特集・汚泥処理の最近の動向

下水汚泥広域処理事業(エースプラン)の 現状と課題

松 井 清 *

1. ま え が き

下水道整備の着実な進展に伴って増大する下水汚泥を、効率的かつ安定的に処理処分することは、各公共団体にとって共通の重要な課題となっている。特に、大都市地域では、汚泥処理処分費用の負担増に加えて、処理場の立地条件が厳しくなるとともに、限られた処分空間の効率的な利用など単独の行政体のみでは対応できない状況が現われつつある。こうした情勢に対して、行政区域を越えた広域的な下水汚泥処理処分の必要性が痛感され、昭和61年度に下水汚泥広域処理事業(エースプラン)が制度化された。

エースプランは日本下水道事業団が複数の地方公共団体の要請を受けて実施するもので、昭和61年度に兵庫東地域と兵庫西地域、昭和62年度に大阪北東地域と大阪南地域において事業に着手した。このうち、「兵庫東」と「大阪北東」の2地域で平成元年4月に一部供用が開始され、「兵庫西」は今秋、「大阪南」は平成2年度に稼動が予定されている。

本文では、4地域の計画概要及び施設計画、大規模集中処理の課題、今後の検討課題等について紹介するものである。

2. 事業実施の流れ

エースプランは複数の公共団体が参加することから事業の実施に先立って、その事業の予定区域及び規模、処理処分の概要、事業のメリット、経済性などの検討を行い、日本下水道事業団と公共団体とは基本協議に入る。(事前調査、基本計画調査)

次に、基本計画調査に基づき、公共団体は事業の要請を日本下水道事業団に行い、この要請を受けて事業団は事業実施基本計画を作成し、公共団体及び国と密

接な協議調整が行われる。この事業実施基本計画が作成されると、要請公共団体は都市計画決定(現計画の変更)、下水道法事業計画認可(現認可計画の変更)を受け、日本下水道事業団は本事業の事業主体として都市計画事業の承認を受ける。

その後、事業団は実施設計を行い、建設に着手(着手前に要請公共団体と事業団は建設協定を締結する)し、引続き維持管理(供用開始前に管理協定を締結する)が開始される。これら一連の実施フローは図-1のとおりである。

図-1 エースプランの事業実施フロー

* 日本下水道事業団大阪支社大阪広域処理事務所長
Kiyoshi MATSUI

3. 汚泥処理処分プロセス選定上の課題

エースプランにおける汚泥処理処分プロセスの選定については、計画諸元（計画汚泥量、汚泥の性状、処理場位置など）が決定されると、プロセス選定上、必要な検討項目——①経済性、②安全性、③安定性、④機能性、⑤維持管理性、⑥環境への影響 など——について総合的に検討し決定される。しかしながら、エースプランでは、前記のような通常の下水処理場の汚泥処理処分プロセスの検討内容の他に、以下に示すような特有の検討項目があるケースが多い。

3. 1 汚泥の輸送システム——生汚泥パイプ圧送

汚泥の輸送システムでは、対象汚泥を生汚泥と脱水ケーキ、輸送方法をパイプ圧送方式と車両等による輸送方式が考えられ、その組み合わせによるケースが検討対象となる。このうち、生汚泥のパイプ圧送方式と脱水ケーキの陸上輸送方式が一般的である。本節では生汚泥のパイプ圧送について述べる。

近畿圏の4地域のうち大阪北東地域を除いた3地域において、将来、全て生汚泥のパイプ圧送を計画している。送泥は上流の汚泥ポンプ場から順次下流側の汚泥ポンプ場へ圧送し、汚泥ポンプ場では必ず貯留槽を設ける直列圧送方式を採用している。パイプ圧送方式の検討課題は以下のとおりである。

(1) 沈殿汚泥の対応

計画汚泥量や最小管径の関係から、送泥が間欠運転にならざるを得ない場合がある。圧送停止時に沈殿した汚泥が運転再開時に完全に流動するかどうかのポイントである。事業団の実験（管径150mm）によると、一昼夜運転停止した生汚泥（濃度1%）は流速0.6m/secあれば完全に流動するとの結果を得ている。

また、長時間の圧送停止時には、あらかじめ処理水で置換する方法を考慮することなどの検討する必要がある。

(2) ガス発生への対応

各処理場から広域処理場までに長時間要する場合、汚泥が嫌気性反応を生じ、硫化水素、炭酸ガス、メタンガス等の各種発生ガスによる腐食や輸送障害等についての検討が必要である。

(3) 汚泥の漏洩管理

送泥管は公道上に埋設されることが多く、他事業の建設工事や車両通行による路盤沈下、電食等により汚泥の漏洩が生じた場合周辺に対する影響が大きい。このため、微量な漏洩を含めた検知システムの検討は是

非必要と考えられる。なお、比較的多量の漏洩は横浜市¹⁾で検討されている送泥側と受泥側との流量の偏差量や圧力差による検知方法などがある。

3. 2 返流水処理方法

汚泥処理プロセスにおいて発生する濃縮分離液、脱水ろ液、スクラバー排水、洗浄水などの返流水は通常の下水処理場では水処理に戻し、特別な処理を行わないが、エースプランでは受け入れる隣接処理場の条件や放流先の条件によって、返流水処理方法（処理程度の相違）を検討する必要がある。特に、難分解性CODや窒素の処理については放流水先の環境に与える影響が大きく十分な考慮が必要である。

また、返流水を極力少なくする処理プロセス、管理方法の検討が重要と考えられる。

3. 3 有効利用

汚泥を集中処理するエースプランのメリットを積極的に活用するために、下水汚泥の資源的価値の有効利用を図ることが重要である。汚泥処理プロセスの選定と大きく関連するが、溶融方式や焼却方式では発生する溶融スラグや焼却灰の建設資材への利用、付加価値品の開発や流通機構の解決など大きな課題がある。

また、溶融（焼却）システムで発生する熱エネルギー、返流水や汚泥に含有する有効成分の回収など多目的な利用によって総合的な有効利用を図ることが、今後の大きな検討課題でもある。

3. 4 受入対象汚泥の移行への対応

生汚泥の圧送は対象処理場の既存処理施設の耐年数、送泥管の建設計画等々から次第に脱水ケーキ搬入から切り替えられていく。このため、広域汚泥処理場（エースセンター）の供用開始後の当分の間は脱水ケーキと生汚泥の2種類の汚泥が対象となる。脱水ケーキは各処理場の脱水方式により高分子系脱水ケーキと石灰系脱水ケーキに分かれる。さらに年々脱水ケーキとエースセンターにて処理する生汚泥の割合が変化する。したがって、受入対象汚泥の移行期間では、溶融（焼却）システム（乾燥、溶融（焼却）、熱回収、排ガス処理の各ブロック）への投入ケーキの含水率、発熱量（有機物割合）などが変動し、溶融炉（焼却炉）の安定運転が難しいことが想定される。

このため、これらの変動や日変動・月変動を平滑化することが溶融（焼却）システムの運転上重要なポイントとなる。4エースセンターでは汚泥性状ごとに脱水ケーキ貯留槽により対応する計画である。

表1にエースプランの汚泥処理プロセス選定上の検

表1 エースプランの処理処分プロセス選定上の検討事項

総合評価項目 (処理処分システム)	単 位 プ ロ セ ス			
	施 設 名	検 討 項 目	施 設 名	検 討 項 目
① 経 済 性	① 送泥施設	a. 送泥方法 b. 送泥濃度の変動への対応 c. 汚泥の漏洩管理 d. 事故時の対応 e. 沈殿汚泥、ガス発生の対応 f. 要請団体との管理区分	④ 溶融(焼却)施設	a. 機能性 b. 処理安定性 c. 省エネルギー d. 規模効果 e. 返流水に対する影響 f. 安全性 g. 環境に対する影響
② 安 全 性	② 濃縮～脱水施設	a. 機能性 b. 処理安定性 c. 耐久性 d. 返流水に対する影響 e. 規模効果	⑤ 返流水処理施設	a. 送水先・放流先条件と処理方法 b. 処理安定性 c. 環境への影響
③ 安 定 性	③ 汚泥貯留施設	a. 容 量 b. 汚泥性状と貯留方式 c. 発生ガスの対応 d. 労働環境	⑥ 有効利用施設	a. 利用対象 b. 周辺環境への影響 c. 安定性
④ 維持管理性				
⑤ 環境への影響				
⑥ 処理効果				

討項目を示す。

4. 計画諸元及び施設概要

現在実施されている近畿圏の4エースプランの計画諸元及び施設概要を以下に述べる。なお、4エースセンターの位置図を図-2に、計画諸元を表2に示す。

4.1 兵庫東エースプラン

兵庫東エースプランは兵庫県及び尼崎市の要請を受け、兵庫県武庫川流域下水道武庫川上流処理場及び下流処理場、尼崎市公共下水道東部処理場及び北部処理場の4処理場を対象としている。昭和61年度から焼却設備(乾留炉140キー・t/日/基、1基)に関連する施設及び送泥管の建設工事に着手し、平成元年4月から乾留炉の運転を始めている。

計画生汚泥量9,700m³/日(1%汚泥濃度換算)であり、主要施設は遠心濃縮設備、遠心脱水設備、焼却施設、返流水処理施設などから成っている。送泥管延長は約44kmである。各施設の構造及び能力を表3に示す。

現在、乾留炉1基による供用を開始以来約4ヶ月になるが、能力140t/日/基の90%以上で稼動している。今後、濃縮設備、脱水設備の建設を計画している。

4.2 兵庫西エースプラン

兵庫西エースプランは兵庫県及び姫路市の要請を受け、兵庫県揖保川流域下水道揖保川処理場、姫路市公共下水道中部析水苑、東部析水苑をはじめとする計9

処理場を対象としている。

計画生汚泥量13,500m³/日(1%汚泥濃度換算)であり、4エースプランでは最大規模である。当該地域は歴史的に皮革関連産業が盛んであり、現在も輸入原皮のなめし工場等が数多く操業している。なめし工程で使用する薬品の一部は排水に含まれ、最終的には下水汚泥に蓄積される。これらの汚泥も対象汚泥となっていることから、当エースセンターにおける汚泥処理の最終プロセスの検討では最終生成物の安全性を第一の判断ポイントとして、実績と処理の安定性、経済性を加味してコークスベッド溶融炉を採用した。

主要施設は遠心濃縮設備、遠心脱水設備、溶融炉施設(コークスベッド炉)、返流水処理施設、資源利用

図-2 近畿圏のエースセンター位置図

表2 各エースプランの計画諸元²⁾

項 目	兵 庫 地 区		大阪北東地域	大 阪 南 地 域
	兵 庫 東	兵 庫 西		
要請地方公共団体 (処理場名)	兵庫県(武庫川上流、下流) 尼崎市(北部、東部)	兵庫県(摂保川) 姫路市(中部、西部、東部) 飾磨、高木前、福井前 高木川西前、四郷前)	大阪府(淀川左岸・渚) 枚方市(北部、香里) 交野市(郡津)	大阪府(南大阪湾岸北部、中部) 堺市(三宝、石津、泉北、津久野) 泉大津市(汐見) 岸和田市(磯ノ上) 泉北環境施設整備組合(高石)
広域処理場名 及び所在地	兵庫東下水汚泥広域処理場 尼崎市平佐衛門町地内 (面積約4.7ha)	兵庫西下水汚泥広域処理場 姫路市網干区大江島及び 新在家地先 (面積約12.6ha)	大阪北東下水汚泥広域処理場 枚方市渚内野3丁目及び西 牧野1丁目 (面積約4.1ha)	大阪南下水汚泥広域処理場 忠岡町新浜3丁目及び岸和 田市木材町 (面積約6.7ha)
処 理 フ ロ ー	受泥施設→遠心濃縮機 →遠心脱水機 →焼却炉(乾留、流動床) →資材化利用施設→処分 利用	受泥施設→遠心濃縮機 →遠心脱水機 →焼却炉(溶融) →資材化利用施設→処分 利用	濃縮施設 (重力、加圧浮上) →ベルトプレス脱水機 →焼却炉(溶融) →資材化利用施設→処分 利用	受泥施設→遠心濃縮機 →遠心、ベルトプレス脱水機 →焼却炉(立型多段、溶融) →資材化利用施設→処分 利用
計画処理生汚泥量	9,700m ³ /日(含水率99%)	13,500m ³ /日(含水率99%)	1,600m ³ /日(含水率99%) 他に64トン/日(脱水ケーキ)	8,900m ³ /日(含水率99%)
処 分 方 法	資源化有効利用 及び埋立処分	資源化有効利用 及び埋立処分	資源化有効利用 及び埋立処分	資源化有効利用 及び埋立処分
建 設 事 業 費 (昭和61年度～平成17年度)	約370億円	約580億円	約110億円	約260億円
供 用 開 始 年 度	平成元年度	平成元年度予定	平成元年度	平成2年度予定

表3 兵庫東エースプランの施設概要²⁾

主要な施設の 名 称	構 造	能 力	個 数	
			17年度	2 年度
受 泥 施 設			一 式	
濃 縮 設 備	遠心濃縮機	100m ³ /時間/台	7 台	
脱 水 設 備	遠心脱水機	50m ³ /時間/台	4 台	
焼 却 施 設	乾留炉 流動床炉	140 t / 日 / 基 200 t / 日 / 基	1 基 2 基	1 基
排水処理施設	沈殿池	水面積負荷 35m ³ /m ² /日	3 池	1 池
建 築 施 設	管理棟、電気棟、濃縮 機棟、脱水機棟		一 式	管理棟 電気棟
資源利用施設	骨材化プラント	40t/日	一 式	
送 泥 施 設	送泥管 送泥ポンプ場	φ150～250 ℓ=44,000m 3 ヶ所		

施設から成っている。送泥管延長は約41kmである。各施設の構造及び能力を表4に示す。

当該地域は昭和61年度から溶融炉設備(コークスベッド炉150ケーキ・t/日/基, 2基)に関連する施設及び送泥管の建設に着手し, 平成元年度に溶融炉の供用開始を予定しており, 現在, 試運転中である。

4. 3 大阪北東エースプラン

大阪北東エースプランは大阪府, 枚方市及び交野市の

要請を受け, 大阪府淀川左岸流域下水道渚処理場, 枚方市公共下水道北部処理場及び香里処理場, 交野市公共下水道郡津(こうず)処理場の4処理場を対象としている。

当地域は渚処理場については生汚泥を対象としているが, 他の3処理場については脱水ケーキが処理対象である。計画生汚泥量1,600m³/日(1%汚泥濃度換算), 計画脱水汚泥量64t/日(含水率64%)である。

4 エースプランのうち大阪北東だけが内陸部に位置し

表4 兵庫西エースプランの施設概要²⁾

主要な施設の 名 称	構 造	能 力	個 数	
			17年度	2年度
受 泥 施 設			一 式	
濃 縮 設 備	遠心濃縮機	100m ³ /時間/台	10 台	
脱 水 設 備	遠心脱水機	50m ³ /時間/台	5 台	
焼 却 施 設	溶融炉	150 t/日/基 75 t/日/基	4 基 1 基	2 基
排水処理施設	エアレーションタンク 最終沈殿池	水面積負荷35m ³ /m ² /日 曝気時間 8時間 水面積負荷25m ³ /m ² /日	4 池 4 池 4 池	2 池
建 築 施 設	管理棟, 電気棟 濃縮機棟, 脱水機棟 ブローアール棟		一 式	管理棟 電気棟
資源利用施設	骨材化プラント	100 t/日	一 式	
送 泥 施 設	送泥管 送泥ポンプ場	φ200~450 ℓ=40,900m 7ヶ所		

ており、周辺環境との調和については、地域住民の方々から要望されているところである。

最終発生物は有効利用する方針であり、経済性、安定性、安全性等の検討結果からコークスベッド溶融炉が採用されている。

大阪北東エースセンターの主要施設は濃縮設備、脱水設備、溶融炉施設（コークスベッド炉）、資源化利用施設などから成っている。各施設の構造及び能力を表5に示す。

当該地域は昭和62年度から建設に着手し、平成元年4月に濃縮・脱水までの供用を開始し、さらに今秋、溶融炉（コークスベッド炉10DS・t/日/基、2基）の供用を予定しており、現在試運転中である。（写真1）

4. 4 大阪南エースプラン

大阪南エースプランは大阪府、堺市、泉大津市、岸和田市及び泉北環境整備施設組合の要請を受け、大阪府南大阪湾岸流域下水道北部処理場及び中部処理場、堺市公共下水道三宝下水処理場をはじめとする計9処

表5 大阪北東エースプランの施設概要²⁾

主要な施設の 名 称	構 造	能 力	個 数	
			17年度	2年度
汚泥濃縮施設	重力式濃縮タンク φ 7.0m	固形物負荷 60kg/m ³ ・日	2 池	2 池
	重力式濃縮タンク φ 9.8m		2 池	—
	加圧浮上式濃縮タンク W 2 m × L 6.5 m	固形物負荷 120kg/m ³ ・日	2 池	—
	加圧浮上式濃縮タンク W 4 m × L 6.5 m		2 池	—
汚泥脱水施設	ベルトプレス脱水機	420kg/時/台	3 台	1 台
焼 却 施 設	溶融炉	10DS・t/日/基 15DS・t/日/基	2 基 1 基	2 基 —
返流水貯留施設	W 4.5 m × L 29.2 m		1 池	1 池
建 築 施 設	汚泥濃縮棟, 汚泥脱水機棟, 脱水ケーキ貯留棟		一 式	一 式
資源化利用施設	骨材化プラント		一 式	—

写真1 大阪北東エースセンターの溶融炉設備

理場を対象としている。

計画生汚泥量 $8,900\text{m}^3/\text{日}$ （ 1% 汚泥濃度換算）であり、主要施設は遠心濃縮設備、脱水設備（ベルトプレス及び遠心脱水）、焼却施設（立形多段炉、表面溶融炉）、返流水処理施設、資源化施設などから成っている。送泥管延長は約 37km である。各施設の構造及び能力を表6に示す。

現在、各施設及び送泥管の建設が最盛期であり、平成2年度の供用開始に備え、準備を進めている。

5. あ と が き

近畿圏において実施されている4地域のエースプランは平成元年度に3地域、平成2年度に1地域が次々

と供用開始あるいは開始予定であり、いよいよエースプランの真価が問われる段階に入った。

エースプランは多くの関係者から注目されており、現事業の成否が今後の下水汚泥処理処分事業に大きな影響を及ぼすことは想像に難くない。この成否のポイントは、事業団が維持管理の様々な課題に対して効率的で適確な対応が可能な体制を整えられるかどうか、またエースプランの事業主体は事業団であるが、事業は要請団体との共同事業であるという基本原則にのっとり、相互の協調管理運営が円滑に行われるかどうかなどにかかっている。

事業の経営状況に基本的影響を及ぼす処理料金については、地域の条件による相違はあるが、現在供用している地域では、資本費と維持管理費を含めて生汚泥 1m^3 （ 1% 汚泥濃度換算）当り約 $1,000\sim 1,500$ 円、脱水ケーキ 1t 当り約 $14,000\sim 17,000$ 円として運営を開始している。

今後、エースプランが事業団としても、また要請団体や下水道関係者が納得できる事業として作り上げていくことが日本下水道事業団にとって大きな課題である。

参 考 文 献

- 1) 加藤隆夫「横浜市における汚泥の集約処理システム」汚泥研究年報（1986～1987年）P92～103.
- 2) 日本下水道事業団 兵庫東、兵庫西、大阪北東、大阪南下、水汚泥広域処理事業、事業実施基本計画書

表6 大阪南エースプランの施設概要²⁾

主要な施設の 名 称	構 造	能 力	個 数	
			17年度	2年度
受 泥 施 設	R C 造り 矩形タンク	貯留時間 3 時間	3 池	1 池
濃 縮 施 設	遠心濃縮機	$100\text{m}^3/\text{時}/\text{台}$	6 台	3 台
脱 水 施 設	遠心脱水機	$30\text{m}^3/\text{時}/\text{台}$	4 台	1 台
	ベルトプレス脱水機	$450\text{kg}/\text{時}/\text{台}$	3 台	3 台
焼 却 施 設	立形多段焼却炉 ¹⁾	$40\text{ケーキ t}/\text{日}/\text{基}$	1 基	1 基
	溶融炉 ¹⁾	$25\text{D S t}/\text{日}/\text{基}$	2 基	2 基
	ケーキ貯留ピット	$50\text{D S t}/\text{日}/\text{基}$	1 基式	1 式
返流水処理施設	平行流矩形沈殿池	水面積負荷 $35\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$	6 池	2 池
再利用水施設	エアレーションタンク	BOD-SS 負荷 $0.3\text{kg}/\text{SS kg H}$	1 式	—
	最終沈殿池	水面積負荷 $25\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$	1 式	—
	ろ過設備	ろ過速度 $200\text{m}/\text{日}$	1 式	1 式
建 築 施 設	管理棟、電気棟、受泥・濃縮機棟、脱水機棟		1 式	1 式
資 源 化 施 設	骨材化プラント 骨材ストックヤード		1 式	—
送 泥 施 設	送泥管 送泥ポンプ場	$\phi 150\sim 350$ $\ell=37,110\text{m}$ 8 ケ所		