

# ばいじん等からのCs分離回収と その安定化技術の実証

平成31年度除去土壌の減容等技術実証事業(その3)

実施代表 日立造船株式会社      ○西崎(発表者)  
共同実施 太平洋セメント株式会社

本発表内容は、中間貯蔵・環境安全事業(株)が環境省より受託した平成31年度中間貯蔵施設の管理等に関する業務の成果の一部です。

# 1. はじめに

## 除去土壌等の減容・再生利用に関する課題

- ・除去土壌等の減容・再生利用化で生じるばいじんのさらなる減容化が必要
- ・Csは、最終処分のための安定化が必要（長期保管安定性）

## 課題を解決するための技術

TCC

### 1. ばいじんの減容化

乾式セシウム除去技術：除去土壌等に反応促進剤を添加し熱処理（焼成）してセシウムをばいじん側へ分離除去する

環境省の資源化実証事業に採用、有効性が実証

1) ばいじん中のCsを水洗浄しCsを分離除去

・洗浄ばいじんを熱処理の反応促進剤に再利用 ➡ 廃棄物の低減

### 2. 回収分離したCsの安定化

2) 洗浄水からのCs回収分離



プルシアンブルー（PB）用いた化学共沈法でCsを回収分離する技術

Hitz

3) 回収分離したCsの安定化

回収分離物をアルカリ加水分解処理後、遊離したCsを、無機鉍物のゼオライトに吸着回収し、焼成しCsを固定する技術

これら技術を組み合わせることにより課題解決に有効なトータルシステムの構築が目的

## 2. 試験内容

## 試験場所、試験試料

### 平成31年度除去土壌等の減容等技術実証事業(その3) 実施内容

#### ① ばいじんの水洗浄によるCs分離除去試験(コールド試験)

試験場所 : 日立造船 柏工場 千葉県柏市 非放射性Csを含む  
太平洋セメント 中央研究所 千葉県佐倉市

試験試料 : 熱処理ばいじんに性状が類似する模擬ばいじん

#### ② ばいじん洗浄水からのCs回収分離試験(ホット試験)

#### ③ ばいじん洗浄水から回収分離したCsの安定化試験(ホット試験)

試験場所 : 中間貯蔵施設 技術実証フィールド 放射性Csを含む  
福島県双葉郡大熊町大字夫沢字長者原731-1

試験試料 : 福島県内仮設焼却施設のばいじん

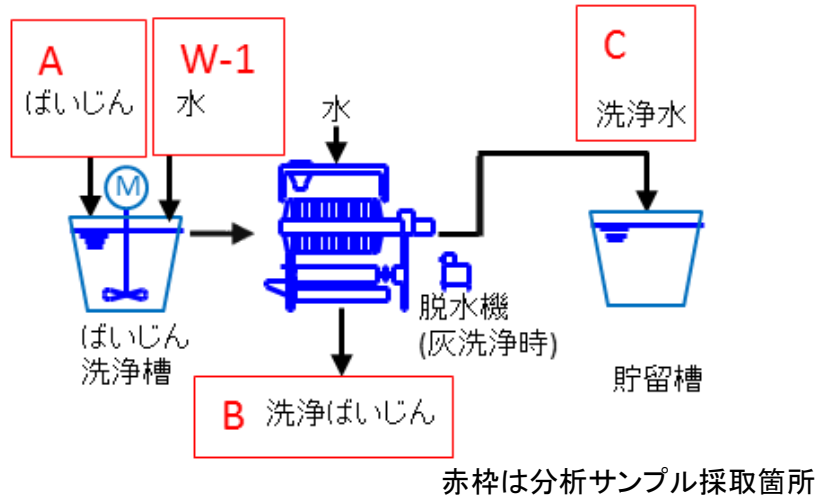
# 3. 試験結果

## ①ばいじん洗浄(コールド試験)

### ①ばいじんの水洗浄によるCs分離除去試験(コールド試験)

〔ねらい〕 ばいじんのCs溶出性や洗浄ばいじんの性状、**反応促進剤として再利用の可能性**を把握

〔目標〕 反応促進剤として再利用する場合の除去土壌等とCaO、MgO、及びSiO<sub>2</sub>の各成分が所定の配合割合を満たせる範囲にあることを評価



#### 〔試験試料調整〕

- ・ばいじんを所定液固比で混合、攪拌
- ・フィルタプレスで固液分離

#### 〔試験条件〕

ばいじん種類	熱処理ばいじんに組成が近い模擬ばいじん
液固比	1~8 L/kg-dry
洗浄時間	15~60 min
リンス水量比	0.3~2 L/kg-dry

#### 〔各成分〕

液固比1:6のときの結果

項目	単位	Cl	Cs*	Ca	量比
ばいじん	mg/kg	410,000	16	11,000	100
洗浄ばいじん	mg/kg	4,900	1	62,000	12(9)
洗浄水	mg/L	69,000	2.7	820	688

※Cs : 自然界に存在する非放射性セシウムを測定 ( )内:ドライベース

#### 〔結果〕

水洗浄により、ばいじんから可溶性Csを99%以上分離  
洗浄ばいじん量は、ばいじん量に対し1/10程度

CaOなどの各成分を所定の配合割合に調整可能、  
**洗浄ばいじんは、反応促進剤として再利用可能**

可溶成分の溶解 Ca、Si分の含有濃度上昇

# 技術実証フィールド

—ホット試験—



実証試験者	実証テーマ	ヤードNo.	期間
鹿島建設	除去土壌中の放射性Cs含有粘土の分離性向上を目指した物理的解泥技術の実証	4 (南側)	2019/9～2019/11
奥村組	膨潤抑制剤添加処理により除去土壌の再利用を効率化する技術	4 (北側)	2019/9～ (2020年度も継続予定)
日立造船	ばいじん等からのCs分離回収とその安定化技術の実証	1 (東側)	2019/11～2020/2
JESCO・国立環境研究所	除去土壌の再生利用時の安全性や安定性に関する実証実験	3	2020/1～ (2021年度まで継続予定)

出典 中間貯蔵施設 技術実証フィールド パンフレット

知のネットワーク会合～技術実証事業成果発表会(第1回)～資料

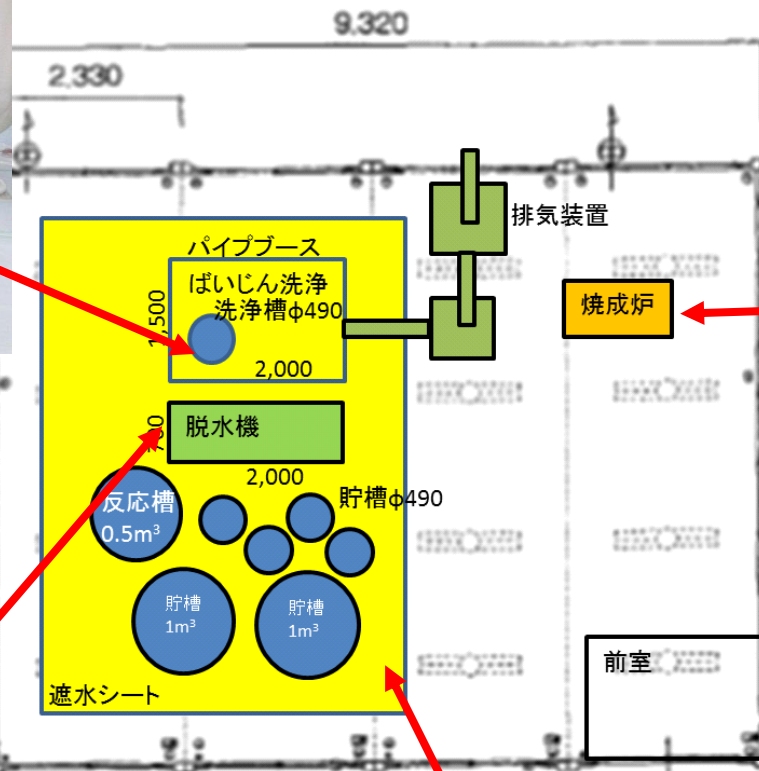


# 技術実証フィールド -ホット試験- 試験室内

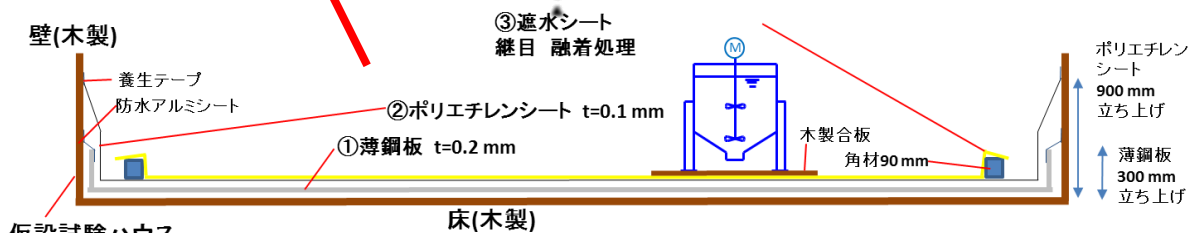
ばいじん洗浄



ゼオライト焼成時



脱水機フィルタープレス(FP)



液の漏洩対策、汚染防止対策

# 3. 試験結果

## ②ばいじん洗浄水からのCs回収分離

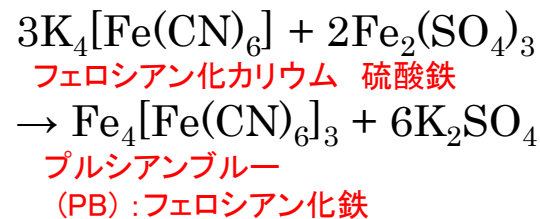
### ②ばいじん洗浄水からのCs回収分離試験(ホット試験)

[ねらい] PBによるばいじん洗浄水からのCs回収分離率、Cs収支を把握

[目標] 処理水のCs濃度

$$\frac{\text{Cs} - 134 \text{ Bq/L}}{60 \text{ Bq/L}} + \frac{\text{Cs} - 137 \text{ Bq/L}}{90 \text{ Bq/L}} < 1$$

(特措法施行規則第25条第1項第6)

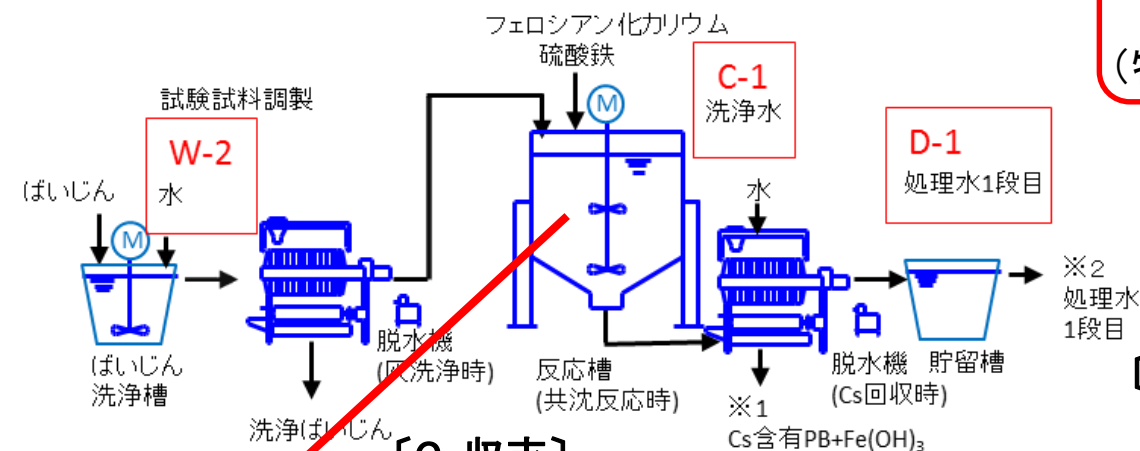


#### [試験条件]

PB合成量	2段処理 (0.05g/L)
反応時間	30 min

#### [結果]

ばいじん洗浄水からのCs回収分離率は99.5%でありラボ試験と概ね一致  
 処理水のCs濃度は目標値  
 (特措法施行規則第25条第1項第6)を達成



#### [Cs収支]

	番号	C1	D1	
	単位	ばいじん洗浄水	処理水1段目	PB + Fe(OH) <sub>3</sub>
放射性Cs濃度	Bq/L	270	※1.4	440,000
容量	L	312	322	
重量	kg	315	326	0
放射性Cs量	Bq	84,208	451	83,757
Cs回収分離率				99.5%

※検出下限以下のため、下限の数値の合計1.4を記載した。



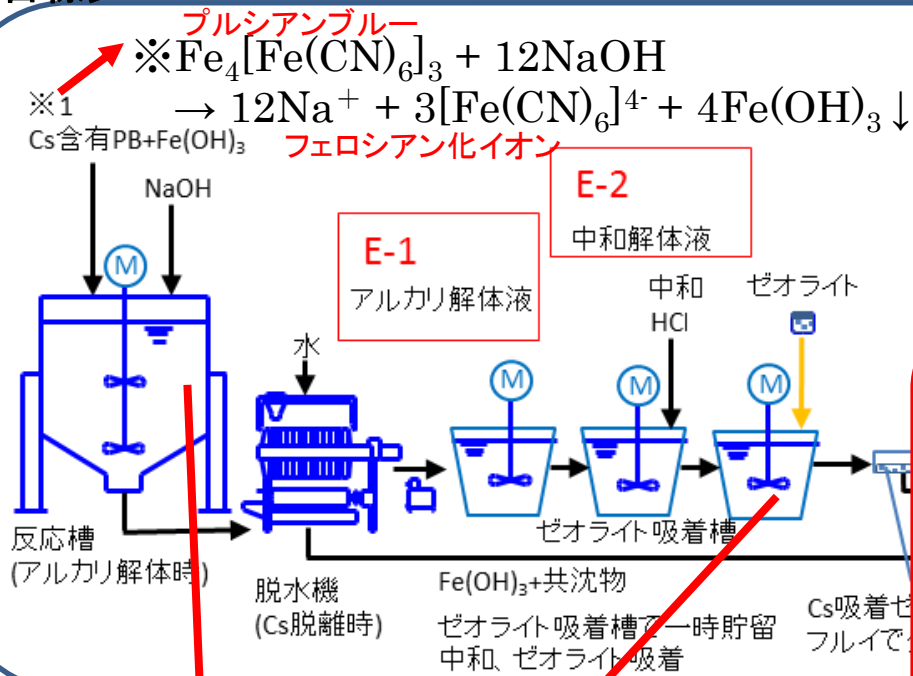
PB合成中

# 3. 試験結果

## ③回収分離したCsの安定化

### ③ばいじん洗浄水から回収分離したCsの安定化試験(ホット試験)

- 〔ねらい〕 ・アルカリ解体 Cs吸着したPB+Fe(OH)<sub>3</sub>から、アルカリ液へのCsの移行率を把握
- ・ゼオライト吸着 中和解体液からゼオライトへのCs回収分離率、ゼオライトCs濃度等を把握
- 〔目標〕 安定化体放射性Cs濃度 : ばいじん洗浄水放射性Cs濃度の400倍



#### 〔試験条件〕

アルカリ解体NaOH濃度	Naとして1,000mg/L
処理時間	6h、24h
ゼオライト吸着処理時間	8h × 3

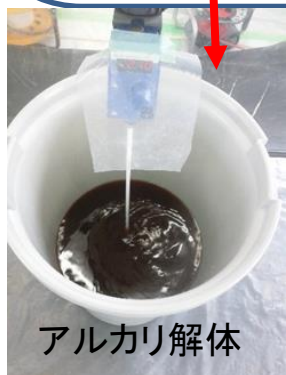
F  
 吸着後  
 中和解体液

〔Cs収支〕	番号	E2		H 全量	
	単位	PB + Fe(OH) <sub>3</sub>	中和後 解体液	中和後 解体液 Cs吸着後 上澄み	Cs吸着 ゼオライト
放射性Cs濃度	Bq/L	440,000	3,600	21	140,000
容量	L		23	22.2	
重量	kg	0.19	23	22.2	0.56
放射性Cs量	Bq	83,757	82,800	466	82,334
Cs回収分離率					99.4%

#### 〔結果〕

Cs回収分離したPB+Fe(OH)<sub>3</sub>はアルカリ解体時、Cs移行率として99%、ラボ試験と概ね一致  
 ゼオライトによるCs回収分離率: 99.4% (ラボ試験よりも良好)  
 Cs回収分離後、ゼオライト平均放射性Cs濃度: 14万Bq/kg

ばいじん洗浄水270 Bq/Lの約519倍





# 3. 試験結果

## ③回収分離したCsの安定化

### ③ばいじん洗浄水から回収分離したCsの安定化試験(ホット試験)

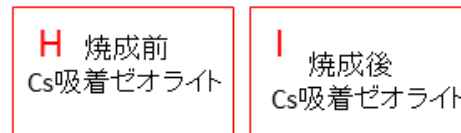
【ねらい】・ゼオライト焼成 焼成前後のCs含有量、溶出性、Csの揮発量を把握  
 ・焼成後Cs吸着ゼオライトの溶出試験 Cs安定化を評価

【目標】 安定化体からの放射性Cs溶出濃度 150Bq/L以下 (特措法施行規則 第26条第2項第2号ホ)

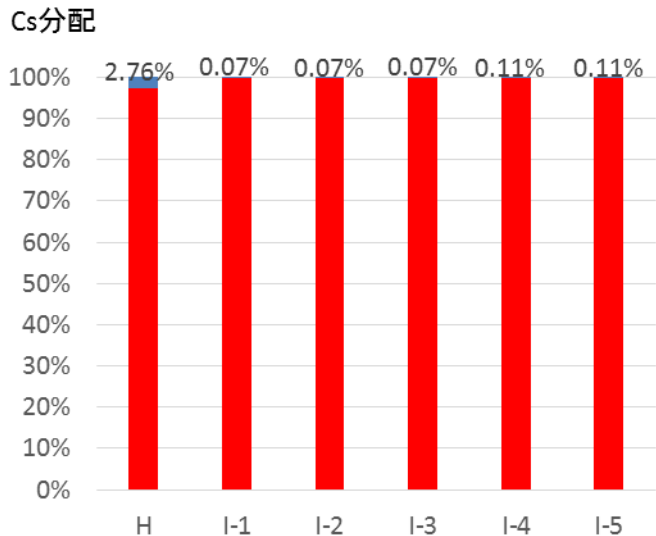
#### 【試験条件】

焼成温度	1050°C
焼成時間	0.5h、1h

ゼオライト  
 :ユニセックUR3103Z

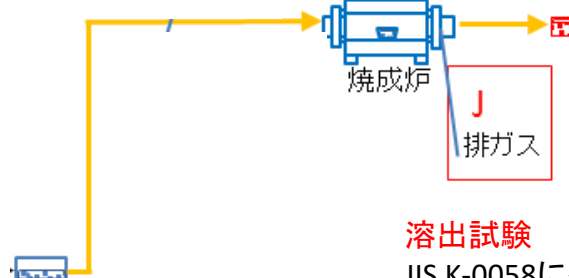


0.5h I-1,5  
 1h I-2,3,4  
 焼成なし H



溶出試験結果 海水

■ 残留性  
 ■ 水溶性

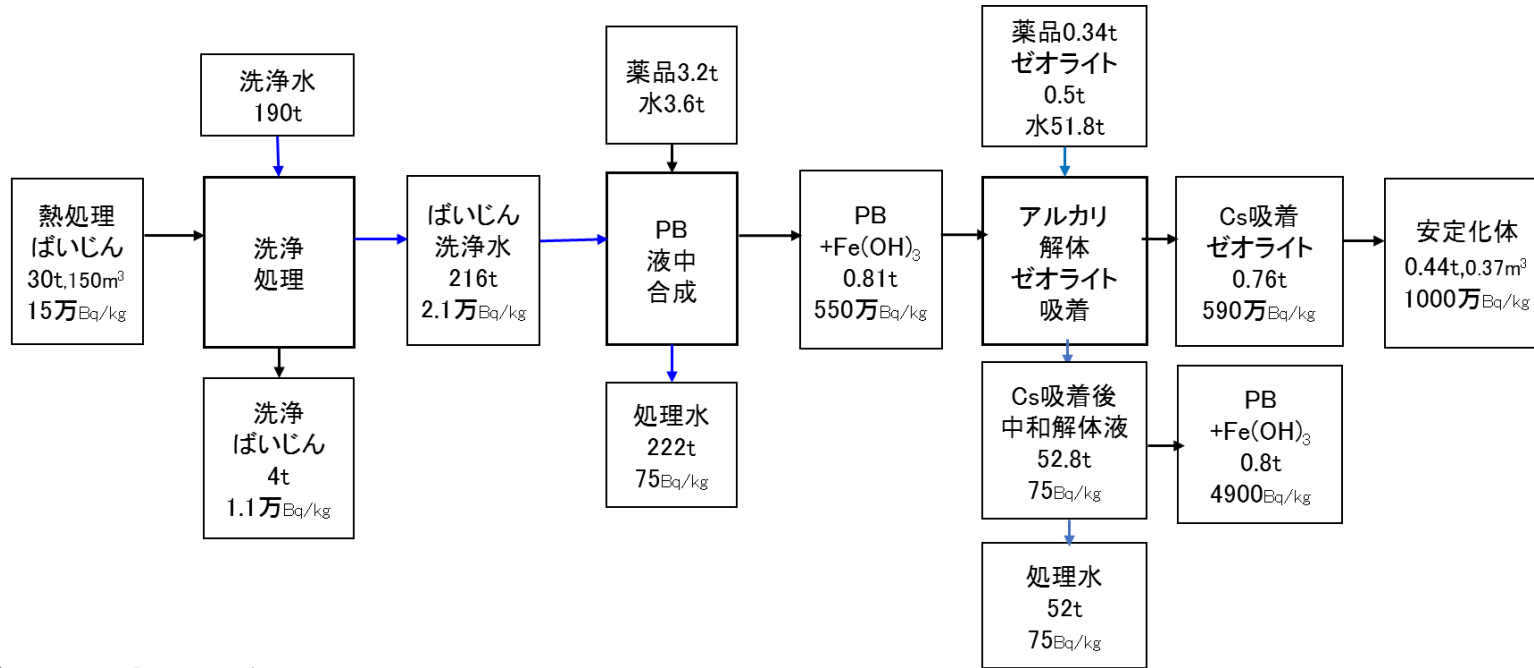


Cs吸着ゼオライト  
 フルイで分離・乾燥

#### 【結果】

Cs回収分離したゼオライトの一部を焼成試験で使用  
 焼成時の排ガス中Cs : 検出限界以下  
 Cs含有量に対する溶出は0.07~0.11%(2~3Bq/L) (ラボ試験と概ね一致 安定化体からの放射性Cs溶出濃度は目標 (特措法施行規則 第26条第2項第2号ホ)を達成)

# 4. 評価 - 物質収支 -



## 物質収支の一例

熱処理で発生するばいじん1日あたり30t、15万Bq/kgとした。  
 (国環研有馬ら、減容化プロセスの定量的評価方法2019年、環境放射能除染学会誌P214)

### 〔減容化率と減重率と放射性Cs濃縮率〕

比較対象		減容化率	減量化率	放射性Cs濃縮率
熱処理ばいじん	安定化体	1/405	1/68	67

### 〔結果〕

ばいじん洗浄、Cs回収分離、Csの安定化技術によって、減容化率が1/405、減量化率が1/68、放射性Cs濃縮率が67倍

今回実証した技術が減容化に有効であることを確認

# 5. まとめと今後の課題

## まとめ

- ・熱処理ばいじんに性状が類似する模擬ばいじんによる洗浄試験において、洗浄ばいじんは、反応促進剤として再利用可能と判断した。
- ・物質収支の評価の結果、ばいじん洗浄水からのCs回収分離、Csの安定化技術によって、ばいじん洗浄水から安定化体にする事で、今回実証した技術が減容化に有効であることを確認した。

## 課題

- ・焼成や溶融等、熱処理の方式により、熱処理ばいじんに含まれる放射性セシウムの溶出率や含有成分の量等が異なることが想定される。それぞれの熱処理ばいじんについて、その性状に適した洗浄条件や再生利用について確認が必要である。
- ・ゼオライトによる中和解体液からのCs回収時、ゼオライト微粉が発生した場合の回収法の検討、安定化体のCs濃度が高濃度になった場合の溶出量の確認、処理水の再利用等が必要である。