太平洋セメントの循環型社会への貢献と土壌ソリューション事業の紹介

太平洋セメント株式会社

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

太平洋セメントグループのセメント生産拠点

国内および環太平洋を中心に事業展開(2024統合報告書)

国内セメント生産拠点

クリンカ生産能力

国内 17,058千t

海外セメント生産拠点

クリンカ生産能力

海外 9,720千t

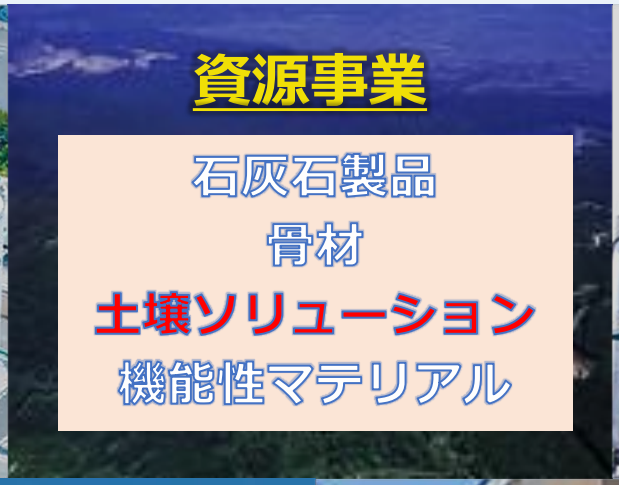
Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

太平洋セメントの事業領域

～ 暮らしを守り、社会を支える ～

セメント事業

セメント
固化材
地盤改良材
生コンクリート



資源事業

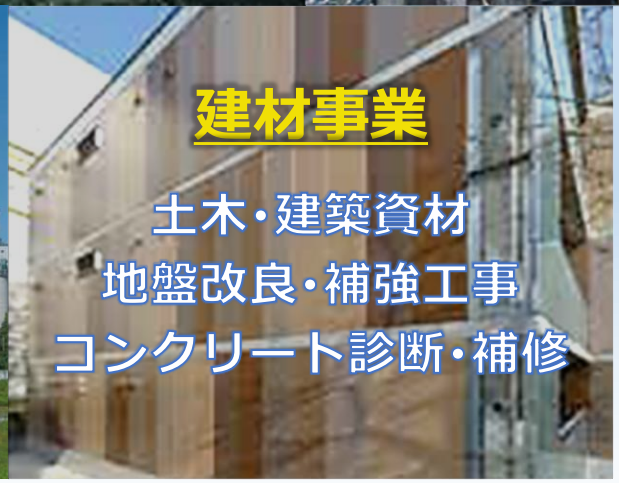
石灰石製品
骨材
土壌ソリューション
機能性マテリアル

環境事業

廃棄物処理サービス
環境関連製品

海外事業

セメント・骨材・生コン
環境負荷低減
ソリューション



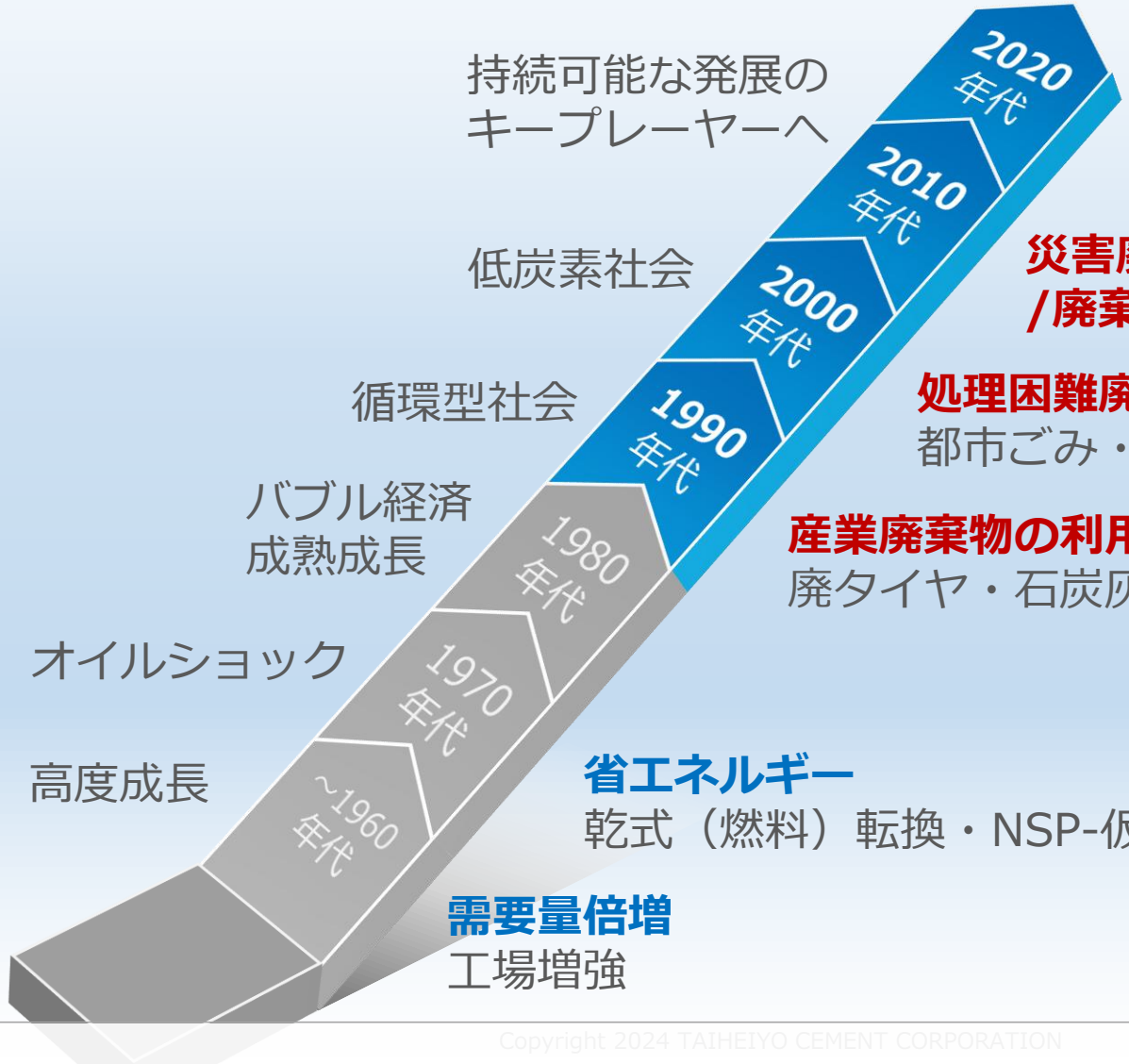
建材事業

土木・建築資材
地盤改良・補強工事
コンクリート診断・補修

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

セメント産業と資源循環との関わり

資源循環の先駆的ともいえる活動を1990年代から推進



サーキュラーエコノミー
/カーボンリサイクル

災害廃棄物の処理・活用
/廃棄物活用技術の高度化

処理困難廃棄物の利用
都市ごみ・肉骨粉 etc.

産業廃棄物の利用
廃タイヤ・石炭灰 etc.

省エネルギー
乾式（燃料）転換・NSP-仮焼炉

需要量倍増
工場増強

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

災害対応と資源循環

災害廃棄物処理を通じ、社会のセーフティーネットの形成に貢献

熊本地震での対応例：
発生した震災廃棄物を大分工場・大船渡工場・明星セメント社で処理・リサイクル

大船渡船工場　木屑荷揚

大分工場　木屑荷降

循環型社会の形成および災害廃棄物処理に係る自治体との協定：
①廃棄物の資源化　②災害廃棄物の処理　③循環型社会の形成と地域の活性化

協定締結自治体：
北海道 及び 北斗市／岩手県 及び 大船渡市／宮城県／埼玉県 及び 熊谷市／
三重県 及び いなべ市／大分県 及び 津久見市

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

能登地震での対応

太平洋セメント、能登半島地震の災害廃棄物受け入れ

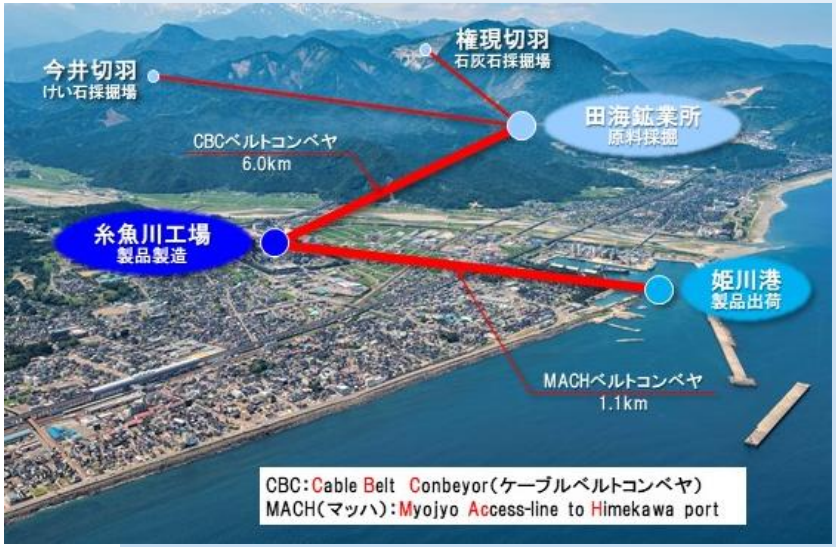
素材　＋フォローする

2024年7月31日 13:49

保存

石川県から輸送されてきた災害廃棄物を姫川港で引き揚げる様子（新潟県糸魚川市）

太平洋セメントは31日、能登半島地震で発生した災害廃棄物の受け入れを開始したと発表した。木くずなどを新潟県の工場に運び、燃料化施設で処理を施してバイオマス発電所の燃料とする。焼却灰はセメント原料として利用し廃棄物を100%リサイクルする。2026年3月31日までに6万4000トンの廃棄物を受け入れ、被災地の復興を支援する。



明星セメント
（糸魚川工場）

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌ソリューション事業の紹介

1．汚染土壌のセメント資源化

【事例紹介】
§ 沖縄／赤嶺トンネルから
発生した土砂の県外処理

2．固化不溶化による土壌資源の有効活用

【事例紹介】
§ 掘削ずりの不溶化処理

3．紹介　太平洋セメントのCN戦略
（カーボンニュートラルモデル工場構想）

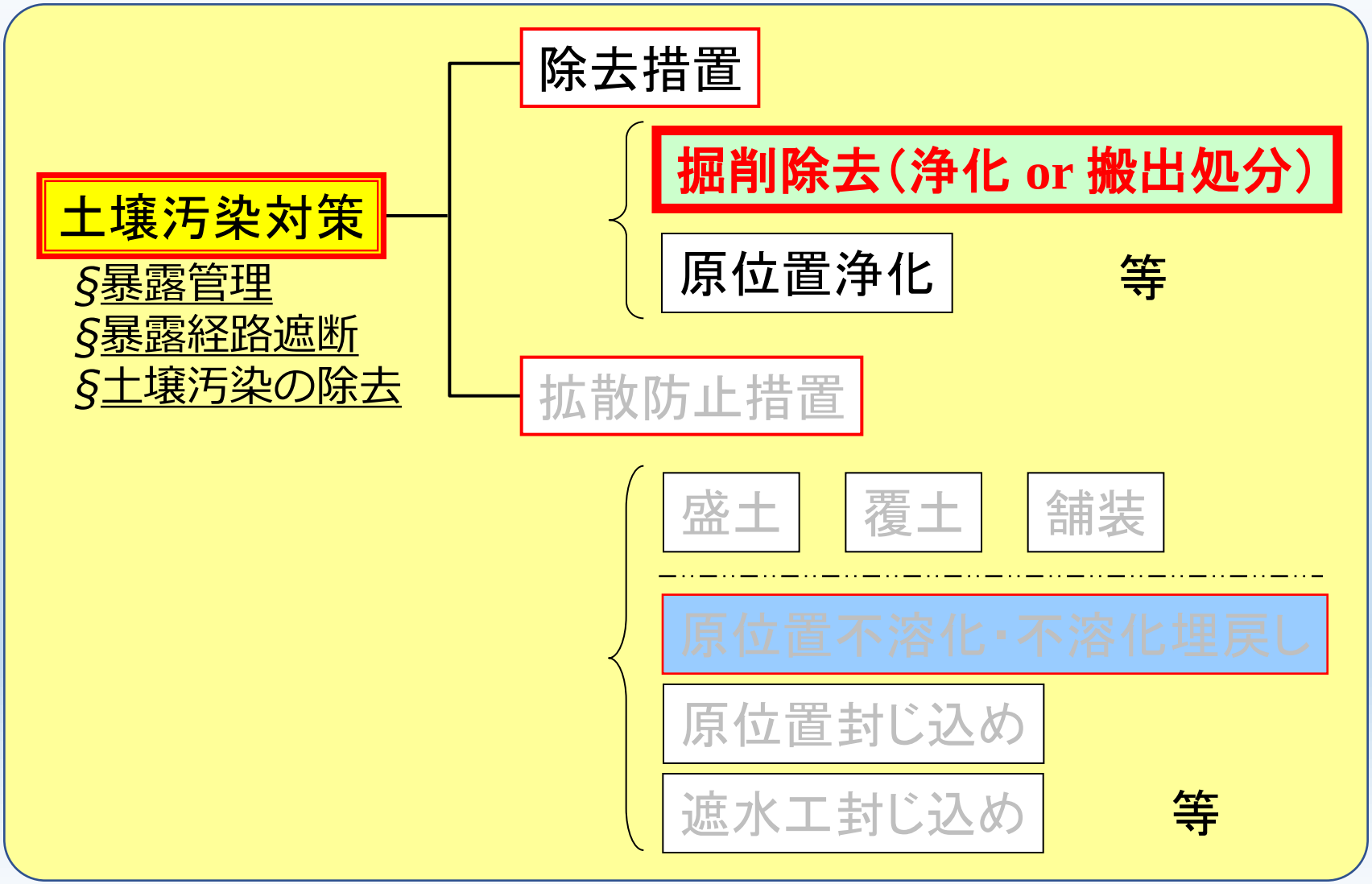
2023.8.7　ニュースリリースより

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

１．汚染土壌のセメント資源化

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌汚染対策について



Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌汚染対策について：掘削除去／場外搬出

＜残土、建設発生土／非汚染＞

◆残土受入、土木資材として有効利用

鉱山掘削跡地を利用

＜汚染土壌、建設発生土／汚染あり＞

＜ 汚泥、泥土 ＞

◆セメント資源化／原料化

2022年度：建設発生土の受入数量
92万ｔ（当社約18万ｔ）

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

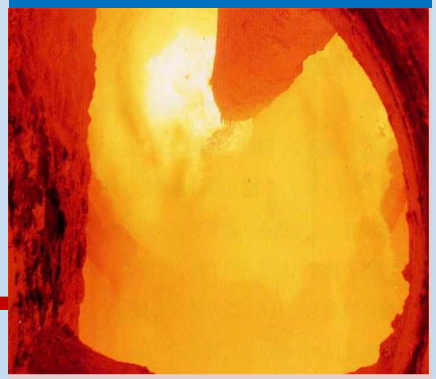
セメントの製造

- セメントは巨大な設備により大量に生産
- 国内セメント生産量： 47,177千t （産業全体　2023年）

原料
石灰石など

プレヒーターとキルン

キルン内部
(1450℃)

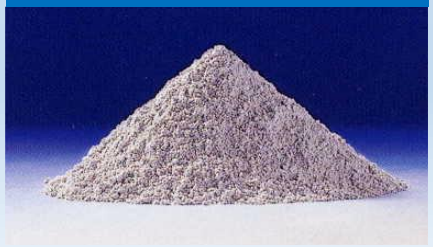


クリンカー

(写真：セメント協会)

粉砕

セメント



・プレヒーター： 高さ 約８０m
・キルン： Φ５～６m×長さ約１００m

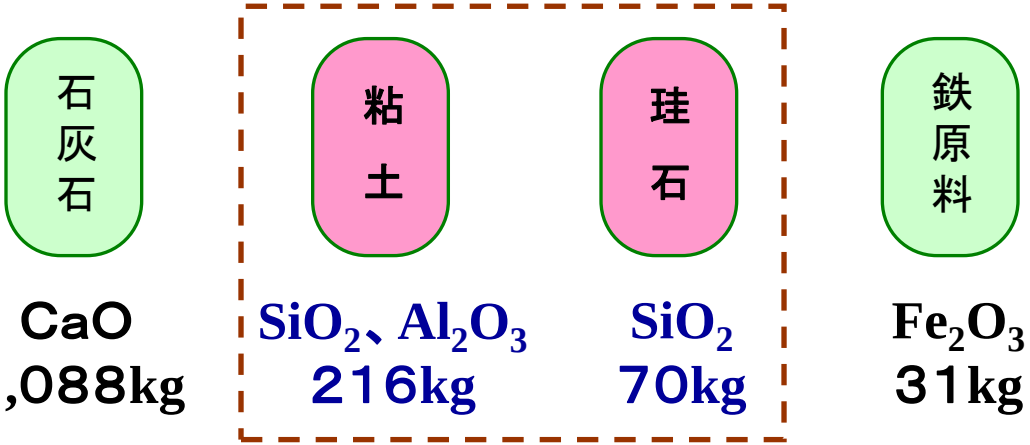
Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

セメント製造と代替原料について（その１）

表　普通セメント及び各種原料の化学組成例

		化学組成（%）			
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3
普通ポルトランドセメント		20～23	3.8～5.8	63～65	2.5～3.6
主な天然原料	石灰石	～4	～2	47～55	～2
	粘土	45～80	10～30	～5	3～10
	ケイ石	70～95	2～10	～2	～5

セメント1tつくるのに・・・・



Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

セメント製造と代替原料について（その２）

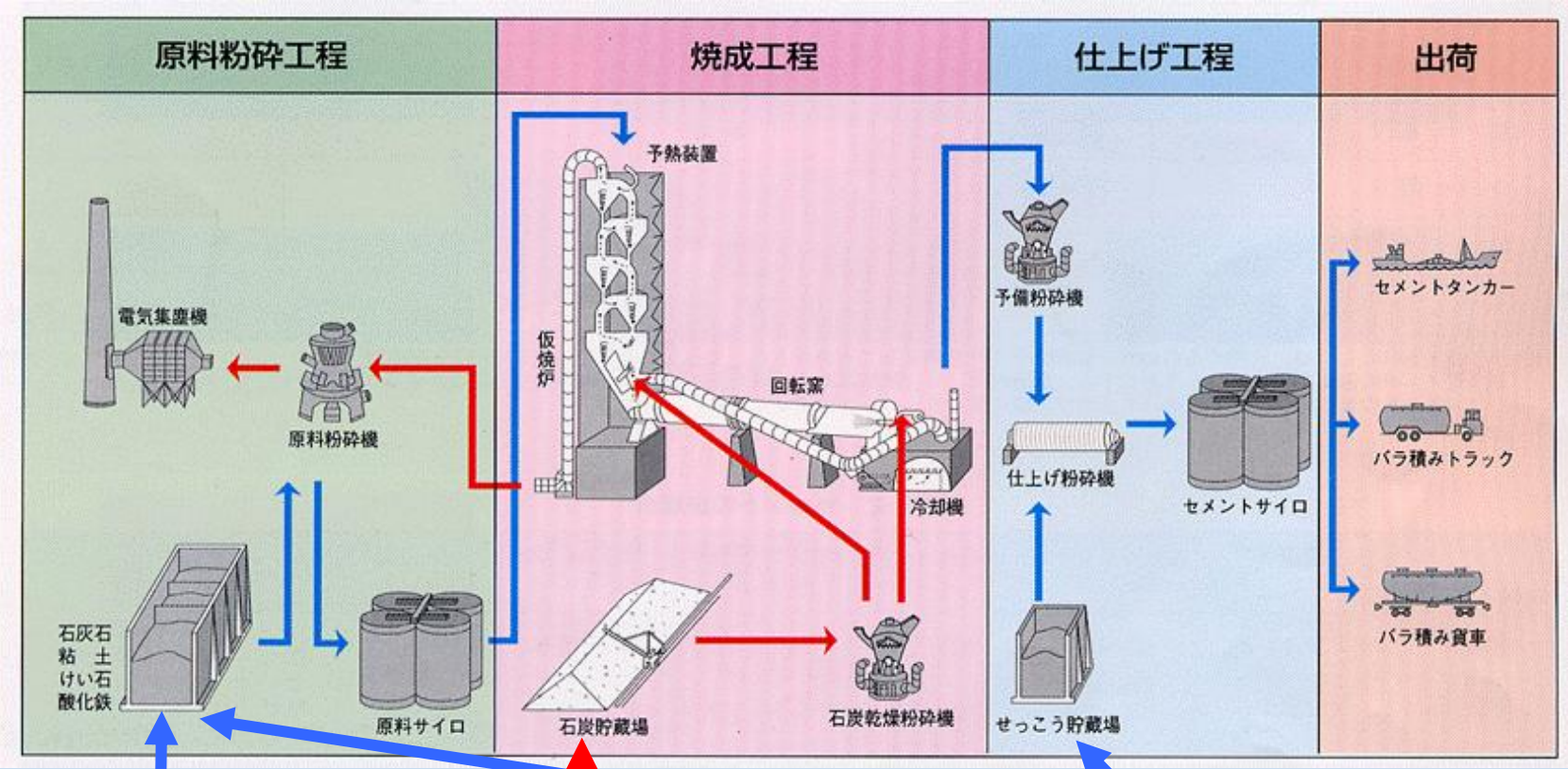
表　普通セメント及び各種原料の化学組成例

		化学組成例（%）			
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3
普通ポルトランドセメント		20～23	3.8～5.8	63～65	2.5～3.6
主な天然原料	石灰石	～4	～2	47～55	～2
	粘土	45～80	10～30	～5	3～10
	ケイ石	70～95	2～10	～2	～5
廃棄物・副産物	石炭灰	40～65	10～30	5～20	3～10
	高炉スラグ	20～45	10～20	30～60	～5
	下水汚泥	20～50	20～50	5～30	5～15
	鋳物砂	50～80	5～15	～5	5～15
	焼却灰	23～46	13～29	12～31	4～7
	建設発生土	40～70	10～25	～10	3～10

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

セメントの製造工程とリサイクル活用

セメント製造工程



リサイクル資源

代替原料
- 石炭灰
- 浄水場汚泥
- 下水汚泥焼却灰
- 非鉄鉱滓
- 鋳物砂

代替エネルギー
- 再生油
- 廃タイヤ
- 廃プラスチック
- 廃パチンコ台
- 木くず

代替原料
- 都市ごみ焼却灰（ばいじん・主灰）
- **建設発生土**
- 下水汚泥（脱水ケーキ）

代替原料
- 高炉スラグ
- 副産石膏
- フライアッシュ

出典：セメント協会

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌汚染対策：セメント資源化

◆第二種特定有害物質／重金属等（シアン、水銀を除く）

第一種特定有害物質
（揮発性有機化合物）
12項目
- クロロエチレン※
- 四塩化炭素
- 1,2-ジクロロエタン
- 1,1-ジクロロエチレン
- シス-1,2-ジクロロエチレン
- 1,3-ジクロロプロペン
- ジクロロメタン
- テトラクロロエチレン
- トリクロロエチレン
- 1,1,1-トリクロロエタン
- 1,1,2-トリクロロエタン
- ベンゼン

第二種特定有害物質
（重金属等）
9項目
- カドミウム及びその化合物
- 六価クロム化合物
- ~~シアン化合物~~
- ~~水銀及びその化合物~~
- セレン及びその化合物
- 鉛及びその化合物
- 砒素及びその化合物
- フッ素及びその化合物
- ホウ素及びその化合物

第三種特定有害物質
（農薬・PCB等）
5項目
- シマジン
- チオベンカルブ
- チウラム
- PCB
- 有機リン化合物

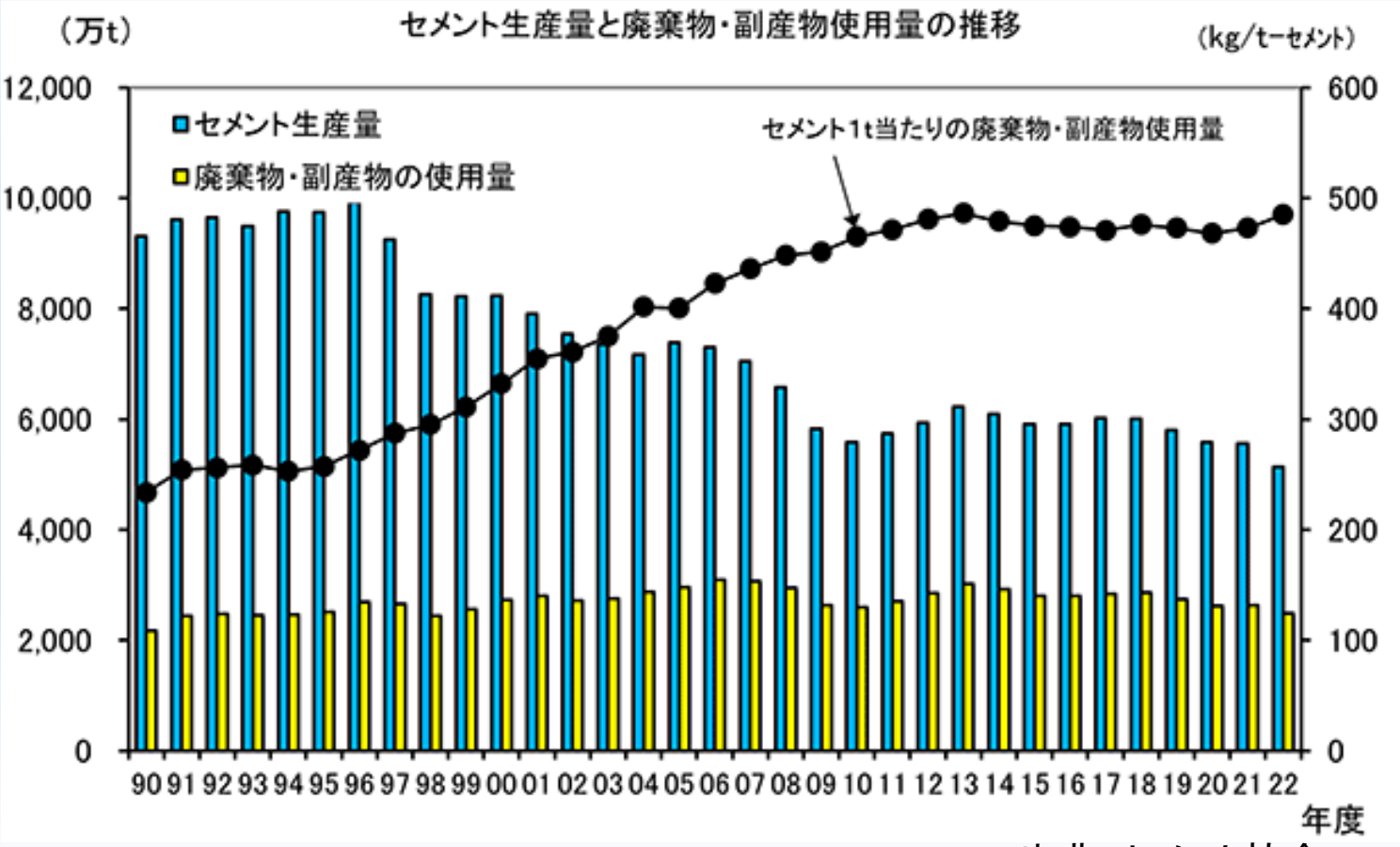
シアン化合物、水銀を除く第2種はセメント資源化可能

※クロロエチレンは、平成29年4月1日から施行

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

セメント生産量と廃棄物・副産物使用量の推移

- 産業全体で年間**2,800万 t** 以上の廃棄物・副産物を活用
  （我が国のリサイクル資源循環量の**約10%**に相当）
- セメント1,000kgの製造に廃棄物・副産物を**450kg**以上使用



出典：セメント協会

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

【事例紹介】

沖縄／赤嶺トンネルから
発生した土砂の県外処理

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

工事概要①

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

工事概要②

工 事 名：赤嶺トンネル（北側、南側）工事／小禄道路のトンネル区間
工事場所：沖縄県那覇市安次嶺（あしね）～赤嶺（あかみね）地内
発 注 者：内閣府　沖縄総合事務局開発建設部

【トンネル坑口／上り（北側）】

【トンネル坑口全景（南側）】

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

状況・課題など

◆公共工事から大量の土砂が発生

L=972m、掘削土量は13万m^3超（地山）
重金属汚染（自然由来）が懸念される

◆沖縄県内での処理能力＜発生量

県内の汚染土壌処理施設は1社
処理能力に制限され工事進捗に影響／遅延

◆沖縄県外搬出には海上輸送が必須

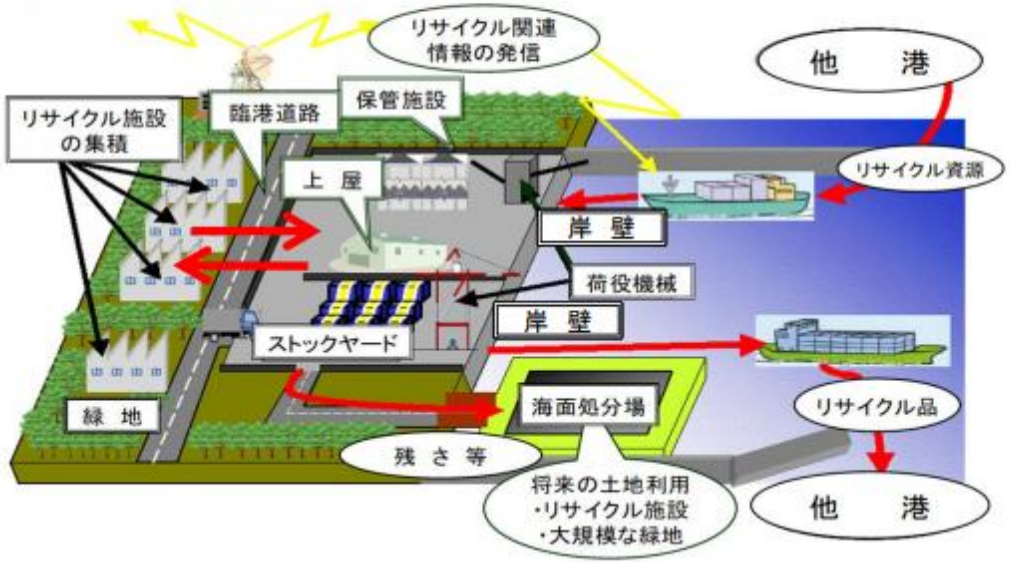
港湾は？
荷姿（フレコン or バラ）は？
安全対策（飛散など）は？　etc.

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

リサイクルポート（総合静脈物流拠点港）

リサイクルポートのイメージ

リサイクルポートは、廃棄物等（資源循環貨物）を取り扱うことが可能な物流機能と、リサイクル処理施設の集積が可能な立地機能の二つの機能を有する



リサイクルポート指定港（22港）

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

工事概要③；重金属汚染土壌の処理フロー

トンネル掘削　切羽

↓

掘削ズリ仮置きハウス

↓

場外搬出／10ｔダンプトラック

↓

中城湾港／積替・保管

↓

海上輸送／ガット船

写真　掘削ズリ仮置きハウス（南側工区）

※風雨による飛散や流出の防止

県内処分場

◆セメントリサイクル

：琉球ｾﾒﾝﾄ㈱／沖縄本島内

※受入能力 max.80t/日

県外処分場

◆セメントリサイクル：太平洋ｾﾒﾝﾄ㈱大分工場／大分県津久見市

◆建設資材リサイクル：1)㈱ｼﾞ ｵﾚｼﾞ ｬﾊﾟ ﾝ／兵庫県尼崎市

2)ｳｨﾙｴﾝｼﾞ ﾆｱﾘﾝｸﾞ ﾃｸﾉﾛｼﾞ ｰ㈱／大阪府枚方市

3)㈱ﾀﾞ ｲｾｷ環境ｿﾘｭｰｼｮﾝ／大阪府大阪市

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

作業状況：中城湾港（搬出／船積み）

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

まとめ①

表　中城湾港（新港地区）からの搬出土量

	概　　要	搬出数量（ｔ）	
		単年度	累　計
2019年度	・7月より南側より搬出開始	20,142	20,142
2020年度	・北側からも搬出開始	55,813	75,955
2021年度	・北側、南側ともに掘削本格化	237,430	313,385
2022年度	・4月で北側・南側ともに掘削完工／貫通 ※年度内は残分の出荷あり	29,715	343,100 北側:158,843 南側:184,257

注：2022年度の搬出数量は10月末時点。年度内の残分は県内で処理予定

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

まとめ②

◆公共工事から大量の土砂が発生

約34万t／4年間の重金属汚染土壌を処理

◆沖縄県内での処理能力＜発生量

県外（複数）の処理施設を確保することで
処理能力＞発生量を実現

◆沖縄県外搬出には海上輸送が必須

リサイクルポート／中城湾港（新港地区）を
活用し、バラ貨物として県外処理

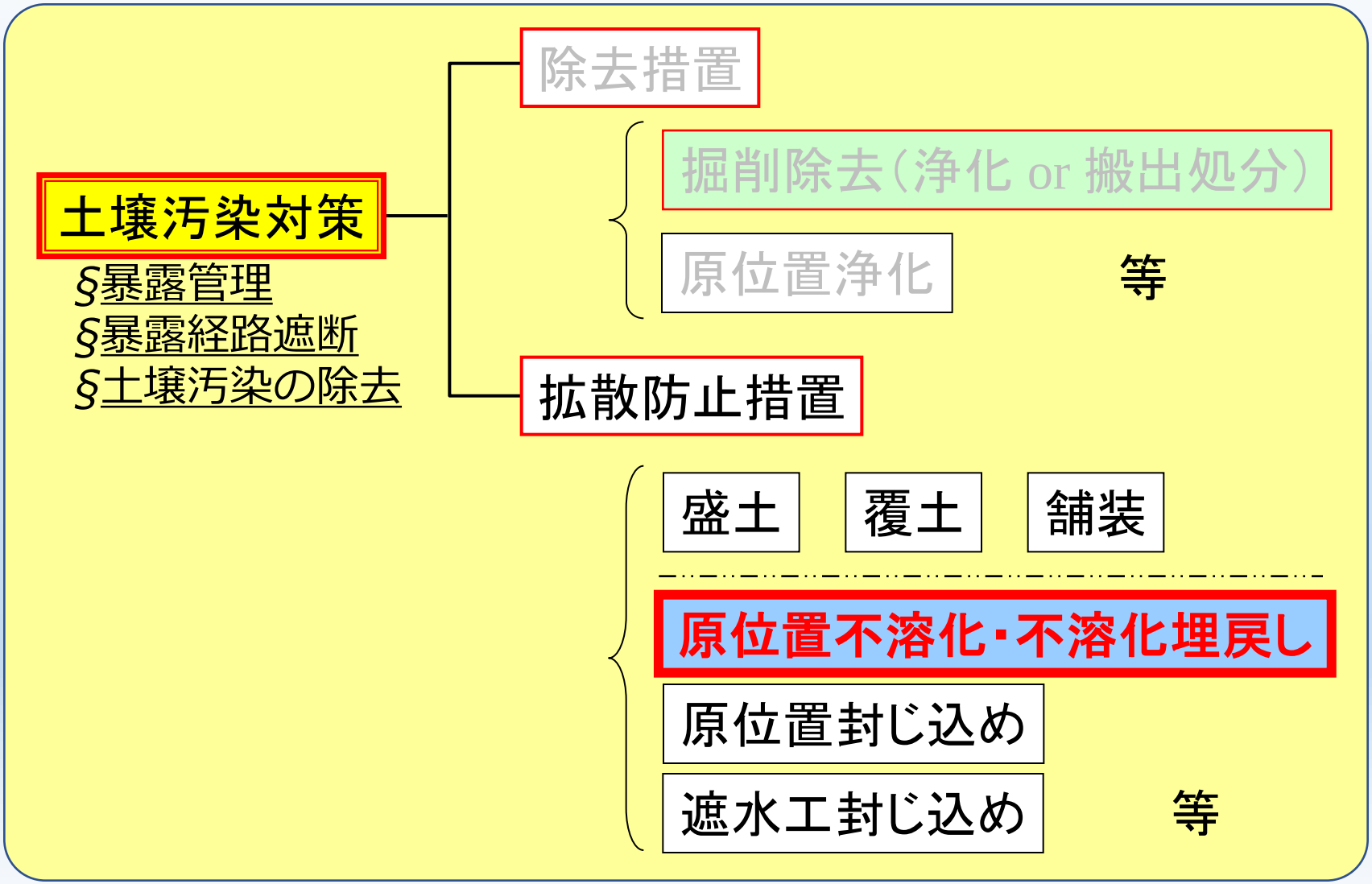
工事への影響／遅延なく、
安全・安心な処理を実現

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

2. 固化不溶化による
土壌資源の有効活用

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌汚染対策について



Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

土壌汚染対策：重金属不溶化材「デナイト」

◎重金属等を不溶化／固定する材料

◎既存の地盤改良工で施工可能

国交省 NETIS
KT-140040-VR

農業農村整備情報総合C
NNTD No.1117

Denite®, the material for immobilizing contaminates in soil since 2007

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

デナイトの不溶化対象物質

◆第二種特定有害物質／重金属等に不溶化効果を発現

第一種特定有害物質
（揮発性有機化合物）
12項目
- クロロエチレン※
- 四塩化炭素
- 1,2-ジクロロエタン
- 1,1-ジクロロエチレン
- シス-1,2-ジクロロエチレン
- 1,3-ジクロロプロペン
- ジクロロメタン
- テトラクロロエチレン
- トリクロロエチレン
- 1,1,1-トリクロロエタン
- 1,1,2-トリクロロエタン
- ベンゼン

第二種特定有害物質
（重金属等）
9項目
- カドミウム及びその化合物
- 六価クロム化合物
- シアン化合物
- 水銀及びその化合物
- セレン及びその化合物
- 鉛及びその化合物
- 砒素及びその化合物
- フッ素及びその化合物
- ホウ素及びその化合物

第三種特定有害物質
（農薬・PCB等）
5項目
- シマジン
- チオベンカルブ
- チウラム
- PCB
- 有機リン化合物

※クロロエチレンは、平成29年4月1日から施行

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

デナイト製品群の紹介

製品ラインナップ／デナイトシリーズ

- **デナイト**　汎用型不溶化材、吸着材として幅広く使用可能
- **デナイトCR**　高濃度の六価クロムや水銀を含む土壌や産業系副産物に有効
- **デナイトMP**　中性領域（pH5.8～8.6）での不溶化および改質が可能

製品名	対象元素								
	Pb	Cd	Hg	As	Se	Cr(Ⅵ)	F	B	CN
デナイト®	◎	◎	○	◎	○	○	◎	○	○
デナイトCR®	○	○	◎	○	○	◎	○	○	◎
デナイトMP®	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	○

◎：高い効果あり、○：効果あり

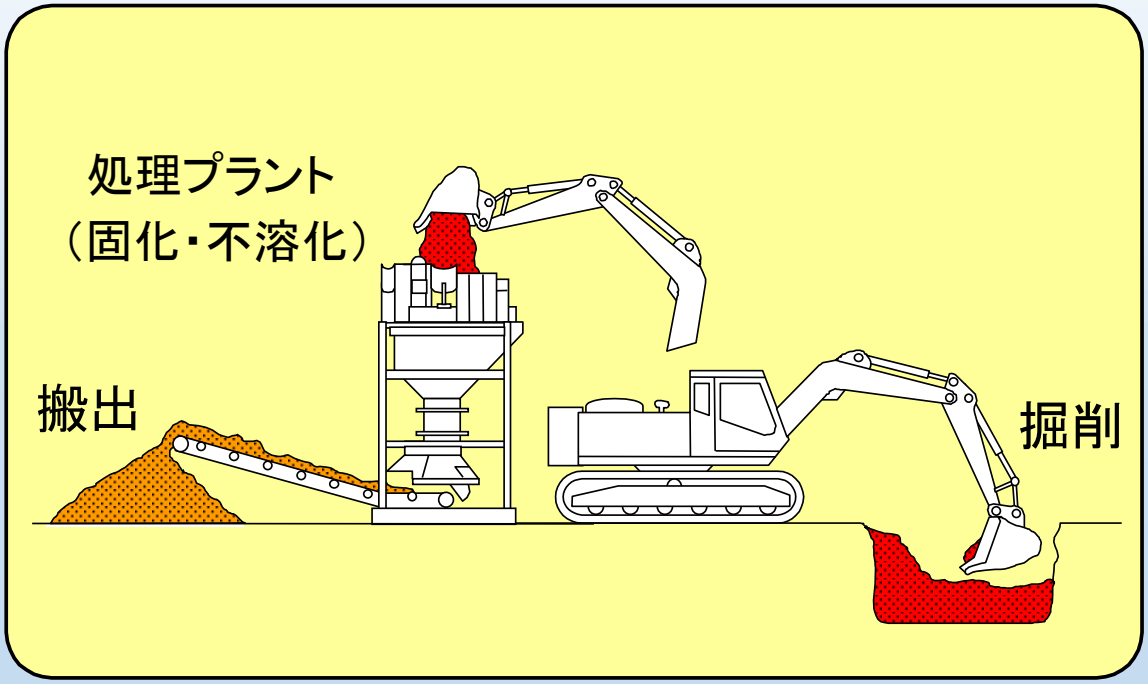
特殊用途対応品

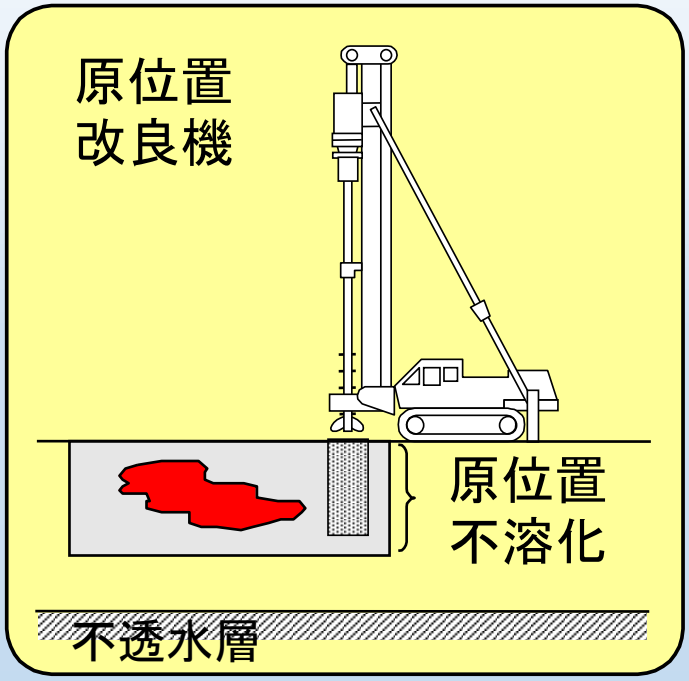
- **デナイトHF**　高濃度のフッ素やホウ素を含む土壌に有効
- **デナイトLS**　汎用型（デナイト）の強度発現を抑制した不溶化材
- **デナイトOI**　油膜の低減と不溶化の両立が可能
- **デナイトSE**　高濃度のセレンを含む土壌に有効

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

不溶化処理とは

重金属含有物（土・廃棄物）に、**不溶化材**を混合
⇒重金属等の水への溶解を抑制する技術





不溶化処理は掘削除去に対し**安価(約1/2～1/3)**で対策が可能

土壌汚染対策方法一覧（対策費用と工期）

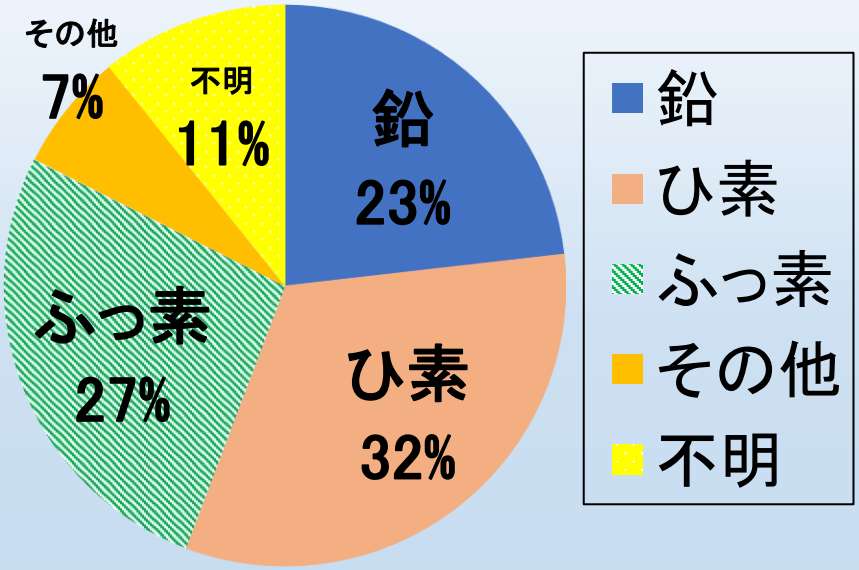
No.	ページ	対策方法	対策費用(m³あたり)	工期
6	P39	不溶化埋め戻し	3～5万円以上	数週間～数ヶ月以上
15	P44	掘削除去	5～10万円以上	数日～数週間以上

中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン
東京都環境局(H26.12)

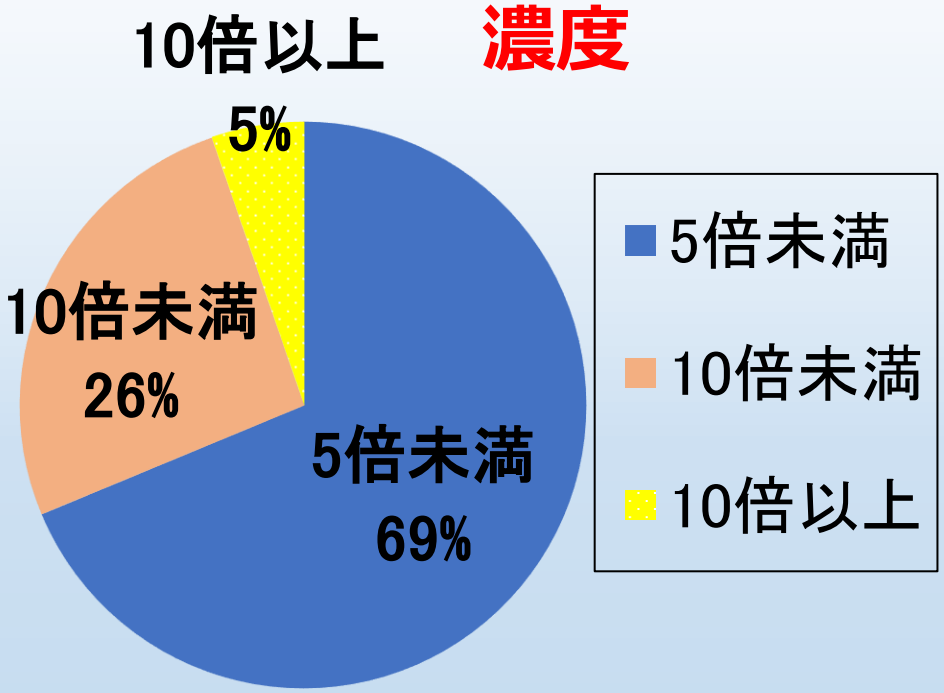
使用実績

重金属不溶化材 デナイト DENITE TAIHEIYO CEMENT

元素

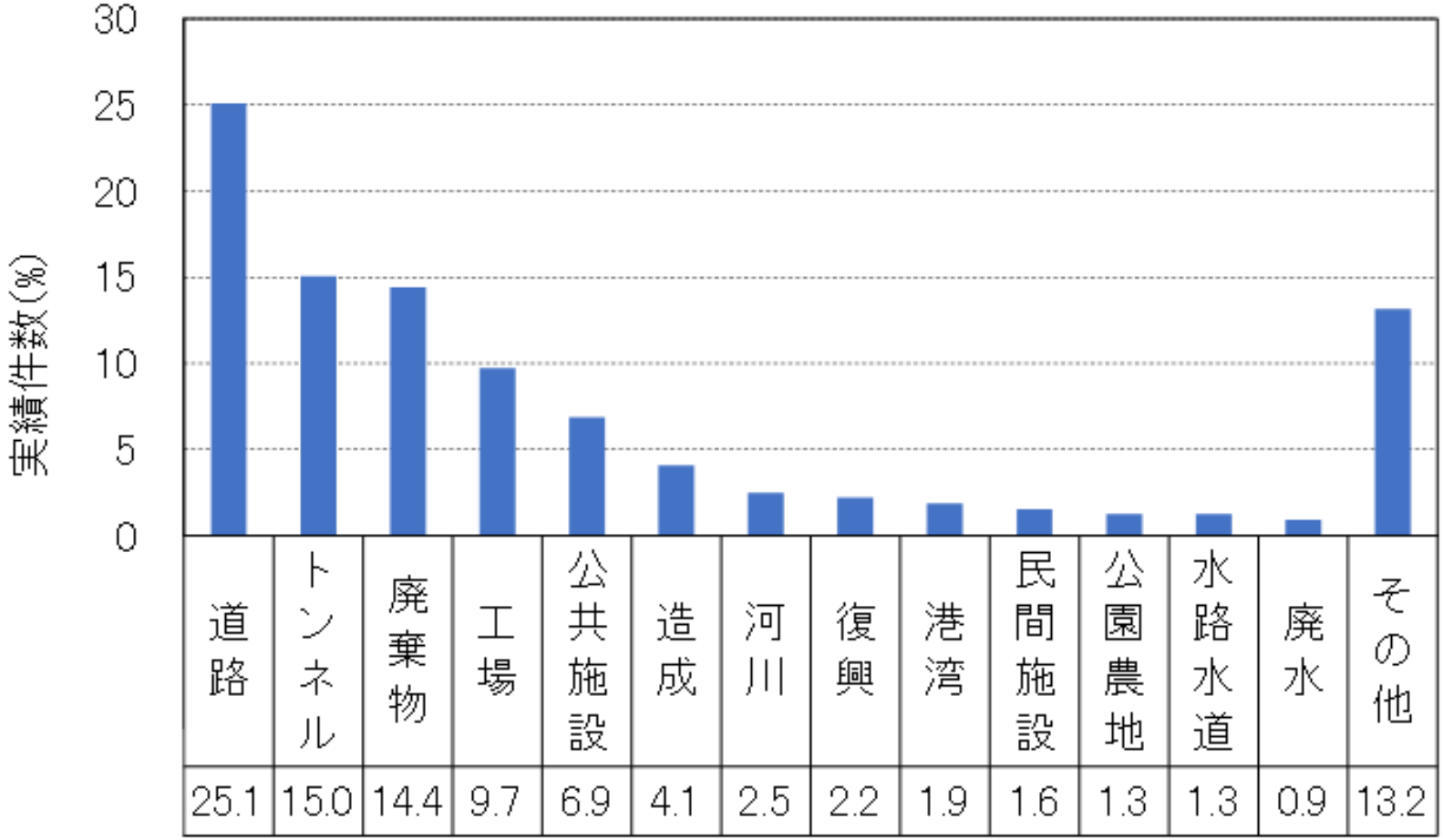


濃度



自然由来の発生元素での使用
基準値５倍未満の低濃度での使用

デナイトの使用用途



土木工事(道路)、トンネル工事での出荷が多い

【事例紹介】

掘削ずりの不溶化処理による有効利用

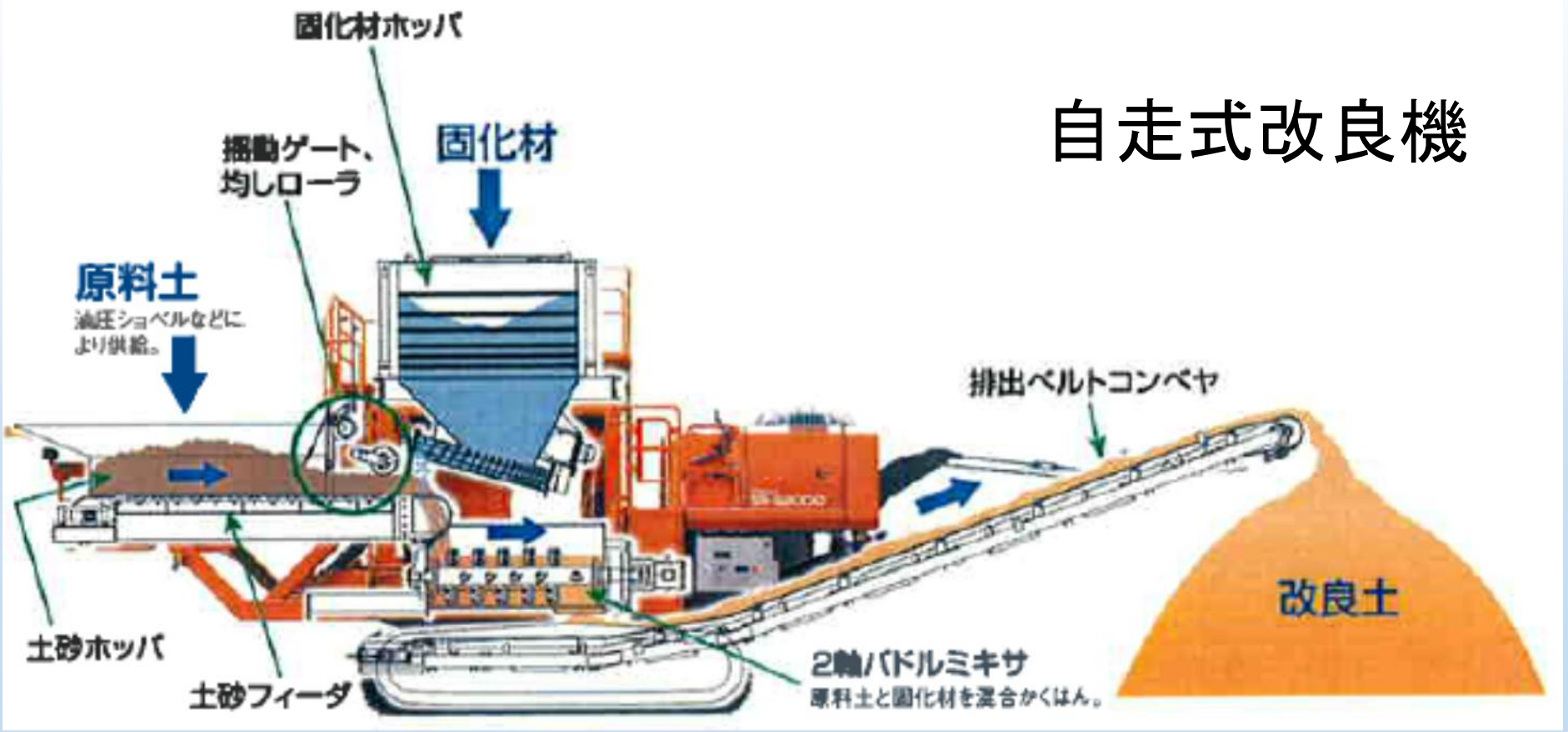
トンネル掘削ずりの盛土利用

実施　：　2014-2015年
施主　：　公共
地域　：　九州
元素　：　鉛、ひ素、ふっ素、
　　セレン、ほう素
土量　：　約20万m^3
添加　：　粉体
添加量：　70kg/m^3
数量　：　22,600t

デナイトの施工事例（破砕）

ずりの粉砕状況

デナイトの施工事例（混合）



自走式改良機

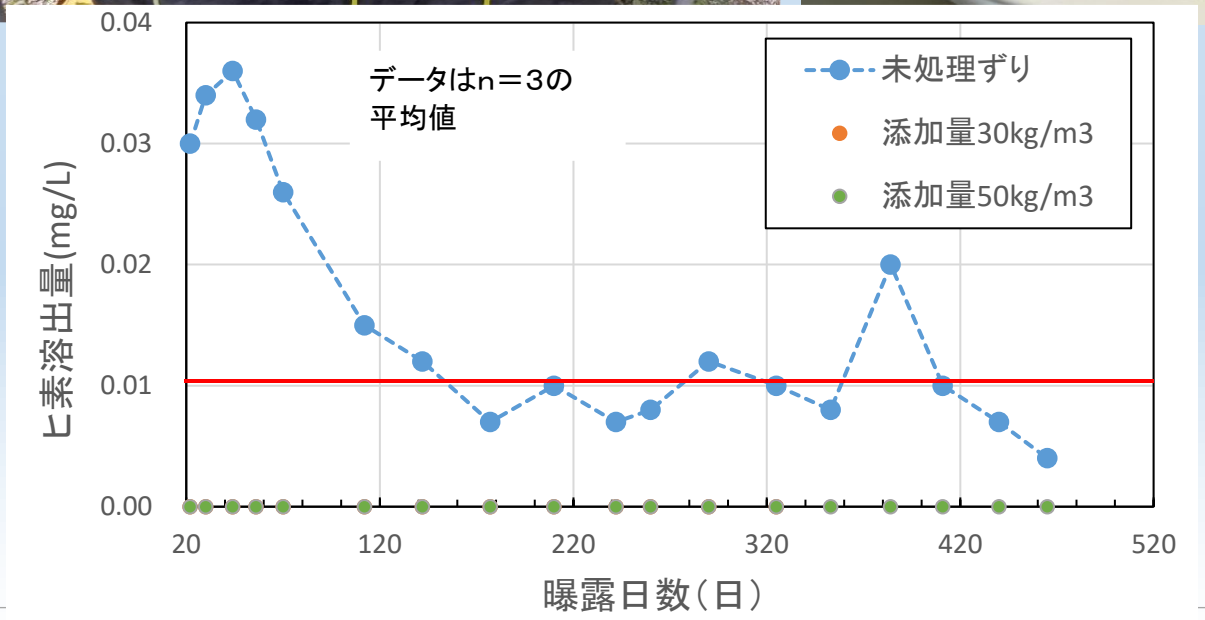
- 本体移動が可能であり、設置・撤収が容易
- 連続処理が可能で、土壌増減に比例した材料添加を実現
- 2軸で混合精度が高く、品質が安定

デナイトの施工事例（混合）

処理後の出来高状況 (加水で粉塵抑制が可能)

デナイトの施工事例（用途）

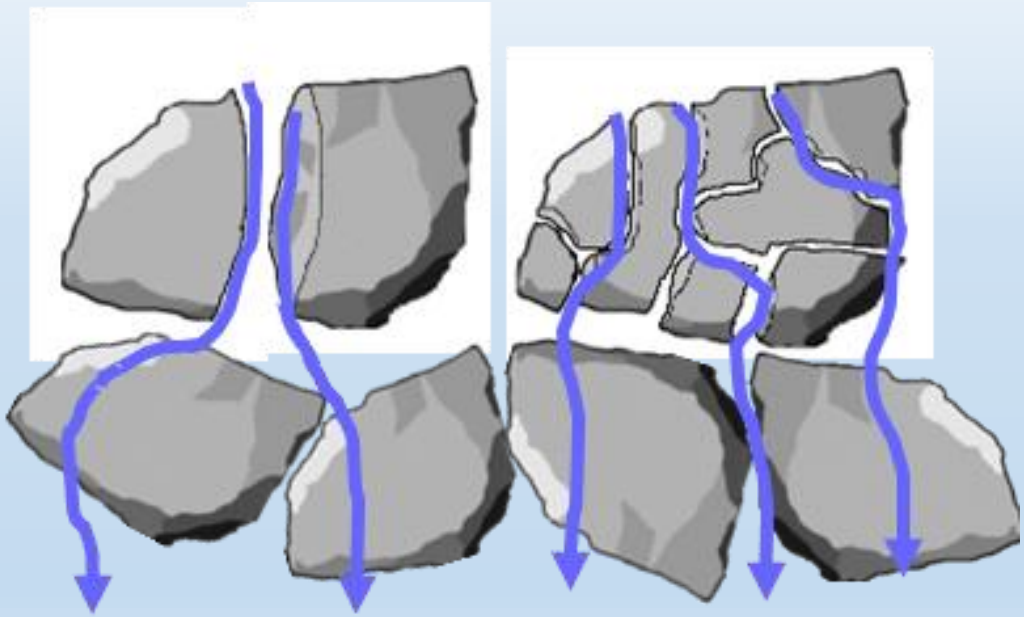
屋外暴露試験例（実現象再現溶出試験）



掘削ずりの不溶化処理に関する課題

①スレーキングに対する追従性

新たな破断面から発生した重金属等を含む侵出水に対して、不溶化処理は効果が期待できるのか？

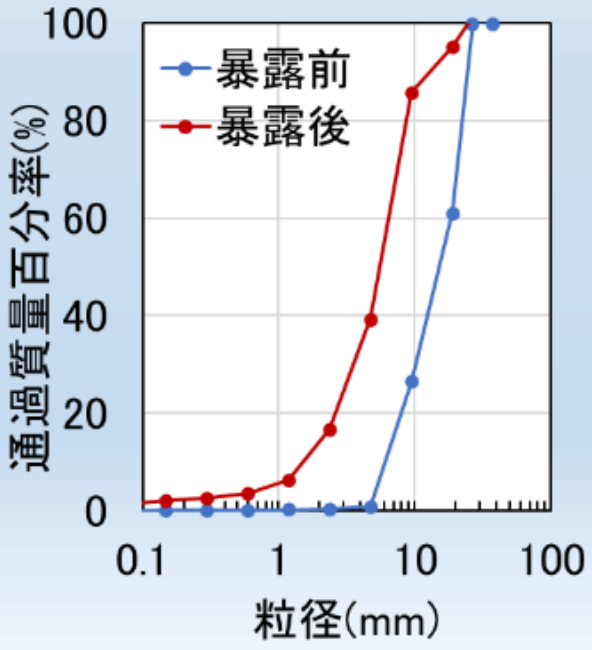


侵出水は基準不適合か？

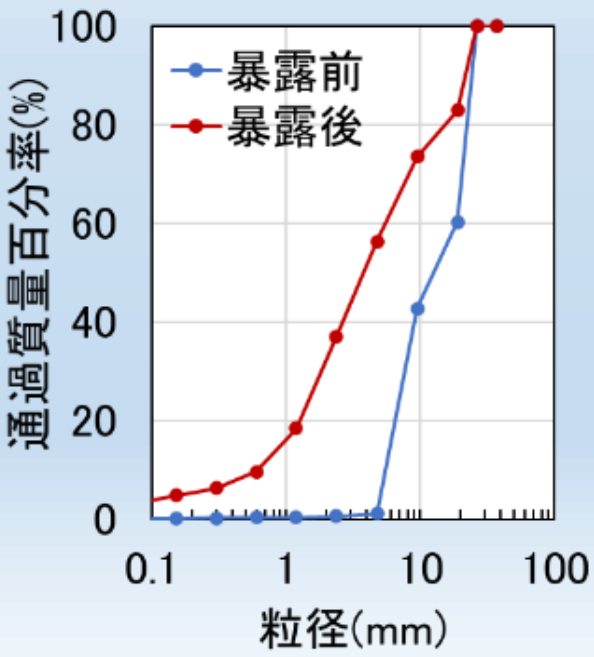
①スレーキングに対する追従性の検討

試料名	岩種	湿潤密度※1	湿潤密度※2	含水率	ｽﾚｰｷﾝｸﾞ率※3	溶出量(mg/L)			検液
		g/cm³	g/cm³	%	%	ひ素	ふっ素	ほう素	pH
堆積岩①	泥岩、頁岩	1.851	1.343	2.9	**35.7**	0.026	0.9	—	11.1
堆積岩②	泥岩、頁岩	1.863	1.315	4.1	**42.9**	—	—	1.3	8.5
火成岩	花崗岩	1.882	1.308	<0.5%	**0.2**	0.023	—	—	9.8

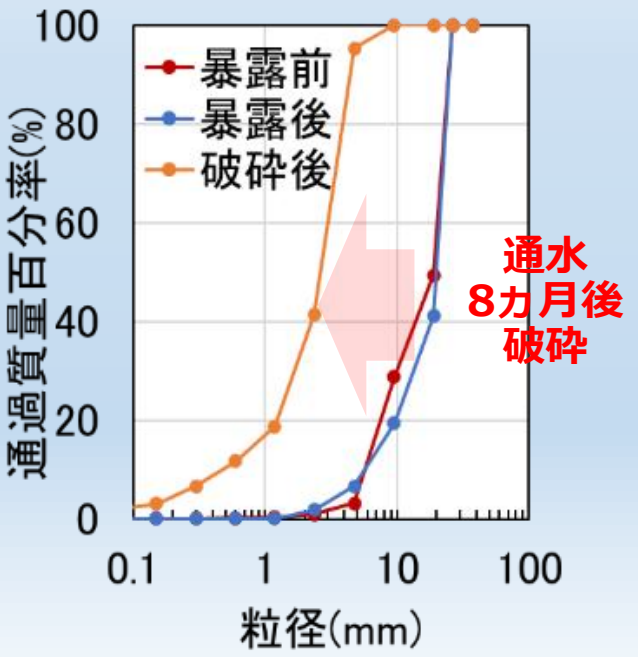
堆積岩①



堆積岩②



火成岩

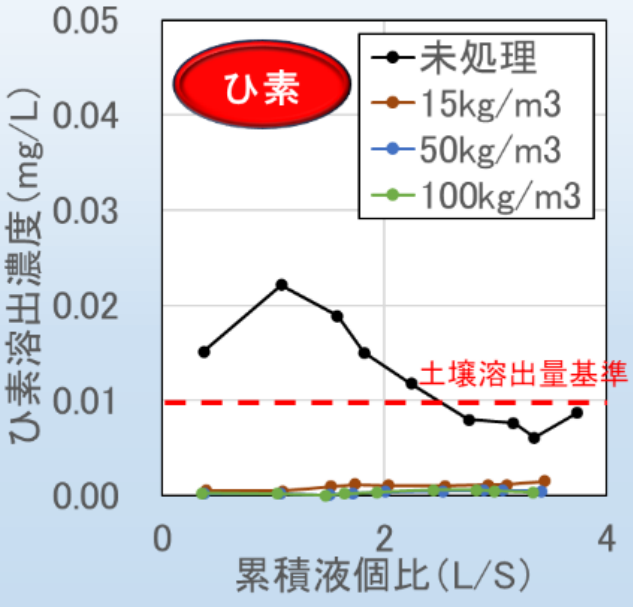


屋外曝露試験(1年)前後の粒度変化

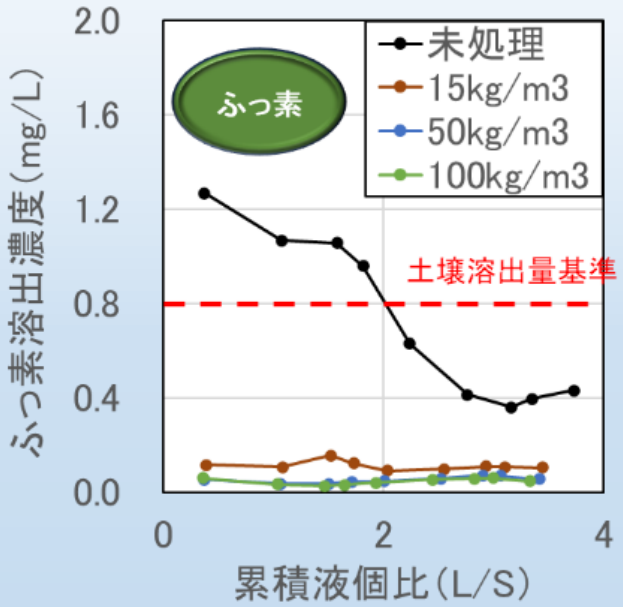
破砕前後

①スレーキングに対する追従性の検討

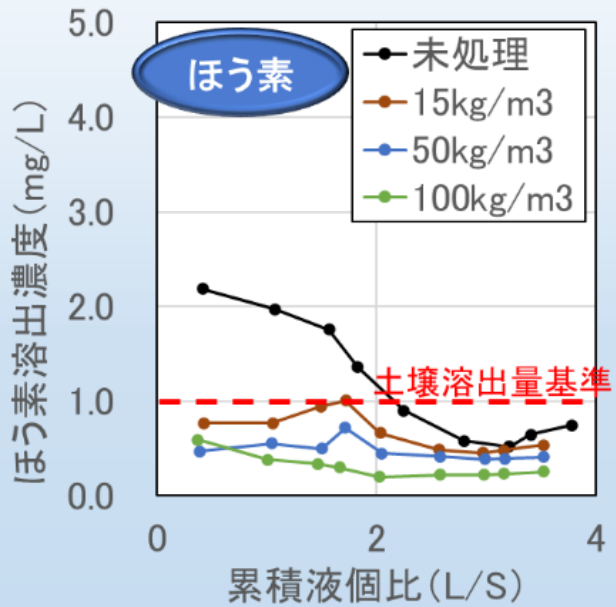
堆積岩①



堆積岩①



堆積岩②

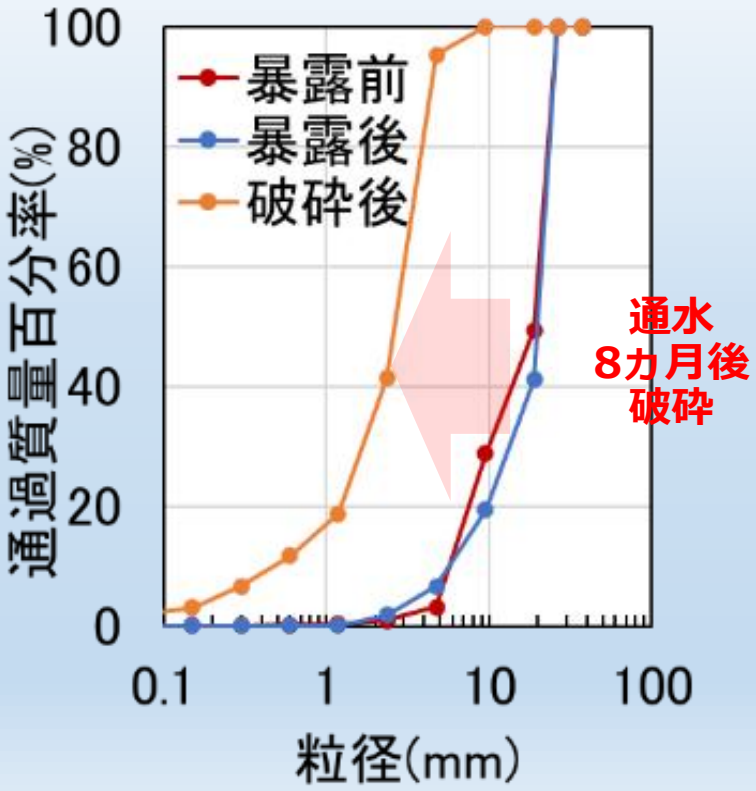


スレーキングが発生する掘削ずりに対しても
不溶化効果が持続

①スレーキングに対する追従性の検討

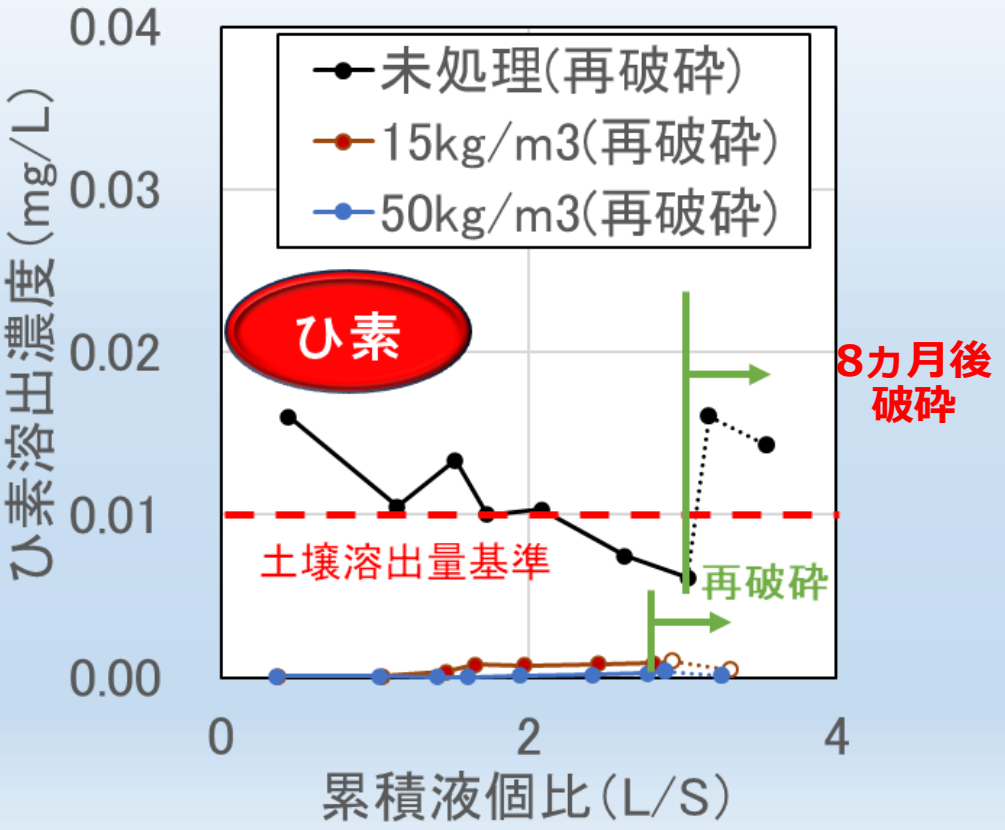
（スレーキングしない掘削ずり）

火成岩



破砕前後の粒度

屋外暴露試験
（実現象再現溶出試験）

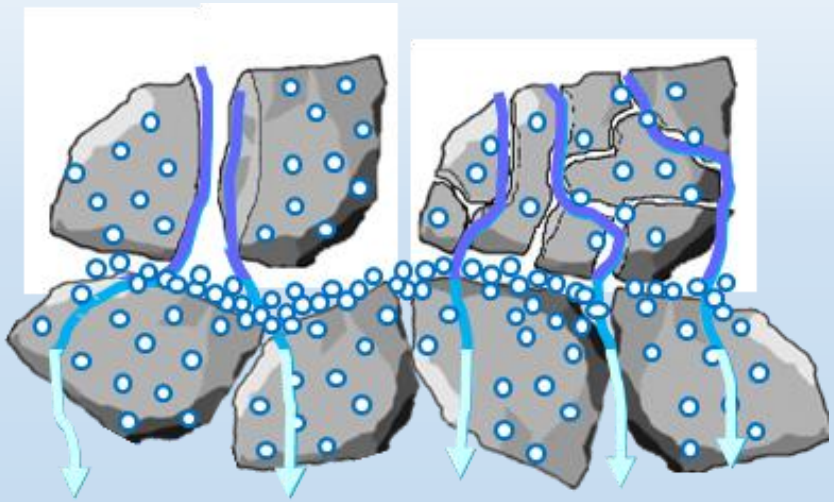


強制的に粒径を細かくしても
不溶化効果が持続

掘削ずりの不溶化処理に関する課題

①スレーキングに対する追従性

新たな破断面から発生した重金属等を含む侵出水に対して、不溶化処理は効果が期待できるのか？



浸出水（基準適合）

掘削ずり表面等に存在するデナイトにより
重金属等が捕捉され、不溶化効果は維持される
（≒吸着）

②掘削ずりへの最適な添加量について

室内試験では2mm以下の破砕試料で、必要添加量を算出
掘削ずりの場合、施工時の実粒径は大きく、不溶化材の
設計添加量は過大となっていないか？

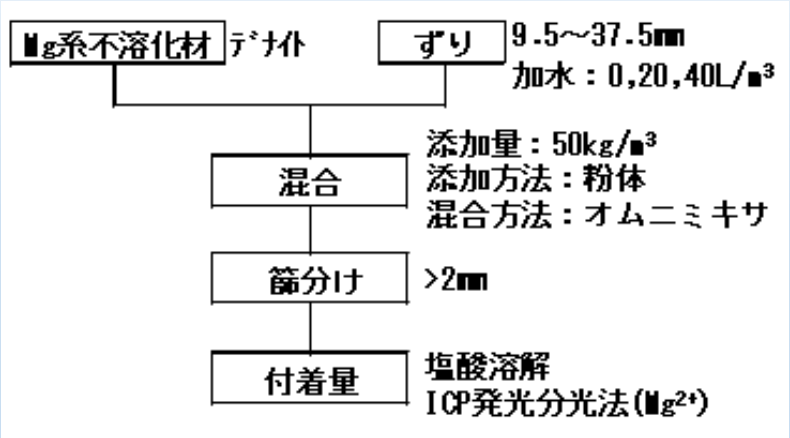


図　試験フロー

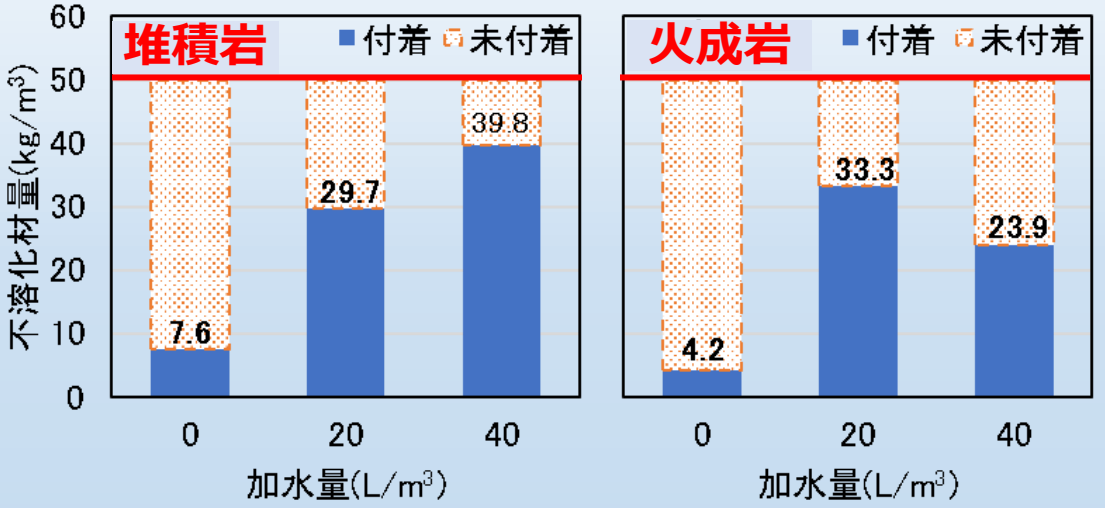


図　ずりへの付着分確認結果(添加量50kg/m³)

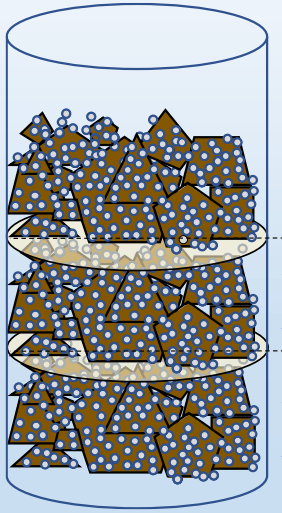
加水量にも影響を受けるが、添加した全ての不溶化材が掘削ずりに付着するわけではない

第29回　地下水・土壌汚染とその防止に関する研究集会 ,不溶化処理した掘削ずりの均質性による溶出特性への影響

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

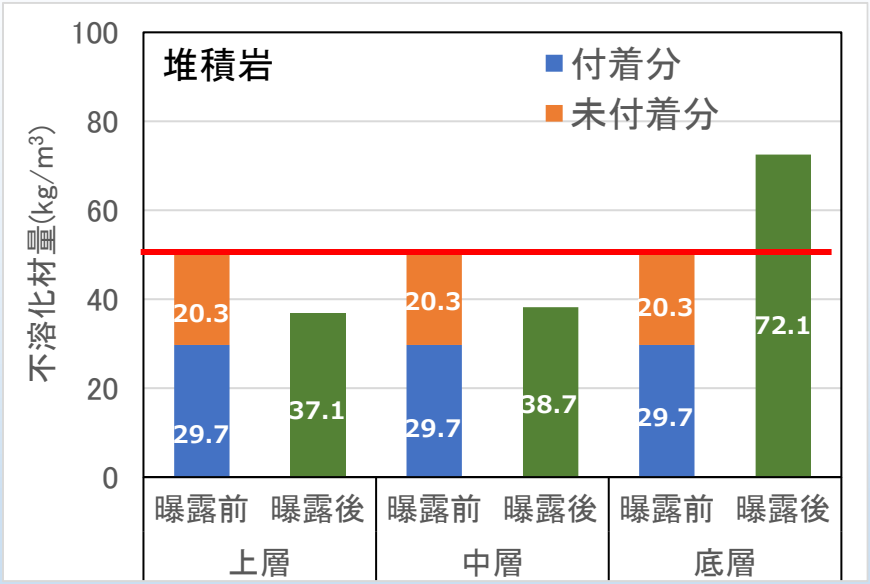
②掘削ずりへの最適な添加量について

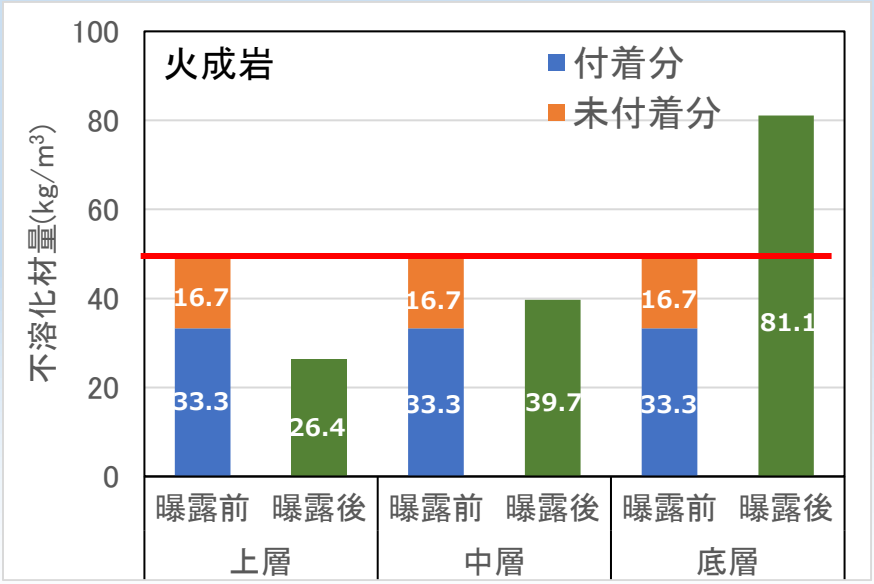
屋外暴露試験における暴露前後(1年)での
不溶化材の移動性について



掘削ずりに未付着であった不溶化材の大部分は、底層へ移動している

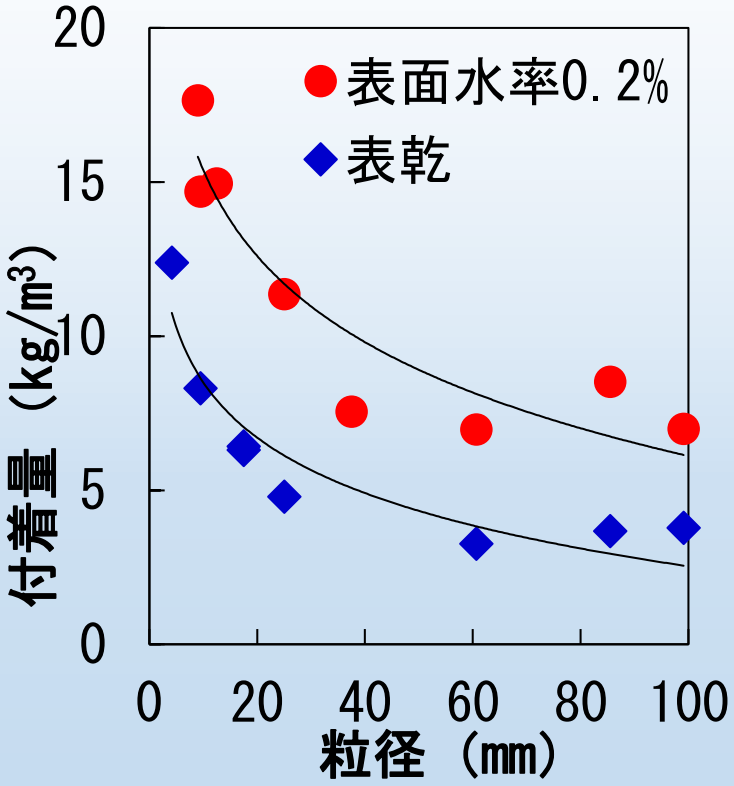
最低添加量の設定にあたり、付着分を考慮することで余剰な不溶化材を低減できる可能性がある





Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

掘削ずりの不溶化処理に関する課題



[過去の知見]

・粒径が大きくなるほど、ずり表面へのデナイトの付着量が低下

・ずり表面の含水率の増加にともない付着量は増加

天本他：掘削ずりの粒径が不溶化効果に及ぼす影響，第22回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会

掘削ずりの粒度、岩種、加水量に応じて添加量を決定
実施工における最適添加量の設定手法を提案していく

⇒　**工事コストの抑制＋不溶化処理工の設計採用の増加**

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

ご清聴ありがとうございました

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

3．太平洋セメントのCN戦略

カーボンニュートラル
モデル工場構想に着手

2023.8.7　ニュースリリースより

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

はじめに

1）国内のセメント産業全体で年間2,500万トン以上の
廃棄物・副産物を活用
国内リサイクル資源循環量の**約10%相当**

2）セメント産業が世界のCO_2排出量に占める割合は７％
国内産業部門でのCO_2排出量は、
電力、鉄鋼、化学に続く第４位

3）当社グループ（国内＋海外）のCO_2排出量（2020年度）
ネットCO_2排出原単位：675kg-CO_2/t-ｾﾒﾝﾄ
CO_2排出量：：2,180万トン

動脈産業（建設用資材の安定供給）と
静脈産業（資源循環への貢献）の役割を果たしつつ
カーボンニュートラルを実現

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

CNモデル工場構想に着手　2023.8.7　ニュースリリースより

<(株)デイ・シイ川崎工場での「CNモデル工場」としての検討項目>

1）GI基金事業／CO_2回収型セメント製造設備（C2SPキルン）の実機実証試験

コンパクトな設備で効率よくCO_2回収が可能な、当社独自の世界初となるCO_2回収型セメント製造設備（C2SPキルン）の実機実証試験による技術開発

2）JOGMEC公募事業／先進的CCS事業の実施に係る調査

C2SPキルンで回収したCO2の精製・液化および出荷に関する設備設計、コスト試算による実施可能性の調査

3）CNモデル工場構想の検討

CO_2回収、CO_2利用（炭酸塩化、メタネーションなど）、CO_2貯留を実機レベルで導入したCNモデル工場構想の基本計画を策定

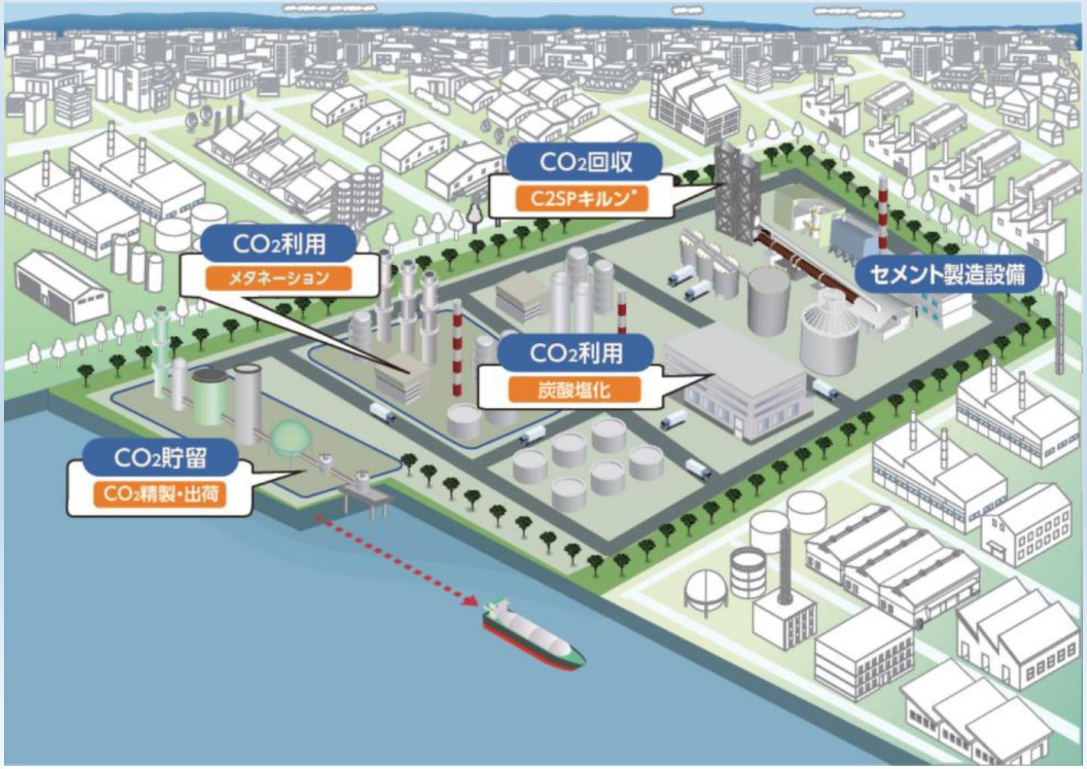
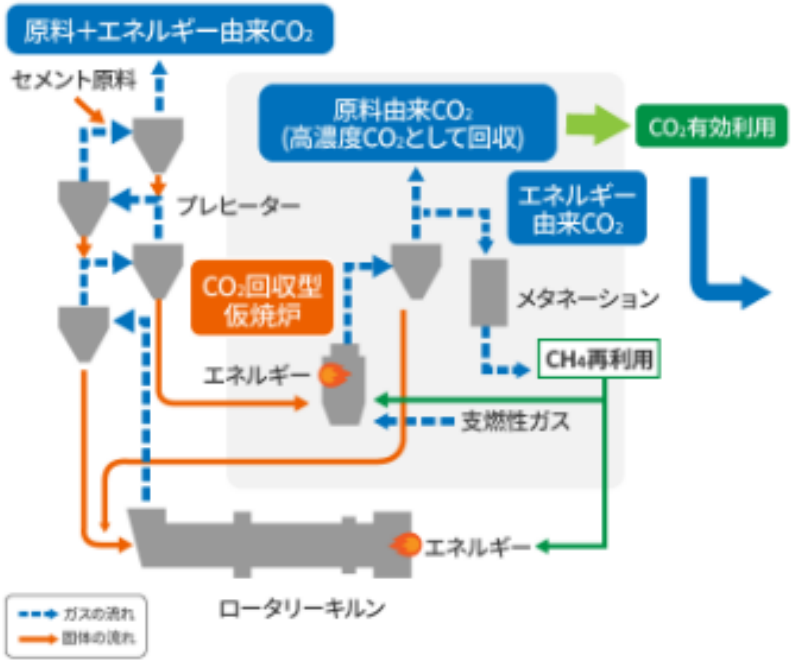


図１　CN モデル工場構想のイメージ図

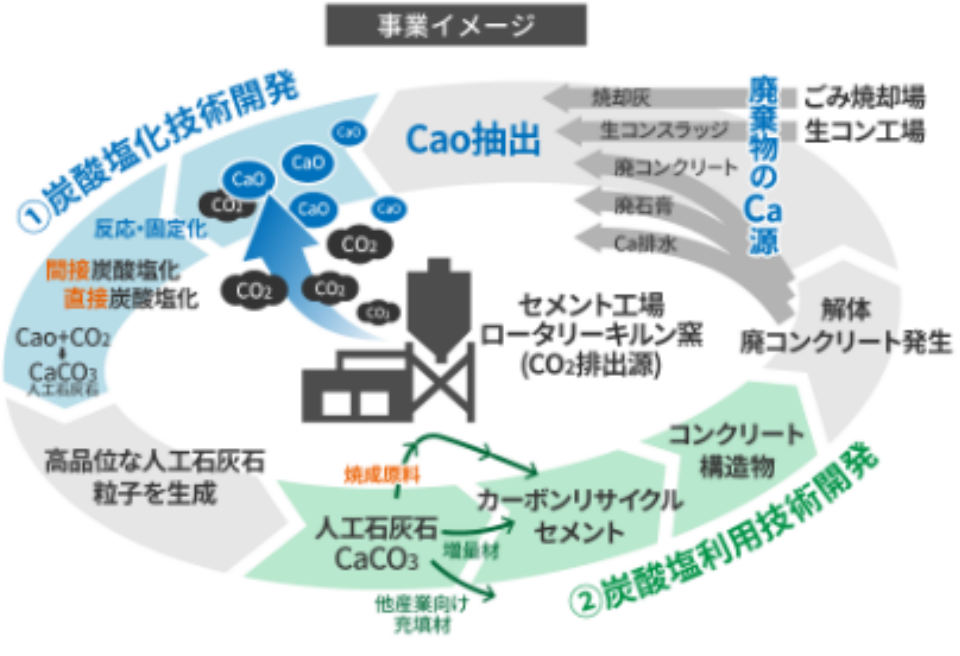
Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

グリーンイノベーション基金事業における「CO_2回収型セメント製造プロセスの開発」イメージ

①CO_2回収型セメント製造プロセス



②多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立



引用元：経済産業省第11回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ資料5「グリーンイノベーション基金事業／CO_2を用いたコンクリート等製造技術開発」p8を参考に作成

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

C2PSキルン実験機（山陽小野田市）

太平洋セメントマテリアル小野田工場内のＣ２ＳＰキルン実験機

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION

Copyright 2024 TAIHEIYO CEMENT CORPORATION