

## [研究報告]

# 機械化バッチ燃焼式焼却施設における COの発生状況とその抑制

On the present status of CO generation at mechanical  
batch type incinerators and their control

田中一幸\*、齋藤健介\*\*、藤吉秀昭\*

Kazuyuki TANAKA, Kensuke SAITOH and Hideaki FUJIYOSHI

## 1. はじめに

数年前よりごみ焼却処理施設におけるダイオキシン類の発生が社会問題化し、その実態及び対策について種々の調査、研究が行われている。一方、厚生省から発生低減対策として平成2年12月26日付けで「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(以下ガイドラインという)が示され、ごみ焼却施設におけるCOの連続測定が必要となった。全連続式焼却炉については、新設炉はもとより既設炉についてもCOの連続測定器がかなり設置されてきており測定データも多い。しかし、既設バッチ燃焼式焼却炉についてはCOの連続測定を実施している施設は少なく、排出実態が十分に把握されていない状態である。そこで著者らは機械化バッチ燃焼式焼却炉(准連続炉を含む;以下バッチ炉という)を対象に排出実態の調査を行い、その排出特性を運転方法の違いから解析した。また、その中からCOの発生抑制について得られた知見を報

告する。

## 2. 調査方法

### 2.1 調査対象施設

調査対象としては、竣工年度の比較的新しいバッチ炉のうちストーカ炉とし、ごみ質及びごみ供給の変動による燃焼の不安定性を排除するために、受入・供給設備がピット&クレーン方式である施設を選定した。本調査の対象とした8施設の概要及びCOの測定箇所を表1に示す。このうちE施設、F施設はガイドラインに沿って再燃焼室及び再燃焼バーナを設置した施設である。また、E施設、F施設、G施設の3施設はガス冷却室別置型、他の5施設がガス冷却室塔上型の施設である。なお、調査対象施設は全てガイドラインでいう既設炉であり、COの管理基準値は200 ppmである。

### 2.2 試料採取装置

試料採取装置の構成は、図1に示すとおりであり、排ガス煙道中からばいじん採取用の円筒ろ紙付採取管より排ガスを導き、コンデンサで冷却、ドレントラップを通した後CO分析計(島津製作所製CGT101A)及び酸素分析計(島津製作所製POT101)で計測した。計測データはデータコレクタ(安立計器製AM-7102)に収集した後、パソコンを用いて集計を行った。

\* (株)日本環境衛生センター東日本支局環境工学部

Department of Environmental Engineering,  
East Branch, Japan Environmental Sanitation  
Center

\*\*北里大学 衛生学部

School of Hygienic Science, KITASATO  
University

表1 調査対象施設の概要及びCO測定箇所

調査施設	A	B	C	D
竣工年月	平成2年3月	昭和61年4月	昭和61年2月	平成3年4月
処理能力	23.3t/8h×3炉	20t/8h×2炉	22.5t/8h×2炉	48t/16h×2炉
燃焼方式	ストーカ式	ストーカ式	ストーカ式	ストーカ式
受入・供給設備	ピット&クレーン	ピット&クレーン	ピット&クレーン	ピット&クレーン
燃焼設備 乾燥・燃焼帯 後燃焼帯	並列揺動階段式 並列揺動階段式	上向傾斜揺動式 ダンパ式	水平上向揺動式 水平上向揺動式	並列揺動階段式 揺動式
ガス冷却設備	水噴射式(塔上)	水噴射式(塔上)	水噴射式(塔上)	水噴射式(塔上)
排ガス処理設備	EP+乾式HCl除去	EP+乾式HCl除去	EP+乾式HCl除去	EP+乾式HCl除去
通風設備	平衡通風方式	平衡通風方式	平衡通風方式	平衡通風方式
灰出し設備	ピット&クレーン	灰バンカ	灰バンカ	ピット&クレーン
再燃焼室	なし	なし	なし	なし
測定場所	2号ガス冷出口	2号EP出口	2号ガス冷出口	1号AH出口

調査施設	E	F	G	H
竣工年月	平成4年3月	平成4年8月	昭和56年11月	昭和62年3月
処理能力	12.5t/8h×2炉	3t/8h×1炉	70t/16h×2炉	35t/16h×2炉
燃焼方式	ストーカ式*	ストーカ式*	ストーカ式	ストーカ式
受入・供給設備	ピット&クレーン	ピット&クレーン	ピット&クレーン	ピット&クレーン
燃焼設備 乾燥・燃焼帯 後燃焼帯	多段扇型反転式 ダンピングロスタ	多段扇型反転式 ダンピングロスタ	揺動階段式 反転式	往復動式 往復動式
ガス冷却設備	水噴射式(別置)	水噴射式(別置)	水噴射式(別置)	水噴射式(塔上)
排ガス処理設備	BF+乾式HCl除去	EP+乾式HCl除去	EP+乾式HCl除去	EP+湿式HCl除去
通風設備	平衡通風方式	平衡通風方式	平衡通風方式	平衡通風方式
灰出し設備	灰バンカ	灰バンカ	ピット&クレーン	ピット&クレーン
再燃焼室及び再燃バーナ	あり	あり	なし	なし
測定場所	2号ガス冷出口	ガス冷出口	1号ガス冷出口	2号ガス冷出口

\* 攪拌機能を重視した構造

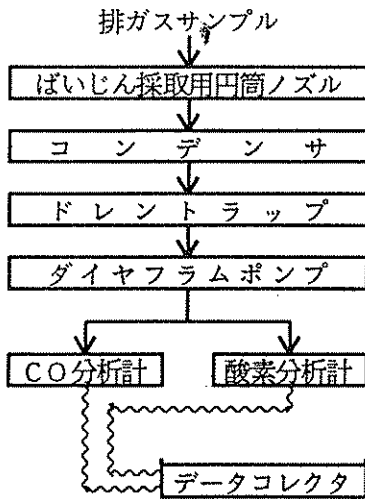


図1 測定装置の構成

### 3. 測定結果

CO濃度の測定結果は表2に示すとおりである。また、各施設の運転状況及びCOの変動パターンを表3、4に示す。ここでは、焼却の工程を、立上げ時、定常運転時、停止時、夜間の4つの時間

帯に区分して検討を行った。区分の方法については以下に示すとおりである。

立上げ時；バーナ着火またはごみ投入開始から炉出口温度が安定するまで  
 定常運転時；炉出口温度安定後停止操作にはいるまで  
 停止時；停止操作に入ってから通風関係各機器を停止するまで  
 夜間；通風関係各機器停止以降  
 なお、稿末に測定チャートを示す。

#### 3.1 定常運転時のCOの排出状況

COの発生状況は施設により様々であるが、定常運転時には8施設中6施設がガイドラインの管理基準値に適合している。このことから既設のバッチ炉でも適正な運転制御を行えば定常運転時にはCOに関する限りガイドラインの管理基準に適合できることが確認された。ガス冷却室(GC)の配置が塔上型と別置型とを比較すると、別置型の施設ではG施設のように多少炉出口O<sub>2</sub>濃度が低くても炉出口からGCまでの距離がある分排ガス滞留時間が確保されるためCO濃度はある程度

抑えられるが、塔上型の施設ではC施設のようにO<sub>2</sub>濃度が低くなると炉出口からGCまでの距離が短いので滞留時間が十分にとれずに高い濃度のCOが排出されており、別置型との差が認められた。また、E施設、F施設は、ストーカ構造が攪拌機能を重視しておりその分燃焼変動が比較的激しいタイプの炉であるにもかかわらず、ガイドライン対応を考慮し再燃焼室を設置しているためCO濃度は低く抑えられており、新設炉の管理基準値(100ppm以下)にも適合している。再燃焼室設置の効果が現れている例である。このことからストーカ構造の面では燃焼の起伏の少ないストーカが有利であるといえる。しかし、ごみ質との関係で炉内での十分な攪拌を必要とする場合には再燃焼室の設置が特に有効であると考えられる。特にバッチ炉の場合規模が小さくなるほど燃焼変動が起こり易くなることから、燃焼の変動を吸収する意味で再燃焼室の持つ役割は大きい。一方、ガイドラインの管理基準値を超えていた施設について

みると、B施設はGCが塔上型である上にEP入口温度を270℃と低めに制御しているため実質的なGCの範囲が広がり滞留時間が十分にとれず燃焼が不完全であること、C施設はGC出口のO<sub>2</sub>濃度が6.0%であることから炉出口においては5%程度であることが推定されるため供給空気量が不足しており、かつGC塔上型で滞留時間も十分でないことがそれぞれCO濃度が高い原因であると考えられる。

### 3. 2 立上げ時におけるCOの排出状況

表3に示すように各施設とも立上げ直後にピークが認められる。しかしその後の推移は施設毎に様々である。CO濃度は表2に示すように平均値で8施設中3施設が200ppm以下となっている。D施設は見かけ上温度がなかなか上がらないためバーナを使用しごみ供給量を抑えて立上げている。このためピークが低くなっているものと考えられる。E施設の場合は立上げ直後に高いピークが出




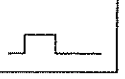

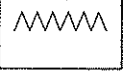
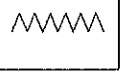
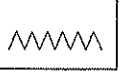
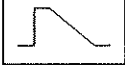
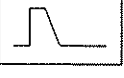

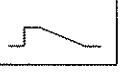
表2 CO濃度測定結果

		A	B	C	D	E	F	G	H
立 上	CO濃度	602	198	5575	129	101	401	1302	179
	O <sub>2</sub> 濃度	12.3	14.4	7.3	15.0	8.7	14.3	12.0	11.3
	CO濃度(換算値)	623	270	3662	194	74	539	1302	166
	所要時間	107min	60min	40min	55min	40min	30min	120min	40min
定 常	CO濃度	36	1145	577	64	23	82	218	120
	O <sub>2</sub> 濃度	9.6	11.6	6.0	11.3	8.8	10.1	6.8	9.3
	CO濃度(換算値)	28	1096	346	59	17	68	138	92
停 止	CO濃度	303	152	554	52	301	653	4485	212
	O <sub>2</sub> 濃度	12.9	13.2	8.0	15.5	18.8	19.7	1.2	13.5
	CO濃度(換算値)	337	175	384	85	1231	4521	2040	254
	所要時間	105min	60min	20min	111min	90min	82min	25min	125min
夜 間	CO濃度	1409	245	982	49	60	184	1195	158
	O <sub>2</sub> 濃度	19.5	20.6	20.0	20.5	20.1	20.4	15.6	19.7
	CO濃度(換算値)	7732	2205	8838	441	540	1556	1992	1094

単 位：CO濃度(ppm)，O<sub>2</sub>濃度(%)

：平均値がガイドラインを超えているもの

表3 CO濃度変動パターン

施設	A	B	C	D
立上時	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・長い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・やや高い</li> <li>・短い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・長い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・長い</li> </ul>
定常運転時	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・ピークなし</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・ピーク多い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・ピーク多い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・ピーク多い</li> </ul>
停止時 及び夜間	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・徐々に下がる</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・すぐ下がる</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・下がらない</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・徐々に下がる</li> </ul>
CO濃度の変動	変動小	安定	変動小	変動大

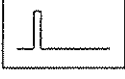

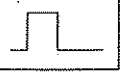
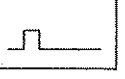
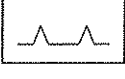
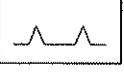
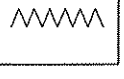
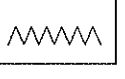
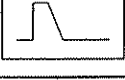
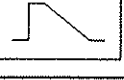
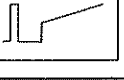
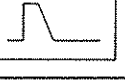
施設	E	F	G	H
立上時	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・ごく短い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・短い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・長い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・短い</li> </ul>
定常運転時	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・ピーク少ない</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・ピーク少ない</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・ピーク多い</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低い</li> <li>・ピーク多い</li> </ul>
停止時 及び夜間	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・すぐ下がる</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・徐々に下がる</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高いピーク出現、一旦下がった後徐々に上がる</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い</li> <li>・すぐ下がる</li> </ul>
CO濃度の変動	変動大	変動大	変動大	変動小

表4 各施設の運転状況

		A	B	C	D	E	F	G	H
処	理 率 (%)	90.7	95.4	87.8	74.9	74.6	120	87.8	76.2
立	バーナの使用	あり	あり	なし	あり	あり	あり	なし	あり
	直前の炉出口温度(°C)	200	160	200	150	130	100	400	220
定	炉出口温度(°C)	750~940	770~920	900~1000	580~700	650~830	700~1030	820~1000	850~900
	集じん器入口温度(°C)	300	270	300	290	170	200	290	290
常	バーナの使用	なし	なし	なし	頻繁に使用	停止直前に使用	常時使用	なし	なし
停	方法	燃し切り	燃し切り	燃し切り	燃し切り	燃し切り	燃し切り	埋 火	燃し切り
	バーナの使用	なし	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし
止	直後の炉出口温度(°C)	450	600	500	300	300	400	900	500

現するもののその時間が極めて短い。F施設も同様の傾向を示している。両施設は再燃室が設置されており立上げ時に再燃バーナを使用している点が共通しており再燃焼室設置の効果がここにも現れている。にもかかわらずF施設のCOが200ppmを超えるのは施設規模が極端に小さいため立上げ時のごみの供給量が相対的に非常に多くなってしま

いごみに着火しにくく、立上げ直後のピークが非常に高くなってしまっていることが影響しているものと思われる。H施設についてはピークも低く時間も短くなっている。一方、C施設、G施設のようにバーナを使用しない立上げ方法の場合にはCO濃度は非常に高くなっており、CO低減にはバーナの使用が有効であると考えられる。

### 3. 3 停止時におけるCOの排出状況

停止時においてCO濃度が200 ppm以下に維持されていたのは8施設中2施設だけであった。これらのうちD施設は定常運転中から全体にCO濃度が低くその延長上で時間をかけて停止操作を行い、B施設はバーナを使用して炉温を維持しながら燃やし切り運転を行っておりその効果が現れたものと思われる。逆にCO濃度が高い施設を見ると、E施設、F施設のように定常燃焼時にバーナを使用していたにもかかわらず停止時にバーナを消火して鎮火させたケース、C施設、G施設のように短時間で急速に停止しようとしたケースなどがある。また、A施設、H施設の様にバーナを使用しなくても時間をかけて停止したケースでは200 ppm以下にはなっていないものの比較的強く抑えられている。以上のことからバーナを使用しながら時間をかける停止方法が有効と考えられる。

### 3. 4 夜間のCOの排出状況

夜間については今回の調査対象の全ての施設でガイドラインの管理基準値を超えており、1,000 ppm以上の濃度を示している施設も6施設認められた。この原因の一つとしてO<sub>2</sub>濃度が非常に高いことがあげられる。O<sub>2</sub>補正をする前の実測値でみると半数の4施設は200 ppm以下となっている。夜間の排出挙動は停止時の運転方法に大きく左右されるが、これらの施設はいずれも燃し切り運転を行っており、かつ相対的に時間をかけて燃し切る運転方法を採用していることから、燃し切り運転が有効であることが確認された。逆にC施設、G施設のように短時間で停止作業を行っている施設は夜間のCO濃度が高くなっている。なお、夜間は排ガス量が定常運転時の20%程度であることから、総量でみた場合環境への寄与率はそう大きくないと考えられる。

## 4. 測定結果のまとめ

今回の調査結果をまとめると以下のとおりである。

① 既設バッチ炉においても適切な運転制御を行えば定常燃焼時のCO濃度はガイドラインの管理基準を満足することが可能である。

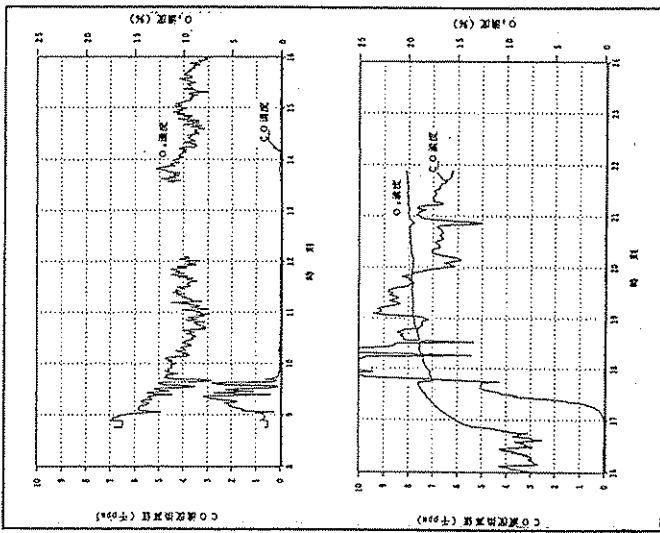
- ② GCは別置型の方が塔上型よりCO抑制に有利である。
- ③ ストーカ構造は燃焼の起伏の少ないもの有利である。
- ④ 炉内での攪拌を重視する必要がある場合及び小型の施設では再燃焼室の設置が特に有効である。
- ⑤ 立上時にはバーナを有効に使用し、短時間で立上げた方がよい。
- ⑥ 停止時にはバーナを使用し炉温の維持を図りながら時間を掛けて完全に燃し切る方がよい。

## 5. CO発生抑制の方向性

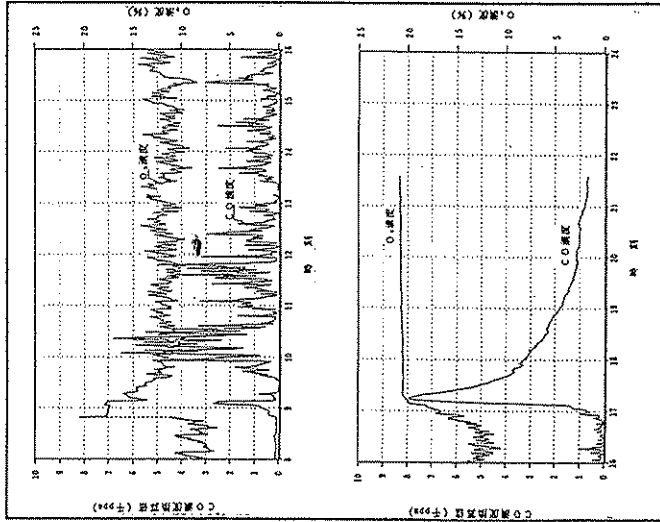
バッチ炉においてCOの発生抑制を図るには上記のことを考慮し施設設計、燃焼管理を行う必要がある。しかし、これらを実施すると定常状態で運転できる時間がかかなり短縮されることになる。特に8時間稼働の施設では実質的な処理能力を低減させる結果になる。したがって量的、質的に十分な余裕がある場合には対応が可能であるが、これらの余裕がなくなってきた場合には時間延長等の対応をせざるを得なくなるなど現場への負担は大きい。また、バーナの使用によるランニングコストの増加もあり自治体に対する負担はますます増大することになるものと思われる。一方、今後ごみ処理の広域化が進んだとしても小規模施設がなくなることはないと考えられることから、施設の設計段階からここに示したCO抑制の考え方を十分に考慮する必要があると思われる。

[CO濃度測定チャート]

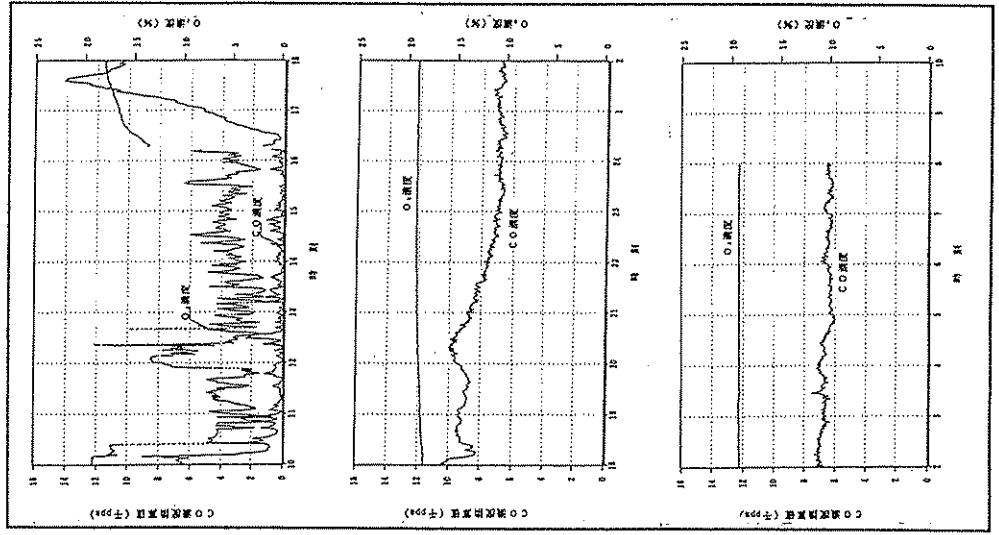
A 施設



B 施設

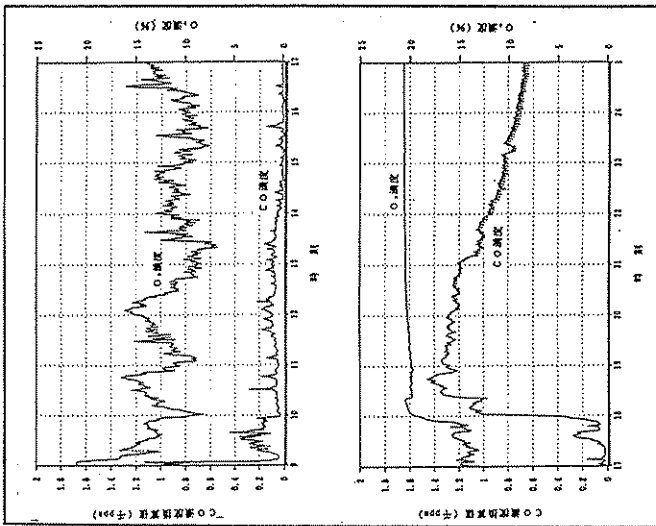


C 施設

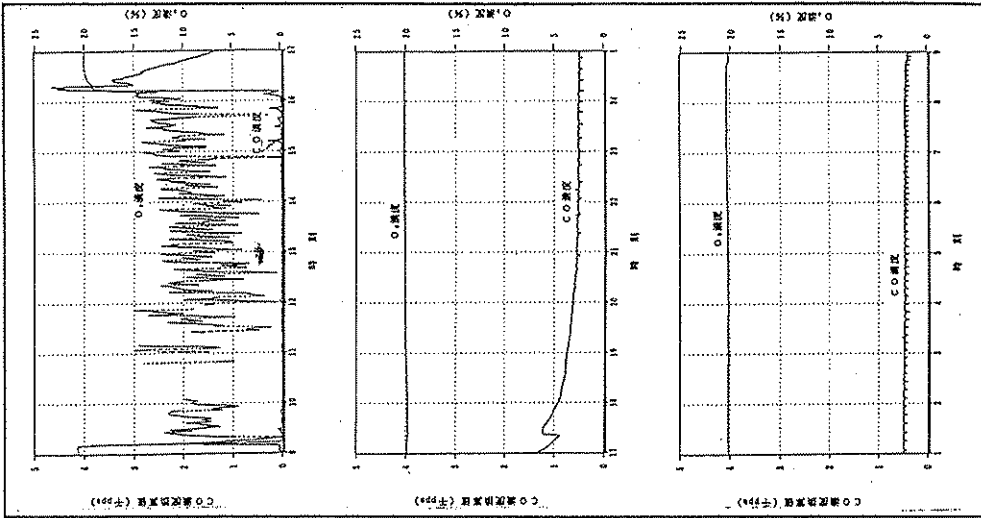


[CO濃度測定チャート]

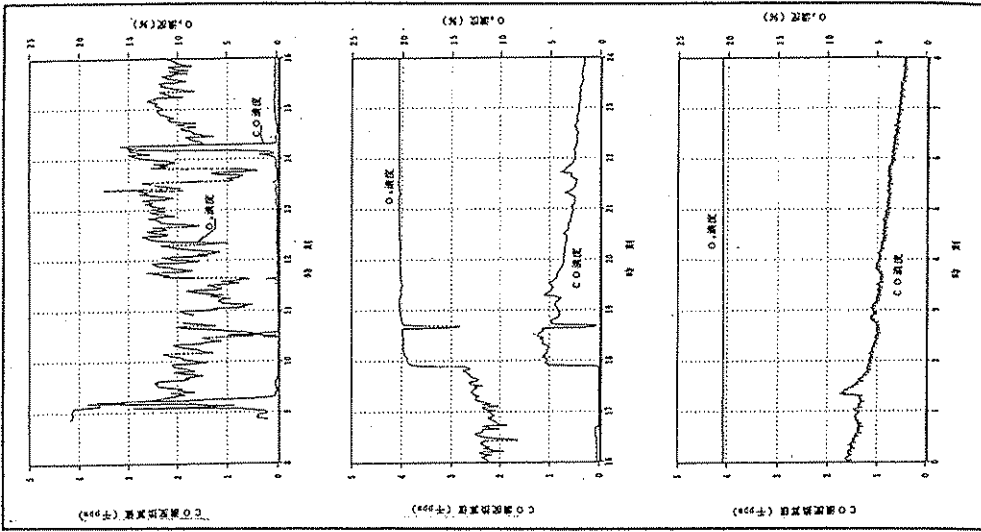
D 施設



E 施設



F 施設



[CO濃度測定チャート]

G 施設

H 施設

