

# 粗大ごみ焼却炉の運転条件によるばい煙の調査

山口県衛生公害研究センター (所長：宮村恵宣)  
佐野武彦・實近祐治・野村由子  
岡田三平\*・宗藤智次・松田義彦

## Studies on the Flue Gas from Bulky Refuse Incinerator on Combustion Conditions

Takehiko SANJO, Yuji SANECHIKA, Yuko NOMURA  
Sanpei OKADA, Tomotsugu MUNEFUJI, Yoshihiko MATSUDA

*Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director : Dr.Shigenori MIYAMURA)*

### はじめに

廃電線、廃自動車の金属を回収する目的で野焼を行う場合がある。この野焼により黒煙が発生し、苦情の原因となっている。黒煙を抑えるためには、2次燃焼装置のある焼却炉で燃焼することが望まれる。また、焼却炉の高温で焼却処理すると回収された金属の品質が低下する。

そこで、低い温度で焼却することによる、ばい煙の変化を調査するため、1992年2月25日から4日間、2次燃焼装置のある既設の粗大ごみ焼却炉を対象として、炉内温度とばい煙の関係を検討した。

### 試験方法

#### 1 試験対象施設 (粗大ごみ焼却施設)

##### (1) 焼却炉の規模

処理能力は、重量で1,600~2,400kg/日、容量で15~17m<sup>3</sup>/日である。また、発熱量は、燃焼物の平均発熱量を4,000~6,000Kcal/kgとすると9.6×10<sup>6</sup>Kcal/日となる。

なお、この炉は、焼却能力が100kg/h以下であるため、大気汚染防止法及び県公害防止条例のばい煙の排出基準の規制は受けない。

##### (2) 焼却炉の構造

焼却炉の構造を図1に示す。この炉は、燃焼室、2次燃焼装置、煙突及び送風機からなる、半ガス化燃焼炉である。燃焼室は、側壁下部と床部に1次空気孔、側壁に1次バーナーと熱電対 (TIC) が設けられ、2次燃焼装置は、2次空気供給用のキャブレター、2次バーナーが設けられている。2次燃焼装置上部は、煙突となっており、熱電対と排ガス測定口が設けられている。

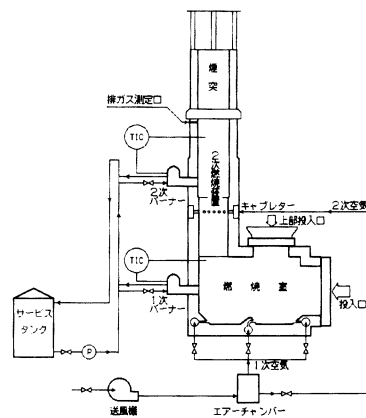


図1 焼却炉の構造

\* 萩環境保健所生活環境課環境指導班：萩市江向河添沖田531-1

(3) 焼却工程

焼却工程を図2に示す。2次バーナーを点火した12~15分後、燃焼室の空気送風機を稼働させ、

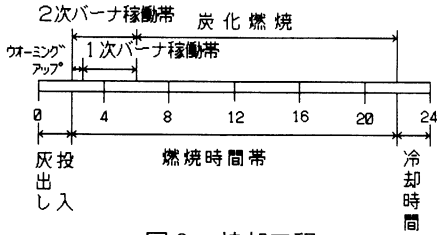


図2 焼却工程

更に、10秒後1次バーナーを点火させる。1次バーナーは、安定した燃焼状態になった時点で停止させる。

燃焼室では、室下部の側壁及び床部の空気供給用ノズルから供給される1次空気を調節し、焼却物をガス化燃焼させる。燃焼室で燃焼しなかったカーボン(黒煙)や悪臭物質は、2次燃焼装置のキャブレターから2次空気を充分供給して、2次バーナーで完全燃焼させ排出させる。

着火から数時間経過して、焼却物が炭化燃焼に移行した時点で2次バーナーも止め、送風機の送る1次空気と、2次空気での燃焼を行う。炭化燃焼が終了した時点で送風機を止める。

2 対象焼却物

燃焼物は、表1に示す家電製品を主体としたもので焼却物の素材がバッチ間で平均化するように区分した。

また、1バッチの焼却量は、炉内容積の8割程度を目安とした。

3 ばい煙の測定方法

測定項目、採取方法及び分析方法を表2に示す。ばい煙測定は、2次燃焼装置上部にある排ガス測定口で行った。

4 運転状況の確認

焼却物の燃焼に影響するバーナーの稼働状況(燃料使用量を含む)と炉内、排ガス測定口の温度を測定した。

表1 各バッチの焼却物とその個数

焼却物	バッチ			
	A	B	C	D
冷蔵庫	8	6	6	6
洗濯機	7	7	7	7
テレビ	9	11	10	8
イス	2	—	5	—
マットレス	1	3	1	1
ソファ	—	1	1	—
ミシン	—	—	1	—
掃除機	1	—	—	—
ウィンドファン	1	1	—	—
電子レンジ	—	2	1	1
太陽熱温水器	—	—	1	1

表2 測定項目、採取方法及び分析方法

測定項目	採取方法	分析方法
ばいじん	JIS Z 8808	JIS Z 8808 による円筒ろ紙法
金属(Pb, Cd)	〃	JIS K 0097 による原子吸光分析法
金属(Fe, Cu, Zn, Al)	〃	JIS K 0097 による原子吸光分析法に準拠
塩化水素	JIS K 0095	JIS K 0107 による硝酸銀法
窒素酸化物	連続採取	JIS B 7982 による化学発光方式

5 焼却方法

焼却に当たっては、炉内温度を低く設定したバッチと、他の3バッチとに温度に差が生じるように1次空気の供給割合を調節して、次のように区分し、前記の焼却工程に従って焼却した。

- Aバッチ 定格運転
- Bバッチ 炉内温度低温 (Aより低い温度)
- Cバッチ 炉内温度高温 (Aより高い温度)
- Dバッチ 炉内温度最低温 (Bより低い温度)

また、2次燃焼バーナーは、黒煙を発生しない程度に運転した。

結果と考察

1 燃焼状況

炉内温度、排ガス測定口温度を図3、バーナー

の稼働状況を表3に示す。Dバッチは、他のいずれのバッチよりも100℃程度低い200℃～400℃の炉内温度で燃焼したが、炭化燃焼に至るまでのバーナーの稼働時間は長く、黒煙発生が長時間に及ぶが、2次バーナーを適切に稼働することにより、黒煙の発生は防げる。

表3 バーナーの稼働時間と燃料使用量

バッチ	A	B	C	D
1次バーナー稼働時間	3:03'	2:36'	1:10'	3:08'
2次バーナー稼働時間	3:18'	3:50'	3:19'	4:25'
燃料使用量(ℓ)	230	270	210	340

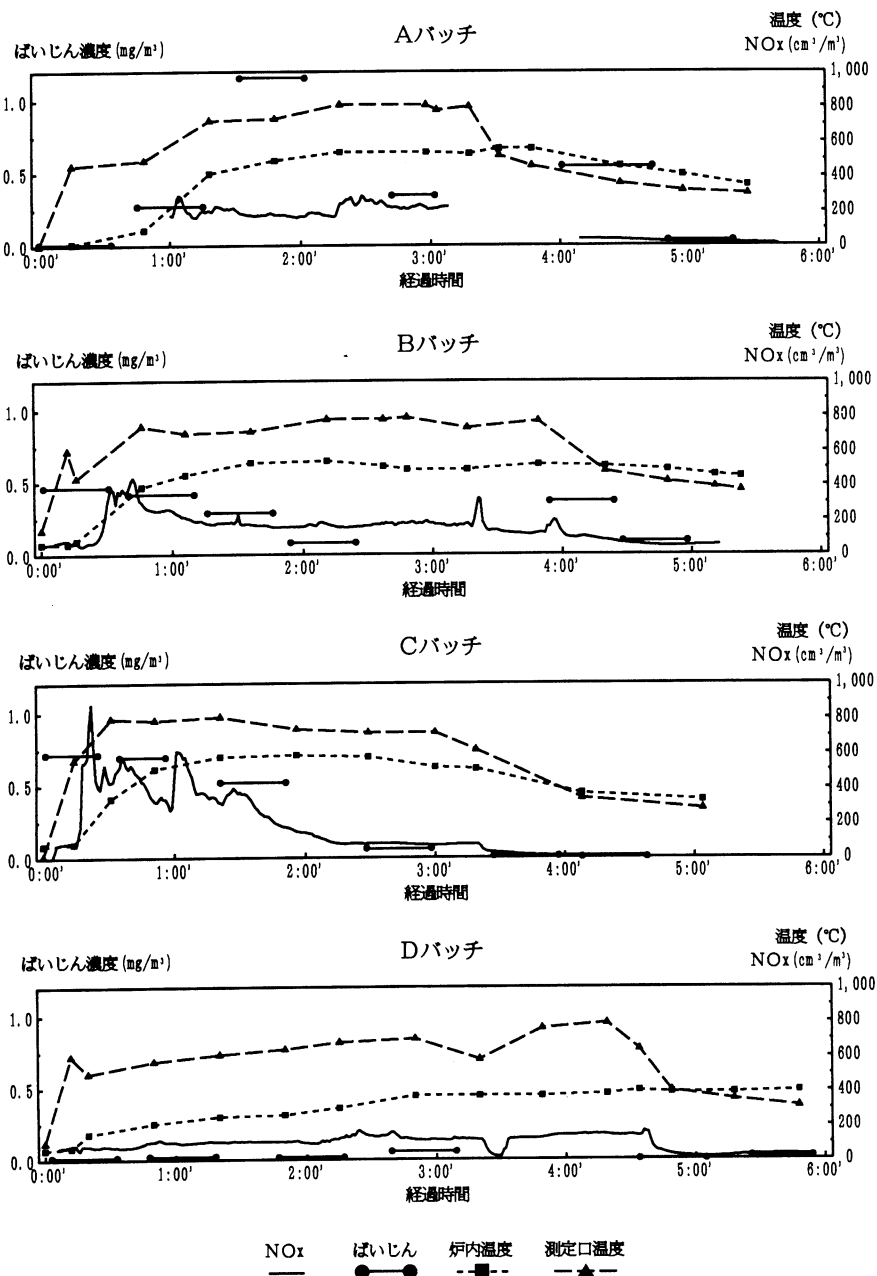


図3 ばいじん、NOxと炉内・測定口温度

## 2 ばい煙の検討

ばい煙中のばいじん及び窒素酸化物濃度の測定結果を図3, 塩化水素及び金属の濃度を表4, 表5に示した。

### (1) ばいじん

ばいじん濃度は、炉内温度の低いDバッチでは、燃焼開始から終了まで、低く維持され、最高でも0.056 g/m<sup>3</sup>であり、平均濃度でも他のバッチの10分の1以下であった。このことから、炉内温度を低くすると、ばいじん濃度は大幅に抑制できる。

また、炉内温度の急激な上昇は、ばいじんの発生を急増させる。

### (2) 窒素酸化物 (NOx)

サーマル NOx の影響で、NOx 濃度が高まる1, 2次バーナー同時稼動中でのNOx濃度の平均値は、Dバッチが108cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>で、炉内温度の最も高いCバッチの4分の1, A, Bバッチの2分の1程度であった。炉内温度を低くするとNOxの濃度が低くなる。

### (3) 塩化水素

塩化水素濃度の平均値は、Dバッチ710mg/m<sup>3</sup>N, 他のバッチは470mg/m<sup>3</sup>N~1,500mg/m<sup>3</sup>Nであり、低い炉内温度でも高濃度がみられた。このことから、塩化水素濃度は、炉内温度にかかわらず、燃焼する速度に関係すると考えられる。

表4 塩化水素濃度

バッチ	測定時間	濃度(mg/m <sup>3</sup> N)	バッチ	測定時間	濃度(mg/m <sup>3</sup> N)
A	0:03~0:35	3.9	C	0:02~0:32	4,100
	0:40~1:33	930		0:37~1:09	2,600
	1:38~2:29	1,300		1:14~1:51	1,100
	2:35~3:37	440		1:57~2:37	390
	3:43~4:33	130		2:42~3:28	810
	4:38~5:32	30		3:33~4:23	21
	平均	470		平均	1,500
B	0:00~0:43	2,000	D	0:01~0:43	93
	0:49~1:30	2,500		0:49~1:38	1,700
	1:35~2:21	940		1:45~2:34	850
	2:26~3:13	390		2:39~3:24	1,000
	3:17~4:00	360		3:29~4:12	920
	4:05~4:55	270		4:17~5:02	430
	平均	1,000		5:16~5:49	42
		平均	710		

### (4) 金属

表5から、Dバッチは、ばいじん濃度が低いこともあり、燃焼開始から終了まで、ばい煙中の金属濃度は低かった。

鉄とばいじんの関係を図4に、ばいじんと金属(Cu, Zn, Pb, Cd)の関係を図5に示す。

図4に示したように、ばい煙中の鉄濃度は、ばいじん濃度に比例しているが、他の金属濃度は、ばいじん濃度に関係なく変動していた。

有害物質である鉛とカドミウムは平均値で大気汚染防止法の基準値以下であったが、特にDバッチでは検出は微量であった。

表5 ばい煙中金属測定濃度

バッチ	測定時間	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Al
		mg/m <sup>3</sup> N	mg/m <sup>3</sup> N	mg/m <sup>3</sup> N	mg/m <sup>3</sup> N	mg/m <sup>3</sup> N	mg/m <sup>3</sup> N
A	0:00~0:33	0.25	<0.16	0.032	<0.32	<0.014	<0.25
	0:45~1:15	44	1.5	3.1	3.9	0.15	<0.23
	1:32~2:02	290	5.0	6.0	9.3	0.22	<0.24
	2:42~3:12	74	5.0	5.4	16	0.19	<0.25
	4:11~4:53	130	2.4	4.1	7.5	0.36	<0.68
	5:00~5:30	0.7	1.1	1.0	4.0	0.087	<0.70
B	0:01~0:31	91	6.4	3.5	3.6	0.15	<0.32
	0:46~1:10	71	7.3	12	8.7	0.25	<0.24
	1:16~1:46	60	2.8	6.1	6.2	0.18	<0.23
	1:54~2:24	0.98	4.0	5.9	5.5	0.27	<0.23
	3:54~4:24	100	10	3.4	6.3	0.20	<0.65
	4:28~4:58	4.9	5.8	3.8	9.0	0.21	<0.64
C	0:01~0:25	150	3.6	14	7.3	0.14	<0.48
	0:35~0:58	140	3.8	13	12	0.35	<0.40
	1:21~1:51	100	2.8	9.2	12	0.35	<0.23
	2:28~2:58	0.26	3.1	8.6	4.9	0.007	<0.22
	3:27~3:57	0.45	0.38	0.35	0.78	<0.028	<0.62
	4:08~4:38	0.15	<0.26	<0.020	<0.53	<0.023	<0.51
D	0:03~0:33	0.40	<0.17	0.15	<0.36	0.015	<0.27
	0:48~1:18	1.5	0.18	0.091	<0.34	<0.014	<0.26
	1:47~2:17	0.81	0.16	0.081	<0.33	<0.014	<0.25
	2:39~3:09	23	0.27	0.26	0.26	0.011	<0.24
	3:34~4:05	0.30	<0.36	<0.028	<0.74	<0.032	<0.70
	4:26~4:54	0.64	1.5	0.72	1.7	0.056	<0.82

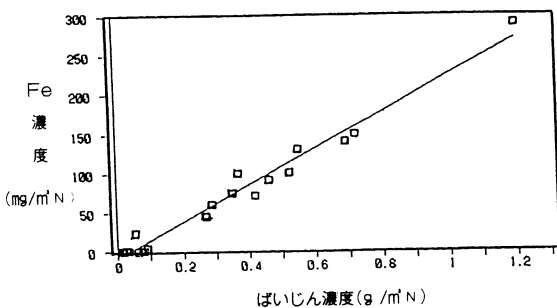


図4 Feとばいじんの関係

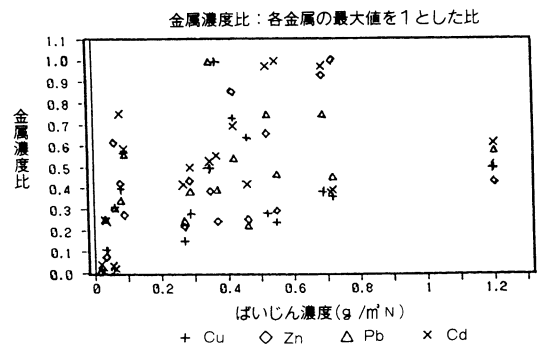


図5 各金属とばいじんの関係

### まとめ

ばい煙中の、ばいじん、窒素酸化物及び金属は、炉内温度を低く設定すると濃度は低くなり、排出量も抑制できる。しかし、塩化水素は、炉内温度にかかわらず、燃焼する速度に関係すると考えられる。

金属を回収するため、野焼と同じように低い温

度で焼却すると、黒煙が長時間発生するが、2次バーナーを適切に稼働することにより防げる。運転経費は、炉内温度を低く設定するほど燃料使用量は多かったが、ばい煙による汚染からみると、半ガス化燃焼炉は1次空気を絞った低い炉内温度での運転が望ましい。