

# 標準活性汚泥法およびOD法下水処理場におけるLC-CO<sub>2</sub>計算の簡易化

一般社団法人日本下水道施設業協会

技術部長 松尾英介



## 1. はじめに

当協会では下水処理場の機械・電気設備に関するLC-CO<sub>2</sub>の計上方法や試算について検討を行っており、その成果は「明日の下水道」の平成22年7月（夏季号）、平成23年1月（冬季号）にも記載してきた。

LC-CO<sub>2</sub>値については、正確性を期して機器個別に積み上げていく方法がある一方、概略値を求める迅速な計算手法が必要なケースも考えられる。

今回は概略値を算出するための簡易法について、すでに平成10～13年における土木研究所（当時）との共同研究にて検討された内容を踏襲して以下に提案する。

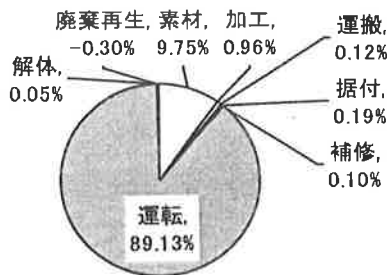
## 2. 標準活性汚泥法処理場LC-CO<sub>2</sub>計算の簡易化検討

### (a) 水処理機械設備

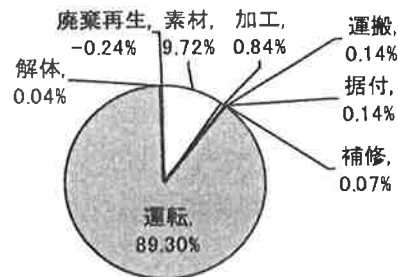
共同研究での水処理機械設備の試算結果によれ

### 〈参考－1〉標準活性汚泥法設備全体のLC-CO<sub>2</sub>試算結果（共同研究成果から転載）

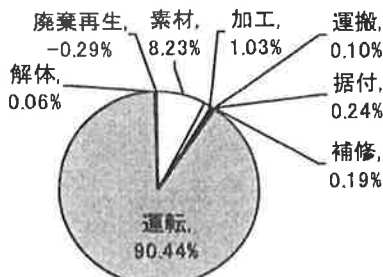
検討した a、f、g、e 各処理場の LC-CO<sub>2</sub> 試算結果（水処理・脱水までの汚泥処理・電気設備全体集計）を下图に示す。これらは、全て定格負荷（現有施設の計画日平均汚水量に対する流入日平均汚水量がほぼ100%）で流入しているものとして計算している



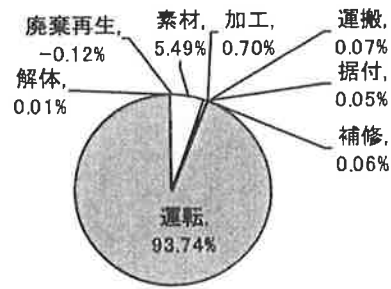
図参考－1 a処理場・項目別集計(CO<sub>2</sub>)



図参考－2 f処理場・項目別集計(CO<sub>2</sub>)



図参考－3 g処理場・項目別集計(CO<sub>2</sub>)



図参考－4 e処理場・項目別集計(CO<sub>2</sub>)

上図における各処理場現有設備の計画日最大汚水量は、a 処理場：33,450、f 処理場：4,700、g 処理場：2,563、e 処理場：90,000 (m<sup>3</sup>/d)

ば、LC-CO<sub>2</sub>値が「素材」由来で約9%、「運転」由来が90%前後であり、「素材」と「運転」とで100%に近い(残りは「加工」「据付」「補修」等)。また、試算によると、「運転」由来の中では、ブロワが58.5%、主ポンプが17.7%、返送汚泥ポンプが11.2%との数値も得られており、この3機種で87% (87.4%) を占めている。すなわち、水処理設備ではこの3機種を選定して「運転」によるLC-CO<sub>2</sub>試算を行うことで、概略の推定が可能である。根拠とするデータは限られているものの、以下の式を提案することができる。

$$\text{水処理機械簡易LC-CO}_2 = \frac{\{\text{運転由来のうち(ブロワ)} + \{\text{主ポンプ}\} + \{\text{返送汚泥ポンプ}\}\}}{0.87/0.9}$$

(b) 汚泥処理機械設備

a 処理場汚泥処理設備 (消化槽を含み脱水設備まで) では、LC-CO<sub>2</sub>値が「素材」由来で約14%、「運転」で約85%であり、「素材」と「運転」で99%を占めている。

そこで、「全体」および「運転」、「素材」それぞれに関して、機種の中で上位を占めるものを選定した結果を、順に図-1、図-2、図-3に示す。これより、「運転」由来はa処理場汚泥処理設備のケースで、43機種中12機種と高分子凝集剤の計13種累計で約90%になる。なお、「素材」は対象95機種中の重量物を選定して加えれば、(例えば両者を含む全てを考慮している「全体」(図-1)の11番目にガス貯留タンクが現れる)精度は向上する。しかし、その影響は少なく、簡易式においては「運転」のみを見込むことにしている。

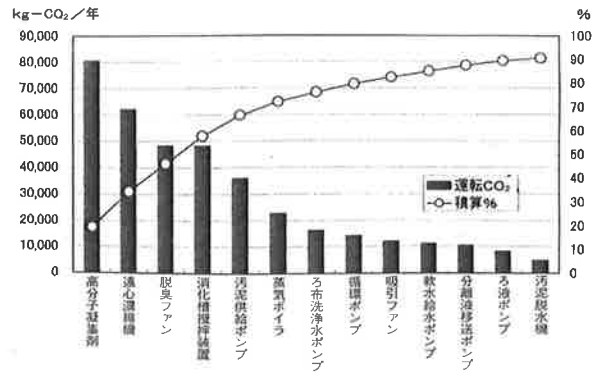


図-2 a 処理場・運転CO<sub>2</sub>(汚泥処理上位90%機種)

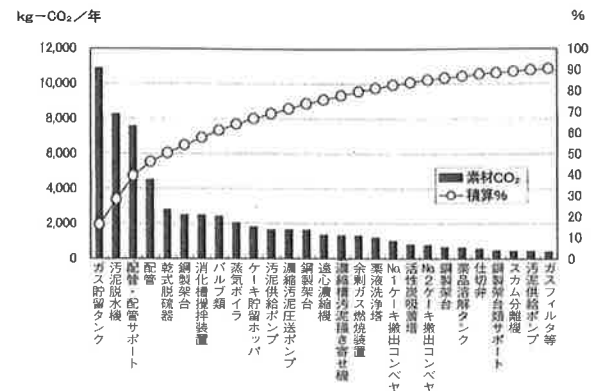


図-3 a 処理場・素材CO<sub>2</sub>(汚泥処理上位90%機種)

以上から、汚泥処理設備においても主要機種を選定しておけば簡易試算は可能である。他の処理場(直接脱水のケース)でも概ね同様の結果が得られており、水処理設備と同様に精度向上のためデータの蓄積は必要だが、「運転」由来のみを考慮して、以下のような概略値の簡易計算を提案することができる。

$$\text{汚泥処理機械簡易LC-CO}_2 = \frac{\text{(運転由来のうち上位13種)}}{0.9/0.85}$$

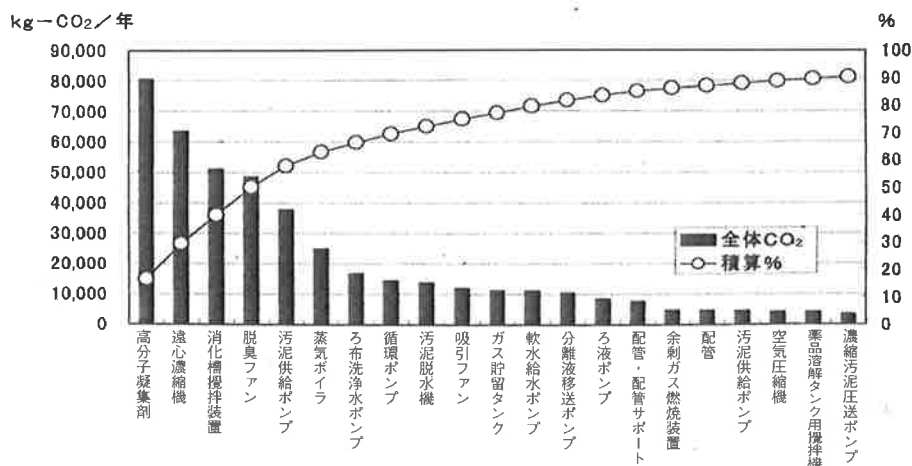


図-1 a 処理場・全体CO<sub>2</sub>(汚泥処理場上位90%機種)

## (c) 電気設備

電気設備については、計算によりLC-CO<sub>2</sub>値が機械設備全体の約10%程度と仮定することが可能と考えられている。したがって機械・電気設備全体としては、上記簡易式各々に1.1倍することになる。

3. OD処理場でのLC-CO<sub>2</sub>簡易計算手法（機械・電気設備対象）

OD処理場を対象にして処理汚水量を仮定し、機械・電気設備を設計し検討した結果によると、全LC-CO<sub>2</sub>の90%を占める上位機種（影響が大きい）は約10機種程度で構成されている。処理水量を変えて（1,400、2,500、7,200、10,000m<sup>3</sup>/日）試算した結果、上位機種はほぼ同じ品目になった。それらの上位機種には連続運転の機種、薬品など資源利用の機種、動力の大きい機種、および電気設備、配管工事が該当する。なお、このOD処理場の検討においては2項での検討手法と異なり、水処理と汚泥処理を分割せず設備全体を対象にした簡易計算を提案している。

各試算結果をヒストグラム化したもののうち、1,400m<sup>3</sup>/日の場合を図-4に示す。

電気設備や配管工事は計画の段階では特定が困難であることと、いくつかのLC-CO<sub>2</sub>試算の結果によって占める割合がほぼ一定であることから、簡易計算手法の選択機器から除いている。残りの各処理場に共通する上位機器のうち「運転」に起因する要素を簡易計算手法に利用することにして

いる。

簡易計算手法の手順は次のとおり。

①上位機器を8機種選択する。

例) エアレーション装置、汚水ポンプ、最終沈殿池汚泥掻寄機、返送汚泥ポンプ、塩素接触装置（次亜塩素酸ソーダ注入ポンプ）、汚泥脱水機（遠心脱水機など）、薬品供給ポンプ（高分子凝集剤供給ポンプ）、脱臭ファン

②選択された機器に、稼働時間、動力負荷率を加味して電力量を算出し、また、薬品使用機種（ここでは高分子凝集剤は高分子凝集剤供給ポンプに、次亜塩素酸ソーダ溶液は塩素接触装置に計上している。これは、それらを別途計上する「2. 標準活性汚泥法処理場」での算出方法とは異なっている）の薬品使用量を算出する。

③その後、得られた電力量、薬品使用量に各原単位を乗じて、LC-CO<sub>2</sub>を算出する。

④上記の算出値を、選択機器の「運転」が全機器に占める割合（補正係数 $\eta_1=0.76$ ）と、「運転全体」が全体LC-CO<sub>2</sub>に占める割合（補正係数 $\eta_2=0.82$ ）で除して、LC-CO<sub>2</sub>の概算値を求める。

この値はOD法を採用している下水処理場の機械・電気設備に対する全体LC-CO<sub>2</sub>になる。

$$\text{OD法全体簡易LC-CO}_2 = \frac{\{\sum \text{選択機種の電力量} \times \text{原単位} + \sum \text{機種の薬品使用量} \times \text{原単位}\} \times 1 / (\eta_1 \times \eta_2)}{\{\sum \text{選択機種の電力量} \times \text{原単位} + \sum \text{機種の薬品使用量} \times \text{原単位}\} \times 1 / (0.76 \times 0.82)}$$

上記簡易計算手法による上位機種8機種の「運

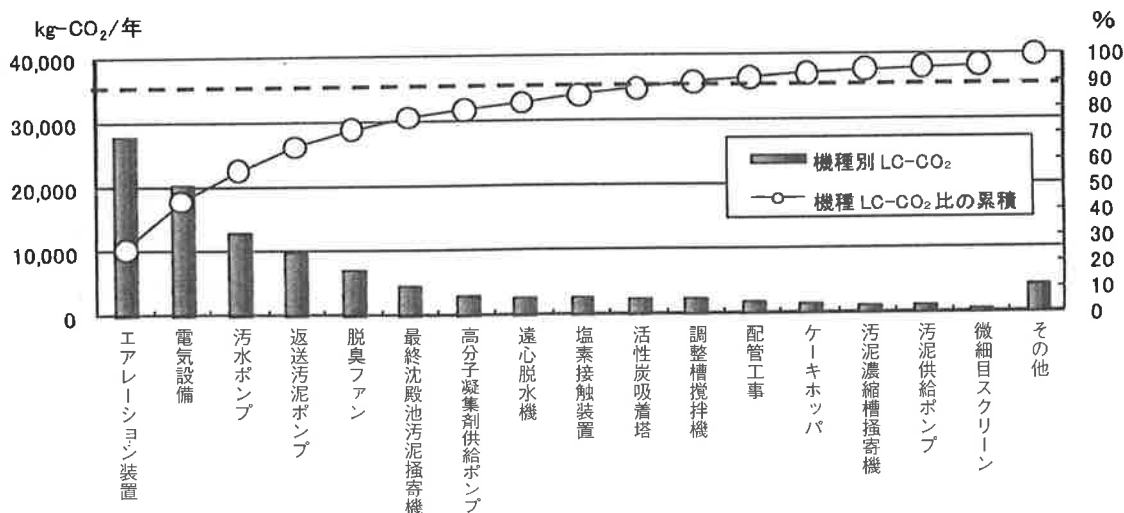


図-4 上位90%機種のLC-CO<sub>2</sub>(処理水量1,400m<sup>3</sup>/日)

表-1 処理汚水量を仮定した下水処理場のLC-CO<sub>2</sub>簡易計算結果

下水処理場規模	上位8機種種の「運転」LC-CO <sub>2</sub> 値	LC-CO <sub>2</sub> 簡易計算値 <sup>※1)</sup>	参考-2の試算結果	誤差
1,400m <sup>3</sup> /日	62,923kg-CO <sub>2</sub> /年	100,968kg-CO <sub>2</sub> /年	108,779kg-CO <sub>2</sub> /年	7.2%
2,500m <sup>3</sup> /日	93,927	150,717	154,232	2.3%
7,200m <sup>3</sup> /日	291,356	467,517	459,968	1.6%
10,000m <sup>3</sup> /日	406,019	651,507	630,950	3.3%

※1) 簡易計算値=上位8機種種の「運転」LC-CO<sub>2</sub>値×1/(0.76×0.82)

「運転」段階LC-CO<sub>2</sub>を基にした簡易計算による結果を表-1に示す。簡易計算手法によって得られた結果と基本的に全機器を対象に「運転」「素材」その他を合算した上での計算値(参考-2の図参考-5に記載)を比較すると近い値となった。

4. おわりに

LC-CO<sub>2</sub>値を計上する場合、得られる数値が概略値でも、下水処理場機械・電気設備全体について求める簡易計算方法が必要と考え、標準活性汚

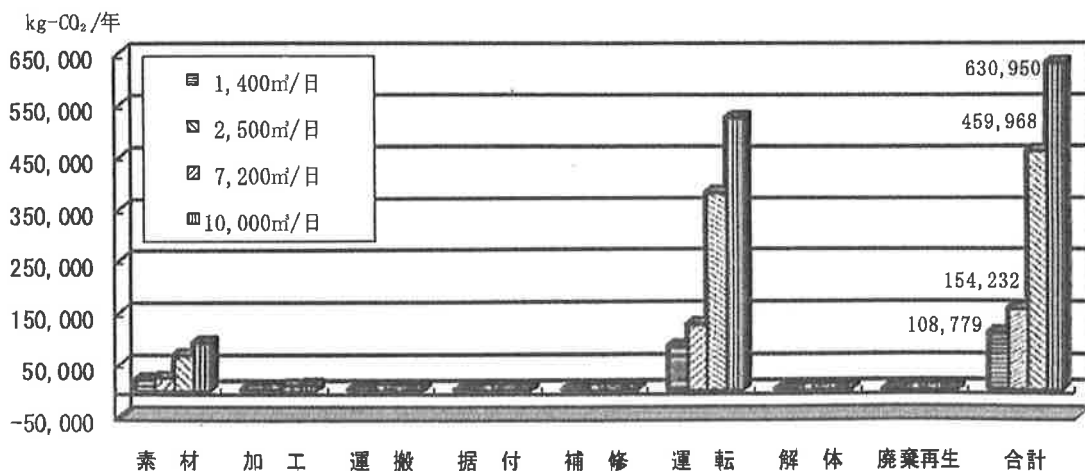
泥法(水処理および脱水までの汚泥処理)とOD法について以上の様に記述した。

ただし、これらはいくまで約10年前に行われた共同研究による成果であり、最近問題になっている水処理設備から発生するN<sub>2</sub>Oガスによる影響などは考慮されていない。また使用したCO<sub>2</sub>換算のための原単位値についても現在採用されているものとは異なっているものがある。したがって今後関連する知見やデータが蓄積されていくことによる精度の向上が望まれる。

〈参考-2〉処理汚水量の仮定によるOD処理場のLC-CO<sub>2</sub>(機械・電気設備)試算(全機器対象)

試算は次の手順で行っている。

- ①OD法の標準設計により設備全部の機器仕様・重量リストを設定
  - ②それらの機器重量等をもとに素材、加工、運搬、据え付け、補修、解体、廃棄再生を算出  
なお、素材の重量は、機器をカテゴリーに分類→カテゴリー毎に定められた材質・材料の比率を配分して算出
  - ③電力由来分としては、電力量計算値に電力の原単位を乗じる
  - ④資源としては、次亜塩素酸ソーダ、高分子凝集剤が該当し、注入量に原単位を乗じて算出
- 上記の方法で試算した下水処理場から発生する各工程のLC-CO<sub>2</sub>を下に示す。



図参考-5 OD法のLC-CO<sub>2</sub> (処理規模別)