特集2・小型焼却炉の技術動向

逐次投入フィン付散気管・床燃烧式焼却炉 (直熱式，熱回収設備付)

真 田 一 伸*

1. はじめに

当社は、本焼却炉と型式が同じで、焼却処理能力が200 kg/h以上、焼却炉本体からの排ガス中のダイオキシン類、一酸化炭素、煤塵等の濃度が基準値よりも大幅に低い焼却炉も製品化しているが、ダイオキシン類等が出なくても、廃棄物処理法令の規制のもと、焼却炉本体よりも高価な高度機能を有する排ガス処理設備や冷却設備を設けた上、1年掛かりで高額の費用の掛かる生活環境影響調査をしなければならず、周辺住民の反対もあることから、設置が極めて困難な(殆ど不可能な)状況にあるので、この比較的大型の焼却炉の製造販売は見合わせざるを得なくなっている。処理能力が200 kg/h未満の焼却炉でも、最近設置が困難になっているが、これを温水ボイラーとして使用すれば、廃棄物処理法令の規制を受けず、設置が容易になる。当社の最近の製造販売の実績は、主としてこの温水ボイラーになっている。

2. 構造と特徴

2.1 構造の概要

本焼却炉の概要を図-1に示す。本焼却炉は、燃烧室とサイクロンの一体構造になっていると共に、超高温(1650℃)耐火材と断熱材からなる燃烧室・サイクロンを銅板(一部耐熱銅)で被覆した強固な構造になっている。

もう少し詳しく述べれば、本焼却炉は、廃棄物の投入口、一次燃烧室(0.5~2.9 m³)、一次燃烧室出口直前に設けられたフィン付き散気管(2本、詳細後述)、一次燃烧室天井部に設けられたパイプ3本(投入口側から噴霧化用水供給用40Aパイプ、汚泥供給用25Aパイプ、廃油供給用10Aパイプ)と供給用ポンプ、二次燃烧室(0.2 m³)、三次燃烧兼集塵室(サイクロン、2基)、下部が450Aで上部が300Aパイプの煙突、サイクロン上方200Aパイプ煙道出口数百mm上方で、300Aパイプの上部煙突下端付近

表1 寸法、処理能力及び排ガス量

	ACE-0.5型	ACE-1型	ACE-2型 (温水ボイラー)	ACE-4型
一次燃烧室容積 (m ³)	0.49	0.88	0.44	2.66
床面積 (m ²)	0.6 × 0.82 = 0.49	800 × 930 = 0.74	0.6 × 0.82 = 0.49	1.425 × 1.1 = 1.57
高さ (m)	1.0	1.2	0.9	1.7
二次燃烧室容積 (m ³)	0.12	0.2	0.2	0.24
燃烧室総容積 (m ³)	0.61	1.4	0.64	2.90
総重量 (t)	4.3	5.5	5.5	10
固形廃棄物の 焼却能力 (kg/h)	46	63 (木屑) 42 (ゴム屑)	48 ~ 60 (RDF)	134
廃油又は燃料油の焼却 (焼却)能力量 (ℓ/h)	20	40	40	60
汚泥(水分85%)の 焼却能力 (kg/h)	45	70		120
湿り排ガス量(N m ³ /h)	780 (雑芥)	930 (木屑) 828 (ゴム屑)	850 (雑芥)	250 (雑芥)

*株朝田商会 Kazunobu SANADA

図-1 逐次投入フィン付散気管・床燃焼式焼却炉の概要

に噴出口があり、450Aパイプの下部煙突中心部に垂直に設けられた80Aパイプのエジェクター（先端部50A）、送風機、灰出し口等から構成されている。

型式としては、ACE-0.5型、-1型、-2型（温水ボイラー）、-3型（廃溶剤用）、-4型がある。温水ボイラーの場合、ACE-2型上部にボイラータンク、一次燃焼室の内壁面に水管群が装備されている。

2.2 特徴

本焼却炉の特徴は、高効率燃焼を図るフィン付き散気管による燃焼用空気の供給方法、滴下式廃油供給管の装備にある。また、枯渇性化石燃料の枯渇性化が進んでいてサーマルエネルギーが重要な今日、上記ACE-2型は熱回収設備を装備して温水ボイラーとして使用できる。

2.2.1 フィン付き散気管

燃焼用空気は、一次燃焼室出口直前に設置されているフィン付き散気管（図-1、写真1、写真2参照）のノズルから、数10 m/s の高速度で噴出供給

される。

フィン付き散気管は、SUS310S製の垂直4インチ管2本の各管の一次燃焼室側の半面に直径8mm（0.5型）、10mm（1及び2型）、12mm（4型）のノズルが、横一列に4個、上下に4列（4段）、小計16個、二次燃焼室側半面に直径10mm（0.5型）、11mm（1及び2型）、13mm（4型）のノズルが1個ずつ縦（上下）に4個、1本に合計20個、2本に合計40個が空けられ、各管のノズル列（5個からなる各ノズル列が上下に4段）とノズル列の間や頂部に、矩形の不銹鋼角板（フィン）が水平に各管に溶接されたものである（写真2参照）。矩形の不銹鋼フィンは各散気管毎に6枚が上下等間隔に溶接されていて、概して頂部フィンの260mm×200mmから下方のフィンほど大きくなっていて最下段は400mm×300mmになっている。最下段とその上の段との間の管にはノズルは空けられていない。

一次燃焼室で加熱され蒸発・熱分解して生成した蒸気・ガスが、二次燃焼室に至る前に、散気管の周辺を通る時、生成ガスは一次燃焼室で散気管表側の32個のノズルからの高速噴出空気と激しく高効率混合して900～1200℃の高温で燃焼し、二次燃焼室に至る燃焼ガスの中に残っている未燃ガスは、散気管裏側の4個のノズルからの高速噴出空気と激しく混合して、900～1100℃の高温で高効率燃焼してしまう。フィン付き散気管への火炎等からの放射伝熱量や燃焼ガス等からの対流伝熱量は、フィンなし散気管へのそれよりも相当大きくなるので、前者管からの噴出空気の予熱温度は、後者管からのそれよりも相当大きくなる。燃焼ガス温度が、900～1200℃の高温になる所以である。

燃焼室熱負荷は300,000 kcal/m³ h程度である。概し

(a) 灰出し終了後の一次燃焼室

(b) 燃焼中

写真1 フィン付き散気管

写真2 逐次投入フィン付散気管・床燃焼式温水ボイラー（一次燃焼室上部、制御盤裏の蒲鉾状のものが水タンク、制御盤右上はシスターン）

て、空気比が2.5以上で運転される。

2.2.2 滴下式廃油供給管の装備—廃油、汚泥、動物死体等の焼却

滴下式廃油供給管が装備されているので、次の廃棄物の焼却が可能である。

(1) エンジンオイル、天麩羅油、マシン油、重油等：水やごみが多少混入していても、焼却できる。廃油の焼却によって一次燃焼室を1350℃まで昇温できる。

(2) 牛、馬、豚等の死体：これらの焼却にも適している。

(3) 高水分の尿尿、汚泥等：モノポンプによる連続供給によるこれらの専焼炉としても使用できる。

2.2.3 熱回収設備の装備

廃棄物の焼却の際に発生する燃焼熱を回収するためのインチ径の水管群が一次燃焼室の内部の両側壁面と天井壁面に設けられている。つまり、焼却炉と熱回収設備と合わせて廃棄物ないしはRDF 焚き温水ボイラーになっている（写真2、写真3）。

この熱回収設備付焼却炉（温水ボイラー）は、可燃性廃棄物を、塩じさえあまり含まれていなければ、そのまま燃料として使用することが技術的には十分可能であるが、廃棄物を燃料として使用しようとすると廃棄物処理法や大気汚染防止法の規制を受けるため、200 kg/h 以上の燃焼能力があると、その設置（使用）許可を得るのが極めて困難である。能力が200 kg/h 未満であっても、行政に届け出た場合、受け付けてもらえず、したがって設置できない場合が多くなっている。

そこで、廃棄物処理法や大気汚染防止法の規制を受けない温水ボイラーとして設置し使用できるようにするために、それぞれ資源・エネルギーと加工費

を使って加工・変換した廃棄物、即ちRDFを購入して、燃料として使用するというようなことになる。RDFを燃料として使用する温水ボイラーの設置は容易である。蒸気ボイラーでないので、ボイラー技士の資格がなくても設置・使用ができる。

近年、RDFは大変低価格ないしは無料で入手できる。本設備使用者は、RDFについては、トラック等による運送費の実費を負担するだけで、無償提供を受けている。

ちなみに、1999年12月現在、地方自治体等のRDF製造施設は、全国で27カ所で稼働中、7カ所で建設中である。民間のRDF製造施設は、全国で27カ所で稼働している。その後年々増加している。

ボイラータンクの取り外しが容易で、水管群を含む熱回収設備の補修や清掃も難なくできる。

3. 運転操作

着火した古紙を炉内に投入すると同時に、段ボール紙などを追加投入して火力を強める。次いで、フィン付き散気管のフィンの真上の天井壁に設けられた廃油または燃料油供給管から廃油または燃料油をフィン上に滴下すると、油滴はフィンに衝突して飛び散りながら燃焼する。燃焼が盛んになり始めた時、送風機の運転を開始し、散気管から空気を供給する。廃油等の供給量を徐々に増やしていくと、一次燃焼室は次第に昇温して15～20分で800℃以上になる。

次いで、廃棄物またはRDFを投入する。例えば、ACE-1型の場合、容積0.88 m³の一次燃焼室に例えば木屑を0.3 m³程度投入する。木屑は直ぐに着火して分解有炎燃焼を開始し、未燃ガスは散気管ノズルからの噴出空気と高効率混合して高効率燃焼する。10～15分経って下火になり始めた時、木屑を0.3 m³程度投入する。以後同様の操作を繰り返す。このような繰り返し操作によって、木屑は1時間当たり63 kg燃焼する。

発熱量の高い廃プラとか廃タイヤとかを焼却する際には、廃油または燃料油の供給量を減らしたり供給を止めたりする。これらの投入量が多くなりすぎて、煙突や投入口から黒煙が出だしたら、一次燃焼室の天井壁に設けられた水噴霧供給管から水を散布すれば、黒煙は瞬時に消える。廃棄物の種類や投入量から経験的に黒煙の排出が予測される場合には、水を噴霧供給しながら廃棄物を投入する。

一次燃焼室の温度が1300℃を超えそうになれば、

写真3 温水ボイラー一次燃焼室の水管石半とフィン付散気管

表2 ダイオキシン類等環境汚染物質の濃度等のデータ

設置者 (所在地)	焼却炉型式	被焼却物	焼却量 (kg/h)	環境汚染物質濃度					
				排ガス中DXNs				灰中DXNs (ng-TEQ/N m ³)	
				DXNs (ng-TEQ/N m ³)	CO (ppm)	煤塵 (g/N m ³)	HC1 (mg/N m ³)	焼却灰中	飛灰中
A 社 (千葉県)	ACE-1	雑芥	70	0.035	5.0	0.021	36	0.005	……
T 社 (千葉県)	ACE-1	雑芥	70	0.29	18.0	0.053	9.0	0.0067	……
F 社 (福島県)	ACE-1	雑芥	60	1.8	1.7	0.003	19.0	0.0032	1.70
N 神 社 (東京都)	ACE-1	雑芥	30	1.1	9.3	0.052	13.0	0.036	0.074
既設炉濃度基準（規制）値				10	100	0.15	700	3	
新設炉濃度基準（規制）値				5	100	0.15	700	3	

水が噴出、散布されて900℃まで下がるように、自動制御されている。

ACE-2型（温水ボイラー）の場合には、一次燃焼室が900℃を超えることはなく、水の噴霧供給が必要になることはない。

廃棄物の投入を終了した後、熾き燃焼が続いている間は、廃油または燃料油を供給して燃焼し続けて800℃以上の温度を維持する。この熾き燃焼の段階では熾きの層内は1000～1400℃の高温で有機塩素化合物はもはや存在せずダイオキシン類が生成することはないので¹⁾、熾きの周りを800℃以上の温度に維持することには、實際上意味がないのであるが、構造・維持管理基準の規定を遵守するべく、800℃以上の温度を維持する。

4. 運転結果－ダイオキシン類等環境汚染物質濃度等のデータ

使用者先に納入設置したフィン付き散気管装備の直燃床式焼却施設を運転した時に採取した排ガス中及び焼却灰・飛灰中のダイオキシン類等の環境汚染物質等の濃度の分析測定データ等を、表2に示す。前記のように、本焼却施設には、三次燃焼兼簡易集塵のためのサイクロンが2基組み込まれている。排ガスの高度機能処理設備も冷却設備も付設されていないが、ダイオキシン類を初めとするどの環境汚染物質の濃度も（誌面スペースの関係で割愛した窒素酸化物や硫酸酸化物の濃度も）基準値よりも、大幅に低くなっている。

排ガスは、煙突から放出された後、十分の数秒間で200℃以下になるので、ダイオキシン類は殆ど生成しない²⁾。

5. お わ り に

東京都、埼玉、千葉、神奈川、群馬等の各県等の多数の家屋解体業者、引越し運送業者、産廃収集運搬業者、産廃処理業者等への納入実績が多かった。

しかし、排ガスの高度機能処理設備も冷却設備を付設していなくても、焼却炉本体からの排ガス中のダイオキシン類、CO、煤塵等の濃度は基準値よりも大幅に低いにも拘わらず、ダイオキシン類が出なくても、北海道、東京、大阪等々の自治体の行政は、焼却炉の設置届けをしようとしても、受け付けてくれないため、最近納入実績は著しく低下している。しかし、温水ボイラーについては廃棄物処理法令に基づく届け出手続きが不要のため、納入実績は伸びている。

焼却炉本体からダイオキシン類が出ないにも拘わらず、ダイオキシン類を除去するための高価で資源・エネルギーを消費する高度機能排ガス処理設備等の設置を義務付けている構造・維持管理基準の見直しを求めて止まない。

謝辞：データの審査及び論文の査読の壁は高かったが、当社の焼却炉技術を広く世に問うことができたのは大きな喜びである。ご助言、ご指導に深く謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 福本 勤：リサイクルと焼却等処理の定量的比較評価(2) 一望まれる『国家プロジェクト』での推進、環境管理30(2)、32～42(2001)。
- 2) 福本 勤：産業・都市・放射性廃棄物処理技術、増訂1版、廃棄物資源化技術、増訂2版（新增補）ダイオキシン類ゼロ化技術、A5版（全624頁）、共立出版（株）刊、1998年9月発行のp.475