

DBO方式による広域汚泥処理事業

(株)東京設計事務所 東京支社 ○尾浪 正晴
坂本 勇

本事業は、A 県県北地区広域汚泥処理事業として県北地区の生活排水処理汚泥（下水、くみ取りし尿、浄化槽、農集排等）から資源化物を製造し、有価にて供給するものであり、継続的な汚泥処理形態を維持するとともに、資源化物を長期的及び安定的に製造、供給することにより、循環型社会の構築に貢献することを目的とする。

本事業は、I 処理センターで引き渡される 3 市 3 町 1 組合（公共下水道：5 施設、流域下水道：2 施設、し尿処理：1 施設）から発生する脱水ケーキ等を原料として資源化物を製造し、利活用を図るものであり、本施設の設計・施工及び維持管理・運営を DBO (Design Build Operate) 方式で行う。

Key Words : DBO 方式、広域汚泥処理事業、事業スキーム

1. はじめに

A 県では、人口減少や急速に進む少子高齢化、逼迫する財政状況、環境問題への取り組み等、公共事業を取り巻く環境が大きく変化している。図 1 に A 県の人口動態を示す。

汚泥処理事業の推進に対しては、個々の施策展開では事業の継続性を担保することが困難であることから、各自治体及び所管省庁の枠組みを超えた連携が求められている。

本報告は、このような状況を鑑み、安定的で継続性の高い汚泥処理サービスを実現するための事業の枠組み、事業化方式、適正な年次別汚泥量の予測等について報告を行うものである。

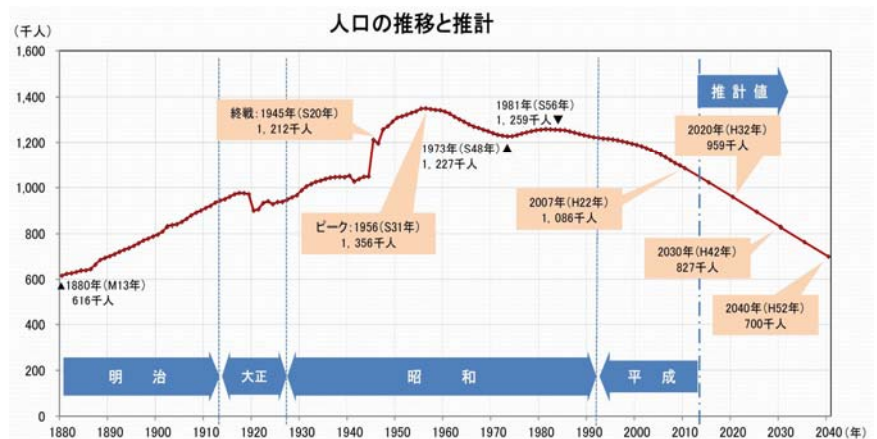


図 1 A 県の人口の推移と推計

出典) 人口や経済などのデータから見る A 県の現状 H25.9

2. 事業の検討課題と対策

A県での現状を踏まえ、事業を進める上で、以下の検討課題が挙げられる。

- 広域汚泥処理の枠組みの形成
- 循環型社会の構築に寄与する汚泥処理形態
- 安定的で継続性の高い事業化方式の選定
- 所管省庁の異なる各施設から発生する年次別汚泥量の予測

以下に各課題に対する対策を示す。

2.1 広域汚泥処理の枠組みの形成

逼迫する財政状況、下水道技術者や維持管理者が不足する中で、個々の市町村ごとに汚泥処理・最終処分計画を定め、維持管理・運営していくことは効率的ではなく経済的な施策であるとはいえない。また、「継続可能な汚泥処理サービスの実現」という方針からも逸脱するものであると考える。

このような事業背景を基に、汚泥処理事業を広域化することにより、整備効果・事業効率の向上、維持管理費の低減を図ることを目的として事業実施が決定された。

広域汚泥処理事業の枠組みとして、図2に事業概念図、表1に対象施設である10施設の概要を示す。汚泥処理の基地局をG市I処理センターとし、各処理施設から脱水ケーキ等を搬送する計画であり、運搬距離は平均で約40km、最も遠方のVI浄化センターでは約60kmとなる。

広域汚泥処理の枠組みを形成する上での課題と

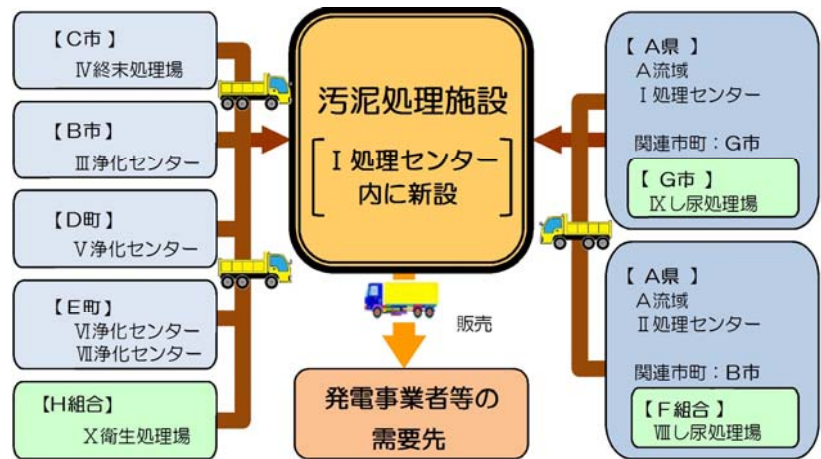


図2 A県の広域汚泥処理事業概念図

表1 各対象施設の概要

種別	事業体 (流域下水道)	処理場名	処理対象物	現状の 最終処分形態
流域下水道	A県 (A流域)	I 処理センター	脱水ケーキ	焼却灰 → 陸上埋立
		II 処理センター	脱水ケーキ	焼却灰 → 陸上埋立
公共下水道	B市	III 浄化センター	脱水ケーキ	—
	C市	IV 終末処理場	脱水ケーキ	脱水ケーキ → 陸上埋立
	D町	V 浄化センター	乾燥汚泥	乾燥汚泥 → コンポスト
		VI 浄化センター	脱水ケーキ	脱水ケーキ → 陸上埋立
	E町	VII 浄化センター	脱水ケーキ	脱水ケーキ → 陸上埋立
し尿処理	F組合	VIII し尿処理場	脱水ケーキ	焼却灰 → 陸上埋立
	G市	IX し尿処理場	し尿及び浄化槽汚泥	焼却灰 → 陸上埋立
	H組合	X 衛生処理場	し尿脱水ケーキ	焼却灰 → 陸上埋立

しては、前記した搬送車による運搬距離等といった地理的な課題、各自治体との合意形成や維持管理費の按分方法といったものが挙げられる。これらの課題については、持続可能な最終汚泥処分・利用形態の維持、汚泥処理の一元管理、低廉な維持管理費を達成することを目的として、多角的な検討、関係者との調整を経て、各自治体及び所管省庁を超えた広域汚泥処理事業を形成するに至ったものである。

2.2 循環型社会の構築に寄与する汚泥処理形態

現状の各施設から発生する脱水ケーキ等は、その多くを焼却し陸上埋立処分を行っており、汚泥の有効利用が積極的に行われている状況とはいえない。

また、下水道事業をとりまく法的な観点では、平成27年5月に下水道法の改正を受け、発生汚泥等の燃料又は肥料としての再生利用に係る努力義務が追加規定されている。

一方、A県の現状は前記したように焼却処理後の陸上埋立処分が支配的である。今回の広域汚泥処理区域から発生する年間総汚泥量（脱水ケーキ等）は7,782wet-t/年であるが、この汚泥を全量焼却処分した場合には、図3に示すように処理プロセスからの温室効果ガス排出量が1,496～3,502t-CO₂/年間となる。今回想定している炭化処理の場合は72t-CO₂/年間となり、焼却処分に対し1/20～1/50程度に低減される。焼却（流動炉：高温）から炭化処理への変更を温室効果ガスの削減効果として別の指標で表すと、森林面積（スギ）162ha/年間の新規創出、「東京ドーム」35個分に値する。事業期間である20年間で評価すると森林面積3,240ha、東京ドーム693個分に値する。

本事業では、脱水ケーキ等に改質処理を加えることで資源化物を製造し、有価として供給し石炭代替燃料等として利活用を図るものであり、循環型社会の構築に大きく寄与できると考える。

また、併せて現状の焼却処分を主とする最終処分形態から転換を図ることにより、地球温暖化対策に対しても貢献できると考える。

2.3 安定的で継続性の高い事業化方式の選定

安定的で継続性の高い事業とするためには、各処理施設から収集された汚泥（脱水ケーキ等）を資源化した後、この資源化物を有効利用する利活用先を長期間、安定的に確保することが重要である。

この視点から一般的な維持管理の委託形態を見ると、単年度契約の更新又は2～5年間

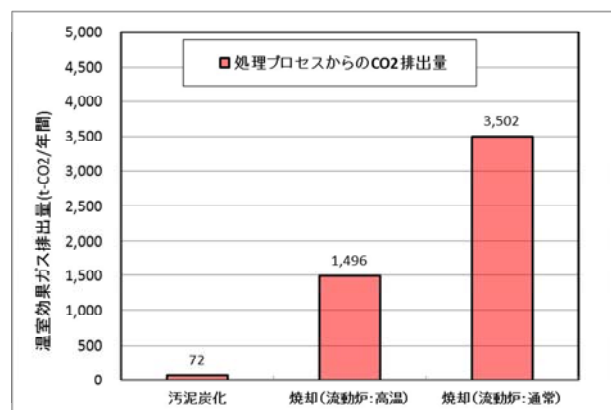


図3 処理プロセスからのCO₂排出量

の複数年契約（包括的民間委託、指定管理者制度）が選択肢として挙げられるが、このような従来方式では、不確定要素が多い広域汚泥処理事業を安定的かつ長期間継続することが難しいと考えた。

表 2 PPP/PFI 手法の官民の役割分担

項目	公設公営	DB	DB+O	DBO	BTO	BOT	BOO
資金調達	官	官	官	官	民	民	民
設計・建設	官	民	民 (分離発注)	民	民	民	民
運営管理	官	官	民 (分離発注)	民	民	民	民
所有権	建設中	官	官	官	民	民	民
	運営中	官	官	官	官 (買取)	民	民
	運営後	官	官	官	官	官 (譲渡)	民 (撤去)

この対策としては、事業化方式として、表 2 に示す PPP/PFI 手法のうち「DBO 方式」を採用し 20 年間の長期間契約とした。

事業スキームを図 4 に示す。DBO 方式として、民間委託する維持管理・運営委託の内容は、各処理施設から汚

泥基地局までの搬送業務（脱水ケーキ等）を除く、全ての業務を包含する計画とし、民間事業者の裁量に委ねるものとした。

事業スキームのポイントとしては、「資源化物」の利活用先を 20 年間という長期間確保し、資源化物の利活用を図ることを要求水準の必須の要件としたことである。

このように、民間事業者の裁量範囲を広げた場合の課題としては、責任分界点の明確化、適切なリスク分担、ペナルティの付与等について、要求水準書をはじめ、契約書上で明文化するとともに、民間事業者へのヒアリングを重ね疑義等を払拭し、競争環境を維持した中で、如何に民間事業者の参加意欲をかきたてることができるかが事業成功の鍵となる。

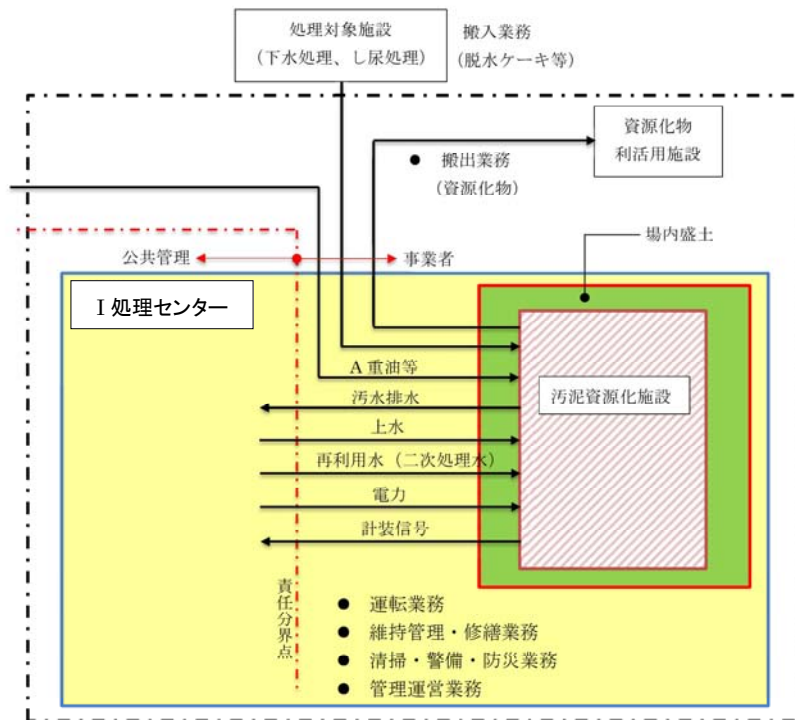


図 4 事業スキーム

2.4 所管省庁の異なる各施設から発生する年次別汚泥量の予測

本事業の汚泥資源化施設の維持管理費は、関連市町村が負担し、各対象施設から発生する汚泥量に応じて按分する計画である。費用按分を公正に行うためには、事業期間である平成32年度から平成51年度の20年間にわたる各対象施設からの汚泥量を適正に予測する必要がある。

しかしながら、汚泥が発生する処理施設の種類の、下水道、農業集落排水、合併浄化槽、単独浄化槽と多岐にわたっており、各施設とも異なった算出方法により発生汚泥量を算出している。

今回、発生汚泥量の予測を行うに当たっては、関連市町村の公正な費用負担や、汚泥資源化施設の適正な処理能力に直結することを鑑み、予測を行う上で最も基礎的な要素となる「汚泥固形物原単位の設定」が重要なポイントとなると考えた。

そこで、本事業では、発生汚泥量を予測する上で、10施設で統一した算出方法により、汚泥固形物原単位を設定することとした。

汚泥固形物原単位は、実績に基づく汚泥量から含水率を用いて固形物量に換算し、その値を汚水処理人口で除し、一日一人当たりの汚泥固形物量を算出した。将来的な汚泥量の算出は、国立社会保障人口問題研究所が発表している将来人口を基に計画された汚水処理人口に汚泥固形物原単位を乗じ、含水率を用いて、湿潤状態に換算し算出した。

なお、これらの算出に用いた含水率は、各対象施設における脱水機仕様や脱水工程の実績を鑑み、含水率が安定している過年度の実績値を基に設定した。

汚泥固形物原単位(DS·kg/人·日)

$$= \text{実績年汚泥量(wet-t/年)} \times (100 - \text{含水率}) \div 100 \div \text{汚水処理人口} \times 1,000 \div 365 \text{ 日}$$

汚泥量(脱水ケーキ)(wet-t/年)

$$= \text{汚水処理人口} \times \text{汚泥固形物原単位} \div 1,000 \times 100 \div (100 - \text{含水率}) \times 365 \text{ 日}$$

この原単位に基づき算出した年次別発生汚泥量の予測を次ページの図5に示す。

事業開始年度である平成32年度には、年間約8,000t発生していた汚泥が、事業終了年度である平成51年度には、年間約7,100tの発生量となり、約1割強の減少となる。

各対象施設で異なった算出方法であった発生汚泥量予測に対し、実績に基づいた手法に統一化したことは、維持管理費を負担する関連市町村の公正な費用按分が求められる中で、公平なルール化ができたといえる。

また、公正な事業とすることにより、汚泥資源化施設の効率的な設計・建設、ひいては効率的な維持管理・運営に繋がっていくものと考えられる。

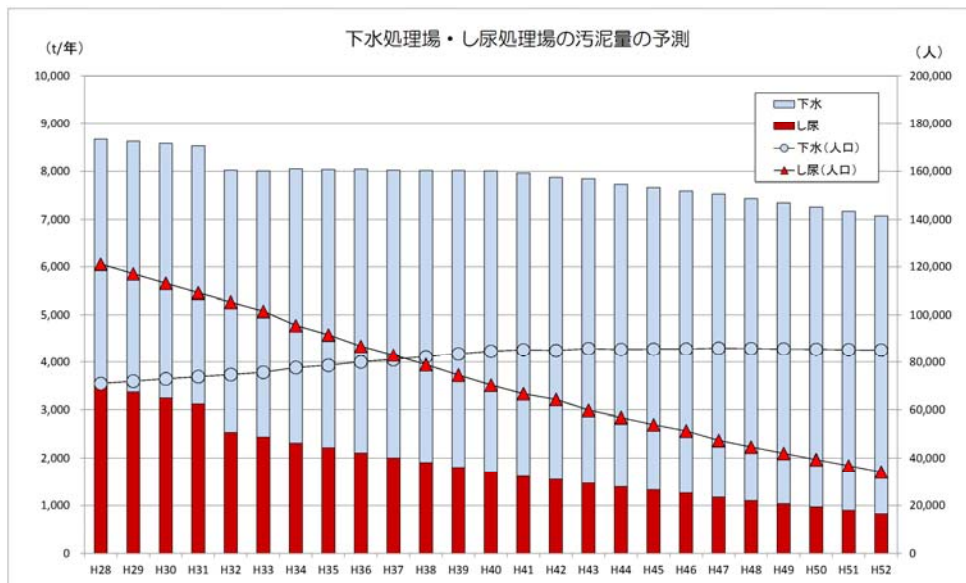


図 5 年次別発生汚泥量の予測

3. まとめ

本検討では、人口減少や少子高齢化、財政逼迫等の様々な諸問題を抱えるA県に対し、10施設を包含する広域汚泥処理という枠組みを設定した。広域化により、維持管理費の費用負担や運搬距離の長距離化による地理的な課題等が発生するが、これらの問題を解決するために、脱水ケーキ等の搬出業務をはじめ、資源化物の利活用、20年間にわたる維持管理・運營業務等の全てを民間事業者の裁量に委ねるDBO方式を採用するとともに、競争原理が働くよう競争環境の整備に注力した。

また、各市町村でそれぞれ算出していた汚泥量の算出方法を、10施設で統一した手法を用いて設定することにより、公正な費用按分とそのルール化を構築した。

結果として、安定的で継続性の高い汚泥処理サービスを達成するためのA県の実情に即した事業枠組み、事業化方式を設定することができたと考えている。

最後に、近年、政令指定都市や大規模都市において、100t炉～200t炉の汚泥燃料化事業も少なくなく、将来的にも同様の事業は増えていくと思われる。その中で、人口減少や財政逼迫などのA県と共通の課題を抱えている自治体に対し、本事業と同様の「DBO方式による広域汚泥処理事業」が、参考事例として各自治体の一助となることを期待する。

参考文献

- ・「日本の地域別将来人口（平成25年3月推計）」国立社会保障・人口問題研究所
- ・「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—改訂版—」平成27年3月 国土交通省