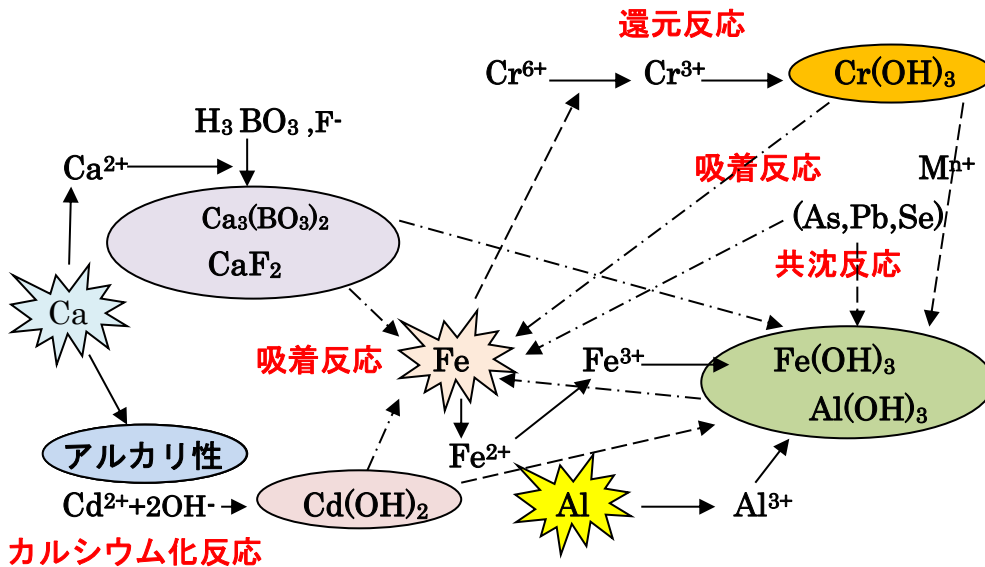


図-1. 溶出抑制効果のメカニズム

4. TG キャッチ II の溶出試験

不溶化剤 TG キャッチ II 自体の溶出試験を行いました。いずれも環境基準を満たしており、TG キャッチ II の安全性が確認されました。

表-1. TG キャッチ II の溶出試験

項目	計量結果	環境基準値
有機リン	不検出	不検出
PCB	不検出	不検出
ジクロロメタン	0.002mg/L 未満	0.02mg/L 未満
四塩化炭素	0.0002mg/L 未満	0.002mg/L 未満
1,2-ジクロロエタン	0.0004mg/L 未満	0.004mg/L 未満
1,1-ジクロロエチレン	0.002mg/L 未満	0.02mg/L 未満
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.004mg/L 未満	0.04mg/L 未満
1,1,1-トリクロロエタン	0.0005mg/L 未満	1mg/L 未満
1,1,2-トリクロロエタン	0.0006mg/L 未満	0.006mg/L 未満
トリクロロエチレン	0.002mg/L 未満	0.03mg/L 未満
テトラクロロエチレン	0.0005mg/L 未満	0.01mg/L 未満
1,3-ジクロロプロペン	0.0002mg/L 未満	0.002mg/L 未満
ベンゼン	0.003mg/L	0.01mg/L 未満
チウラム	0.0006mg/L 未満	0.006mg/L 未満
シマジン	0.0003mg/L 未満	0.003mg/L 未満
チオペンカルブ	0.002mg/L 未満	0.02mg/L 未満
カドミウム	0.001mg/L 未満	0.01mg/L 未満
シアン	不検出	不検出
鉛	0.005mg/L 未満	0.01mg/L 未満
六価クロム	0.01mg/L 未満	0.05mg/L 未満
砒素	0.005mg/L 未満	0.01mg/L 未満
総水銀	0.0005mg/L 未満	0.0005mg/L 未満
アルキル水銀	不検出	不検出
セレン	0.002mg/L 未満	0.01mg/L 未満
フッ素	0.3mg/L	0.8mg/L 未満
ホウ素	0.03mg/L	1.0mg/L 未満

5. 重金属に対する抑制効果

ヒ素等の重金属類を強力に吸着します。初期段階から安定した不溶化性能を発揮します。TG キャッチ II は無害な鉱物から構成されており、二次公害の危険性は全くありません。フライアッシュを TG キャッチ II で処理後の性能を下記に示します。

表-2. TG キャッチ II の重金属類除去能力

項目	処理前	処理後	環境基準値
六価クロム	0.54mg/L	<0.005mg/L	0.05mg/L
カドミウム	0.004mg/L	<0.001mg/L	0.01mg/L
砒素	0.94mg/L	<0.001mg/L	0.01mg/L
セレン	0.079mg/L	0.004mg/L	0.01mg/L
鉛	0.007mg/L	<0.005mg/L	0.01mg/L
フッ素	1.5mg/L	0.2mg/L	0.8mg/L
ホウ素	4.1mg/L	0.4mg/L	1.0mg/L

6. TG キャッチ II のヒ素吸着性能

[試験方法 1]

- ① 所定濃度に調整したAs (V) 溶液を各 500mL 準備する。
- ② 各種ヒ素吸着剤を 0.67vol%の添加量でAs (V) 溶液に投入する。
- ③ 24時間室温 (25℃) で振とうする。
- ④ 上澄み液を回収し孔径0.45μmのメンブレンフィルターで濾過する。
- ⑤ 得られた濾液に含まれるAs濃度を原子吸光光度計を用いて測定する。

表-3. TG キャッチ II のヒ素吸着測定の結果

区分	初期ヒ素濃度 (mg/L)	吸着量 (mg)	吸着剤添加量 (%)	単位当たりの吸着量 (mg/g)
ブランク	103.0	—	—	—
既存品	45.4	57.6	0.67	8.6
セリウム系吸着材	9.2	93.8	0.67	14.0
TG キャッチ II	6.3	96.7	0.67	14.4

TG キャッチ II の単位当たりAs吸着量は、14.4mg/g と既存品の 1.67 倍の吸着量を示しました。

[試験方法 2]

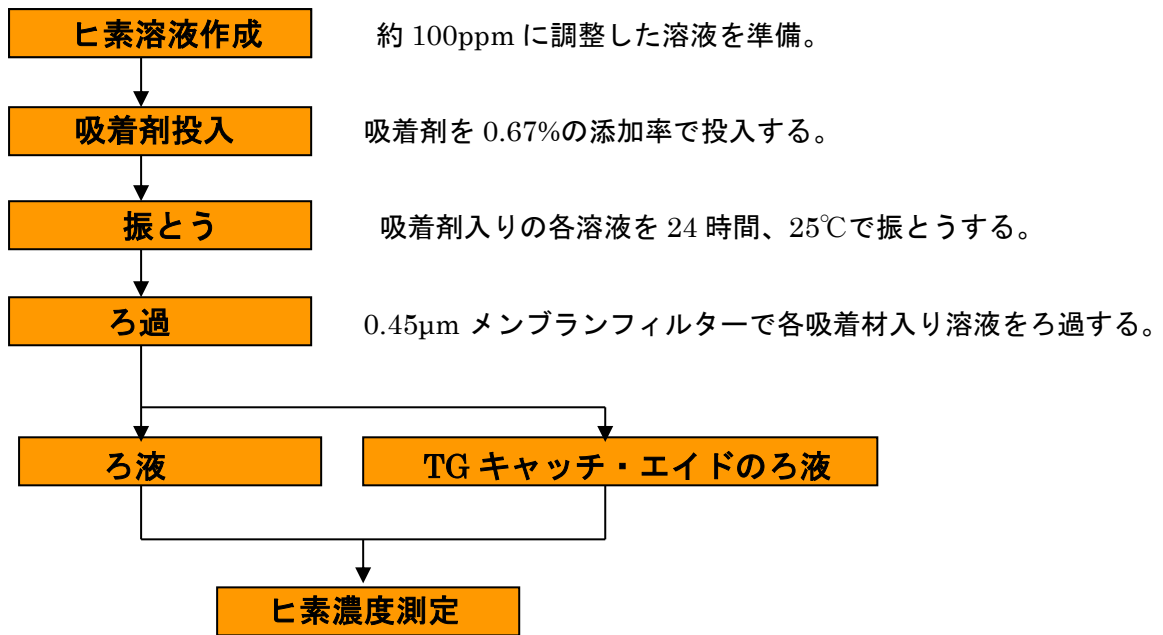


図-2. フローシート

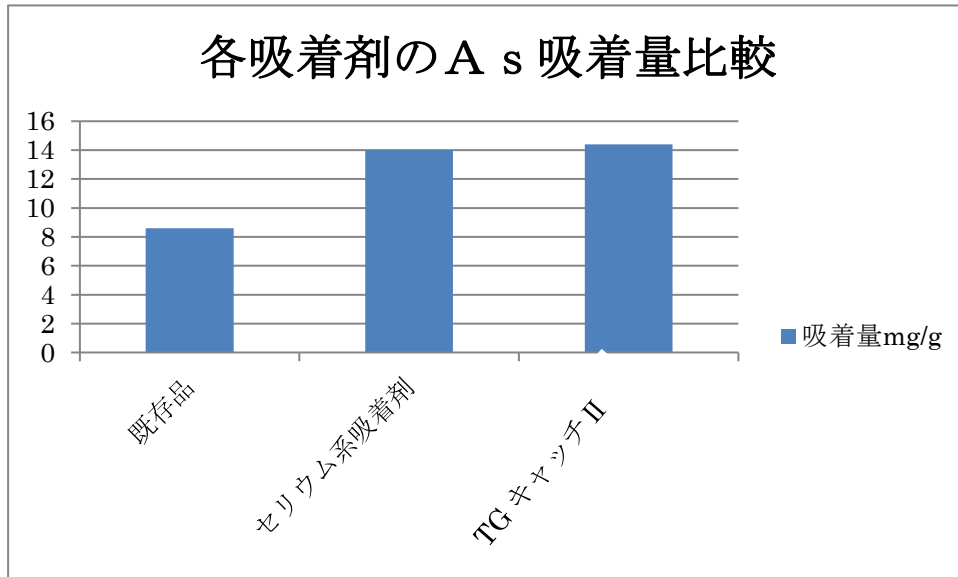


図-3. 各吸着剤の g 当たりのヒ素吸着量

7. 建設発生土の不溶化

1) 比較条件

不溶化剤：TG キャッチⅡ

不溶化に要する養生期間：1日養生

材料性状：粉末

不溶化後の性状：ズリ状態で、若干色が薄グレー

薬剤混合量：5%（重量比）

2) 建設発生土の粒度

表-4. ズリの破碎による粒度調整

試験項目			トンネル掘削ズリ			
			破碎前		破碎後	
最大粒径(mm)			19.0		9.5	
粒度組成 百分率 (%)	通過石分	巨石(300mm以上)	0.0	0.0	0.0	0.0
		粗石分(75~300mm)		0.0		0.0
	礫分	中礫分(4.75~19.0mm)	80.9	56.0	52.8	16.1
		細礫分(2.00~4.75mm)		24.9		36.7
	砂分	粗砂分(0.85~2.00mm)	17.4	8.8	44.9	23.9
		中砂分(0.25~0.85mm)		6.4		15.9
		細砂分(0.075~0.25mm)		2.2		5.1
シルト・粘土分(0.075mm以下)			1.7		2.3	

3) 破碎前後の重金属類の溶出量

破碎前後の重金属類の溶出量を測定し比較したところ、カドミウム、シアン、鉛、六価クロム、総水銀、アルキル水銀、セレンについては変化がありませんでしたが、フッ素は0.4mg/L~0.7mg/Lが1.2mg/Lに増加、ホウ素は0.26mg/L~0.4mg/Lが0.6mg/Lに増加し、ヒ素は0.57mg/Lでした。一部の重金属類は破碎後に溶出量が増加する傾向にあります。

表-5. 重金属類の変化

計量項目	破碎前	破碎後
ヒ素	0.19~0.96mg/L	0.57mg/L
フッ素	0.4~0.7mg/L	1.2mg/L
ホウ素	0.26~0.4mg/L	0.6mg/L

4) ズリの重金属類不溶化処理

破碎したズリに対して、TG キャッチⅡを5%添加し、5分間攪拌後1日養生後に重金属溶出試験を行いました。平成3年環境庁告示第46号付表に定める方法により検液を作成し計量した結果を下記に示します。

表-6. 不溶化処理後のズリの計量証明

計量対象		単位	計量結果		基準値	計量方法	
			ズリ	TG キャッチⅡ 5%添加不溶化試験			
溶 出 量 試 建	重 金 属 類 等	カドミウム	mg/L	0.001 未満	0.001 未満	0.01 以下	JIS K0102 55.1
		シアン	mg/L	0.1 未満	不検出	不検出	JIS K 0102 38.1 及び 38.3
		鉛	mg/L	0.005 未満	0.005 未満	0.01 以下	JIS K 0102 54.1
		六価クロム	mg/L	0.01 未満	0.01 未満	0.01 未満	JIS K 0102 65.2
		ヒ素	mg/L	0.57	0.005 未満	0.01 以下	JIS K 0102 61.2
		総水銀	mg/L	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 以下且つ アルキ水銀不検出	昭和 46 年環境庁 告示 第 59 号付表 1
		アルキル水銀	mg/L	不検出	不検出	不検出	昭和 46 年環境庁 告示 第 59 号付表 2
		セレン	mg/L	0.005 未満	0.005 未満	0.01 以下	JIS K 0102 67.2
		フッ素	mg/L	1.2	0.4 未満	0.8 以下	昭和 46 年環境庁 告示 第 59 号付表 6
		ホウ素	mg/L	0.6	0.1 未満	1 以下	JIS K 0101 47.1
	pH	pH	8.0 (22.9℃)	11.9 (22.8℃)		JIS K 0102 12.1	