

鹿島共同再資源化センターにおける
有機ヒ素汚染土壌等の焼却処理に関する
確認試験報告書

平成 1 8 年 7 月

目 次

1 . 試験目的	1
2 . 試験概要	
2.1 試験方法および試験条件	2
2.2 測定および分析	4
(1) 汚染土壌等試料	4
(2) 予備調査	4
(3) 確認試験	6
(4) 追跡調査	9
3 . 試験結果	
3.1 予備調査	10
3.2 確認試験	
(1) 汚染土壌等試料	10
(2) 産廃およびR D Fの性状等	11
(3) 運転状況等モニタリング結果	12
(4) 各測定検体のサンプリング	18
(5) 灰および排ガス中の有機ヒ素測定結果	19
(6) 灰の総ヒ素測定結果	20
(7) 主灰および飛灰（薬剤処理後）の重金属他測定結果	21
(8) 排ガス中の総ヒ素測定結果	22
(9) ダイオキシン類測定結果	22
(10) 排水測定結果	23
(11) 作業環境の濃度測定	24
3.3 追跡調査	
(1) 主灰および飛灰の有機ヒ素測定結果	25
(2) 主灰および飛灰の総ヒ素測定結果	25
3.4 確認試験結果のまとめ	26

1. 試験目的

茨城県神栖市における掘削調査により発生した有機ヒ素による汚染土壌、コンクリート様の塊等について、鹿島共同再資源化センターにおける焼却処理を検討するにあたり、有機ヒ素化合物の分解(無機化)混焼による燃焼への影響および処理時の安全性を確認することを目的として、平成17年7月及び10月に同形式の実証設備による実証実験を実施した。その結果について、平成18年2月8日に開催された「国内における毒ガス弾等に関する総合調査検討会」において、以下のとおり技術的評価が得られたところである。

『鹿島共同再資源化センターにおける汚染土壌等の焼却処理は技術的に可能と判断できる。ただし、汚染土壌等の混焼率は、概ね3～4%を上限として、現状の操業条件が阻害されないように適切に条件を設定する必要がある。このため、実処理に際しては、現状の操業における変動に対して混焼率を柔軟に変化させて対応することが望ましい。』

この評価結果を踏まえ、実処理に先立ち、鹿島共同再資源化センター(以下「センター」という。)の設備において汚染土壌等の処理に係る確認運転を行い、以下の項目について確認・評価を行うことを目的とする。

- ・汚染土壌等の混焼率と燃焼状態の関係
- ・排ガス中のヒ素の性状
- ・主灰、飛灰におけるヒ素の性状 等

2. 試験概要

2.1 試験方法および試験条件

実証実験の結果を踏まえ、安全で安定な実操業を前提にして設定された廃棄物と汚染土壌等との焼却割合（混焼率）に基づいて焼却処理を行った。試験条件を表 2-1 に示す。

表 2-1 確認試験条件

Run No.	汚染土壌等	T - A s 含有量 (mg/kg)	混焼率 (%)	廃棄物処理量 (ton/日)	汚染土壌処理量 (ton/日・炉)	運転時間
KP1	なし	-	0	100	0	3月13日7:00 ~ (24hr) 3月14日7:00
KP2	土壌	300程度	2~2.5	100	2.5	3月14日7:00 ~ (24hr) 3月15日7:00
KP3	コンクリート様の塊 (破砕物)	800程度	2~2.5	100	2.5	3月15日7:00 ~ (24hr) 3月16日7:00
KP4	土壌	300程度	3~4	100	4.0	3月16日7:00 ~ (24hr) 3月17日7:00

確認試験に用いる炉は、操業状況を考慮して2号炉で実施し、試験方法および調査項目は以下のとおり実施した。

- (1) KP01 ~ 07 : 予備調査(確認試験前における主灰、飛灰等の調査)
3月6日~3月12日
- (2) KP1 : 確認試験(通常操業)
3月13日07:00 ~ 3月14日07:00
- (3) KP2 ~ 4 : 確認試験(汚染土壌等の混合焼却試験)
3月14日07:00 ~ 3月17日07:00
- (4) KP5 ~ 11 : 追跡調査(試験終了後の通常運転復帰における主灰、飛灰の調査)
3月17日~3月23日

なお、キルン内温度条件については、運転条件確認実験の結果を踏まえて、主燃焼領域におけるキルン内温度(図 2-1 キルン 2 段目温度(中間温度))を指標として、約 900 程度を確保することを目標とした。



写真 2-1 鹿島共同再資源化センター 全景

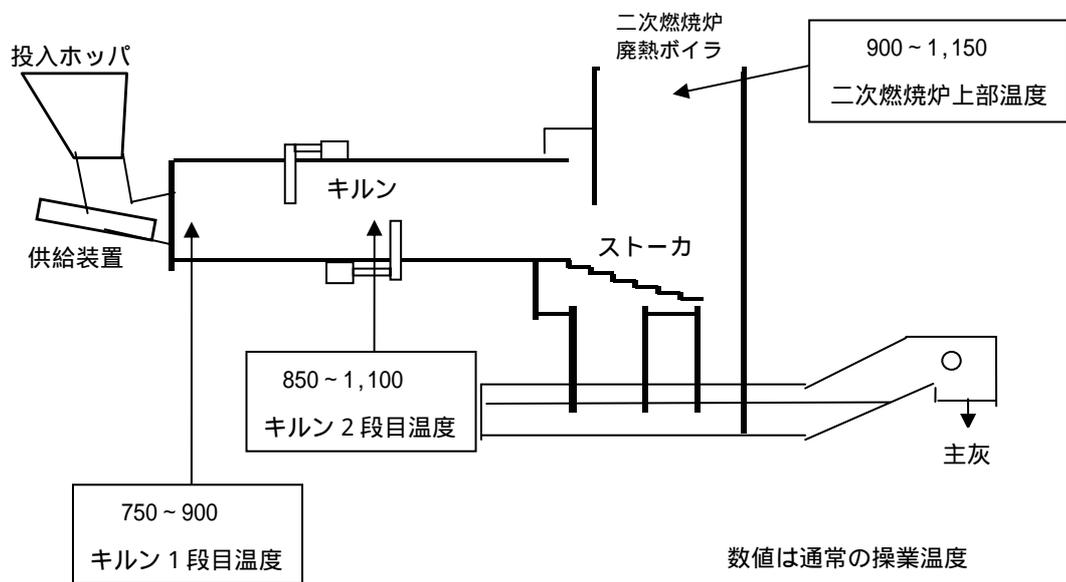


図 2-1 キルン温度測定位置

2.2 測定および分析

各 Run における測定およびサンプリング箇所については、図 2-2 設備フロー図を参照。

(1) 汚染土壌等試料

汚染土壌およびコンクリート様の塊（破砕物）は、試験用対象フレコンバック(1m³)から鋼製ベッセル（4mL×1.5mW×1mD）に広げて極力均一に混合した後、各 Run ごとに分析試料を 1 検体作成した（ベッセル内で格子状の区画をした後、50 点採取し、四分法により縮分し、1 検体とする）。測定項目を表 2-2 に示す。

確認試験に用いる試料は、プラスチック製の密閉容器に詰め、計量、連続番号とともに記録を行った。

表 2-2 汚染土壌等測定項目

Run	名称	分析項目	採取方法	測定分析方法
KP2	汚染土壌	T-As(含有)、有機 As(含有)	Run ごとの分析試料を 1 検体(50 点採取し四分法による縮分)採取	含有量:底質調査法(S63 環水管 127 号)に準拠 有機 As: LC-MS/MS 法 T-As: 酸分解-水素化物発生 ICP 発光分光分析法
KP4	コンクリート様の塊			

注) 有機ヒ素の測定は、DPAA（ジフェニルアルシン酸）、PAA（モノフェニルアルソン酸）を対象とする。

(2) 予備調査

確認試験前における通常操業時の主灰および飛灰（薬剤処理前および処理後）の分析を行った。

なお、飛灰の無害化処理に用いるキレート添加量は、通常運転で使用している発生した飛灰に対して 3.3%添加した試料（薬剤処理後）を採取し分析した。測定項目を表 2-3 に示す。

表 2-3 予備調査測定項目

Run	名称	分析項目	採取方法	測定分析方法
KP01 KP07	主灰	T-As(含有、溶出)	各 Run 定常運転時の指定時間毎に 1 検体、それぞれ約 500 ml 容器に採取	含有量:底質調査法(S63 環水管 127 号)に準拠 T-As: 酸分解-水素化物発生 ICP 発光分光分析法 溶出量: S48 環告 13 号
	飛灰 (薬剤処理前)	T-As(含有、溶出)	各 Run 定常運転時の指定時間毎に 1 検体、それぞれ約 500 ml 容器に採取	
	飛灰 (薬剤処理後)	T-As(溶出)	各 Run 定常運転時の指定時間毎に 1 検体、それぞれ約 500 ml 容器に採取	

(3) 確認試験

1) 産業廃棄物およびR D F

確認試験に使用する産業廃棄物を各 Run で 1 回、R D F は Run(KP1)で 1 回、厚生省水道環境部環境整備課長通知(環整第 95 号、昭和 52 年 11 月 4 日)および「ごみ焼却施設各種試験マニュアル」(厚生省水道環境部環境整備課編集、1983)等を参考にして、均一な試料を採取し分析した。測定項目は三成分、元素組成、総ヒ素(含有)とした。(表 2-4 参照)

2) 主灰および飛灰

各 Run での灰は、試験条件設定後の運転が安定し、経験的に灰が入れ替わる時間(約 6 時間)を考慮して試料を採取した。

主灰は灰押出機部にて、Run ごとに 3 検体採取し、熱しゃく減量、総ヒ素(含有、溶出)、有機ヒ素(含有)、重金属(溶出)の分析を行った。

薬剤処理前飛灰は飛灰切出し機部にて、Run ごとに 3 検体採取し、総ヒ素(含有、溶出)、有機ヒ素(含有)を分析した。

飛灰の無害化処理に用いるキレートの添加量は、確認試験中は、10%添加として薬剤処理後飛灰を混練機出口にて、Run ごとに 3 検体採取し、総ヒ素(溶出)、重金属(溶出)の分析を行った。

また、実運転でのキレートの使用量を適正化すべく、Run(KP4)ではキレートを発生飛灰に対し、3.3%、5%、7%添加した試料を各 1 検体採取し、総ヒ素(溶出)および重金属(溶出)を分析した。

(主灰および飛灰の分析項目詳細は表 2-4 参照)

3) 排ガス

各 Run の燃焼排ガスは、運転が安定した状態で、バグフィルター(BF)前、後および煙突入口にて、粒子状およびガス状の総ヒ素および有機ヒ素を各 Run で 2 回、ダイオキシン類の測定を各 Run で 1 回測定を行った。

表 2-4 確認試験測定項目

Run	名称	分析項目	採取方法	測定分析方法
KP1 KP4	RDF	三成分(水分、灰分、可燃分) 元素組成(C、H、O、N、S、Cl) Sについては燃焼性/不燃性 Clについては揮発性/不揮発性) T-As(含有) 低位発熱量	S52環整95号および「ごみ焼却施設各種試験マニュアル」を参考とした均一試料の調製。	三成分：S52環整第95号 元素組成： C、H、O、N：JIS M 8813(2004) 燃焼性S：燃焼管-イソマトグ ヲ法 不燃性S：燃焼管-水抽出イソマトグ ヲ法 揮発性Cl：燃焼管-イソマトグ ヲ法 不揮発性Cl：燃焼管-水抽出イソマトグ ヲ法 含有量：底質調査法(S63環水管127号)に準拠 T-As：酸分解-水素化物発生 ICP発光分光分析法 低位発熱量：JIS M 8814(2003)
	産業廃棄物			
	主灰	T-As(含有、溶出)、有機As(含有)、 重金属(溶出)、熱灼減量	各Run所定の方法にてそれぞれ500ml容器に採取	含有量：底質調査法(S63環水管127号)に準拠 有機As：LC-MS/MS法 T-As：酸分解-水素化物発生 ICP発光分光分析法 溶出量：S48環告13号に準拠 熱灼減量：H2衛環第22号
	飛灰(薬剤処理前)	T-As(含有、溶出)、有機As(含有)	各Run所定の方法にてそれぞれ500ml容器に採取	
	飛灰(薬剤処理後)	T-As(溶出)、重金属(溶出)	各Run所定の方法にてそれぞれ500ml容器に採取	
	灰汚水	有機As(含有)	各Run所定の方法にてそれぞれ500ml容器に採取	
	排ガス(BF前)	T-As、有機As、	4時間採取	
	排ガス(BF後)	T-As、有機As、	O ₂ 、CO、NO _x 、SO _x 、HClについては、既設分析計による連続測定	
	排ガス(煙突入口)	T-As、有機As、O ₂ 、CO、NO _x 、SO _x 、HCl、ダ イオキシ ン類		T-As：酸分解-水素化物発生 ICP発光分光分析法 有機As：LC-MS/MS法 ダ イオキシ ン類：JIS K0311「排ガス中のダ イオキシ ン類及びコ ー ナ PCBの測定方法」(1999)
	一次排水(雨水排水)	水素イオン濃度、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量、浮遊物質、大腸菌群数、ルルル抽出物質含有量、フェノール類含有量、銅含有量、亜鉛含有量、溶解性鉄含有量、溶解性マンガン含有量、カドミウム含有量、窒素含有量、燐含有量、カドミウム及びその化合物、シアン化合物、有機燐化合物、鉛及びその化合物、六価クロム化合物、ヒ素及びその化合物、水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物、アルキル水銀化合物、ボリ塩化ビフェニル、トリクロロエレン、テトラクロロエレン、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエレン、シス-1,2-ジクロロエレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロパン、チラム、メタン、チオソルホン、ベンゼン、フッ素及びその化合物、セレン及びその化合物	Run (KP4)で各1回500mlガラス容器に採水	水素イオン濃度、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量、フェノール類含有量、銅含有量、亜鉛含有量、溶解性鉄含有量、溶解性マンガン含有量、カドミウム含有量、窒素含有量、燐含有量、カドミウム及びその化合物、シアン化合物、有機燐化合物、鉛及びその化合物、六価クロム化合物、ヒ素及びその化合物、水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物、アルキル水銀化合物、ボリ塩化ビフェニル ：JIS K0102 浮遊物質、水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物、アルキル水銀化合物、チラム、メタン、チオソルホン、ボリ塩化ビフェニル ：S46環境庁告示第59号 ルルル抽出物質含有量、有機燐化合物 ：S48環境庁告示第59号 大腸菌群数 ：S37厚建省令第1号
二次排水(プラント排水の処理水)				
戻り灰	T-As(含有)、有機As(含有)		含有量：底質調査法(S63環水管127号)に準拠 有機As：LC-MS/MS法 T-As：酸分解-水素化物発生 ICP発光分光分析法	

注) 有機ヒ素の測定は、DPAA(ジフェニルアルシニン酸)、PAA(モノフェニルアルソン酸)を対象とする。

4) 灰汚水

灰掻出コンベヤ、灰移送コンベヤおよび灰押出機で循環される灰汚水を、Run ごとに1検体灰汚水ピットにて採取し、静沈させた後上澄み液を灰汚水として分析に供した。

測定項目は有機ヒ素(含有)とした。(表 2-4 参照)

5) 排水

一次排水(雨水排水)および二次排水(プラント排水の処理水)を最終の Run (KP4) にて各 1 回採取し分析した。測定項目を表 2-4 に示す。

6) 運転データ

各部温度、空気量および排ガス性状等は、従前から管理に用いている運転指標を用い、焼却量の実績は運転日報をベースとして、比重補正等を加えて修正したものをを用いた。

各部温度 : キルン温度 2 点、二次燃焼炉 2 点、調温塔出入口各 1 点、
触媒反応塔出口 1 点

燃焼空気量 : フッド吹込み、中間吹込み、ストーカ下、二次空気

排ガス量 : 触媒反応塔入口

排ガス性状 : 煙突(入口)の O₂、CO、HCl、NO_x、SO_x は、既設の分析計により連続測定した。

7) 戻りごみ灰

燃焼フッド戻りごみ灰について確認試験終了後に 1 検体採取し、有機ヒ素(含有)および総ヒ素(含有)を分析した。

8) 作業環境の濃度測定

確認試験中の作業場所における濃度測定を次のとおり実施した。

作業環境への影響について把握するため、試験中灰ピット、灰コンベア周りおよび清掃点検時の炉入口部での粉じんおよび総ヒ素を各 1 回測定した。測定項目を表 2-5 に示す。

表 2-5 作業場所での環境大気測定項目

Run	名称	分析項目	測定分析方法
KPK1	2号灰掻出しコンベヤヘッド部	T-As、粉じん	ハイボリウムサンプラー JIS K0221 に準拠 (24時間連続サンプリング)
	灰出し棟	T-As、粉じん	
KPK2	2号キルン炉入口部	T-As、粉じん	

(4) 追跡調査

確認試験 Run(KP4)終了後、通常の操業状態で主灰、飛灰について7日間連続して有機ヒ素(含有)、総ヒ素(含有、溶出)の追跡調査を実施し、汚染土壌の混焼による影響について追跡調査した。測定項目を表2-6に示す。

表 2-6 追跡調査-1 測定項目

Run	名称	分析項目	採取方法	測定分析方法
KP5 KP11	主灰	T-As(含有、溶出) 有機 As(含有) ¹	各 Run 所定の方法にてそれぞれ 500 ml 容器に採取	含有量：底質調査法(S63 環水管 127 号)に準拠 T-As：酸分解-水素化物発生 ICP 発光分光分析法 有機 As：LC-MS/MS 法 溶出量：S48 環告 13 号に準拠
	飛灰 (薬剤処理前)	T-As(含有) 有機 As(含有) ¹	各 Run 所定の方法にてそれぞれ 500 ml 容器に採取	
	飛灰 (薬剤処理後)	T-As(溶出)	各 Run 所定の方法にてそれぞれ 500 ml 容器に採取	

注) 有機ヒ素の測定は、DPAA(ジフェニルアルシン酸)、PAA(モノフェニルアルソン酸)のみを対象とした。

1 有機 As(含有)は KP5 および KP6 のみ分析。

3. 試験結果

3.1 予備調査

(1) 総ヒ素測定結果

確認試験前における通常運転時の各 Run での主灰および飛灰（薬剤処理前、処理後）の総ヒ素の溶出量は全て不検出（ $<0.005\text{mg/L}$ ）であった（表 3-1）。

表 3-1 総ヒ素測定結果

Run No.	主灰		飛灰 (薬剤処理前)		飛灰 (3.3%薬剤処理後)
	含有	溶出	含有	溶出	溶出
	mg/kg	mg/L	mg/kg	mg/L	mg/L
KP01	7.5	<0.005	8.7	<0.005	<0.005
KP02	7.5	<0.005	7.6	<0.005	<0.005
KP03	6.5	<0.005	16	<0.005	<0.005
KP04	5.7	<0.005	6.7	<0.005	<0.005
KP05	7.6	<0.005	37	<0.005	<0.005
KP06	4.5	<0.005	39	<0.005	<0.005
KP07	6.1	<0.005	42	<0.005	<0.005

3.2 確認試験

試験条件（混焼率等）に基づく廃棄物および汚染土壌等試料の処理と運転は従前からの管理要領に従って行った。

また、本確認試験の混焼に使用する汚染土壌およびコンクリート様の塊はあらかじめ粒径 30 mm 以下に粉碎し均一に混合されたものを用い、運搬時や焼却炉投入時等における飛散、漏洩を考慮し、密閉性が良く、破損しにくいプラスチック製の容器に充填した（人手での作業性を考慮し、容器 1 個の充填量は約 15kg とした）。また、焼却炉への投入は、クレーン等による破損を避け且つ定量的に処理するために、投入ホッパー上部より手作業で実施した。汚染土壌等（密閉容器）を扱う者および主灰、飛灰のサンプリングを実施する者は、掘削現場の作業員と同等以上の保護具を着装して作業を行った。

(1) 汚染土壌等試料

プラスチック製の容器に充填された汚染土壌等は、表 3-2 に示すように各 Run の容器番号と重量（目標値）が管理され、運送用パレットに 12 個×2 段で積載されて計画どおりに搬入した。容器の積載状態の写真を写真 3-1 に、密閉容器の運搬車両の写真を 3-2 に示す。

各 Run の汚染土壌等の性状を表 3-3 に示す。試料中の総ヒ素含有量は、土壌およびコンクリート様の塊ともほぼ計画どおりの濃度に調整できた。

表 3-2 搬入物管理

Run No.	KP2	KP3	KP4
容器個数	15kg × 160 箱	15kg × 160 箱	15kg × 240 箱
試料	土壌	コンクリート様の塊	土壌
容器番号	1 ~ 160	201 ~ 360	401 ~ 640
重量(kg)	2,400	2,400	3,600



写真 3-1 密閉容器



写真 3-2 運搬車両

表 3-3 汚染土壌等の性状

Run No.	汚染物	水分 wt%	T-As	有機 As (DPAA)	有機 As (PAA)
			含有量	含有量	
			mg/kg	mg-As/kg	
KP2	土壌	20.3	240	93	70
KP3	コンクリート様の塊	18.9	900	560	190
KP4	土壌	18.6	310	71	92

(2) 産廃およびRDFの性状等

産廃(固形廃棄物)は1号クレーンのメンテナンス階の床面にビニールシートを敷き、廃棄物ピット内の代表的な場所のごみ質をクレーンにて200kg以上採取した。採取した試料は、スコップ等で混合しながら広げ、四分法による縮分によって5~10kg採取して分析試料とした。

RDFは2号クレーンのメンテナンス階の床面にビニールシートを敷き、RDFピット内の代表的な場所のRDFをクレーンにて200kg以上採取した。採取した試料は、スコップ等で混合しながら広げ、四分法による縮分によって5~10kg採取して分析試料とした。

各Runの廃棄物(産廃とRDF)の性状を表3-4に、RDFの写真を写真3-3に、産廃の写真を写真3-4に示す。

表 3-4 廃棄物の性状

Run No.		三成分			元素組成								T-As	低位発熱量 kJ/kg (kcal/kg)
		水分	灰分	可燃分	C	H	O	N	S 燃焼性	S 不燃性	Cl 揮発性	Cl 不揮発性	含有量	
		wt%			wt% - dry								mg/kg	
KP1	RDF	0.2	11.7	88.1	56.0	5.2	25.6	1.1	0.02	0.07	0.32	0.51	<0.5	20,100 (4,800)
	産廃	14.1	5.0	80.9	51.5	5.0	36.2	0.7	0.01	0.03	0.7	0.09	<0.5	15,400 (3,680)
KP2	産廃	28.9	7.2	63.9	48.9	4.8	35.2	0.8	0.03	0.05	0.11	<0.01	0.8	15,600 (3,730)
KP3	産廃	26.8	6.5	66.7	49.0	4.6	29.5	0.6	0.16	0.06	0.15	<0.01	1.3	13,600 (3,250)
KP4	産廃	29.0	4.2	66.8	44.8	4.6	43.6	0.9	0.04	0.03	0.23	<0.01	1.2	18,300 (4,370)



写真 3-3 RDF 試料状況



写真 3-4 産業廃棄物試料状況

(3) 運転状況等モニタリング結果

Run KP1～KP4 の運転状況として、キルン内温度を図 3-1 に、二次燃焼温度を図 3-2 に、排ガス組成を図 3-3、図 3-4 に、各 Run の平均データを表 3-5 に示す。

主燃焼領域におけるキルン内温度については、汚染土壌等の処理を行っていない KP1 においては、900～1,050 の範囲であり、通常操業時の範囲であった。汚染土壌等の混焼処理期間である KP2～KP4 では、850～1,100 と、通常操業時（850～1,100）と比べ顕著な変化は見られなかった。二次燃焼炉上部温度においても、KP1 はほぼ 1,000～1,100、KP2～KP4 においても 950～1,100 と、通常操業（900～1,150）と同程度であった。

また、燃焼空気および排ガス量、調温塔出・入口温度および触媒出口温度、排ガス濃度においても、KP1 は通常操業の範囲内であり、KP2～KP4 の汚染土壌処理期間においても通常操業時と顕著な変化は見受けられなかった。

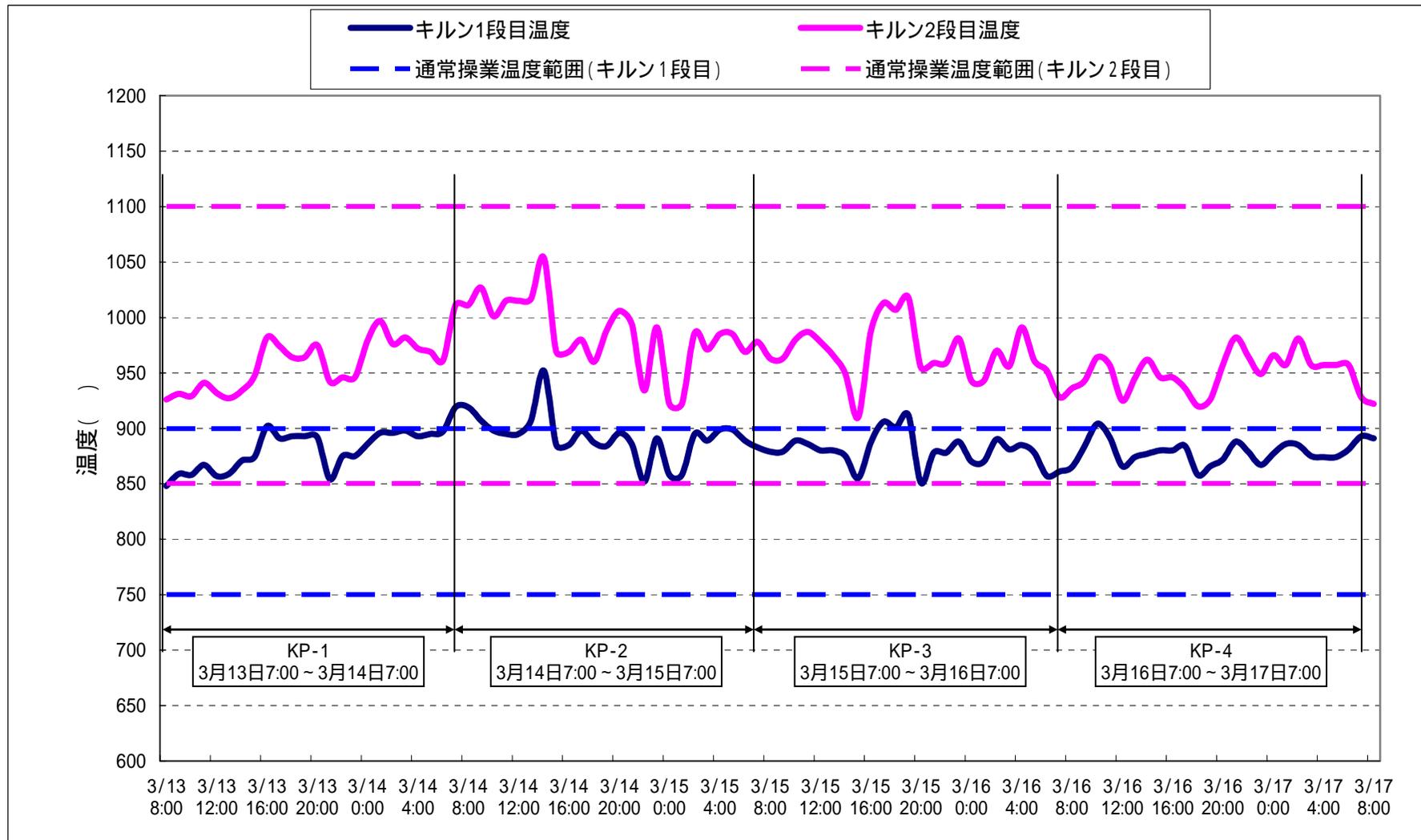


図 3-1 キルン内温度

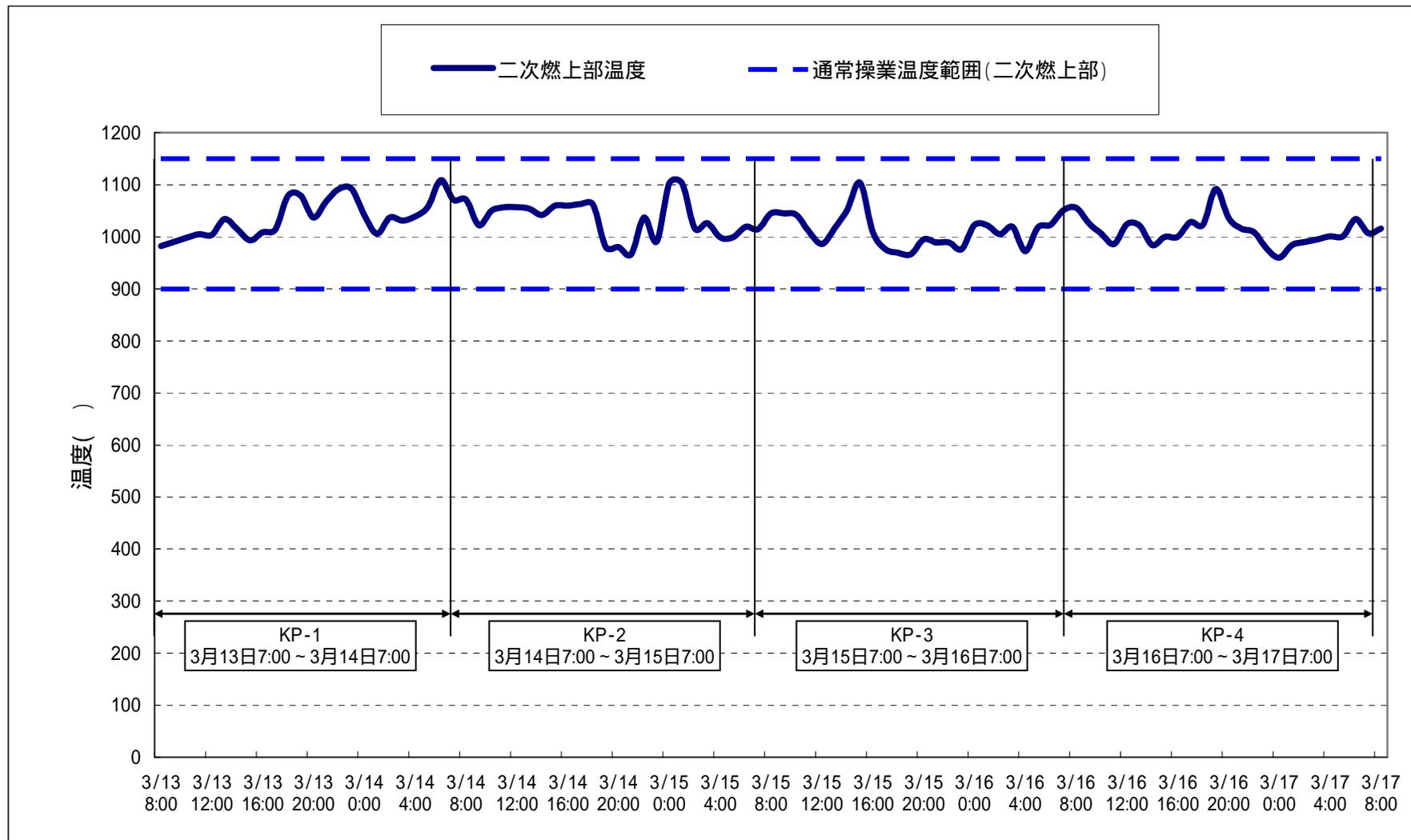
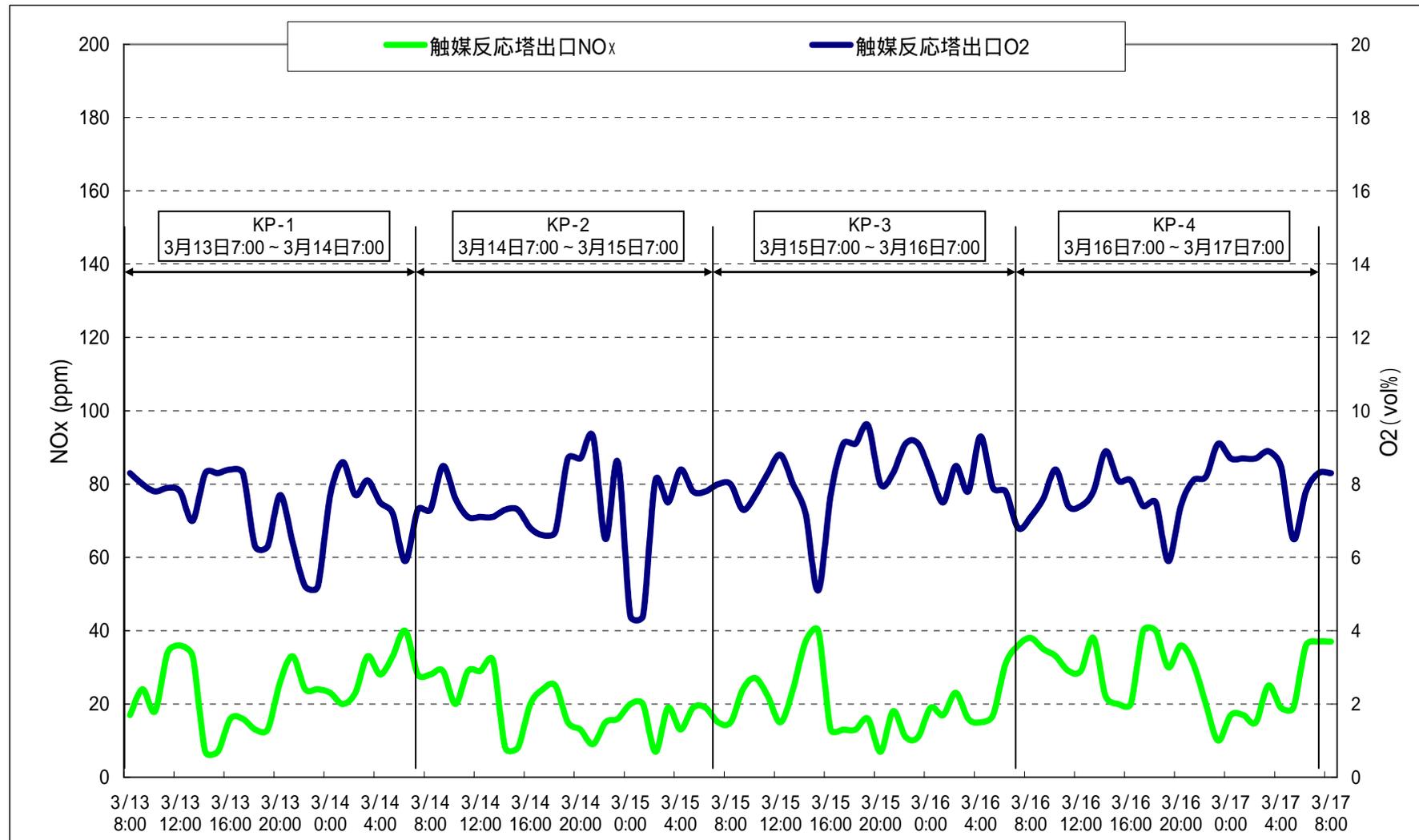
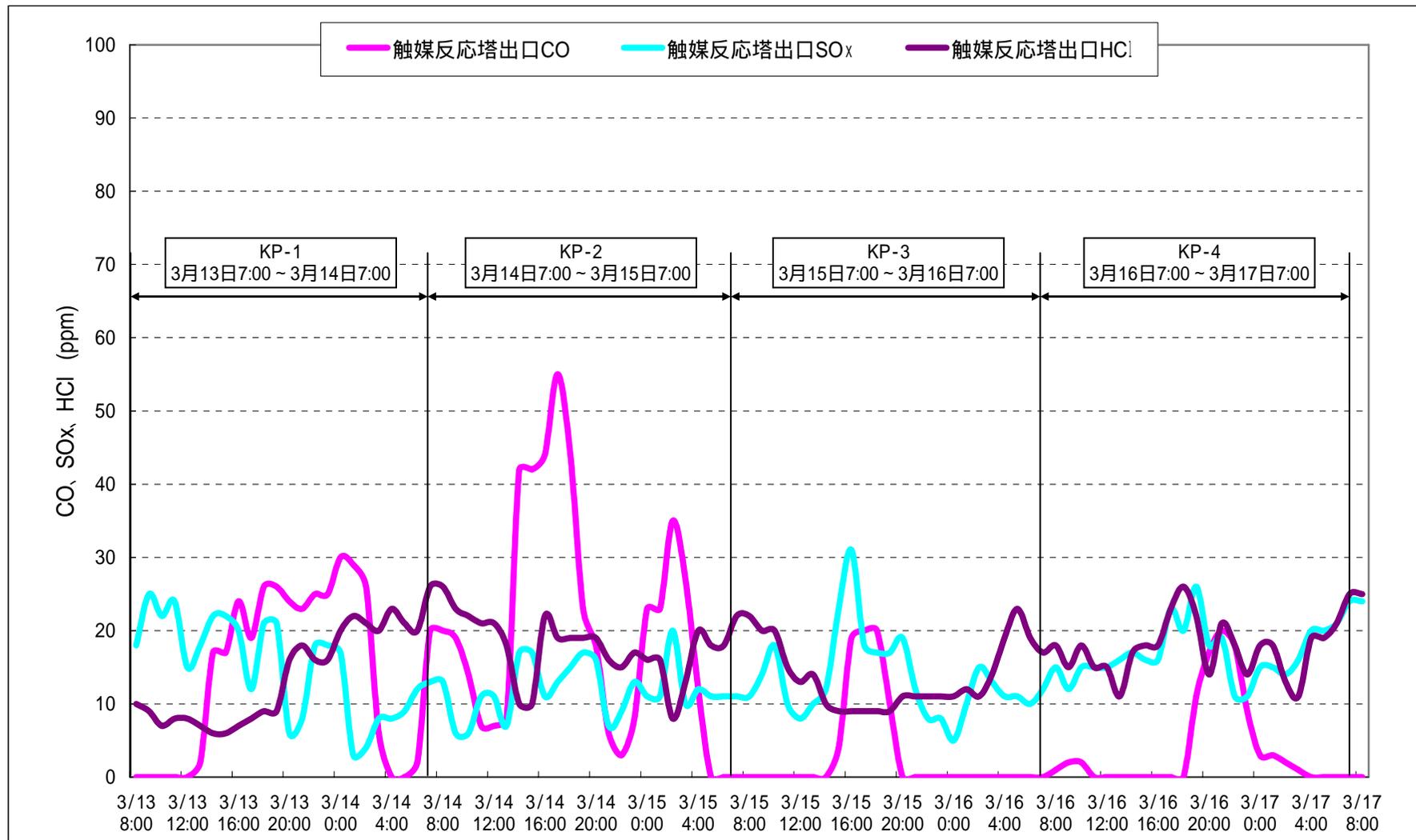


图 3-2 二次燃烧炉温度



通常操作時の自主規制値は、NO_x : 50ppm

図 3-3 排ガス組成 (NO_x、O₂)



通常操業時の自主規制値は、CO : 100ppm、SO_x : 50ppm、HCl : 50ppm

図 3-4 排ガス組成 (CO、SO_x、HCl)

表 3-5 各 Run 運転平均データ

日付		3月13日	3月14日	3月15日	3月16日	
Run. No		KP1	KP2	KP3	KP4	
平均データ採取時間		3/13 7:00 ~ 3/14 7:00	3/14 7:00 ~ 3/15 7:00	3/15 7:00 ~ 3/16 7:00	3/16 7:00 ~ 3/17 7:00	
焼却量	廃棄物 kg/日	固形廃棄物	37,800	36,600	38,600	42,100
		R D F	48,800	52,000	46,300	44,700
		廃油	2,300	2,400	2,600	2,600
		汚泥	6,100	6,000	6,300	6,300
	汚染土壌等 kg/日	汚染土壌	-	2,408	-	3,600
		コンクリート様の塊（破碎物）	-	-	2,416	-
	合計（kg/日）		95,000	99,408	96,216	99,300
混焼率		wt%	0	2.4	2.5	3.6
各部温度	キルン 1 段目		881	855	880	878
	キルン 2 段目		959	985	967	950
	二次燃焼炉上部		1,037	1,035	1,013	1,011
	調温塔入口		241	239	240	239
	調温塔出口		170	170	170	170
	触媒反応塔出口		227	227	228	227
燃焼空気量	バズーカ	m ³ /h	4,824	5,030	4,808	4,709
	中間空気		5,671	5,343	5,751	5,668
	ストーカ下		7,702	7,799	7,974	7,998
	二次空気		3,444	3,440	3,447	3,410
排ガス組成	煙突入口SOx	ppm	15.2	11.9	13.5	17.1
	煙突入口NOx	ppm	23.7	18.5	17.0	27.3
	煙突入口HCl	ppm	14.3	17.8	13.3	17.8
	煙突入口CO	ppm	14.2	18.2	3.0	3.7
排ガス量		m ³ /h	37,482	36,374	37,005	36,756

(4) 各測定検体のサンプリング

各 Run でのサンプリングは、試験条件設定後に各部温度などの運転指標および主灰の排出状況などが安定していることを確認して試料を採取した。

主灰、薬剤処理前および薬剤処理後飛灰は、Run ごとに時刻を設定して 3 検体(15:00、23:00、5:00)採取した。

また、薬剤処理後の飛灰については実運転でのキレートの使用量を適正化すべく、Run (KP4) でキレート添加量を 3.3、5、7%とした試料も各 1 検体採取した。

主灰サンプリング写真を写真 3-5 に、飛灰(薬剤処理前)サンプリング写真を写真 3-6 に、飛灰(薬剤処理後)サンプリング写真を写真 3-7 に示す。

灰污水は、Run ごとに 1 検体灰污水ピットにて採取した。灰污水採取写真を写真 3-8 に示す。

排ガス試料はバグフィルター (BF) 前、後および煙突入口にて、Run ごとに連続 5 時間の採取を 2 回(12:00～17:00、0:00～5:00)行い、ダイオキシン類の測定は各 Run で 1 回(0:00～5:00)煙突入口にて採取した。



写真 3-5 主灰サンプリング状況



写真 3-6 飛灰(薬剤処理前)サンプリング状況



写真 3-7 飛灰(薬剤処理後)サンプリング状況



写真 3-8 灰污水採取状況

(5) 灰および排ガス中の有機ヒ素測定結果

全ての検体で有機ヒ素(DPAA、PAA を個別に測定)は不検出であり(表 3-6)、土壌等に含まれていた有機ヒ素は確実に無機化されていることが確認された。

表 3-6 有機ヒ素測定結果

Run No.		主灰 mg-As/kg	飛灰 (薬剤処理前) mg-As/kg	排ガス			灰汚水 mg-As/L	戻り灰 mg-As/kg
				BF 前 mg-As/m ³	BF 後 mg-As/m ³	煙突入口 mg-As/m ³		
KP1	1	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	2	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	3	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
KP2	1	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	2	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	3	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
KP3	1	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	2	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	3	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
KP4	1	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	2	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
	3	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	-
KPF		-	-	-	-	-	-	<0.02

注：有機ヒ素は、DPAA、PAA を個別に測定し、ヒ素換算値を示す。

(6) 灰の総ヒ素測定結果

主灰、飛灰の総ヒ素含有量はいずれも、実証実験と同様に、コンクリート様の塊の処理時および混焼率の増加時に増加する傾向が見られるが、総ヒ素の溶出量は主灰、飛灰いずれも全て不検出 (<0.005mg/L) であった (表 3-7)。

表 3-7 主灰、飛灰および戻り灰の総ヒ素測定結果

Run No.	主灰		飛灰 (薬剤処理前)		飛灰 (薬剤処理後)				戻り ごみ灰	
	含有	溶出	含有	溶出	10%	7%	5%	3.3%	含有	
	mg/kg	mg/L	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/kg	
KP1	1	5.4	<0.005	29	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	2	2.6	<0.005	26	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	3	4.5	<0.005	38	<0.005	<0.005	-	-	-	-
KP2	1	4.6	<0.005	40	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	2	10	<0.005	76	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	3	21	<0.005	120	<0.005	<0.005	-	-	-	-
KP3	1	47	<0.005	232	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	2	48	<0.005	230	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	3	40	<0.005	185	<0.005	<0.005	-	-	-	-
KP4	1	56	<0.005	160	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
	2	37	<0.005	120	<0.005	<0.005	-	-	-	-
	3	31	<0.005	157	<0.005	<0.005	-	-	-	-
KPF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.2

(7) 主灰および飛灰（薬剤処理後）の重金属他測定結果

主灰および飛灰（薬剤処理後）の重金属測定結果は、いずれも管理型処分場に係る埋立基準値未満であった（表 3-8）。

表 3-8 主灰および飛灰（薬剤処理後）の重金属他測定結果

Run No.	熱灼減量	鉛	六価鉬	アルキル水銀化合物	水銀又はその化合物	カドミウム又はその化合物	シアン化合物	セレン及びその化合物			
		溶出	溶出	溶出	溶出	溶出	溶出	溶出			
		%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
埋立基準値		10	0.3	1.5	検出されないこと	0.005	0.3	1.0	0.3		
KP1	主灰	1	8.5	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	8.9	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	4.0	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
	飛灰 10%	1	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	-	0.04	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	-	0.02	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
KP2	主灰	1	8.1	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	7.9	0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	8.9	0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
	飛灰 10%	1	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
KP3	主灰	1	7.7	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	8.2	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	7.4	0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
	飛灰 10%	1	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
KP4	主灰	1	8.5	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		2	9.9	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3	9.8	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
	飛灰	10%	1	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03
			2	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03
			3	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03
		7%	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		5%	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	
		3.3%	-	<0.01	<0.02	<0.0005	<0.0005	<0.03	<0.1	<0.03	

ごみ焼却施設に係る維持管理基準

(8) 排ガス中の総ヒ素測定結果

BF 前の粒子状で 0.062 ~ 0.68(mg/m³)、ガス状として 0.002 ~ 0.008(mg/m³)が検出されたが、BF 後および煙突入口の総ヒ素濃度は、粒子状およびガス状とも不検出 (<0.001mg/m³) であり (表 3-9) バグフィルター (BF) で確実にヒ素が捕集されたことが確認された。

表 3-9 排ガスの総ヒ素測定結果

Run No.		BF 前		BF 後		煙突入口	
		粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状
		mg/m ³					
KP1	1	0.12	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	2	0.062	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
KP2	1	0.16	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	2	0.38	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
KP3	1	0.68	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	2	0.41	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
KP4	1	0.40	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	2	0.15	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

(9) ダイオキシン類測定結果

各 Run で 1 回採取した排ガス (煙突入口) のダイオキシン類の測定結果を表 3-10 に示す。参考として、通常操業時のダイオキシン類の測定結果を表 3-11 に示す。ダイオキシン類の濃度は通常の操業と比較して変化はなかった。

表 3-10 ダイオキシン類測定結果
(確認試験実施時)

Run No.	排ガス (煙突入口)
	ng-TEQ/m ³
KP1	0.0000035
KP2	0.0000026
KP3	0.000068
KP4	0.00012

表 3-11 ダイオキシン類測定結果
(通常操業時)

年 度	排ガス (2号炉煙突入口)
	ng-TEQ/m ³
平成 15 年度	0.0093
	0.00075
平成 16 年度	0.029
	0.0097
平成 17 年度	0.001
	0.0000027

排ガスについては、年 2 回測定を実施

(10) 排水測定結果

一次排水(雨水排水)および二次排水(プラント排水の処理水)を確認試験中の最終 Run(KP4)にて各 1 回採取し、分析した結果、公害防止協定ならびに水質汚濁防止法及び下水道法(県条例も含む)に基づく基準値をクリアしていることが確認された。(表 3-12)

表 3-12 排水測定結果

項目	一次排水	二次排水	定量下限値	基準値		
				一次排水	二次排水	
水素イオン濃度	-	8	8.4	-	5.8~8.6	5~9/ 45
生物化学的酸素要求量	mg/L	1	7	1	120	600
化学的酸素要求量	mg/L	5	18	1	10	600
浮遊物質	mg/L	5	60	1	10	600
大腸菌群数	個/cm ³	不検出	不検出	10	3000	3000
ノルマルヘキサン抽出物質含有量	mg/L	不検出	不検出	1	1	20
フェノール類含有量	mg/L	不検出	不検出	0.5	1	10
銅含有量	mg/L	不検出	0.01	0.01	3	3
亜鉛含有量	mg/L	0.34	0.37	0.01	5	5
溶解性鉄含有量	mg/L	不検出	不検出	0.1	10	10
溶解性マンガ含有量	mg/L	不検出	不検出	0.1	1	10
鉛含有量	mg/L	不検出	不検出	0.01	0.5	2.0
窒素含有量	mg/L	1.3	4.4	0.1	120	120
炭素含有量	mg/L	不検出	1.0	0.1	16	16
カドミウム及びその化合物	mg/L	不検出	不検出	0.01	0.1	0.1
シアン化合物	mg/L	不検出	不検出	0.1	不検出	1
有機燐化合物	mg/L	不検出	不検出	0.1	1	1
鉛及びその化合物	mg/L	不検出	0.02	0.01	0.1	0.1
六価鉛化合物	mg/L	不検出	不検出	0.01	0.5	0.5
砒素及びその化合物	mg/L	不検出	不検出	0.005	0.1	0.1
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	mg/L	不検出	不検出	0.0005	0.005	0.005
アルキル水銀化合物	mg/L	不検出	不検出	0.0005	不検出	不検出
ポリ塩化ビフェニル	mg/L	不検出	不検出	0.0005	0.003	0.003
トリクロロエチレン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.3	0.3
テトラクロロエチレン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.1	0.1
ジクロロメタン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.2	0.2
四塩化炭素	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.02	0.02
1,2-ジクロロエタン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.04	0.04
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.2	0.2
トリス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.4	0.4
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	不検出	不検出	0.001	3	3
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.1	0.1
1,3-ジクロロプロペン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.02	0.02
チラム	mg/L	不検出	不検出	0.006	0.06	0.06
シマジン	mg/L	不検出	不検出	0.003	0.03	0.03
チオベンカルブ	mg/L	不検出	不検出	0.02	0.2	0.2
ベンゼン	mg/L	不検出	不検出	0.001	0.1	15
フッ素及びその化合物	mg/L	不検出	0.3	0.1	15	15
ヒレン及びその化合物	mg/L	不検出	不検出	0.005	0.1	0.1

備考:ここで不検出とは、定量下限値未満を示す。
協定値に基づく。

(11) 作業環境の濃度測定

確認試験中の作業環境の濃度測定は、確認試験中の灰掻コンベヤヘッド部および灰出し棟（灰ピット）にて各1回連続24時間の測定を実施した。総ヒ素および粉じん量を表3-13に示す。

表 3-13 作業環境の濃度測定

測定箇所	T - A s	粉じん
	mg/m ³	mg/m ³
2号灰掻出コンベヤヘッド部	<0.001	0.13
灰出し棟	<0.001	0.82
2号キルン炉入口部	<0.001	0.07

3.3 追跡調査

(1) 主灰および飛灰の有機ヒ素測定結果

各 Run において有機ヒ素(DPAA、PAA を個別に測定)は全ての検体で不検出 (<0.02mg-As/kg) であり (表 3-14)、確認試験後に有機ヒ素は存在しないことが確認された。

表 3-14 主灰および飛灰の有機ヒ素測定結果

Run No.	主灰		飛灰 (薬剤処理前)	
	mg-As/kg	mg-As/kg	mg-As/kg	mg-As/kg
KP5	1	<0.02	<0.02	<0.02
	2	<0.02	<0.02	<0.02
	3	<0.02	<0.02	<0.02
	4	<0.02	<0.02	<0.02
KP6	1	<0.02	<0.02	<0.02
	2	<0.02	<0.02	<0.02

(2) 主灰および飛灰の総ヒ素測定結果

主灰および飛灰の総ヒ素含有量は、確認試験終了後から減少することが確認された(表 3-15)。また、総ヒ素の溶出量は全て不検出 (<0.005mg/L) であった。

表 3-15 主灰および飛灰の総ヒ素測定結果

Run No.	主灰		飛灰 (薬剤処理前)	飛灰 (10%薬剤処理後)	飛灰 (3.3%薬剤処理後)	
	含有	溶出	含有	溶出	溶出	
	mg/kg	mg/L	mg/kg	mg/L	mg/L	
KP5	1	29	<0.005	170	<0.005	-
	2	30	<0.005	80	<0.005	-
	3	19	<0.005	62	<0.005	-
	4	17	<0.005	23	<0.005	-
KP6	1	12	<0.005	17	<0.005	-
	2	10	<0.005	18	<0.005	-
KP7	8.5	<0.005	21	-	<0.005	
KP8	6.5	<0.005	18	-	<0.005	
KP9	6.4	<0.005	22	-	<0.005	
KP10	6.5	<0.005	17	-	<0.005	
KP11	6.6	<0.005	9.4	-	<0.005	

3.4 確認試験結果のまとめ

確認試験の結果をまとめると、以下のとおりとなる。

1) 混焼率と燃焼状態について

- ・混焼率(廃棄物と混焼する汚染土壌等の割合)を2~2.5%及び3~4%と変化させたが、キルンの燃焼温度は850~1,100 であり、通常操業時(850~1,100)と比べて顕著な変化は見られず、排ガス量の顕著な変化も見られなかった。
- ・一酸化炭素(CO)濃度は、どのケースにおいても大きく変動したり上昇する傾向は見られなかった。
- ・二次燃焼炉の温度はどのケースにおいても通常操業時(900~1,150)と同程度であった。
- ・主灰の熱しゃく減量は、どのケースにおいても維持管理基準値(10%)以下であった。
- ・排ガス中のダイオキシン類の濃度についても通常操業時と同程度であった。

2) 排ガス中のヒ素の性状について

- ・排ガス中の有機ヒ素濃度は、バグフィルタ(BF)の前後、煙突入口のいずれの箇所も不検出($<0.001\text{mg}/\text{m}^3$)であり、焼却処理により有機ヒ素は確実に無機化された。
- ・排ガス中の総ヒ素はBF前での測定では、粒子状として $0.062\sim 0.68\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、ガス状として $0.002\sim 0.008\text{mg}/\text{Nm}^3$ 検出されたが、排ガスの集じん後であるBF後及び煙突入口では、ガス状及び粒子状のいずれも不検出($<0.001\text{mg}/\text{m}^3$)となり、ヒ素はBFで確実に捕集され、大気中への排出は無いことが確認された。

3) 主灰、飛灰におけるヒ素の性状について

- ・主灰及び飛灰の有機ヒ素の含有量は、全ての検体で不検出($<0.02\text{mg}/\text{kg}$)となり、焼却処理により有機ヒ素は確実に無機化された。
- ・主灰及び飛灰(薬剤処理物)のヒ素の溶出量は、全ての試料で不検出($<0.005\text{mg}/\text{L}$)となった。