

一般廃棄物処理施設の長寿命化・基幹改良における留意点

八千代エンジニアリング株式会社

○入佐 孝一、加藤 涼一、山中千賀子

1. 検討の目的と背景

廃棄物処理施設は高度な化学プラントの集合体であり、施設建設には莫大な経費が必要となる。一方で、自治体の厳しい財政状況などにより、老朽化した廃棄物処理施設が増加し、一般廃棄物処理システムが脆弱化している地域がある。こういった状況を踏まえ、環境省では、既存施設の長寿命化を図りながら、機能の回復とライフサイクルコストを高い次元でバランスさせながら縮減しつつ、効率的な更新整備や保全管理を充実させるストックマネジメントの導入を推進している。

自治体が基幹改良工事を実施するためには、更新対象とする設備機器の範囲を決定して長寿命化計画を策定し、事業費を算定、入札契約を経て工事を行うという流れになるが、既設のプラント工事を実施したメーカーや維持管理を行っている事業者以外が、これらを運転履歴や補修履歴などのみから策定することは容易では無い。この結果、既設プラントメーカーや運転管理業者以外が見積作成や事業へ参入しにくい状況となる。また、工事に際しては、新設の場合と異なり施設を稼働しながら工事を実施していくことが求められることなどから様々な制約が発生する。

本稿では、基幹改良工事の課題に対してコンサルタントの立場から、①発注に際しての留意点、②工事計画における留意点に着目して述べるものとする。

表-1 基幹改良工事の項目とコスト及びCO2削減効果

	新設案	1/3交付案	1/2交付案
工事概要	施設の更新 (同規模最新施設)	設備の延命化及び CO2削減効果(小)	設備の延命化及び CO2削減効果(大)
CO2削減率 (削減率予定)	-	3%以上20%未満 (7.00%)	20%以上 (28.37%)
交付率	1/3	1/3	1/2
全体事業費 (内交付対象予定金額)	約150億円 (約150億円)	約43億円 (約18億円)	約50億円 (約24億円)
交付金額	約50億円	約6億円	約12億円
自治体負担額	約100億円	約37億円	約38億円
延命化目標年度	-	10~15年	10~15年
延命化主体工事 (交付金対象外)		<ul style="list-style-type: none"> 本体内管交換 タービン修繕 電気設備工事 煙突改修 排ガス分析計更新(一部) その他各機器改修 	<ul style="list-style-type: none"> 本体内管交換 電気設備工事(一部) 煙突改修 排ガス分析計更新(一部) その他各機器改修
CO2削減工事 (交付金対象)		<ul style="list-style-type: none"> ごみクレーン高効率モーター化 ごみクレーン高効率制御化 炉駆動用油圧方式変更 ボイラ給水ポンプ高効率モーター化 灰出設備高効率モーター化 灰クレーン高効率モーター化 各種排水処理用機器等高効率化 復水器インバータ化 DCS更新 	<ul style="list-style-type: none"> ごみクレーン高効率モーター化 ごみクレーン高効率制御化 炉駆動用油圧方式変更 ボイラ給水ポンプ高効率モーター化 蒸気タービン発電出力アップ 電気出入自由化(電力会社へ売電) 排ガス再循環方式に変更 灰出設備高効率モーター化 灰出設備間欠運転化 灰クレーン高効率モーター化 各種排水処理用機器等高効率化 復水器更新及びインバータ化 DCS更新
その他			発電機出力アップ及び出入自由化により、買電料が減少する。

2. 発注に際しての留意点

(1) 基幹改良工事範囲の検討

基幹改良工事により延命化する場合、改良の範囲が多ければそれに伴いコストが増大することとなる。改良の範囲を限定して、必要最低限度の機器更新を行う場合と、CO2 排出削減の最大限の効果を目指し高い交付率を得る場合において、コスト、CO2 排出削減率を総合的に検討した上で判断する必要がある(表-1参照)。

(2) 予定価格の算定手法

熱回収施設は一般的に性能発注方式がとられており、仕様書や要求水準書に基づいたプラントメーカーの見積をベースとして自治体の予定価格を設定するケースが多い。しかしながら、基幹改良工事の場合には既存施設の機器やシステムに対して各種特許やプラントメーカー独自のノウハウが多く含まれており、既設メーカー以外の他社が基幹改良工事についての見積を積算することが困難な要因となっている。さらに、当該施設の維持管理を行っているメーカーに対して、機器の劣化状況や損耗状況を熟知していない他社が工事費を積算した場合、積算精度が落ちるために安全をみて積算を行うため、どうしても見積額が高騰する傾向にある。ここでは、このように事業費の見積が困難な場合についての工事費算定の手法を提案する。実務上で、実際に基幹改良工事の参考見積をプラントメーカーに依頼したケースにおいても、ほとんどが1社以外からの見積徴収はできなかった。

1) トン単価からの拡大推計

当該施設近隣の自治体等へのアンケートや公表データを元に、他の実績工事価格から事業費を算定する手法であり、概算事業費を求める際などに一般的に用いるトン単価からの拡大推計の手法である。計画が定まっていない段階での大まかな概算事業費を確認する場合などには有効な手法であるが、条件により工事内容が異なることから、あくまで参考として利用するにとどめるべきといえる。

2) 0.6乗則による拡大推計

単価にスケールメリットを考慮した手法で、プラント建設工事分野において建設工事価格は施設規模の0.6乗に比例するという経験則が良く知られており、廃棄物処理施設の予定価格積算におけるテクニックとして推奨されている。0.6乗則による積算手法は、同種の機器・装置・設備・プラントの価格が能力（施設規模）の0.6乗に比例するという経験則からある既設の価格が既に知っている場合に他の任意の価格を推算する手法として紹介されている。

$$Ca = \text{既に分かっているA施設の建設価格} \quad Cb = \text{上記と同一のB施設の建設価格（知りたい建設価格）}$$

$$Sa = \text{A施設の規模} \quad Sb = \text{B施設の規模（本事業の施設規模）}$$

$$Cb = Ca \times (Sb/Sa)^{0.6}$$

3) 実績単価から推計する手法の限界

上記1)、2)の手法からある程度の目安となる事業費は算定できるが、基幹改良工事は、施設によって工事範囲や条件が大きく異なることから、実績単価から事業費を拡大推計する手法には限界がある。また、一般的には2炉構成よりも3炉構成の施設の方が機器点数が多く割高となり、水噴射式よりも蒸気タービン発電を行っている施設の方が割高になることが予想されるが、実際に行ったアンケート結果からは必ずしもそのようにはならなかった（表2参照。ただし、本稿用に数値は加工を施してある。）。

表-2 基幹改良工事のトン単価および0.6乗則による拡大例

金額単位：千円（税8%込み）

自治体名	施設規模 (t/日)	炉数	処理方式	契約金額 (消費税8%換算)	t単価 (千円/t)	t単価から拡大	0.6乗則で拡大
A自治体	280	3炉	全連続流動床	6,480,000	23,143	6,942,857	6,753,874
B自治体	200	2炉	全連続ストーカ	3,240,000	16,200	4,860,000	4,132,375
C自治体	250	2炉	全連続流動床	5,400,000	21,600	6,480,000	6,024,243
D自治体	300	3炉	全連続ストーカ	4,104,000	13,680	4,104,000	4,104,000
E自治体	150	2炉	全連続流動床	2,376,000	15,840	4,752,000	3,601,343
単純平均					18,093	5,427,771	4,923,167

注1) 消費税は契約時期によって異なるので、換算する必要がある。

注2) 施設規模300t/日と設定して試算した結果を示す。

注3) 平均は、5データの金額合計を規模の合計で除して算出。

注4) 施設規模、契約金額等は実際のアンケートを基に架空の数値を設定した。

4) 単品機器価格からの拡大推計

プラントメーカーのノウハウや炉の形式に影響される全体見積に加え、炉形式に影響されない汎用機器の単品見積を別途複数メーカーに徴収し、全体工事費の見積額に対する当該機器の割合を乗じて、拡大推計する手法である。これにより、全体工事費

表-3 単品機器見積からの事業費拡大推計のイメージ

金額単位：千円

メーカー	全体事業費	バグフィルタ単品見積	全体工事費に占める割合	全体事業費
A社(既設メーカー)	5,000,000	100,000	2.00%	5,000,000
B社	—	95,000	上記割合を用いて全体事業費を拡大推計	4,750,000
C社	—	110,000		5,500,000
D社	—	120,000		6,000,000
E社	—	98,000		4,900,000
平均				5,230,000
最低価格			4,750,000	

を類推し、既設メーカー以外からの見積聴取が困難であった場合においても複数社の見積を間接的に比較評価することが可能となる。対象機器は、たとえばバグフィルタやごみクレーンなどのように、ある程度金額のインパクトが大きく、かつ炉形式に依存しない汎用機器が望ましい。

(3) 適切な入札契約の手法

平成 26 年度に発注契約されたごみ処理施設の基幹改良工事においては、52%が随意契約となっている。また、計画が再検討となった 1 件を除く全体 29 件のうち、90%にあたる 26 件が 1 社契約(随契又は入札等)となっている(表-3 参照。出典：「都市と廃棄物」(環境産業新聞社 2015 VOL45 7月号))。このことから、既存工場の基幹改良工事における競争入札契約の困難さがうかがえる。1 社入札となることを前提に考えた場合、総合評価方式などの方式により価格以外の要素を契約に組み込むことが望まれる。

総合評価を行う際には、CO2 排出削減効果(削減率)を担保することを技術提案として求め、CO2 排出削減に寄与する改良内容とその効果が妥当であるかを評価することが望ましい。

表-4 基幹改良工事の契約形態実績

契約形態別	件数	割合
随意契約	15	52%
一般競争入札	8	28%
指名競争入札	3	10%
総合評価方式	3	10%
合計	29	100%

競争者数別	件数	割合
1社	26	90%
複数社	3	10%
合計	29	100%

出典：環境産業新聞社 2015 VOL45 7月号)

3. 工事計画における留意点

(1) 施設を稼働しながらの改良工事

- ①ごみの受入、処理を継続しながらの工事となることから、工事車両と収集車や薬品搬入車、一般来場者などの動線に対する輻輳対策が必要となる。
- ②受変電設備を更新する場合は一時的に仮設電源に切り替え、さらに工事完了後に本設に戻す必要がある。この間、仮設発電機を用いて電源を確保するか、商用電源から仮設受電を行うかの手法が考えられるが、いずれの場合においても、短期間でスムーズな切り替え作業を行う必要がある。

(2) 建築の観点からの留意点

- ①機器更新に伴う加重の増加が建築構造上問題ないかを確認する必要がある。
- ②機器搬出や取込みのための壁・床の開口及び復旧が必要となり、建築構造への影響がない方法を採用するよう留意する必要がある。
- ③ごみピット等の開口部が外部へ開放されないように仮設屋根を設置するなどの対策が求められる。

(3) CO2 排出削減の観点からの創意工夫と留意点

- ①タービン発電機出力増強や、水噴射方式からボイラタービン発電方式への変更は、CO2 排出削減に大きく寄与する。一方、復水器やボイラの新設や増強が必要となる場合があり、建築構造への影響などから断念せざるを得ない場合がある。さらに、既に発電を行っている施設で長期間タービンを停止することはその間の電力を外部から供給することとなる。このため、敷地に余裕がある場合は、発電設備の外部設置や、スクリー式のパッケージ発電装置の導入なども視野に入れて検討することが望ましい。
- ②小規模施設などにおいて、ごみ処理量に対して施設規模に余裕がある場合、准連式から全連続運転に切り替えるとともに、3 炉を 2 炉に減炉するなど状況によってはエネルギー消費量縮減効果がある。
- ③低空気比運転、各部ケーシングなどの補修による漏れ込み空気の縮減、排ガス再循環、バグフィルタ入口でのガス冷却を水噴射式から空気加熱器式に変更するなど、様々なガス量縮減対策により、誘引通風機の負荷低減が可能となる。

4. 終わりに

長寿命化による基幹改良工事は、施設の長期使用により、ライフサイクルコストを縮減する観点から有効な手段であるが、施設に見合った適正な更新内容の設定や事業費の算定などが望まれる。特に、老朽化した施設に対する焼却能力の改善や、CO2 排出削減についてはプラントメーカーのノウハウを活用するため総合評価方式を採用するなど、創意工夫を活かした改良が望まれる。以上