

41. 建設廃棄物の低公害減容システム

日本国土開発㈱：*水野征四郎，森本 秀敏
小幡 博志

1. はじめに

近年、ゴミ処分場の絶対的不足をはじめ、土壌汚染・大気汚染・悪臭等、ゴミに起因する多くの問題が社会的にクローズアップされている。

このような状況下、建設の分野においても工事に伴って発生する廃棄物の処分に様々な問題を抱えている。特に現場周辺地域への公害防止や処分費用の急騰などに緊急な対応が迫られてきている。

筆者等はこれらに対処する手段の一つとして、廃棄物の容積を減じさせるいわゆる「減容化」を、発生箇所の現場で実施可能とするシステムの開発を行っている。このシステムは特に都市部の建設現場を対象にし、省スペース・無公害・低コストを目標に、現在実大規模の試作機によって性能確認試験を行っている段階である。本報文ではシステムの概要および、試験結果の一部について述べる。

2. 建設発生廃棄物の「減容化」について

産業廃棄物の処分は、排出企業の責任が強化されつつあることなどから、適正処理の出来る業者に委託して行われる方向に移行しており、処分費も年々増加する傾向にある。このためゴミの処分量を減らすことが重要な課題となってきている。

「減容化」はこのような背景から生まれた造語であり、圧縮・破碎・焼却・溶解などの方法でゴミの容積を減らすことの総称になっている。

この「減容化」については建設業も例外ではなく、ビル建築において躯体工事以後、完成に至るまでに発生する廃棄物は建築床面積1㎡当たり50kgと言われており、総床面積3000㎡～4000㎡の中規模マンションでは150t～200tの発生量となる。また、作業従事者が100名を越すような大規模工事では、弁当殻などの一般ゴミだけでも膨大な量になり、これらが建設混合廃棄物として委託処分されている。このため「減容化」等による処分費の低減が強く要望されて来ている。

しかし都市部の建築現場での「減容化」は、スペース上の問題・公害問題・コストなどからこれまで実施は困難とされ、紙屑の焼却程度にとどまっているのが現状である。

「減容化」の対象となる建設廃棄物は概ね以下のようである。

- * 梱包材 ビニール・発泡スチロール・紙・ダンボール等。
- * 建設廃材 コンクリート殻・材木片・樹脂タイル・新建材・プラスチック
- * 一般ゴミ 弁当殻・ペットボトル・飲料パック・紙・ビニール・缶類

3. 減容システムの概要

現在開発を行っているシステムは、工事によって発生した廃棄物をその場で減容しようとするもので、焼却による減容率1/200～1/300、破碎による減容率1/20～1/40を目標としている。減容後の焼却灰には、

無害化処理を施し、有価物として埋め立て等に使用可能とする。また、焼却中に発生する煤煙を捕捉し、焼却灰と同様に無害化処理する。

減容システムのフローを以下に示す。

粉碎 → 焼却 → 煤煙除去 → 無害化処理 → 再利用（埋め立て・造成）

減容システムの構成は以下に大別される。

- | | | |
|-----------------|-------|-----------------------------|
| ① 破碎装置 | ————— | チェン回転式破碎装置 |
| ② 焼却炉 | ————— | 燃焼室1.5m ³ 級既存焼却炉 |
| ③ 煤煙捕捉装置 | ————— | ウォータージェット式煤煙除去装置 |
| ④ スラッジ（煙成分）沈殿槽 | ——— | 多段ウォール沈降式沈殿槽 |
| ⑤ 有害物質不溶出処理システム | ——— | ガラス化処理 |

図-1 に減容システムの構成を示す。

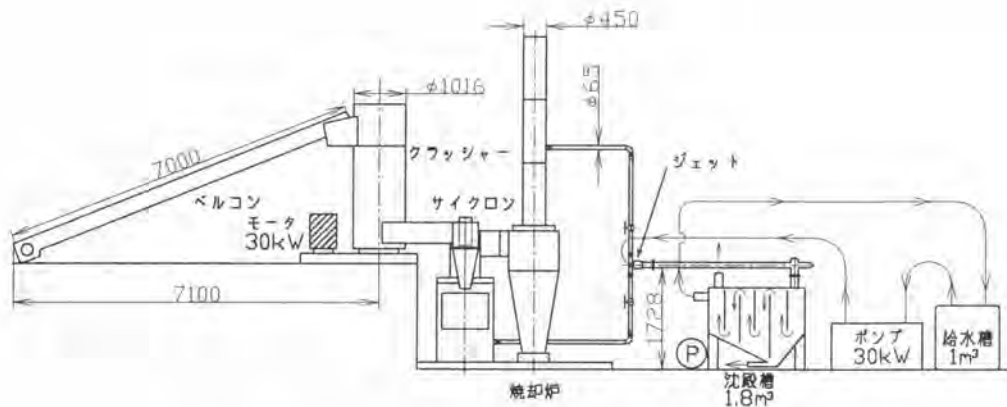


図-1 減容システムの構成

3-1. 破碎装置 写真-1

破碎機は、多種多様な形状・材質の廃棄物に対して、比較的適応範囲の広いと考えられる衝撃式で、いわゆるインパクトクラッシャーに属する形式の粉碎機である。

破碎機の構造は、上下に軸受けを持った垂直の回転軸の周囲に、チェンを放射状に数段取り付け、回転軸の回転による遠心力によってチェンを水平に回転させる。回転軸はプーリー・ベルトを介してモーターで駆動される。この回転するチェンの周囲は鋼製の外筒で囲い破碎室を形成している。この破碎室の底部には回転軸にインペラが組み込まれており、インペラの横位置にあたる筒側面の一部には、開口部が開けられている。

上部から投入された廃棄物は高速回転（1000～1500rpm）するチェーンを通過する毎に叩かれて、破碎・破断されながら重力落下し、インペラによって開口部から放出される。

3-2. 焼却炉

焼却炉は既存のもので、空気ブローを備えた燃焼室 1.5m³級の簡易型のもの。

3-3. 煤煙捕捉装置

新材等の燃焼によって発生する煤煙は、ウォータージェットを用いた特殊装置で捕捉し沈殿槽に貯留する。

・煤煙を捕捉する原理

パワーチューブと外筒で構成するジェット噴射装置は一端が高压水噴射部、他の一端が貯留槽に接続した長尺の円筒状で、その噴射管の横腹部と焼却炉の煙突を煙吸入管で接続する。この構造で水槽に向かって複数のノズルから100～200kgf/m²の高压水を噴射すると噴射装置内が負圧になり、吸入管を通じて焼却炉の煤煙が吸引される。焼却炉から吸引された煤煙は、噴射管に入って高压ジェットの水滴で隙なく叩かれる。この掃射によって、通常水をはじく撥水性の強い煤煙中の煤・飛灰のほか煙中の微粒子などが、水に親和・吸着され沈殿槽に落とされ沈降する。

この結果、沈殿槽からは白色の蒸気が排出される。



写真-1 破碎装置



写真-2 煤煙捕捉装置と蒸気の排出状況

3-4. スラッジ（煙成分）沈殿槽 図-2

沈殿槽は槽内を数段の隔壁で仕切り、遅い流速で降下と上昇を繰り返す流路を形成したもので、これによって粒子の沈降を促進する強制沈降・沈殿槽であり、水底に沈降したスラッジは傾斜式底板の最深

部に集積する。流末から出る余剰処理水はフィルターを通過させた後、ジェットに再利用する。

3-5. 有害物質不溶出処理システム

捕捉したスラッジおよび焼却後に残る灰は、そのままでは有害であり、公害防止上無害化する必要がある。このため、これらをセラミックス化して重金属など有害物質の漏出を防止するシステムを開発した。

このシステムは、上記スラッジおよび焼却灰に、リキッドセラミックスと称する無機物高分子材料の水溶液を添加して有害成分を吸着させ、その後、900度焼成してセラミックス化するもので、灰の粒子の周りをほうろう状の皮膜で覆い、フリット状にセラミックス化するので、灰に含まれている重金属などが再溶出することがなくなる。

・リキッドセラミックスの添加方法

リキッドセラミックスの添加には、煤煙捕捉システムの高圧ジェット噴射を利用しており、高圧ジェットに使用する水にリキッドセラミックスを一定の割合で混合することで、高性能に分散・添加され、強い吸着力によって臭気も捕捉される。

・焼却灰の処理 図-3

炉底のロストルの下に滞積する焼却灰の排出は、煤煙捕捉装置の吸引システムを使って吸引し沈殿槽に投入する。構造は、吸入管の一端が炉底の灰溜まりに接続され、他端が高圧ジェット噴射管に接続されており、バルブの切替で煤煙あるいは焼却灰のいずれかを選択して吸引出来る。通常、焼却開始前に灰を吸引・清掃後バルブを切替え、焼却を始める。焼却灰も煤煙と同様、リキッドセラミックス水溶液のジェット掃射により水に親和・吸着されるので、水槽で容易に沈降する。

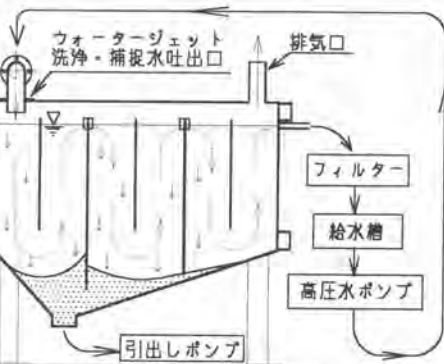


図-2 沈殿槽

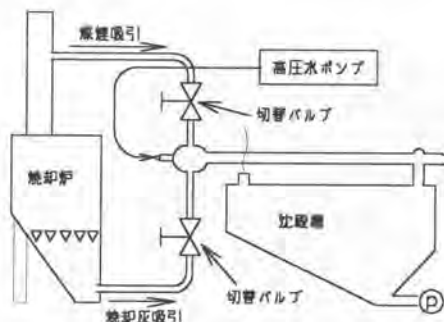


図-3 焼却灰の処理

3-6. 加熱炉

加熱炉は、熱源に石油バーナーを用いたロータリーキルン式のものでガラス化に必要な900°が得られる。水槽に沈殿したスラッジおよび灰は、スネークポンプによって吸引した後、水分吸着材および助燃材を添加・混合して加熱炉で焼成し、セラミックス化処理を行う。

4. 実験結果

4-1. 破砕機

回転数・チェーン線径・チェーン本数、および破砕物の種類・大きさなど、実験のパラメータが非常に多

いが、現在までに確認された結果は以下のようである。

- * 500rpm付近では破碎不良で大径のものが多くなり、回転が高くなるほど細粒化するが、排出に時間が掛かる。効率的には1000rpm付近が良好である。
- * コンクリートテストピース・φ40mm玉石等、硬質で靱性のないものは瞬時に破碎され、10mm以下の砂状に粉碎する。 写真-3
- * 減容率は破碎物によって異なるが、目標の1/20~1/40を達成している。
- * 三寸角の木材・硬質塩ビパイプなども細かく破碎される。
- * 電話帳は長辺100mm以下の皺の多い大量の紙片に破断されるが、回転数が高いと内部に滞留し排出に時間が掛かる。燃焼は良好で時間も短い。
- * ゴムホースなど強靱で長いものは破断出来ず、共回りして排出されない。
- * 鉄片など、破碎困難なものが投入された場合にも、チェンが屈曲して衝撃を緩衝するので特別な緩衝装置は必要ない。

4-2. 煤煙捕捉システム

- * ジェットの吸引によって焼却炉内にも外気が流入するので、ブロワの効果が得られ良く燃焼する。
- * ジェット圧力は200kg/cm²付近が最適であり、それ以上高くすると燃焼中のガスまで吸引してしまうので未燃焼のダストが水に溶けきらず黄味色がかかった排気になる。
- * 燃焼が悪い場合（詰め込み過ぎなどで酸素不足の場合）にも未燃焼のダストが水に溶けきらず黄味色がかかった排気になる。
- * リキッドセラミックスを添加しない場合、捕捉したスラッジだけでなく周辺一帯に臭気が広がるが、添加後は排気を直接嗅いでも臭いはない。



写真-3 沈殿槽に捕捉したスラッジ

- * 煤煙量の測定結果（環境計量士に委託）を、表-1および図-4に示す。

表-1 煤煙量等測定結果

煤煙除去後（除去前）

煤煙発生施設の種別		焼 却 炉	
測定年月日（時刻）		1996.12.25（10:20~12:39）	
測	湿り排ガス流量	m ³ N/h	150（除去前 270）
	乾き排ガス流量	m ³ N/h	140（除去前 240）
	排ガス温度	℃	40（除去前 638）
定	湿排ガス中の水分量	%	7.5（除去前 10.4）
	乾排ガス中のO ₂ 濃度	%	5.1（除去前 9.4）
結	ダスト濃度	g/m ³ N	1.4444（除去前 28.659）
	同上O ₂ 12%換算値	g/m ³ N	*****
	ダスト量	g/h	202.2（除去前 6876.2）
果	集塵効率	%	97

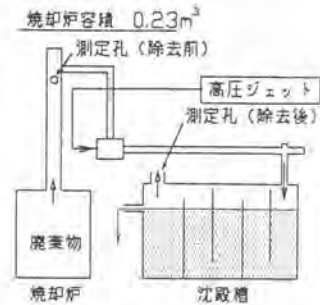


図-4 測定点

4-3. 無害化处理システム

* リキッドセラミックス処理した焼却灰の分析結果を以下に示す。

表-2 LC処理溶出試験分析結果 mg/l

試料名	成分	mg/l		
		鉛 pd	ヒ素 As	セレン Se
廃棄物焼却灰				
リキッドセラミックス	10%	0.016	<0.001	<0.001
リキッドセラミックス	15%	0.009	<0.001	<0.001
リキッドセラミックス	20%	0.004	<0.001	<0.001
汚泥焼却灰				
リキッドセラミックス	10%	0.007	0.007	<0.001
リキッドセラミックス	15%	0.002	0.005	<0.001
リキッドセラミックス	20%	0.005	0.005	<0.001
土壌環境基準		0.01mg/l	0.01mg/l	0.01mg/l

- * 水溶液に灰を親和・吸着させるためのジェット圧力は、煤煙の捕捉と同様200kg/cm²が最適である。
- * 乾燥した灰を吸い取る吸入管は3インチ以下では閉塞が多い。
- * 減容率は、既存の焼却炉でも目標の1/200~1/300を達成している。
- * 灰に含まれる金属片は、吸引管・引き出し管等の閉塞防止上、事前に除去する必要がある。

おわりに

この減容システムは既存の焼却炉を使った低温処理設備であるが、煤煙・灰を捕捉・集塵して有害成分を不溶出化出来る見通しを得た。

現在、低温処理にはダイオキシンの発生・重金属の残存の問題があり、それらをクリアする高温処理は設備費が巨額であるうえ、新たに重金属残存飛灰が問題になっている。今後はこれらの問題解消にも貢献していきたいと考えている。

以上