

清掃工場における乾式HCl除去対策について

岩 崎 好 陽 中 浦 久 雄 谷 川 昇
 矢 島 恒 広 石 黒 辰 吉
 (環境保全局大気保全部)

1 はじめに

清掃工場から排出される塩化水素(以下HClとする)は大気汚染防止法により、新設の場合は昭和52年6月より、既設の場合は昭和54年12月より、700 mg/Nm³(約430 ppm: 残存酸素12%換算)という規制基準値が適用されている。またいくつかの工場においては、100ppm以下という、さらに低い数値で協定が結ばれているところもあり、現在ではHCl対策が清掃工場における公害対策の重要な位置を占めている。

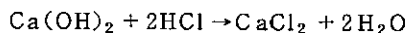
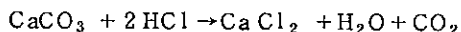
HClを除く方法としては、まず第1に原因となる塩化ビニル系のプラスチックを焼却しないことである。現に分別収集という形で多くの地域でなされているが、分別収集により下げられるプラスチックの混入率には、ある程度の限界があり、さらに分別されたプラスチックの処分の問題もあり、分別収集だけでは上記の基準値を満たせない工場も多い。とくに冷却水噴射施設をもたず、ボイラを付設している、比較的規模の大きいゴミ焼却炉は何らかの対策が必要とされている。

そのため、排ガス中のHClを排ガス洗浄装置により除去する方法(湿式除去方式)が大阪を中心として採用されてきた。しかし、この方法はたしかに除去効率は高いが(95%以上)、洗浄水処理の問題、腐食の問題、設置場所の問題等があり、全ての工場に採用できる方法とはいえない。特に既設の工場については、設置場所等難しい条件が多い。¹⁾

これにかわる方法として、最近アルカリ剤による乾式除去方式^{2),3)}が目ざされ、東京都をはじめいくつかの工場に設置され始めた。この方法はアルカリ剤の粉末等を炉内ないしは電気集塵機の前で注入し、煙道内でHClを除去しようとするものである。

この方法は湿式除去方式に比べ、除去効率は低い、設置費用は安く、さらに水処理も比較的容易というメリットがある。アルカリ剤としては、いくつかの種類が試みられているが、²⁾現在では炭酸カルシウム(CaCO₃)および消石灰(Ca(OH)₂)が多く使われている。

アルカリ剤とHClとの反応機構は最終的には



で示されるが途中の段階では、炭酸カルシウムも消石灰も、生石灰(CaO)の形でHClと反応するといわれている。

今回この乾式除去方式について調査を実施し、若干の知見が得られたので以下に報告する。

2 調査内容

今回の調査においてはアルカリ剤としてCaCO₃およびCa(OH)₂を使用している代表的な清掃工場を1つずつ選んで調査を実施した。調査対象工場の内容ならびに調査時期等は表1に示すとおりである。またア

表1 調査対象工場の内容

調査対策施設	炉メーカー	焼却能力	アルカリ剤	注入場所	調査期間
足立清掃工場4号炉	日立造船	250 t/日	CaCO ₃	炉内	1980.11.14 ~ 11.28
千歳清掃工場1号炉	タクマ	300 t/日	Ca(OH) ₂	ボイラ後	1980.12.9 ~ 12.19

①	プラットフォーム	⑤	電気集塵機
②	ごみバンカー	⑥	誘引排風機
③	焼却炉	⑦	ボイラ
④	灰バンカー	⑧	煙突

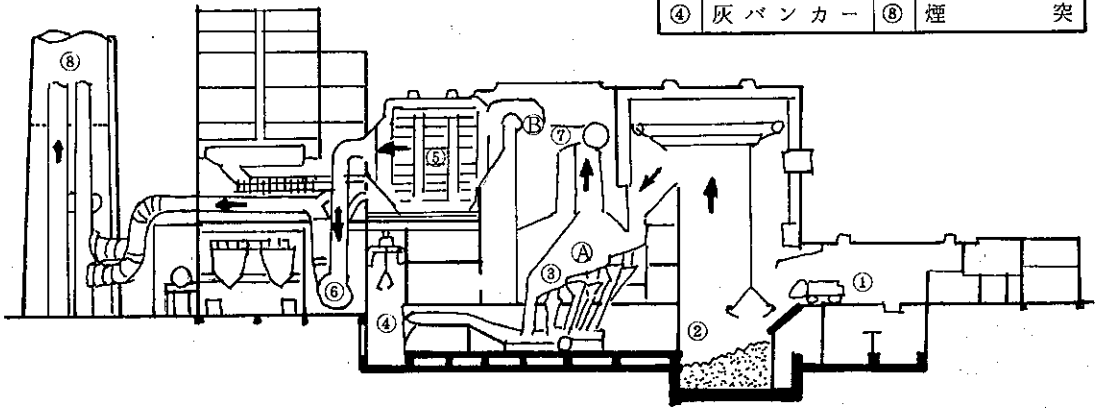


図1 調査対象工場の断面図

ルカリ剤の注入場所は図1に示す。なお、この図は足立工場のフローを示す断面図であるが、千歳工場においてもフローに関してはほとんど同じなので、1つの図にまとめた。図中のA点、B点はそれぞれ足立工場および千歳工場におけるアルカリ剤注入場所である。

各有害物質等の測定場所は、足立工場においては、煙突途中の下段部分、千歳工場は電気集塵機と誘引排風機との中間部分である。

また今回の調査においては工場の協力を得て、注入するアルカリ剤の量を変化させ、注入量と各有害物質の除去効率との関係を調べた。

ゴミ焼却炉はボイラ等と比べ、燃焼状態が一定でないため、注入量は約1日の周期で図2のように変化させた。なお図2は各時ごとのアルカリ剤注入量を示したものである。通常アルカリ剤注入量は足立工場においては58kg/h、千歳工場においては20kg/hである。

除去効率を調べるにあたって、除去装置前の値は、千歳工場の場合、適当な測定場所がなく、また足立工場の場合は炉内注入であるため、今回はアルカリ剤を注入しないときの値をもっておきかえた。そのため、除去率は装置の前後での同時測定により得られた値ではなく、厳密には除去率とはいいがたいが、後述するように燃焼状態は調査期間中比較的安定していたため、おきかえても問題はないと考えられる。

つぎに、各有害物質等の測定項目および分析方法を以下に示す。

- HCl ……イオン電極法 (導電率法, 硝酸銀法)
- SO₂ ……紫外線吸収法, 赤外線吸収法
- NO_x ……紫外線吸収法, 赤外線吸収法

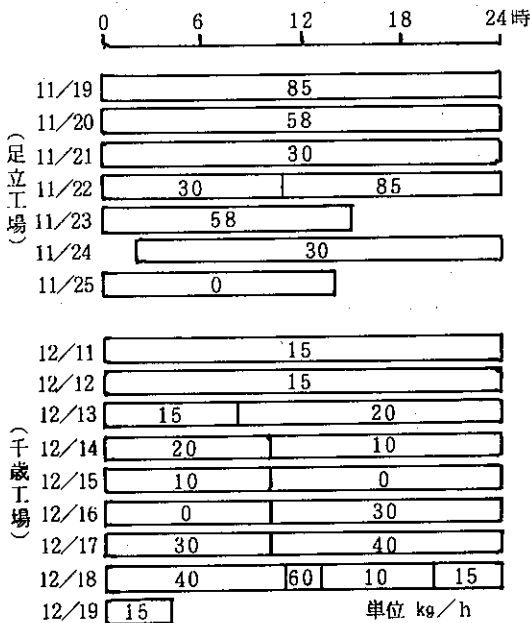


図2 アルカリ剤注入量の日変化

O₂ ……磁気式
 ダスト ……円形濾紙法

Hg ……原子吸光光度法 (循環還元気化法)

表2 調査結果

工場名		足立清掃工場				千歳清掃工場						
アルカリ剤注入量 kg/時		0	30	58	85	0	10	15	20	30	40	60
測定時間数		14	60	39	38	24	31	74	26	24	25	2
ゴミ投入量 t/時		10.4	12.0	11.7	12.9	9.9	10.0	10.1	9.9	9.7	9.8	9.6
塩化水素 (イオン電極法) O ₂ 12% 換算 ppm	Ave	390	290	260	190	500	400	380	350	330	280	310
	Max	450	320	300	230	590	430	430	420	400	320	360
	Min	330	240	230	160	380	350	310	310	290	250	260
亜硫酸ガス ppm	Ave	22	16	11	7	46	36	44	34	34	25	
	Max	29	25	15	16	50	50	67	45	40	33	
	Min	13	8	4	2	42	23	33	24	27	18	
NOx ppm		125	130	122	123	140	150	138	147	144	141	135
O ₂ %		12.1	12.2	12.2	12.1	8.9	9.4	9.5	9.6	9.5	9.2	9.6
排ガス中水銀 mg/Nm ³			0.19 n=4		0.15 n=4	0.60 n=3		0.45 n=3			0.38 n=3	
E・P灰中水銀 μg/g			6.3	6.5		0.69		0.73			0.79	
ダスト g/Nm ³		0.005 n=2			0.001 n=1	0.025 n=4		0.048 n=2			0.054 n=4	

※ n:検体数

Hg に関しては、電気集塵機灰についても分析した。
 灰の前処理は底質調査方法 (環境庁水質保全局, 昭和
 50年10月) に準じて行った。

3 結果および考察

表2に調査結果を示す。表に示した最大値, 最小値
 は1時間平均値について整理したものである。表2よ
 り, 足立工場におけるゴミ投入量は, 調査期間中12 t
 /h前後であり, 定格より多めであった。また千歳工
 場においては, ゴミ投入量はほぼ10 t/hであり, 定
 格の80%で一定していた。

なお, 千歳工場においてはCa(OH)₂注入量 60 kg
 /hの条件で実験を行っているが, 電気集塵機の能力
 の関係から, 排ガス中のダスト濃度が増加してしまい,
 調査時間が2時間と少なく, データの信頼性は乏しい。

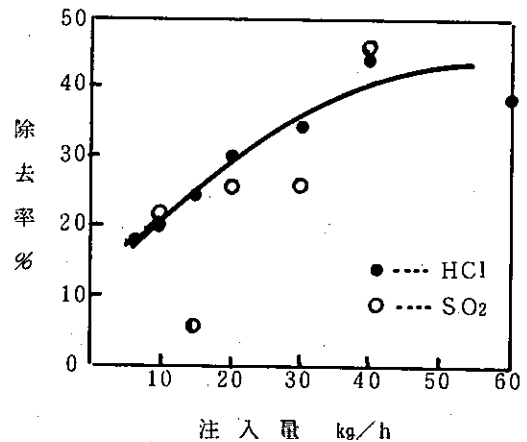


図3 Ca(OH)₂による除去率

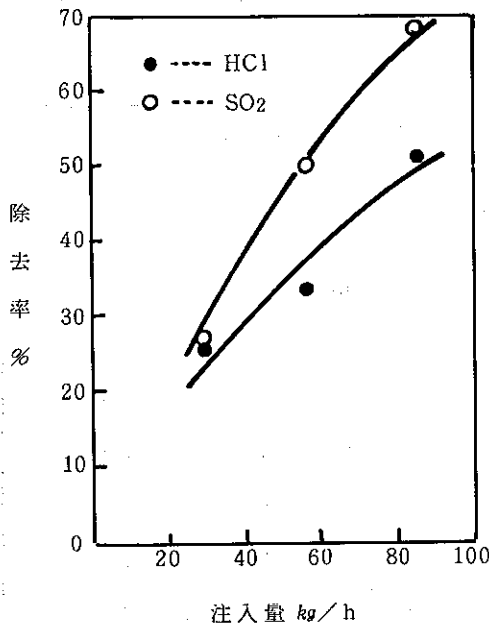


図4 CaCO₃による除去率

(1) HClについて

表2からHClの除去効率を計算し、図示したのが図3、図4である。千歳工場の場合、注入量40kg/hまでは除去効率に増加傾向がみられる。40kg/hをこえると、その傾向はみられないが、先にも述べたように、60kg/hでのデータが少ないため、40kg/h以上の詳細については今回の調査からははっきりしたことはいえない。足立工場については注入量85kg/hにおいても、はっきり除去効率に増加の傾向がみられた。

また、図3、図4をまとめてHClに対するアルカリ剤の噴射当量比当りの除去効率を示したのが図5である。この結果は四阿らが実施した調査とほぼ同様の結果になっている。

このようにアルカリ剤注入方式によるHCl対策は除去効率40%程度までは可能と思われるが、それでも後述するように電気集塵機との関係が重要であることはいうまでもない。

また今回の調査においては、HClの分析方法による結果の差をみるために、イオン電極法のほか導電率法および硝酸銀法においても分析を行ったが、イオン電極法に比べ導電率法は多少高め、硝酸銀法は低めの値が出たが、今回の調査結果だけでは評価できない面も

あり、今後継続して検討したい。

なおHCl濃度に直接関係するプラスチック混入率は足立工場で湿ベース3.45%（東京都清掃局調べ、1980年11月6日）、千歳工場で同7.66%（同、1980年12月2日）であった。

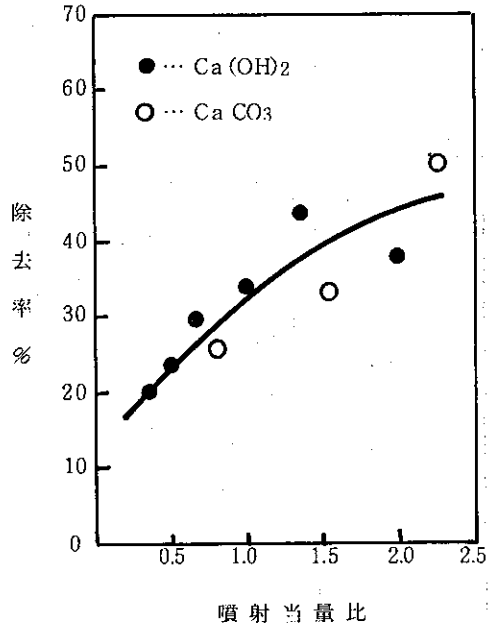
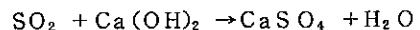
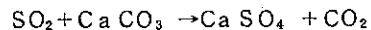


図5 噴射当量比当りのHClの除去率

(2) SO₂等について

HCl同様酸性ガスであるSO₂についてもアルカリ剤の注入により、除去されることが期待できるが、今回の調査においてそのことが確認された。図3、図4に除去効率を示す。足立工場では58kg/h注入で約50%、千歳工場でも40kg/h注入で50%近くのSO₂が除去されている。

SO₂とアルカリ剤との反応機構は



で示される。

SO₂の排出濃度はHClの10分の1程度であるが、50%程度の除去効率が期待できることは、エミッション・ファクターの面からも注目される。HCl同様、噴射当量比当りのSO₂の除去効率を示したのが図6である。

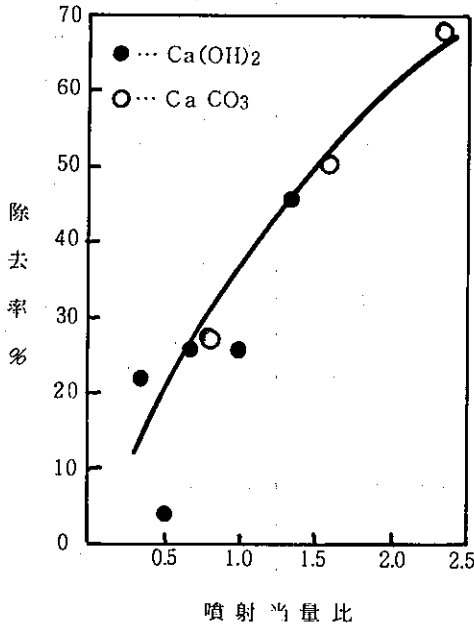


図6 噴射当量比当りのSO₂除去率

またNO_x濃度については、アルカリ剤注入とは関係がなかった。

なお、表2における千歳工場の排ガス酸素濃度が、通常8.9%のところ、Ca(OH)₂注入時に0.5%（空気過剰率で0.07）増加しているのは、注入時の送入空気のもれのためである。

(3) Hgについて

排ガス中のガス状Hgがこのアルカリ剤により、除去されるかについて、あわせて調査した。その結果、表2に示すとおり、排ガス中のHgは千歳工場において、注入量15kg/hの時に25%、40kg/hの時に約37%除去されていた。足立工場においては、無注入時は採取できなかったが、30kg/h注入時と85kg/h注入時とでは、後者の方が約20%濃度が低かった。千歳工場における注入量とHg濃度との関係を図7に示した。これらの結果から、排ガス中のHgはアルカリ剤により除去されることが確認された。

煙道中で除去されたHgは当然アルカリ剤とともに電気集塵機で捕集されるが、この電気集塵機灰中のHg濃度も無注入時に比べ、図8に示すとおり、15kg/h注入時に約6%、40kg/h注入時に約14%増加していることが確認され、アルカリ剤による除去効果を立証して

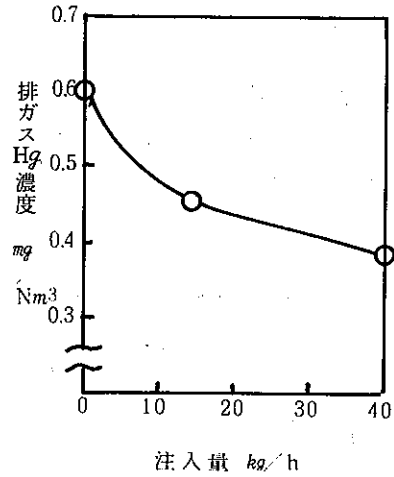


図7 注入量とHg濃度の関係

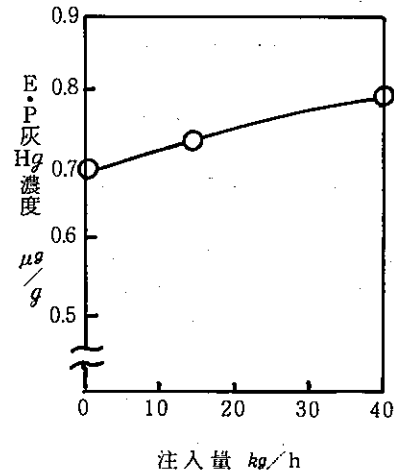


図8 注入量とE・P灰中のHg濃度の関係

いる。

また、表2から注目されることはCaCO₃を注入している足立工場の方が、Ca(OH)₂を注入している千歳工場に比べ、排ガス中のHg濃度が低く、かつ電気集塵機灰中のHg濃度が高いということである。

このことから、Hg除去という面においては、CaCO₃の方がすぐれていることがうかがえるが、今後さらに確認のための調査を実施したい。ゴミ中のHgにつ

いては占部ら⁴⁾が詳細に報告をしているが、今後は全体のマスバランスを考慮した検討が必要であろう。

(4) ダストについて

アルカリ剤注入方式の最も問題となる点は排ガス中のダスト濃度が増加することである。そのため、電気集塵機の能力がダスト濃度さらには HCl 除去効率に直接影響してくる。

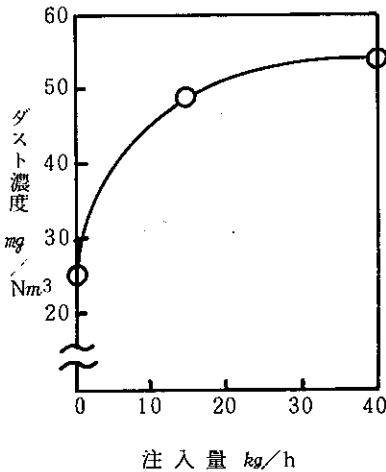


図9 注入量とダスト濃度の関係

千歳工場の場合、ダスト濃度は図9に示すとおり、今回の結果からはCa(OH)₂の注入量を増やすと増加することが示された。足立工場の場合は85kg/h注入時に、無注入時より低いダスト濃度が記録されたが、これは測定回数が少ないためと、濃度が極度に低いため誤差であろうと考えられる。いずれにせよダスト濃度は数mg/Nm³程度であることは間違いない。85kg/h注入時においてすら、ダスト濃度が低いのは電気集塵機の能力が大きいからである。参考までに通常300トン炉においては、アルカリ剤を注入しないとき、1時間当たり約150kgの電気集塵機灰が発生するが、85kg/h注入においては、電気集塵機に約57%の負担増をさせることになる。

千歳工場は建設年度が比較的古く(1971年)、電気集塵機にアルカリ剤回収のための余裕が少ないために、ダスト濃度に影響を及ぼしたものと考えられる。

両工場における電気集塵機の定格を以下に示す。

足立工場……………	電気集塵機容積	960 m ³
	荷電電流(全室)	3,000 mA
千歳工場……………	電気集塵機容積	245 m ³
	荷電電流(全室)	700 mA

電気集塵機の能力は容積と荷電電流のみで決まるわけではないが、この値からも足立工場の能力が高いことがうかがえる。足立工場においては、さらにアルカリ剤を増量して除去効率を高めることは十分可能と考えられる。しかし、増量ともなうボイラ配管への付着の問題およびアルカリ剤の灰冷却水に及ぼす影響の問題についてはさらに検討する必要がある。

4 ま と め

アルカリ剤による乾式HCl除去方式は、噴射当量比1~2程度のアルカリ剤の注入で、約40%の効率で除去されることがわかった。また同時にSO₂も除去され、約50%の除去効率は期待できる。

さらに排ガス中のHgについてはCa(OH)₂注入において30~40%の効率で除去される。CaCO₃注入ではそれ以上の除去効率の可能性はある。

アルカリ剤注入によるダスト濃度への影響は、焼却量が300t/日の規模で電気集塵機の容積が250m³程度の施設では注入量40kg/h程度で影響が出る可能性があるが、容積が1,000m³近くあれば85kg/h注入時でも、ダスト濃度にはほとんど影響を及ぼさない。

5 お わ り に

今回の調査において、乾式除去方式は大気汚染防止法の規制基準値をみたすためなら、分別収集との併用により、十分使える方法であることがわかった。しかし除去装置は単に設備費や除去効率の面からのみ評価されるべきではなく、装置の維持管理および排水処理ないしはボイラへの影響も含め、総合的な評価をする必要がある。

また、防止対策の基本からいえば、除去技術を高めるとともに、発生要因をおさえることが重要であり、今後分別収集の徹底や塩素系プラスチックの生産転換等が検討されるべきと思われる。

このことはHgについても同様であり、搬入ゴミ中のHg含有量をできる限り減らすことにも力を注ぐべきであろう。

参 考 文 献

- 1) 日本環境衛生工業会：ごみ焼却施設における塩化水素ガス除去評価に関する研究（1978）
- 2) 日本環境衛生工業会：ごみ焼却施設における塩化水素ガス除去評価に関する研究（Ⅱ）（1979）
- 3) 四阿秀雄ほか：ごみ焼却炉における塩化水素対策の実際，公害と対策，14，1059，（1978）
- 4) 占部武生ほか：家庭系ごみ中の有害物質に関する調査，都市と廃棄物，9，17，（1979）