

3.4 作業環境及び周辺環境測定結果

(1) 作業環境測定結果

作業環境のダイオキシン類モニタリング結果を表 3.17 に示す。

試料の篩い分級や破碎を行う詰替室とコンテナ(1)内は作業内容からレベル3を想定し保護具を着用していたが、作業中の空气中ダイオキシン類濃度が 7.3pg-TEQ/Nm³、16pg-TEQ/Nm³とレベル3の濃度であった。モニタリングを実施した Run1 の試料(ダイオキシン類濃度 1,300pg-TEQ/g)が詰替等の前処理により粉じんとして発生したと考えられた。作業終了後は 0.12pg-TEQ/Nm³と大気環境基準値以下まで低下した。

プロセスガス処理室は第2管理区域に設定していたが、実際は作業環境基準及び大気環境基準以下の濃度であった。

粉じんの作業環境については詰め替え室、コンテナ(1)、還元加熱炉付近が高い値を示した。還元加熱炉付近の粉じん濃度が高い理由として、処理後の土壌がベルトコンベアカバーから一部漏洩したためと考えられることから、実際の処理においては搬送装置の密閉化に加え、局所排気を設けることで作業環境中粉じん濃度の低減を図る必要がある。

表 3.17 作業環境のモニタリング結果

項目	作業 エリア 内容	M1	M2	M3	M4	M5
		詰替室 試料取出と篩い	コンテナ(1) 粉碎・前処理室	コンテナ(2) 排ガス処理室	制御室	還元加熱炉付近
D X N S	作業前濃度 [pg-TEQ/m ³]	-	0.13	0.11	-	0.067
	作業中濃度 [pg-TEQ/m ³]	7.3	16	0.1	0.066	0.086
	作業後濃度 [pg-TEQ/m ³]	0.12	0.096	0.065	0.066	0.066
	管理区域	第3管理区域はLv.3保護具を着用して作業実施		第2管理区域	第1管理区域	
		作業環境基準2.5pg-TEQ/m ³ 以下				
粉 じ ん	作業前濃度 [mg/m ³]	-	0.25	0.23	-	0.19
	作業中濃度 [mg/m ³]	2.93	4.19	0.33	0.13	1.57
	作業後濃度 [mg/m ³]	0.11	0.03	0.14	0.18	0.59

サンプリング：Run1 (取扱汚染試料ダイオキシン類濃度 1,300pg-TEQ/g)

(2) 騒音測定結果

騒音測定は通常その施設の敷地境界における騒音を測定し、評価した。しかし、本実証装置は工場建屋(24時間操業)内に設置しているため、敷地境界上の騒音測定をしてもバックグラウンドの工場騒音が遙かに高くなることが予想された。そのため、本調査においては主要音源となる間接加熱炉の機側における騒音レベルを測定した。

間接加熱炉の機側 1m において3ヶ所について測定し、測定点の騒音レベルが最高値 87dB を示した。騒音の距離減衰式より推定した結果、昼間の騒音環境基準値 55dB(主に住宅地の場合の基準値)となる音源からの距離は 40m と推定される。

実際の操業においては、本調査結果をもとに周囲環境への騒音を考慮した施設設計とすること、間接加熱炉をなるべく無害化工場の中央に配置することや遮音仕切りの確保などの配慮が必要と考えられる。

表 3.18 騒音測定結果

	時刻	測定値(1m) [dB]	推定値(40m) [dB]
Run2	12:19 ~ 12:56	87	54
		84	51
		86	53

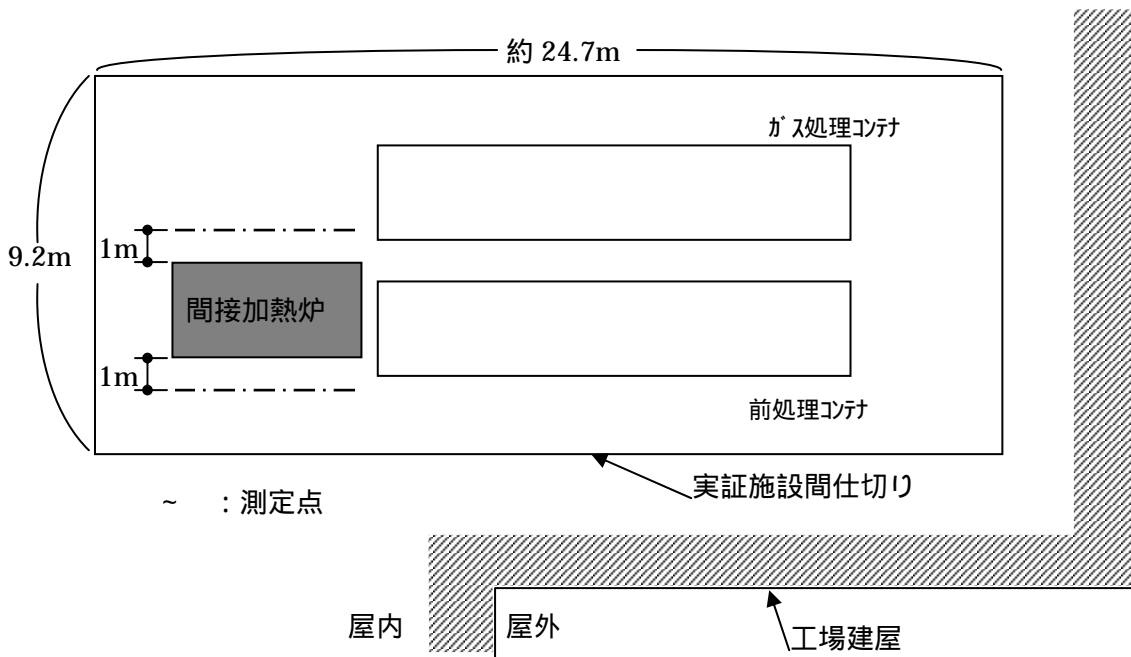


図 3.4 騒音測定ポイント

4. 経済性・効率性に関する検討結果

4.1 効率性

本調査においては、複数の条件下で無害化運転を実施し、いずれの条件においても処理土壌のダイオキシン類は 0.1pg-TEQ/g 以下を達成し、高い無害化率が得られたので、消費エネルギーと運転条件の観点から効率を検討した。

表 4.1 本調査における各運転条件下でのエネルギー効率

Run	-	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5
土壌処理速度	kg/h	42	59	99	90	56
加熱時間	h	1	1	1	1	1
処理温度(平均値)		561	518	564	520	580
エネルギー消費率 ¹	MJ/h	514	468	534	457	563
エネルギー効率 ²	MJ/kg	12.2	7.9	5.4	5.1	10.1

1：電力消費率と灯油消費率の合算値。電力は 3.6MJ/kWh、灯油は 36.7MJ/L で換算した。

2：土壌処理量あたりのエネルギー消費量

土壌の処理速度は 42kg/h ~ 99kg/h、エネルギー効率は 5.1MJ/kg ~ 10.1MJ/kg であった。本調査での汚染土壌の無害化を考えた場合、今回の運転条件内で効率的である条件は Run4 (処理速度 90kg/h、処理温度 520) であり、その際のエネルギー効率は 5.1MJ/kg であった。

土壌処理速度とエネルギー消費率の関係を図 4.1 に示す。エネルギー消費率は処理温度の影響を受けているが土壌処理速度の影響は小さいと言える。これは炉内充填物の量が炉全体の熱消費に影響しなかったためであり、エネルギー効率上は炉内充填率は少なくとも 2 倍以上の余裕があると考えられる。本結果から炉内充填率アップによる土壌処理速度の向上により、エネルギー効率は 2.5MJ/kg を見込むことができる。

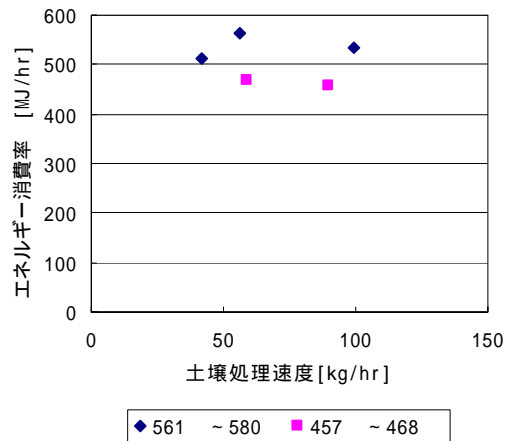


図 4.1 土壌処理速度とエネルギー消費

4.2 経済性

今回の実証調査の経済性算出条件を表 4.2 に、実証調査の経済性を表 4.3 に示す。今回の実証調査では5日間の運転を行い、1日あたりの作業時間を12時間とすると合計で5日間60時間の運転時間となった。

実証調査費用の総処理量が1.97ton、総計は17,795千円、実証調査単価は9,033千円/tonとなった。本実証調査では精度の高い分析を実施したためモニタリング費用が高くなっているが、モニタリング費用を除いた本調査費用の単価は2,031千円/tonであった。

本試験は実証試験であるため処理条件毎に装置の立ち上げと終了を繰り返すことになり、処理効率が非常に悪くなっている。本装置を連続で処理した場合、1.97tonを処理するのに必要な時間は約20時間であり、立ち上げと終了操作を含めると26時間で処理が可能となる。その場合のモニタリング費用を除く処理単価は1,236千円/tonである。

本法を用い実際に汚染土壌の無害化作業を行う場合、

適正な市場価格の作業員確保

装置処理能力の適正化

連続処理作業による処理原単位の大幅向上

定常操作に伴う環境モニタリング間隔の適正化

により、実際の無害化処理単価は本調査費用単価に比べて大幅に低下する。

さらに本調査結果では、本法は通常の想定する運転条件（加熱温度550 加熱時間3時間）よりも大幅に効率的な条件（加熱温度500 加熱時間1時間）で高い無害化率が得られることが確認できたことから、さらなる低コスト化が可能である。

従って本調査で得られた処理条件に基づいて実機規模での処理経費の試算を実施した結果を4.3節に示す。

表 4.2 算出条件

総処理量（投入量ベース）	1.97 ton
運転日数（無害化運転のみの日数）	5日
1日作業時間（立ち上げと終了含む）	12時間

表 4.3 実証調査の経済性

項目	単位数	数量	計(千円)
人件費	4人	240人・hr	2,712
灯油	10L/h	600L	4
水(水道及び下水道)	0.08m ³ /h	5m ³	4
電気	34kWh/h	2040kWh	31
洗浄油(絶縁油)		70L	35
金属Na分散体・他薬剤		1式	10
フィルター・紙タオル等使い捨て類			100
モニタリング費用		1式	13,794
設備費			1,085
実証調査費用 総計			17,795
実証調査費用 単価 (ton当たり)			9,033

4.3 実機規模での処理経費の試算

本調査の実証結果を基に実機規模の処理経費を試算した。

(1) 処理経費試算の前提

試算の前提を表 4.4 に、概略フローを図 4.2 に示す。詳細フローは実証調査と同じ(図 2.1)とした。ダイオキシン類の濃度 10,000pg-TEQ/g、容量 10,000 トンの土壌を 2 年間の処理期間中に所定の濃度以下に無害化することを前提とし、運転条件として 1 年間 250 日稼働、24 時間運転とした。

表 4.4 処理の前提

項目	単位	条件	
処理仕様	汚染土壌濃度	pg-TEQ/g	10,000
	目標処理濃度	pg-TEQ/g	50
	処理量	ton	10,000
	処理期間	年	2
	運転日数	日/年	250
	運転時間	時間/日	24
	処理量	ton/h	1.0
備考		加熱温度 500 滞留時間 1時間	

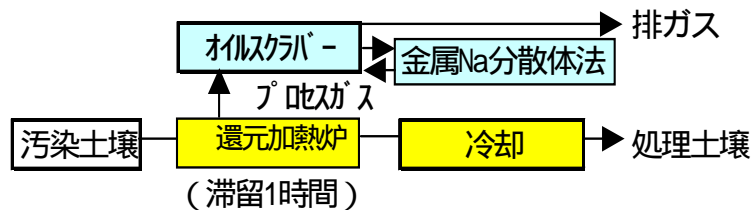


図 4.2 設備の概略フロー

(2) 設備の機器構成

無害化処理装置の構成機器を表 4.5 に示す。

表 4.5 設備の構成機器

	モニタリング箇所	頻度
処理前 ・処理後	大気	2 回/処理
	環境土壌	2 回/処理
	敷地土壌	2 回/処理
	水質	2 回/処理
処理期間中 (月1回)	大気	1 回/月
	環境土壌	1 回/月
	水質	1 回/月
発生源	排ガス	2 回/年
	排水及び下水	2 回/年
工程管理	処理対象土壌等	2 回/年
	処理済み生成物(同等)	2 回/年

(3) 想定スケジュール

本書で想定するスケジュールを図 4.3 に示す。住民説明、官庁申請手続き終了から装置据付、操業(2年間)、撤去まで2.5年間で処理が完了するとした。

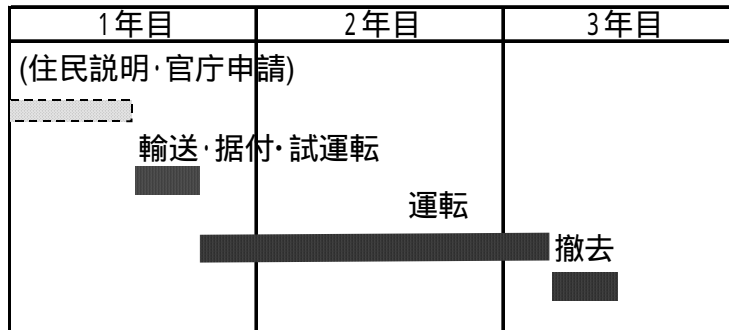


図 4.3 想定スケジュール

(4) 必要運転員

必要運転員数を表 4.6 に示す。操業体制は基本的に24時間で、4直3交替勤務(管理、保守作業を含む)とした。

表 4.6 必要運転員数

	人数/シフト	シフト	小計	備考
運転管理・統括	1	1	1	常昼勤務
運転・交代勤務	3	4	12	4直3交替勤務
合計			13	

(5) 環境モニタリングの仕様、その他

操業開始前、操業開始後、操業期間中を通じた環境モニタリングの想定仕様を表 4.7 に示す。

表 4.7 環境モニタリング(想定)

	モニタリング箇所	頻度	モニタリング回数
			(2年間)
処理前・処理後	大気	2回/処理	2
	環境土壌	2回/処理	2
	敷地土壌	2回/処理	2
	水質	2回/処理	2
処理期間中 (月1回)	大気	1回/月	24
	環境土壌	1回/月	24
	水質	1回/月	24
発生源 工程管理	排ガス	2回/年	4
	排水及び下水	2回/年	4
	処理対象土壌等	2回/年	4
	処理済み生成物(同上等)	2回/年	4

(6) 工費の概略試算の範囲

本試算は図 2.1 に示すプロセスフローに示された範囲の設備について工費の概略試算を行なった。

(a)概略試算に含まれる設備

図 2.1 に示すプロセスフロー図中の機器
必要ユーティリティ設備
制御装置、電気装置

(b)概略試算に含まれる業務

設備費：設計、製作、検査、輸送、据付、撤去
運転費：ユーティリティ、副資材、労務費
その他：組立保険、運転時の労災保険、官庁申請資料作成など

(c)除外項目

以下のものは本概略試算の除外項目とする。

図 2.1 以外の設備・機器の設計・製作・運転
基礎、建屋
土地取得費
処理済み土壌処理費

(7) 工費の概略試算

前節までの前提、機器仕様、設備運転方法をベースにした工費の概略試算結果を表 4.8 に示す。

低コストで実用性の高い処理単価となることが明らかとなった。

表 4.8 処理費の概略試算結果

項目		単位	費用
処理仕様	汚染土壌濃度	pg-TEQ/g	10,000
	目標処理濃度	pg-TEQ/g	50
	処理量	ton	10,000
設備費	設置・撤去・減価償却等		60
運転費 (ランニングコスト)	人件費		27
	ユーティリティ、廃棄物処理等		23
	小計		50
排ガス処理費等の環境へに二次影響防止措置 モニタリングに要する費用			上記に含む 10
処理単価		千円/ton	120

5. 総合評価

(1) 有効性

本技術は、実際のダイオキシン類汚染土壌を用いた本調査において、処理後土壌のダイオキシン類濃度が 0.1pg-TEQ/g 以下、分解率 99.99% が得られたことから、処理技術として有効であると判断できる。

(2) 効率性

原料土壌のダイオキシン類汚染濃度が 2,700pg-TEQ/g の土壌に対し、処理能力 90kg/h において、加熱温度 500 1 時間でダイオキシン類分解率 99.99% が得られた。処理後土壌のダイオキシン類はほぼ全ての異性体で検出下限まで分解された。本結果から 3,000pg-TEQ/g 程度の汚染濃度に対して今回の条件で無害化運転をすることは過剰品質であったといえ、充填量アップや、処理温度の低減等によるさらなる低コスト化を計ることが可能であることが明らかとなった。

(3) 安定性

本実証調査において、処理温度や処理速度などの無害化条件、炉内負圧やブロー吸引量など安全のための運転条件ともに安定していることが確認された。

(4) 安全性

本技術は土壌を投入するまでの前処理部のみを管理区域レベル3とし、適切な保護具を着用することで、安全に作業することが可能である。

(5) 周辺環境への負荷

処理後の土壌、排水、廃油はダイオキシン類の分解副生成物のうち有害(と考えられる)成分は含まれていなかった。プロセスガス、排水、廃アルカリ、廃油は全て排出基準を満足していた。

(6) 経済性

還元加熱法+金属ナトリウム分散体法の標準運転条件は加熱温度 550 、加熱時間 3 時間としていたが、本調査の結果、加熱温度 500 加熱時間 1 時間でダイオキシン類の無害化が可能であった。このことから加熱温度の約 1 割低下分に相当するエネルギー費削減が可能であり、加えて加熱時間が 1/3 と運転費用の大幅な削減が可能である。

(7) まとめ

上記結果より、本技術の有効性、安定性、安全性は高いと評価できる。効率性と経済性については現時点でも高いと言えるが、さらに向上の余地が大幅にあると見込まれる。しかし、現実的な効率性ならびに経済性検討のためには操業条件を実機規模とした装置による追加実証が必要である。