

減容化・再生利用と復興を考える知のネットワーク 会合

平成28年度除染土壌等の減容等技術実証事業(その4)

熔融技術による分級後細粒土壌の 高度減容化処理に関するプラント実証評価

令和3年1月29日

クボタ環境サービス株式会社

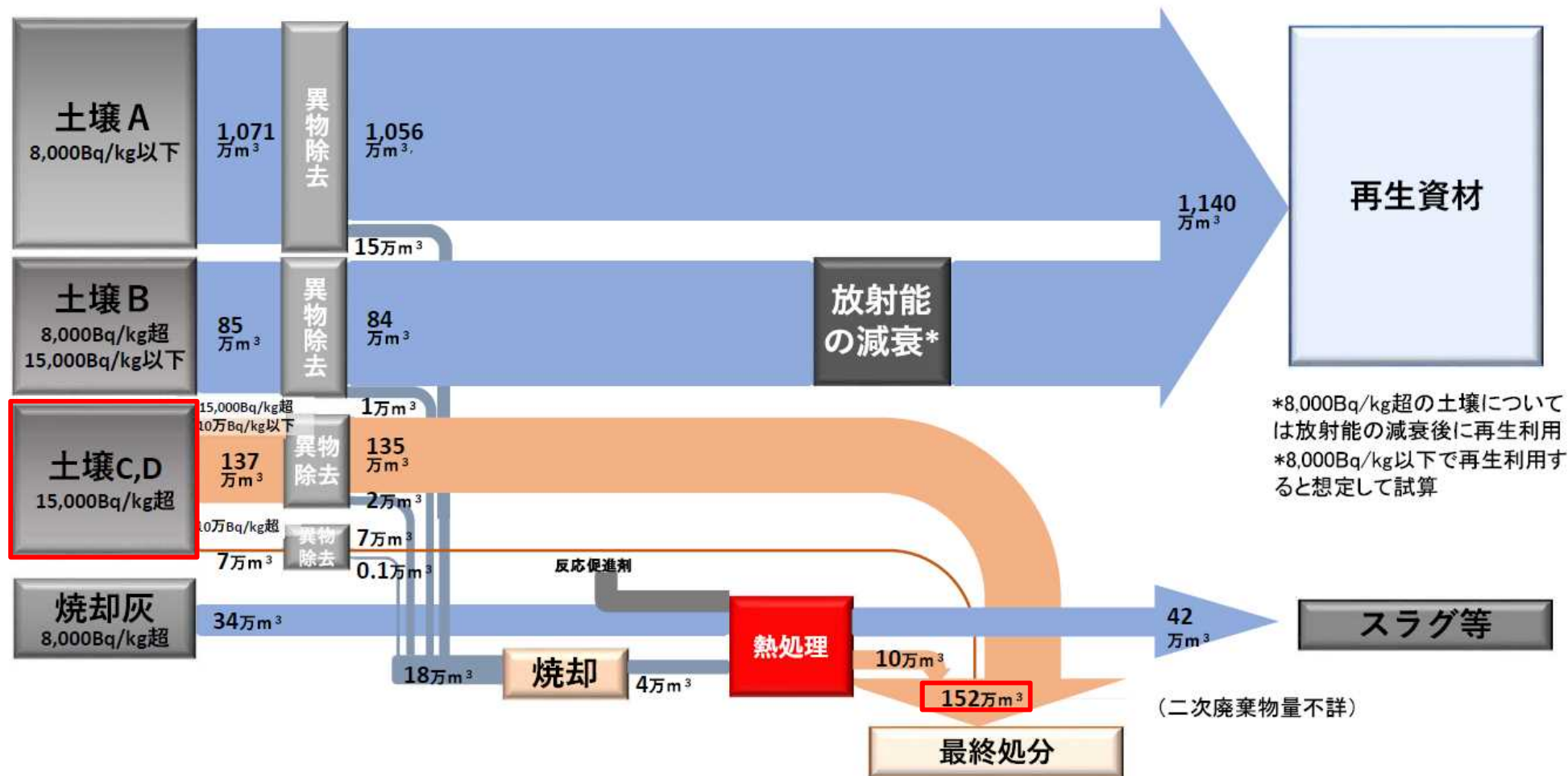
本発表内容は、中間貯蔵・環境安全事業(株)が環境省より受託した
平成28年度中間貯蔵施設の管理等に関する業務の成果の一部です。

除去土壌等の最終処分量に関する試算

環境省による物質収支試算

[出典]環境省:中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会(第9回) 資料4

＜ケース I 土壌C、Dの減容化を実施しない場合＞



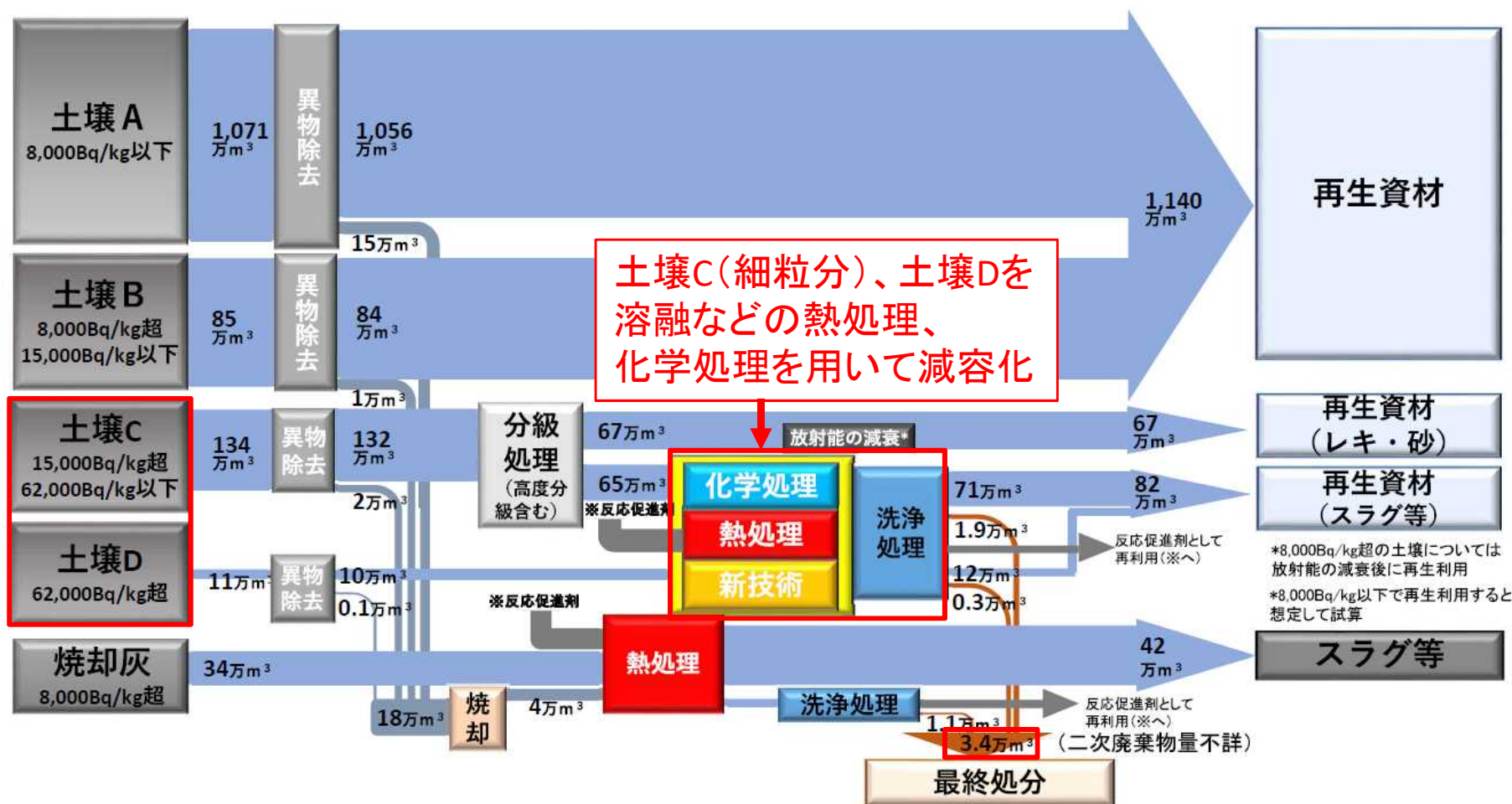
減容化を実施しなかった場合の最終処分量は152万m³

除去土壌等の最終処分量に関する試算

環境省による物質収支試算

[出典]環境省:中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会(第9回)資料4

＜ケースⅣ 土壌C(細粒分)、土壌Dに減容化処理を施した場合＞



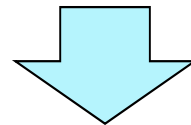
溶融などの熱処理により最終処分量を152→3.4万m³に低減可能(約1/45) 3

熔融技術とは？

固形物を融点以上の温度(1,300°C~)でマグマ状態に溶かし、冷却してガラス状固体のスラグに変換する熱処理技術

<機能>

- ① 環境安全性の高い処理物(スラグ)への変換
- ② 有機物(ダイオキシンなど)の分解
- ③ 低沸点無機元素(アルカリ金属、重金属)の揮散分離



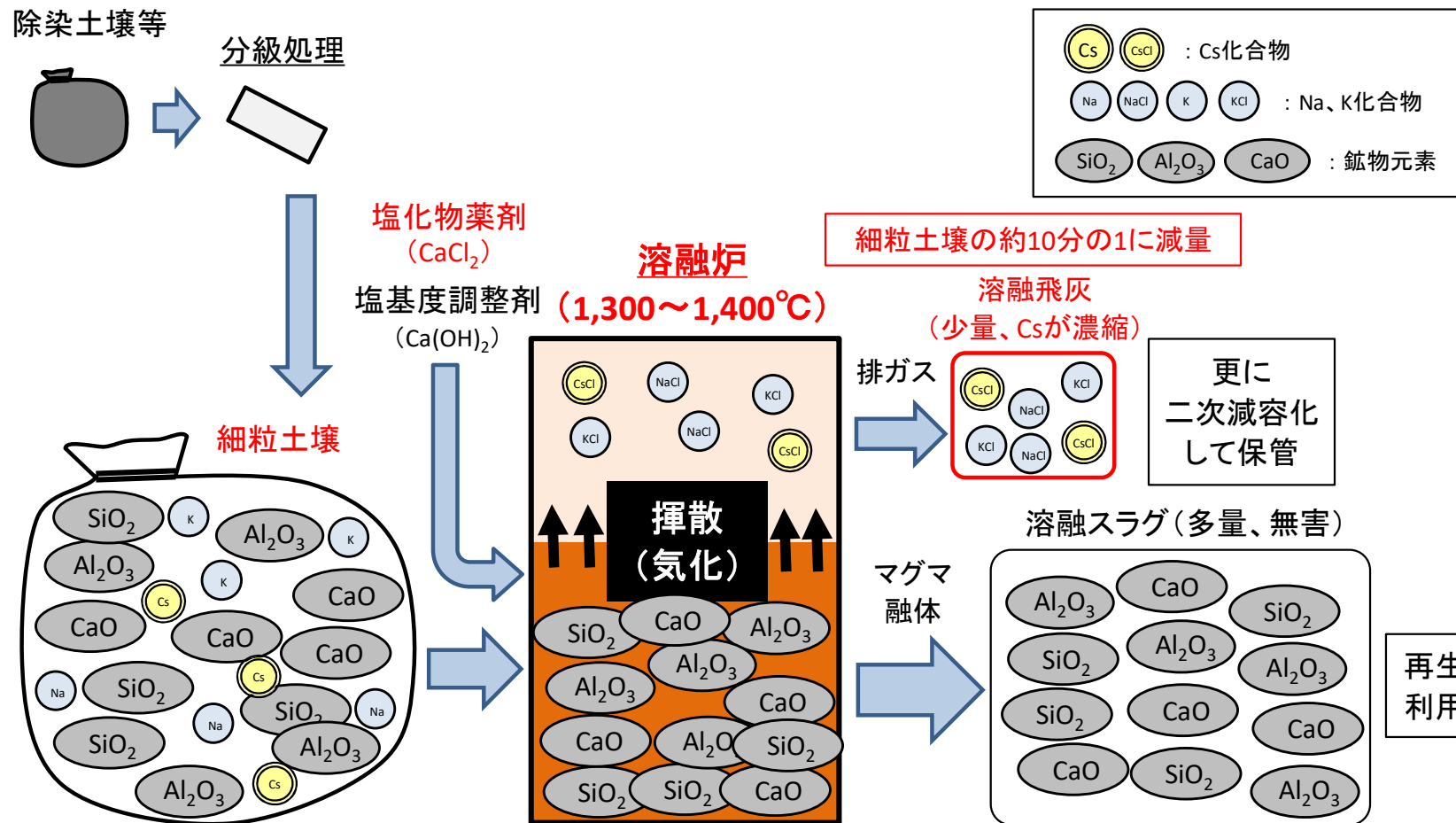
ごみ、下水汚泥向けに1970年代から導入
⇒ [2018年時点で稼働中の熔融施設数]
ごみ:216施設、下水汚泥:16施設

熔融技術による細粒土壌の高度減容化

細粒土壌に塩化物薬剤を添加して1,300~1,400°Cで熔融

⇒ 放射性Csが沸点の低いCsClに変化し、炉内で揮散(気化)

⇒ 排ガスの冷却に伴いダスト化し、熔融飛灰として少量濃縮

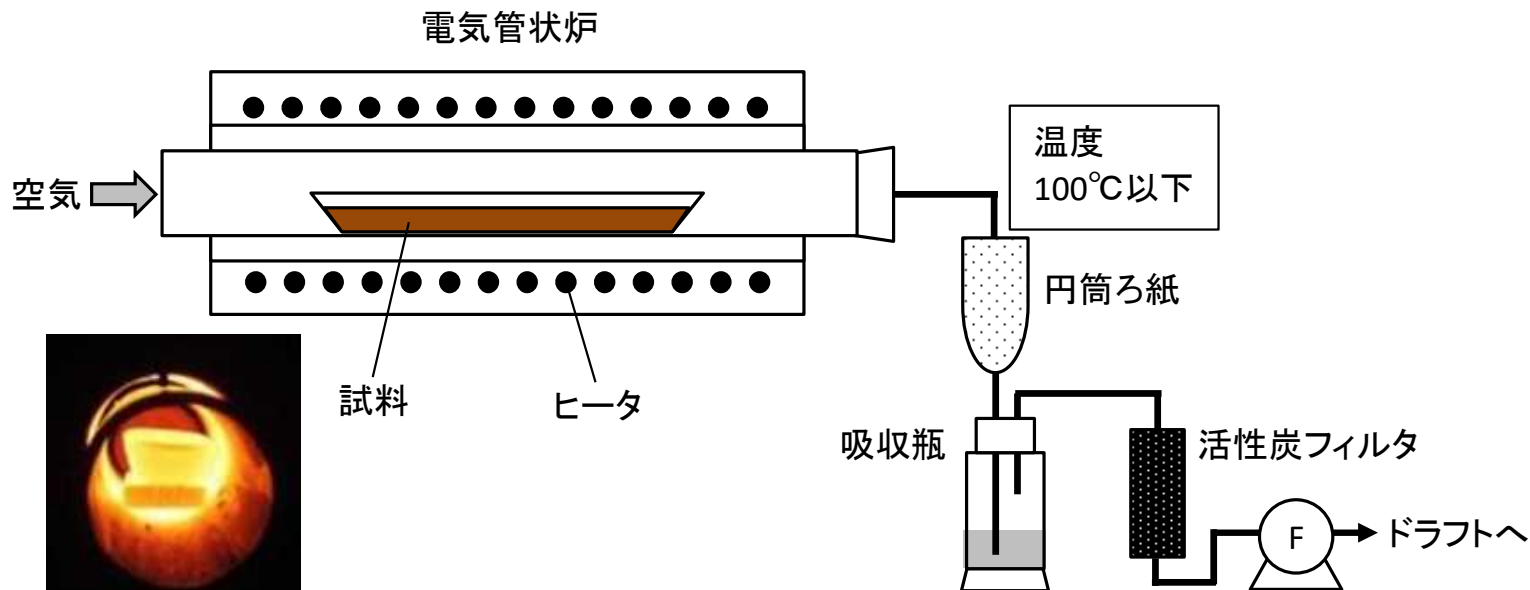


細粒土壌でのラボ試験 — 試験方法 —

- 土壌試料：福島県内の水田土壌の細粒分 (<0.075mm)
- 試験装置：電气管状炉(内径φ50mm、空気 2L/min)
- 試験方法：磁製ボートに試料を充填、挿入し、1,350°Cで30分加熱
⇒ 放射性Cs揮散率を比較評価

$$\text{放射性Cs揮散率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{加熱後の[重量} \times \text{放射能濃度]}}{\text{加熱前の[重量} \times \text{放射能濃度]}} \right) \times 100$$

試験装置フロー

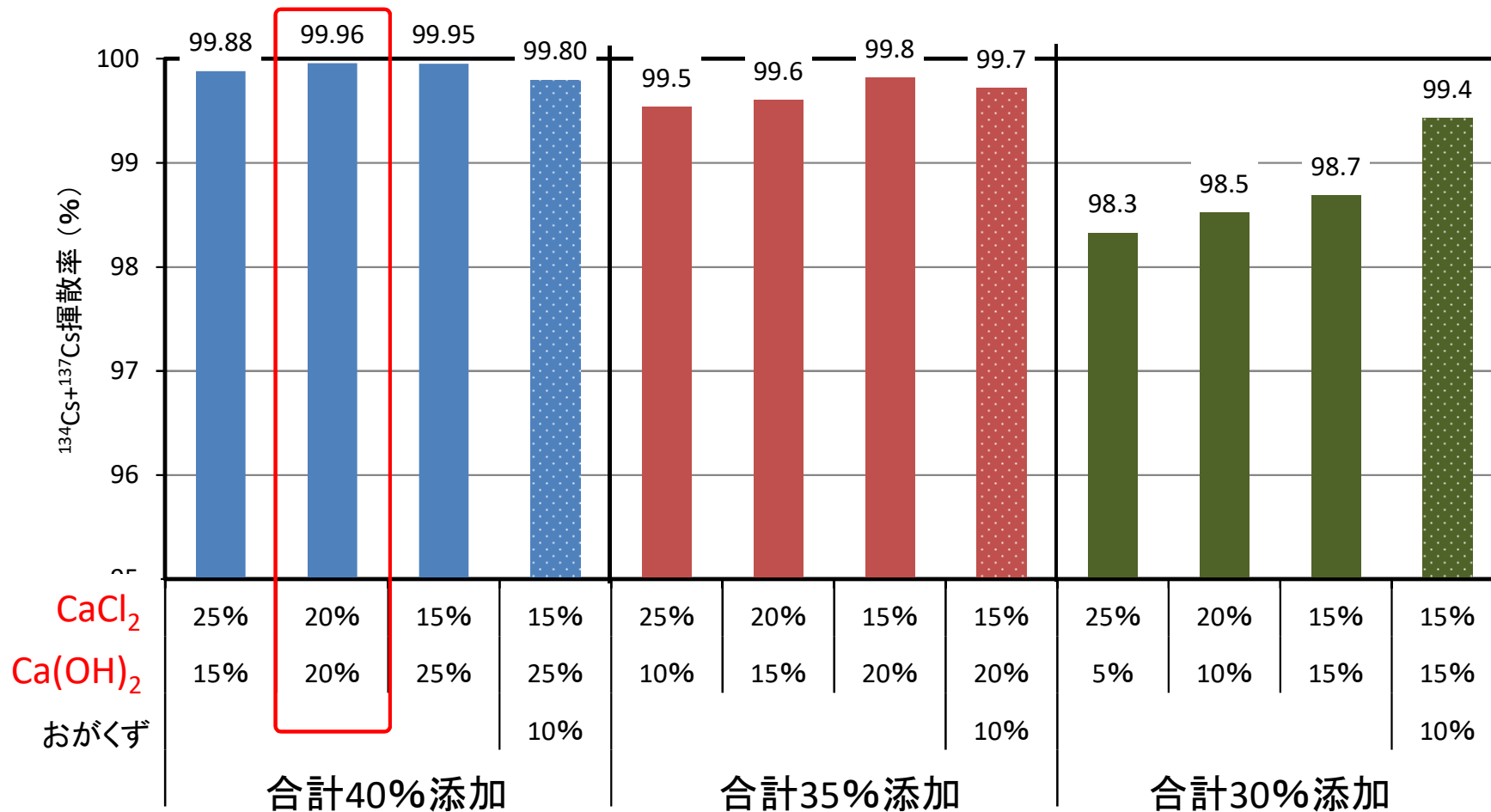


電气管状炉



細粒土壌でのラボ試験 — 試験結果 —

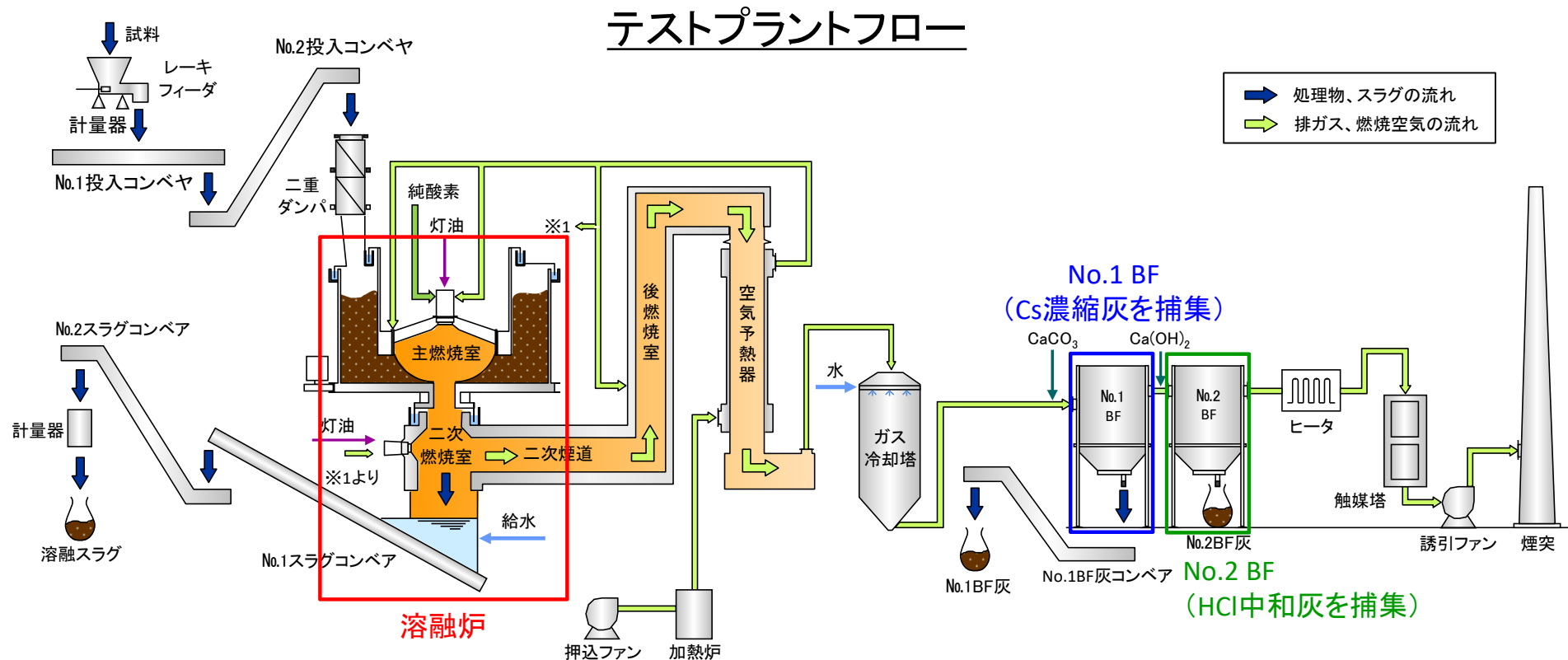
各種薬剤添加条件での放射性Cs揮散率



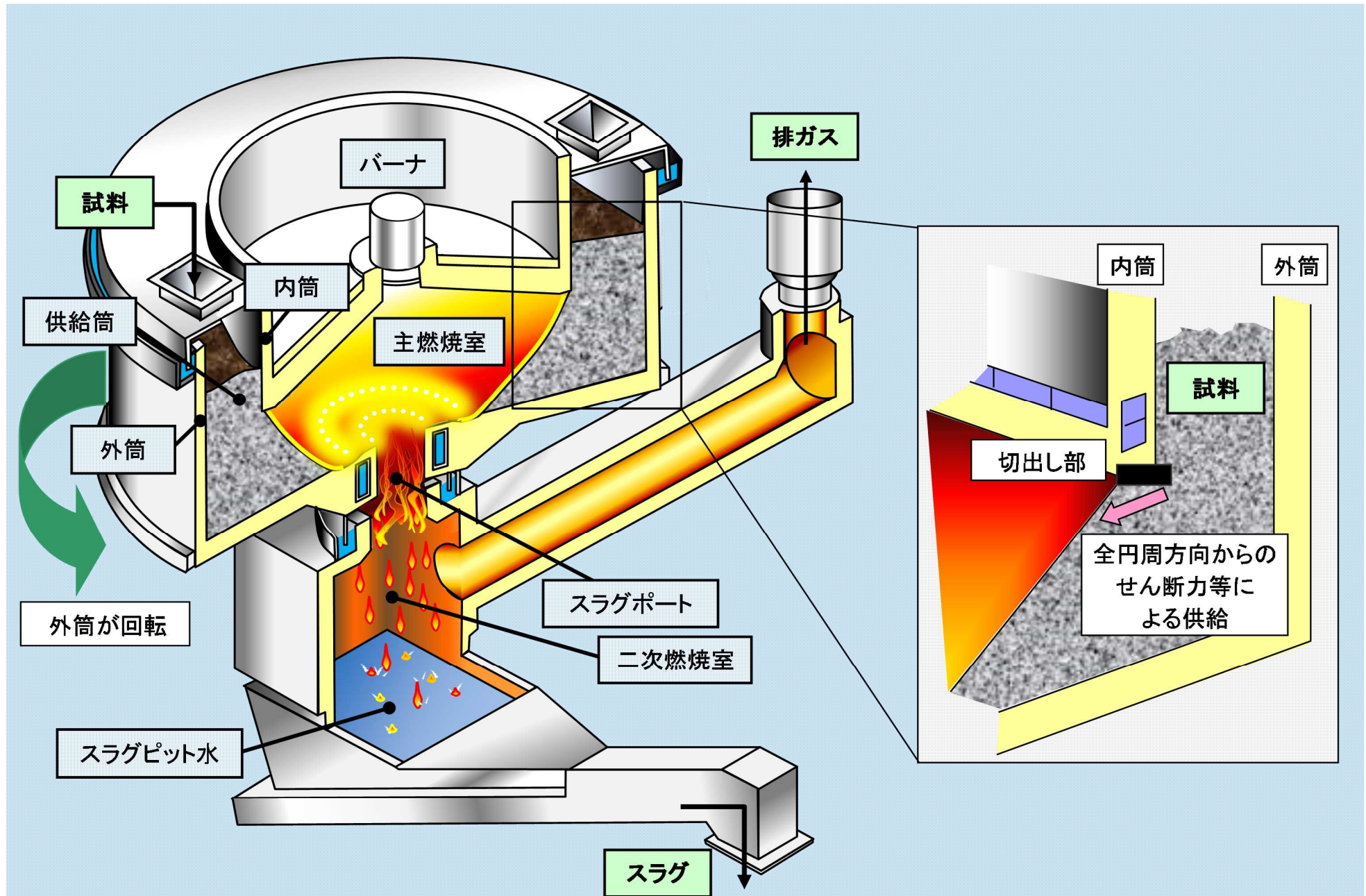
- 全条件で、97%以上の高い放射性Cs揮散率
- 『CaCl₂ 20% + Ca(OH)₂ 20%』条件でのCs揮散率が最高値(99.96%)
⇒ プラント実証試験での添加条件に決定

細粒土壌のプラント溶融実証試験

- 土壌試料：土壌（細粒分）をスプレードライヤで乾燥したもの
- 実施場所：クボタ 新淀川環境プラントセンター（大阪市内）
- 試験装置：回転式表面溶融炉（3t/日、内径φ1,800mm）
- 試験方法：土壌、非放射性 Cs_2CO_3 （0.2%）、 CaCl_2 （20%）、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ （20%）を混合して、溶融炉に投入、処理



回転式表面溶融炉の構造



テストプラントの写真

(A) プラント全景



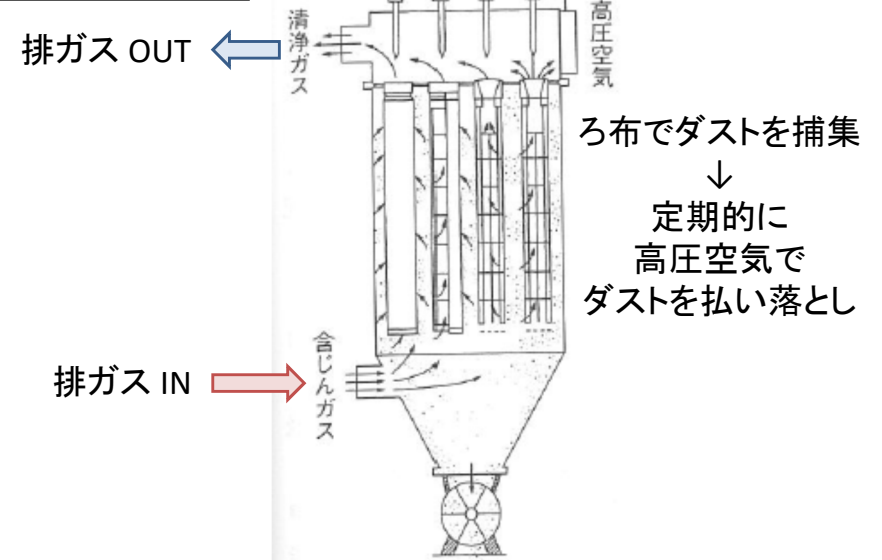
(B) 溶融炉本体 [Csを分離]



(C) No.1 バグフィルタ (BF)
[溶融飛灰を捕集]



BFの構造(例)



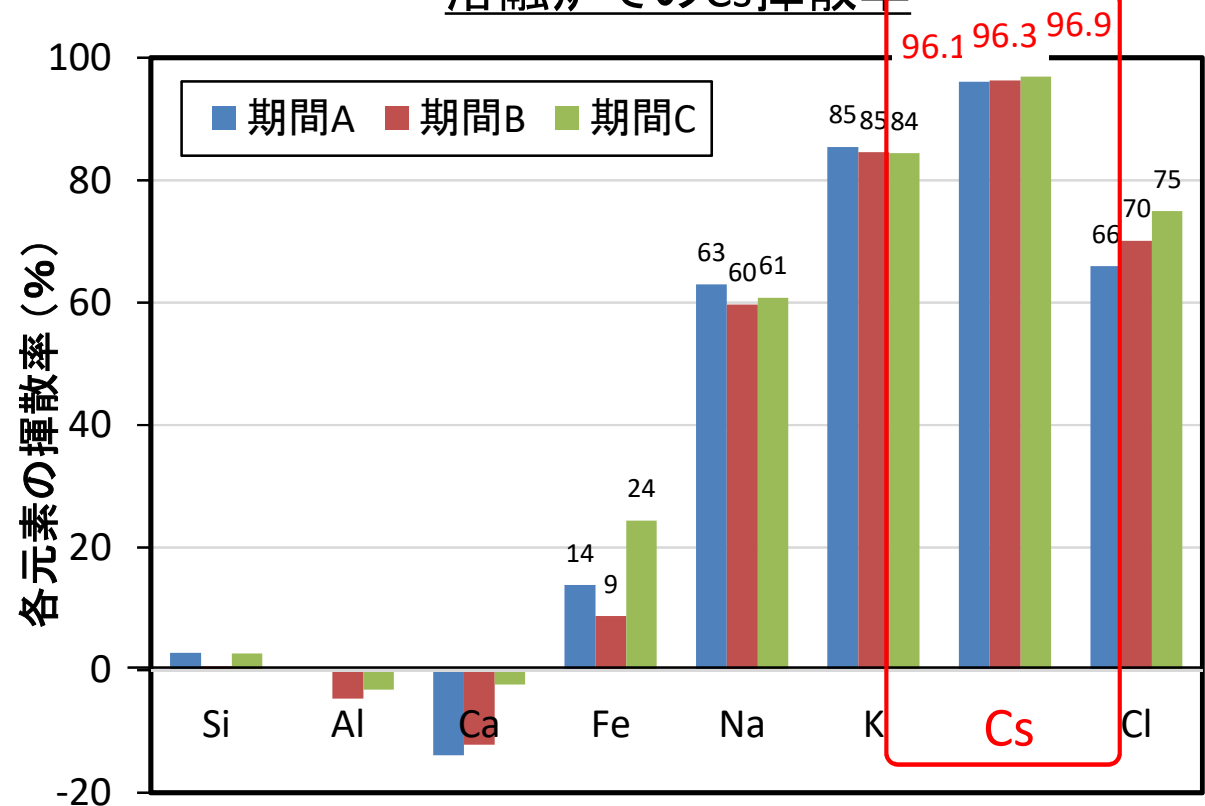
溶融炉でのCs揮散率

運転概要データ

項目	単位	[期間A]	[期間B]	[期間C]
		4:00-10:00	10:00-16:00	17:00-20:00
		酸素富化なし	酸素富化なし	酸素富化あり
溶融炉温度	℃	1,329	1,321	1,399
投入量	kg/h	185	162	306
スラグ量	kg/h	141	127	226
投入物Cs濃度	% (dry)	0.18	0.19	0.16
スラグCs濃度	% (dry)	0.0086	0.0081	0.0070

- ・ 3期間に分けて評価
- ・ 全期間で運転は安定

溶融炉でのCs揮散率



溶融炉でのCs揮散率は96～97%
⇒プラント試験において、
塩素系薬剤の添加による
Csの高効率揮散分離を実証

熔融スラグ（浄化物）の評価

外観



①有害元素の溶出濃度（環告46号法）

項目	単位	測定値	土壤環境基準値
Cd	mg/L	<0.005	≦0.01
Pb	mg/L	<0.005	≦0.01
Cr ⁶⁺	mg/L	<0.02	≦0.05
As	mg/L	<0.001	≦0.01
T-Hg	mg/L	<0.0005	≦0.0005
Se	mg/L	<0.001	≦0.01
F	mg/L	<0.1	≦0.8
B	mg/L	0.08	≦1

②コンクリート細骨材としての評価

項目	単位	測定値	熔融スラグ細骨材規格値 [JIS A 5031:2016]
0.075mm通過量	%	0.2	≦7.0
絶乾密度	g/cm ³	2.69	≧2.5
吸水率	%	1.31	≦3.0
安定性	%	7.0	≦10
粒形判定実積率	%	62.5	≧53
アルカリシリカ反応（化学法）	-	無害	無害
膨張率	%	0	膨張無

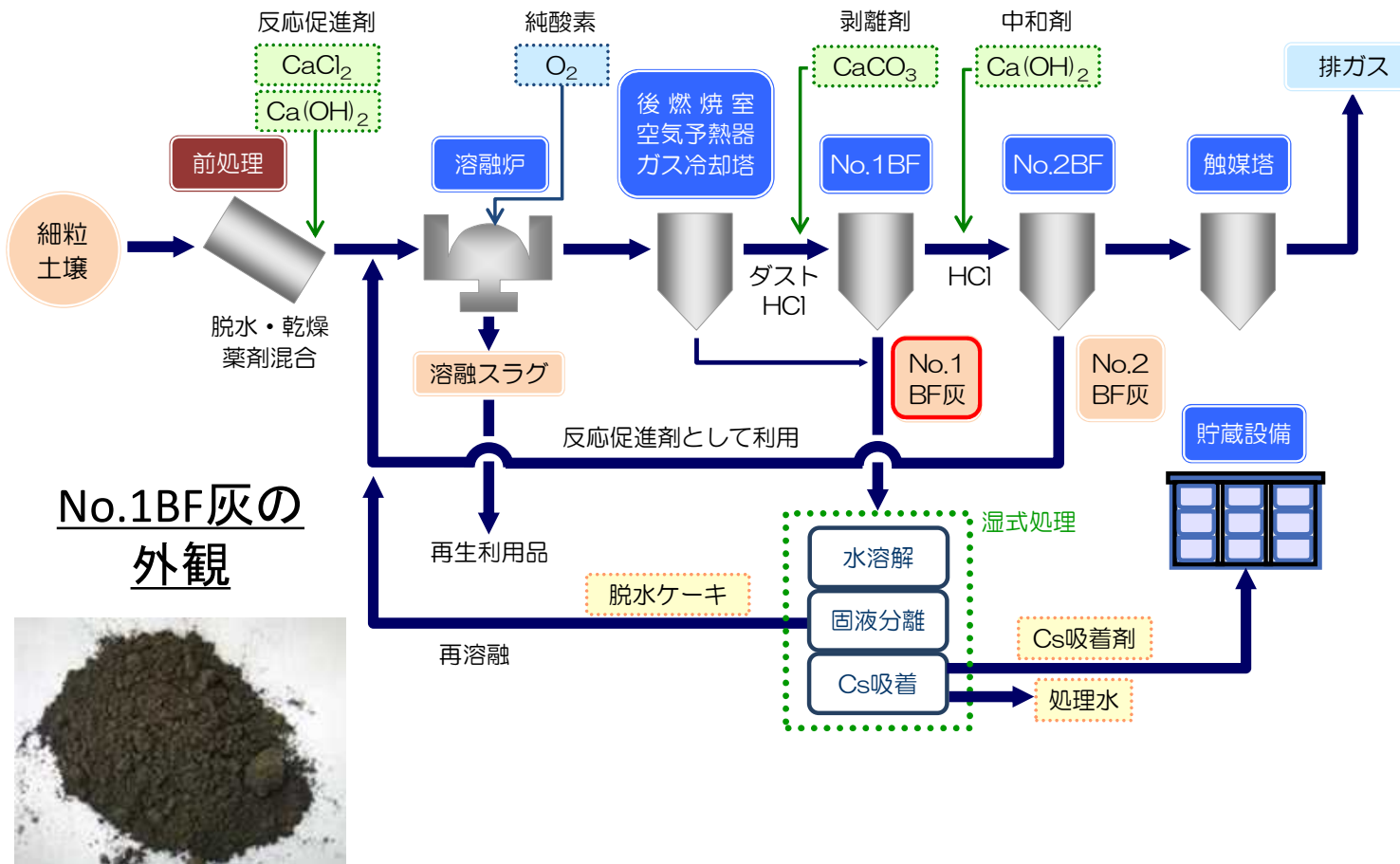
③Csの溶出率（環告46号法）

項目	溶出試験での溶出率	スラグの放射能濃度を1000Bq/kgと仮定した場合の溶出濃度	飲料水基準値
	%	Bq/L	Bq/L
Cs	0.68	0.68	≦10

- ① 有害元素の溶出濃度は低く、土壤環境基準値を満足
- ② コンクリート細骨材としての資材品質を満足（再生利用可能）
- ③ Csの溶出濃度は0.68Bq/Lで飲料水基準を十分満足するレベル

No.1 BF灰 (Cs濃縮物) の評価

① 溶融システムにおける各排出物の流れ



② No.1BF灰の組成

項目	単位	[期間A]	[期間B]	[期間C]
Na	% (dry)	16.8	17.1	19.6
K	% (dry)	10.5	10.4	11.1
Cs	% (dry)	2.8	2.8	3.1
Cl	% (dry)	39.2	39.1	41.9
S	% (dry)	0.6	0.6	0.6
Ca	% (dry)	7.5	7.0	3.6

③ No.1BF灰に含まれるアルカリ金属の水溶解率 (環告46号法)

項目	単位	溶解率
Na	%	99.3
K	%	99.2
Cs	%	99.4

- ① No.1BF灰は湿式処理による二次減容化の上、貯蔵保管を想定
- ② 主要組成はNa、K、Cs、Cl(アルカリ金属塩化物)
- ③ 含まれるCsは塩化物で水溶性が高いため、湿式処理が容易

溶融システムでの減容化率（推算）

50,000 Bq/kg(dry)の細粒土壌を
100 t(dry)/日プラントで溶融処理した場合の物質収支

項目	単位	INPUT		OUTPUT		
		投入物		スラグ (浄化物)	No.1BF灰 (濃縮物)	No.2BF灰
		細粒土壌	薬剤			
重量	t(dry)/日	100.0	67.5	134.7	10.3	26.1
容積	m ³ /日	139.0	87.7	98.9	18.7	62.2
放射能濃度	Bq/kg(dry)	50,000	0	1,430	466,000	0

溶融システムでの減容化率

項目	単位	INPUT		OUTPUT		
		投入物		スラグ	保管物	
		細粒土壌 A	薬剤		Cs吸着塔 B	廃棄耐火物 C
重量	万t(dry)/20年	60.0	40.5	80.8	0.017	0.055
容積	万m ³ /20年	83.4	52.6	59.3	0.017	0.037
減容化率 [(1-(B+C)/A) × 100]	%	99.94				

保管物の容積は細粒土壌の約1/1,500、減容化率は99.94%と推算

まとめ

細粒土壌(非放射性Cs添加)を模擬処理対象物として
溶融プラント実証試験を行い、以下の知見を得た

- ① 塩素系薬剤添加により、Cs揮散率96～97%を実証
- ② スラグ(浄化物)は土木資材として安全性、品質を満足
- ③ No.1BF灰(濃縮物)はCs水溶性が高く、湿式処理が容易
- ④ 溶融システム全体での減容化率は99.94%と推算

ご清聴ありがとうございました

