

国水事第 38 号
平成 29 年 9 月 15 日

各都道府県下水道担当部長
各政令指定都市下水道担当部長 殿
(地方整備局等下水道担当部長等経由)

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水道事業課長

下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について

地球温暖化の進行や資源・エネルギーの枯渇等の状況から、下水道事業においても省エネルギー・創エネルギーを積極的に進める必要があります。このような状況を踏まえ、国においても下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）において、省エネルギー・創エネルギー技術の実証を主体的に推進し、下水道事業におけるエネルギー効率の改善を全国に広げるため、施設の設置、改築の機会を捉えてエネルギー効率に優れた技術の導入を進めることとしています。

つきましては、当面の対応として、消化槽、消化ガス発電に加え、焼却炉等の施設について下記のとおりエネルギー効率に優れた技術の導入を図ることとしましたので、ご協力方よろしくお願いたします。

なお、今後は、施設毎の評価ではなく水処理・汚泥処理システム全体としての評価を可能とするよう指標の設定、提示等を進める予定です。

都道府県におかれては、貴管内の市町村（政令指定都市を除く。）に対しても、周知徹底方願いたします。

記

1. 対象施設

平成 30 年度以降に交付金※を活用して「消化槽」、「消化ガス発電」、「消化ガス精製」、「消化槽を加熱する場合のヒートポンプ」、「焼却炉※」、「溶融炉※」のいずれかの設置、改築を行うものとします。（ただし、当該通知の発出前に実施設計を完了しているものを除く。）

※平成 28 年 4 月 1 日付け国水事第 109 号国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長通知「下水道施設の改築について」の別表における小分類のそれぞれ「焼却炉」「溶融炉」を対象とする。

2. 求める性能

(1) 1. の施設のうち「消化槽」、「消化ガス発電」、「消化ガス精製」、「消化槽を加熱する場合のヒートポンプ」、「焼却炉」の設置・改築は、原則、別紙の表 1（詳細は表 2～5）に定める性能指標を満たすものを交付金の交付対象とします。

(2) 1. の施設のうち「溶融炉」の設置・改築は、溶融による有害物質の封じ込めなど特段の理由※がある場合に限り交付対象とします。その際、エネルギー効率に優れた技術の導入に努めていただくようお願いいたします。

※「特段の理由」については、国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課まで個別にご相談ください。

附則

平成 26 年 3 月 31 日付け国水事第 87 号国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長通知「下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について」は廃止する。

下水道施設のエネルギー効率に関する性能指標及び算定方法について

1. 経緯

国土交通省においては、省エネルギー・創エネルギー、低コストの技術実証を図る目的で下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）を平成 23 年度より実施しており、平成 25 年度には、「固液分離、バイオガスの回収・発電・精製」に関するシステム技術 2 件、平成 27 年度には、「バイオマス発電技術（焼却排熱発電）」に関するシステム技術 2 件などのガイドライン案の公表を随時行っている。

今般、B-DASH プロジェクトで実証した技術（以下、「B-DASH 技術」という）を踏まえ、エネルギー効率に優れた技術*導入の観点から、バイオガス回収に関連する技術についてエネルギー効率に関する指標を定めたので、当該指標値を上回る施設の導入をお願いするものである。

なお、エネルギー効率に関する性能指標及び標準的な算定方法は以下のとおりである。

(参考)

エネルギー効率に優れた下水道技術とは、水・汚泥処理において処理水量・汚泥量当たりの電力消費等が少ない「省エネ技術」や汚泥バイオガスの利用等によりエネルギーを回収する「創エネ技術」のうち、指標項目の値が指標値以上で優れているものをいう。B-DASH 技術をはじめ、国等の公的機関により評価されたもの、または、運転実績により確認されたものが該当する。

2. エネルギー効率の性能指標及び標準的な算定方法について

(1) エネルギー効率の性能指標

エネルギー効率の性能指標として、表 1（詳細は表 2～5）のとおり、汚泥のバイオガス回収（消化槽）、バイオガス発電（電力として利用）、バイオガス精製（ガスとして利用）、ヒートポンプ（消化槽加温）、焼却炉について具体的な指標項目及び指標値を示す。

なお、固液分離および他バイオマス受入・混合技術については、今後、システム全体としての評価の中で指標を示す予定である。

(2) エネルギー効率の標準的な算定方法

エネルギー効率の標準的な算定方法としては、対象プロセスの導入を検討する技術ごとに、機器構成リストを作成して定格出力、負荷率、年間稼働時間より年間消費電力を算定し、これを年間分解有機物重量（消化槽の場合）や年間ガス精製量（ガス精製の場合）で除すことにより、指標となる消費電力原単位を算定するものとする。算定に必要な汚泥濃度等の条件設定も含めて、詳細は表 6～8 に示す。

なお、B-DASH 技術とそれ以外の技術に適用する算定方法はそれぞれ次のとおりとする。

①B-DASH 技術について

B-DASH 技術については、公表ガイドライン案及び本資料に基づいて算定するものとする。

②B-DASH 以外の技術で開発済みの技術

B-DASH 以外の技術で開発済みの技術については、消費電力等に関する公的評価結果が利用できる場合は、その評価結果及び本資料に基づいて算定するものとする。利用できる公的評価結果がない場合は、暫定的な対応として、独自の消費電力等の推定及び本資料に基づいて算定するが、実施の導入後は運転実態を把握して算定の正しさを確認し、性能が指標値を満たさない場合は改善を図るものとする。

③B-DASH 以外の技術で今後新たに開発する技術

B-DASH 以外の技術で今後新たに開発する技術については、公的評価の段階で消費電力等が適切に評価されるよう留意するものとする。

具体的な算定方法のイメージを例に示す。

(例) 嫌気性消化槽を改築する場合

B-DASH 技術(鋼板製消化槽による、中温消化または担体充填高温消化)と従来技術(既存施設と同様のコンクリート製卵形消化槽での消化技術)について、それぞれ機器構成リストを作成し、各機器(かくはん機、汚泥循環ポンプ等)の定格出力、負荷率、稼働時間より年間消費電力の合計を算定する。

機器の諸元は、B-DASH 技術は公表ガイドライン案を用い、従来技術は既存施設の実績値等を用いる。年間消費電力を年間分解有機物重量で除すことにより、消費電力原単位である性能指標(kWh/t-VS 分解)を算定する。

表－1 性能指標

施設・設備	区分	性能指標	規模別性能指標値		
			日最大汚水量 25,000m ³ /日規模	日最大汚水量 50,000m ³ /日規模	日最大汚水量 100,000m ³ /日規模
消化槽	中温消化 ^{※1} (消化日数 20～30 日)	消費電力量(分解 VS 量当たり) [kWh/t-VS 分解]	280 以下	280 以下	270 以下
	担体充填高温消化 ^{※1,2} (消化日数 5～10 日)	同 上	① 370 以下 ② 420 以下	① 260 以下 ② 410 以下	① 260 以下 ② 400 以下
バイオガス発電	高効率発電	発電効率 [%]	40 以上		
	コージェネレーション	発電効率 [%] 及び 排熱利用を含む総合効率 [%]	発電効率 20%以上かつ総合効率 75%以上		
ガス精製 (高機能脱硫)		消費電力量(精製ガス量当たり) [kWh/m ³ N-gas]	1.7 以下	1.3 以下	1.0 以下
ヒートポンプ ^{※2}		COP (水温 20℃)	2.7 以上		
固液分離		—	水処理・汚泥処理のシステム全体としての評価の中で指標を示す予定である。		
他バイオマス受入・混合設備		—	同 上		
焼却炉		廃熱回収率 ^{※4,5} [%]及び 消費電力削減率 ^{※5} [%]	廃熱回収率 40%以上かつ消費電力量削減率が 20%以上		

※1 「中温消化」については混合汚泥を消化する場合の性能指標値。「担体高温消化」の①は生汚泥(超高効率固液分離汚泥)を、②は混合汚泥を消化する場合の性能指標値。

※2 担体を充填しない高温消化については今後指標値を検討するが、担体充填高温消化の指標値以下を目標として施設の検討に努めていただきたい。

※3 「ヒートポンプ」については、処理水の熱等を利用して消化槽を加温する場合の性能指標値。

※4 廃熱回収とは、焼却プロセスにおける廃熱回収(空気余熱器や白煙防止用熱交換器及び乾燥用熱交換器による排ガスからの熱回収、廃熱の有する熱エネルギーの過給機への利用等)、廃熱発電、消化槽加温及び地域熱供給(空調利用、ロードヒーティング等)等とし、高温焼却と同等以上の N₂O 排出削減が出来ること(N₂O 排出量 0.645kg/t-wet 以下)を前提とする。

※5 「廃熱回収率」及び「消費電力削減率」の算出方法は別添(資料-2)を参照いただきたい。

表-2 処理規模別性能指標値 [中温消化]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	2.44	280
30,000	2.93	280
35,000	3.42	280
40,000	3.91	280
45,000	4.39	280
50,000	4.88	280
55,000	5.37	280
60,000	5.86	280
65,000	6.35	280
70,000	6.84	270
75,000	7.32	270
80,000	7.81	270
85,000	8.30	270
90,000	8.79	270
95,000	9.28	270
100,000	9.77	270

表-3 処理規模別性能指標値 [担体充填高温消化(生汚泥)]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	1.74	370
30,000	2.09	340
35,000	2.44	310
40,000	2.79	290
45,000	3.14	270
50,000	3.49	260
55,000	3.84	260
60,000	4.19	260
65,000	4.54	260
70,000	4.88	260
75,000	5.23	260
80,000	5.58	260
85,000	5.93	260
90,000	6.28	260
95,000	6.63	260
100,000	6.98	260

(注) 消化槽処理汚泥量は、超高効率固液分離技術を用いた場合の生汚泥発生量から計算した一般的な値。最初沈殿池を用いた場合は生汚泥発生量が異なるため、消化槽処理汚泥量も異なる。

表-4 処理規模別性能指標値 [担体充填高温消化(混合汚泥)]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	2.44	420
30,000	2.93	420
35,000	3.42	420
40,000	3.91	410
45,000	4.39	410
50,000	4.88	410
55,000	5.37	410
60,000	5.86	410
65,000	6.35	410
70,000	6.84	410
75,000	7.32	410
80,000	7.81	400
85,000	8.30	400
90,000	8.79	400
95,000	9.28	400
100,000	9.77	400

表-5 処理規模別性能指標値 [ガス精製]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化ガス発生量 [m ³ N-gas/日]	性能指標値 [kWh/m ³ N -gas]
25,000	971	1.7
30,000	1,166	1.6
35,000	1,360	1.5
40,000	1,554	1.4
45,000	1,748	1.4
50,000	1,943	1.3
55,000	2,137	1.3
60,000	2,331	1.2
65,000	2,525	1.2
70,000	2,720	1.1
75,000	2,914	1.1
80,000	3,108	1.1
85,000	3,302	1.1
90,000	3,497	1.0
95,000	3,691	1.0
100,000	3,885	1.0

表-6 性能指標値の算定条件(標準的な値)

項目	条件設定値
発生汚泥量	日最大汚水量 50,000 m ³ /日の場合 7.0 t-DS/日 (生汚泥+余剰汚泥) ※日平均量は日最大量の 0.8 倍とするため、 発生汚泥量(日平均)は 5.6 t-DS/日。
固形物回収率	85% (重力濃縮) 90% (機械濃縮)
濃縮汚泥濃度	3.0% (重力濃縮汚泥) 4.0% (機械濃縮汚泥)
有機物含有率	80% (混合汚泥) 80% (生汚泥)
消化率	50% (混合汚泥) 60% (生汚泥)
消化ガス発生率	500 m ³ N/t-VS 投入 (混合汚泥)
消化ガスメタン濃度	60%
精製ガスメタン濃度	97%
メタン回収率	97%

※ 年間消化槽処理汚泥量は、汚泥種類ごとの「発生汚泥量(日平均) × (固形物回収率/100)」の合計値の 365 日分。

※ 年間消化ガス発生量は、「年間消化槽処理汚泥量 × (有機物含有率/100) × 消化ガス発生率」。

表-7 機器構成

技術	機器構成
中温消化	鋼板製消化槽 消化槽攪拌機 汚泥循環ポンプ 温水循環ポンプ 熱交換器 消化汚泥貯留槽攪拌機 消化汚泥移送ポンプ
担体充填高温消化	担体充填鋼板製消化槽 消化槽攪拌機 汚泥循環ポンプ 温水循環ポンプ 消化汚泥引抜ポンプ 熱交換器 消化汚泥貯留槽攪拌機 消化汚泥移送ポンプ
ガス精製(高機能脱硫)	高機能脱硫装置 ガスタンク

表-8 性能指標値の算定方法

技術	算定方法
中温消化 担体充填高温消化	<p>消費電力量(分解 VS 量当たり)[kWh/t-VS 分解]</p> $= \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間分解有機物量 [t-VS 分解/年]}}$ $= \frac{\Sigma(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間消化槽処理汚泥量[t-DS/年]} \times \frac{\text{有機物含有率[\%]}}{100} \times \frac{\text{消化率[\%]}}{100}}$
ガス精製 (高機能脱硫)	<p>消費電力量(精製ガス量当たり)</p> $= \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間精製ガス量[m}^3\text{N-gas/年]}}$ $= \frac{\Sigma(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間消化ガス発生量[m}^3\text{N-gas/年]} \times \frac{\text{消化ガスメタン濃度[\%]}}{97} \times \frac{\text{メタン回収率[\%]}}{100}}$

※年間精製ガス量は、精製ガスのメタン濃度が97%の場合に相当する量に換算して示すため、精製ガスメタン濃度を97%として算定する。

【性能指標値の算定(例)】(日最大汚水量 50,000m³/日 中温消化の場合)

① 分解有機物量の算定

- ・日平均消化槽処理汚泥量 4.88 t-DS/日(重力濃縮汚泥+機械濃縮汚泥)
- ・有機物含有率 80%
- ・消化率 50%
- ・分解有機物量 $4.88 \times (80/100) \times (50/100) = 1.95 \text{ t-VS 分解/日}$
 $= 711.75 \text{ t-VS 分解/年}$

② 消費電力量の算定

- ・消費電力量 436.3 kWh/日 = 159,250 kWh/年(表-9参照)

表-9 中温消化の機器構成及び消費電力量の算定例

機器名称	運転台数 [台]	電動機出力 [kW]	稼働時間 [hr/日]	負荷率 [-]	消費電力量 [kWh/日]
鋼板製消化槽	1	-	-	-	-
消化槽攪拌機	1	3.7	24.0	0.7	62.2
汚泥循環ポンプ	1	15	24.0	0.7	252.0
温水循環ポンプ	1	5.5	16.1	0.7	62.0
熱交換器	1	-	-	-	-
消化汚泥貯留槽攪拌機	1	2.2	24.0	0.7	37.0
消化汚泥移送ポンプ	1	11	3.0	0.7	23.1
合計	-	-	-	-	436.3

※ 年間稼働日数 365 日

③ 性能指標値の算定

- ・消費電力量(分解 VS 量当たり)

$$= \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間分解有機物量[t-VS 分解/年]}}$$

$$= \frac{\sum(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間分解有機物量[t-VS 分解/年]}}$$

$$= \frac{159,250 \text{ [kWh/年]}}{711.75 \text{ [t-VS 分解/年]}} = 224 \text{ [kWh/t-VS 分解]} < 280 \text{ [kWh/t-VS 分解]}$$

焼却炉の性能指標の算出方法

1. 廃熱回収率の具体的な算出方法

廃熱回収率の評価は下式にて行う。

$$\text{廃熱回収率} = \frac{\text{廃熱から回収する熱量}}{\text{焼却炉へ投入する熱量}} = \frac{\text{③} + \text{④} + \text{⑤}}{\text{①} + \text{②}}$$

- ① 焼却炉へ投入する脱水汚泥の熱量
- ② 焼却炉へ投入する補助燃料の熱量
- ③ 空気予熱器による回収熱量
- ④ 白煙防止熱交換器による回収熱量^{※1}
- ⑤ その他の回収熱量(廃熱発電等)^{※2}

※1 白煙防止熱交換器による回収熱量

白煙防止に利用している熱量の計算には、白煙防止に有効に利用されている熱量を用いる。参考として、50t/日規模の焼却炉においては700MJ/h程度となる。

※2 その他の回収熱量(廃熱発電、過給機、乾燥用熱交換器からの熱回収等)

- ・バイナリー発電、蒸気発電による回収熱量: 発電設備に投入される熱量
- ・過給機、流動タービンによる回収熱量:
ターボ発電相当分電力(kWh) × 受電端投入熱量 9.484MJ/kWh
- ・乾燥設備による回収熱量: 乾燥設備により有効に回収される熱量

2. 消費電力削減率の具体的な算出方法

計画する施設の消費電力量削減率(%)は、下記の式より算出する。

$$\text{消費電力量削減率}[\%] = \left(1 - \frac{\text{計画する焼却炉の消費電力相当量 [kWh/投入固形物量 t-DS]}{\text{従来の焼却炉の消費電力相当量 [kWh/投入固形物量 t-DS]}} \right) \times 100$$

※ 従来の焼却炉の消費電力相当量 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]は、下記のとおり算定する。(具体的な算定例は表-10参照)

- ・年間焼却炉投入固形物量[t-DS/年] を x として、

$x \leq 3500$ のとき	: 1.59
$3500 < x < 25000$ のとき	: $-0.480\ln(x) + 5.51$
$25000 \leq x$ のとき	: 0.65

表-10 従来の焼却炉の消費電力相当量の算定例 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]

年間焼却炉投入固形物量 (x) [t-DS/年]	従来の焼却炉の消費電力相当量 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]
25,000 以上	0.65
20,000	0.76
15,000	0.89
10,000	1.09
5,000	1.42
3,500 以下	1.59

※ 留意点

(1) 焼却炉の消費電力相当量[kWh/t-DS]

$$= (\text{焼却炉の消費電力量[kWh/年]} \quad (\text{留意点(2)参照}) \\ + \text{投入補助燃料量[kL/年]} \times \text{単位発熱量[MJ/kL]} \div \text{一次換算投入熱量[MJ/kWh]}) \\ \div \text{年間投入固形物量[t-DS/年]}$$

※ 一次換算投入熱量：9.5[MJ/kWh] (2013 年度改訂標準発熱量・炭素排出係数表より)

(2) 焼却廃熱を用いた発電を行い、焼却炉を含む下水処理場内で使用する場合

焼却炉の消費電力量[kWh/年]

$$= \text{焼却炉で消費される総電力量[kWh/年]} - \text{焼却廃熱を用いた発電電力量[kWh/年]}$$

(3) 投入補助燃料としては重油等を想定している。バイオガス、汚泥の燃料化物等の再生可能エネルギーを焼却炉に補助燃料として使用する際は、上記の投入補助燃料量に含めない。

(4) 個別の処理場において計画する焼却炉の消費電力相当量を算出する際に必要な条件設定は、表-6 および表-11 に示す。なお、個別の処理場において汚泥性状が異なる場合、実測値を用いて算出してもよいものとする。

表-11 脱水汚泥の性状 (標準的な値)

項目	脱水汚泥	
	未消化汚泥	消化汚泥
平均含水率	76%	80%
平均有機分率	80%	71%