

[研究報告]

ごみ焼却処理施設整備計画 に関する研究<その1>

—施設の大規模改修と更新の比較検討—

A Case-Study on Planning for implementation of MSW incinerator

増淵 淳一* 河辺 安男* 藤吉 秀昭*

Junichi MASUBUCHI, Yasuo KAWABE and Hideaki FUJIYOSHI

はじめに

近年、ごみ焼却施設を複数所有する大都市において、新用地の確保、周辺住民の同意取得、施設整備費の予算確保等の困難性から、既存施設の大規模改修（既存施設の建築構造物を必要な補強を行いながら利用し、機械設備のみを更新する方法）が行われるケースが見られるようになってきた。

しかしながら、全国的には、ごみ焼却施設の整備時期を迎えた施設では、既存施設を利用する方法を十分検討することなく、全面的に更新するケースが多い。

本研究では、既存のごみ焼却施設の整備に当たって、既存施設を大規模改修し、能力の不足分を他所に建設する方法と将来必要となる規模で施設を全面的に更新する方法について、比較検討した。検討に当たっては中都市を対象としてケーススタディーを行い、施設整備計画において検討すべき項目、手順及び検討上の留意点等を示した。

1. ケーススタディーの条件

1-1 モデルケースの概要

(1) 人口規模

モデルケースの都市（A市）は、首都圏のベッドタウンであり、人口の伸びは近年鈍化してきているものの、毎年約3,000人（約1.5%）程度ずつ増加している。人口は約20万人である。

(2) 既存施設の概要

A市のごみ焼却施設は稼働後16年経過し、ごみ処理量の増加、老朽化、ごみの高カロリー化による処理能力の低下、ダイオキシン類の発生防止対策の必要性等の理由から、既存施設の大規模な改良・改造整備が必要となっている。焼却施設の概要は表1に示すとおりである。

表1 既存施設の施設概要

| | | |
|------------|------------------------|----------------------|
| 施設名 | A市清掃センター | |
| 施設規模 | 300t/24h (150t/24h×2炉) | |
| 稼働年数 | 16年 | |
| 処理方式 | 全連続燃焼式焼却炉 | |
| 主要設備 | 受入・供給 | ピット・アンド・クレーン方式 |
| | 燃焼 | ストーカ式 |
| | 燃焼ガス冷却 | 水噴射式 |
| | 排ガス処理 | 電気集じん器 乾式塩化水素除去装置 |
| | 余熱利用 | 場内温水利用 |
| | 通風 | 平衡通風方式 |
| 灰出し | 灰出しコンベヤ | |
| 排水処理 | 循環再利用 | |
| 平均焼却量(実績)* | 257.2t/日 (負荷率92%) | |

*：稼働日1日当たりの平均焼却量

(3) 将来のごみ量

将来のごみ量の予測値は、表2に示すとおりである。

表2 計画ごみ量

| | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 実績 | 5年後 | 10年後 | 15年後 |
| 焼却量*(t/日) | 199.8 | 241.7 | 279.8 | 319.9 |

*：365日平均

*財 日本環境衛生センター東日本支局環境工学部
Department of Environmental Engineering, East Branch, Japan Environmental Sanitation Center

1-2 ごみ処理施設整備方法の検討

既存施設の整備方法として次のような方法を検討した。

1) 整備方法

整備方法としては、大きく分けて①基幹的施設整備、②増設、③大規模改修（リフォーム）、④更新の4つの方法が考えられる。これら4つの方法とは下記に示すとおりである。さらに、将来のごみ処理量の増加を考慮すると、これらの方法を組み合わせる必要がある。例えば、基幹的施設整備+増設、リフォーム+増設等が考えられる。

① 基幹的施設整備

既存施設の機能を計画当初の能力まで回復、向上させる為に設備・装置の一部を改造または更新する方法。建築構造物には手を加えない。

② 増設

ごみ発生量に対して、既存施設処理能力の不足分を新たに建設（増設）する方法。

③ リフォーム（大規模改修）

既存建築物を利用し、機械設備、電気設備、建築設備等を全面的に更新する方法。必要に応じて建築構造物の補強、改造も考慮する。

④ 更新

既存施設を廃止し、新施設を建設する方法。

2) 既存施設整備にあたっての制約条件と課題

既存施設整備にあたっての制約条件と課題は、以下に示すとおりである。

(1) 制約条件

① 工事期間中のごみ処理を近隣市町村に委託することは困難である。

(2) 課題

① 工事期間中、ごみを全量焼却処理できること。

② 整備後、ごみ処理能力が十分であること。

③ 長期間使用可能であること。（整備後、15年以上使用する）

④ 公害防止の法規制、住民協定等による上乗せ基準等を遵守すること。

3) 整備案の提案

前記制約条件を踏まえ、図1～図3の検討により、本ケースの場合採用できる整備計画案として、次の3ケースを設定した。

【ケース1】増設+リフォーム1（水噴射）

ごみの適正処理、経済性を最優先したケース。

公害防止については法基準を満足すること

とし、高度な公害防止対策は行わない。

【ケース2】増設+リフォーム2（ボイラ、発電）

経済性を考慮して既存の建築物を利用しながら、社会情勢を考慮して最新技術を導入したケース。

公害防止については、高度な公害防止設備を導入し、周辺環境への負荷を低減させる。

【ケース3】更新

社会情勢を考慮して最新技術を導入し、余熱を最大限有効に利用するケース。

公害防止については、高度な公害防止設備を導入し、周辺環境への負荷を低減させる。

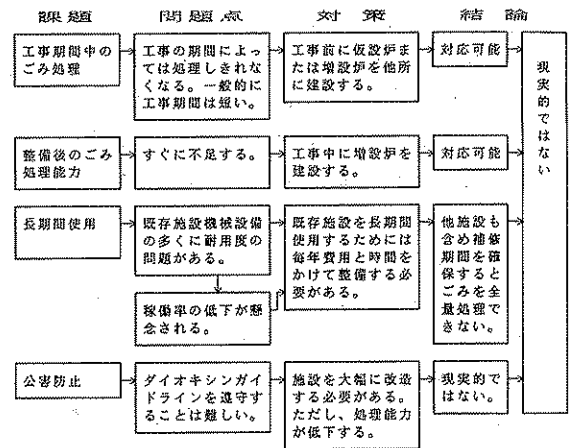


図1 基幹的施設整備の実現性の検討

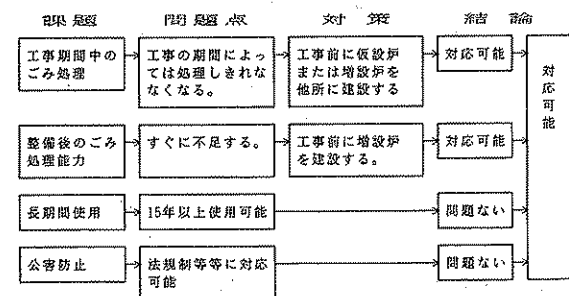


図2 リフォーム（大規模改修）の実現性の検討

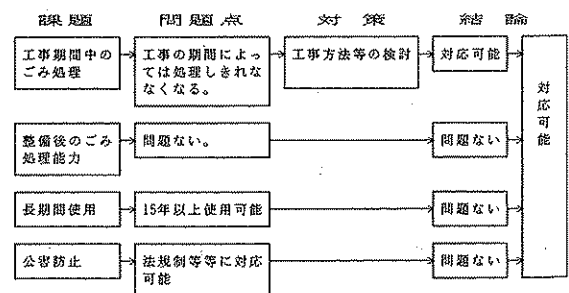


図3 更新の実現性の検討

1-3 整備案の検討

1) 整備工程

整備工程は、表3に示すとおりである。ケース1、ケース2は先に増設炉を建設し、その後既設炉を1炉ずつ改修するため、ケース3と比較して工期が長くなる。また、計画目標年次は各ケースとも計画稼働後7年後としているため、それぞれの整備工程によって異なってくる。

2) 整備規模

各ケースの整備規模は表4に示すとおりとなる。なお、ケース1とケース2は炉数が多いことから、ケース3と比較して整備規模の合計が

小さくなる。

3) ごみ量の将来予測

計画ごみ質は、計画目標年次の設定によって異なるが、ここでは表5に示すとおり全ケースとも共通とした。

4) 設備内容

各ケースの設備内容は、表6に示すとおりである。

5) 各整備方法の検討結果

各整備方法の検討結果は、表7及び以下に示すとおりである。

(1) ケース1 (リフォーム (水噴射) + 増設)

表3 整備工程

| 経過年数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------|-------------|---------------|-------------------------|------|---------------|--------------------------------------|---|---------------------------|---|--------|----|----------|----|----------|----|----------|
| ケース1・ケース2 | 増設炉 建設準備 | 発注仕様書・整備計画書提出 | 建設工事 ① ② ③ | | | ① 稼働開始 | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ 計画目標年次 | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
| | 既設炉 | | | 建設準備 | 発注仕様書・整備計画書提出 | リフォーム工事 1号炉 ① 既設炉撤去・着工 ② 竣工 | | 2号炉 ① 既設炉撤去・着工 ② 竣工 | | ① 稼働開始 | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ 計画目標年次 |
| ケース3 | 更新炉 建設準備 | 発注仕様書・整備計画書提出 | 建設工事 ① 着工 ② ③ ④ ⑤ 竣工 | | | | | ① 稼働開始 | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ 計画目標年次 | ⑧ | ⑨ |

注：建設準備には住民同意、環境アセスメント等を含む。

表4 整備規模

| 項目 | ケース1 | ケース2 | ケース3 |
|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| 整備規模 (t/24日) | 増設炉 140 (70×2炉) | 増設炉 140 (70×2炉) | 更新炉 480 (160×3炉) |
| | 既設炉リフォーム 300 (150×2炉) | 既設炉リフォーム 300 (150×2炉) | |
| | 計 440 | 計 440 | 計 480 |

- 特 徴：① 運転体制は、既存施設（リフォーム炉）、増設炉の2施設体制となる。なお、リフォーム炉と増設炉が隣接する場合は中央制御室の一元化も可能である。
- ② 公害防止は、法規制を満足する程度である。
- ③ 建設費が安い。

- 問題点：① 改修工事前に既存施設建築構造物の耐震強度について、十分調査する必要がある。
- ② 敷地面積に余裕がないために、既存施設の改修工事は工事車輛、資材置き場の確保に困難が予想される。
- ③ 改修工事にあたっては、ごみ処

理作業（1炉稼働している）へ支障がないよう調整が必要となる。

- ④ 余熱利用の範囲と程度が限定される。
- ⑤ 機器配置上、余裕がないため、運転管理条件が悪くなる。

(2) ケース2（リフォーム（ボイラ）+増設）

- 特 徴：① 運転体制は、既存施設（リフォーム炉）、増設炉の2施設体制となる。なお、リフォーム炉増設炉が隣接する場合は中央制御室の一元化も可能である。
- ② 公害防止は、高度な公害防止設備により周辺環境への負荷を低減できる。
- ③ 発電により、売電収入が期待できる。

- 問題点：① 改修工事前に既存施設建築構造物の耐震強度について、十分調査する必要がある。なお、ケース1と比較して大幅な補強が必要となる。場合によっては、十分な補強ができずに実行できないことも考

表5 計画ごみ質

| | 低質ごみ | 基準ごみ | 高質ごみ |
|---------------|-------|-------|-------|
| 水分 (%) | 57.9 | 43.4 | 27.4 |
| 可燃分 (%) | 29.7 | 45.7 | 63.4 |
| 灰分 (%) | 12.4 | 10.9 | 9.2 |
| 低位発熱量 (KJ/kg) | 310 | 530 | 760 |
| (kcal/kg) | 1,300 | 2,200 | 3,200 |

表6 各ケースの設備内容

| 項 目 | ケース1 *1 (リフォーム炉) | ケース2 *1 (リフォーム炉) | ケース3 |
|---------|--|--|--|
| 受入供給設備 | ピットアンドクレーン | ピットアンドクレーン (クレーンは全自動) | ピットアンドクレーン (クレーンは全自動) |
| 燃 焼 設 備 | ダイオキシンのガイドラインに対応 | ダイオキシンのガイドラインに対応 (自動燃焼方式) | ダイオキシンのガイドラインに対応 (自動燃焼方式) |
| ガス冷却設備 | 水噴射式 | 全ボイラ式 | 全ボイラ式 |
| 排ガス処理設備 | BF*2+乾式HCL除去装置 | BF*2+HCL除去装置 +無触媒脱硝装置 | BF*2+HCL除去装置 +無触媒脱硝装置 |
| 余熱利用設備 | 給湯、暖房 | 給湯、冷暖房 発電(売電) | 給湯、冷暖房 発電(売電) |
| 通 風 設 備 | 場外施設への給湯 平衡通風方式 外筒：鉄筋コンクリート製 内筒：鋼板製(2本) | 場外施設への給湯 平衡通風方式 外筒：鉄筋コンクリート製 内筒：鋼板製(2本) | 場外施設への給湯 平衡通風方式 外筒：鉄筋コンクリート製 内筒：鋼板製(2本) |
| 灰出し設備 | 湿式 ピットアンドクレーン | 乾式、湿式併用方式灰押出、ピット アンドクレーン(全自動、半自動、 遠隔手動) | 乾式、湿式併用方式灰押出、ピット アンドクレーン(全自動、半自動、 遠隔手動) |
| 灰溶解設備 | - | (電気溶解式) | (電気溶解式) |
| 計 装 設 備 | - | 最新の計装技術 プラントの操作、監視、制御の集中 化と自動化 | 最新の計装技術 プラントの操作、監視、制御の集中 化と自動化 |

*1：増設炉は他所に建設する。
また、増設炉の設備内容は、ケース1（リフォーム炉）と同じとする。

*2：BFはバグフィルタ

- えられる。
- ② 敷地面積に余裕がないために、既存施設の改修工事はケース1よりもさらに困難が予想される。(ケース1より工期及び経費がかかる)
 - ③ 改修工事にあたっては、ごみ処理作業(1炉稼働している)へ支障がないよう調整が必要となる。
 - ④ 機器配置上、余裕がないため、ケース1よりもさらに運転管理条

- 件が悪くなる。
- ⑤ 設計可能内容に不確実性があるため、建設費の推定が難しい。
- (3) ケース3
- 特 徴：① 運転体制は、既存施設(更新炉)の1施設体制となる。
- ② 公害防止は、高度な公害防止設備により周辺環境への負荷を低減できる。
 - ③ 発電により、売電収入が期待できる。(ケース2よりも多い。)

表7 整備案の比較

| 項 目 | ケース1 | ケース2 | ケース3 |
|--------------------------|--|---|------------------------------|
| 1. 整備規模 (t/24h) | 増設炉 140 既設炉リフォーム 300 | 増設炉 140 既設炉リフォーム 300 | 更新炉 480 |
| 2. 工事上の留意点 | | | |
| (1) 工事前段階 | <ul style="list-style-type: none"> • リフォーム炉は、実施設計の段階で既存施設建築構造物の強度について十分に調査・検討する必要がある。 • 操作性、維持管理性の良好な機器配置になるよう十分に検討する。 • ケース2は、新耐震を考慮した設計とする。 | | • 特になし |
| (2) 工事期間中 | <ul style="list-style-type: none"> • 工事期間中の工事作業とごみ処理作業、及び工事関係車両と収集車等の作業車両の調整が必要となる。 • 工事の工程管理に注意する必要がある。 | | • 特になし |
| (3) 工事の難易性 | <ul style="list-style-type: none"> • 工事は容易でない。 | <ul style="list-style-type: none"> • 工事はケース1に比べさらに容易でない。 | • 特に問題ない。 |
| (4) 配置計画 | リフォーム炉は機器配置が狭い。 | リフォーム炉は機器配置が非常に狭い。 | 特に問題ない。 (今後の計画による) |
| 3. 余熱利用の範囲 | 給湯、暖房 場外施設への給湯 | 給湯、冷暖房 発電(売電) 場外施設への給湯 | 給湯、冷暖房 発電(売電) 場外施設への給湯 |
| 4. 機器配置 | リフォーム炉は機器配置上、余裕がないため、運転条件は悪い。 | リフォーム炉は機器配置上、余裕がないため、運転条件はケース1よりもさらに悪い。 | 特に問題ない (今後の計画による) |
| 5. 維持管理性 | | | |
| (1) 運転体制 | 2施設体制 | 2施設体制 | 1施設体制 |
| (2) 運転人員 | 54名 | 55名 | 37名 |
| 6. 経済性の比較 | | | |
| (1) 建設費 (百万円) | 増設炉 : 7,560 リフォーム炉 : 8,000~11,000 計 15,560~18,560 | 増設炉 : 7,560 リフォーム炉 : 10,000~19,000 計 17,560~26,560 | 更新炉 : 25,440 |
| (2) 維持管理費 年間(千円/年) | 増設炉 : 75,869 リフォーム炉 : 125,534 計 201,403 | 増設炉 : 75,869 リフォーム炉 : 16,200 計 92,069 | 25,920 |
| (3) 人件費 年間 (百万円/年) | 増設炉 : 154 リフォーム炉 : 224 計 378 | 増設炉 : 154 リフォーム炉 : 231 計 385 | 259 |
| (4) 売電収入 年間(千円/年) | 計 0 | 158,928 | 251,866 |
| (5) 収支計 15年間(百万円) | △24,251~27,251 | △22,332~31,332 | △25,936 |

- ④ 施設の耐用年数の目安 15 年間として考えると、経済的に最も有利である。(発電による売電収入があること、1 施設体制のため人件費が少ないこと。)

問題点： 一般には既存施設を更新する場合、用地取得が最も困難で最大の課題となるが、本ケースの場合用地は取得済みであること、環境アセスメント等の事前調査は終了していることなどから、問題となる要因は特にない。

2. 考 察

本検討では、既存施設の整備方法として、既設を更新する方法と既設をリフォームし、不足分を増設する方法について、ケーススタディにより検討した。

A市におけるケーススタディの結果を経済面からみると、以下の通りである。

- ① 建設費：ケース 1 が最も安価である。ケース 2 とケース 3 を比較すると、ケース 2 のリフォーム炉の建設費については整備内容によって建設費に幅があり明確でないが、ケース 2 がケース 3 より安価となる場合が多い。
- ② 維持管理費：発電により場内消費分を賄うことができるため、ケース 3 が最も安価となる。ただし、メンテナンス費用の比較は困難である。(比較条件の統一が困難であるため)
- ③ 人件費：1 施設体制で運転人員が最も少ないケース 3 が最も安価となる。
- ④ 売電収入：発電規模が大きいケース 3 が最も多くなる。

本検討結果を踏まえ、更新のための条件とメリット、リフォームする場合の課題とメリットを普遍化して整理すると、以下のとおりである。

【更新の条件】

- ① 新用地が確保されていること。(住民の同意が得易いこと)

- ② 新施設が周辺環境へ影響を及ぼさないこと。(立地条件、環境アセスメント)

【更新のメリット】

- ① 建設工事に制約を受けない。
- ② 最新技術の導入が容易である。
なお、更新により施設が統合化(1 施設体制)される場合には、更に次のようなメリットが出てくる。
- ③ 余熱利用の高度化が可能となる。
- ④ 最新の運転管理システムにより省力、省エネ化が可能である。
- ⑤ 1 施設体制となるため、維持管理が容易で、経済性が出る。
- ⑥ トータルの経費でみると、最も安価となる場合が多い。

【リフォームする場合の課題】

- ① ごみ量が増加傾向にある場合は、他所に能力の不足分を建設する必要がある。なお、リフォーム炉の処理能力はごみ質の向上により既設より小さくなる場合が多い。
- ② ごみを処理しながら工事を行う場合、1 炉ずつ整備するため、工事期間が長くなる。
- ③ 工事期間中のごみが全量処理できるか、検討が必要である。
- ④ 建築構造物の耐震補強に関する詳細な検討が必要である。
- ⑤ 工事費の積算が難しく経済性の評価に曖昧さが残る。

【リフォームする場合のメリット】

- ① 既設炉については、新たに用地を確保する必要がない。
- ② 建設費をみると、更新より安価である。したがって、ごみ量が横ばいまたは減少している場合は、更新炉より安価となる。なお、建設費は、増設炉と合わせた場合でも、更新炉より安価となる場合もあり得る。
- ③ 施設を分散配置(リフォーム炉と増設炉)することによって、地震等の予期できない災害時に対して、リスク分散となる。

既存施設の整備に当たっては、既存施設の大規模改修(能力向上含む)について十分な検討を行わないまま、安易に既存施設を廃棄し、新たに更新する例が多く見受けられる。しかし、近年のごみ処理・処分費の財政圧迫、用地の確保難、住民の同意取得難等の状況を考慮すると、経済性がよ

いこと、住民反対が少ないこと、環境アセスメントが不要あるいは簡易化できることから、大規模改修による整備も十分検討に価すと考えられる。また、施設の更新統合化は、多くの面で合理性があるが、その実現性は新用地の確保、住民同意取

得が最大の条件となっている。

したがって、ここに示したような経済性を含めた多面的な検討により十分評価した上で整備方針を決定していく必要がある。