



Title	し尿汚泥の炭化処理に関する検討
Author(s)	馬場, 淳一; 藤田, 雅人
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 廃棄物・汚泥処理 . 6-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 286-289
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7188
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-6-6_p286-289.pdf



6-6

し尿汚泥の炭化処理に関する検討

○馬場淳一、藤田雅人（株式会社タクマ）

1. はじめに

近年、資源循環型社会の構築が叫ばれ、その具体的な推進策が望まれている。有機性汚泥に関しても、汚泥再生処理センターや下水道法の見直し（下水道管理者による、汚泥有効利用策定の義務化）に代表されるように、汚泥を資源化することが環境行政において必須条件となりつつある。このような状況の中、汚泥再生処理センターにおいてはこれまで、メタン発酵によるエネルギーとしての利用および堆肥化による緑農地利用が対象とされてきたが、汚泥資源化を一層促進するために、炭化処理等新たな処理方法も対象に含まれつつある。

炭化処理とは、無酸素もしくは低濃度酸素下で汚泥を加熱して「蒸し焼き」にする操作のことで、加熱することで最初に水分や吸着ガスを放出し、続いて汚泥が熱分解されてガス（乾留ガス）が放出され、固定炭素を主体とした炭化汚泥が生成される。

乾留ガスは炭化水素等の燃料成分を含み、適切に燃焼させることで脱臭・無害化される。また炭化汚泥は黒色・無臭の粒状固形物で、下記のようなメリットを有している。

- ① 臭気が極めて少なく、腐敗せず衛生的である
- ② 水分量が少なく、長期間の保存が可能になる
- ③ 減容化が図れ、輸送費、処分費が安価になる
- ④ 有効利用用途が多い

本実験ではこのように様々な利点を持つ炭化処理について、し尿処理施設脱水汚泥を対象として2ヶ月間の実証実験を行ったのでここにその結果を報告する。

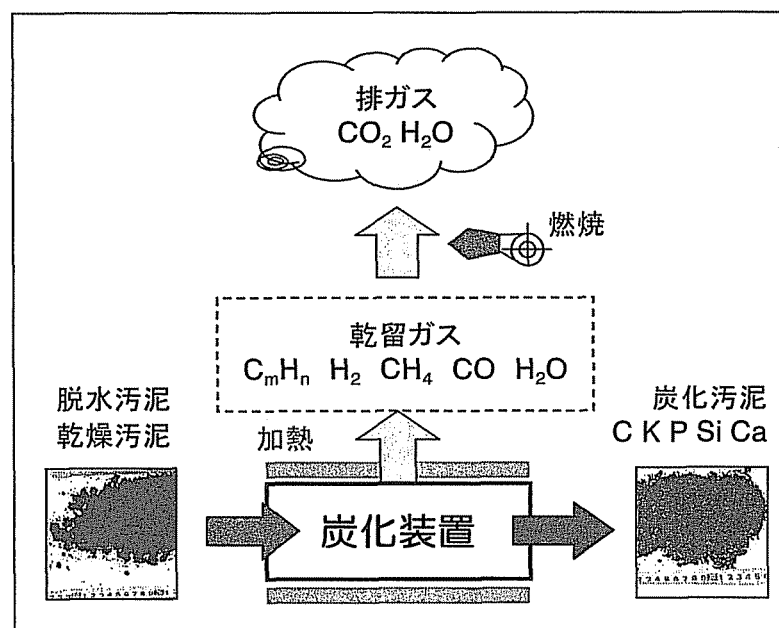


図-1 炭化処理概念図

2. 炭化装置概要

本実験では、炭化装置に外熱式ロータリーキルン型炭化炉を用いた。その概略図を図-2に示す。

原料となる脱水汚泥は投入機からスクリーフィーダにてキルンに送り込まれる。キルンは内筒と外筒の二重構造となっていて、内筒は緩速回転する。汚泥は内筒内を回転しながら出口側に運ばれ、その間に外筒から熱を受けて熱分解が進み、炭化物となって出口から排出される。

熱分解の際に発生する乾留ガスは、押込ブロワを経て熱風炉に導かれる。熱風炉では必要に応じて重油やLPG等での助燃を行い、乾留ガスを完全燃焼・完全脱臭する。熱風炉での燃焼排ガスはキルン外筒に送られ、内筒壁面から汚泥を間接加熱して排出される。このように燃焼排ガスを汚泥加熱に用いることで、省エネルギーを図っている。

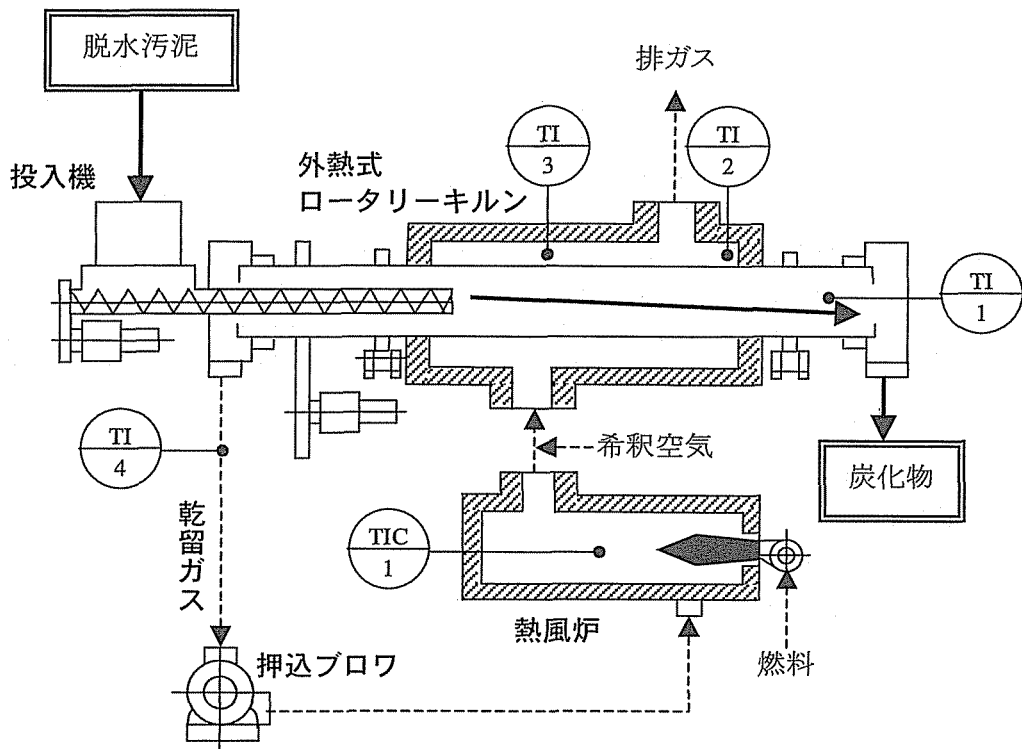


図-2 炭化装置概略フロー

3. 実験概要

本実験に用いた炭化装置の主な仕様を表-2に示す。実験は2001年3月～5月の期間、し尿処理場内に炭化装置を設置して行った。なお炭化装置はバッチ運転とし、毎日立ち上げ・立ち下げを行った。

炭化処理の原料には、高負荷膜分離脱窒素方式し尿処理場から発生する余剰汚泥をホッパより切り出して用いた。この処理場では硫酸バンド+高分子凝集剤の2液調質後、フィルタープ

表-2 炭化装置主仕様

項目	仕様
キルン内筒	φ 300×3,000 mm
炉設置スペース	約 2 m×約 4 m
脱水汚泥処理量	20 kg/時
助燃燃料	LPG
電動機出力	1.75 kW
キルン傾斜	ジャッキにより可変

レス脱水機によって含水率 75～80%程度まで脱水していた。また、一部の実験では、脱水汚泥を加温して含水率 40%程度に乾燥した後に炭化処理を行った。

4. 実験結果

1)汚泥性状

表-3 に、脱水汚泥および炭化汚泥の成分分析結果を示す。脱水汚泥は熱分解によって揮発分の多くが乾留ガスとして揮発し、炭化汚泥は灰分と固定炭素を主体としている。

この分析より、炭化汚泥中にダイオキシン類は殆ど存在しないことが確認された。また炭化汚泥は 13,000 kJ/kg-dry 程度の熱量を持つため、燃料としてのエネルギー利用も十分可能性がある。ただし比表面積等の吸着材的性質については、活性炭ほどの性状は得られなかった。

図-3 に脱水汚泥直接処理での炭化汚泥の粒子径を示す。粒径 1～5 mm の範囲が全体の 7 割程度を占め、微細な粉じんは殆ど出ていない。このことから、本装置で生成される炭化汚泥は顆粒状で取扱いやすいことがわかる。

2)溶出試験

表-4 に炭化汚泥の溶出試験結果を示すが、各項目とも土壤環境基準を満足している。また炭化汚泥はかさ比重が小さく、透水性や通気性も良好とみられるため、土壤改良材としての有効利用が期待される。

表-3 汚泥成分分析結果

項目	単位	脱水汚泥	炭化汚泥
含水率	%	78.4	<0.1
揮発分	%-dry	65.0	12.1
灰分	%-dry	21.0	53.8
固定炭素	%-dry	14.0	34.0
かさ比重	-	0.62	0.38
C	%-dry	37.7	34.2
H	%-dry	5.8	1.8
O	%-dry	20.6	6.2
N	%-dry	6.0	3.9
T-S	%-dry	1.1	0.6
燃焼性 S	%-dry	0.95	0.19
T-Cl	%-dry	0.16	0.11
燃焼性 Cl	%-dry	0.16	0.11
P	%-dry	2.5	6.9
pH	-	-	8.9
高位発熱量	kJ/kg-dry	17,700	12,800
低位発熱量	kJ/kg-dry	17,390	12,700
比表面積	m ² /g	-	12.9
細孔容積	mL/g	-	0.065
MB 吸着量	mL/g	-	4.4
DXN 類	ng-TEQ/g	-	0.000057

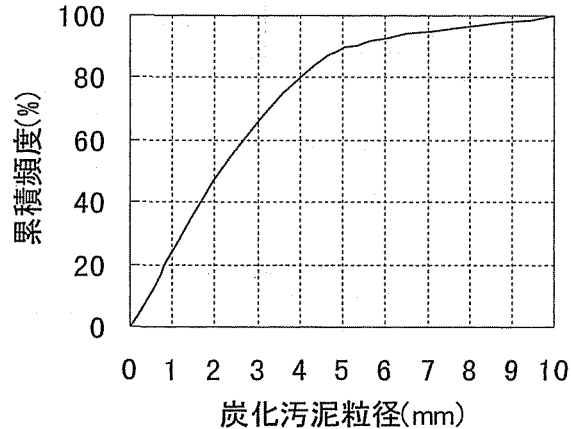


図-3 炭化汚泥の粒子径

表-4 炭化汚泥溶出試験結果

項目	単位	測定値	土壤環境基準*
鉛	mg/L	0.005	<0.01
カドミウム	mg/L	<0.001	<0.01
総水銀	mg/L	<0.0001	<0.0005
砒素	mg/L	0.009	<0.01
セレン	mg/L	0.004	<0.01
六価クロム	mg/L	<0.01	<0.05
全シアン	mg/L	ND	ND

* 平成3年 環境庁告示第46号に基づく

3)排ガス性状

表-5 にキルン加熱後の排ガスの分析結果を示す。炭化炉内は無酸素もしくは低酸素状態であるため、乾留ガス中には一酸化炭素やシアン、アンモニア等が多く含まれるが、熱風炉で完全燃焼させることで各項目とも十分に低下していることがわかる。

表-5 排ガス分析結果

項目	単位	測定値	備考
水分	%-wet	18.8	
ばいじん	g/m ³ N	0.006	O ₂ 12%換算
一酸化炭素	v/v ppm	<5	O ₂ 12%換算
窒素酸化物	v/v ppm	58	O ₂ 12%換算
硫黄酸化物	v/v ppm	320	
塩化水素	mg/m ³ N	33	O ₂ 12%換算
シアン	v/v ppm	<0.1	
DXN 類	ng-TEQ/m ³ N	0.017	O ₂ 12%換算

4)運転条件

炭化が進むと汚泥中の揮発分が減少することから、炭化の指標として汚泥中の揮発分を測定して運転条件検討の参考にした。

図-4 に炭化処理温度と炭化汚泥揮発分の関係を、また図-5 にキルン内滞留時間と揮発分の関係をそれぞれ示す。図-4 より、処理温度を上げていくことで揮発分が低下し炭化が進むことがわかる。燃料費との関係にもよるが、概ね 360℃以上の処理温度を確保することで良好な炭化汚泥が得られるとみられる。また図-5 より、滞留時間を短くすると揮発分が炭化汚泥中に残留してしまう結果となった。適正な滞留時間は 60 分程度とみられるが、脱水汚泥直接投入でも滞留時間を若干長くすることで、乾燥汚泥処理と同等の結果を得ることができた。

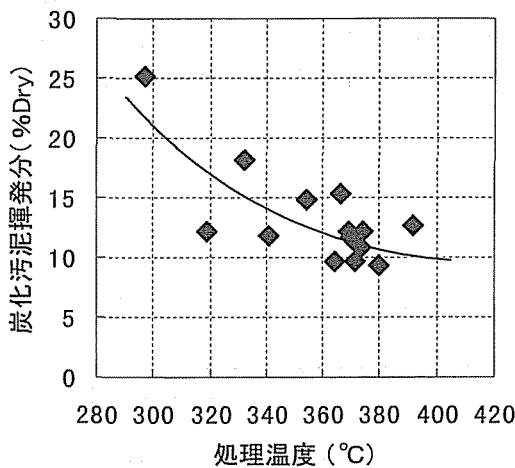


図-4 処理温度と揮発分の関係

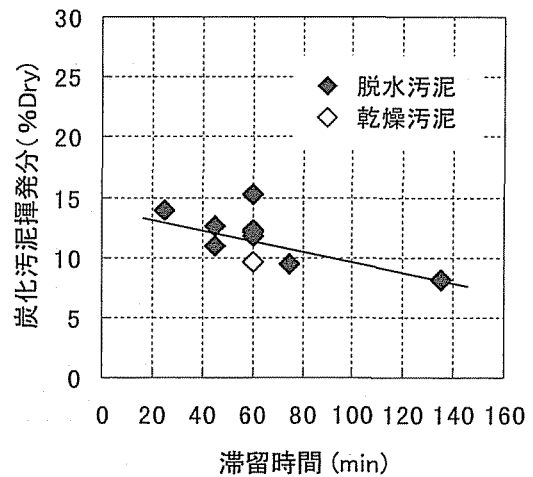


図-5 滞留時間と揮発分の関係

5. まとめ

今回の実験では、外熱式ロータリーキルンによる脱水汚泥の直接炭化によって、扱いやすく種々の有効利用が可能とみられる炭化汚泥を生産することに成功した。今後は下水汚泥等他の有機性汚泥に対する適用性を確認し、さらに有効利用用途の開発や炭化処理自体の高効率化を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 照沼誠：炭化汚泥の有効利用、再生と利用、Vol.21、No.78、pp.50～56 (1998)