

3 し尿処理施設の改善・改良整備について

－ CO₂ 排出量削減を中心として－

(社) 日本環境衛生施設工業会

技術副委員長 森川 則三

(株)西原環境テクノロジー 事業統括本部理事)

1. はじめに

し尿処理施設において年次的な修繕補修が実施される中で、稼働年数が経過するに従って修繕補修費は大きくなる傾向がある。これは、運転当初まだ腐食や摩耗など劣化進んでいない時期と耐用年数に近いかそれを越えた年数となり更新をせざるを得ない時期とは、自ずと違いがあり、前年度までの実績では予想出来ず維持管理担当者及び財政担当者としては頭の痛い問題となっている。そんな閉塞感が漂う状況中、環境省はストックマネジメントを実施して、LCCを考慮した長寿命化計画策定が最重要であるとし、長寿命化計画に従って基幹的改良整備を適正に進めることが、し尿処理施設の長期的な保全を可能とする最善策であるとした。また、基幹的改良整備に際しても省エネルギーであること、CO₂ 排出量の削減に寄与すること、もしくは品質・性能の向上があることなどが要件に含まれるとした。そこで本編では、し尿処理施設の設備ごとのCO₂ 排出量はどのようなものか、また、し尿処理施設全体のCO₂ 排出量はどのくらいかを把握しながら、様々な改良・改善技術によるCO₂ 排出量の削減効果の試算例を上げてみる。

2. し尿処理施設におけるCO₂ 排出量

し尿処理施設における全体のCO₂ 排出量を算出する。し尿処理施設の試算規模は、し尿30 kL/d + 浄化槽汚泥66 kL/d = 96 kL/dで、し尿処理方式は水処理が浄化槽汚泥対応高負荷膜分離脱窒素処理方式、汚泥処理が汚泥乾燥・焼却処理方式である。表-1 に設備ごとの電力

消費量によるCO₂ 排出量を示す。

表-1 設備ごとの電力消費量によるCO₂ 排出量

| 設備名 | 電力量(kWh/年) | CO ₂ 排出量(kg/年)* |
|----------|------------|----------------------------|
| 受入・貯留設備 | 108,770 | 60,367 |
| 硝化脱窒素槽設備 | 688,100 | 381,896 |
| 高度処理 | 63,785 | 35,401 |
| 汚泥脱水設備 | 119,720 | 66,445 |
| 乾燥焼却設備 | 318,240 | 176,623 |
| 脱臭設備 | 416,100 | 230,936 |
| 取排水設備 | 60,955 | 33,830 |
| 建築設備 | 175,200 | 97,236 |
| 電力量合計 | 1,950,870 | 1,082,734 |

*CO₂ 排出量原単位は、デフォルト値0.555 kg/kWhより算出

次に、薬品使用量に係わるCO₂ 排出量を表-2 に示す。

表-2 薬品使用量に係わるCO₂ 排出量

| 薬品名 | 薬品使用量(kg/年) | CO ₂ 排出量(kg/年) |
|----------|-------------|---------------------------|
| 苛性ソーダ | 45,442 | 42,625 |
| 高分子凝集剤 | 8,285 | 54,134 |
| ポリ硫酸第2鉄 | 649,580 | 20,137 |
| メタノール | 68,255 | 410,690 |
| 次亜塩素酸ソーダ | 48,070 | 15,430 |
| 硫酸 | 1,040 | 90 |
| 水処理活性炭 | 17,010 | 132,134 |
| 脱臭用活性炭 | 7,803 | 60,614 |
| 消石灰 | 26,097 | 11,665 |
| 薬品合計 | | 747,519 |

*CO₂ 排出量原単位は、(社)産業環境管理協会 LCA データより

燃料使用量による CO₂ 排出量を表-3 に示す。

表-3 燃料使用量による CO₂ 排出量

| 燃料名 | 燃料使用量(L、m ³ /年) | CO ₂ 排出量(kg/年)* |
|------|----------------------------|----------------------------|
| A 重油 | 539,240 | 1,461,340 |
| 都市ガス | 6,337 | 13,181 |
| 燃料合計 | | 1,474,521 |

*CO₂ 排出量原単位は、A 重油 2.71 kg/L、都市ガス 2.08 kg/m³ より

以上から、し尿処理施設における CO₂ 排出量の合計は、3,304,774 kg-CO₂/年 (=3,305 t-CO₂/年) と算出された。以上の CO₂ 排出量を設備ごとに集計したものを図-1 に示す。

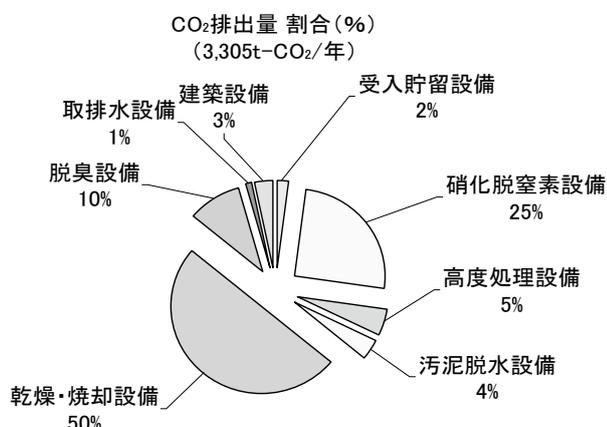


図-1 設備ごとの CO₂ 排出量の割合

乾燥・焼却設備が 50%、硝化脱窒素処理設備が 25%と燃料使用設備とし尿処理の心臓部である窒素除去設備が、合わせて 75%を占めている。このことから、CO₂ 排出量削減には、脱臭設備も含めてこれらの設備の対策が重要となる。

3. 基幹改良整備が必要とされるし尿処理施設

環境省「廃棄物処理施設整備状況調査結果(H18年)」で、し尿処理施設は 1,051 施設稼働していることが確認できる。その中で、最も緊急に整備必要と思われる 15 年以上稼働している施設で 1980 年～1995 年に稼働開始したし尿処理施設を処理方式別、施設規模別に図-2 に示す。全部で 406 施設ある。これらは施設規模で見ると 20 kL/d～100 kL/d に集中していることが見て取れる。処理方式では、標準脱窒素

方式と高負荷脱窒素処理方式で占められている。高負荷膜分離方式も見られるがまだ少ない。

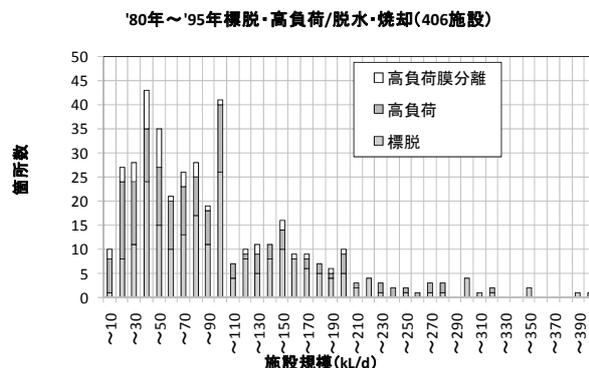


図-2 '80～95 年稼働を開始したし尿処理施設

4. 基幹改良整備と CO₂ 排出量の削減

1) 汚泥焼却設備を助燃剤化設備に更新

- (1) 汚泥焼却設備を廃止して、助燃剤化設備に更新することで焼却の燃料である A 重油の使用を全廃する。
- (2) 助燃剤化設備は、汚泥脱水機設備を含水率 70%以下まで対応できる汚泥脱水設備に全面更新する。
- (3) 含水率 70%以下の助燃剤化汚泥をごみ焼却/熱回収施設に搬入処理する。

試算結果を表-4 に示す。

表-4 助燃剤化設備による CO₂ 排出量の試算例

| 施設規模 | 38kL/d | 80kL/d | 96kL/d | 130kL/d |
|------|--------|--------|--------|---------|
| 現状* | 1,374 | 2,071 | 3,395 | 3,371 |
| 整備後* | 1,021 | 1,677 | 2,321 | 2,614 |
| 削減率 | 26% | 19% | 32% | 22% |

*CO₂ 排出量で単位は t-CO₂/年

2) 低含水率脱水機への更新

汚泥乾燥・焼却設備を維持する必要がある場合で、現状より低含水率の汚泥脱水機(含水率 70%～75%)への更新で燃料費の削減

表-5 低含水率脱水機へ更新で CO₂ 排出量の試算例

| 施設規模 | 96kL/d |
|-------------------------|---------------------------|
| 現状 CO ₂ 排出量 | 3,305t-CO ₂ /年 |
| 整備後 CO ₂ 排出量 | 2,845t-CO ₂ /年 |
| 削減率 | 14% |

3) 高効率散気装置への更新

これまでの散気装置やばっ気攪拌装置を高効率散気装置に更新する。



(φ62×650 mm)

図-3 高効率散気装置(チューブ型)の例

高効率の散気装置は、図-3の形状のもの、板状のものがあるが、いずれもEPDMもしくはポリウレタン等のゴム状の膜に孔をあけたものである。

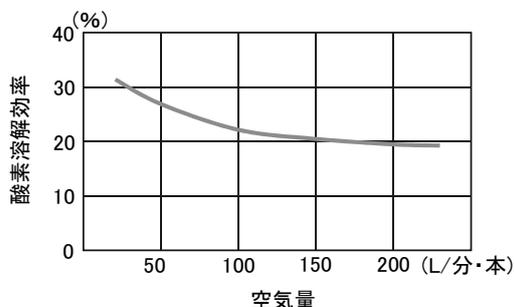


図-4 清水中の酸素溶解効率の例 (散気水深 4.5 m)

表-6 高効率散気装置への更新で CO₂ 排出量の削減

| | |
|-------------|-------------------------|
| 施設規模 | 100kL/d |
| 現状の散気装置に関連 | 252t-CO ₂ /年 |
| 高効率散気装置に整備後 | 126t-CO ₂ /年 |
| 削減率 | 50% |

100 kL/d 規模のし尿処理施設の CO₂ 排出量を 3,000 t-CO₂/d とすると高効率散気装置への更新により施設全体では 4.2%の削減となる。

4) 高濃度臭気の生物脱臭装置への改造

これまで、高濃度臭気は薬液洗浄脱臭や汚泥焼却設備へ投入する燃焼脱臭を組合せた方式がとられたが、生物脱臭装置に改造更新することで薬品使用の削減と設備機器の削減による省エネルギーにより、CO₂ 排出量の削減となる。図-5に酸洗浄+アルカリ次亜洗浄+活性炭吸着のフロー図例を示す。

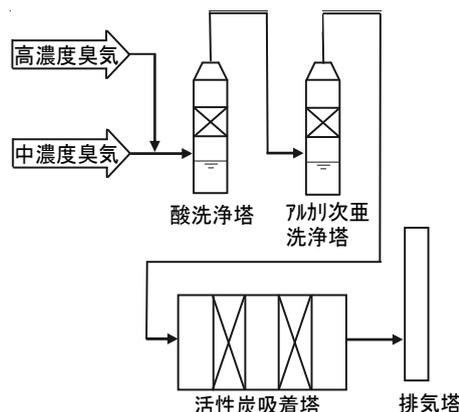


図-5 薬液洗浄+活性炭吸着のフロー図例

次に生物脱臭+活性炭吸着に改造する場合のフロー図を図-6に示す。

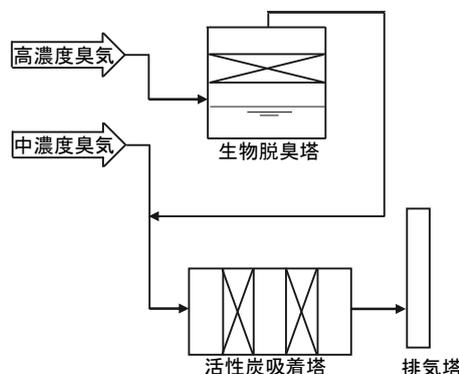


図-6 生物脱臭+活性炭吸着のフロー図例

生物脱臭装置へ改造することで、表-7のような改善が得られる。

表-7 生物脱臭装置への改造で CO₂ 排出量の削減

| 項目 | 薬液洗浄 | 生物脱臭 |
|--------------------------------|---|---|
| 1. 施設規模 | 100kL/d | |
| 2. 設備構成 | ①脱臭ファン 22kW ×1台、②循環ポンプ 5.5kW ×2台、③薬品注入ポンプ 0.2kW ×3台 | ①脱臭ファン 18.5kW ×1台 ②散水弁 0.1kW ×1台 ③散水ポンプ 1.5kW ×1台 |
| 3. 電力量に伴う CO ₂ 排出量 | 250.025kWh/y =139t-CO ₂ /y | 149.650kWh/y =83t-CO ₂ /y |
| 4. 薬品使用に伴う CO ₂ 排出量 | 硫酸、次亜塩素酸ソーダ、苛性ソーダ、ヤシ殻活性炭 | ヤシ殻活性炭 |

| | | |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | =74t-CO ₂ /y | =36t-CO ₂ /y |
| 4. CO ₂ 排出量合 計 | 139 + 74 = 213t-CO ₂ /y | 83 + 36 = 119t-CO ₂ /y |
| 5. CO ₂ 削減量 | 94t-CO ₂ /y の削減 | |

100kL/d 規模し尿処理施設の CO₂ 排出量を 3,000 t-CO₂/y とすると生物脱臭装置への改造更新により施設全体では 3.1% の削減となる。

5) その他の CO₂ 削減策について

基幹的整備を実施する際には、CO₂ 削減策を念頭に置いて実施することが、結果的に長寿命化に資することになる。総合的な面も含めてその他の基幹的整備について表-8 に示す。

表-8 その他の基幹改良整備の改良・改善内容

| 項目 | 改良・改善内容 |
|-------------------|--|
| 1. 週末運転休止システムへの改造 | 搬入量が 70%以下に低下した段階で施設設備の週末運転を休止して、電力使用量の削減を図る |
| 2. 高効率三相誘導電動機への切替 | 施設内全負荷動力のうち 30%を三相誘導電動機(効率 85%)から高効率三相誘導電動機(効率 90%)に更新 |
| 3. 超高効率変圧器への更新 | モールド変圧器を超高効率モールド変圧器へ更新 |
| 4. インバータ制御方式の導入 | 受入量が減少した想定の中で、インバータ制御設備に更新 |
| 5. リン回収(HAP)設備の導入 | リン回収設備を導入して、凝集剤などの削減を図るとともに、HAP を回収することで総合的に CO ₂ 排出量の削減に寄与する |

