吹田市における浄化槽汚泥処理の現状と 施設整備計画時における検討課題の要点

西 田 節 雄 *

1. はじめに

今日の我が国におけるし尿処理技術にあっては、これまでにおけるし尿処理事業等に関与された各界の関係者各位の、処理技術の研究や提言、実験による技術究明等のたゆみない積み重ねを以て、安定的な処理技術の段階にあると思う。

しかし、各自治体における浄化槽汚泥の処理計画を含めた施設整備計画に当たっては、それぞれの自治体を持っている整備計画に係わる諸条件の課題をクリアーされて、施設の建設をされたことと思考する。

従って、何のし尿処理方法が多角的に考査して合理的処理方法といえるのか、その物の見方と受け取り方で評価が大きく違う。しかるに、し尿処理あるいは、下水汚泥処理技術にあっては、今後、まだまだ研究を要する課題であると考えている。

そこで、昭和44年以来、今日に互ってし尿処理事業の実務に係わってまいり、その間、己れなりに学ぶ得ることができた事柄を基盤に、本市における浄化槽汚泥処理の現状と、施設整備計画時における主な課題と検討結果の要点を紹介することとする。

2. し尿処理施設の沿革概要

本市におけるし尿処理施設整備事業計画は、昭和37年に化学処理方式による処理能力 130kl/日の処理施設竣工に始まり、続いて昭和41年に、処理人口増加傾向の事由で、施設処理能力を180kl/日に増設し、さらに施設機能の老朽化による処理効率の低下、法改正による浄化槽汚泥の受け入れ処理対策等の事由から、昭和48年度に、し尿処理事業の抜本的な見直し事業計画の基本方針を策定した後、昭和51年度に、施設の一部撤去改造工事を実施し、図-1上部に示すように処

理能力180kl/日（浄化槽汚泥混合処理量は生し尿量の10～15%以内）の現有し尿前処理施設竣工を行なう。次に、単独浄化槽汚泥の全量受け入れ処理計画と、浄化槽汚泥脱水処理試験の実施計画に対応するという事由により、昭和57年度に、大阪府の補助事業認可を受けて、浄化槽汚泥用の一部除渣処理設備工事を先行実施した後、昭和59年度より旧汚泥処理設備の撤去等の、改造工事を合せ施して、3ヶ年事業（国の補助認可事業）計画で、図-1下部に示すように、処理能力 125kl/日の浄化槽汚泥処理施設を昭和61年5月末に完成させる運びとなり、今日に至る。

3. 施設整備計画時における課題と検討結果の要点

他の自治体においても、本市と同様な検討課題があったことと思考するが、これから述べる本市の検討結果の事例が、今後さらに下水道普及率が高く推移する過程、あるいは施設の増改造計画を必要とする自治体にあるとは、何等かの参考になるのではないかと考え、また本市では、図-1に示すとおり、二次処理、高度処理設備等を設置していない。故に、その理由を語らずに本市の処理事業の現状のみを述べても、無意味なことではないかと判断し、さらには、ここに述べる検討結果の事例が広義に解して「一つ」の処理工程、処理技術ではないかと理解されれば、幸いなことと思考し、本機会に敢えて報告することとした。

3.1 主な課題の要旨

下記に述べる課題は、昭和44年頃の旧化学処理施設から現有処理施設整備計画に伴う諸条件である。

(1)今後（昭和45年以降）における処理技術調査研究、施設の維持管理と設計施工等の技術体制強化。

(2)施設敷地面積が、2,443㎡と狭小で、施設に隣接する用地には、すでに他施設が設置されており、敷地の拡大計画は困難。故に現有敷地内での、構造指針要

* 吹田市環境部化学処理場長
Setuo NISHIDA

綱に基づく施設の増改造及び更新工事（国の補助対象事業）計画は、物理的に判断して不可能。

(3)前述(2)の事情が故に、新規場所に施設の更新事業計画を実施する場合、その計画用地に係わる都市計画決定指導基準が、処理能力10kl／日当たりに対して1,500㎡となっており、仮に、その基準に応じて処理能力180kl／日の施設建設計画を実施すると、27,000㎡という広大な用地確保が必要条件となる。

(4)下水道普及率の今後推移と、下水道未普及地域における民間企業の宅地開発等による浄化槽設備の設置状況と処理人口の今後推移等を、何様に推定し、今後のし尿処理事業計画に当てはめるのか。

(5)し尿と浄化槽汚泥の混合処理技術の調査研究（本市調べでは、昭和56年頃までは、確固たる処理処分方法はなかったと考える）。さらには浄化槽汚泥の年間排出量と汚泥質、清掃作業状況の実態等々の、基礎的な調査の実施方法のあり方。

以上、当初施設にあっては過酷な状況であった。

3. 2 主な課題の検討結果の要点

前述、3. 1の課題をクリアーするため、本市では、次のような観点と過程を以て検討を行なった。

◎ 前述、3. 1の(1)の課題

「一人の意見は一人の考えで、何事も進歩することなし」「いかに立派な家を建てても、そこに住む者の考えで、家庭は良くも悪くもなる」という自らの格言を関係上司に伺い、処理施設の担当技術職員を3名から6名に増員配置することを先決する。

◎ 前述、3. 1の(2)(3)(4)の課題

物理的に不可能に近いことは実施できない。また、新規場所での施設建設計画は、他に適地を容易に確保することが困難。仮に、他に計画用地が確保できるとしても、し尿処理事業の最終目的は、下水道整備事業内にあるという事実事項と、し尿処理事業は、下水道普及率の推移に伴って斜陽的な事業となることは明白な事実という事項、さらに本市の下水道普及率及び下水道整備事業の現状と今後計画等々を考慮して、この事業計画を検討するならば、暫定的な事業であるし尿処理事業計画に多額の用地購入費、建設費等を投資することは、一般的に判断すると、二重投資的な条件を包括した非合理的な事業計画である。

また、施設完成後の維持管理運営に際しても、将来的には、処理量の減少化に伴い、施設処理能力に余裕が生じてくるが、他方、余白的あるいは無駄な処理施設規模の状態で、施設の管理運営を行なう結果となり、

kl当たりの処理経費に占める人件費の割合が、年次的に高く推移する。従って、それがために、定量的な負荷処理プロセスを基準に稼働している処理施設状況で、処理量の減少推移に応じて容易に見直し（減員）計画が実施できるのか。さらには、必ず必要とする施設撤去費が割高になる等々の、已むを得ないアンバランスな諸事情が生じてくると考えた場合、新規場所での施設整備計画は好ましくないと判断する。

そこで、本市では、以上までの検討事項を考慮するとともに、一方では、今後の処理施設整備計画の方向づけにあっては「水処理設備は下水処理場にある」「污泥焼却設備は本市ごみ処理工場にある」という物の見方の観点から、二次処理、污泥焼却設備等の設計計画はしない（建設計画する敷地が無い）と決定した後、下水道整備事業の現状と今後計画との整合調整を行ない、何等かの方法で、し尿と浄化槽汚泥の全量を、下水道流注処理できる技術の調査研究を行なって、それを実現可能とすることが、本市にあっては、これらの課題と問題点を一括して解決できる唯一の得策であると判断し、その処理方法を、今後の事業計画の基本方針と決定する。

◎ 前述、3. 1(5)の課題と、し尿及び浄化槽汚泥の下水流注処理方法の技術検討について

汲み取りし尿と浄化槽汚泥の性状は、端的に表現するならば、「生きた汚泥（処理プロセスが安定）と死に汚泥（定量的負荷処理プロセスの効率的な処理技術の究明困難）」の関係にあるという観点から、従来から行なっている安定したし尿処理プロセスを、敢えて改革してまで早期に混合処理計画することは、処理負荷的に好ましいことではないと判断する。

そこで、本市にあっては幸いにも、下水処理場においてかなりの余裕処理能力があることが判明したので、「下水道の未普及地域にあっては、下水道管がないが故に、水洗便所化ができない」それならば「し尿収集車両は、移動式下水道管であり、し尿処理場においては、集合式大型水洗便所を設置し、し尿を下水道に流せばよい」という物の見方をし、しかるに、下水処理プロセスを侵すことのない処理技術の調査研究を行なって、現有し尿前処理施設の事業計画を策定した。

続いて、浄化槽汚泥の下水道流注処理方法の技術検討に当たっては、先進都市の処理施設視察調査、浄化槽汚泥の性状分析、浄化槽設備の清掃作業状況の実態等の、事前調査を行ない、その処理方法について、いろいろと模索検討を行なった結果、浄化槽汚泥とは

「すでに生物処理された濃縮汚泥である」「搬入計画汚泥の質及び濃度の変動が激しい」「下水処理場における固形物量負荷が大きくなる」等から、すでに何等かの方法で生物処理された汚泥を、先のし尿処理方法と同様な方法で長期的に下水道流注することは、下水処理場の処理プロセスを考査すると、処理技術的に好ましい処理方法ではないと判断する。

そこで本市では、下水処理場における水処理負荷及び水処理経費の負担を最小限にするという観点から「し尿処理場へ搬入された浄化槽汚泥は、搬入された“量”を以て下水処理場へ搬送する」という物の見方を行なって、浄化槽汚泥処理方法は、直接的に固液分離し、分離液は下水処理場へ、脱水汚泥は「生ごみは燃える。汚泥も生ごみより良好な状態にすれば燃える」という観点から、焼却炉内でクリンカ状にならない乾燥処理方法の技術調査を行なって、ごみ処理工場へ搬送処分するという事業計画方針を決定する。

しかるに、この事業計画の実施設計に当たっては、何様な固液分離方法が本市にとって最適であるのか、その処理技術の調査研明に際し、先ず処理施設建設プラントメーカー130社余りに互って、その処理方法についての基本設計仕様の照会依頼をし、回答のあった設計案を、それぞれ技術考査を行ったが、何れのプラントメーカーにあっても、し尿処理プロセスに準じた処理方法で、本市が意図する画期的な浄化槽汚泥のみを、効率のかつ安定的に固液分離処理できる実証的な処理プロセスの提案はなかった

しかし、その後において、幸いにも数社のプラントメーカーより、浄化槽汚泥の脱水処理試験を本市施設内で実施したいという願い出が随時あり、本市はその旨を都度受理して、凍結融解法による脱水試験（1社）を始めとし、遠心分離機（3社）ベルトプレス型脱水機（1社）多重円板型脱水機（1社）による浄化槽汚泥の脱水処理試験を実施した。しかるに、その試験結果を基に、現有浄化槽汚泥処理施設の基本設計施工書を作成し得ることができた。

尚、脱水処理試験の比較検討説明及び乾燥機、臭気対策等の検討結果については、限られたスペースを考慮して省略するが、ここで、本市が採用した多重円板型脱水機の主な選定理由を、併せて報告する。

◎ 汚泥処理工程には、必ず設けている汚泥濃縮処理設備が不要（脱水機本体の機能が、ろ過濃縮から脱水となっており、脱水機内に全体量の固形物量が充填されない限り、汚泥は脱水ケーキとして剥離され

ない原理。故に、汚泥濃度の低い汚泥液ほど量的に多く脱水機へ供給する）

◎ 前述が故に、何様な汚泥質及び汚泥濃度の変化が生じて、脱水ケーキ（常時、≒55mm厚）の剥離性は全く支障がない。

◎ 運転操作が容易で、始動後は、運転停止時以外は無人化が可能で日常監視業務が容易、ろ布を使用していないので、目詰り、ろ布張り替え作業が不要で洗浄水も少ない等で、保守管理が容易である等。

4. 浄化槽汚泥処理工程と運転方法の概要

本市の処理方法は、前述のとおり、汚泥濃縮処理、2次処理、高度処理、汚泥焼却等の処理工程を除いて、図-1、図-2に示すように、高分子凝集剤を使用して浄化槽汚泥の質的改良を行ない、直接的に固液分離する処理方式（処理能力、施設規模等については、図-2に示すとおり）である。

即ち、搬入された浄化槽汚泥（以下、汚泥という）は、通常はNo.2投入口より沈砂処理後、No.2受入槽から破碎処理されて、ドラムスクリーンで除渣処理された後、一旦第1貯留槽に貯留される。

一方、搬入された汚泥の汚泥濃度が極端に高い場合と、浄化槽設備から下水道へ切替工事に伴う汚泥排出時、浄化槽設備の清掃作業の重複等で、日量搬入量が150klを越えた場合には、No.1受入槽へ一旦貯留された後、濃度及び量の均等化を図るため、処理状況に応じて、調整されて沈砂槽へ圧送される。

第1貯留槽に貯留された除渣汚泥は、後処理工程の脱水機のろ体円板（SU S304. 0.3mmと0.8mm厚）の耐久性を高めるため、サンドセパレーターでさらに細砂を除去して第2貯留槽へ圧送貯留される（但し、圧送作業は、均等化されている第2貯留槽の先き送り除渣汚泥の質及び汚泥濃度を維持するため、脱水機の運転停止後に行なう）。

第2貯留槽に貯留された除渣汚泥は、脱水機の運転始動2時間前から脱水機が運転停止するまでの間、ポンプ攪拌（曝気攪拌すると、脱水ケーキ水分が高くなる）を行ない、常に質と汚泥濃度の均等化を保った状態で凝集混和槽へ送り、アニオン系、カチオン系の高分子凝集剤を添加して質的改良された後、脱水機で固液分離される。

固液分離された脱水汚泥は、一旦ホッパーに貯留された後、後処理（本市ごみ処理工場での焼却処分）工程の燃焼効率を高めるため、低温乾燥機へ定量的（設

図-1 処理工程概要図

図-2 施設設計規模及び物質収支計算図

計基準時間＝20時間）に送られて乾燥（乾燥ケーキの形状、長さ≒4cm、径≒6mm角）処理された後、ごみ処理工場へ搬送処分される。

分離液は、沈澱池を経て工業用水で3倍希釈（曝気槽へ直圧送する場合は無希釈でよい。また沈澱処理も不要、本市は臭気対策としている）されて、下水処理場の流入原水沈砂池へ流注処理される。

ついでに、本市のし尿処理工程を簡単に紹介する。生し尿を破碎処理した後、直接的に遠心分離機で前処理（固液分離）を行ない、分離液は施設より350m先の幹線下水道へ、約30倍希釈（臭気対策も考慮する）されて流注処理（180kl/日＝24時間流注）する。

（流注水質基本設計値＝BOD、SSとも300mg/ℓ以下、実績値＝BOD244mg/ℓ、SS85mg/ℓ。）

固形物のし渣は、スクリュープレスで水分65%以下に処理された後、先の処理工程と同様に、ごみ処理工場へ搬送処分する。

5. 63年度、浄化槽汚泥処理実績の概要

浄化槽汚泥の排出量、人口推定は困難な事務処理のひとつであるので、処理実績と併せて、本市の排出量及び人口推定の算出様式について、先ず紹介する。

63年度における浄化槽汚泥の、年間排出量及び処理人口の当初推計は、前年度9月末日現在の総人口数から、し尿処理及び下水処理人口の実績数を除いて、厚生省の一人当たりの排出量基準数値（単独浄化槽汚泥0.75ℓ/日、合併浄化槽汚泥1.2ℓ/日）を用いて、次のように、それぞれを推定した。

単独浄化槽汚泥 16,425kl （60,000人）

合併浄化槽汚泥 17,958kl （41,000人）

合 計 34,383kl （101,000人）

しかし、処理実績量の数値は、次のようになった。

単独浄化槽汚泥 18,448.4kl } 合計 26,495kl
合併浄化槽汚泥 8,007.6kl }

そこで、以上の数値を比較すると、推定量と実績量とに大きな差（特に合併浄化槽汚泥）生じた。

この主な要因は、過去3ケ年の調査結果から、次のようなことが分かった。

単独浄化槽の清掃作業時に、余分な洗浄水または、汚水まで排出されていることと、合併浄化槽（特に、長時間曝気式）にあっては、維持管理上、あるいは排出量の減量化を行なって清掃経費（kl当たりの処分費）を節減するために、余剰汚泥を一旦自前の濃縮槽、貯

留槽等で濃縮した後、月間2回～4回程度に分けて処理場へ搬入計画される状況が多々あるがため、それぞれの実績処理量に増減が生じる結果となった。

よって本市では、このような状況と63年度の年間平均SS実績数値が、14,100mg/ℓと設計基準値に近い実態、さらに搬入された合併浄化槽汚泥の中にあるのは、SSの最大値が39,730mg/ℓ、低い場合でも15,000mg/ℓ～28,000mg/ℓという実状を考査して、前述の一人当たりの排出量基準と、施設設計時における構造指針のSS基準数値（11,000mg/ℓ）を用いて、SSの処理実績値から年間排出量と処理人口を、次のように換算推計を行ない、63年度の処理量と処理人口の推定実績とした。

$$\begin{aligned} & \text{年間処理実績量} \times \frac{\text{SS実績値 } 14,100\text{mg}/\ell}{\text{SS基準値 } 11,000\text{mg}/\ell} \\ & \quad (26,495\text{kl}) \\ & \quad \approx 33,962\text{kl} \quad (\text{年間処理実績量}) \text{と推定する。} \end{aligned}$$

以上の換算推定数に基づき、次に年度末に調査した合併浄化槽設置基数及び処理人口の資料を基に、

合併浄化槽の処理人口実績＝40,381人と推定し、その年間排出量を、次のように算出した。

$40,381 \times 1.2 \ell / \text{日} \times 365 \text{日} \approx 17,687 \text{kl}$ となり、この数値を、合併浄化槽汚泥の処理実績量と推定する。

さらに単独浄化槽汚泥の年間排出量と処理人口を、次のように按分算出する。

$33,962 \text{kl} - 17,687 \text{kl} = 16,275 \text{kl}$ となり、この数値を、単独浄化槽汚泥の処理実績量と推定し、その処理人口実績を、次のとおり推定した。

$$16,275 \text{kl} \div 0.75 \ell / \text{日} \times 365 \text{日} \approx 59,435 \text{人}$$

故に、浄化槽処理人口合計実績＝99,834人となり、先の当初推計と比較して妥当な処理実績数値となった。また、以上の換算推定数と当初推計数を考査すると、次のようなことがいえる。

搬入処理された合併浄化槽汚泥のSS年間平均値は、単独浄化槽汚泥（9,000mg/ℓ～12,000mg/ℓ）の約2倍（22,000mg/ℓ～24,300mg/ℓ）と推定することができる。

尚、参考までに、図－3、図－4に示すように、年間月別毎の搬入量及び濃度の変動状況を報告する。

◎ その他、主な処理実績

日量平均処理量	88.3kl	（300日平均）
	113.2kl	（SS値換算量）
沈砂排出処分量	≒39m ³ /年	
脱水汚泥含水率	77.5%	（年平均値）
乾燥汚泥含水率	43.0%	（年平均値）

図－3 昭和63年度浄化槽汚泥搬入量月別変動状況

図－4 昭和63年度搬入汚泥濃度月別変動状況

乾燥汚泥処分量 748,160kg/年

下水処理場流注水質 (年平均値)

P H 7.0 S S 14mg/l

COD 42mg/l BOD 131mg/l

以上が、水処理工程、汚泥焼却工程のない、本市の浄化槽汚泥処理の現状報告です。

6. ま と め

本市の浄化槽処理方法は、これまで各分野の関係各位の長い年月に互るご指導、ご理解を以て、画期的と思考する処理プロセスに示すとおり、次のような成果を挙げることができたと考える。

◎施設建設費、維持管理の大幅な節減は申しあげるまでもなく、前述、搬入汚泥の質及び濃度変動が激しい状況下、あるいは下水道普及率の推移に伴うし尿処理事業の、年次の縮小合理化計画等が、処理設備の主要機器の運転稼働時間調整を以て、それぞれ容易に対処することができる。

◎今後、施設の増改造及び更新工事計画等を必要とする従来水処理方式の処理施設にあては、一考（2次処理、高度処理の設計負荷値を容易に軽減することが可能、その処理設備規模を大幅に縮小化が可能、建設費の節減が可能等）をもたらす上で、効率的かつ安定した処理方式の「一つ」である。

従って、3～4年程前から、本市が意図とする処理プロセスと基本的に同様な処理方法が、数社の企業によって技術開発されて、あるいは本市への視察を参考に、すでに施設を建設（増改造）されて現在稼働している処理施設は少なくないということを、併せて報告いたします。

最後に、本市で汚泥脱水処理試験を実施された各企業に対し、本誌をかりて、改めて感謝とお礼を申しあげるとともに、今後の本市における処理事業の課題に当たっては、し尿処理の稀釈水減量化、処理工程の一元化を図るため、すでに行なってきたし尿と浄化槽汚泥の混合脱水処理試験結果を基礎とし、さらに効率的な処理結果を得る研究に鋭意とりくんでまいり、その実現化に向けて、今一層の技術究明に精進する所存です。

尚、本報告について、ご意見、ご所見をいただいて、前進ある論議ができれば、幸いです。

好評発売中

—— 汚泥の処理・処分・再資源化 ——

汚泥研究年報 1986～1987年版

B 5 判 350頁（9ポ二段組） 定価13,000円（〒400円）

発行 環境技術研究協会/〒530 大阪市北区天満2-1-20 TEL 06-357-7611