

# CAMZシリーズを用いたオンサイト対策工法

株式会社アムロン



**多種多様な現場に対し資材だけではなく最適なソリューションを提供**

**■水に含まれる重金属類の吸着除去**

**■土壌や廃棄物に含まれる重金属類の吸着・不溶化处理  
(溶出抑制処理)**

# 重金属類汚染の状態について

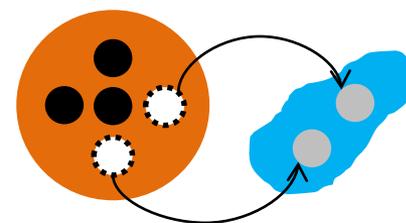
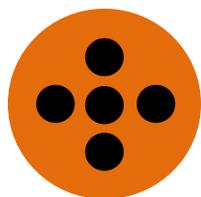
通常環境下では土壤中に存在

雨水等の接触により土壤内に水が侵入

土壤中に存在していた重金属類の一部が溶解し  
移動性を有する可溶性重金属類が発生

● 重金属類

● 可溶性重金属類



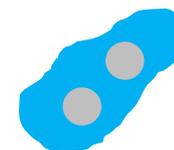
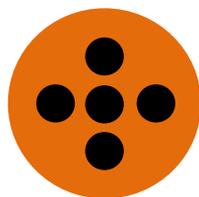
直接摂取の可能性  
(含有量基準値の概念)

直接摂取の可能性 + 間接摂取の可能性  
(含有量基準値の概念) (溶出量基準値の概念)

人が摂取してしまう可能性

小

大



重金属類に移動性を持たせない

汚染土壌対策

汚染水対策

# 健康被害のリスクについて

## ■基準値設定の考え方

一生涯にわたり摂取しても健康に対する有害な影響が現れないと判断されるレベル又はリスク増分が10万分の1となるレベル

特定有害物質(法第2条)	指定基準(法第5条)	
	土壌含有量基準 (直接摂取によるリスク) [mg/kg]	土壌溶出量基準 (地下水等の間接摂取によるリスク) [mg/L]
第1種指定有害物質 (揮発性有機化合物)	四塩化炭素	0.002以下
	1,2-ジクロロエタン	0.004以下
	1,1-ジクロロエチレン	0.02以下
	シス-1,2ジクロロエチレン	0.04以下
	1,3-ジクロロプロペン	0.002以下
	ジクロロメタン	0.02以下
	テトラクロロエチレン	0.01以下
	1,1,1-トリクロロエタン	1以下
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006以下
	トリクロロエチレン	0.03以下
	ベンゼン	0.01以下
第2種指定有害物質 (重金属等)	カドミウム及びその化合物	150以下
	六価クロム化合物	250以下
	シアン化合物	遊離シアンとして50以下
	水銀及びその化合物	15以下
	アルキル水銀	15以下
	セレン及びその化合物	150以下
	鉛及びその化合物	150以下
	ヒ素及びその化合物	150以下
	フッ素及びその化合物	4000以下
	ホウ素及びその化合物	4000以下
第3種指定有害物質 (農薬等)	シマジン	0.003以下
	チラウム	0.006以下
	チオベンカルブ	0.02以下
	PCB	検出されないこと
	有機リン化合物	検出されないこと

### 【リスク】

ある行動に伴って(あるいは行動をしないことによって)危険に遭う可能性や損をする可能性を意味する概念

### 【化学物質管理におけるリスク】

ある化学物質の曝露により起こり得る望ましくない影響発生の予測値



含有量や溶出量はあくまで試験結果。  
この結果に暴露量(摂取量)が加味されてはじめて健康に及ぼす影響を考えることができる。

基準値の10倍超過＝一生涯にわたり摂取し続けた場合健康に対する影響が生じるリスクが1万分の1に上昇  
(10万人に1人から1万人に1人に上昇)



基準値を超過したと言っても短期間で人体に影響が生じることはない

## 土壤汚染対策法

土壤汚染の状況を把握し、その汚染による健康被害を防止することを目的に2003年に施行、2010年に改正された土壤に関する法律です。内容としては、

- ・調査義務
  - ・調査方法
  - ・措置方法
  - ・特定有害物質の指定基準
  - ・調査機関、処理業の許可制度
- などについて定められています。

### 土壤含有量基準

土壤に含まれる特定有害物質を経口または皮膚より**直接摂取**しても問題が無いレベルとしての基準

### 土壤溶出量基準

土壤に含まれる特定有害物質が溶け出し、地下水等から飲料水にともなって**間接摂取**しても問題が無いレベルとしての基準



溶出量基準値超過により対策が必要とされるケースが殆どである。

## 土壌汚染対策法の改正意図

過剰対策の抑制  
場外搬出による二次汚染の抑制

## 周辺環境へのインパクト低減

必要最低限の人為的操作の介入

## CAMZシリーズを用いたオンサイト対策工法

## 汚染状態とリスクに見合った処置

自然由来重金属類の基準値超過は  
比較的軽度なものが多い

## 埋立て処分場の負荷低減

埋設限界のある施設には埋設せざる  
を得ないものが埋立てられるべき。

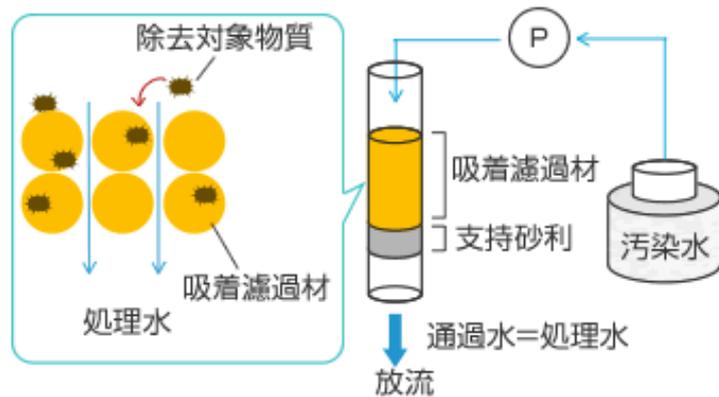
# 代表的な開発製品





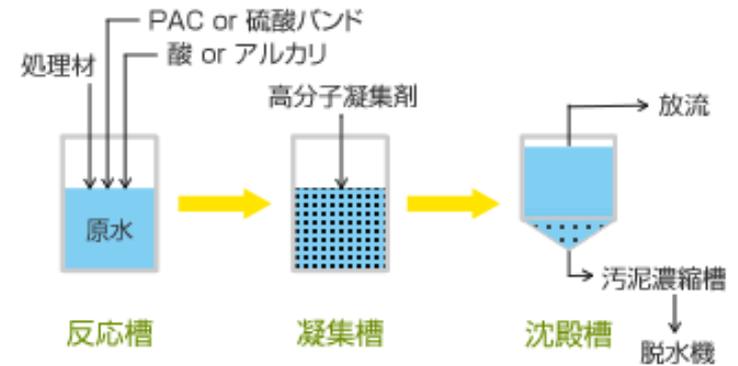
# 汚染水対策用資材の御紹介

## 吸着濾過方式



- 低濃度汚染を不検出レベルにまで低減可能。
- 処理工程数が少ない。
- 連続処理が可能。
- フロックやスラッジが発生しない。

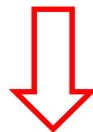
## 凝集沈殿方式



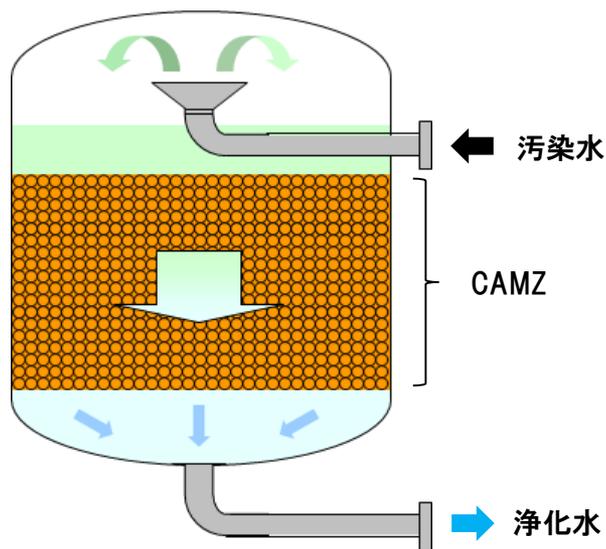
- 中～高濃度汚染に対し有効。
- 処理工程数が多い。反応、沈降時間が必要。
- 反応、沈降時間が必要。
- フロックやスラッジの回収・処理が必要。

# 吸着濾過方式について

可溶性重金属類が含まれる**汚染水との接触のみ**で効果を発動する為、特殊性を有する装置は必要としない。



ローケーションに応じた運転が可能



濾過装置を用いた使用例



ピットを用いた使用例

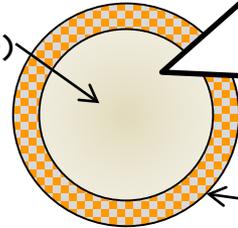
# CAMZについて



**CAMZ(カムズ)**  
**【用途】** 汚染水対策  
**【主成分】** 人工ゼオライト・鉄化合物複合体  
**【対象元素】** As、Se、Pb  
**【形状】** 顆粒状(粒子径0.6~1.0mm)

特許第5037950号  
 水質浄化剤及びその製造方法

母材(ケイ砂)



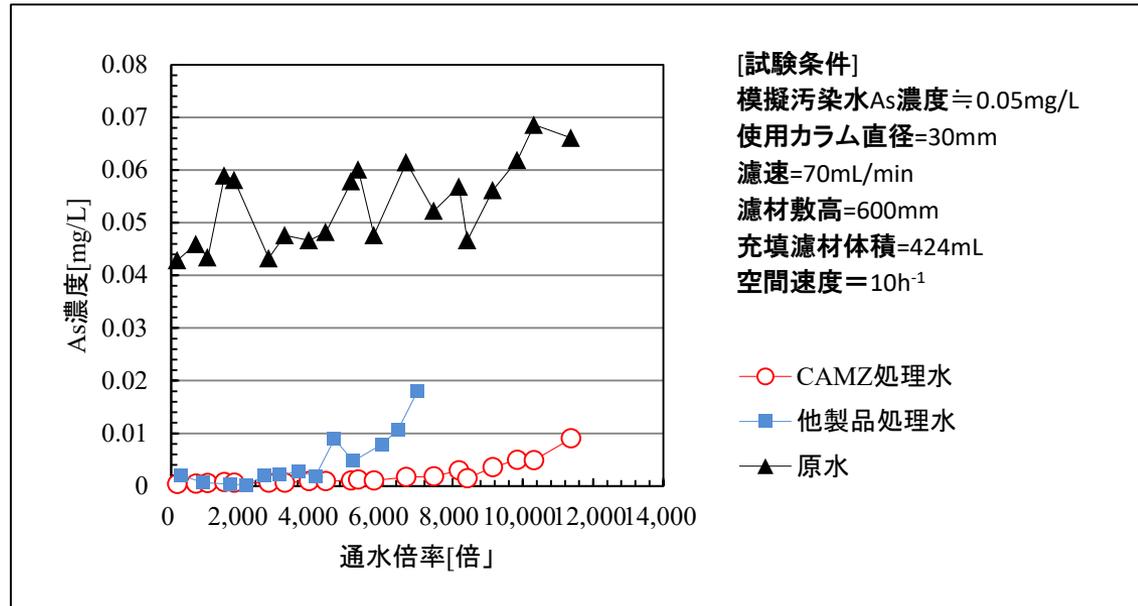
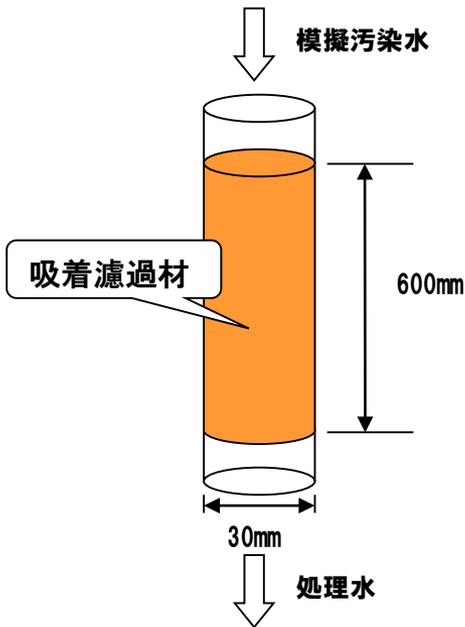
吸着成分  
 (人工ゼオライト・鉄化合物複合体)

アニオン種対応  
 吸着サイト

カチオン種対応  
 吸着サイト



母材部

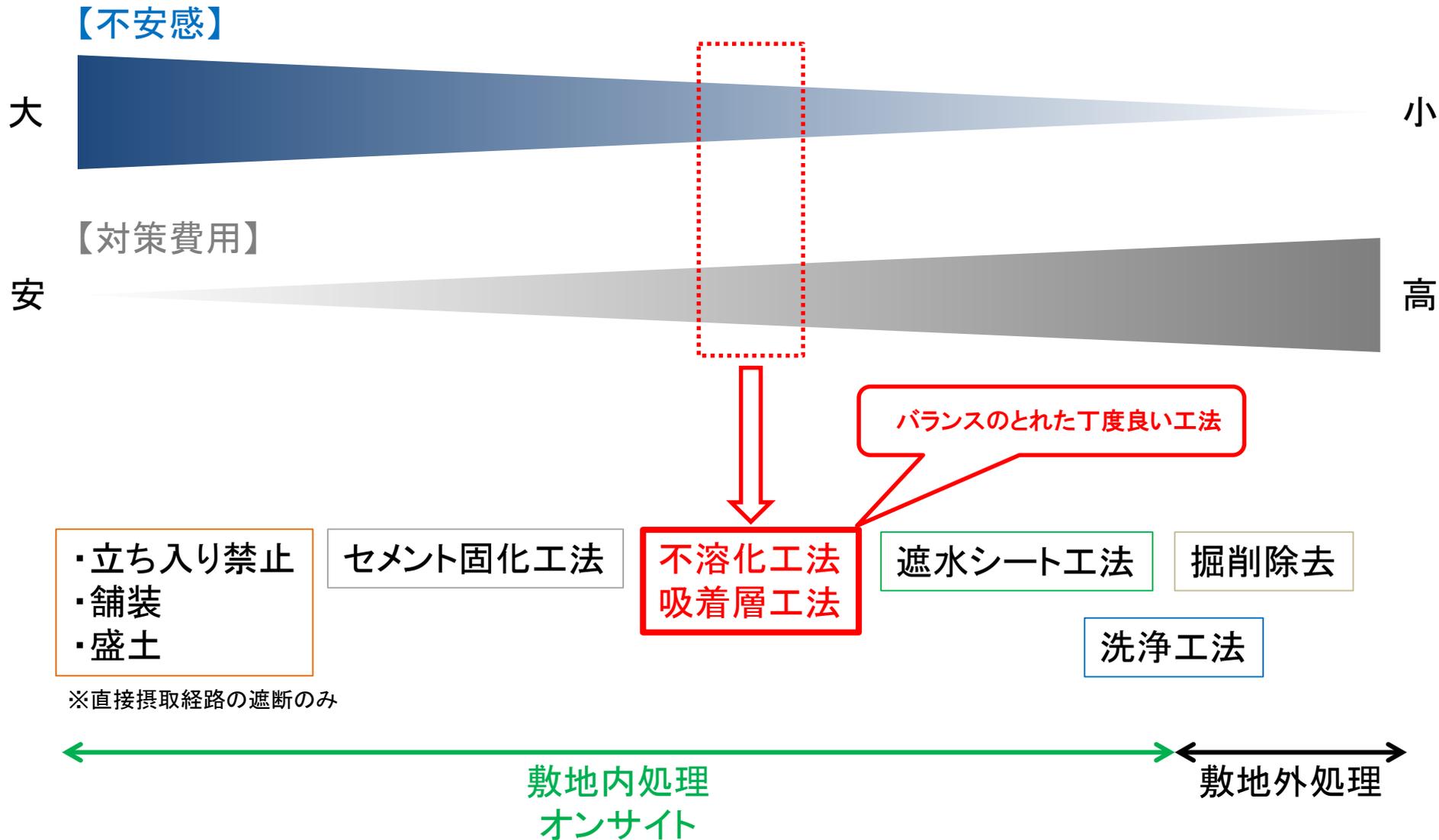


※通水倍率=通水量/濾過材体積

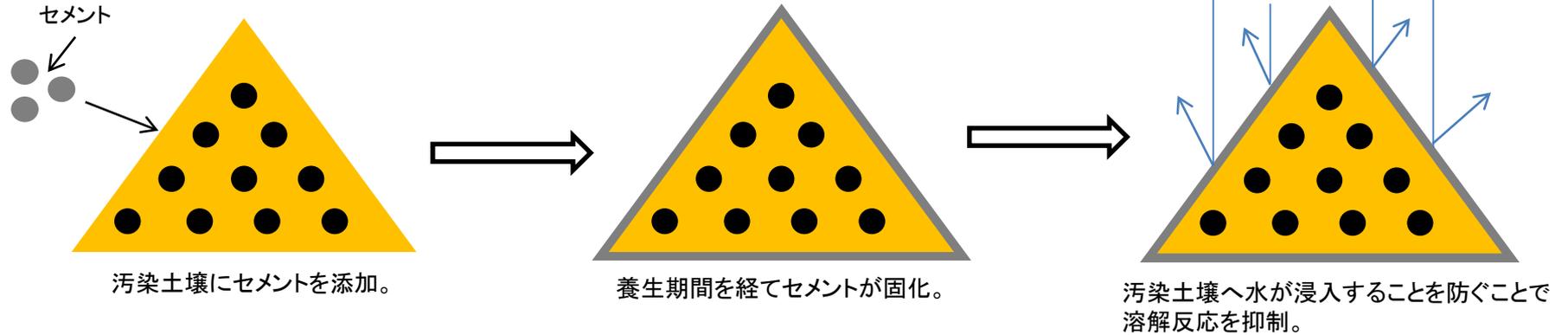


# 汚染土壌対策用資材の御紹介

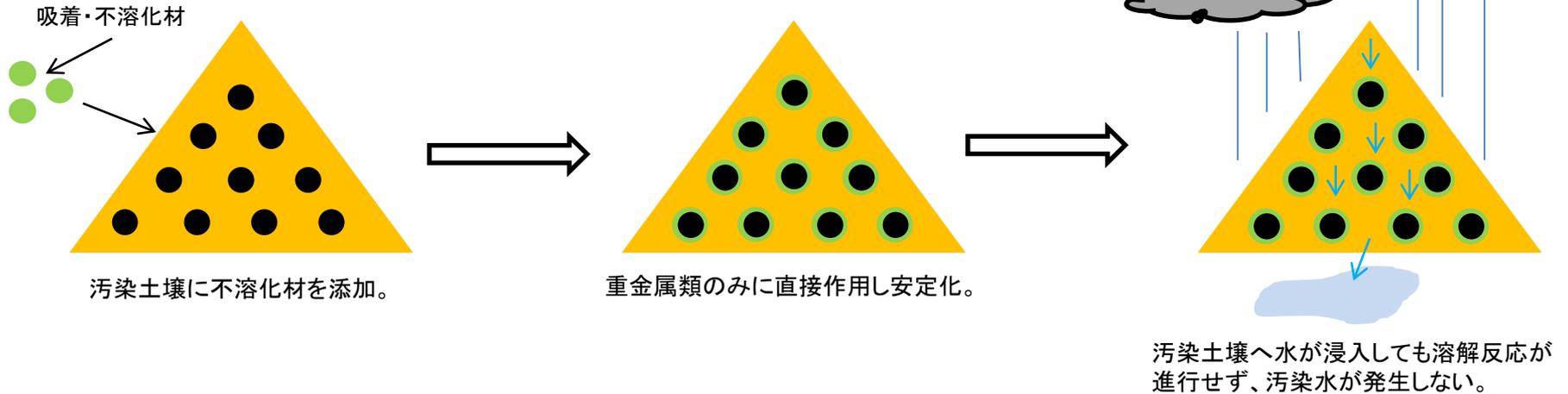
# 不安感の払拭と対策費用の関係



## ・水との接触を遮断する方法(物理的固化)

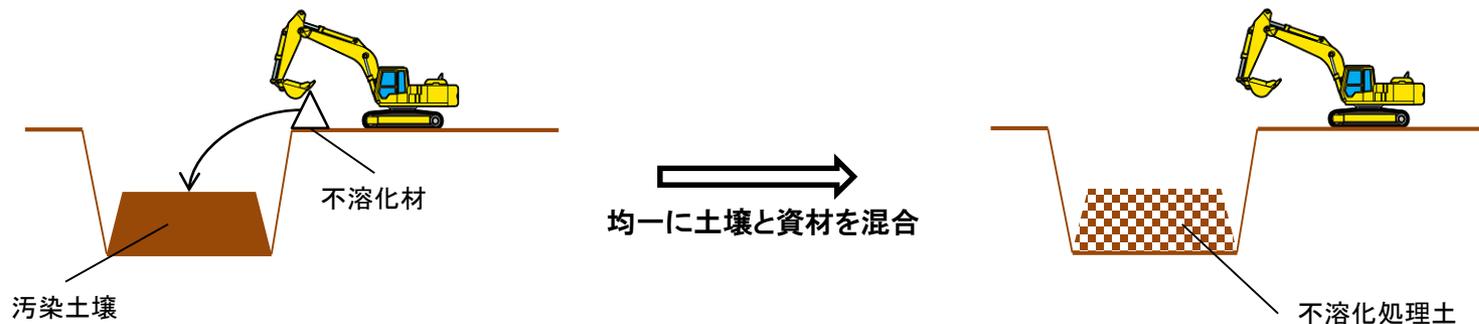


## ・水との接触後溶解反応を抑制する方法(化学的安定化)



# 不溶化工法の施工について

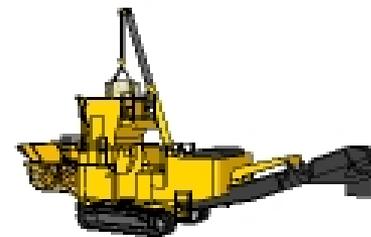
- ・汚染土壌と資材を混合するだけで効果を発動。
- ・特殊な操作は必要とせず汎用土木機で施工可能。
- ・資材添加率のとしては20～50kg/m<sup>3</sup>。
- ・養生期間を必要とせず、即効性に優れる。



バックホー



スタビライザー



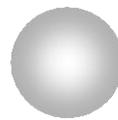
自走式土質改良機

# CAMZ-Sについて



**CAMZ-S(カムズ・エス)**  
**【用途】 汚染土壌対策(不溶化工法)**  
**【主成分】 人工ゼオライト・鉄化合物複合体**  
**【対象元素】 As、Se、Pb**  
**【形状】 スラリー状**

**特許第5001202号**  
**環境浄化剤の製造方法**



人工ゼオライト



中層電力制御人工ゼオライトシーキュラス  
電子顕微鏡画像

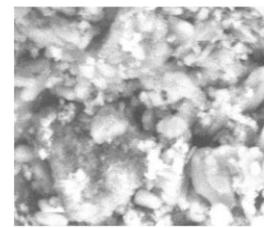
表面部特殊加工



- ・低結晶性鉄化合物複合体の添着
- ・人工ゼオライト表面部の電荷変更



CAMZ-S



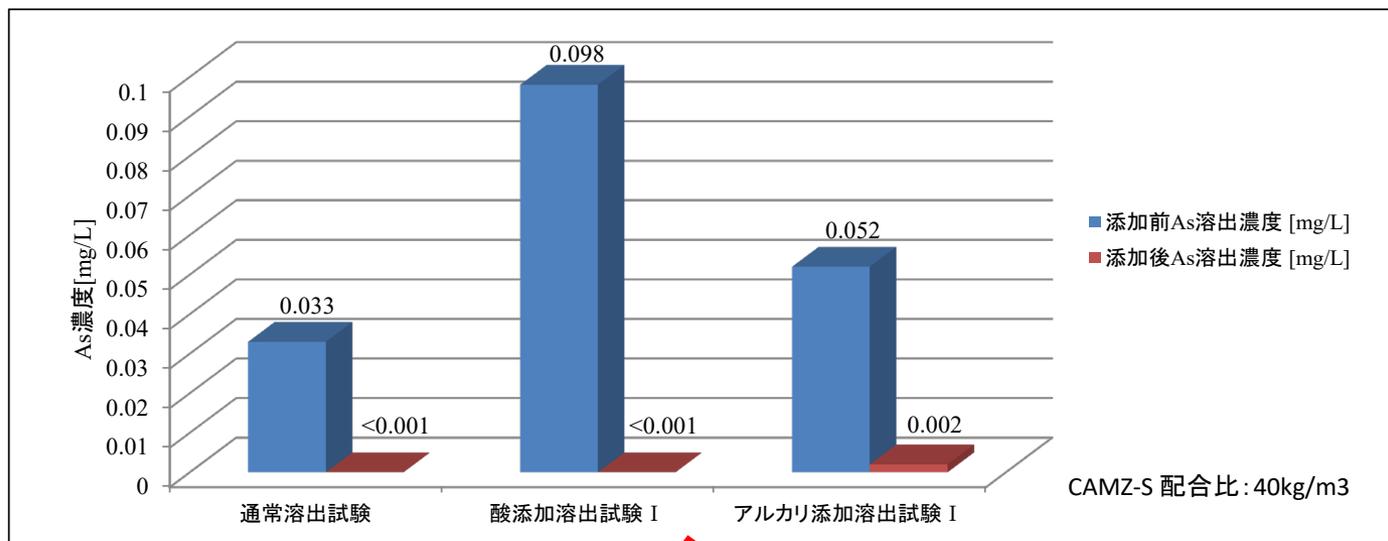
CAMZ-S電子顕微鏡画像



CAMZ-S外観  
 含水率：約78%  
 スラリーpH：3.5~4.5  
 見掛け比重：1.15g/mL

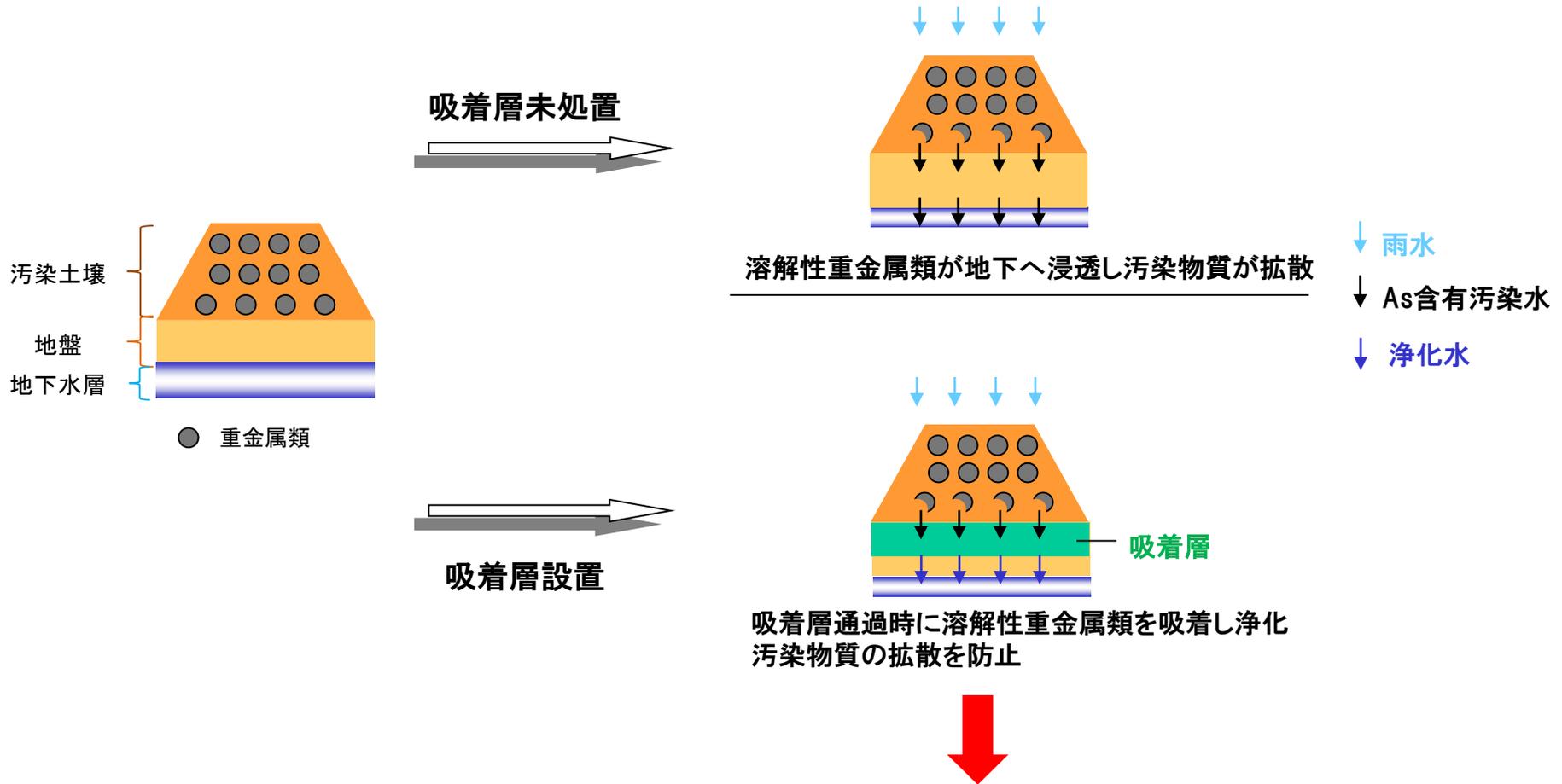
## 【溶出抑制効果検証試験】

- ① 模擬汚染土壌にCAMZ-Sを所定量添加し均一に混合する。
- ② 1晩養生後、2mmのメッシュを用いて篩い分けを行う。
- ③ 篩い分けされた処理土を試料とする。
- ④ 試料に対し環境省告示第46号溶出試験、酸・アルカリ添加溶出試験を行う。
- ⑤ 溶出試験により得られた溶出液のAs濃度を測定する。



様々な環境に曝された場合でも溶出を抑制

# 吸着層工法について

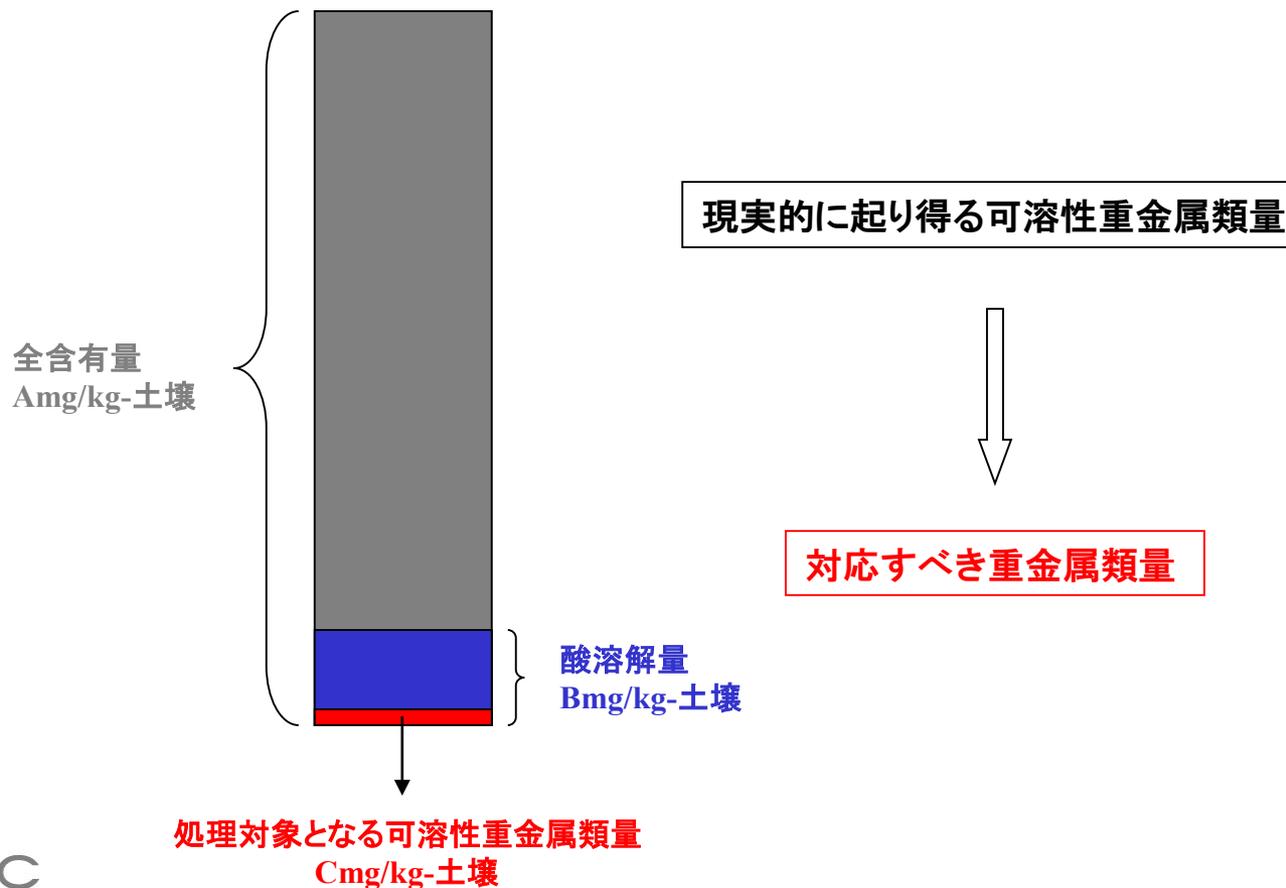


発生してしまった溶解性重金属類だけに作用し、**拡散経路の遮断**を図る。  
浸出水の流れを変えずに**重金属類のみ**を捕捉。

# 吸着層工法について(概念)

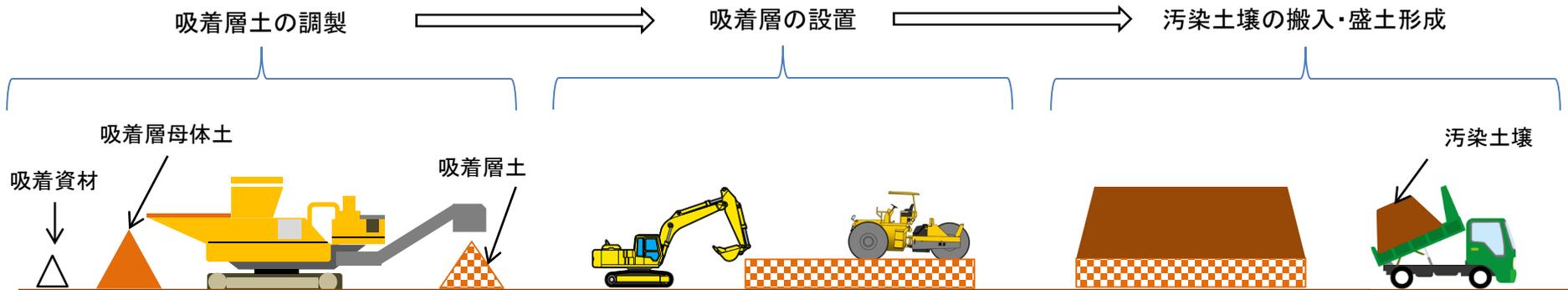
通常環境において汚染土壤に含まれる重金属類量の**全てが溶出することはない**  
汚染拡散の原因となる**可溶性重金属類量は全含有量の一部**である。  
従って汚染土壤からの可溶性重金属類量を把握することが必要となる。

連続溶出試験等により汚染土壤から検出され得る可溶性重金属類量を推定する。



# 吸着層工法の施工について

- ・吸着層は母体土と資材の混合するのみ。
- ・吸着層の形成は特殊な操作は必要とせず汎用土木機で施工可能。
- ・資材添加率のとしては20~50kg/m<sup>3</sup>-母体土。
- ・吸着層形成後は連続的に汚染土壌を搬入可能。

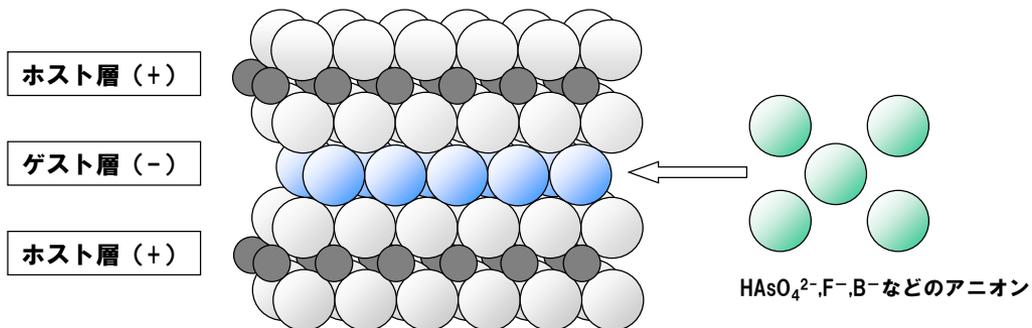


トンネル工事に伴い発生する大量の重金属汚染土壌対策に有効

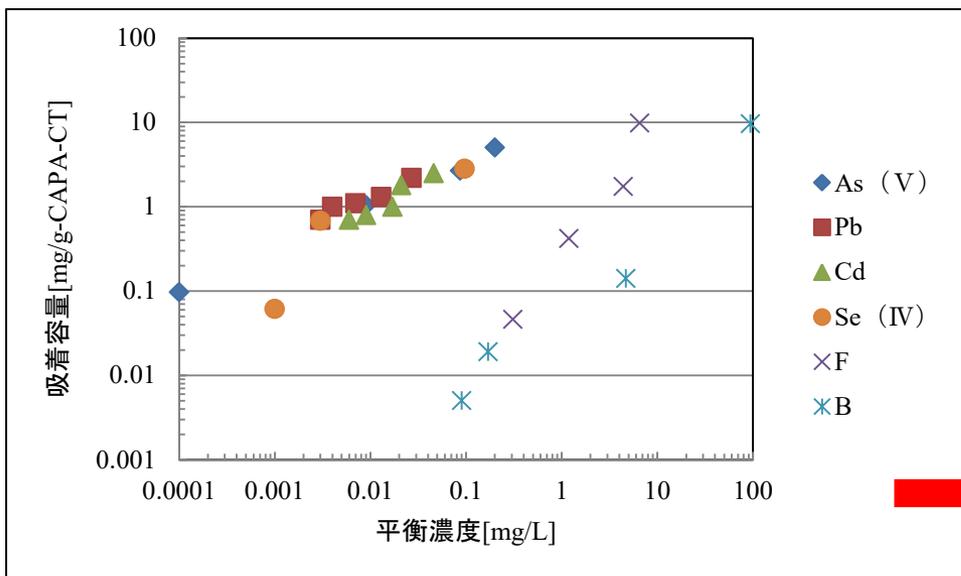
# 吸着層工法用資材の御紹介



**CAPA-CT(キャパ・シーティー)**  
**【用途】** 汚染土壌対策(不溶化工法、吸着層工法)  
**【主成分】** 人工ゼオライト・層状複水酸化物複合体  
**【対象元素】** As、Se、Pb、Cd、F、B  
**【形状】** 粉末状



様々なアニオンがゲスト層を構成しているアニオンと交換し、ゲスト層部にインターカレーションされる。



## 【模擬汚染水吸着バッチ試験】

- ① 所定濃度に調整した模擬汚染水にCAPA-CTを所定量添加。
- ② 24時間振とう。
- ③ 0.45 μmメンブレンフィルターで濾過。
- ④ 得られた濾液の濃度を測定。

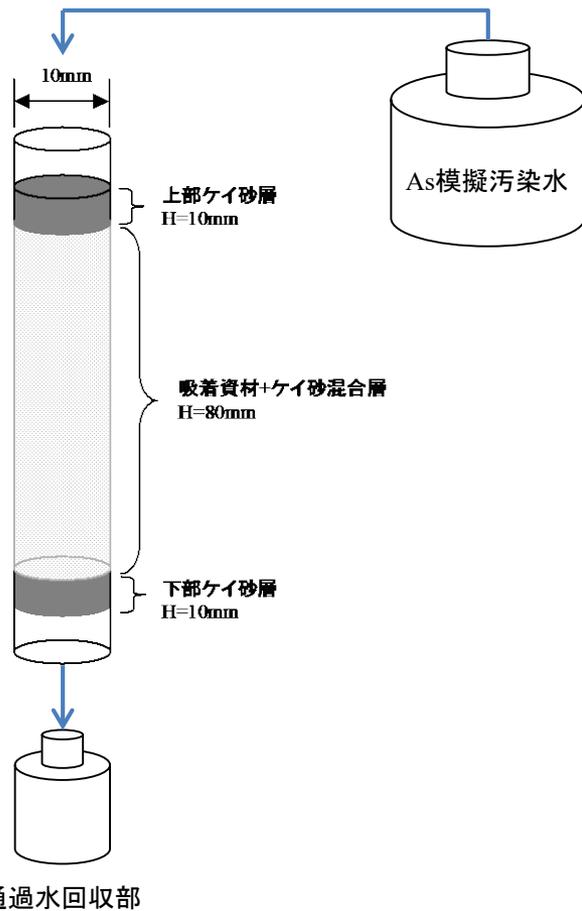
## ※吸着容量算出式

[原水濃度 - 平衡濃度] × 溶液量 / 添加吸着材量



様々な元素に対し吸着効果を発揮

# 吸着層工法用資材の御紹介



## 【カラム試験条件】

カラム直径=10mm

ケイ砂粒子径=5号

CAPA-CTとケイ砂混合比=0.05:1(重量比)

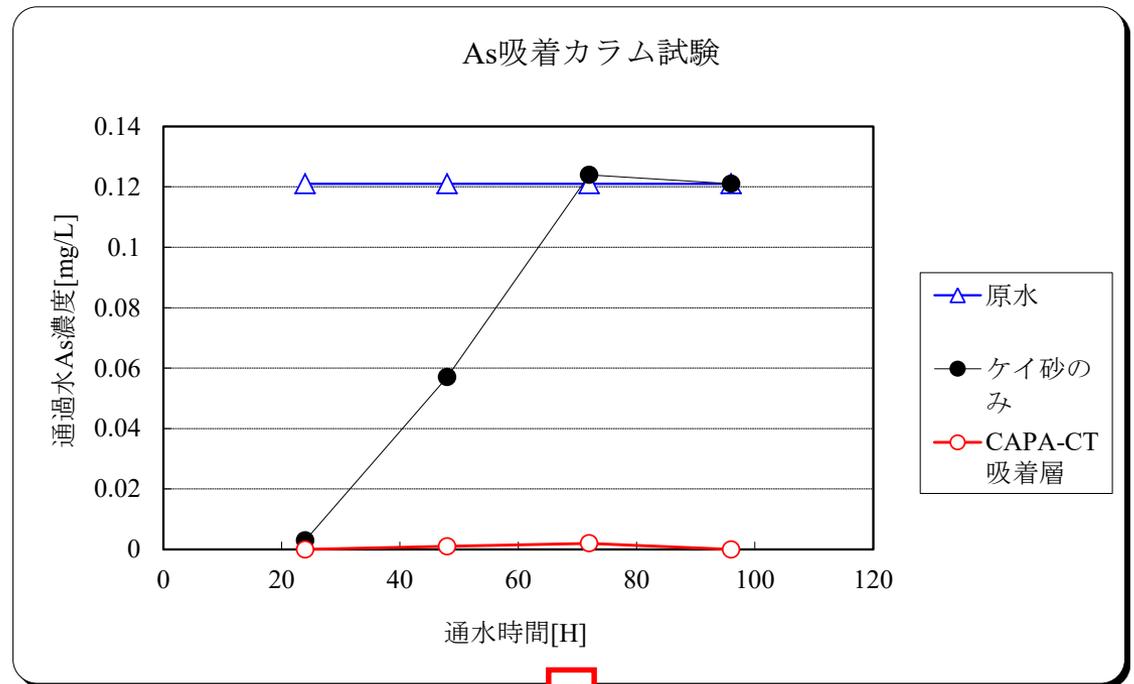
CAPA-CT量=0.5g 混合ケイ砂量=10g

ケイ砂混合資材敷高=80mm

上部、下部ケイ砂層敷高=10mm

模擬汚染水注入速度=100mL/24h

模擬汚染水濃度=0.121mg/L( $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を用いて調製)



動的条件下での吸着が可能

# 吸着層工法の進化形

## ■吸着層工法に関する懸念事項

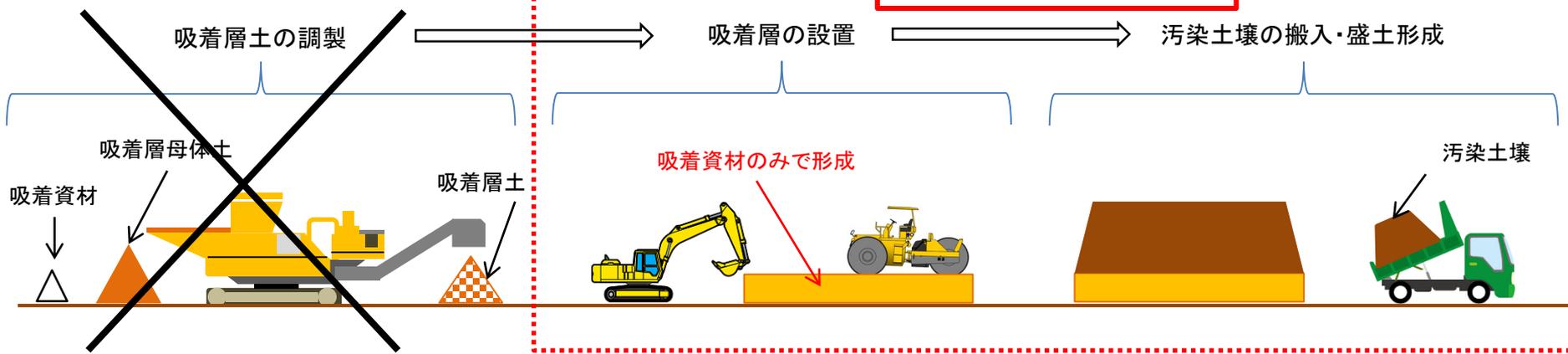
- ・浸出水の流れが不規則な場合対応できているのか。
- ・吸着層内の吸着成分が均一に混合されているのか。
- ・経年に伴い吸着層部分の透水性低下は起こらないのか。

## ■吸着層工法における課題

- ・母体土が必要。
- ・母体土と吸着資材の相性確認が必要。
- ・母体土との混合作業が必要。
- ・一定量毎の吸着層の品質管理が必要。

吸着資材のみで吸着層を形成させることで解消

## 単一層吸着層工法



# 吸着層工法の進化形



吸着資材を母材に添着



KAT Beads® (カッピース)

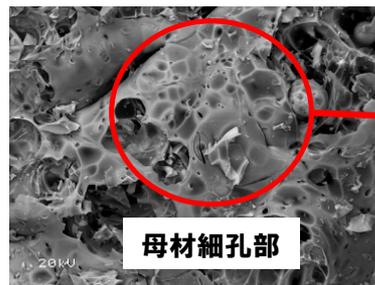
【用途】 汚染土壌対策(混合土吸着層工法、単一層吸着層工法)

【主成分】 人工ゼオライト・鉄化合物・多孔性無機物複合体など

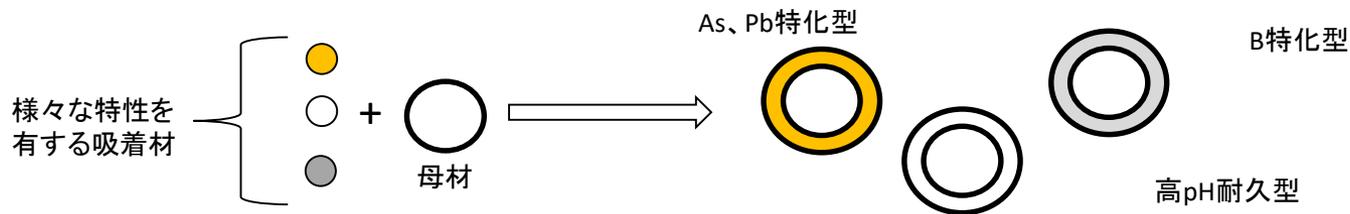
【対象元素】 As、Se、Pb、Cd、F、B

【形状】 粒状

【粒径】 0.075~2mm 99.5%(平均0.6819mm)

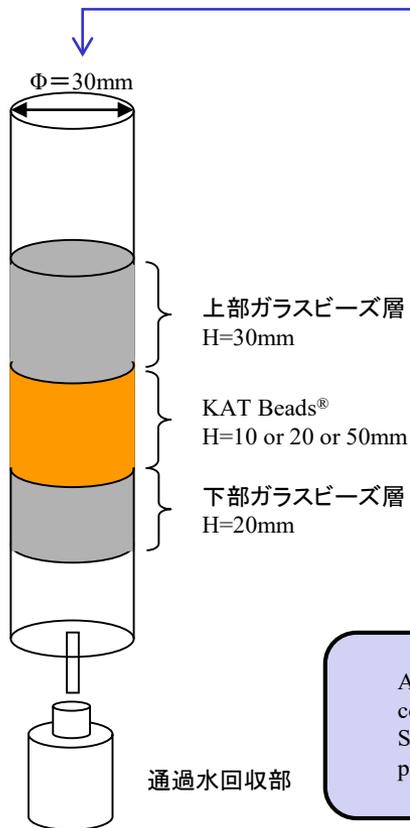


母体の表面部・細孔内部に吸着成分が添着



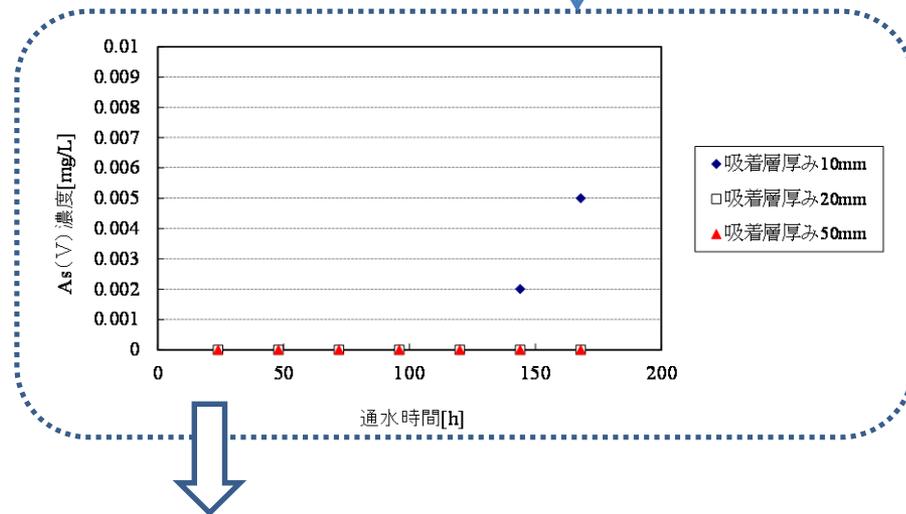
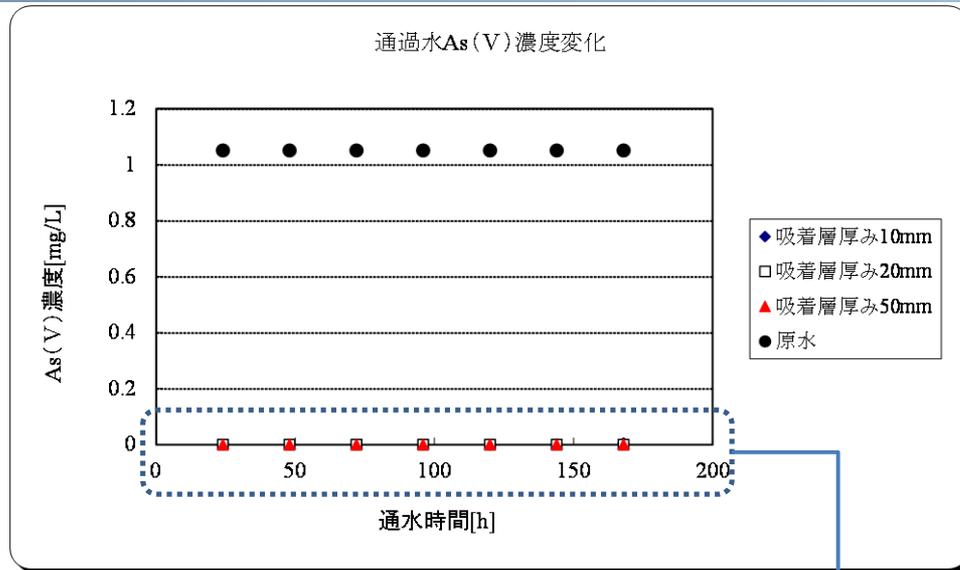
- ・高い吸着能力と吸着層工法に適した保水性・透水性を有した新規吸着資材
- ・対象汚染物質の種類や組み合わせ、状態に応じて最適なカスタマイズが可能

# 吸着層工法の進化形



As(V)溶液  
conc.=1.0mg/L  
S.V.=1.71h-1  
pH=7.0~7.5

項目	吸着層厚み	注入As溶液濃度	S.V.	注入期間
単位	(mm)	(mg/L)	(h-1)	(day)
設定値	10、20、50	1.0付近	1.71	7



- ・動的条件下での吸着が可能
- ・薄層(10mm程度)であっても不検出レベルまでの吸着が可能

# 製品一覧

製品	特徴	代表的な対応元素
CAMZ (上水用、排水用)	<p>重金属を含む地下水の飲料水化、工場排水の浄化、土壌浸出水や洗浄水の浄化などにご使用頂けます。濾過方式での連続処理が可能であり効率的な浄化を実現できます。</p> <p>人工ゼオライト・鉄化合物複合体を主成分としています。アニオン種に対し高い吸着性能を持ち、汚染水との接触のみで効果を発現する顆粒状吸着材です。</p>	ヒ素、鉛、セレン
CAMZ-W	<p>重金属を含む射撃場や工場排水の浄化、アンモニア性窒素の浄化などにご使用頂けます。濾過方式での連続処理が可能であり効率的な浄化を実現できます。</p> <p>人工ゼオライトを主成分としています。カチオン種に対し高い吸着性能を持ち、汚染水との接触のみで効果を発現する顆粒状吸着材です。</p>	鉛、アンモニア性窒素
A19-S	<p>マンガンを含む地下水の飲料水化、工場排水の浄化などにご使用頂けます。処理効率に優れる接触酸化方式での処理を実現できます。</p> <p>ケイ砂を母体としています。高いマンガン付着量を有しており通水初期段階から高いマンガン除去性能を発現する濾過材です。</p>	マンガン
MB4	<p>マンガンを含む地下水の飲料水化、工場排水の浄化などにご使用頂けます。処理効率に優れる接触酸化方式での処理を実現できます。またその反応性を利用し色度分解の作用も有しています。</p> <p>セラミックスを母体としています。高いマンガン付着量を有しており通水初期段階から高いマンガン除去性能を発現する濾過材です。またその反応性を利用し色度分解の作用も有しています。</p>	マンガン、色度
CAMZ-S	<p>人工ゼオライト・鉄化合物複合体を主成分としています。重金属類に汚染されたトンネル工事などに伴い排出された土壌、工場跡地、産業廃棄物などの不溶化処理にご使用頂けます。</p> <p>アニオン種に対し高い吸着効果を有しており、土壌などの対象物との混合のみで効果を発現するスラリー状吸着・不溶化材です。</p>	ヒ素、鉛、セレン
CAPA-CT	<p>重金属類に汚染されたトンネル工事などに伴い排出された土壌、工場跡地、産業廃棄物などの不溶化処理にご使用頂けます。また処理量が莫大なトンネル掘削スリに対しては施工性に優れた吸着層工法用の資材としてご使用頂けます。</p> <p>層状複水酸化物複合体を主成分としています。アニオン種に対し高い吸着効果を有しており、土壌などの対象物との混合のみで効果を発現する粉末状吸着・不溶化材です。複合汚染を得意とし複数の重金属類の同時吸着が可能です。</p>	ヒ素、鉛、セレン、カドミウム、フッ素、ホウ素
AC-1	<p>重金属類に汚染されたトンネル工事などに伴い排出された土壌、工場跡地、産業廃棄物などの不溶化処理にご使用頂けます。特に焼却灰からのフッ素、ホウ素を得意としており処理灰を路盤材などに転用することが可能です。</p> <p>アルカリ系金属類を主成分としています。アニオン種に対し高い吸着効果を有しており、土壌などの対象物との混合のみで効果を発現する粉末状吸着・不溶化材です。</p>	フッ素、ホウ素
TKS105	<p>重金属類に汚染されたトンネル工事などに伴い排出された土壌、工場跡地、産業廃棄物などの不溶化処理にご使用頂けます。特に焼却灰からのフッ素、ホウ素を得意としており処理灰を路盤材などに転用することが可能です。</p> <p>鉄を主成分としています。特殊加工を施し鉄イオン供給の促進を図っています。特に酸性土壌からのヒ素溶出抑制、吸着が困難な六価セレン、自然由来ホウ素含有湧水の処理などに対し高い効果を発現する粉末状吸着・不溶化材です。</p>	ヒ素、六価セレン、ホウ素
アッシュクロー (タイプA、タイプS)	<p>重金属類に汚染された工場排水や産業廃棄物の処理にご使用頂けます。ごみ焼却場や高濃度汚染水を排出する工場でも広く使用されています。</p> <p>高濃度の汚染に対し有効であり重金属イオンと反応し水に不溶性な固形物を生成します。処理対応元素は幅広く様々なあらゆる重金属が混在している状態でも安定した性能を発揮する粉末状または液状吸着材です。</p>	水銀、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ヒ素、クロム
SoiCle	<p>重金属類に汚染された土壌、工場跡地、産業廃棄物などの浄化にご使用頂けます。重金属類を土壌から分離させることで土地の区域指定が可能となります。</p> <p>汚染土壌と水の混合性を飛躍的に高めた混合装置と特殊な土壌沈降分離装置を用いたコンパクトな土壌洗浄システムです。様々な現場条件にフレキシブルに対応したオンサイト浄化を可能とします。</p>	油、フッ素
KAT Beads (顆粒状・マット状)	<p>重金属類に汚染されたトンネル工事などに伴い排出された土壌、工場跡地などからの汚染物質拡散防止にご使用頂けます。また処理量が莫大なトンネル掘削スリに対しては施工性に優れた吸着層工法用の資材としてご使用頂けます。またマット状製品は汚染土壌の仮置き場に設置し、仮置き場から搬出されるまでの期間中、汚染物質の拡散防止対策としてご使用頂けます。</p> <p>吸着性、透水性に優れた特殊形状を有している吸着材です。顆粒状の製品とマット状の製品があり、顆粒状製品は、従来の吸着層工法用資材としての使用が可能です。またマット状製品はバンドリング性を向上させ容易に敷設することが可能。さらに回収が可能であり、仮置き場からの浸出水対策を非常に簡便且つ短時間で講じることが可能となります。</p>	ヒ素、鉛、セレン



様々な製品・技術を用いて  
多種多様な汚染対策に対応

# 実績(汚染水関連)

場所	用途	処理前As濃度	処理後As濃度	CAMZ使用量	処理水量
東日本	井水中のヒ素処理 (自家水道として利用)	0.106mg/L	<0.001mg/L	3.0m <sup>3</sup>	200m <sup>3</sup> /day
中部	井水中のヒ素処理 (自家水道として利用)	0.026mg/L	<0.001mg/L	0.4m <sup>3</sup>	60m <sup>3</sup> /day
関東	温泉水中のヒ素処理	0.177mg/L	<0.001mg/L	0.4m <sup>3</sup>	24m <sup>3</sup> /day
中部	工場排水中のヒ素処理	0.01~0.1mg/L	<0.001mg/L	1.0m <sup>3</sup>	60m <sup>3</sup> /day
関西	工場廃水中のヒ素・セレン 複合汚染水処理	As、Seともに 0.1~0.2mg/L	As、Seともに <0.001mg/L	0.6m <sup>3</sup>	120m <sup>3</sup> /day
東日本	処分場内排水中のヒ素処理	非公開	非公開	0.3m <sup>3</sup>	非公開
関東	汚染土仮置き場浸出水対策	非公開	非公開	0.4m <sup>3</sup>	非公開

# 実績(汚染土壌、廃棄物処理)

場所	施主	目的	対象物質	処理対象量	使用薬剤	処理前濃度 [mg/L]	処理後濃度 [mg/L]
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	2,000m <sup>3</sup>	CAMZ-S	0.073	<0.001
四国	公共	用水路工事に伴う発生土処理	As	1,000m <sup>3</sup>	CAMZ-S	0.03	<0.001
中部	民間	工場跡地汚染土処理	As	1,500m <sup>3</sup>	CAPA-CT	0.024	<0.001
九州	公共	自然由来汚染土処理	As,Se,B	200,000m <sup>3</sup>	CAPA-CT	As:0.018 Se:0.012 B:1.30	As:0.001 Se:0.001 B:0.40
西日本	公共	自然由来汚染土処理	As	10,000m <sup>3</sup>	CAMZ-S	0.051~0.102	<0.001
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	30,000m <sup>3</sup>	CAPA-CT	0.068	0.002
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	10,000m <sup>3</sup> 以上	CAPA-CT	0.03~0.04	<0.001
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	10,000m <sup>3</sup> 以上	CAPA-CT	0.07	<0.001
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	10,000m <sup>3</sup> 以上	CAPA-CT	0.06~0.09	<0.001
中部	公共	自然由来汚染土処理	As、Cd	500m <sup>3</sup>	AC-1	As:0.02 Cd:0.012	As:<0.001 Cd:<0.001
中部	公共	自然由来汚染土処理	As	1500m <sup>3</sup>	AC-1	0.04	<0.001
東日本	公共	自然由来汚染土処理	As	10,000m <sup>3</sup> 以上	CAPA-CT	0.06~0.09	<0.001
四国	民間	リサイクル品原料用煤塵の重金属処理	F、Cr <sup>6+</sup>	20m <sup>3</sup> /day	AC-1	F:1.1 Cr <sup>6+</sup> :0.85	F:0.2 Cr <sup>6+</sup> :0.01

ご清聴誠に有難う御座いました。



株式会社アムロン  
開発本部 環境事業部  
〒761-1708  
香川県高松市香川町安原下2296-1  
Tel:087-879-2089 Fax:087-840-5377  
<http://www.amec.jp/>  
担当:藤田