

廃棄物処理施設の経済的耐用年数の算出

(独) 国立環境研究所 ○田崎智宏、橋本征二、森口祐一
八千代エンジニアリング(株) 小林健一、入佐孝一

1. はじめに

環境省一般廃棄物実態調査によれば、全処理費用に占める建設改良費の割合は平成5年には43%を占めていたが、平成17年度には14%まで低下しており、ランニングコスト(運営・維持管理費)に着目して施設の運用・廃止を行うことの重要性が増していることを示唆している。一方、施設の更新にあたっては周辺住民に更新が必要であることを理解してもらう必要があり、その意味でも廃棄物処理施設がいつ頃経済的な耐用年数を迎えるかを明らかにすることは重要と考えられる。

そこで本研究では、既存文献の各種インフラの経済的耐用年数の算出における考え方をベースにして、廃棄物処理施設の経済的耐用年数の算出方法を提示するとともに、いくつかの施設について経済的耐用年数が何年になるかを推計することとした。併せて、いくつか異なるパラメータの条件を設定し、どのような結果になるかを考察した。

2. 方法

(1) 経済的耐用年数の定義・算出式

既存文献^{1)~3)}では、ある年数までのライフサイクルコスト(LCC)をその年数で割った値、すなわち年あたりのLCCが最小となる運用年数を経済的耐用年数としている。廃棄物処理においては処理量が経年変化するため、本研究では、経済的耐用年数を「ある年数までのライフサイクルコスト(LCC)を総処理量(LCW)で割った(1)式の値を最小とする施設運営年数(T)」とすることとした(図1)。

$$\frac{LCC}{LCW} = \frac{C+D}{LCW} + \frac{\sum O_T}{LCW} \quad (1)$$

ここで、Cは施設建設費、Dは施設解体費、 O_T はT年の運営・維持管理費、Wは廃棄物処理量、LCWは施設の全ライフサイクルにおける廃棄物総処理量である。

① 運営・維持管理費が一次関数で増加する場合

T年目の運営・維持管理費 O_T が運営年数T(>0)とともに一次関数で一定増加し、かつ年間廃棄物処理量 W_T が運営年数Tとともに一次関数で一定減少する場合、運営・維持管理費 O_T と年間廃棄物処理量 W_T はそれぞれ $O_T = O_1 + \alpha \cdot (T-1)$ 、 $W_T = W_1 - \beta \cdot (T-1)$ で表されるので、 $r_o = \alpha/O_1$ 、 $r_w = \beta/W_1$ とすると、(1)式より(2)式が得られる。

$$\frac{LCC}{LCW} = \frac{C}{W_1} \cdot \frac{1+f_D+f_o \cdot T+f_o \cdot r_o \cdot (T-1)^2/2}{T-r_w \cdot (T-1)^2/2} \quad (2)$$

ここで、 $f_D = D/C$ 、 $f_o = O_1/C$ である。

② 運営・維持管理費が指数関数で増加する場合

運営・維持管理費が運営年数とともに指数関数で増加する場合は、T年目の運営・維持管理費 O_T は $O_T = O_1 \cdot \exp\{\varepsilon_o \cdot (T-1)\}$ で表されるので、(3)式が得られる

$$\frac{LCC}{LCW} = \frac{C}{W_1} \cdot \frac{1+f_D+f_o \cdot \exp\{\varepsilon_o \cdot (T-1)\}/\varepsilon_o}{T-r_w \cdot (T-1)^2/2} \quad (3)$$

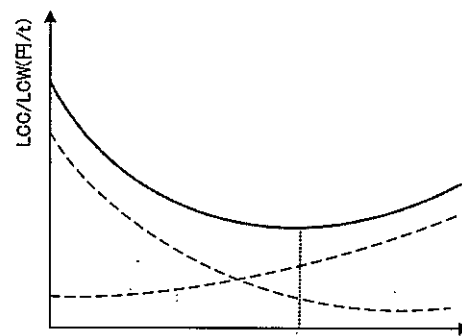


図1 経済的耐用年数の概念図

③ 実データから算出する場合

本調査では、費用の実績データがある期間にはこれを利用する。実績値を利用できる運用年数を t とすれば、 $\sum O_T - \sum O_t + \sum O_{\text{実績値}}$ であるので、(2)式と(3)式は、それぞれ(4)式、(5)式に書き換えることができる。

$$\frac{LCC}{LCW} = \frac{C}{W_1} \cdot \frac{1 + f_D + f'_O \cdot (T-t) + f'_O \cdot r'_O \cdot \{ (T-1)^2 - (t-1)^2 \} / 2 + \sum O_{\text{実績値}} / C}{T - r_W \cdot (T-1)^2 / 2} \quad (4)$$

$$\frac{LCC}{LCW} = \frac{C}{W_1} \cdot \frac{1 + f_D + f'_O \cdot [\exp\{\varepsilon_O \cdot (T-1)\} - \exp\{\varepsilon_O \cdot (t-1)\}] / \varepsilon_O + \sum O_{\text{実績値}} / C}{T - r_W \cdot (T-1)^2 / 2} \quad (5)$$

なお、ここで $f'_O = O'_1 / C$ 、 $r'_O = \alpha / O'_1$ であり、 $'$ は実データを近似した線から求めた値であることを示す。

(2) 実データの収集と解析前処理

運営開始後 15 年以上が経過しているごみ焼却施設 2 施設、破碎処理施設 2 施設を調査対象として、経済的耐用年数を求めた。計算は、収集したデータを最新年度（＝平成 16 年度）を基準年度としてデフレーター調整を行ったうえで、今後の運営・維持管理費の増加について次の 3 種のトレンドを設定して行った。なお、運用初期は施設の引渡期間として保守管理費等がプラントメカ負担となっている場合が多く、運営・維持管理費は低めの値をとるので、運用年数 1, 2 年目を除いてトレンドを求めた。

トレンド①：一次関数で増加する場合（運営 1, 2 年目を除いた全期間）

トレンド②：一次関数で増加する場合（過去 5 年間）

トレンド③：指数関数で増加する場合（過去 5 年間）

データ収集は、対象施設に訪問・ヒアリング調査を行い、決算書・償還台帳等により施設運営・維持管理費データをそれぞれ集計した。なお、施設運営・維持管理費の費目には対象施設に関係しない分も含まれていたため、当該施設に関する費目を仕訳するとともに、当該施設の担当者を確認を行い、その妥当性を確認

した。同一敷地内に複数の施設がある場合には施設共通の経費があるので、施設数で単純に按分した。ただし、人件費については人員配置人数、電力費については電力消費量といったように、より適当な按分基準となるデータが存在した場合には、これらの値の大きさに基づいて按分を行った。

表 1 デフレーター調整に用いたデータ

区 分	項 目	物価指数等
施設建設費	—	建設工事費デフレーター（建設総合）
施設の運転管理に係る業務費 ^{*1)}	雑入	「国内企業物価指数／総平均」（日本銀行調査統計局）
	人件費	地方公務員給与実態調査「職種別平均給与月額（技能職）」（総務省）
	需用費	「国内企業物価指数／電力・都市ガス・水道」（日本銀行調査統計局）
	保守管理費	「企業向けサービス価格指数／総平均」（日本銀行調査統計局）
	修繕更新費	「国内企業物価指数／一般機器」（日本銀行調査統計局）
	測定・試験費	「企業向けサービス価格指数／総平均」（日本銀行調査統計局）
	副生成物の運搬・処分費	
	その他通常経費	
	その他臨時経費	
施設の運転管理に係る業務以外の業務費	人件費	地方公務員給与実態調査「職種別平均給与月額（一般行政職）」（総務省）
	人件費以外の一般管理費	「企業向けサービス価格指数／総平均」（日本銀行調査統計局）
資金調達・返済に係る費用	公債費	建設工事費デフレーター（建設総合）

*1) 「施設の運転管理に係る業務」とは、ごみの受入および処理に直接係る業務をいう。

3. 結果と考察

収集して得られた4施設の費用データから求めた経済的耐用年数の計算条件を表2に示す。この条件をもとに計算した結果を表3に、また、焼却施設AとBにおける経済的耐用年数の算出例を図2、3に示す。多くの施設・トレンド条

件で、経済的耐用年数は20～28年となった。そのいずれの場合も経済的耐用年数に対して±5年程度の範囲でLCC/LCWは同程度であり、施設更新を行う経済的な至適期間は幅があると理解してよいと考えられた。焼却施設B・トレンド①では経済的耐用年数は37年となったものの、運用20～25年目の値とあまり変わらず、数十年単位で至適期間が存在した。これは運営・維持管理費の増加が小さいためであり、このような条件であれば、運用20年以降、運営・維持管理費が急増しない限り、いつ施設を更新してもよく、各種の施設延命化対策⁴⁾を検討できる。

表3 経済的耐用年数の算出結果

	トレンド①	トレンド②	トレンド③
焼却施設A	21	23	22
焼却施設B	37	20	20
破碎施設A	25	*	*
破碎施設B	21	28	26

*運営・維持管理費が減少という結果となったため、経済的耐用年数を算出できなかったもの。

(参考文献)

- 1) 神山守 (1998) ライフサイクルコスト分析に基づく計画的な再構築, 月刊下水道, 21 (3), pp. 26-28
- 2) 大川昌俊 (1998) 川崎市の改築・更新計画, 月刊下水道, 21 (3), pp. 29-33
- 3) 渡辺尚之, 鈴木秀男, 山内智 (1998) 京都市におけるLCCを考慮した改築・更新事業について, 月刊下水道, 21 (3), pp. 43-47
- 4) 特集 ごみ中間処理施設の延命化計画, 都市清掃, 60 (279), pp. 430-493

表2 経済的耐用年数の算出で設定したデータ

項目	変数	単位	焼却施設A	焼却施設B	破碎施設A	破碎施設B	備考
施設処理能力	—	t/日	220	351	50	90	実績値
調査時の運営年数	—	年目	18	15	25	15	実績値
施設建設費	C	百万円	9,107	8,251	533	1,532	実績値
施設解体費	D	百万円	660	1,053	25	40	単価等をもとに設定
施設解体費係数	f_D	—	0.07	0.13	0.05	0.03	計算値
年間廃棄物処理量1年目実績値	W_1	t	42,564	70,059	4,857	18,469	実績値
年間廃棄物処理量経年減少係数	β	—	487	661	-136	119	実績からの計算値
年間廃棄物処理量係数	r_w	—	0.009	0.010	-0.018	0.007	実績からの計算値
① 運営・維持管理費1年目係数	f_0'	—	0.048	0.137	0.144	0.247	実績からの計算値
① 運営・維持管理費経年増加係数	r_0'	—	0.089	-0.003	0.093	0.029	実績からの計算値
② 運営・維持管理費1年目係数	f_0'	—	0.076	0.051	0.466	0.277	実績からの計算値
② 運営・維持管理費経年増加係数	r_0'	—	0.031	0.124	-0.004	0.018	実績からの計算値
③ 運営・維持管理費1年目係数	f_0'	—	0.078	0.073	0.460	0.282	実績からの計算値
③ 運営・維持管理費経年増加係数	ε_0	—	0.024	0.046	-0.004	0.649	実績からの計算値

注) ①: 全運営期間一次式トレンド (但し, 1, 2年目を除く)

②: 過去5年間一次式トレンド, ③: 過去5年間指数式トレンド

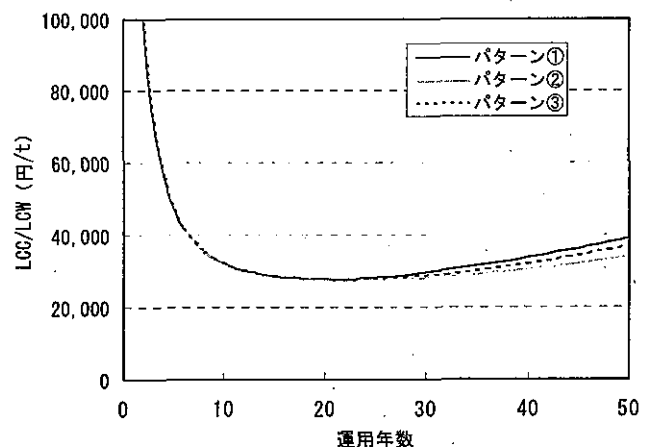


図2 焼却施設Aの経済的耐用年数の算出結果

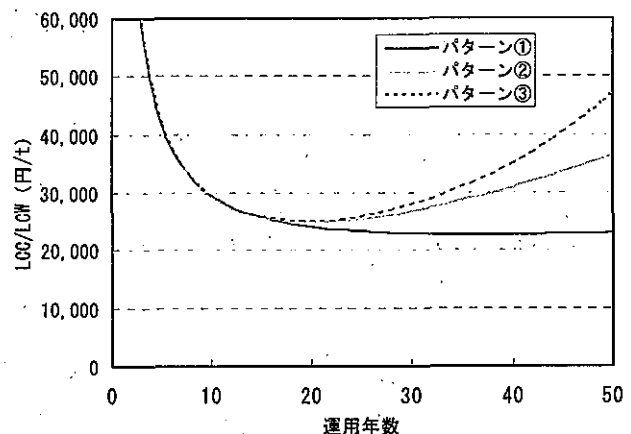


図3 焼却施設Bの経済的耐用年数の算出結果