

3-2-4. 第4回燃焼テスト [オキ火無し運転]

ガス化燃焼終了後に行う、強制炭化燃焼の為のオキ火運転効果について検証する為、通常運転状態から、オキ火運転に入らない様にする。

焼却物及び燃焼諸条件は通常運転と同じとし、燃焼テストを行った。

表 III-3-13 焼却投入物内訳

投入焼却物	単重 kg	本数	重量 kg	備考
ダイライザー(水入り)	0.426	10	4.260	内水分 1.830kg
血液回路	0.333	13	4.329	
注射筒	0.006	100	0.600	
		合計	9.189	

表 III-3-14 燃焼諸条件

燃焼空気量	大	4.0 m ³ /hr
	中	2.0 m ³ /hr
	小	1.0 m ³ /hr
燃焼空気供給方法	SMCI タイプ 側面供給	
運転方法	全自動	
マイクロ波	1.2kw×2台	

オキ火による強制炭化燃焼を行わなかった事により、冷却入り時の CO 濃度が 500ppm まで上昇した。今回のような、多品種混在による燃焼において、強制炭化燃焼であるオキ火の工程の必要性が認められる。

(Fig III-3-4 燃焼推移グラフ参照)

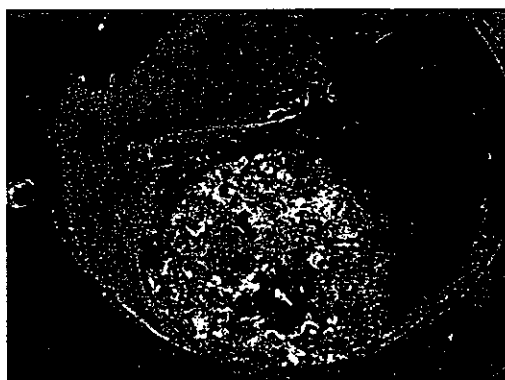


写真 III-3-7 残渣物

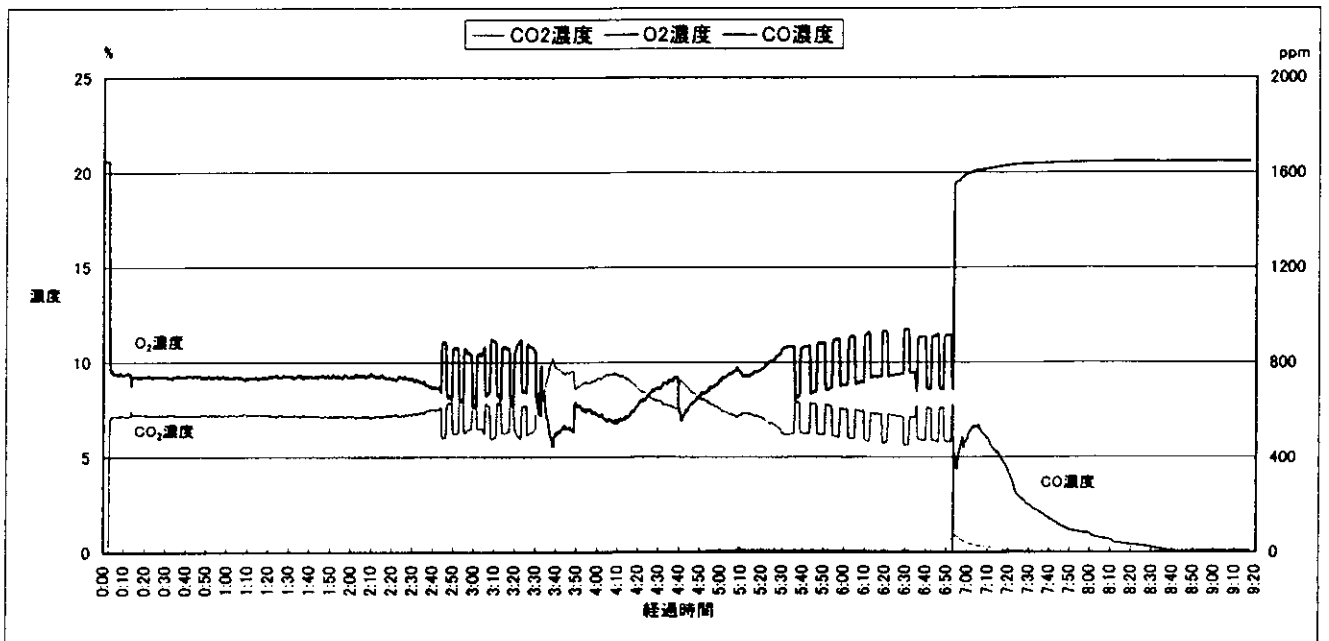
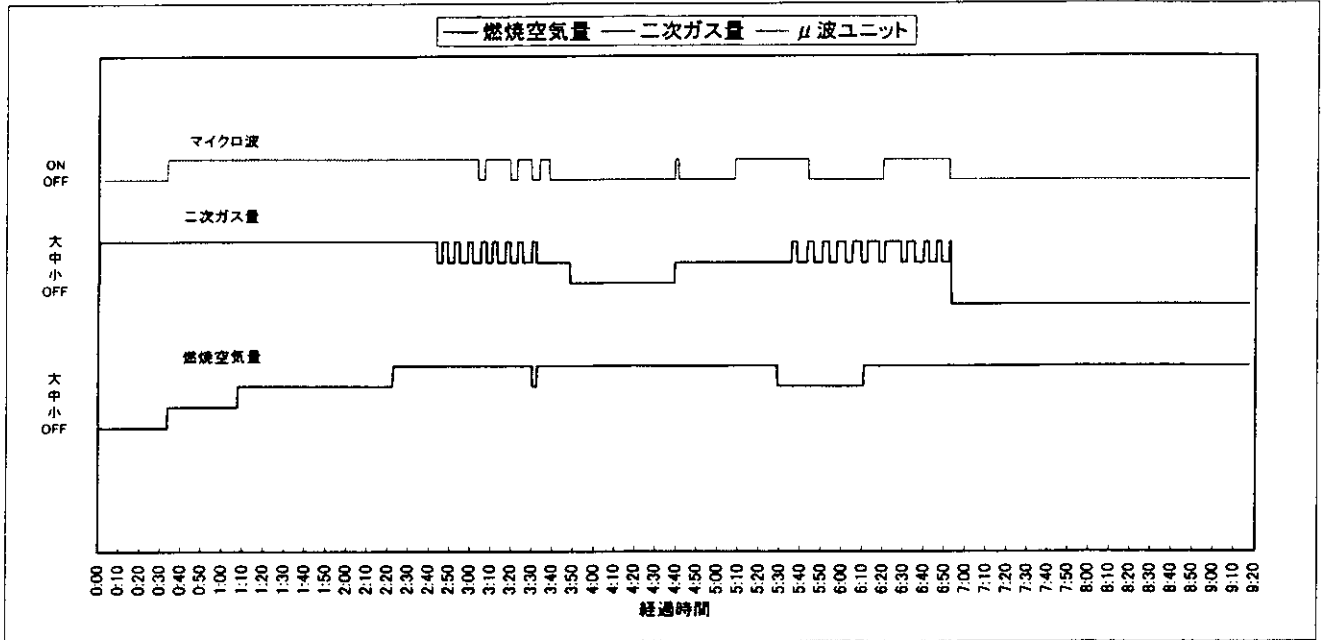
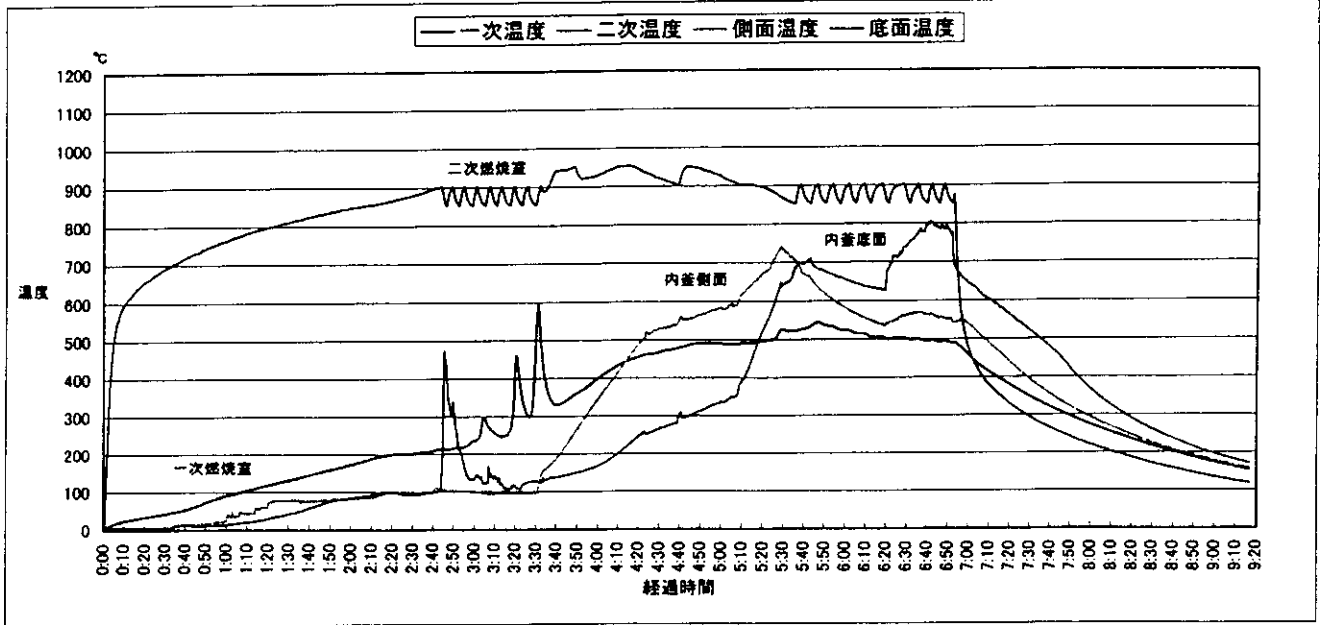


Fig. III-3-4 燃焼推移グラフ

3-2-5. 第5回燃焼テスト [STB-60L 型 運転]

マイクロ波による焼却装置の比較検討の燃焼方法として、当社で手がけていた、底吹き燃焼空気供給方式の初期強制着火自燃型焼却法である STB 方式で、燃焼テストを行った。

投入物は表 III-3-15 とし、燃焼諸条件は表 III-3-16 に基づく。

表 III-3-15 焼却投入物内訳

投入焼却物	単重 kg	本数	重量 kg	備考
ダイアライザー(水入り)	0.426	10	4.260	内水分 1.830kg
血液回路	0.333	13	4.329	
注射筒	0.006	100	0.600	
		合計	9.189	

表 III-3-16 燃焼諸条件

燃焼空気量	大	3.0 m ³ /hr
	中	2.4 m ³ /hr
	小	2.0 m ³ /hr
燃焼空気供給方法	STB タイプ 底吹き供給	
運転方法	手動	
強制着火方法	LPG バーナ (手動)	
マイクロ波	無し	

STB 方式の燃焼テストを行うにあたり、着火の為のスペースを確保する為、写真 III-3-8 にあるようにダンボールにて、点火用のスペースを作った。

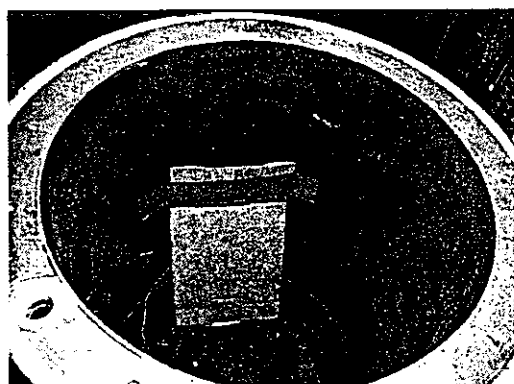


写真 III-3-8 点火スペース

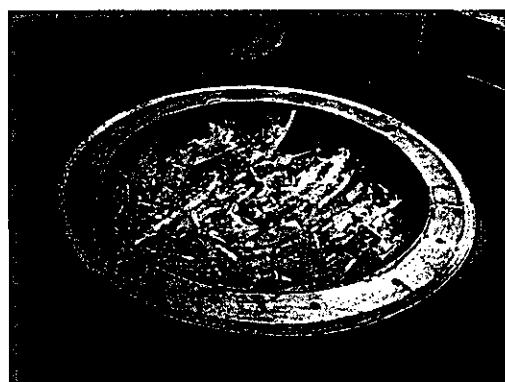


写真 III-3-9 投入姿

一次燃焼室燃焼室内の内釜内で、着火後一端は温度が下がったが、釜内で、徐々に燃え始めた。

各部の温度上昇は、比較的緩やかなカーブを描き、焼却装置の燃焼としては、落ち着いた燃え方であった。

冷却運転に入ってから CO 濃度も低い値を示しており、STB 方式では、点火後の自然失火がなければ、60L サイズの小型焼却装置にも充分適応できる焼却方法である。しかしながら、一次燃焼室内の内釜の温度上昇を注意深く見てみると、釜内の燃焼状況を示す、内釜側面温度の上昇が緩やかで、ダイオキシン類の発生温度帯である 300℃～500℃までの温度帯を約 1 時間かけて通過する。本装置は、二次燃焼室内で、高温処理を施している為、大気中に排出される排ガス中のダイオキシン類は抑制されるが、残渣物中に含まれるダイオキシン類がどのような結果になるかが懸念される。(Fig III-3-5 燃焼推移グラフ参照)

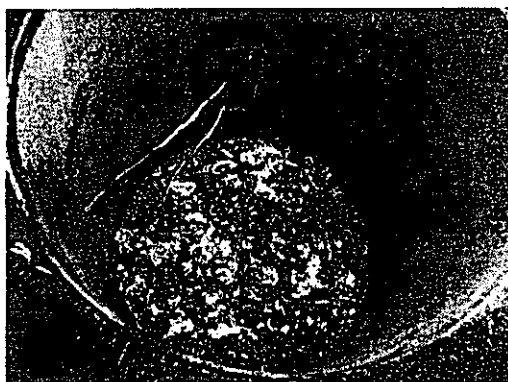


写真 III-3-10 残渣物

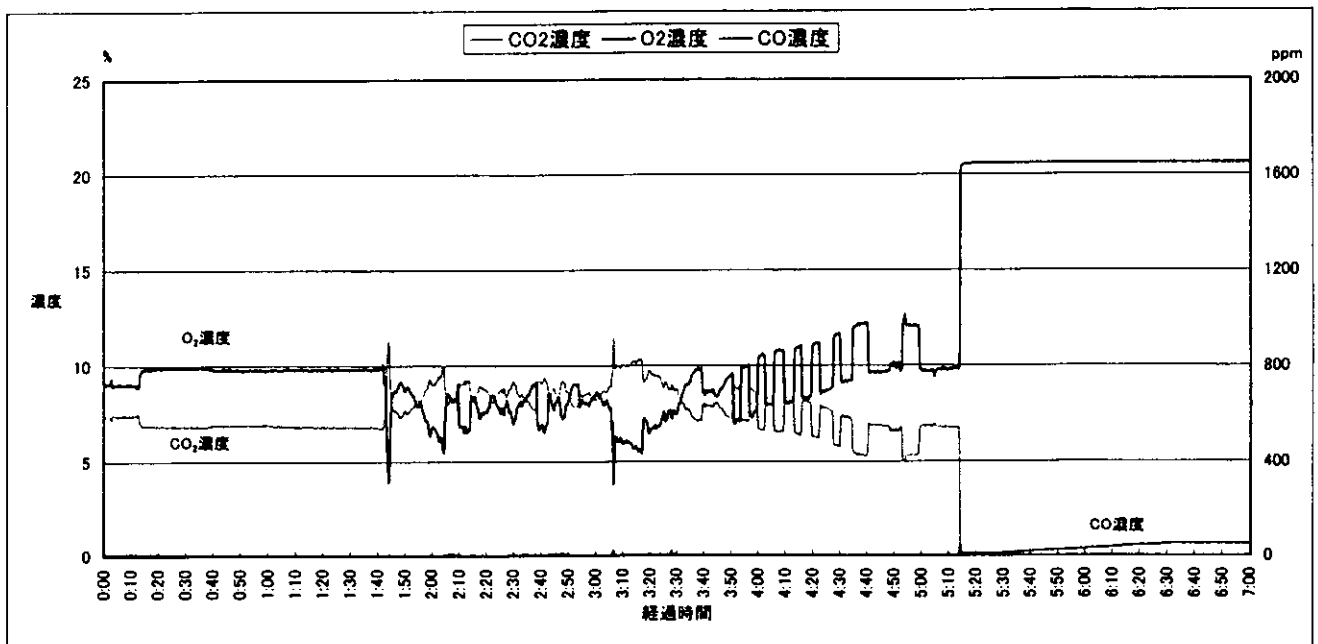
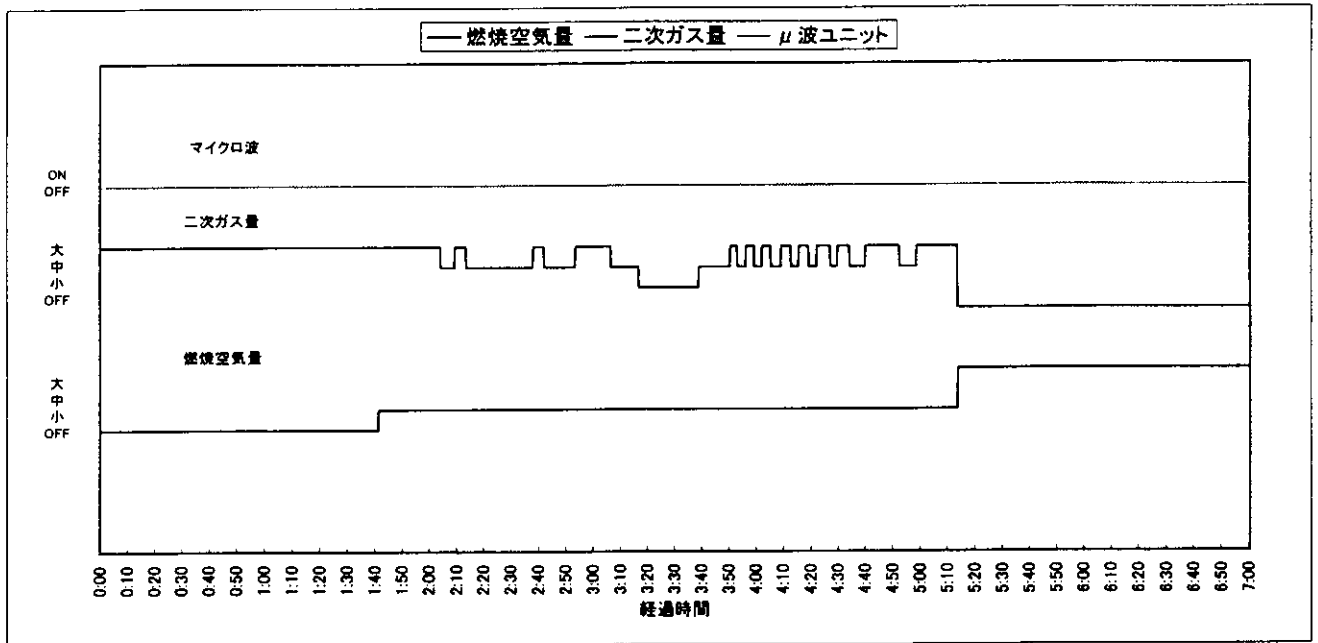
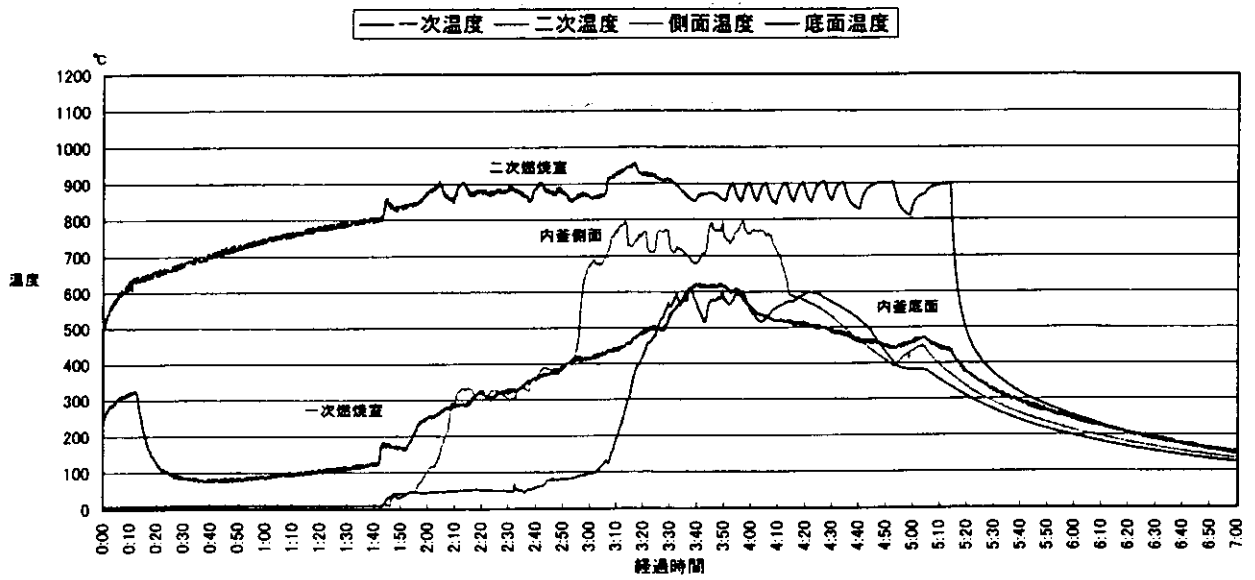


Fig. III-3-5 燃焼推移グラフ

3-2-6. 第6回燃焼テスト [SMCI-60L 空気量削減]

マイクロ波利用の焼却装置において、一次燃焼室内の内釜内で着火自燃する事は、今までの燃焼テストより分かっているが、燃焼空気量と残渣物の関係を確認すべく、燃焼空気量を通常の半分まで絞り込み、燃焼の推移と残渣物の状態を確認する事とした。焼却物は今までと同じで(表 III-3-17)、燃焼諸条件(表 III-3-18)は、燃焼空気量を絞り込みそれ以外については、通常運転と同じ要領で、燃焼テストを行った。

表 III-3-17 焼却投入物内訳

投入焼却物	単重 kg	本数	重量 kg	備考
ダイアライザー(水入り)	0.426	10	4.260	内水分 1.830kg
血液回路	0.333	13	4.329	
注射筒	0.006	100	0.600	
		合計	9.189	

表 III-3-18 燃焼諸条件

燃焼空気量	大	2.0 m ³ /hr
	中	1.5 m ³ /hr
	小	1.0 m ³ /hr
燃焼空気供給方法		SMCI タイプ 側面供給
運転方法		全自動
マイクロ波		1.2kw×2台

ガス化燃焼期における各温度推移に特異点は見られなかったが、冷却期に入り、通常風量の冷却空気を送り込んだ為に、未燃炭素分が火オコリ状態となり、内釜温度が上昇した。(Fig Ⅲ-3-6 燃焼推移グラフ参照)

結果的には残渣量も多く、完全燃焼の為には、自然中に十分な燃焼空気を送り込む必要性が認められた。(写真 Ⅲ-3-11)

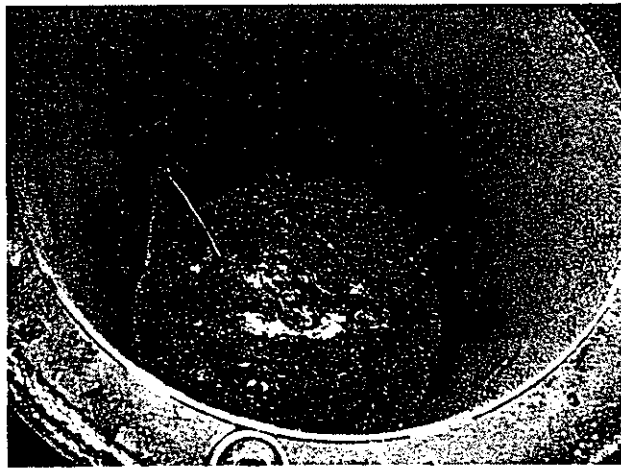


写真 Ⅲ-3-11 内釜内の残渣物

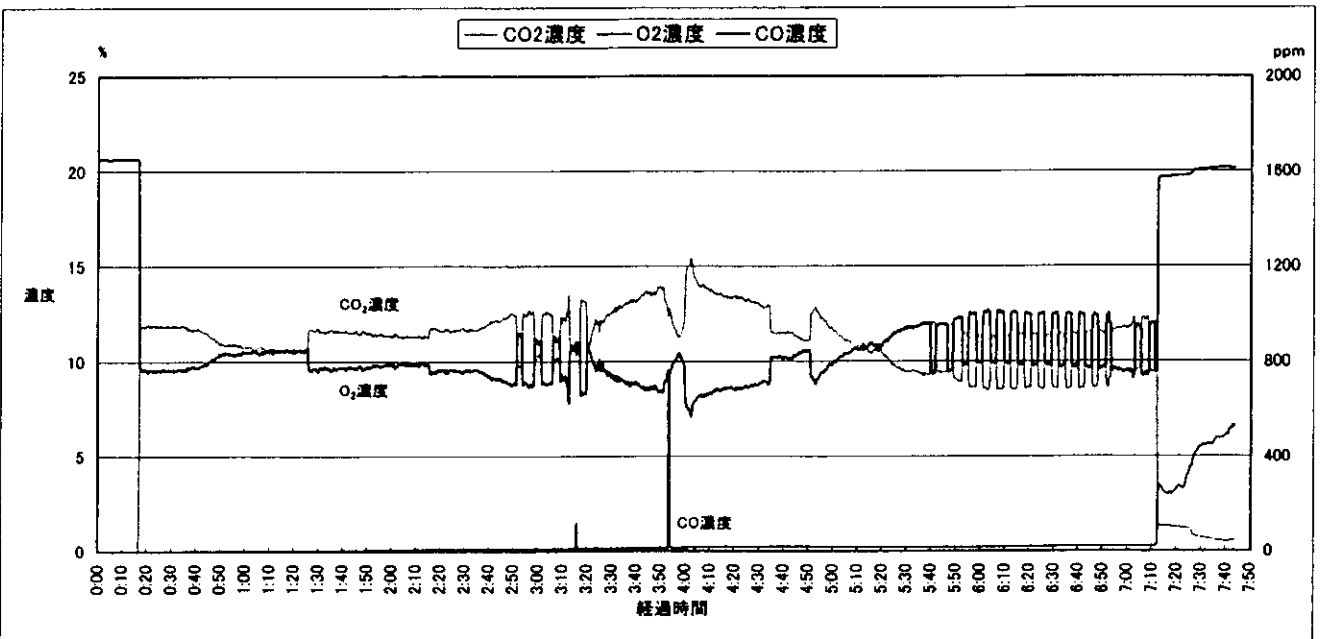
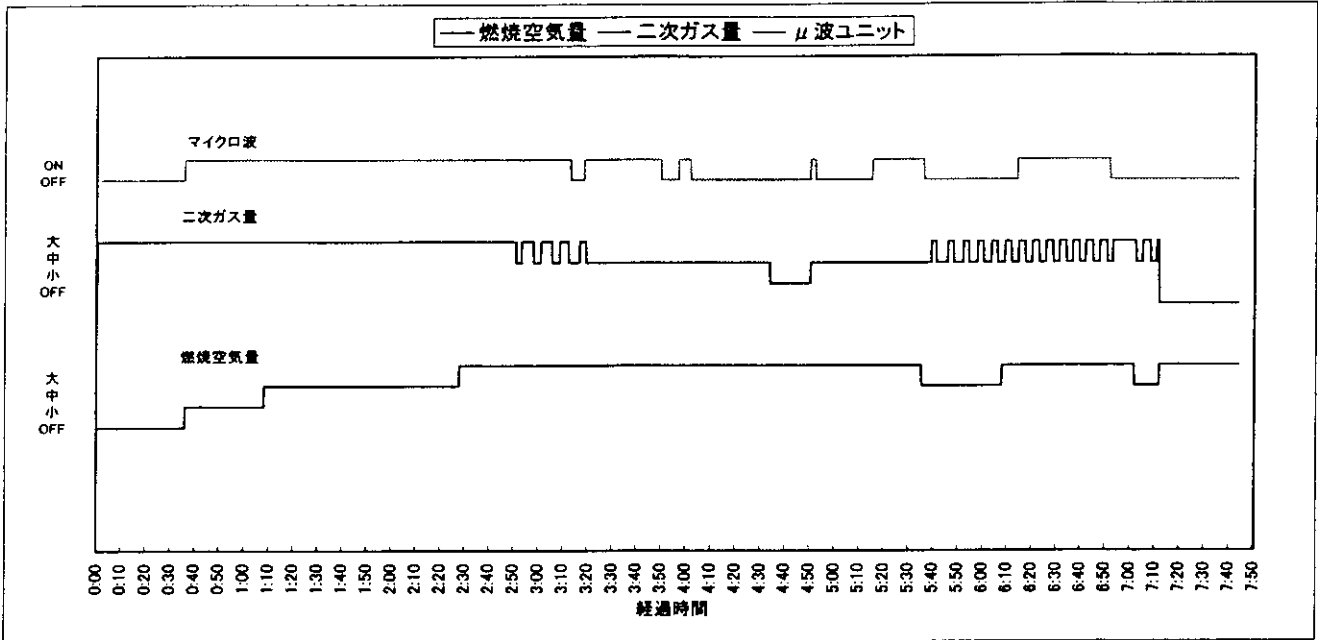
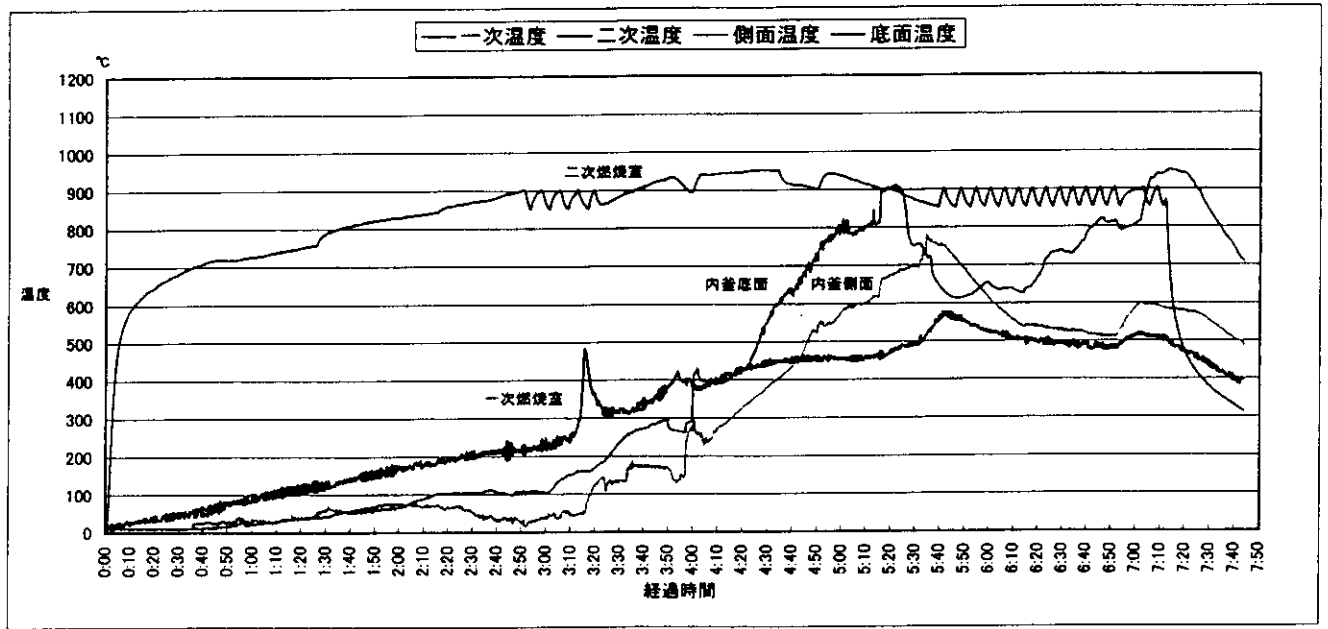


Fig. III-3-6 燃焼推移グラフ

3-2-7.第7回燃焼テスト [STB+マイクロ波運転]

マイクロ波を利用した通常の燃焼方式と、燃焼空気を内釜の底より吹出し供給する STB 方式との組み合わせによる、燃焼の推移と残渣物量の関係を確認すべく燃焼テストを行った。投入物は、表 III-3-19 に示す量で、燃焼諸条件は表 III-3-20 による。

表 III-3-19 焼却投入物内訳

投入焼却物	単重 kg	本数	重量 kg	備考
ダイアライザー(水入り)	0.426	10	4.260	内水分 1.830kg
血液回路	0.333	13	4.329	
注射筒	0.006	100	0.600	
		合計	9.189	

表 III-3-20 燃焼諸条件

燃焼空気量	大	3.0 m ³ /hr
	中	2.4 m ³ /hr
	小	2.0 m ³ /hr
燃焼空気供給方法	STB タイプ 底吹き供給	
運転方法	全自動	
マイクロ波	1.2kw×2台	

通常マイクロ波利用焼却装置の燃焼空気量は最大で、 $4.0 \text{ m}^3/\text{hr}$ に対し、底吹き STB 方式は $3.0 \text{ m}^3/\text{hr}$ であり、内釜内の温度上昇も予想通りの緩やかなカーブを描いた。

ガス化燃焼の後半に入り、一次燃焼室出側温度と内釜内の温度が同レベルとなり、ガス化終了判定の温度降下が見られない為に、燃焼時間が大幅に延びてしまった。これは、当初予定していた燃焼空気量 $3.0 \text{ m}^3/\text{hr}$ が、内釜の底面温度の上昇による熱膨張により、吹出し用のノズル穴径が絞られた為、ガス化燃焼後半には $2.1 \text{ m}^3/\text{hr}$ しか流れていなかった為と推定できる。

燃焼時間が8時間を超えた為、強制的に冷却運転に切り替え、燃焼テストを終了した。(Fig III-3-7 燃焼推移グラフ参照)

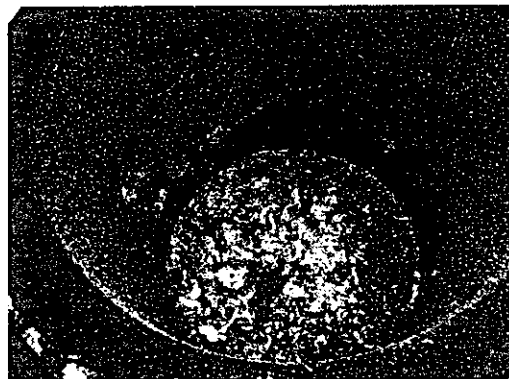


写真 III-3-12 残渣物

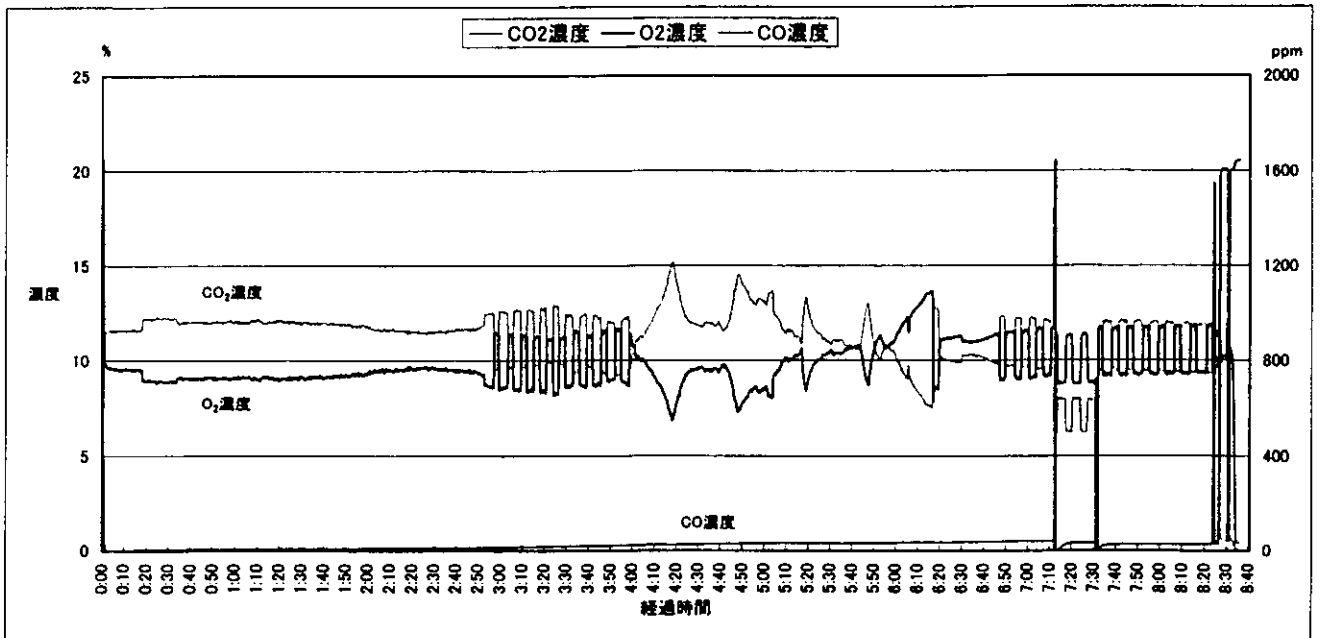
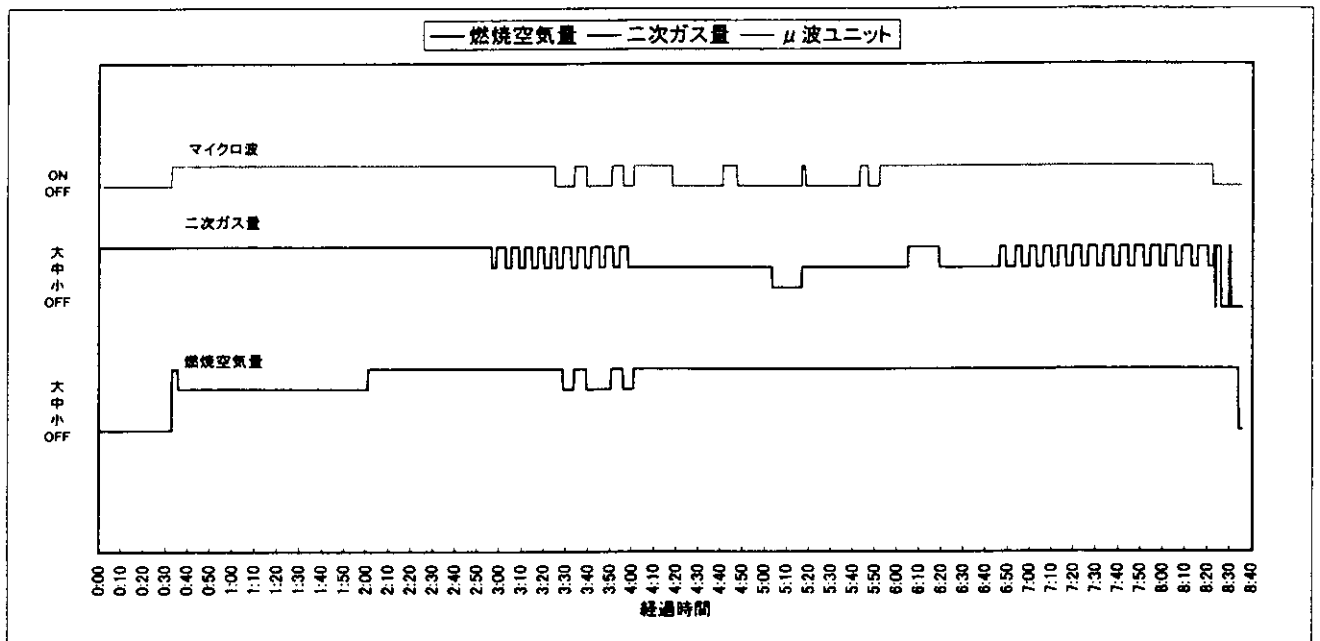
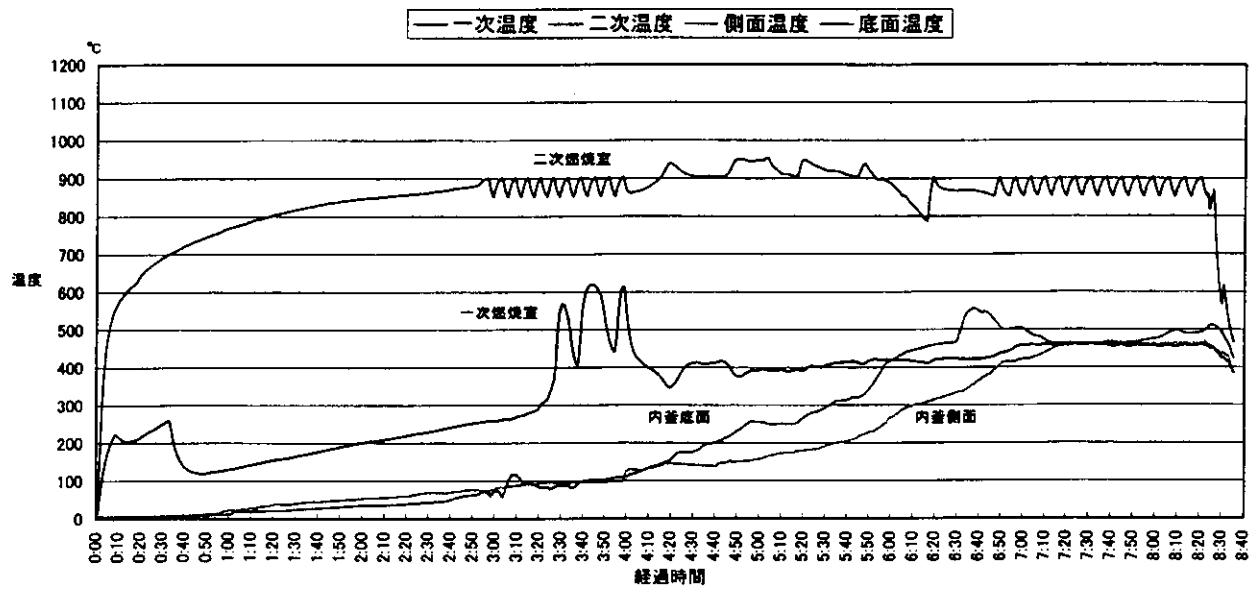


Fig. III-3-7 燃焼推移グラフ

3-2-8. 第8回燃焼テスト [STB+マイクロ波運転 (改良版)]

前回行った燃焼テストについて底吹きノズル穴径 $\phi 2$ の対策を行い、現段階での最良燃焼状態を創るべく、再度底吹き燃焼空気タイプのマイクロ波利用焼却装置の燃焼テストを行った。投入物 (表 III-3-21) 燃焼諸条件 (表 III-3-22) に示す。

表 III-3-21 焼却投入物内訳

投入焼却物	単重 kg	本数	重量 kg	備考
ダイライザー(水入り)	0.426	10	4.260	内水分 1.830kg
血液回路	0.333	13	4.329	
		合計	8.589	

表 III-3-22 燃焼諸条件

燃焼空気量	大	3.0 m ³ /hr
	中	2.4 m ³ /hr
	小	2.0 m ³ /hr
燃焼空気供給方法	STB タイプ 底吹き供給	
運転方法	全自動	
マイクロ波	1.2kw×2台	

今回は、本燃焼テストの最良点を見つけるべく、燃焼空気量・燃焼空気吹き込み方法及び、内釜の温度上昇による底吹き燃焼空気量の減少を押えながら、テストを行った。

Fig III-3-8の燃焼推移グラフから分かるように、内釜内の温度上昇は急激なカーブを描いており、内釜内においてもダイオキシン類が発生し難い温度条件を得る事が出来た。

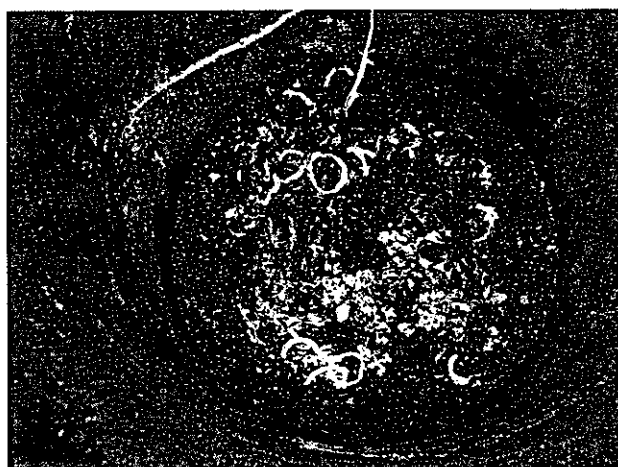


写真 III-3-13 残渣物

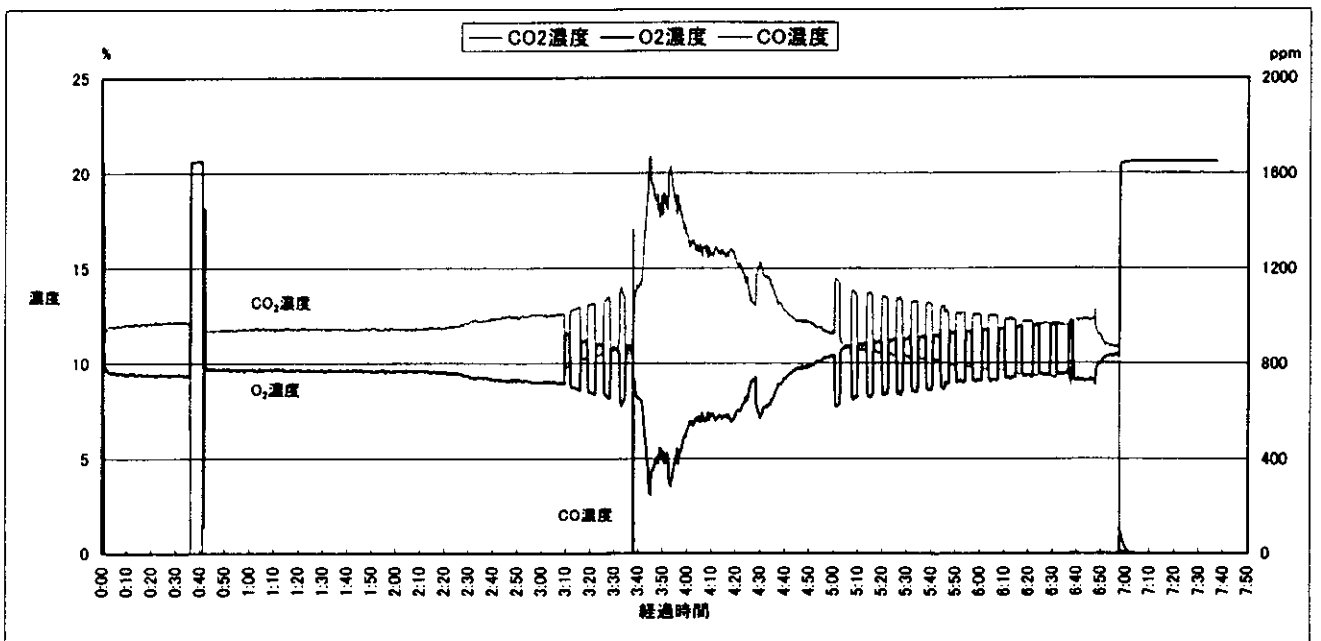
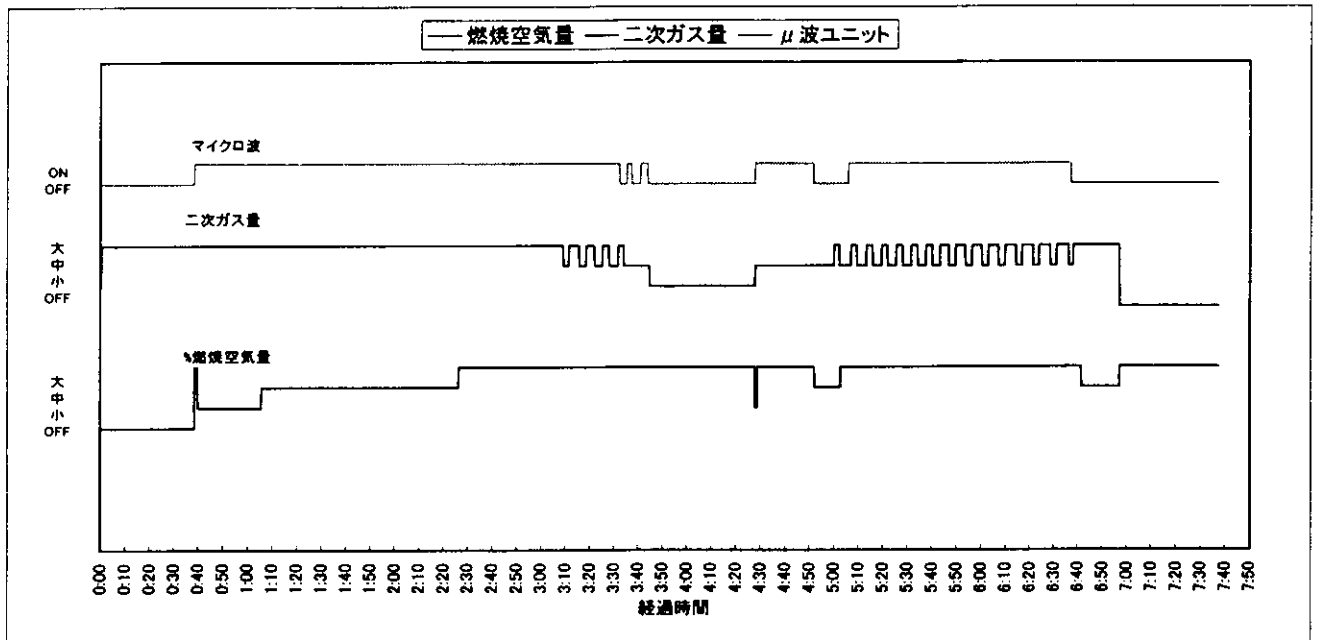
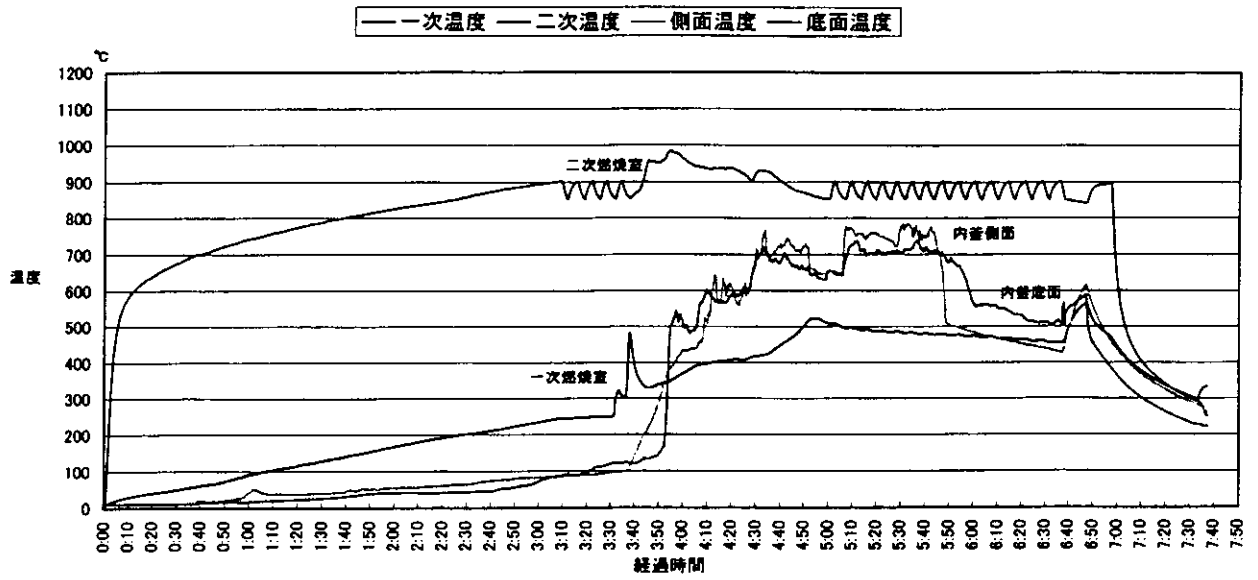


Fig. III-3-8 燃焼推移グラフ

3-2-9. 関連燃焼テスト

関連再現テストとして、予熱再テストと強制炭化燃焼による CO 濃度の変化及び、封入含水物焼却の冷却時における CO 濃度影響について、テストを行った。

3-2-9-1 内釜予熱テスト+強制炭化燃焼

事前に焼却物を投入した内釜を温風により十分な蓄熱予熱を行い、焼却処理における予熱時間の短縮を試みたが、二次燃焼室昇温時間（ガス化スタート条件）中に温度が降下し、結果的には内釜予熱による予熱時間の短縮効果は確認できなかった。

今後の課題として、予熱及び保温の観点より、電気ヒータ等の装置対処が必要と考える。

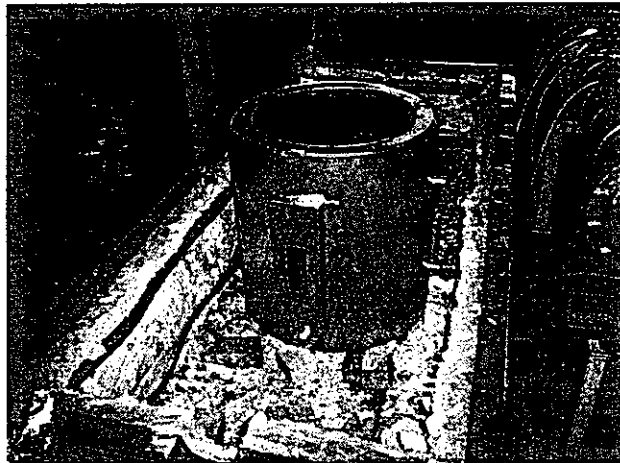


写真 III-3-14 内釜予熱（温風）

3-2-9-2. 封入含水物焼却の冷却時における CO 濃度影響確認テスト

ベースデータで測定された冷却時の高 CO 濃度が、焼却物中の含水物によるものかどうかを残渣炭化物より確認する目的で、燃焼テストを行った。

燃焼諸条件は表 III-3-23 による。

表 III-3-23 燃焼諸条件及び冷却入時の排ガス中 CO 濃度

投入焼却物	重量 (kg)				
	A	B	C	D	E
ダイアライザー (内 水分量)	0	0	4.262 (1.830)	2.529 (0.0)	4.260 (1.830)
血液回路	7.729	3.996	0	0	4.329
注射筒	0.261	0.300	0	0	0
燃焼空気量	大	4.0	3.0	3.0	3.0
	中	2.0	2.4	2.4	2.4
	小	1.0	2.0	2.0	2.0
燃焼空気供給方法	側面吹き	底吹き	底吹き	底吹き	底吹き
運転方法	全自動	全自動	全自動	全自動	全自動
マイクロ波	使用	使用	使用	使用	使用
冷却時 CO 濃度	10ppm >	58ppm >	50ppm >	36ppm >	124ppm >

混在焼却物で含水物が無い場合は、CO 濃度が低くなる事を確認、また、単一含水焼却物では、水無しの条件での大きな差はなく、CO 濃度も低い。すなわち、混在焼却物処理で、封入含水物がある場合は、容器よりの封入水の漏れ出しにより、混在焼却物の加熱、ガス化、燃焼の状態が不安定になる為、完全焼却上注意が必要である。

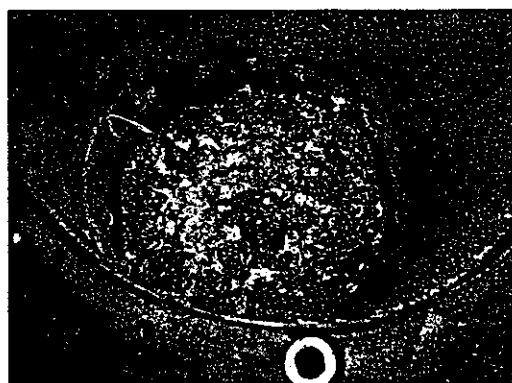


写真 III-3-15 残渣物 A



写真 III-3-16 残渣物 C

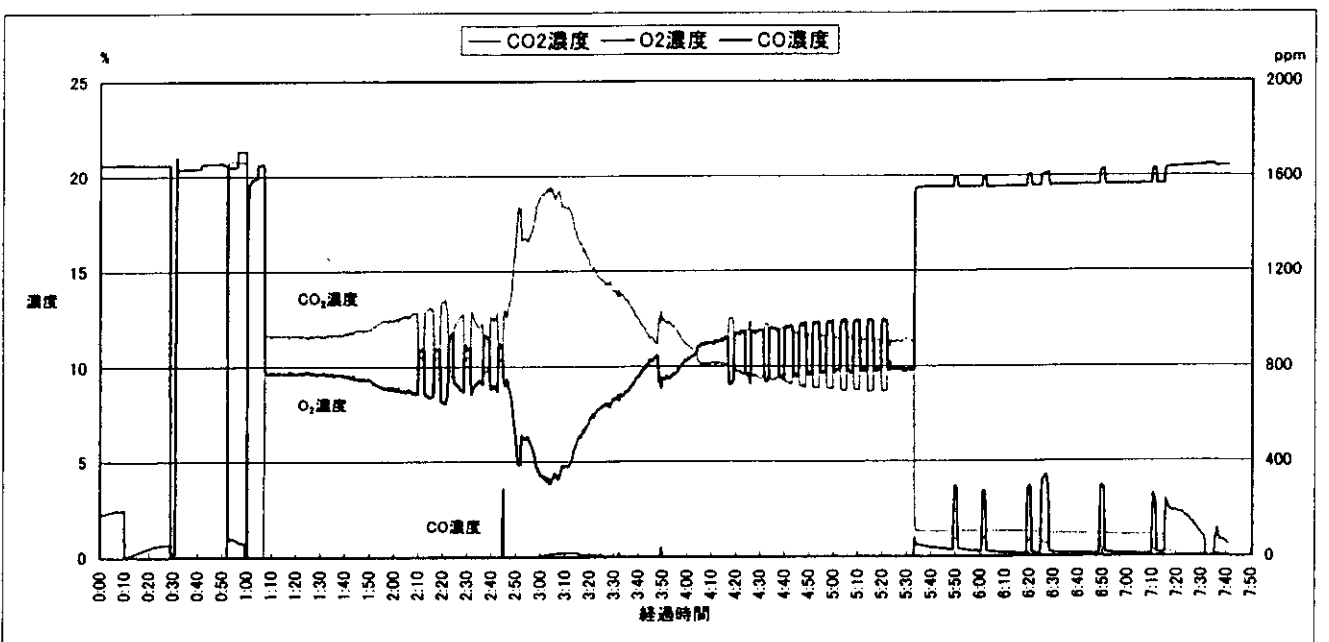
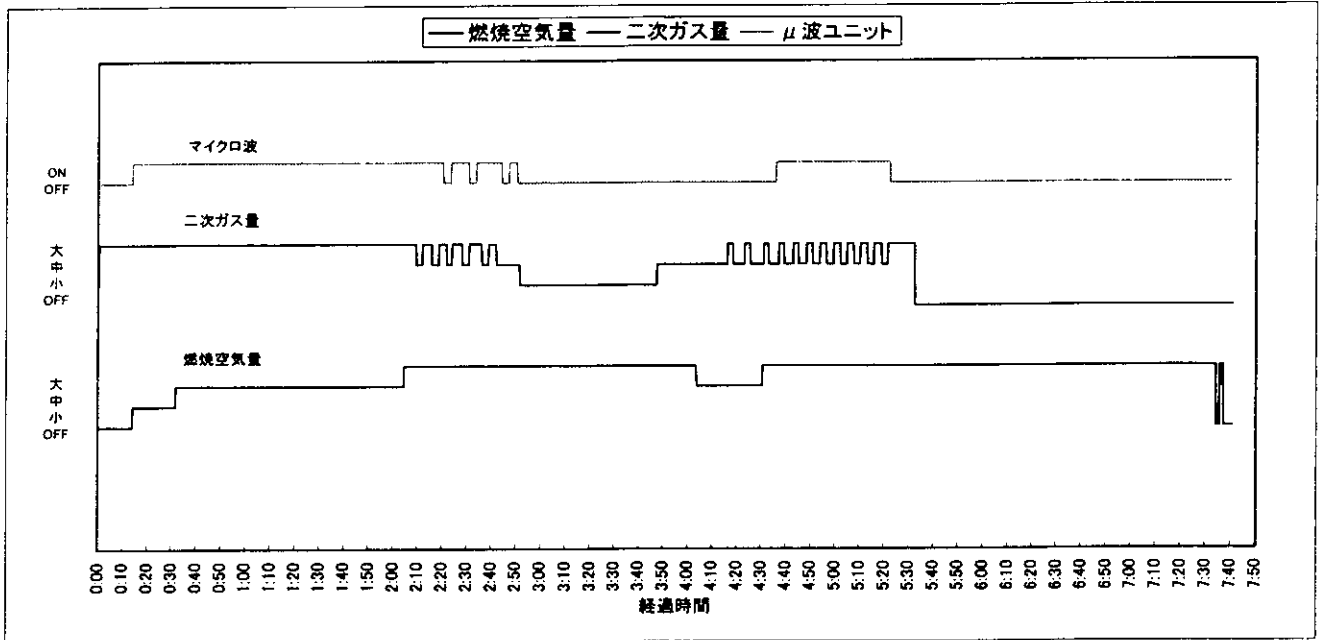
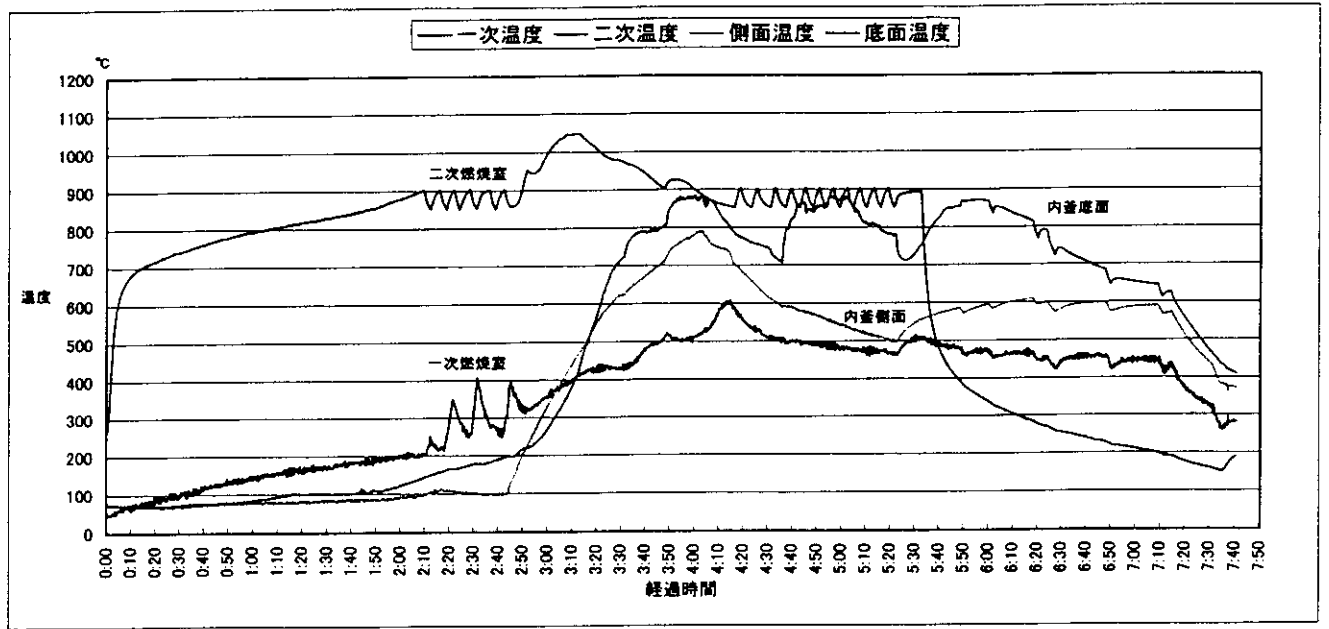


Fig. III-3-9 燃焼推移グラフ

3-2-10. 分析及び熱収支

3-2-10-1. 排ガス中のダイオキシン類及び CO-PCB 濃度

分析濃度は、該当する規制濃度値以内で運転された。しかし、通常確認されている濃度 ($\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$) よりも、高い結果となった。

焼却炉におけるダイオキシン低減設備指針は、二次燃焼室を設け、

- ① 高温維持 (850°C <)
- ② 滞留時間の確保 (2秒<)
- ③ CO濃度の安定 (100ppm >)

を図る事にある。

今回の燃焼テストでは、内釜に焼却物を過充填状態で実施した為、二次燃焼室での燃焼ガスの滞留時間が表 III-3-24 に示すように 0.4秒~0.8秒と非常に短い事が原因と考えられる。

表 III-3-24 滞留時間

燃焼テスト	滞留時間	備考
第3回燃焼テスト	0.67 sec	平均滞留時間
第5回燃焼テスト	0.39 sec	
第7回燃焼テスト	0.84 sec	

表 III-3-25 排ガス中のダイオキシン類及び Co-PCB 濃度

燃焼テスト	DXN			Co-PCB		
	実測濃度	換算濃度	毒性等価 (TEQ)	実測濃度	換算濃度	毒性等価 (TEQ)
第3回燃焼テスト SMCI-60L	250	200	4.0	5.5	4.2	0.021
			4.4	5.0	3.8	0.020
第4回燃焼テスト SMCI-60L	290	220	4.0	3.1	2.4	0.016
			4.4	2.3	1.8	0.016
第5回燃焼テスト STB-60L	590	460	5.9	3.3	2.5	0.020
			6.1	2.5	1.9	0.020
第7回燃焼テスト STB+マイクロ波	260	200	2.1	1.8	1.4	0.0047
			2.2	0.70	0.56	0.0046

- 1.排ガス試料の実測濃度： $(\text{ng}/\text{m}^3\text{N})$
- 2.排ガス試料の換算濃度： $(\text{ng}/\text{m}^3\text{N at O}_2=12\%)$
- 3.排ガス試料の毒性等価： $(\text{ng}\cdot\text{TEQ}/\text{m}^3\text{N at O}_2=12\%)$
- 4.DXN の TEQ 上段：I-TEF (1998)、下段：WHO-TEF (1997)
- 5.Co-PCB の TEQ 上段：WHO (1993)、下段：WHO (1997)

3-2-10-2. 残灰中のダイオキシン類及びCO-PCB濃度

分析濃度は第7回目燃焼テストを除いて、低濃度の結果となった。
 第7回目燃焼テストでの高濃度の理由として、一次燃焼室（内釜）内の温度が、通常600℃程度（Fig III-3-10）となるものが、400～450℃程度（Fig III-3-11）と低い状態で燃焼（供給空気量の低下による不完全燃焼）が行われた為と推定できる。

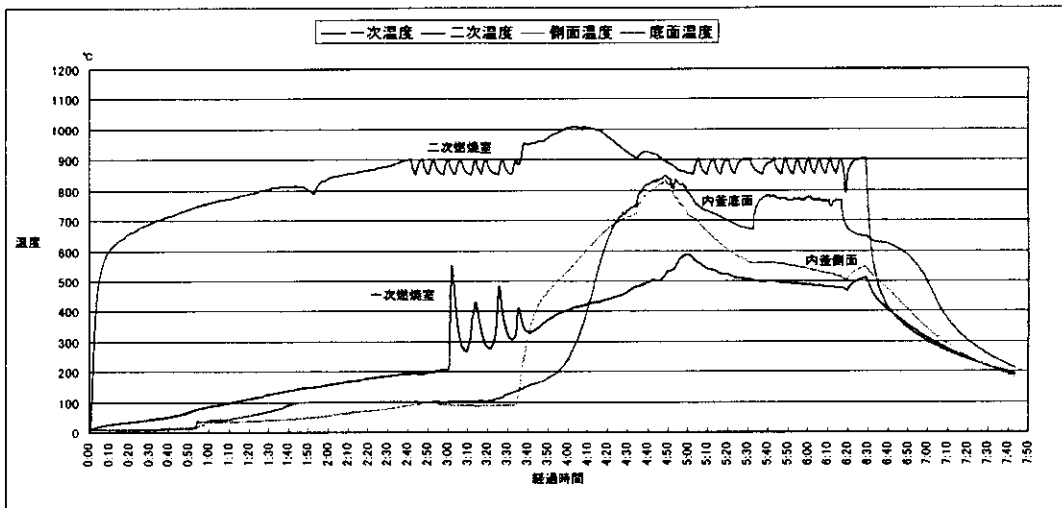


Fig III-3-10 第3回燃焼推移グラフ

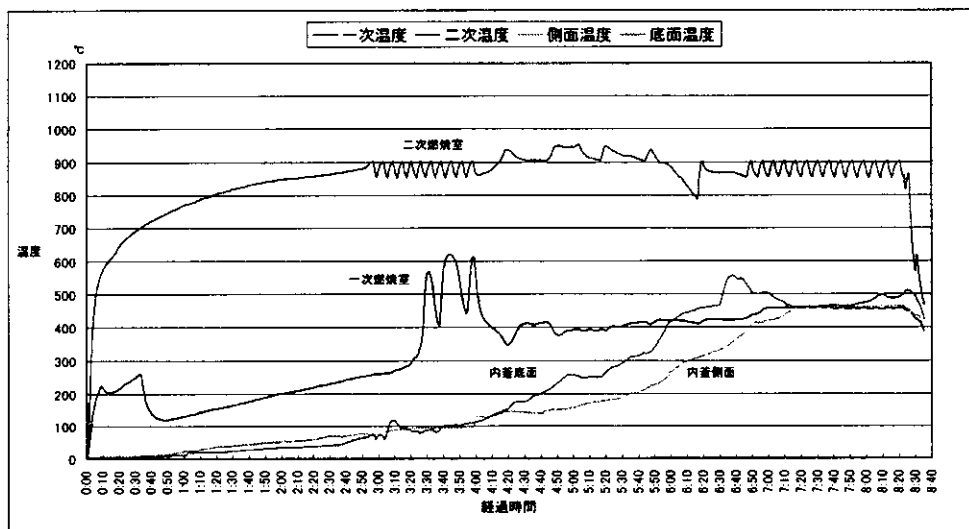


Fig III-3-11 第7回燃焼推移グラフ

表 III-3-25 残灰中のダイオキシン類及びCO-PCB濃度

燃焼テスト	DXN		CO-PCB	
	実測濃度	毒性等価 (TEQ)	実測濃度	毒性等価 (TEQ)
第3回燃焼テスト SMCI-60L	7.2	0.14	0.16	0.00098
		0.16	0.14	0.00097
第4回燃焼テスト SMCI-60L	100	2.5	3.5	0.070
		2.7	3.4	0.070
第5回燃焼テスト STB-60L	26	0.51	1.3	0.011
		0.57	0.95	0.011
第7回燃焼テスト STB+マイクロ波	2600	54	160	1.8
		56	120	1.8

1.灰試料の実測濃度：(ng/g)

2.灰試料の毒性等価：(ng-TEQ/g)

3.DXN の TEQ 上段：I-TEF (1988)、下段：WHO-TEF (1997)

4.Co-PCB の TEQ 上段：WHO (1993)、下段：WHO (1997)

3-2-10-3. 排ガス中のダスト濃度

表 III-3-26 のように、低ダスト濃度が確認された。

(規制ダスト濃度値 0.5 g/m³N)

表 III-3-27 ダスト濃度

燃焼テスト	O ₂ 12% 換算値 (g/m ³ N)
第3回燃焼テスト SMCI-60L	0.077
第4回燃焼テスト SMCI-60L	0.006
第5回燃焼テスト STB-60L	0.001
第7回燃焼テスト STB+マイクロ波	0.003

3-2-10-4. 焼却物燃焼効率

下記算出方法により、焼却物の燃焼効率を算出し、熱量側からの焼却上強を確認した。

$$\text{燃焼効率} = \frac{\text{焼却物発熱量} - (\text{放射損失} + \text{固有水分} + \text{残渣} + \text{未燃炭素})}{\text{焼却物発熱量}} \times 100$$

表 III-3-28 に示すように、燃焼効率 97% の高効率を確認できた。また、マイクロ波利用処理装置と他方式でも燃焼効率は同等の結果となった。

表 III-3-28 焼却物燃焼効率

燃焼テスト	(A) 入熱 焼却物発熱量	出 熱		(C/A)	備 考
		(B) 損失熱量	(C) 排ガス顕熱	燃焼効率(%)	
第1回燃焼テスト	11,332.6	(94.2)	(11,238.4)	(99.17)	残渣顕熱含まず
第2回燃焼テスト	11,332.6	(99.2)	(11,233.4)	(99.12)	残渣顕熱含まず
第3回燃焼テスト	11,332.6	299.7	11,032.9	97.36	
第5回燃焼テスト	11,332.6	295.1	11,037.5	97.40	STB
第6回燃焼テスト	11,332.6	(94.5)	(11,238.1)	(99.17)	残渣顕熱含まず
第7回燃焼テスト	11,332.6	374.1	10,958.5	96.17	
第3・5・7回平均	11,332.6	323.0	11,009.6	96.98	

表 III-3-29 残渣物分析による焼却物の成分割合想定

成 分	重量 kg	Wt (%)	備 考
可燃物	7.150	77.8	第3・5・7回 燃焼テスト 残渣分析より想定
不燃物	0.209	2.3	
水分	1.830	19.9	
合 計	9.189	100.0	

3-2-10-5. 焼却減量化率及び残渣中の熱灼減量

投入量に対して、焼却後の残渣量を計量し、減量化率による焼却状況を確認した。また、残渣中の熱灼減量と可燃成分（特に炭素）により、焼却状況を確認した。表 III-3-30 に示すように、水分含有焼却物では、96.5 %、水分無し焼却物では 98.5 %、水分含有焼却物改善焼却では 98 % の結果となった。

従来方法では、水分含有焼却での残渣中の未燃炭素割合が 90 % 程度と高いが、水分無し焼却物では 16 % と低くなり、焼却状況は良好となる。

改善策として、底吹きノズル口径 up（風量安定化）を行った結果、燃焼空気供給の安定により、水分含有焼却物でも焼却状況は改善される事が確認出来た。