

# 下水汚泥の減量化と有効利用

## ～下水汚泥炭化処理技術～

共同研究者：三重県

### 1. はじめに

三重県における下水道普及率は平成11年度末で23%である。しかし流域下水道4処理区が供用を開始し、その普及率は急速に伸びている。普及率の増加に伴い下水道施設から発生する汚泥は、平成12年度には脱水汚泥ベースで約29,000t-wet/年に達し、一部有効利用が図られているものの、埋立処分が大半となっている。

汚泥の発生量は今後ますます増加することが予想され、本技術適用対象となっている雲出川左岸浄化センターでは、平成24年度には20t-wet/日の脱水汚泥が発生するものと推定されている。また処分場の残余年数の減少・委託処分費の増加・廃掃法等の規制強化など、汚泥処分への対応が今後難しくなっていくことが予想されるため、汚泥の減量化・有効利用体制の確立が急務となっている。

一方、下水汚泥の炭化処理は、焼却処理や熔融処理に比較して一般的に設備が安価であり、

排ガス発生量も少なく、かつ生成物の有効利用用途先が広範囲であることから、各方面にて注目されている。

### 2. 技術の概要

本技術は、下水処理場の脱水汚泥を一連の装置内で効率よく「乾燥・炭化・賦活」させるものであり、汚泥の減量化と多目的有効利用を図るものである。

下水汚泥炭化処理技術とは、脱水汚泥または乾燥汚泥を無酸素または低酸素状態で加熱し、汚泥中の有機物を熱分解し、ガスとして揮散させ、炭素分と無機分からなる炭化汚泥を生成するものである(図-1)。生成される炭化物は多孔質で比表面積が大きく吸着性能がある。

本研究においては、汚泥処理設備としての性能、生成された活性炭化物の性状、脱臭用及び脱水助剤用としての有効利用の可能性を調査対象としている。

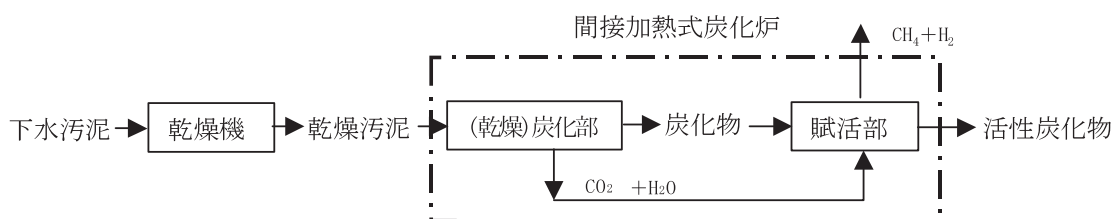


図-1 活性炭化物の製造プロセス

### 3. 研究結果

#### (1) 基礎データの収集

##### 1) パラメータ試験による炭化物条件の確立

炭化炉の運転パラメータである、炭化温度、処理量、炉内滞留時間を変動させ、炭化物が有効利用に応じた性状を有するように運転条件を調査した。

その結果、炭化物の製造における最適な条件は、炭化炉下部温度950℃、処理量40kg/h、滞留時間15minであった。

##### 2) 炭化物性状分析結果

###### ①炭化物含有成分

最適条件の炭化物の組成について測定した結果を表-1に示す。

###### ②溶出試験結果

炭化汚泥は、土壤汚染の指標に用いられている「土壤汚染に係わる環境基準」のいずれの項目においても基準値以下であった。

###### ③物熱収支

炭化物製造条件から得られた条件で実機設計に反映させるための物熱収支は表-2のようになった。

また、解砕機熱容量係数は以下のようになった。  
解砕機熱容量係数：12,406kJ/m<sup>3</sup>h℃（循環汚泥比30（DSベース））

##### 3) 排ガス、排水分析結果

炭化炉煙突の排ガスに関しては、測定項目すべて基準値以下であり、また、排水中のSS負荷量も低く、環境に影響を与えるものはなかった。

##### 4) 炭化設備と焼却設備のコスト比較

施設規模5t-wet/日で炭化設備と焼却設備のコスト比較を行うと建設費、維持管理費ともに炭化設備の方が安価であった。

#### (2) 設備設計諸元

設備設計諸元を以下に示す。

- ①乾燥設備：気流乾燥機（乾燥汚泥含水率20wt%前後）  
解砕機熱容量係数12,406kJ/m<sup>3</sup>h℃  
[循環汚泥比30（DSベース）]  
解砕機入口温度 250℃  
乾燥排ガス 120℃

表-1 炭化物成分分析結果（最適条件による炭化物）

項目	単位 (DS当たり)	測定値	参考基準値※	有機分 (強熱減量)比
炭素	wt%	36.79		92.0%
水素	wt%	0.31		0.78%
酸素	wt%	0.97*		2.43%
窒素	wt%	1.7		4.25%
亜鉛	wt%	0.16		
銅	wt%	0.05		
ニッケル	wt%	0.02	<0.03	
クロム	wt%	<0.01	<0.05	
T-S	wt%	0.23		0.58%
T-C1	wt%	0.11		
ヒ素	wt%	<0.001	<0.005	
カドミウム	wt%	<0.0005	<0.0005	

\* 計算値

※ 肥料取締法にある規制値を準用

表-2 物熱収支結果

パラメータ	単位	条件①
炭化炉下部温度	℃	950
処理量	kg/h	40
滞留時間	min	15
測定項目		
脱水汚泥 流量	kg/h	150
水分	Wt%	77
温度	℃	10
乾燥汚泥 水分	Wt%	20
温度	℃	70
発熱量	kJ/kg	17,752
強熱減量	%-DB	83.0
炭化物 水分	%	0.0
発熱量	kJ/kg	14,570
強熱減量	%-DB	40.0
灯油 流量	ℓ/h	6
乾燥用熱風 温度	℃	350
解砕機入口 温度	℃	210
乾燥排ガス 温度	℃	120
煙突排ガス 温度	℃	250
洗浄水 流量	m <sup>3</sup> /h	3.6
温度	℃	13
排水 SS	mg/ℓ	53

乾燥汚泥温度 70℃

##### ②炭化設備：外熱式スクリュウ炭化炉

炭化炉下部温度 950℃

炭化炉出口温度 650℃

燃焼空気比 1.3

##### (3) 有効利用の可能性の調査

###### ①脱臭剤としての利用

脱臭剤としての炭化物はアンモニア（アルカリ性ガス）、硫化水素（酸性ガス）に対しては市販活性炭と同等以上の能力を有しているという実験結果を得た。（図-2, 3）

しかしながら、酸性ガス、アルカリ性ガス用

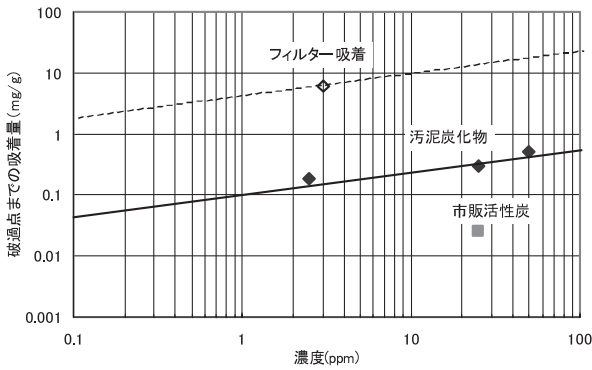


図-2 アンモニア吸着量

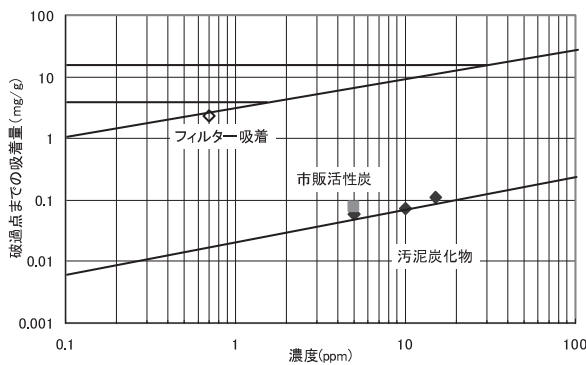


図-3 硫化水素吸着量

表-3 処理コスト比較 (処理規模 5t/日)

	陸上埋め立て 処分 (現状)	汚泥活性炭化 (本システム)
t当たり処理 概算額 (円/t)	35,950	約 30,650~ 38,340
備考	H13 年度予定額	

の添着炭と比較すると吸着能力は極端に低く、充填塔の吸着剤としては炭化物にさらに添着する等の処理が必要であるため、代用は困難であると考え、バグフィルター脱臭装置として使用する場合を検討し、良好な結果を得た。

②脱水助剤としての利用

脱水助剤としての効果は、汚泥含水率や臭気の低減で確認されたものの、対象浄化センターのように汚泥の脱水性が良好な場合には、実脱水汚泥量ベースでの処分量減少効果及び、高分子凝集剤の使用量低減効果は少なかった。また、効果的な添加率は、脱水時に汚泥総量が増大しない15% (DS比) 程度と考えられる。

4. まとめ

(1) 汚泥処理設備としての性能

①汚泥の減量化

目標の脱水汚泥に対して、10%以下 (実績6.5%) であった。

②運転の安全性

本システムは全自動運転が可能で連続運転の安全性は良好である。

③維持管理

日常点検、整備が容易に行え、整備の運転について特別な技能を必要としない。

④設備の安全性及び環境対策

設備の破損につながるトラブルは事前に検知し、安全に設備停止が行われる。周囲の環境に影響を与える可能性がある項目は関連法規を遵守できる。

⑤維持管理費

建設費、維持管理費ともに、焼却処理に比べて安価であった。

(2) 炭化物の性状

炭化物中の炭素の割合は約37%であり、比表面積は開発目標値をクリアし、200m<sup>2</sup>/g-炭素以上であった。溶出試験において測定項目すべて基準値以下であった。

(3) 炭化物の有効利用

①脱臭剤としての利用

アンモニア (アルカリ性ガス)、硫化水素 (酸性ガス) に対しては市販活性炭と同等以上の能力を有しているものの添着炭と比較すると吸着能力は極端に低いという実験結果を得た。バグフィルター脱臭装置として使用する場合において、良好な結果を得た。

②脱水助剤としての利用

脱水助剤として汚泥含水率及び臭気の低減効果は確認したが、対象浄化センターでの汚泥脱水性が良好のため、効果は少なかった。

(4) 事業効果

現状の陸上埋立処分と汚泥活性炭化システムによる処理コストの比較 (処理規模 5t/日) を表-3 に示す。本システムは、現状の汚泥処分費相当と考えられ、実施可能な技術と評価できる。