

高温固定床式メタン発酵による廃水処理汚泥の減量化

鹿島建設(株) 正会員 ○小川浩司 多田羅昌浩 柴田晴佳 菅野一敏

1. はじめに

食品製造工場などでは、有機系の廃水処理により汚泥が大量に発生し、その処分費や処分先の確保が重要な課題となっている。これに対し、有機物分解性能に優れた高温固定床式メタン発酵により、残存する未分解有機物を処理でき、汚泥の大幅な減量化が図れると考え、メタン発酵特性を確認した。また、水熱処理により更に分解率の向上が期待されると考え、水熱処理を施した汚泥も同様にメタン発酵試験を実施し、比較を行った。

2. 実験

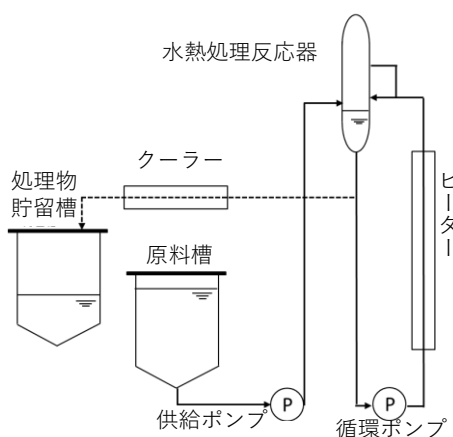
2.1 実験方法

(1) 水熱処理

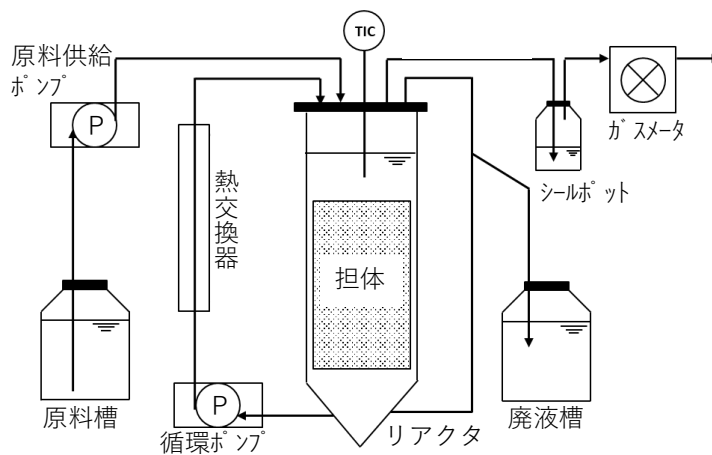
小型水熱処理装置（図－1、反応器 7L）にて、未処理汚泥（含水率 91.5%）の適切な可溶化条件を検討した。すなわち汚泥を温度 140、160℃、180℃、処理時間 15、30、60 分間で処理をし、処理汚泥の性状として①Soluble COD_{cr}(S-COD_{cr})/Total COD_{cr}(T-COD_{cr})比、②Total BOD(T-BOD)/T-COD_{cr}比を確認した。①は可溶性の COD 比より可溶化状況を、②は BOD 比より生物処理のし易さを示し、共に数値が高いとメタン発酵に有利である。

(2) メタン発酵試験

55℃に維持された高温固定床式連続メタン発酵処理装置（図－2、有効容積 14L）を用いて、未処理汚泥と水熱処理汚泥のメタン発酵連続試験を実施した。メタン発酵の処理性能として、水理学的滞留時間（HRT）、ガス発生量、T-COD_{cr} および SS 除去率および汚泥減量化率を確認した。



図－1 小型水熱処理装置模式図



図－2 高温固定床式連続メタン発酵処理装置模式図

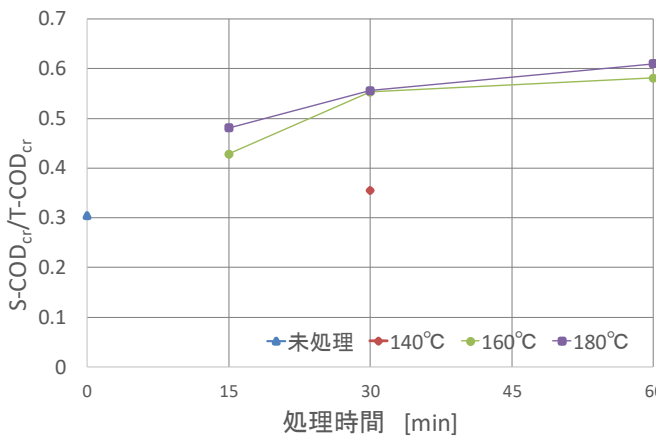
2.2 実験結果

(1) 水熱処理

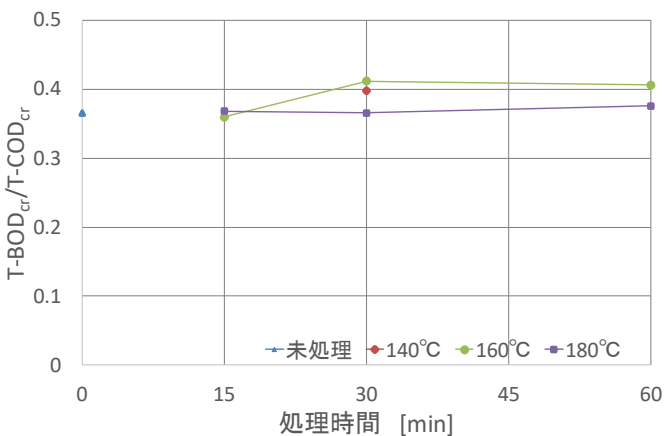
水熱処理試験の結果を図－3、図－4 に示す。原料量の都合から、140℃条件は 30 分の結果のみである。図－3 より、未処理汚泥の S-COD_{cr}/T-COD_{cr} 比が 0.3 の数値に対して、水熱処理汚泥は 0.35～0.61 と可溶化が進んでいる。160℃と 180℃では大きな差が見られない一方で、140℃は 0.35 程度と著しく数値が低かった。また 60 分処理で約 0.6 となるのに対し、30 分処理で約 0.56 と 9 割以上に可溶化が進んでいる。一方、図－4 より、未処理汚泥の T-BOD/T-COD_{cr} 比が 0.37 の数値に対して水熱処理汚泥は 0.36～0.41 と、処理温度や時間を変更しても生物処理のし易さは大きく変わらない結果となった。以上の結果より、水熱処理に投入する熱量も考慮し、可溶化が十分進む 160℃30 分の処理が最も効率的であると判断し、試験の水熱処理条件とした。

キーワード：廃水処理汚泥、高温固定床式メタン発酵、減量化、バイオガス

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11 鹿島建設(株)環境本部水資源環境Gr TEL03-5544-0742



図－3 処理時間と温度別 S-COD_{cr}/T-COD_{cr} 比



図－4 処理時間と温度別 T-BOD/T-COD_{cr} 比

(2) メタン発酵試験

未処理汚泥と 160℃30 分で水熱処理した汚泥を用いてメタン発酵連続試験をした。その結果（表－1）、両汚泥とも HRT が 5 日未満では発酵の安定性を示す VFA/TAK の値が高く、HRT6 日程度が安定した運転条件であった。またメタン発酵の処理性能として、原料 1 トン当たりのバイオガス発生量、T-COD_{cr} と SS の除去率といずれも水熱処理汚泥が未処理汚泥より向上していることが確認できた。また、メタン発酵処理前の汚泥（以下、元汚泥とする）からの減量化は、脱水汚泥の状態と比較した。これは、廃水汚泥が一般的に脱水汚泥として処分されるためである。発酵廃液の脱水汚泥含水率は、遠心脱水機の室内実験より測定した。その結果、元汚泥の脱水汚泥は含水率 80%であるのに対し、未処理汚泥の発酵廃液は変わらず含水率 80%、水熱処理汚泥は 73%となった。以上の結果と SS 除去率から発酵処理後の脱水汚泥量を算出し、元汚泥からの減量率を試算した結果、未処理汚泥で 34%、水熱処理汚泥で 56%を得た。

表－1 メタン発酵試験結果

	HRT	ガス発生量	VFA/TAK	T-COD _{cr}	SS	除去率		発酵液脱水後含水率*1	元汚泥からの減量化率*2
						T-COD _{cr}	SS		
	day	m3/ton waste	-	mg/L	mg/L	%	%	%	%
未処理汚泥	6.27	12.0	0.06	17,800	20,400	35.7	34.1	80	34
	4.92	9.0	0.17	16,650	19,600	34.4	31.0	80	31
水熱処理汚泥	5.88	13.0	0.13	14,500	12,950	45.7	40.0	73	56
	4.78	10.6	0.25	14,050	12,500	47.6	40.8	73	56

*1：2液質（高分子凝集剤＋ポリ鉄）で遠心脱水をし、*2：元汚泥の脱水後含水率を80%、処理後の脱水汚泥含水率を記載数値とし

3. まとめ

廃水処理汚泥を高温固定床式メタン発酵処理することで、通常は産業廃棄物として処分されている脱水汚泥を最大 50%程度減量化できることが示された。また、汚泥の水熱処理によりバイオガスの回収量増加、脱水汚泥の減量化に効果があることが分かった。これにより最終処分となる脱水汚泥の減量ができ、副次的にバイオガスも回収できるなど、廃水処理を有する工場の環境負荷を削減できることが見込まれる。

実際の導入にあたっては、経済性も重要となる。バイオガスエネルギーの有効活用や脱水汚泥の減少による費用の削減と、メタン発酵処理設備や水熱処理設備の設置および運転費用を比較し、環境負荷の削減と合わせた総合的な判断が求められることとなる。

今後は、高温固定床式メタン発酵設備の導入を検討する工場で発生するその他の有機系副産物と廃水処理汚泥の混合処理なども検討を進める。

参考文献

1) 多田羅他, 水熱処理とメタン発酵を組み合わせた下水汚泥の減量化技術, 鹿島技術研究所年報第 59 号, 2011