

## 高含水廃棄物から一般雑芥までクリーンに焼却

## NSC形複合焼却炉

## Composite Incinerator

## キーワード

(複合焼却炉)、焼却炉、ロータリー乾燥炉、高含水廃棄物、有機性余剰汚泥、一般雑芥、排熱有効利用、汚泥焼却、乾燥物のリサイクル、耐熱鑄鋼ブッシュ

技術開発部商品企画部

奥井宗義

産業装置部

木島一義

## 1. はじめに

1992年の廃棄物処理法の改正を始めとし、1996年の産業廃棄物の海洋投入処分の禁止、更に包装容器リサイクル法の制定など、法規制の強化が近年目まぐるしくおこなわれている。また事業所では環境管理規定ISO14000の取得を背景とした環境管理への活発な行動が見られるなど、廃棄物処理に対する関心は益々高まって来ている。このことは最終処分場の不足現象に見られるように、1970年代の公害防止型社会から地球環境保全型社会へ移行していることを示すものである。

このような社会的ニーズに対応し、今回NSC形複合焼却炉を開発したので、その概要を紹介する。複合焼却炉は燃えやすい紙屑、木屑などの一般雑芥と水分が多くて燃えにくい水処理汚泥や食品粕などの高含水廃棄物を同時に、効率良く焼却処理できる炉である。NSCシリーズとして処理能力別に5機種を揃え、幅広いニーズに対応出来る商品とした。

## 2. 開発のねらい

## 2.1 廃棄物処理の現状

事業所を対象にした廃棄物処理に関する独自調査では、燃えやすい紙屑、木屑、廃プラスチックなどの一般雑芥を自社処理する事業所の比率は58%もあり、その多くは固定床式小形焼却炉で焼却処分している。一方、水分が多くて燃えにくい汚泥を出す水処理装置の所有率は、67%に達しているにもかかわらず、汚泥の自社処理は皆無である。その多くは中間処理業者に処理を委託しており、業種別では食品、繊維、機械金属、自動車、製紙の業種が占めている。

固定床式小形焼却炉で水分含有率が65%以上の高含水廃棄物を処理した場合、乾燥の為に燃料と処理時間がかかり、作業性も悪く燃え残りも発生する。また回転式焼却炉(ロータリーキルン)は良く知られているが、乾燥の為に燃料費がかかること、及び設備費が高いなどの理由から、中間処理業者に処理を依存しているのが実状である。

しかしながら今後は前項で記述したように法規制の影響もあり、汚泥の自社処理は必要になるとの見方が多い。特に食品加工粕は現在は海洋投入処分の禁止からは除外されているが、3~5年後には全面禁止になると予測される。表1に燃えやすい一般雑芥と、水分が多くて燃えにくい汚泥などの高含水廃棄物の性状を示す。

## 2.2 開発の概要

一般雑芥を処理する小形焼却炉は、熱エネルギーとして有効な燃焼排ガスを直に煙突より大気中に放出している。一方高含水物を処理するロータリー式焼却炉は乾燥の為にかなりの燃料を必要とする。

今回の開発は廃熱利用のニーズに基づき、固定床式焼却炉(以後焼却炉という)の燃焼排ガスを、ロータリー乾燥炉の乾燥熱に利用するという基本概念を持った焼却炉とし

表1 一般雑芥と高含水廃棄物の性状

区分	内容	性状		
		灰分(%)	水分(%)	発熱量(kcal/kg)
一般雑芥	紙屑、木屑、布屑、(廃プラ、ゴムくず10%以下)の高可燃性廃棄物の混合物	5-10	10-15	3,500-5,000
高含水廃棄物	排水処理有機汚泥、食品加工粕、ペント芝、動物汚物、厨芥(生ごみ)	2-18	65-92	0-1,500

た。複合焼却炉とは、この二方式の炉を組み合わせた機能を持つ。図1に開発炉のプロセス概念図を、表2に市場のニーズ、課題、具体的開発目標、効果をまとめた。

## 2.3 開発の問題点に対する対応

焼却炉とロータリー乾燥炉を単にドッキングした場合の予想される問題点とNSC形複合焼却炉への対処を表3にまとめた。

乾燥された処理物はロータリー乾燥炉出口より連続的に焼却炉内に排出される。この処理物が焼却炉内の一カ所に堆積することは、やがては処理物の連続投入を不可能とする。この対策として、焼却炉内の処理物に移動作用を与える必要があることより、自社製品の耐熱鋳鋼を使用したプッシャーを設けた。この結果、処理物に移動と攪拌効果を

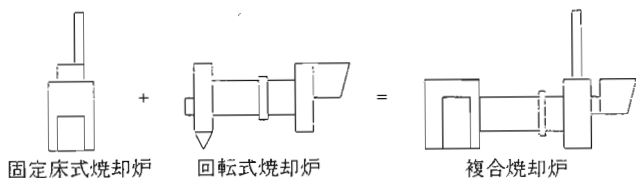


図1 開発炉のプロセス概念図

表2 開発のねらい

1) 市場ニーズ	1. 法規制による事業所責任への強化 1) 廃棄物の減量、リサイクル、焼却の検討 2) ISO 14000 (環境管理システム) の取得 3) 環境にやさしい企業イメージ創り 2. 廃棄物処理の現状 1) 最終処分場の減少と費用の高騰化 2) サーマルリサイクルへの模索	3) 1. 固定炉と回転炉のドッキング 2. バッチ炉と連続炉の安定燃焼 3. 炉内処理物の移動と攪拌方法 4. シンプルな外観 5. シリーズ化
2) 課題	1. リサイクル対応 2. 処理物の絞り込みと炉の形式 3. 設備の低コスト	4) 1. 燃焼排ガスの有効利用 2. 乾燥物のリサイクル 3. 低コスト 4. 無公害炉

表3 予想される問題点への対処

問題点	現象	複合焼却炉での対処
乾燥炉で乾燥された処理物が焼却炉内に堆積する	高含水物の連続投入不可	焼却炉内にプッシャー取付
焼却炉内の雑芥と汚泥の混合処理物が移動しない	燃え残り発生	炉床の段差とプッシャーで処理物に攪拌作用与える
焼却炉内の燃焼炎のロータリー乾燥炉への進行	乾燥状態が不安定	ロータリー乾燥炉と焼却炉を煙道で接続
急激燃焼による炉圧の上昇	煙の吹き出し煙、臭いの発生	・ドラフトファンの付属 ・経路圧力損失低下の設計 ・燃焼空気量の定時制御 ・集塵機能の付属

もたらし、加えて灰の取り出しも容易になった。

また焼却炉内の燃焼に伴う炎は炉内雰囲気温度より高いことは良く知られている。この炎のロータリー乾燥炉への直接の進入はロータリー乾燥炉にとって大切な制御帯の位置を狂わせ安定燃焼に悪影響を及ぼす。炎の影響を少なくする為に、焼却炉とロータリー乾燥炉は煙道とスクリュウコンベアを介して接続した。この乾燥物を搬送するスクリュウコンベアは、乾燥物を焼却せずに乾燥物のまま有効利用したいというニーズにも対応する事ができる。

## 3. NSC形複合焼却炉概略

### 3.1 概要

今回開発したNSC形複合焼却炉は焼却炉とロータリー乾燥炉を組み合わせ、燃えやすい紙屑、木屑、廃プラスチックなどの一般雑芥と、燃えにくい汚泥、食品粕などの高含水廃棄物を同時に焼却処理することができる。図2に炉の外観、図3に燃焼フロー、表4に処理対象物、表5に主仕様を示す。

燃えやすい一般雑芥は焼却炉へ手動投入し、付属の着火バーナで一般雑芥へ着火させる。着火後は燃焼ブローアから送られる燃焼エアで効率よく燃焼させる。一方高含水物の汚泥などはロータリー乾燥炉の投入機のスクリュウコンベアにより乾燥炉内へ自動定量投入される。焼却炉の燃焼排ガスは回転しているロータリー乾燥炉に乾燥熱として充分寄与し、二次燃焼室では排ガス中の未燃物と臭いが熱分解される。更に排ガス中の煤塵はサイクロン集塵機により除去され、クリーンな排ガスとして煙突より排出する。一方ロータリー乾燥炉から焼却炉内に搬出された乾燥物は、

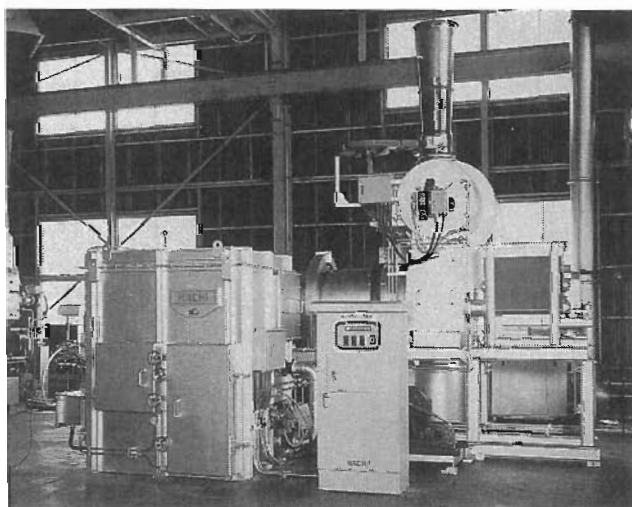


図2 炉の外観

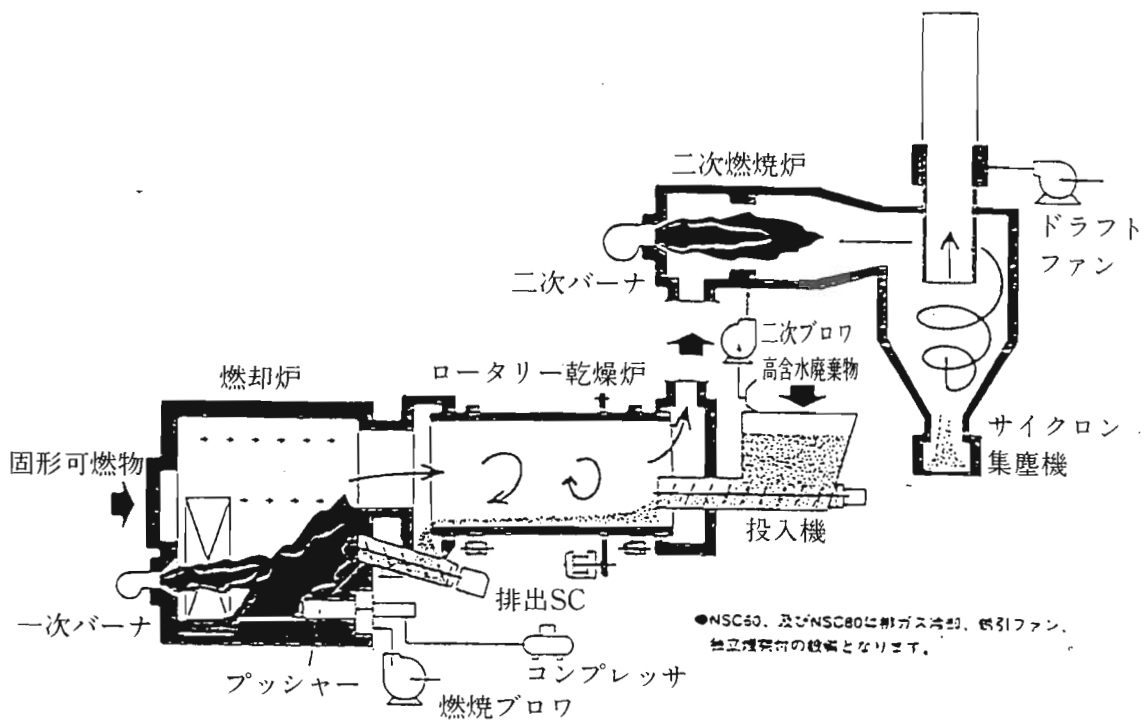


図3 燃焼フロー

表4 処理対象物

固形可燃物	一般雑芥（紙屑，木屑，廃プラ，ゴム屑，布屑） 動植物残さ
高含水廃棄物	排水処理有機汚泥，スラッジ，食品残さ，食品加工粕， 染色汚泥，塗装かす，畜産及び実験動物汚物， ゴルフ場ペント芝，水溶性研削粉

表5 仕様

形 式	NSC20	NSC30	NSC40	NSC60	NSC80
処理能力 (kg/h)	120	190	300	400	600
固形可燃物	60	95	150	200	300
+ 高含水廃棄物	60	95	150	200	300
焼却炉内容積 (m <sup>3</sup> )	1.8	2.8	4.2	5.6	8.3
乾燥炉内容積 (m <sup>3</sup> )	0.7	1.0	1.8	2.7	4.9
着火バーナ能力 (L/h)	18	18	25	30	30
二次バーナ能力 (L/h)	25	40	60	80	120

一般雑芥と共に燃焼し，付属プッシャーの動きにより，順次灰出し口の近くに集積される。従って灰の取り出し作業も容易になった。

なお燃焼排ガスの誘引はNSC-40形迄がドラフトファン方式，NSC-60形以上は誘引ファン方式とした。

### 3.2 燃焼試験

燃焼効果を確認の為，今回実証機としてNSC-30形（処理能力：一般雑芥95kg/h，高含水廃棄物95kg/h，計190kg/h）を製作した。燃焼試験の処理物として一般雑芥では紙屑・木屑を焼却炉に，また高含水廃棄物では食品工場排水処理装置から排出される有機性余剰汚泥をロータリー乾燥炉にそれぞれ投入し，燃焼試験を繰り返した。表6に焼却処理物の性状を示す。また燃焼中の炉内温度を表7に示す。

排ガス温度で言えることは，ロータリー乾燥炉の排ガス入口温度に比較して排ガス出口温度が300℃余り低下していることより，ロータリー乾燥炉外周面からの放散熱を考慮しても，焼却炉の燃焼排ガスが汚泥の乾燥に寄与していることが伺える。

運転開始から約1時間は炉が冷えている為，この間，焼却炉の燃焼排ガスは乾燥炉の蓄熱にも使われ，計画に対して乾燥に寄与する熱量が少なくなることも確認できた。このことは1日の稼働時間が長いほど燃焼効率が良くなることを意味している。

焼却炉内に取り付けられたプッシャーの動きは炉床に設けた階段との相乗効果で焼却物の移動と攪拌効果を伴い，燃焼性を向上させた。

燃焼試験結果を表8に示す。燃料(灯油)の使用量は殆ど二次燃焼室にて使用された量であり、汚泥のロータリー式焼却炉と使用燃料を計算値ではあるが比較した場合、複合焼却炉では約30%の燃料が節約されたことになる。焼却能力は汚泥の含水率に左右される事は言うまでもなく設計含水率80%に対して実際の含水率91%の影響が時間当たりの焼却量に現れている。

排ガス煤塵濃度は排出規制値以下であり、臭いも出なかった。ロータリー乾燥炉の投入部では処理前の汚泥の臭いをするものの、フードを二次ブローの吸引側に接続し、臭いを二次燃焼室で燃焼させる事で周囲に対する臭気の問題は解消できた。

表6 燃焼試験の処理物性状

区分	内容	性状		
		灰分(%)	水分(%)	発熱量(kcal/kg)
高含水廃棄物	食品排水処理有機汚泥	2	91	380
一般雑芥	木屑, 紙屑	5	12	4,000

表7 燃焼中の炉内温度

項目	測定値(°C)	計画値(°C)
焼却炉内温度	760~890	750
ロータリー乾燥炉排ガス入口温度	730~860	700
// 出口温度	430~530	480
二次燃焼炉内温度	750~800	750

表8 燃焼試験結果

項目	測定値	NSC-30計画値
時間当たりの焼却量 (kg/h)	180*1	190*2
時間当たりの燃料使用量(灯油) (L/h)	30	32
焼却減費化率 (%)	96.2	93
排ガス煤塵濃度 (g/Nm <sup>3</sup> )	0.05	0.4

\*1. 水分91% \*2. 水分80%

### 3.3 特長

#### (1) 廃熱の有効利用

焼却炉とロータリー乾燥炉の組み合わせにより焼却炉の廃熱を有効に利用し、高含水廃棄物の乾燥、焼却が出来、乾燥炉での補助燃料が節減できる。

#### (2) リサイクル適合炉

乾燥された高含水廃棄物は、排出スクリュウコンベアから乾燥物として取り出すことが出来る。乾燥物のリサイクルが可能な設備となっている。

#### (3) 燃焼性と灰だし作業の向上

焼却炉床には自社製耐熱鋳鋼を使用したプッシャーを設け、焼却処理物の移動と攪拌効果を促進し、燃焼性を高めた。また焼却灰は灰出し口付近に集約され、灰の掻き出し作業が大幅に向上した。

#### (4) 優れた耐久性

炉壁のキャストブルライニングにより、高い耐熱性と優れた耐久性を備えている。

#### (5) 二次公害のないクリーン焼却

二次燃焼とサイクロン集塵機を装備し、煙も臭いもほとんど出さない焼却炉である。

#### (6) 豊富なオプション

ユーザのニーズに対応出来るように下記のオプションを用意した。

- ①雑芥を焼却炉に自動供給出来る「雑芥自動投入機」
- ②高含水物を投入機に供給できる「リフト形汚泥供給機」
- ③ロータリー乾燥炉内で付着する性状の汚泥には「汚泥付着防止装置」
- ④廃熱を利用して温水を得る「温水回収設備」
- ⑤湿式集塵機及び乾式集塵機等の「排ガス処理装置」
- ⑥冷却水の有効利用に「冷却水循環再利用装置」

## 4. おわりに

今回開発したNSC形複合焼却炉は5機種をシリーズ化した。NSC-40形も今春より自動車部品メーカーで稼働しており、ここでは一般雑芥、水処理汚泥の焼却処理の他に、特殊鋼の水溶性研削粉を乾燥し、乾燥研削粉は有価物として再利用されている。まさに複合焼却炉の特長を充分活かした使用方法と言える。

今回の開発で得られた技術を水平展開し、焼却システムの品質向上に今後役立てていきたい。また実証機NSC-30形は社内に設置しており、ユーザの廃棄物の乾燥・燃焼試験や品質の改善に活かしていきたい。