

〈研究発表〉

消化槽温度1℃アップの効果

木村 茂雄¹⁾, 上原 健志²⁾, 根本 武³⁾

¹⁾ 東京都下水道サービス(株) 森ヶ崎事業所 所長
(〒143-0004 大田区昭和島2-5-1 E-mail: shigeo-kimura@tgs-sw.co.jp)

²⁾ 東京都下水道サービス(株) 森ヶ崎事業所 副所長
(〒143-0004 大田区昭和島2-5-1 E-mail: kenji-uehara@tgs-sw.co.jp)

³⁾ 東京都下水道サービス(株) 森ヶ崎事業所 主任
(〒143-0004 大田区昭和島2-5-1 E-mail: take-nemoto@tgs-sw.co.jp)

概要

東京都下水道サービス(株) 森ヶ崎事業所では、消化槽温度を50℃で管理していた。この温度は、高温消化の最低温度である。これは、消化槽の加温に使用した温水を消化ガス発電設備の冷却用に使用しており、あまり高くできないことによる。今回、消化槽温度を試験的に51℃へ1℃上げた結果、冷却システムへの悪影響もみられなかったことから、その後も継続して1℃上げた運転を行っている。本調査は、消化槽温度の1℃アップによる消化槽再立上げ日数の短縮、消化ガス発電設備が必要とする消化ガス量の安定的確保等、その効果を分析・整理したものである。

キーワード：消化槽、高温消化、51℃、消化槽再立上げ、消化ガス発生量

1. はじめに

1.1 背景

東京都下水道サービス(株) 森ヶ崎事業所は、東京都下水道局 森ヶ崎水再生センター内の汚泥処理施設において、包括的な運転管理・保安全管理を受託している。

消化槽は高温消化で運転しているが、これまでは、高温消化の最低温度である50℃で管理していた。

これは、消化槽の加温に使用した温水を消化ガス発電設備の冷却用に再使用しており、あまり高くできないことによる。そのため、消化槽は、少しの温度低下でも消化ガス発生量の減少等につながっていた。

1.2 目的

本調査は、消化槽温度の1℃アップによる消化槽再立上げ日数の短縮、消化ガス発電設備が必要とする消化ガス量の安定的確保等、その効果を整理・分析したものである。

2. 森ヶ崎水再生センターの汚泥処理の現状

2.1 汚泥処理フロー

森ヶ崎水再生センターでは、水処理で発生する汚泥の40%程度を消化槽へ投入し、60%程度は東京都下水道局 南部スラッジプラントへ圧送している。

東系水処理施設で発生する生汚泥は重力濃縮槽で、余剰汚泥は遠心濃縮機で濃縮後、消化槽へ投入してい

る。西系水処理施設で発生する生汚泥、余剰汚泥は、全量南部スラッジプラントへ圧送し、脱水、焼却処理している。

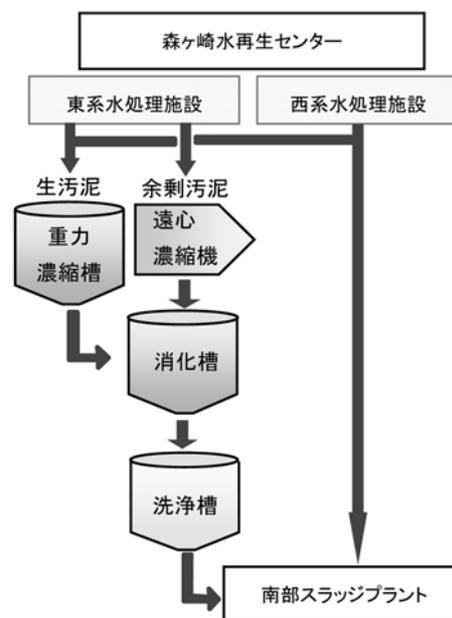


Fig. 1 sludge treatment flow

2.2 消化汚泥フロー

森ヶ崎水再生センターの消化槽は、円筒形で12,000 m³の容量のものが4槽(1~4号)あり、1~3号は一次消化槽、4号は二次消化槽として運用している。

消化槽への汚泥投入は、「投入開始→投入終了→次

の槽への投入開始」までの一連のサイクル時間を設定して間欠的に行っている。

消化槽内では、汚泥中の有機物が嫌気性菌の働きによって消化分解が進み、消化日数20日間程度で、約40,000 m³_N/d、メタン濃度57%程度の消化ガスが発生している。

発生した消化ガスは、ガス抽出ブロワで抽出し、脱硫器で硫化水素を除去した後、消化ガス配管にて消化ガス発電設備へ供給している。

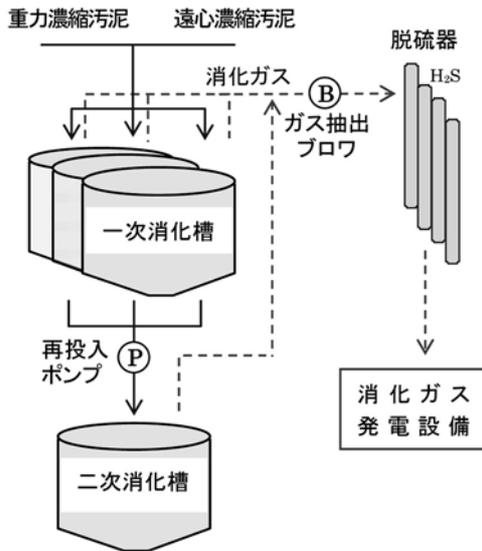


Fig. 2 digestive sludge flow

2.3 温水フロー

消化槽の加温は、発電用ガスエンジンに付随する排ガス温水器、消化ガス温水器、灯油温水器及び南部スラッジプラントの焼却炉（新2号炉）から発生する廃熱を利用した廃熱交換器で作られる温水により行っている。

消化ガス発電設備から温水配管により80℃程度で供給される温水は、消化槽建屋内にある二重管式の熱交換器で、消化槽と熱交換器の間に汚泥循環ポンプに

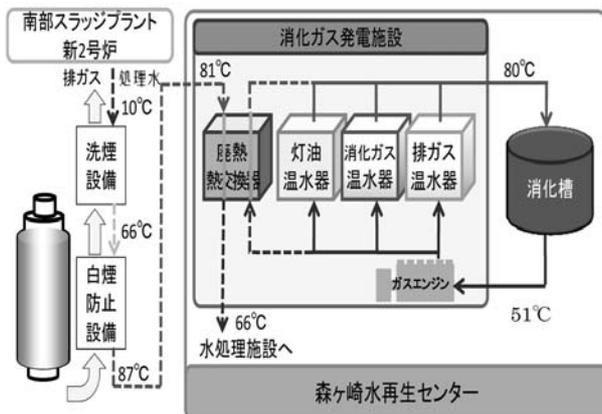


Fig. 3 warm water flow

より循環している汚泥と熱交換している。熱交換器で暖められた汚泥は、消化槽内を循環して、目標とする温度に加温している。

3. 維持管理上の課題

3.1 消化槽の管理温度

消化槽を高温消化で運転する場合、一般的に温度を55℃程度で管理している事例が多い。

当事業所でも55℃で管理していたが、平成16年の消化ガス発電事業の稼働開始に伴い、管理温度を高温消化の最低温度となる50℃に下げた。

これは、消化槽の加温に使用した温水をガスエンジンの潤滑油冷却用に再使用するにあたり、必要な冷却性能を確保するためであった。

これにより、消化槽の運転等について、以下の課題が生じていた。

(1) 長期間を要する消化槽の再立上げ

例年、数週間かけて実施される消化ガス発電設備の定期点検等では、消化ガスの発生を抑制するため、消化槽を一定期間停止する必要がある。また、同時に、温水器の点検も行うため、消化槽を加温するための温水の供給も停止する。

そのため、点検終了後の再立ち上げ時は、汚泥投入を開始しても消化ガス発生量が通常状態に戻るまで数週間を要していた。

(2) 消化ガス発生量の増加策

消化ガス発電設備の機能を最大限活用するには、40,000 m³_N/d程度の消化ガスを安定的に発生させ、継続して供給する必要がある。

しかし、消化槽温度が50℃では、消化ガス発生量を調整するため、汚泥投入量を増加させた場合、消化槽の温度低下につながり、運転対応が困難であった。

4. 課題解決への取組

4.1 課題解決への取組

これらの課題を改善していくためには、消化槽の温度を1℃でも高く上げることが望まれていた。

そこで、消化ガス発電設備が定期点検に入る前の1か月間、消化槽温度を1℃上げた51℃での運転を試みて、状況を確認することにした。

(1) 潤滑油冷却システムへの影響

加温用の温水の温度を50℃より高く設定した場合の、ガスエンジンの冷却性能に与える影響は不明だったことから、点検に合わせて、専門メーカーによる潤滑油冷却システムの調査を実施した。

その結果、1℃上げたことによる消化ガス発電設備への悪影響は確認されなかったため、再起動後も

51℃で運転を継続した。

(2) 1℃の違いによる消化槽停止前後の状況

ア 消化槽温度 50℃での状況 (平成 23 年度)

Fig. 4-1 に 50℃での状況を示す。

消化ガス発電設備の点検に伴い、11日間、消化槽を停止した。汚泥の投入再開後は、ガスの発生状況を確認しながら、汚泥投入量を少しずつ増減させている。汚泥投入量を大幅に増やすと、消化槽の温度低下につながるため、微調整しながら運転対応している。その結果、ガス発生量が 40,000 m³_N/d 程度に回復するまで 28 日間を要している。

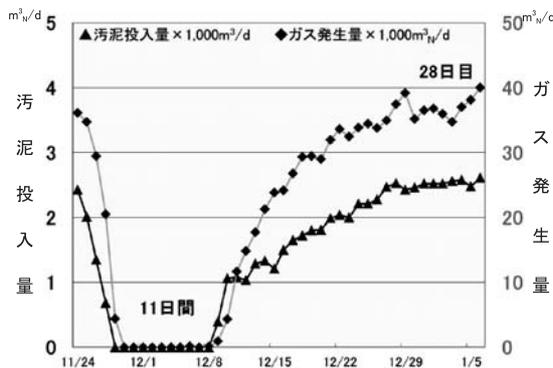


Fig. 4-1 the situation of a sludge digestion tank in 50℃ (2011)

イ 消化槽温度 51℃での状況 (平成 24 年度)

Fig. 4-2 に 51℃での状況を示す。

消化ガス発電設備の点検に伴い、10日間、消化槽を停止した。汚泥の投入再開後は、ガスの発生状況に応じて汚泥投入量を増加させている。その結果、13日目にはガス発生量が 40,000 m³_N/d を超え、その後は、ガスの発生状態が安定し、汚泥投入量ともに通常運転に回復している。

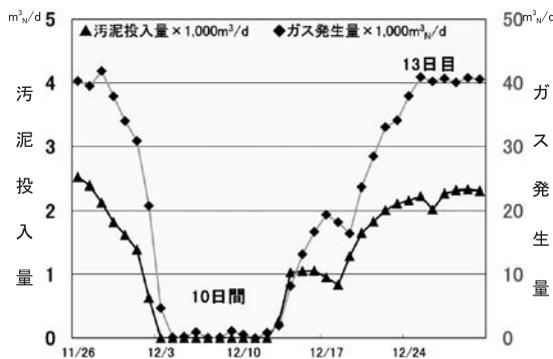


Fig. 4-2 the situation of a sludge digestion tank in 51℃ (2012)

ウ 消化槽温度 51℃での状況 (平成 25 年度)

Fig. 4-3 は、消化ガス発電設備の点検期間が短かった平成 25 年度における状況を示す。

設備点検に伴い、6日間、消化槽を停止した。汚泥

の投入再開後、ガスの発生状況が良好で、それに応じて汚泥投入量を増やすことができています。その結果、12日目には、ガス発生量が 40,000 m³_N/d を超え、その後は、ガスの発生状況が安定している。

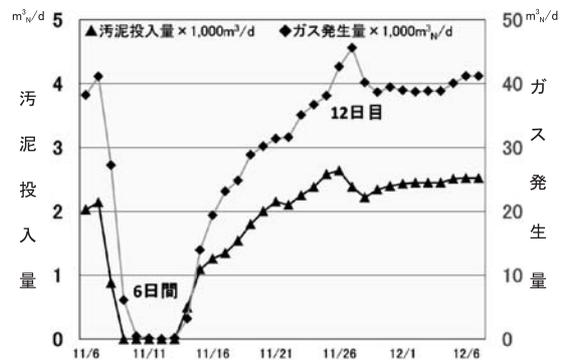


Fig. 4-3 the situation of a sludge digestion tank in 51℃ (2013)

このように、消化槽温度を 50℃から 51℃に 1℃上げることにより、点検後の再立上げ時のガス発生状況が改善された。その結果、通常運転に回復するまでの期間が 28 日間から 13 日間と半分以下に短縮した。

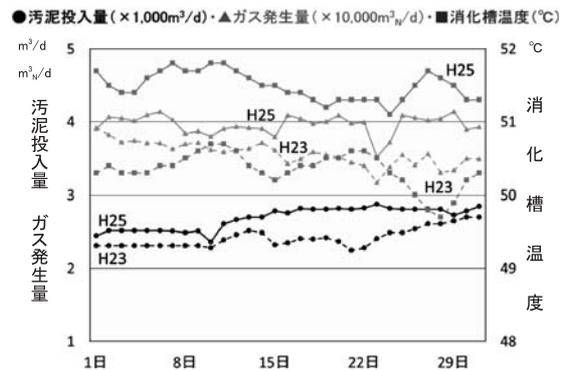


Fig. 4-4 situation (50℃ and 51℃)

(3) 50℃と 51℃の状況 (Fig. 4-4)

平成 23 年 (50℃運転) 7 月及び平成 25 年 (51℃運転) 7 月の汚泥投入量、ガス発生量、消化槽温度を比較した。平成 23 年は、ガス発生量が減少傾向で汚泥投入量を増加させると消化槽温度が下がった。平成 25 年は汚泥投入量、ガス発生量、消化槽温度ともに安定している。

(4) 年間の比較

消化槽温度、投入汚泥量、ガス発生量、受給熱量及び、発電量の各項目について、50℃運転であった平成 23 年度と、一年を通して 51℃で運転した平成 25 年度の日平均値を比較した。

受給熱量 (消化ガス発電設備から消化槽加温用に受けた熱量) は 24,000 MJ/d 程度増加している。ガス発生量は 4,500 m³_N/d 程度、発電量は 6,400 kWh/d 程度増加している。

Table 1 annual-report data

項目	平成 23 年度	平成 25 年度	増減
消化槽温度 (°C)	50.3	51.4	+1.1
汚泥投入量 (m ³ /d)	2,240	2,380	+140 (6.3%)
ガス発生量 (m ³ _N /d)	34,200	38,700	+4,500 (13.2%)
受給熱量 (MJ/d)	261,000	285,000	+24,000 (9.2%)
発電量 (kWh/d)	54,200	60,600	+6,400 (11.8%)

5. ま と め

5.1 消化槽再立上げ日数の短縮

消化ガス発電設備の定期点検等により1~2週間程度消化槽を停止した後に再立上げをした場合、消化槽温度を51℃で管理することにより、50℃で管理していたときと比較し、通常運転に回復するまでの期間が半分以下に短縮できる。

これは、消化槽の熱容量が大きいことから、この程度の停止期間では、加温をしなくても、高温嫌気性菌の活動が鈍くなる温度域まで低下しないためであると考えられる。

5.2 消化ガス発生量の増加

消化槽温度を51℃で運転するためには、50℃のときと比較して消化槽を加温するための受給熱量が増加する一方、ガス発生量が平均4,500 m³_N/d程度増加する。このため、消化ガスによる発電電力量が増加し、その分、買電電力量の削減に貢献できると考えられる。

5.3 今後について

今回、消化槽温度を50℃から51℃に1℃上げた結果、消化ガス発電設備への悪影響もみられなかったことから、その後も1℃上げた運転を継続している。消化槽停止後の再立上げ期間の短縮や、消化ガス発生量の増量等、運転管理が安定する良好な結果を得ることができた。

今後も、51℃での運転を継続するとともに、東京都下水道局と調整を図りながら運転状況を注視していく。