

新“環境”社会を創造する商品と技術

New Technologies Harmonized with Global Environment

[第一部](環境エンジニア編)

有田 耕二 環境エンジニアリング本部 技術統括リーダー 参与 Koji Arita
中村 直 エンジニアリング研究所 燃焼システム研究部 部長 Sunao Nakamura

豊かな人間環境作りに貢献するために、当社は環境に調和する技術の開発に挑戦し、地球に優しい商品を提供している。当初、環境分野においては海外から導入した技術を NKK バージョンとして市場への参画を果たし、日本一の事業基盤を造り上げた。そして最近では、NKK オリジナル商品を自社開発して受注拡大と高収益化に結びつけている。本稿では、その事業開拓の歴史と、自社開発し商品化した環境エンジニアリング本部対応の NKK ブランド商品について報告する。

NKK is challenging the development of environment-friendly technologies and now supplying plants, technologies and products harmonized with nature to create rich and rewarding human environments. At the beginning, NKK started business in environmental field with the improvement of technologies introduced from overseas for NKK version and built up business basis as top manufacturer. Recently, NKK is increasing the amount of the order received and continuously gaining high profitability. In this paper, we report the history of pioneering business in this field, plants and technologies of NKK-original developed by ourselves and commercialized in environmental industries division.

1. はじめに

1.1 1970 年代～公害規制の中で進歩する焼却技術

我が国では、1960 年代の高度成長とともに廃棄物量が増大し始め、処理技術の近代化の必要に迫られた。厚生省はこれに対処するために、「廃棄物処理施設整備計画」を策定し、計画的に焼却処理を進める政策をとった。

当社は、1968 年に竣工した東京都北工場(300t/d×2 炉)の稼動により廃棄物処理分野に本格的に参入することになる。1970 年にデンマークのフェルト社からストーカ炉の技術を導入し、1974 年に横浜市港南清掃工場(300t/d×3 炉)、東京都板橋清掃工場(300t/d×4 炉)が相次いで竣工したが、いずれも廃熱ボイラ・発電設備を設置した大型設備として、今日の技術の原型をなすものである。炉の特徴として、排ガス混合促進による完全燃焼を達成する「2 回流方式」と、焼却灰の完全燃焼を達成する「後燃焼キルン」を有している。後の、1990 年代に排ガス中のダイオキシン類が問題にされるにあたり、当社が建設した焼却施設のいくつかは、特別な低減対策をとることなく排ガスダイオキシン類濃度 1ng-TEQ/Nm³ 以下を達成することで、その当時の焼却炉設計のコンセプトが正しかったことが証明されることになる。

この年代は、1970 年のいわゆる公害国会で廃棄物処理法が制定され、さらに大気汚染防止法が強化されるなど環境保

全対策の充実が、焼却施設設置の必須条件となった。当社では、無触媒脱硝と燃焼技術による NO_x 低減技術や、半乾式塩化水素除去装置「NKK リマール」など特徴ある技術が開発された。完全燃焼と NO_x 低減を両立させるための技術は、ダイオキシン類と窒素酸化物の抑制を燃焼管理により、同時に高度に達成する技術として発展することになる。

この年代の技術開発で特筆すべきは、製鉄技術を応用した、コークスベッドによるごみの直接熔融炉の開発およびサブマージドアークによるごみ焼却灰熔融炉の開発を始めたことである。いずれも、当時のごみ質や焼却灰再資源化へのニーズが今日ほどではなく、実用化まで 20 年以上の歳月を要することになる。

1.2 1980 年代～ごみ量増大ごみ高発熱量化に対応した燃焼技術

1980 年代我が国の廃棄物量は増加し続け、この 10 年間で一般廃棄物の焼却処理量は約 1.5 倍に増えた。量的な増加だけでなく、生活様式の変化やプラスチックごみの増加により、ごみの発熱量は増加の一途をたどることになる。ごみ発熱量の増加により焼却施設では、燃焼温度上昇による炉内クリンカ生成防止対策や処理能力の低下に悩まされることになる。

当社では、焼却炉燃焼室をボイラ水冷壁構造とすることや空冷壁構造の開発により、ごみの高発熱量化に対応した。また、ごみ焼却発電が安定した技術として普及するにつれ、発

電量の安定化，ボイラ蒸発量の安定化，燃焼の安定化など複雑な運転操作に対応する燃焼自動制御システムが求められた。当社では，ファジー制御と炉内燃焼モデルに基づく制御を組み合わせたハイブリッド ACC (Automatic Combustion Control) による高度燃焼制御技術が開発され，めざましい成果を上げることになる。コンピュータ技術の進歩と相まって，焼却炉周りの自動運転だけでなく，ごみ供給クレーンの自動化，データ処理システム，車両管制システムなどごみ焼却施設全体の計装制御システムとして大きな進歩と成果を上げるに至った。

また，これまで主流であったストーカ炉に加えて，流動床炉の開発に着手した。その後，一般廃棄物だけでなく産業廃棄物の処理分野でも実績を上げ，自社技術であることから海外企業への技術輸出も行われた。

一方，ストーカ炉もフェルント社の技術を長年にわたって改良し続けた実績から，独自の技術として 2 回流燃焼の特徴に水平型火格子を組み合わせた「ハイパー火格子焼却炉」の開発に着手した。1990 年代の実機竣工から次世代ストーカ炉の開発につながるきっかけとなり，技術的には大きな変革期であったといえる。

1.3 1990 年代～新たな環境ニーズに対応する燃焼技術

1990 年代に入ると，これまで増え続けてきた廃棄物排出量は横ばいとなる。この年代の日本経済は，いろいろな言葉で表されてきた 10 年間であるが，廃棄物処理については国民の環境意識の高まりと社会変化の中で，新しい処理システムや処理技術が生まれた。また，技術だけでなく環境への価値観や評価基準にも変化の見られる年代であった。国の関連する環境保全関係予算は，この 10 年間増え続けて約 2 倍となった。また，環境関連の法律がこれまでに数多く成立したことから，環境の位置付けが大きくクローズアップされてきたことがうかがえる

ごみ焼却システムに関連する大きな課題としては，焼却施設のダイオキシン対策，最終処分場の確保難によるごみ減量化政策，循環型社会を目指した各種リサイクル関連法が制定される中での焼却処理の位置付けなどが挙げられる。このような状況にあって，当社はハイパー火格子焼却炉の相次ぐ実機化と大型化（大阪市平野工場：450t/d × 2 炉）への対応，サブマージドーク式から電気抵抗式に発展した灰溶融炉の実機化などを進めてきた。ダイオキシン類抑制のための燃焼技術では，1997 年に厚生省が実施した全国排出実態総点検調査の結果から，はからずも当社技術の優位性が示される結果となった。ダイオキシン対策は燃焼技術だけでなく，排ガス処理装置，灰処理装置などの開発実用化にも及んだ。

エネルギー有効利用のための高温高压蒸気による高効率発電技術，ごみの燃料化 (RDF) 技術などが開発され実用化されていった。1992 年，ストーカ炉に変わる新しい技術として，新しいコンセプトによる高温ガス化直接溶融炉の開発に着手した。装置技術だけでなく，焼却施設の立地が都市部

に移るようになり，積極的に都市アメニティーの機能に活用する建築意匠技術も大きく進歩した。

変化の早い時代に合せて開発のスピードアップと顧客ニーズに対応するため，横浜市の当社鶴見事業所内に次世代技術実証設備をショウウィンドウ的に集約した「NKK 環境 R&D センター」を 1996 年に開設した。R&D センターにはガス化溶融炉，次世代ストーカ炉，流動床炉，RDF 製造プラント，灰溶融炉，資源化プラントなどをはじめ，時代の要請に合わせ，国内外の最高レベルの技術を開発すると同時に客先に公開し，客先ニーズの先取りと，商品化のスピードアップが達成でき，受注につながった。また，エンジニアリング業務の効率化を図るために，ごみ焼却プラントの計画設計業務の電子化処理と技術情報管理を行う業務システムの開発や，個別の設計業務でも配管設計の三次元 CAD の適用などいくつかの合理化を進めた。品質管理の面からは，全連続式ごみ焼却プラントの ISO9001 認証取得も合わせ実行された。

1.4 21 世紀に向けた焼却技術

Photo 1 は，2001 年に竣工した横浜市金沢工場である。施設規模は，400t/d × 3 炉で，高温高压ボイラによる 35MW の高効率発電，低温バグフィルタと脱硝触媒によるダイオキシン類と窒素酸化物の排ガス高度処理，電気抵抗式灰溶融炉による焼却灰の無害化とスラグの全量リサイクルなどを特徴としている。20 世紀に開発実用化された技術の完成版をここに見ることができる。

2000 年度はこれまで焼却炉の主流を占めていたストーカ炉に対して，初めてガス化溶融炉の発注総量がストーカ炉を上回った年である。これまで安定した技術とされてきたストーカ技術も，ここで大きくステップアップして次世代ストーカ炉としての脱皮を迫られることになる。



Photo 1 Kanazawa waste incineration plant in Yokohama city

Photo 2 は，2004 年に稼働する予定の福山リサイクル発電所で，広島県下 16 市町村で排出される一般廃棄物を 7 箇所の RDF 製造設備で中間処理して同発電所に搬入する。本施設では，NKK 高温ガス化溶融炉が採用されており，設備能

力は RDF 処理量で 314t/d × 1 炉, 発電出力 20MW を有している。自治体の広域化による RDF 発電であると同時に, 広島県, 市町村, 広島県環境保全公社および当社が出資する民活事業として注目されている。

本稿では, 以上述べてきた技術のなかから, 廃棄物高温ガス化溶融炉技術および次世代ストーカ炉技術について説明を行う。



Photo 2 Fukuyama recycled power generation plant

2. 廃棄物高温ガス化直接溶融炉の開発

2.1 開発の経緯

高温ガス化直接溶融技術は, 廃棄物を外部環境に負荷を与えずに処理すると同時に, 高効率に資源・エネルギー回収できる技術である。研究は 1992 年に開始し, ごみ単体の乾留状況や燃焼状況などの要素試験を行った¹⁾。1995 年に処理量 24t/d という実用規模の試験プラントを建設し, 400 日強の操業で 5000 トン以上の廃棄物を処理し, 長期安定燃焼できることを実証した。1998 年 7 月には厚生省の外郭団体である(財)廃棄物研究財団から技術評価書を取得し本格的な営業活動を開始した。

2000 年 5 月に岐阜県各務原市から初号機(処理量 192t/d)を受注して以降, 福岡県甘木・朝倉, 大分県佐伯, 岩手県盛岡・紫波, 北海道日高中部, 広島県福山, 茨城県笠間の計 7 物件を受注した。

本節では, 技術の特長と主な実証結果について説明する。

2.2 技術の特長と実証試験設備概要

2.2.1 特長と炉構造

本技術は, 製鉄で培われた高炉の溶融技術とごみ焼却で実績のある流動床燃焼技術を組み合わせ発展させた新しい燃焼技術である。

本炉は次の特長を持つ²⁾。

(1) 幅広い廃棄物に対して安定した処理が可能

補助熱源としてコークスを使用するので, 処理対象物の灰分割合や発熱量に左右されることなく, 幅広い種類の廃棄物に対し安定したガス化溶融処理の運転ができる。

(2) 処理時の環境負荷の最小化

溶融炉での高温還元燃焼と二次燃焼炉での高温酸化燃焼という 2 段階制御によって, ダイオキシン類の発生が抑制できる。また調整剤としての石灰石の効果により, 排ガス中の HCl 濃度も低い。

(3) 廃棄物の減容化と処理コストの最小化

廃棄物中の不燃分は高品質なスラグとして利材化でき, 最終処分は集じん灰のみで大幅な減容化が達成できる。また低空気比燃焼により発電効率も高い。

Fig.1 には, 高温ガス化直接溶融炉の構造を示す。下層部の高温燃焼溶融帯では, 主羽口から送風される酸素富化空気によって高温燃焼が行われ, その熱で廃棄物中の不燃分が溶融される。その上層部の流動層帯では, 副羽口からの送風と高温燃焼溶融部からの燃焼ガスによって 650~750 程度に維持され, 廃棄物の乾燥と熱分解が行われる。不燃分はコークスとともに下部の高温燃焼溶融部へ降り, 揮発分はガス化して上方へ行く。上方のフリーボード部では, 3 段羽口からの送風で 850 以上の高温還元雰囲気を維持して, 通過する生成ガス中のダイオキシン類発生の抑制やタール分の分解などのガス処理を行い, ハンドリング性の良いガスとして排気する。

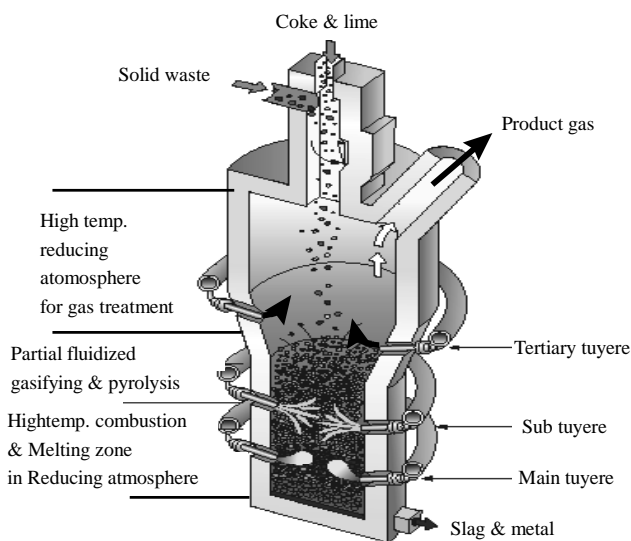


Fig.1 Schematic diagram of high-temperature gasifying and direct melting furnace

2.2.2 試験プラント概要と主な使用廃棄物の性状

鶴見事業所内環境 R&D センターに建設した処理量 24t/d の実炉規模のプラントの設備は, 廃棄物貯留ピット, 廃棄物と副資材の供給系, 高温ガス化直接溶融炉, 連続出滓装置, 二次燃焼炉, ボイラー, 減温塔, バグフィルター, 有害ガス除去設備で構成されている。

主に使用した廃棄物の工業分析結果を Table 1 に示す。低質ごみは, 標準ごみに野菜を混入して発熱量を下げたものである。埋立掘り起こしごみはプラ系であるが大半が土砂であ

る。なお、MWS は都市標準ごみ（以下、都市ごみと略記する）、MWL は都市低質ごみ、CSD はカーシュレッダーダスト、IA は焼却灰、LFW は埋立掘り起こしごみ（埋立ごみ）の略号である。

Table 1 Properties of wastes tested

Refuse		MWS	MWL	CSD	IA	LFW
Moisture	wet%	39.6	63.1	7.4	9.5	18.8
Ash	wet%	11.2	5.5	37.9	88.0	66.4
Combustibles	wet%	49.2	31.4	54.7	2.4	14.8
FC (Fixed Carbon)	wet%	6.8	4.5	5.5	0	0.7
FC/Ash	-	0.6	0.8	0.1	0	0.01
CaO/SiO ₂	-	0.3	0.3	0.5	0.3	0.1
Calorific value	kcal/kg	2200	1130	4300	0	970

上記の対象物を溶融処理する場合に溶融ゾーンにおいては、(1) 熱量的には廃棄物中の灰分と固定炭素の割合、(2) 生成するスラグの溶融性や流動性には灰分の塩基度（CaO/SiO₂）が重要である。表中の各処理対象物の固定炭素と灰分との重量比 FC/Ash の関係を見ると、都市ごみは FC/Ash が約 0.6 である。低質ごみは、標準ごみと比べて灰分が少なく、FC/Ash が大きいので、熱量的には処理しやすい特性がある。一方、CSD は、FC/Ash が小さく、溶融処理すべき不燃物が多いわりに溶融に寄与する熱量が少ないので、都市ごみに比べて多くの補助燃料を必要とすることになる。埋立ごみと焼却灰はさらに FC/Ash が小さく、より多くの補助燃料のコークスが必要となる。

また、表中の廃棄物の灰分の SiO₂、CaO の割合から求めた塩基度（CaO/SiO₂）は廃棄物の性状の違いによって 0.1 から 0.6 までばらついている。本方式では、石灰石を添加して塩基度を 1.0 程度にして、スラグの融点、粘性を調整することにより、出滓の安定化を図るとともに、利材化に有利な物理性状を造り出した。

2.2.3 試験条件

各種廃棄物の代表的な試験条件を Table 2 に示す。都市ごみについては、春夏秋冬のごみを処理したが、表中には秋ごみの試験条件を示す。

Table 2 Typical testing conditions

Refuse		MWS	MWL	CSD	IA	LFW
Treatment rate	kg/h	1114	1160	594	405	450
Coke ratio	kg/t	82	52	126	247	148
Lime ratio	kg/t	62	25	71	388	264
C/A	-	0.67	0.89	0.56	0.29	0.26
Flow rate from main tuyere	Nm ³ /h	356	468	280	400	391
O ₂ % of main tuyere flow	%	39	41	39.5	42	43

Coke ratio = [Coke feed rate(kg/h)]/[Refuse feed rate(t/h)]

Lime ratio = [Lime feed rate(kg/h)]/[Refuse feed rate(t/h)]

C/A = [coke rate]/[Ash rate in coke, lime & refuse]

前項 2.2.2 で述べたように、廃棄物中の固定炭素や灰分の量、塩基度が異なるので、処理対象物によってコークス使用量（廃棄物処理量 1 トンに対するコークスの供給量 kg）、石灰石使用量（廃棄物処理量 1 トンに対する石灰石の供給量 kg）や主羽口の酸素濃度を調整して炉内の安定燃焼を維持することにより、廃棄物中の不燃物の溶融と可燃物のガス化の連続的な安定操作を行った。

2.3 代表的な試験結果

2.3.1 燃焼状況

代表的な結果を Table 3 に示す。焼却灰や埋立ごみは廃棄物中の灰分量が多いが、生成するスラグの温度は、どの処理対象物でも、コークス使用量と酸素濃度の調節により 1450 ~ 1600 の範囲にある。スラグ化率については、どの廃棄物も 85% 以上あり不燃物がスラグとして溶けている。また発生ガス温度は、どの処理対象物についても 3 段羽口の送風量で 850 以上に調整されている。減容化率は、本技術によっていかに飛灰が少なくなり最終処分する容積を小さくしたかであり、都市ごみでは 1/200 以上と大きな値であり、最終処分場の負荷軽減に寄与するものと思われる。

Table 3 Typical results for various wastes tested

Refuse		MWS	MWL	CSD	IA	LFW
Temp. of molten slag		1513	1472	1599	1495	-
Slag & metal rate	kg/h	151	76	220	386	318
Gas temp. of freeboard		1055	868	1074	963	945
Slag ratio	-	88.1	88.2	85.8	85.5	86.1
Volume reduction ratio	1/x	228	283	51	20	-

Volume reduction ratio = [Fly ash volume]/[Refuse volume feeded]

Slag ratio = [Slag rate discharged] / [Ash rate feeded]

2.3.2 溶融スラグの性状

スラグの性状を Table 4 に示す。スラグを資源化する場合、重金属の溶出あるいは錆の発生などの観点から品質を評価する上で、スラグ中の金属成分濃度が重要な指標となる。

Table 4 Properties of product slag

Item		MWS	CSD	IA	LFW
SiO ₂	%	37.9	31.8	34.5	48.0
CaO	%	38.6	35.4	44.6	44.1
MgO	%	4.44	4.01	2.42	3.08
Al ₂ O ₃	%	15.5	24.6	20.4	18.1
Fe	%	0.13	0.21	0.32	1.13
Cu	%	0.02	0.05	0.05	0.04
Na	%	0.69	0.11	1.61	2.36
K	%	0.16	0.01	0.32	0.82
Pb	mg/kg	<10	<10	<10	<10
Zn	mg/kg	<10	16	13	<10
Mn	%	0.12	0.09	0.05	0.08
CaO/SiO ₂		1.02	1.11	1.29	0.92

コークスを用いた本技術は、炉内熔融場での還元力が強い
ため、Fe とスラグとの分離性が良く、重金属は酸化せずス
ラグ中に含まれない。またスラグからの溶出試験（環境報告
書 46 号）も実施し、廃棄物の種類に係わらず、すべての項
目に対して定量下限値未満であり、土壤環境基準を満たして
いることを確認した。本技術で回収されたスラグは高品質で
あり、再資源化材料として十分な性状を備えている。

2.3.3 生成ガスと燃焼ガスの性状

高温ガス化直接熔融炉から発生するガスと二次燃焼炉で
の燃焼ガスの組成を Table 5 に示す。処理条件は Table 2 の
値である。

生成ガスについて見ると、揮発分のある都市ごみ、CSD、
埋立ごみから生成する可燃性ガスの主要成分は CO と H₂ で
あり、発熱量は揮発分の多い CSD で 1100kcal/Nm³、揮発
分の少ない埋立ごみでは 251kcal/Nm³ と低い。揮発分のな
い焼却灰は、コークスが燃焼する際に発生するガスでフリー
ボード部温度を保っている程度で、熔融炉出口で可燃性ガス
は殆どない。二次燃焼炉出口の燃焼ガス性状について見ると、
CO 濃度は、どの処理対象物でも 10ppm 以下であり燃焼性
が良い。また NO_x 濃度は 100ppm 以下、SO_x 濃度は 10ppm
以下に抑えられており、HCl 濃度は、CSD の場合で 40ppm
以下、都市ごみで 30ppm 以下である。またダイオキシン類
の濃度は、煙突出口で都市ごみ処理時に 0.0058ng-TEQ/Nm³
を実測した。これらの結果は、本技術が、ガス化熔融炉内の
流動部やフリーボード部の温度を副羽口送風や 3 段羽口送
風によって独立に制御できることや、塩基度調整に添加した
石灰石の脱硫、脱塩作用によるものと思われる。

Table 5 Properties of product gas and combustion gas

		MWS	CSD	IA	LFW
Product gas in freeboard of gasifying & melting furnace					
CO	%	11.8	15.4	0	7.2
H ₂	%	5.2	10.6	0	1.3
CO ₂	%	18.4	13.7	17.7	24.9
Calorific Value	kcal/Nm ³	946	1100	23	251
Combustion gas in secondary-combustion furnace					
CO	ppm	9.4	5.5	2	8.0
NO _x	ppm	97.0	92	66.0	21.0
SO _x	ppm	6.0	0.7	<2	9.0
HCl	ppm	21.0	32.0	<1	10.0
Exhaust gas in stack					
DXN	ng-TEQ/Nm ³	0.0058	0.026		

3. 次世代型ストーカ炉の開発

3.1 開発の経緯

廃棄物焼却プロセスにおける環境負荷物質低減やエネルギー

の有効利用の観点から、低空気比燃焼、排ガス循環など
が注目されている。また、廃棄物の焼却に伴って排出される
灰の無害化や灰処理費用の低減が求められている。これらの
問題を解決するためには、本プロセス内での燃焼現象の本質
を解明するとともに、廃棄物の焼却や灰処理に特有の燃焼の
不安定性を排除するための新たな燃焼技術を開発する必要
がある。これらの要求に応え得るものとして、高温空気燃焼
技術の適用が考えられる。

本開発では、廃棄物の多様性・不均一性に起因する本質的
な燃焼技術の課題を、高温空気燃焼技術の適用により解決を
図り、廃棄物の焼却から灰処理まで一貫した高効率・環境負
荷低減型の廃棄物処理システムを開発することを目的とし
て、12t/d 規模の試験プラントを建設し、模擬熱分解ガス、
模擬ごみ、および実ごみを対象とした延べ 5000 時間以上の
系統的な燃焼試験を実施するとともに、これらの試験結果の
妥当性を確認するための数値計算を実施してきた³⁾⁻⁷⁾。

本節では、模擬ごみおよび実ごみを用いた場合の主な燃焼
試験結果について報告する。

3.2 次世代ストーカシステム

本システムの実用化構想図を Fig.2 に、高温空気ノズル近
傍での火炎形態の概念図を Fig.3 に、それぞれ示す。高温空
気への主な期待効果は、焼却炉内での燃焼の高度安定化によ
る空気比 1.3 レベルの低空気比燃焼の実現と環境負荷物質低
減の同時達成である。具体的には、焼却炉の両側壁から対向
させて高温空気・排ガス混合気を高速（数十 m/s 程度以上）
で吹き込むことにより、ごみ層直上付近の燃焼開始領域に安
定な高温場を形成させ、火炎のゆらぎや局所消炎を回避する
とともに、ごみ層を直火加熱することによりごみのガス化を
促進させることを狙っている。

また、焼却・灰処理一体化により、設備費の低減と省力化
を達成させるとともに、灰処理のための助燃費の大幅削減を
目指している。

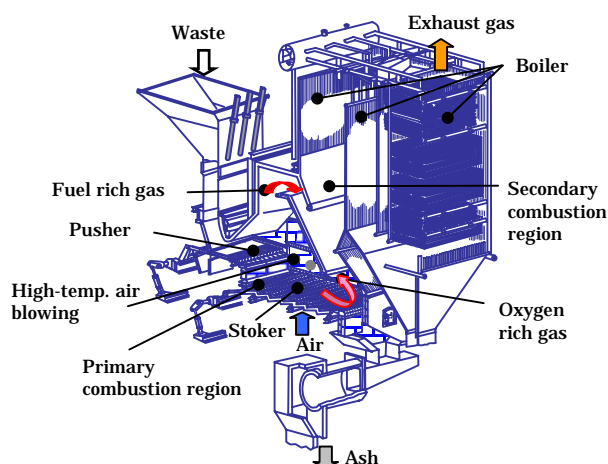


Fig.2 New type NKK two-way flue gas incinerator

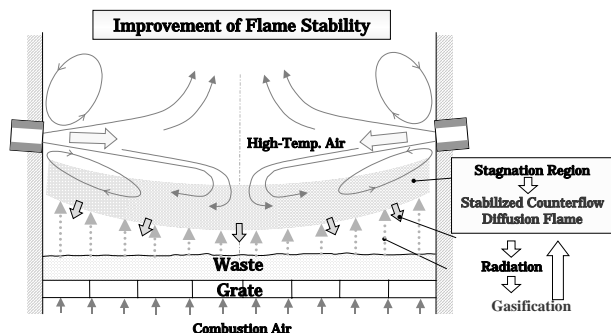


Fig.3 Flame stabilization image in the combustion beginning space

3.3 焼却試験結果

本開発では、高温空気・排ガス混合気の吹き込み効果ができる限り純粋に評価するため、実ごみによる燃焼試験に先立って、模擬ごみ（一般ごみから製造された RDF に水分を添加したもの）による系統的な燃焼試験を実施した。

従来型（空気比 =1.7, 高温空気吹き込みなし）と高温空気吹き込みありの場合（空気比 =1.3）について、炉出口温度と NOx 濃度との関係を比較した結果を、Fig.4 に示す。本図から明らかなように、高温空気を吹き込んだ場合の NOx 濃度の値は、従来型の場合の約 1/2, またはこれ以下の値となっている。この原因として、高温空気吹き込みによりごみ層直上での可燃性ガスの主成分が CO, H₂ となり、Fuel N 分の NOx への転換率が低く抑えられたこと、高温空気の攪拌効果により局所高温領域が消滅したことなどが考えられる。また、Table 6 に示すように、炉出口排ガス中のダイオキシン類の濃度についても、高温空気の吹き込みにより、その排出濃度が 50%程度以下に抑えられることがわかった。

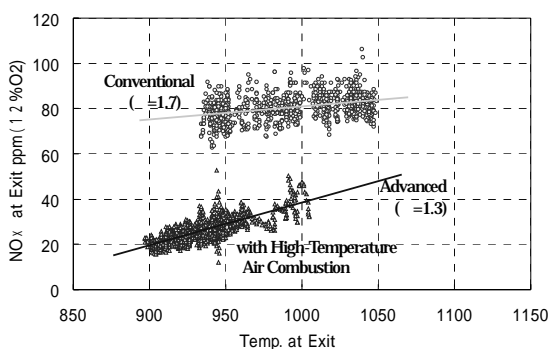


Fig.4 Effect of NOx reduction by mixing gas of high-temp. air and exhaust gas

Table 6 Dioxins concentrations at incinerator exit

	Conventional*	Advanced**
Air ratio, -	1.7	1.3
DXNs conc., ng-TEQ/Nm ³	0.59	0.29

* without high-temperature air

** with high-temperature air

3.4 焼却・灰処理一体化試験結果

本開発では、実ごみ（炉が小型のため、粗破碎を実施）による延べ 2000 時間の焼却・灰処理一体化試験を実施し、1200 ~ 1300 レベルでの灰の非熔融処理、さらには 1300 以上での灰熔融処理の実現性を確認するとともに、処理灰中のダイオキシン類の濃度を 0.0001ng/g（毒性等価濃度）以下に抑え得ることがわかった。

また、ごみ焼却主灰の処理に関して特に問題となっている処理灰中の鉛の挙動を調べた結果を、まとめて Fig.5 に示す。同図に示すように、本提案システムを用いた灰熔融処理（図中 印のデータ）により、鉛の土壤環境基準と含有基準（東京都の将来の目標値）とが同時に満足できることがわかった。なお、鉛以外の重金属類についても、同様の試験を実施し、土壤環境基準を満足することを確認した。

本技術開発の一部は、NEDO“高温空気燃焼制御技術研究開発プロジェクト”の一環として実施されたことを記し、ここに感謝の意を表す。

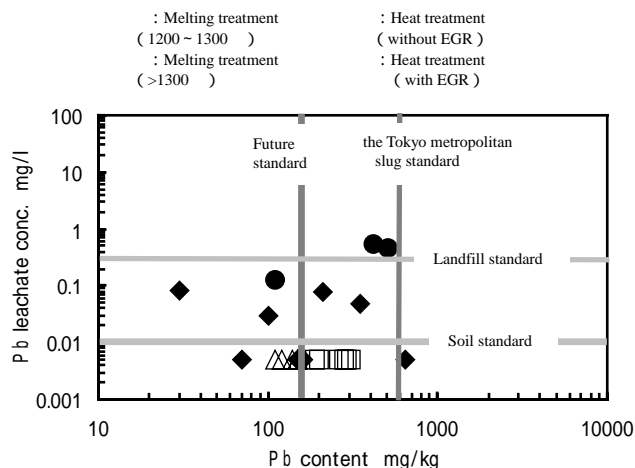


Fig.5 Relationship between Pb contents and Pb leachate concentrations

4. おわりに

以上、環境に優しい技術開発への取り組みについて、その歴史から現在の最新技術までを述べた。

廃棄物高温ガス化直接熔融炉は、減容化・無害化・エネルギー回収の三拍子揃えた資源循環型の技術である。その観点から、全国の自治体において急速に本技術を採用する動きが高まっており、2000 年度以降それまで主流であったストーカ式焼却炉の受注規模とほぼ同等までなっており、当社では既に全国で 7 つのガス化熔融炉方式の廃棄物処理設備を受注している。さらに、廃棄物のガス化に注目してガス利用型プロセスへの発展⁹⁾を推進中である。

一方、次世代ストーカ炉は、当社独自技術である高温空気・排ガス混合気吹き込みを組み込むことによって、最終目標である省エネ率 30%、炉出口 NOx 低減率 30%、および炉

出口ダイオキシン類濃度低減率 50%および灰の無害化を同時に達成した。本成果の実用規模実証試験を某自治体との共同研究の形で2002,2003年度に確証を行うための準備中である。現在,初号機受注に向けて,営業を展開中である。

2003年4月にはJFEエンジニアリング会社として,川鉄エンジニアリング部門との統合が行われる予定となっている。川鉄の保有する環境技術との統合・融合を早期に行い,今後も,環境分野の商品技術力をリードすべく,成長分野の新技术の創出に向け積極的に技術開発を推進する所存である。

参考文献

- 1) 吉田朋広ほか.“廃棄物のガス化溶融試験”. 第32回燃焼シンポジウム, 1994.
- 2) 松平恒夫ほか.“廃棄物高温ガス化直接溶融炉”. NKK 技報. No.164, 1998.
- 3) NEDO. 高温空気燃焼制御技術研究開発成果報告書. 平成13年3月.
- 4) NEDO. 高温空気燃焼制御技術研究開発成果報告書. 平成14年3月.
- 5) 鈴木ほか. 高温空気燃焼技術を応用したストーカ型廃棄物焼却プロセス. 高温空気燃焼技術フォーラム講演論文集, 2001.
- 6) 鈴木ほか. 新型ストーカ炉の開発. 都市清掃. 第55巻, 第247号, 2002.
- 7) 鈴木. 廃棄物高温空気燃焼に関する数値計算. 第12回廃棄物学会研究発表会前刷集, 2001.
- 8) 山川裕一ほか.“NKK 廃棄物ガス化溶融技術によるエネルギー回収システムの検討”. 100周年記念熱工学シンポジウム, 1997.