

第2号  
2010.4

# ちんちようち

沈澄池

特集

省スペース施設の開発実施



水深 10mの反応タンクと3階式沈殿池  
(写真上は、最初沈殿池 平野処理場 1980年頃)

(結城庸介氏講演パワーポイントより)

特定非営利活動法人 下水道と水環境を考える会・水澄

# 目次

巻頭言 「このごろ思うこと」	-----高柳枝直	1
----------------	-----------	---

## ☆特別寄稿

大阪市下水道局在職中の思い出	-----松永一成	2
わが生涯の記	-----西村 豊	8

## ◎特集「省スペース施設の開発・実施」

「省スペース施設の開発・実施」特集に寄せて	-----	12
多層式最終沈殿池の機能を考える	-----結城庸介	14
「省スペース施設の開発・実施」の思い出	-----高柳枝直	22
二階層の池を設計、管理しての印象	-----油谷昭夫	24
「省スペース施設の開発・実施」年表	-----	26
研究会の報告(第1～3回研究会)	-----	27

## ◇調査報告・論文

下水道概念の今昔	-----山野寿男	32
なぜ「終末処理場」なの？	-----山野寿男	39

## ◇下水道史諸記録

天弁物語	-----北村正夫・中東俊二・横幕正式	42
硫化水素の発生	-----松下幸功	51
市岡処理場建設工事に携わっての思い出	-----中東俊二	54

## ◇評論・随筆

未来の下水道への夢	-----内田信一郎	56
-----------	------------	----

## ◇活動記録

平成21年度の活動	-----	62
行政連携部会・調査研究部会・広報部会	-----	63
会の組織・NPO水澄目的と事業・入会案内	-----	67

編集後記	-----	69
------	-------	----



反応タンクと最終沈殿池との立体化施設

(今福下水処理場 1973 年頃)

(結城庸介氏講演パワーポイントより)

# このごろ思うこと

高柳枝直

水をきれいにする仕事に関与したいと考え始めたのは、大学時代である。なぜそのように考え始めたのか。一つの要因は、石狩岳の頂上から河口まで二週間を要した石狩川下りである。上流部の水の織りなす景観は息を呑むほどの美しさであったが、旭川から黒色の排水の川に変じ、水に手を入れることをためらうほどであった。石狩川程の大河がこれほどまでに変貌することは、大きな衝撃であった。

数ヵ月後に、教養から学部へ移行するにあたり各学科の説明会があり、衛生工学科の紹介は、「寮歌に“豊かに実れる石狩の野に”とありますが石狩川に鮭が上ってきますか」と主任教授が熱く語り始め、このような状況を何とかするのがわが学科であるとの主旨であった。かくして高校時代には名前さえ知らなかった衛生工学科を選択し、大学院では下水道工学を専攻した。学部・学科を選択するのが入学試験段階ではなく、入学後1年半を経た時期であった御蔭である。

実務に就いた後も現在まで水をきれいにする仕事に関与できており、ありがたいことである。実務についての頃は下水道の普及発展の最中であり、職場に活気があった。また新人のころ、部下の提言を受け入れる度量を持った上司に仕えることができたおかげで、多くの新たな試みを実施する幸運に恵まれた。このことがその後の仕事に対する基本姿勢に影響し、汚泥処理、合流改善等における新たな展開に貢献することが

できたと考えている。

水に関する仕事が継続してできたこと、新たな展開を経験できたことに感謝し、公的な恩返しを

したいが何ができるのか漠然と考えていた。ささやかではあるが、NPO活動でその思いの一端を具体化することとした。

その一つが、公式記録には載らない実務担当者の記録を残すことである。6年ほど前に下水道技術史雑誌を創刊し、毎年発刊することを試みたが第1巻で終了した。NPO・水澄機関誌「ちんちょうち」は下水道技術史雑誌の目的も引き継いで行きたいと考えている。

昔のことを記憶に基づき、記録に残しておくことは下水道事業の継承発展のために重要なことと考える。記憶に基づくから、一部には記憶違い、勘違いもあるかもしれない。それも許容せざるを得ないと考える。この記録を読むことで記憶がよみがえり同一テーマの報告を書く人たちが出てくれば、そのことで修正できることもあろう。また、今後、公的資料に基づく研究報告などが出てくればより正確なものに修正できることもあろう。まずは活字として記録に残すことに価値があると考え。今やらなければ永久に記録に残らないものも多い。



# 特別寄稿

## 大阪市下水道局在職中の思い出

松永一成

### 1. 堀越課長の思い出

#### (1) 活性汚泥法の原理

筆者が最初に配属されたのは、建設部設計係、係長は山梨高専出身の堀越氏であった。2ヶ月後に職制改制があり、堀越氏は第2建設課長となられ、小生等設計係員は同課第1設計係所属となった。頭脳のシャープさは特に有名で、大学で全く教えられなかった活性汚泥法も、この課長の説明で立ちどころに理解できた。

下水中の有機物は活性汚泥微生物の餌で、彼等は人間と同様水に溶けた酸素を摂ると同時に、この餌を食べて増殖する。増えた分は沈澄池で固液分離の後除去される。活性汚泥の幾分かは、新たに入ってくる有機物捕捉の為返送される。

このような平易な説明—理論を十分咀嚼しておられるから可能—でいろいろな技術原理を教えてください。残念なことに膵臓癌でその数年後他界された。余談だが夫人は大阪府立女子大教授でテレビにもしばしば出演された。

#### (2) 基礎杭・伸縮ジョイント不要論

中浜（東）下水処理場（以下処理場名のみ記載）では沈殿池に隣接してポンプ室があるが、池完成後ポンプ室構築に際し深い掘削を必要とし、もし沈殿池に基礎杭を使用しなかった場合、沈下それも不等沈下を招く可能性大で、その予防のため沈殿池には基礎杭を使用した。

曝気槽は、掘削土量と完成後の他の重量がさほど変わらない為、沈下は起こらない理屈で、基礎杭不要とした。

しかし槽のすぐ北側に、槽完成と前後して第二寝屋川が掘削された為、当初予測した重量バランスが崩れ、曝気槽は長年の間に北側へ傾い

て沈下し、沈殿池（杭で固定）との高低差が大きくなり、送水管は破損、修理を要した。

放出、千島も上記同様な考えで基礎杭を使用しなかったが、5m程度の隔たりで土質が

著しく異なる大阪の地盤（津守の新しい水処理槽築造にあたり、コンクリート杭を打設したところ5.6mの隔たりでうち止まり深さが全く異なり、地上露出部分の長さは極めてアットランダムで、会検を前にどう処置するか大いに頭を悩ませた）は理屈どおりにならず、多かれ少なかれ長年の間に不等沈下が生じた。沈下の大きな所では、池の水路壁を繋ぐ梁と水面の隙間が無くなる箇所も出た。さらに将来覆蓋して人工地盤を作り、有効利用することを考慮して杭を使用した池との間には大きな高低差ができた。

密集した市街地では土地の有効利用と、市民に少しでも親しまれるものとするため、上部利用を球技場や緑地にすることを年頭に、その後は不足の不等沈下を避けるためどの池も杭を使用することとした。

大きなコンクリート構造物では通常伸縮目地を設けるものとされているが、当然そこはウイークポイントとなり施設によっては目地が大きく開き、池の水路を空にする場合、隣の水路からの漏水がひどく、止水に難渋することがある。

堀越課長は伸縮ジョイントを作らないように指示されたが、その後の結果を見るとこれが正



解であった。どの池も漏水するようなクラックは生じなかった。

## 2 消化槽設計

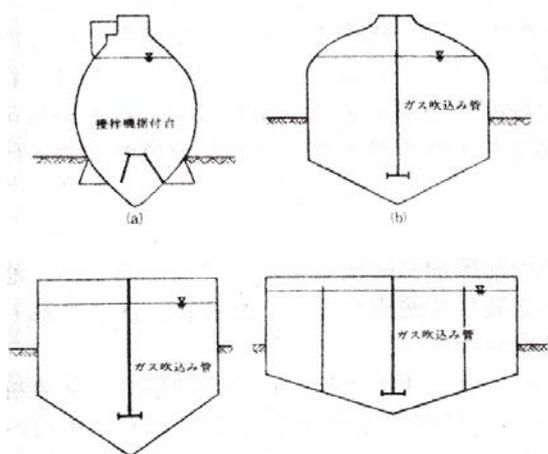
### (1) 形状

形状には

- ①卵形
- ②円形ドーム、シリンダー、逆円錐形を組み合わせた形
- ③上部がフラットなもの
- ④二重シリンダー

など色々なタイプがある。

①はドイツに多い。放射状による熱損失を少なくするため、タンクの最大容量に対し最小表面積を持つように設計した結果と言うことであ



形状 左上から右下へ ① ② ③ ④

る。大きなものになると直径 24.5m 高さ 31.4m、容積 10,800 m<sup>3</sup> というものである。

②はスカムが気相に接した時発生しやすいので、消化槽の中でも自由水面の面積をできるだけ小さくするため、上部をドーム型にし水面もドームのできるだけ上部に位置するようにする。同時に内容物の攪拌がスムーズにできる。

ドームにすればタンク内には、上部カバー

を支える柱など一切不要で、全タンク内を有効に使用できる、等の理由から筆者が採用したものである。

③は構造計算や施工の簡便さの為採られたものと思われる。

④は内側が第1段消化槽、外側が第2段消化槽に対応している。内側から外側への汚泥の輸送は隔壁の穴を通して行われるから何らのポンプ設備も不要、内側を加温すれば外側は加温しなくても適温に保たれ、熱量が少なくて済む、同容量2槽式2段消化に比べて建設費が安く、敷地面積も少なくて済む、等の理由により採られたものである。

### (2) 攪拌方式

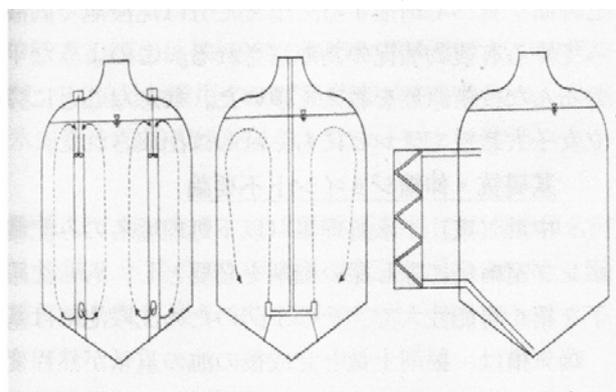
攪拌方式には大別して

- ①機械式攪拌
- ②ガス循環方式
- ③外部熱交換方式

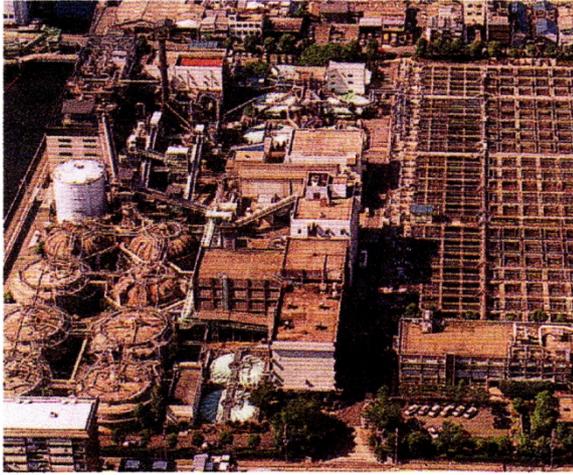
がある。

①はタンク内にアジテーターを設けて機械的に攪拌するものだが、ドラフトチューブ内にセットし、アジテーターの回転方向を正逆2方向に変えることにより、ドラフトチューブ内の汚泥の流れを上下2方向に切り替え可能な方式としている。しかし回転部分がタンク内にあるため維持管理が面倒なのと、タンクの不等沈下に際してアジテーターの水没深さが不均一となるなどの問題がある。

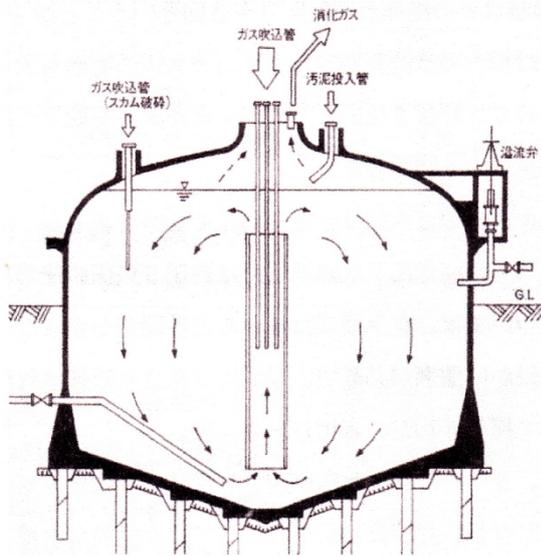
②は可動部分のコンプレッサーはタンク外にあり、発生ガスをタンク底部より噴出させるのみであるから、①のような不都合は起こらない。



攪拌方式 左より 機械式 ガス攪拌 外部熱交換



放出 筆者設計の消化槽 左下8槽



消化槽断面図

放出処理場の消化槽設計業務を与えられた。筆者にとって構造物の直営設計は、千島の有水槽式ガスタンクの水槽に次いで、2度目であった。

既に市岡、海老江処理場の消化槽は、先輩によって建設されていたが、筆者は京大建築教室坂教授の「平面と曲面」TIMOSHENKOの「Theory of Plates and Shells」を参考にしてトライした。

既に45年前のことで詳細は忘れたが、1:円錐 2:円筒 3:半球を上下に圧縮の3部を各水平円周部で接合する方式を採った。1, 2, 3各部の応力計算は、夫々の接合部の歪みが同一となる不静定力を与えて計算した。

### 3. 橋本場長の思い出

#### (1) 郷に入れば郷に従え

昭和40年6月(多分)中浜へ主査として赴任した。折から大雨に見舞われ赴任第一日目に泊まりを余儀なくさせられた。場長はかねて馴染みの橋本場長。大学院時代、大阪市内河川(感潮河川)の水質汚染状況調査に従事し、水質試験は当時の市衛生研究所で必要機器を借りて実施した。その際橋本氏に色々指導を頂いた。そんなことから場長はよく存じ上げていたつもりであった。

赴任間もなく西の脱水機室の建設が始められたが、それに先立ち建設業者の現場代理人と現場事務所設置や資材置き場提供の打ち合わせをした。こんなことは係長の役割と単独で折衝した結果を場長に報告したところ、「係長一人で決めるのか、何故場長である私を出させないんだ?」とひどくご立腹。そして「箸の転んだことまで報告せよ」と。

この点役所組織の中での権限や責任範囲について、考えはお互いかなり違っていたが、執務のうえで、段取りや執行手順への気配りが如何に重要であるかを勉強させられたように思う。

#### (2) 桜並木

現在中浜(東)の場内道路は立派な桜の並木道となり、春ともなれば淡いピンクの花が咲き乱れ、市民の名所まがいの散歩道となっているが、これは当時の橋本場長が高さ1m程度の苗を丹念に植え育てられた賜物である。

現在12ヶ所の処理場には夫々月々の花木が植えられ、1年を通じて花が楽しめる「花の処理場」が出来上がっているが、今は亡き栗林元



中浜処理場の桜並木

局長は、この並木にヒントを得て「花の処理場計画」をたてられたのではなかろうか。

### (3) アルコール片手の論文書き

橋本場長は滅法アルコールにお強かった。また何時も勉強を怠らなかつた勉強家でもあつた。処理場の宿直室でしばしば真夜中頃から、チビリチビリ、ウイスキー片手に論文書きをやっておられたのを見かけた。常人ならたまらず寝てしまう頃、いよいよ頭が冴え渡って仕事が進むといった風情であつた。

そしてある日の毎日新聞に「華麗なる転身」と大きな見出しが躍り、大阪大学環境工学科の教授として赴任された。それにしても70歳代半ばでのご他界はまことに残念であつた。

## 4. 多階槽式

### (1) 2階式沈殿池

狭い敷地を有効に利用する方式として沈殿池の2階式を考えた。このときの問題点は

- ① 上下2つの池に流入水が均等に配られること
  - ② 下層の浄化水の抜き取り方法――上層は三角ノッチだが下層はどうするか?
  - ③ 下層のスカム除去
  - ④ 下層における汚泥の掻き寄せと除去
- であり夫々以下のように考えた。
- ① 沈殿池への導流渠で、流入水の均一性と、嫌気化防止も図ってエアレーションし、流入レベルを同一高さにした導入パイプ2本で、夫々上下槽へ導く。
  - ② 流下方向に直行する穴明きパイプの一端を立ち上げ、この部分にテレスコピック機構を採り入れ内筒管の上下により流出量を調整する。当初この方式を採用したが、各パイプについて調整することは大変煩雑なので、後では全ての穴明きパイプを縦方向の一本の集水管に繋ぐ方式とした。ただし最初沈殿池では夾雑物が多く閉塞の恐れがあるので、パイプ集水は不向きで上層同様三角ノッチ方式を採用した。
  - ③ チェーンフライト式汚泥掻き寄せ機がリターンする際、フライトで天井(上層のスラブ)のスカムを池後方へ掻き寄せ、流出トラ

フ前のスカムスキマーに投入する。

- ④ 上層と同様チェーンフライトで掻き寄せ、汚泥ホッパーは上下共通とした。

### (2) 3階式沈澄池

当時深層曝気槽の構想があり、2階の沈澄池を3階にすれば掘削底の深さはほぼ同一になり、施工の収まりも良く、より一層用地の有効利用になるではないか、ということで3階式沈没池も幾か所かで作った。

混合液の分配、浄化水の抜き取り、スカムや汚泥の抜き取り・除去等は2階式のそれらを応用するだけのことで、取り立てて言うことはない。

### (3) 深層曝気槽

昭和40年後半から50年代にかけて、曝気槽の水深はそれまで4.5m程度とされてきたが、処理場用地の取得困難な状況下にあつて、土地の有効利用を図り、これを上回る深い曝気槽が研究されつつあつた。

昭和42年頃から研究され始め、微生物は高圧の深いタンク底部から低圧の表面への急浮上を繰り返しても正常に活動する、散気装置を深くすれば酸素の溶解効率は高くなるが、電力費が大となる、しかしこの溶解効率と電力料のアップとは概ね相殺され、散気装置が深くなつても、一定量の酸素を供給するのに必要な電力は浅い場合とほとんど変わらない、などのことが明らかになった。

ただ深層曝気槽の後の沈殿池では、深いタンク内で液中に溶解していた気体が気化し、気泡となって水面へ浮上する時沢山のフロックを伴う為、浮遊物が多く固液分離が不十分である。

解決策は、(1) タンク自体の水深は深くとも、散気装置は従来と同じ深さに設置する、(2) 深層曝気槽の後通常深さのタンクで、15分程度ゆっくり空気攪拌(ポストエアレーション)することである。

本市では、水深9mと10mの深層曝気槽を持つが、タンク底部での汚泥沈積を防ぐのに十分な流速を確保するため、散気装置は水深の上部2/3の位置に設置するとともに、タンク断面中央に導流壁を設けタンク全長の1/5程度をポストエアレーションに充てている。

## 5. 事故

### (1) 津守処理場排流渠

梅雨半ばのある日曜日、6時頃ビール片手に夕食を摂ろうとした矢先、津守の工事監督から切羽詰まった悲壮感の滲んだ電話が入った。

「課長！すぐ来てや。排流渠の肌が飛んで水が噴き出しよる」と。

取る物も取り取えず直ちに現場へ。津守では水処理施設の増築に当たり、第一ポンプ場からの排流渠に接して深層曝気槽の為の掘削を進めていた。掘削底は排流渠の底部より深く、しかも排流渠は掘削部へ向かって凸カーブしているため土圧のバランスが崩れ、排流渠をより以上大きく曲げようとする力が働き、コンクリート肌が剥がれ飛び、圧力水が噴出しているという状況であった。

その時点ではポンプ運転はしていなかったが、折しも梅雨の真っ最中、もしポンプが運転されればより大きな圧力がかかり、排流渠は折れてしまうかもしれない。一端降雨ともなれば、ポンプからの雨水と吐け口からの逆流水で掘削部は立ちどころに満水し、さらに場外へと流出していくことは間違いない。どうか雨よ降らずにおってくれと祈るのみ。

考えあぐねていても始まらない。先ず吐け口近くの矢板設置会所に、鋼矢板を立て込み、いざという際には何時でも引きぬけるようにセットした。この噴出口一帯にはできるだけ沢山の土嚢を積み上げ、掘削土の一部も埋め戻し、排流渠のそれ以上損傷の進むのを防ぐこととした。須賀機械課長と2人で対応した。

時の請負は鹿島建設で、現場所長と副所長が非常な努力を払い、一方天候も幸いして心配された雨も降らず10日間ぐらいして問題は解消した。まさに天佑神助の思いであった。

### (2) 中浜ケーブル切断

土曜、夕食後だったと思う。「場内の空中電線が火を吹いており、消防車が来とります！」と中浜の事務所から電話。場内道路下に増設管を入れるべく、ユンボで埋設物調査をしていたところ、作業完了直前に地中ケーブルを引っ掛け、近くにあった機械室ブロアーのブレーカーが飛び、復帰すべくこれを入れたところ、何の

間違いか引き込み線の空中線が火を吹き、これが線を伝って延焼し、200m前後電線が焼け落ちた。隣接民家の人々が119番し、消防車が駆け付けた次第であった。

結果は電線が焼け落ち、ブロアーが一時停止したが処理場運転にさしたる影響はなかった。しかし21時頃だったか？「責任課長の君が現場にいないということはどういうことだ？」栗林局長からのきついお叱りの電話があった。当時栗林局長は土曜の午後処理場を訪ね、現場職員と話をされることが多かった。何れにしても大事に至らず、胸をなで下ろしたことだった。

### (3) 土日要注意 責任者は現場へ

上に述べたように、筆者の体験上でしかないが、事故はしばしば土、日に起こっている。土、日だからと言って現場は意識的に気を緩めているわけではないが、作業者の意識はどうしても平日とは違い、無意識のうちに目配り、気配りが緩み、痒い所まで手が届かない状況になるのではなかろうか？

異変の兆候が現れた時、責任者は逸早く現場に駆け付け、実情をつぶさに見ながら適切な指示を出すべきである。本庁に居座り電話だけで対応するのでは、現場の意気も上がりず適切な対応が遅れたり、出来ないことになる。

責任者は常に念頭に置くべきことと思う。

## 6. 浸水

### (1) 第二室戸台風

昭和36年秋第二室戸台風が大阪を襲った。扇町水道局庁舎3階から見ていると、堀川（今のバイパス道路が当時は水路）を隔てて向かい側の民家の屋根瓦は、1、2m垂直に吸い上げられた後、風下へ水平にすっ飛んで行く。

夕刻から翌未明にかけて大阪を通過し、港方面はかなりの区域が浸水した。台風通過後まだ夜の明けやらぬ時、課長の指示で時の工事係長と共に、トラックで西工営所管内安沿川下流浸水地区の排水作業の手伝いに向かった。

トラックは浸水区域では極力波を立てないようにゆっくり走ったが、それでも小さな波が沿道各家の人口ガラス戸を打ち震わせ、灯の消えた真っ暗な屋内には人影の動く気配もなく、

ひたひたと上がり框或いは畳の上まで打ち寄せた泥水に、なす術もなく2階の一隅にひっそりと肩寄せ合って座り込んでいる家族の様子が偲ばれ、自然災害の打撃の大きさに打ちひしがれる思いであった。

(2) なにわ大放水路

「0147 知っとるか」昭和57年9月だったと思う。東住吉区の育和会館、夕刻7時から始まった地元説明での市民からの怒号第一声。「果て？」思案している内に「50、51、54、57年、4回浸かったんや」と。悪夢まだ覚めやらぬ人々は、今夜こそ積もり積もった鬱憤を洗いざらいぶち撒けずにおくものかと、酒気にも駆られて轟々たる罵声・怒号が渦巻いた。殆ど毎週かかる集会が6、7回に亘ってあったろうか。

度重なるこの地域の浸水に対し抜本対策を策定すべく、近畿地建淀川工事事務所(当時)、府河川課、市土木局、下水道局が、阪大の(故)室田教授を委員長に55・6年頃から度々協議を重ねていたが、上記の大浸水を機に一気に加速し、アウトラインが出来上がった。今日の「なにわ大放水路」である。

しかし補助対象事業となるまでには幾多の紆余曲折があった。建設省下水道部では「大阪市は下水道普及率100%と云うではないか、今なぜ浸水対策か?」「平野川水系の水を直接上

町台地に直交して大阪湾へ持って行くのは、流域変更で下水道事業ではない、河川事業だ」。はたまた労働組合からは「大阪市は経験式を使って来たから流出水量が小さい。合理式を使うべきだ」等々。

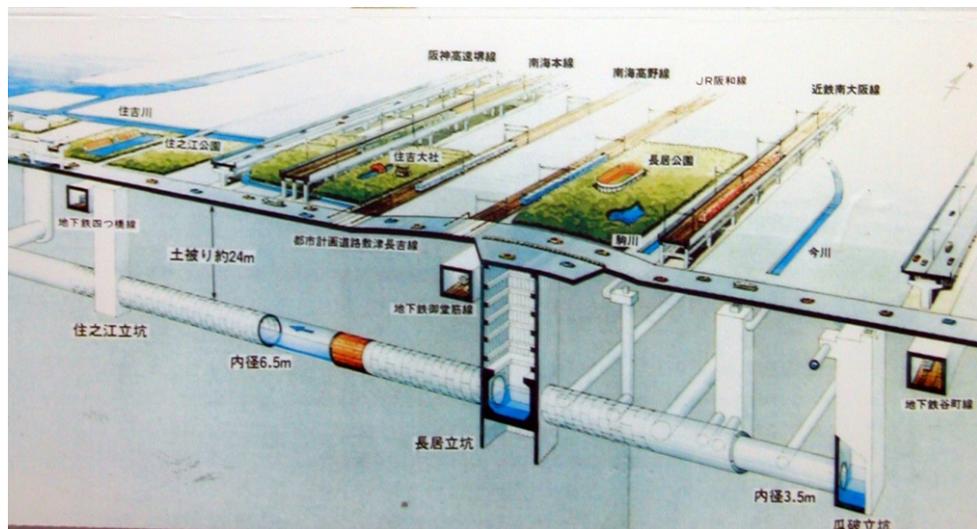
これら諸問題に対して「汚水処理は100%だが雨水対策はまだ不十分」「都市化による増大雨水は下水道が集めるので、独自の責任で大阪湾へ持っていかねばならない」「幾つかのポンプ場について、降雨量と排水量のデータ解析を実施、これらの結果からその時点の流出係数(従前:都市化が顕著でない時代の小さい値)、実勾配値(従前:市内は一様にフラットとして0.01)を適用すれば経験式が十分役立つ」(「都市問題研究第35巻 第11号 昭和58年11月「浸水対策と汚泥の処理処分:松永一成」参照)ことを立証するなどして対処した。

市会議員や大島市長にも、大蔵大臣、建設大臣に陳情して頂いたり、中本下水道部長には水路の名付親になって頂く等、多くの方々のご支援を頂いて、漸く退職1年前の60年3月着工式に辿り着いた。

節目毎に苦い思いもして来たが、今省みれば何れも達成感に満ちた、楽しくも感慨深い思い出となっている。

なにわ大放水路概要

管 路	支線: 直径 3.5m, 延長 3.7Km	幹線: 直径 6.5m, 延長 8.5km
ポンプ場	ポンプ: 口径 2,200mmx6 台	全排水量: 73ton/秒 円形ポンプ場
施 工 時	掘削口径: 70m 掘削深さ: 35m	



# わが生涯の記

西村 豊

この記事は、「上下水道界」(平成 17 年 12 月 15 日 VOL47 NO.12)より部分抜粋したものです。

「ニッポングラフ新聞社」のご厚意により転載しています。

なお、西村氏は平成 16 年にお亡くなりになりました。ご冥福をお祈りいたします。

「この手記は自叙伝のつもりではない。僕の生い立ち、遠き日の思い出、心覚えなどを列べただけである。---- 西村 豊」

## 1 大阪市役所に就職

昭和 6 年 4 月の 3 日に大阪へ出て、坂田に泊まり翌四日に大江橋の市役所に出頭して、水道部技術課工務係勤務を命ずという辞令を水道部長さんから貰った。4 月 1 日から出勤すべきなのに、何故 4 日に出勤したのか判らない。4 月 1 日に出勤すべきだったと後日後悔したことを思い出す。

4、5 日して阪急沿線の岡町（豊中市）寿通りの奥村さんという家に下宿することになった。たしか八畳付の広い立派な座敷で広縁もあり、立派な庭に面した豪勢な下宿であった。昔は金持ちの別荘だったらしい。僕の外に二人下宿人が居て、一人は朝日新聞記者の藤間さん、も一人は曾根崎警察署勤務警部補の秋山さんで、二人とも大学出である。

初任給は日給 3 円である。前年までは初任給月 100 円だったから、その差は大きい。なんでも当時深刻な不況の為公務員は一律減給だったのでその影響での減額だったらしい。しかも身分も当分臨時人夫で、9 月に雇になり日給 3 円となった。8 月までは臨時人夫だから、休日も病気や用事で休んだ日も無給なので辛かった。翌年からは当初から雇になったので、変換期に当たった僕は損だった。お蔭で 4 月などは下宿代（20 円？）を払った後僅かで、松江への



ありし日の西村さん 京都東福寺にて(H5. 11)

送金はおろか小遣いも無くて困ったことを思い出す。5 月からやっと僅かながら送金を始めた。

役所での仕事は当座は大した用事も無く割りに時間の余裕もあった。大阪を早く覚える為暇を見ては見物に歩いた。7 月の中旬から 8 月末までは毎日が半ドン勤務だったので、正午のベルが鳴ると、職場のグループで近くのビルの麻雀屋へ飛びこみ、昼食に丼物などを食べて、夕方まで麻雀で遊んだ。甲子園の高校野球を見に行った日もある。今と違って入場券も割りに楽に手に入った。ビリヤードを楽しんだ日もある。その頃の遊び仲間には橋本俊治君も居た。橋本君は 2 年位前山梨高工の助手から大阪市に転じ、その頃はまだ独身で市の独身寮から通勤していた。

役所の仕事の本格的になったのは、その年の秋になってからである。愈々下水処理場の建設工事の政府の認可が間近になったということで、10 月頃から実施設計に着手するよう命令が出た。

この下水処理場等の建設事業は 6 年間位で完

成の予定でスタートしたが、昭和6年の満洲事変に続いて同12年には日中事変が始まり、段々に予算も圧縮され工事中資材も不自由になって来たので、工事も予定より追々遅れて来た。その間に着工当時の上司であった係長や課長が相次いで他の都市に転出してしまい、事情を知っている者は僕だけになって、事実上の技術責任者として計画の実施を進めねばならなくなったので、毎日が多忙の連続で、殆ど毎日夜の10時か11時頃まで残業の連続であった。

予定の昭和12年になっても完成の見込みが立たず、結局思い切って内容を縮小して昭和15年4月にやっと竣功式が行われた。

## 2 下水道と僕（1）

既に記したように僕は大学を卒えて大阪市役所に就職し下水道の仕事に従事することになり、後にも記するように僕の一生の殆どをこの下水道という仕事に係りあうことになったので、この際大阪市の下水道の仕事について概略でも触れないわけに行かないだろう。

下水道というのは一般に知られているように街路に下水管を網の目のように張りめぐらせ、各家々から排水される下水（水洗便所、台所、浴室等よりの排水及び敷地内の雨水）を下水処理場に集めて浄化して大海に放流する施設である。欧米では早くから普及していたが、日本では非常に遅れていて、明治の中期になってもゼロに等しかった。その主たる理由は、日本では大小便（し尿）が昔から農地の肥料として盛んに利用されていて、都市の家々ではし尿の処分に困らなかつた。従って下水道が無くても困らなかつた。欧米ではし尿の農地での利用の慣習が無く、早くから水洗便所を必要とした。日本では切実な必要性が無かつた。それに建設費が高く財政負担が大きいからである。

しかし戦後事態は一変した。それは化学肥料が市場に出回り農家が汲取りし尿を使わなくなつたからである。各都市は忽ち大慌てで対策に取り組みざるを得なかつた。早く下水道を造れ、し尿処理場を造れの声が全国的に高まつた。市議員や国会議員を動員して政府当局への抗議も激しくなつた。

し尿による海洋汚染も増大して全国的に公害問題が喧しくなり、昭和45年の公害国会以降政府当局も漸く本腰で取り組み出した。

大阪市はわが国でも逸早く明治27年（1894）から市域の下水道の整備に着手、明治35年頃ほぼ完成したが、明治30年（1897）、大正14年（1925）、昭和30年（1955）と相次いで隣接町村合併による市域の拡張が行われ、それらの地域の多くが低地で排水不良のため、市民の強い要望を受けて大正11年（1922）に第一期、同13年（1924）に第二期、昭和3年（1928）に第三期、昭和6年（1931）に第四期及び昭和12年（1937）に第五期と、相次いで都市計画事業としての下水道事業を着工した。このうち第一～第三期事業は排水目的の下水管のネットワーク造りで、第四期事業以降水洗便所の全市普及を目標として下水処理場の建設に着手した。

僕が昭和6年からタッチしたのは第四期事業の津守処理場の実施設計からである。当時わが国で下水処理場を持つ都市は東京と名古屋だけで、大阪市と並行して京都市、岐阜市及び豊橋市の3市が着工した。当時この他にも計画があつたが戦争のため阻まれ、終戦時わが国には上記の6都市にしか処理場は無かつた。

戦中僕の居た職場でも多くの先輩、同僚が召集、徴用などで転進して手薄となり、終戦時には僕が技術部門のリーダー役を勤めざるをえない状況であつた。だから終戦間もない昭和21年2月僕は下水課長に任命され、陣頭指揮役を勤めることになつた。

戦後を迎えた大阪市は中心部が戦災を受けたため人口が周辺部に集中し、その周辺部が殆ど下水未改良地区であるため、雨季には浸水を繰り返す市民からの苦情が相次ぎ、その応対に汗だらけの毎日であつた。予算さえあれば苦労は無いが、敗戦国の悲しさ、資材も予算も見通しのない時代なので、とにかく度々上京して本省に泣きつく一手。しかし本省も同様財布はカラッポでムダ足ばかり。市民の声は切実なので、なけなしの知恵を絞ってヤリクリ算段に苦労の日々が続いた。

その頃の東京通いは今思い出してもゾッとする。新幹線など無論無い時代、オンボロの満員列車にもまれながらの東京通いは今思い出して

もゾットする。その頃は片道 10 時間以上もかかった。昭和 30 年頃特急「つばめ」で指定席に座って 6 時間か 7 時間で上京出来るようになった頃は夢のような喜びであった。

いくら本省に陳情しても「ノレンに腕押し」の状態が続いている中で自然現象は関係無く発生し、昭和 24 年から 29 年にかけては毎年豪雨に見舞われ、特に 27 年 7 月には 12 万戸という多数の家屋が浸水の被害を受け大問題となった。中井市長もボートで現地を視察して事の重大さを感じて、緊急水害対策として三ヵ年計画で 7 億 5 千万円を支出すると発表した。市の財政も極めて苦しい折なので下水道以外の工事はすべて一時中止するという英断によるものであったので、関係市民、マスコミの喝采を浴びたことを今でも忘れることができない。

当時のも一つの厄介な問題はし尿の問題である。前記のように戦後農村が汲み取りし尿を拒否したので、その対策が各都市の大問題となった。

大阪市は津守と海老江の処理場は一応完成したが、その処理区域である市の中心部の家屋が殆ど戦災で焼失したので、両処理場の処理能力は戦災を受けず残存していた。

そこでこの能力（1 日 540 kℓ）の範囲内で市の清掃局の汲み取りし尿を下水道に流注することを企画し、急いで流注場を造り、昭和 24 年より作業を開始した。当初は作業も順調だったが、年を追って汲み取りし尿量が次第に増加し、やがて許容範囲をオーバーして止まる所を知らない情勢となった。処理場の作業も当然非常事態となり、ひいては河海にも影響を及ぼし、漁業組合からの抗議も始まった。組合幹部との応対に頭の痛い日々が続いた。

当初の見込みが甘かったという批判もあるが、不可抗力とも言えるし、他にベターな方法があったとは考えられない。いわば下水道が犠牲になって最悪の事態を回避したといえよう。しかしその間の処理場の現場関係者の協力は絶大で、深く感謝せねばならない。この問題の恒久対策は処理場の建設を促進して市内からのすべての汲み取りし尿を吸収してしまうしかない。以後大阪市も一丸となってこの方針に乗って前進したので、後日談となるがわが国の大都市の

中では大阪市が断然トップを切って水洗便所 100% 普及を達成した。

### 3 下水道と僕（2）

昭和 30 年頃から政府も下水道事業の国の補助を考えはじめ、同 32 年度に始めて処理場の建設費に若干の補助金を認めたが、まだ焼け石に水の有様だった。いずれ年を追って政府も補助金を大幅に増大する時期が到来するものと予想して、大阪市独自で、昭和 35 年より 10 ケ年計画で、浸水区域の解消と市域の 80% を処理区域とすることを目指して、事業費 414 億円（途中で 714 億円に変更）の予算を以て発足した。僕は昭和 39 年この事業の途中で退職したので、これが僕がタッチした最後の事業となった。

その他に大阪市の西部（市域の約 1 / 3）は淀川の下流の三角洲に発達した地域で、低地であるのに加えて毎年 15~20cm の地盤沈下を続けていたので、昭和 9 年の室戸台風、同 20 年の枕崎台風、同 25 年のジェーン台風等で高汐による大水害を受け多数の犠牲者を出した。よって大阪府と大阪市とは協力して国の援助を受けて昭和 25 年度より地盤沈下対策に加えて防潮堤工事及び堤内排水設備工事を実施することとなった。概算 1000 億円を越す大工事となり、難工事が多い為長い年月を要したが、昭和 34 年頃には大部分の工事も完了し防備態勢も整った。然るに同 36 年第二室戸台風が来襲した際には、再び高潮が防潮堤をオーバーした所もあったが、排水設備威力で減水が早く、従来とは見違える程の僅かな被害に止まった。僕も排水設備工事を担当していて、その効果に驚いたが市民の好評を博したのが嬉しかったことを覚えている。

大阪市の下水道は明治 27 年（1894）に着工、以来本年（平成 6 年）で 100 年に及ぶ長い歴史があり、既に 100% の普及を達成した。その間に多くの先輩、同輩、後輩たちの汗と涙が流されている。僕もその一人として昭和 6 年（1931）から 60 年余の繋がりがある。短い期間ながら自ら陣頭に立った時期もある。それら多くの人々の泥と汗の歴史を後世に伝える必要があると考え、昭和 50 年の秋だったか当時の栗林下水道局長を口説いて大阪市の下水道史編纂をお願いし

た。そして実行することが本決まりになったのが昭和52年の夏頃で、それから委員会を作り、資料を集める等の準備を始めたのが翌53年の春頃からと思う。古い資料の保管状況が市の文書規程の変更などで予想外に不十分で、終始資料集めに苦勞した。僕は第一巻の大部分を執筆したが、「大阪市下水道事業誌」(全三巻)が完成したのが平成2年1月だから、合計12年という長い歳月を要した。大阪市の事業誌の執筆中の昭和55年日本下水道協会がわが国の下水道史の編纂に着手することになり、その執筆陣の一人として僕も選ばれ「大正・昭和前期(終戦まで)の技術編」を担当することになった。今回は協会事務局の方々が全国の都市に呼び掛けて多くの資料を掻き集めて呉れたので、大いに助かった。57年春から執筆にかかり約一カ年半

で400字詰190枚の原稿をまとめ昭和58年秋協会に提出した。日本下水道史〔技術編〕が発刊されたのは昭和63年、日本下水道史(全四巻)が発刊したのは平成元年6月であった。

大阪市の事業誌といい、日本下水道史といい、その一端に参画出来たことは長年下水道に汗水流した僕にとっての良き記念碑の感がある。更に言えば別項で記した昭和39年に受けた日本水道協会(当時まだ下水道協会は出来てなかった)よりの功勞賞、昭和40年の建設大臣の表彰、昭和52年の叙勲或いは昭和60年日本下水道協会の名譽会員に推薦されたこと、すべて僕の下水道の経歴に関連するもので、別の意味での記念碑と言えるかも知れない。思えば長い下水道との繋がりである。

(原文漢数字は、数字に換えました)



第4回下水道史編さん委員会

日本下水道史編さん完成/平成元年6月26日/於 麴町会館

(前列左から2人目が西村氏)

# 特集

## 省スペース施設の開発・実施

### 「省スペース施設の開発・実施」特集に寄せて

#### 1、はじめに

水澄活動を始めた最初の年の機関誌に特集を組むことができたのは、講師や原稿執筆を快く引き受けていただいた方、参加協力を惜しまなかった方々の御蔭である。

今回の特集はテーマに対する集大成版ではなく、これからの活発な議論・検討を促す呼び水、研究材料の一つと理解していただきたい。この考えで、研究会の記録と作成段階の年表を資料として掲載した。今後、集大成ができれば再度本誌に発表したい。

#### 2、研究会経緯

NPO 水澄は設立当初は3部会で活動することになった。調査研究部会は当面、調査グループと研究グループの2つで活動することとし、研究グループの全体計画としては①下水道の歴史、②財政問題、③新技術、④実態調査解析の4点を活動対象としたが、下水道の歴史に的を絞り、大阪市下水道の歴史調査を当面の活動対象とすることとした。

具体的な行動を起こすためには、さらにテーマを絞り、いくつかの候補の中から「省スペース施設の開発・実施」を当面のテーマとした。調査研究方法は手探りであるが、①経年表作成、②研究会の開催、③シンポジウムの開催、④機関誌への投稿、の4点を順次実施する予定でスタートした。シンポジウムが講演会に変わったが、何とか今回の機関誌投稿に至ることができた。

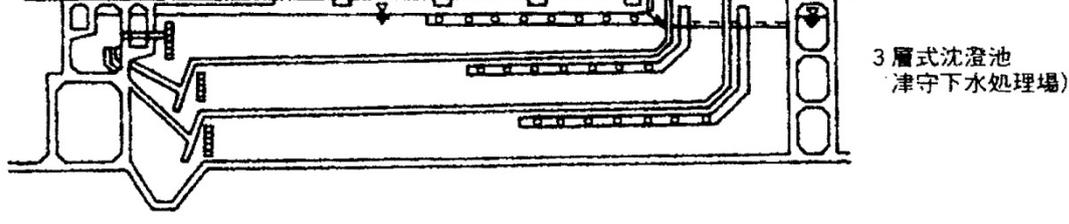
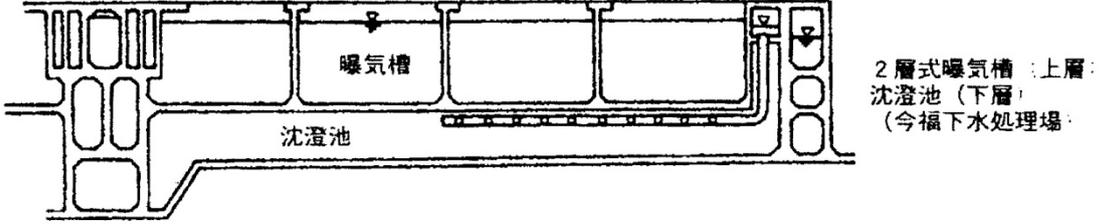
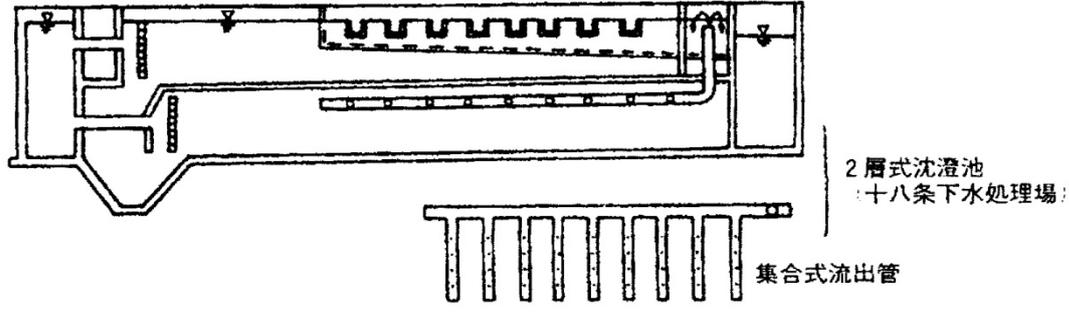
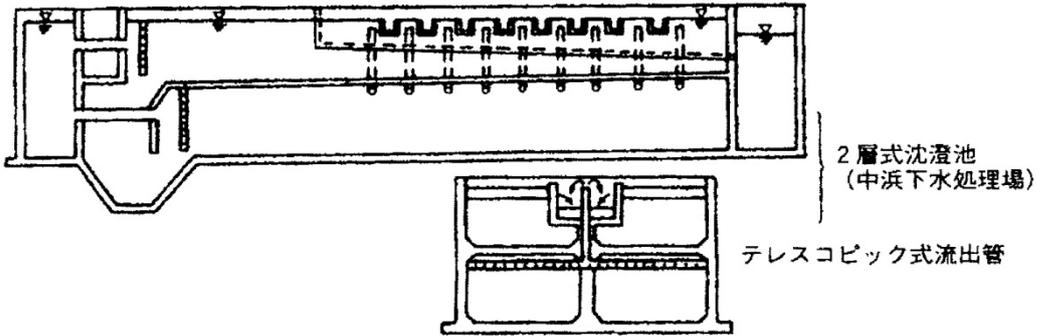
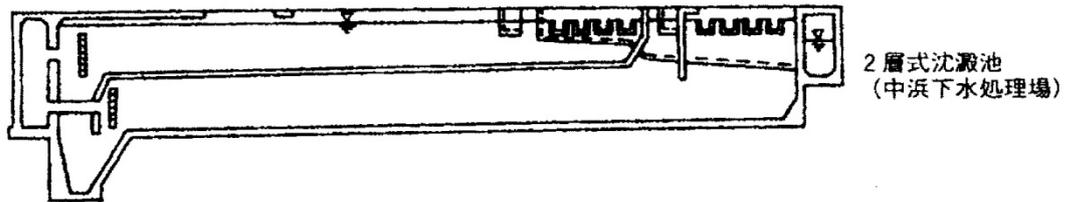
#### 3、省スペース施設概要

処理場用地を古くから確保したことから、その当時に比べ施設建設時の処理場流入下水量が大きくなった。原因には人口の増大、一人当たり水使用量の増大、設計基準の変遷などが考えられる。また、開発が進み住宅が立て込んでいる処理場周辺の用地を新たに購入することは、困難な状況にあったことも背景の一つであろう。この困難な課題を新たな技術展開を図ることによって解決したことは、短期間で全市域に下水道を普及させることに大きく貢献した。新たな技術展開とは、少ない敷地で大量の下水を処理することが可能な施設を開発したことである。その具体的な内容は、反応槽の水深を大きくすること、施設の立体化、沈殿池や沈澄池を多層化したことである。

反応槽の水深は欧米の施設が15フィート(4.5m)であったため、初期にはその水深を遵守していたが、少ない敷地で大量の下水を処理する必要に迫られ、外国文献調査と共に必要に応じて実験調査を行い、順次、水深を大きくした。最終的には水深十メートルに達したから初期の水深の2倍以上である。

一方、沈澄池の多層化は二層式から始まったが処理水の引き抜きに流出管方式を開発したことで、上層反応槽下層沈澄池方式を開発し、さらに発展して三層式沈澄池を開発した。最終的には二層式沈殿池、10m水深反応槽と三層式沈澄池の組み合わせに至った。省スペース施設の実施例を図-1に示す。

(文責：高柳枝直)



図一1 多層式施設実施例

出典:大阪市下水道事業誌(第3巻)

## 1. 多層式最終沈殿池の変遷

### (1) 多層式水処理施設の必要性

大阪市では1945年以前に既に約24ヘクタールの下水処理場建設用地を確保していた。戦後も精力的に用地取得が継続されたが、大阪市内のような稠密な市街地における用地取得は容易ではなかった。1983年度末では、計画処理水量296万 $\text{m}^3$ /日に対して全用地面積は77ヘクタールであり、処理水量1 $\text{m}^3$ /日あたり0.26 $\text{m}^2$ であった。その当時、一般に下水の2次処理施設に必要な標準的な用地面積は0.5~1.0 $\text{m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ と言われていたので、相当に厳しい用地不足の状況であった。そこで下水処理場の用地の利用効率を向上させるために、調査・検討の結果、最終的に水処理施設を多層化する方針を決定した。

### (2) 2層式最初沈殿池及び2層式最終沈殿池

大阪市における2層式最初沈殿池の建設は1963年に今福下水処理場で始められた。本施設の浄化水流出装置は、上・下層ともVノッチ越流堰とし、池の下流端に配置する構造とした。次に2層式最終沈殿池の設計にあたっては、流出装置として上層には越流堰を用いたが、下層には越流堰の代わりに内径200mmの管に直径40mmの小孔を10数個設けた流出管を配置した。この流出管については後に詳述するが、これは大阪市が日本で最初に採用した浄化水の流出装置である。最初の2層式最終沈殿池は1965年に中浜西下水処理場で工事着手した。

最初沈殿池と最終沈殿池を2層式としただけでは、まだ用地不足を十分に解消することができなかった。そこで次に反応タンクと最終沈殿池を立体化することにした。当時の反応タンクの水深は通常4.5mであったが、水深6mに深層化した反応タンクと最終沈殿池との立体化施設を、1970、1971年に特に用地面積の狭小な今福及び海老江の下水処理場でそれぞれ工事着手した。本形式の立体化施設は日本では最初の施設である。

### (3) 3層式最終沈殿池と深層反応タンクとの複合施設

2層式最終沈殿池の運転管理に特に問題がない

と判断できたので、3層式最終沈殿池を実用化する見込みがついた。さらに反応タンクの水深を10m程度の深層化とすることにより用地の有効利用率を向上させることにした。本タイプの施設は1972年に此花、津守の各下水処理場で、又1977年には平野下水処理場でそれぞれ工事着手された。3層式最終沈殿池は日本では最初の施設である。

### (4) 多層式水処理施設の経済効果

1層式最初沈殿池、水深4.5mの反応タンク、及び1層式最終沈殿池を組合せた水処理施設の場合は、その当時の設計基準で処理能力1,000 $\text{m}^3$ /日当りの構造物占有面積は、合計で164 $\text{m}^2$ となった。一方、2層式最初沈殿池、水深10mの反応タンク、及び3層式最終沈殿池の組み合わせの場合は、合計で76 $\text{m}^2$ となり、1層式施設と比べて占有面積は46%に減少できた。

多層式施設は1層式のそれに比べると、全体の工事費は同程度となった。以上の比較計算には用地費は含まれないので、多層式と1層式のそれぞれの建設費が同程度であることは、多層式にすることにより、不要となる用地面積に相当する用地費が節減できたことになる。

## 2. 円形最終沈殿池及び

### 活性汚泥沈降特性の調査

1964年当時、下水処理場用地の利用効率を向上させるため、従来型の1層式既設矩形最終沈殿池(以下矩形池)の2倍の沈殿効率があり、維持管理経費も低廉であるされた周辺流入型上向流円形最終沈殿池(以下円形池)の機能の調査を行った。調査の結果、矩形池と比較して円形池は水理特性では優れていることが確認できた。しかし、調査方法の選択が不適切であったことが原因となり、汚泥沈降分離調査では円形池が矩形池と比較して優れていることを確認することができなかった。さらに、たとえ円形池の沈殿効率が矩形池のその2倍を確保できることが確認できたとしても、用地内に施設配置してみると、両者の平面形状の差異に起因して矩形池は円形池より用地利用効率が優れていることが分かったので、最終沈殿池と

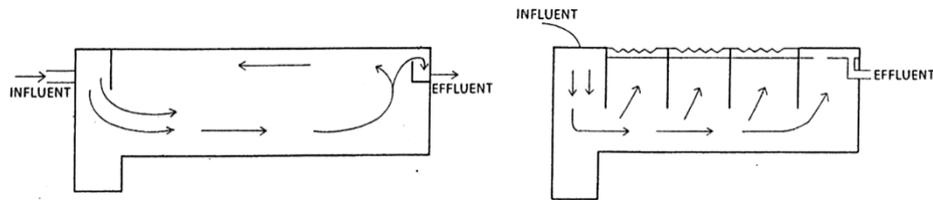
しては2層式の矩形池を採用することにした。

同時に、最終沈殿池の設計の参考に供するため、下水処理場現地において活性汚泥の沈降特性を調査した。調査にあたっては、最終沈殿池における活性汚泥の沈降状況を見るため、実際の最終沈殿池の水深と同等の深さ3,000mm、内径150mmの亚克力製の円筒を使用して、活性汚泥の沈降状態を調査した。この調査では、汚泥沈降開始後20分を経過すると、ほとんどの汚泥が沈降を完了することが観測できた。これは $216\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ の沈降速度に相当することになる。最終沈殿池水面積負荷の設計基準は $40\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ であったから、設計基準の5.4倍の速度で大部分の汚泥の沈降が完了している。これは最終沈殿池内で攪拌等がない理想的な上向流が行われるならば、最終沈殿池の全長前方の約1/5の場所でほとんどの沈殿は完了していることを意味する。その後は沈降速度の遅い単粒子状の汚泥の沈降が継続する。(右上に続く)

### 3. 流出管設置の目的

下水処理では、現在でも活性汚泥法が多用されているが、その中で最終沈殿池の設計及び維持管理の重要性が十分に認識されているとは言いがたい。しかし最終沈殿池で固液分離が良好に行われているか否かが、活性汚泥処理の最終的な処理成績を大きく左右する。ところで、活性汚泥は見かけ比重が小さく、沈降した汚泥は水流のわずかな攪乱によって、容易に再浮上する。もし、最終沈殿池の下流端に集中して流出堰を配置すれば、図一1左側のように密度流によって下流端で強い上向流が生じ、水質悪化を招きやすいことが知られている。したがって最終沈殿池では、局部的に大きな上向流が生じないように、流出堰等の流出装置は水面全体に広く配置することが肝要である。図一1右側がその例である。

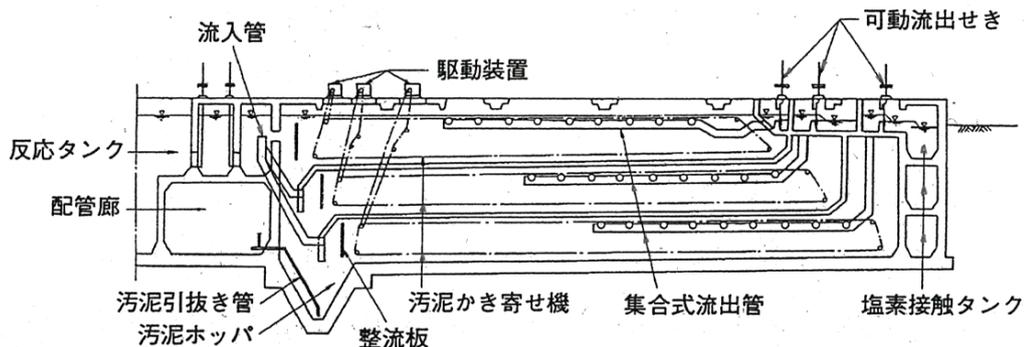
図一1 密度流および密度流制御版



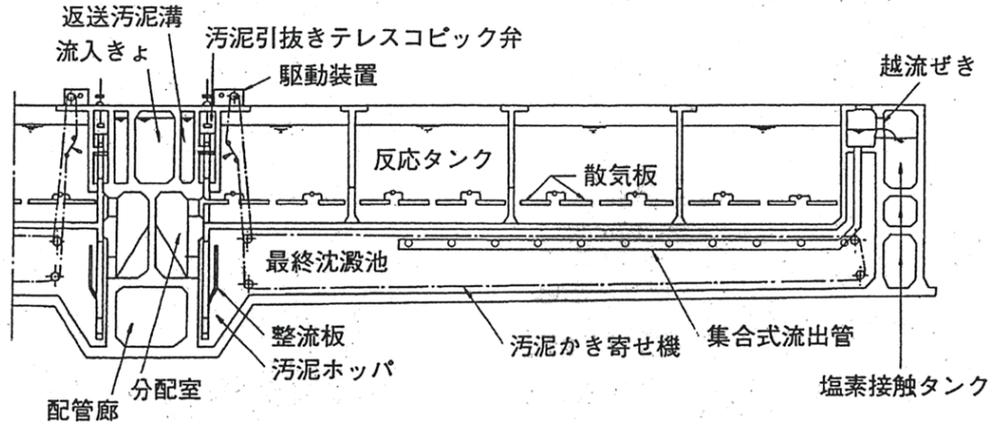
一方、狭小な下水処理場の敷地を有効利用する目的で、最終沈殿池を2層化することが行われてきた。この場合、下層では自由水面を十分に広く確保できないので、通常は流出堰を下流端に集中して設置されることが多い。その結果、下層では、放流水の水質悪化を招いている例が見られる。そこで、我々は上・中・下各層で同様の良好な水流状態を確保するべく、各層に流出管を水面積に広

く設置した多層式最終沈殿池を採用してきた。流出管とは、管に小孔を設けて、流出堰と同様の間隔で最終沈殿池内に設置したものである。この場合、小孔はすべての管に同様の開孔率にするのではなく、管内の水流による摩擦損失その他の損失を考慮して、管の上流端から下流端に向かって、開孔率を小さくする必要がある。

図一2 3層式最終沈殿池



図一三 反応タンクと最終沈殿池との立体化施設

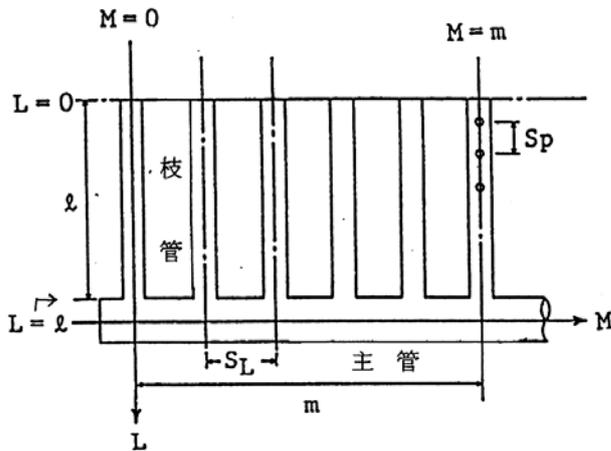


#### 4. 流出管の設計計算式

流出管は、図一四に示すように主管と枝管からなる。設計計算のための基礎式の誘導にあたっては、枝管及び主管は径が一様であり、枝管

の壁に設けたスリットから流入する処理水が定常流であると仮定する。なお、流出管モデル及び各記号は、図一四のように定める。

さらに  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $N_L$  及び  $N_M$  を下式のようにおく。



図一四 集合流出管モデル図

- $l$  : 枝管長
- $m$  : 主管長
- $A_M$  : 主管断面積
- $q_L, q_M$  : 枝管および主管への単位長さ当たりの流入量
- $R_L, R_M$  : 枝管および主管の径深
- $n_L, n_M$  : 枝管および主管のマニング係数
- $u_l, U_m$  : それぞれ枝管内  $L=l$ 、主管内  $M=m$  の点における流速
- $y_l, Y_m$  : 開口部外縁点を基準とした、枝管内  $L=l$ 、主管内  $M=m$  の点における動水頭
- $A_P, S_P, C_P$  : 枝管小孔の開口面積、隣接する小孔中心間の距離、流量係数
- $A_L, S_L, C_L$  : 枝管断面積、隣接する枝管中心間の距離、流量係数

$$\alpha = m \cdot A_L / (S_L \cdot A_M) \quad : \text{主管断面積に対する枝管総断面積比}$$

$$\beta = C_P \cdot l \cdot A_P / (S_P \cdot A_L) \quad : \text{枝管断面積に対する小孔総開口面積比}$$

$$N_L = 2g \cdot n_L^2 \cdot l / 3R_L^{4/3} \quad : \text{枝管の摩擦損失水頭を表わす無次元量}$$

$$N_M = 2g \cdot n_M^2 \cdot m / 3R_M^{4/3} \quad : \text{主管の摩擦損失水頭を表わす無次元量}$$

主管断面積に対する枝管総断面積比  $\alpha$  及び 口面積比  $\beta$  に関して (1) 式が得られる。  
 枝管断面積に対する枝管 1 本あたりの小孔総開

$$\frac{1}{\beta^2} = -\alpha^2 \left\{ \frac{1}{\alpha^2 \cdot C_L^2} + \frac{Y_m}{U_m^2/2g} + 2 \left( 1 - \frac{M^2}{m^2} \right) + N_M \left( 1 - \frac{M^3}{m^3} \right) \right\} - \left\{ 2 \left( 1 - \frac{L^2}{l^2} \right) + N_L \left( 1 - \frac{L^3}{l^3} \right) \right\} \dots (1)$$

流出管全体の損出水頭比  $\frac{Y_m}{U_m^2/2g}$  を決めると、 $A_L$ 、 $S_L$ 、 $A_M$  は一定値であるので  $\alpha$  も一定値となり、(1) 式より  $\beta$  を求めれば、池の単位水面積あたり

の流入速度が一定になるような  $A_p$ 、 $S_p$ 、がすべての  $L$ 、 $M$  の値について決定することができる。  
 なお、 $C_L$  は  $C_L = 1/\sqrt{1.5}$  となる。

### 5. 最大最小流量比を考慮した設計法

(1) 式を用いて適切な小孔開口面積を求めるには、繰り返し計算を行う必要がある。これを  $R_W$  (最大最小流量比)

$$\gamma \times \frac{l \cdot m}{A_M} \quad (\gamma = \frac{C_P \times A_P}{S_L \times S_P} : \text{集水面積に対する小孔の有効面積比})$$

$$\bar{\beta} = \frac{1}{2} (\beta_{\max} + \beta_{\min}) \quad (\text{枝管断面積に対する小孔総開口面積比の一定値})$$

$\alpha$  (主管断面積に対する枝管総断面積比)

$$\frac{Y_m}{U_m^2/2g} \quad (\text{流出管全体の損失水頭の無次元量})$$

の 5 つの変数に関する以下の 3 つの関係式を求め、これらの式に 2 つの変数を代入して他の 3 つの変数を定める。

$R_W$  と  $\gamma \cdot \frac{l \cdot m}{A_M}$  の関係として次の式が得られる。

$$\gamma \frac{l \cdot m}{A_M} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(R_W^2 - 1)(1 + R_W)^2}{(2 + N_M) R_W^2} - 4 \frac{2 + N_L}{2 + N_M} \cdot \bar{\beta}^2} \quad \text{----- (2)}$$

$$= \frac{\sqrt{R_W^2 - 1} \cdot \frac{1 + R_W}{R_W}}{2 \sqrt{(2 + N_M) + \frac{1}{\alpha^2} (2 + N_L)}} \quad \text{----- (3)}$$

$$= \frac{\sqrt{(\frac{7}{2} + N_L) R_W^2 - \frac{3}{2}} \cdot \frac{1 + R_W}{R_W}}{2 \sqrt{(2 + N_L) \left( -\frac{Y_m}{U_m^2/2g} \right) + \frac{3}{2} (2 + N_M)}} \quad \text{----- (4)}$$

エクセルを利用して、上記 式— (2)、(3)、(4) に数値を代入して

$\gamma \times \frac{\rho \times m}{A_M}$  の計算数値を求め、その数値をグラフ化する。

図-5  $\gamma^*1^*_m/AM$ 、 $Rw$ 、 $\bar{\beta}$  の関係

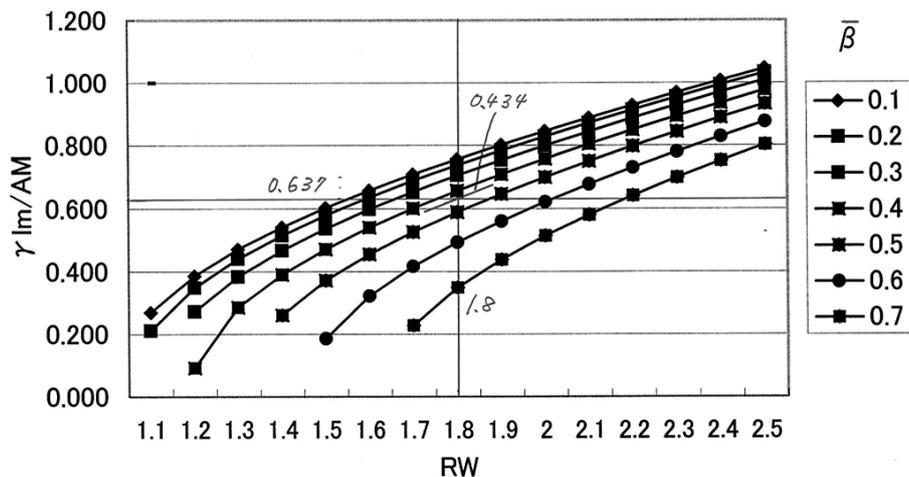


図-6  $\gamma^*1^*_m/AM$ 、 $Rw$ 、 $\alpha$  の関係

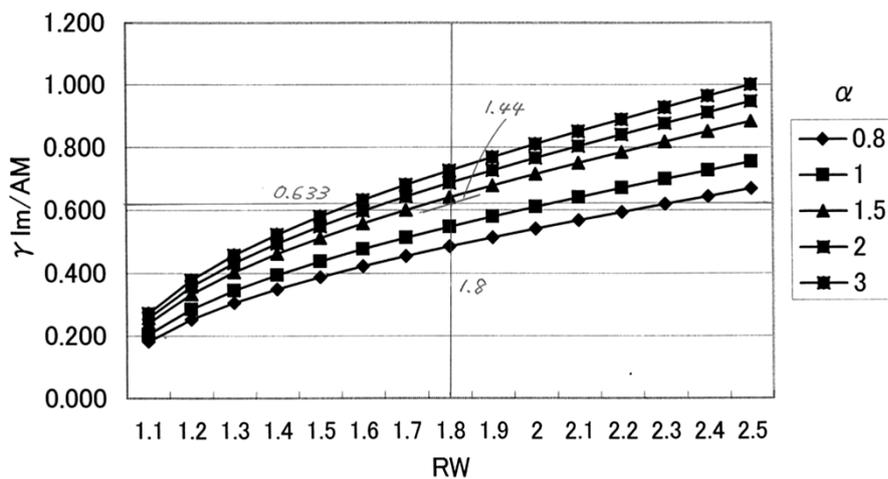
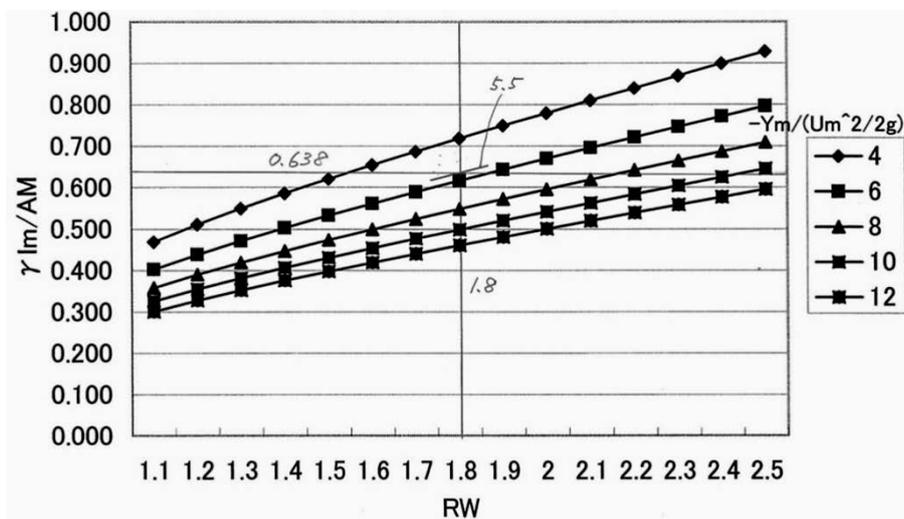


図-7  $\gamma^*1^*_m/AM$ 、 $Rw$ 、 $-Y_m/(Um^2/2g)$  の関係



## 6. エクセルによる計算例

計算例として、1池あたりの入力数値を以下のとおりとする。

基本諸元		
Q1:処理水量(m3/日)	Q2:処理水量(m3/sec)	
3900	0.045139	
l:枝管長(m)	m:主管長(m)	
3.1	18.5	
DP:小孔直径(m)	DL:枝管直径(m)	DM:主管直径(m)
0.04	0.2	0.5
AP:枝管小孔の開口面積(m <sup>2</sup> )		
0.001256		
AL=π DL <sup>2</sup> /4:枝管断面積(m <sup>2</sup> )	AM=π DM <sup>2</sup> /4:主管断面積(m <sup>2</sup> )	
0.0314	0.19625	
RL:枝管の径深(m)	RM:主管の径深(m)	
0.05	0.125	
nL:枝管のマンニング係数	uL:枝管内L=lの点における流速(m/sec)	
0.013	0.159727	
nM:主管のマンニング係数	Um:主管内M=mの点における流速(m/sec)	
0.013	0.230007	
SP:小孔中心間の距離(m)	SL:枝管中心間の距離(m)	
0.2	2.06	
CP:枝管小孔の流量係数	CL:枝管の流量係数'(C=1/1.5 <sup>0.5</sup> )	
0.7	0.816497	
g:重力の加速度(m/sec <sup>2</sup> )		
9.8		

Ym:主管内のM=mの点における動水頭(m)  
-0.01485  
Ym/(Um<sup>2</sup>/2g):流出管全体の損失水頭の無次元量(グラフから読み取る)  
-5.5  
 $\alpha = m \cdot AL / (SL \cdot AM)$ :主管断面積に対する枝管総断面積比(主管と枝管の直径によって決まる)  
1.436893  
平均  $\beta = CP \cdot l \cdot AP / (SP \cdot AL)$ :枝管断面積に対する小孔総開口面積比(グラフから読み取る)  
0.434  
NL=2g・nL<sup>2</sup>・l/(3\*(RL/4)<sup>4/3</sup>):枝管の摩擦損失水頭を表す無次元量  
0.185819  
NM=2g・nM<sup>2</sup>・m/(3\*(RM/4)<sup>4/3</sup>):主管の摩擦損失水頭を表す無次元量  
0.326823

具体的には以下のような計算手順で設計を進める。

- (1) 1池あたりの処理水量を定める。
- (2) 主管及び枝管のそれぞれの長さとお内径を定める。
- (3) 枝管の中心間距離、及び小孔の直径と中心間距離(仮の値として)を定める。

(4)  $R_w = \frac{q_L \max}{q_L \min} \approx \frac{\beta \max}{\beta \min}$  は、小さい程、集

水状態が均等化すると想定されるが、実用上この値を1.8程度とする。

(5)  $\alpha = 1.44$  は決定済である。 $R_w = 1.8$  程度として、残りの3つの値を図—5～7、または式(2)～(4)より、 $\gamma \times \frac{l \times m}{A_M} = 0.63$ 、 $\bar{\beta} = 0.434$ 、 $-\frac{Y_m}{U_m^2/2g} = 5.5$  となる。

(6) 上記の $\alpha$ 、 $-\frac{Y_m}{U_m^2/2g}$ の値に相当する個別の $\beta$ を(1)式より求め、続いて小孔中心間距離Spを求める。枝管に設置される小孔中心間の距離、及び小孔数は、表—2のとおりとなる。

表一 2 小孔中心間距離 SP および小孔数

$$SP = CP * I * AP / (\beta * AL)$$

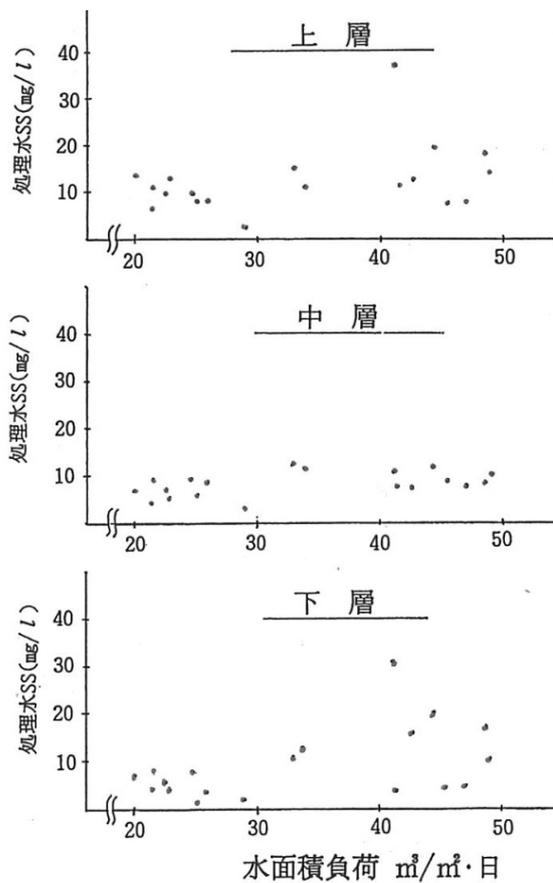
SP M/m / L/l	0.2	0.4	0.6	0.8	SPの平均	小孔数
0.056	0.149	0.156	0.166	0.179	0.162	19.1
0.167	0.152	0.158	0.168	0.181	0.165	18.8
0.278	0.157	0.163	0.173	0.186	0.170	18.3
0.389	0.165	0.171	0.180	0.192	0.177	17.5
0.5	0.175	0.180	0.189	0.201	0.186	16.6
0.611	0.187	0.192	0.200	0.211	0.198	15.7
0.722	0.201	0.205	0.213	0.224	0.211	14.7
0.833	0.216	0.220	0.228	0.238	0.226	13.7
0.944	0.233	0.237	0.244	0.253	0.242	12.8

実際の枝管の設ける小孔の数は、上表の数値を四捨五入して、上流側の枝管のから、下流に向かって、19、19、18、18、17、16、15、14、13

とした。

以上の方法によって設計された3層式最終沈殿池の各層別処理水質の実例を以下に示す。

図一 8 3層式最終沈殿池の処理成績例



流出管(主管径:500mm 枝管径:200mm)



20~40m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/日の範囲の水面積負荷では、各層間で処理水質の差異は見られない。良好な処

理成績であると考えられることができる。

## 7. 多層式最終沈殿池設計に関する その他の要点

T 自治体の技術者から、最終沈殿池に関して以下のような問題点の対処法について問い合わせを受けたことがある。

第1に、多くの下水処理場の2層式の最終沈殿池において上段の処理水質に比べて下段の処理水質が悪く、特に透視度は10 cm 以上も悪い例がある。

第2に、最終沈殿池の下段では、越流堰をどこにつけるか、越流堰負荷をどうやって低減するか、水面までの上昇流速を上げないようにするにはどうするか、スカムスキマーを設置する余裕がほとんどない、などの問題がある。

第3に、機械搬出入の方法である。上段の底、下段の天井にあたる中間スラブには、機械搬入用の開口を設け、施設稼動時には、鋼板などで蓋がされている。これにより中間スラブの厚さ分の空間が鋼板下部に生じるのでスカム蓄積の場所となり、蓄積・腐敗したスカムの流出が下段の処理水の水質が劣る原因の一つとなる。

以上の状況は、多層式最終沈殿池ではかなり広く存在する状況であろうと思われる。流出管を用いた多層式最終沈殿池これらの問題を解決できる長所を持っている。その設計の要点は次のとおりである。

- (1) 流出管を用いることにより、多層式最終沈殿池の水面積を有効に利用することができる。すなわち、下層において越流堰を用いて浄化水を流出させようとする、必ず越流堰を設置するための比較的広い自由水面が必要であるが、流出管を用いると浄化水を水中で流出させるので広い自由水面を確保する必要はない。
- (2) 上層・中層・下層に流出管を用いる場合は、流出管の主管の下流端に越流ゲートを設置することにより、上層・中層・下層それぞれを独立して流量をコントロールすることができる。
- (3) 中層・下層においてスカムの堆積を防止するため、中床版の下面をスラッジコレクターで摺動させる。
- (4) 機器の搬出入には、池の下流端の開口部が利用できる。これにより床版に開口を設けることによる不都合を回避できる。
- (5) 流出管は水中から浄化水を流出させるので、越流堰のように高さを調節する必要がない。
- (6) 多層式最終沈殿池に限らないが、反応タンクから最終沈殿池への導流渠等で混合液の流れが停滞するおそれのある個所ではエアレーション等で攪拌して汚泥の沈降を防ぐことも重要である。

### 参考資料

1. Sewerage and Sewage Treatment Harold E. Babbitt E. Robert Baumann 1922
2. Wastewater Treatment Plant Design 1977 Water pollution Control Federation
3. 集合式流出管の水理と設計 大阪市下水道局建設部 安部 喬 結城庸介
4. Design of Multi-story sewage treatment facilities Yosuke Yuki, Enao Takayanagi, and Takashi Abe 1991 IAWPRC



## 1、はじめに

昭和45年に大阪市に入り、3か月ほどの新人研修ののち各局に配属された。大阪市土木局下水道本部建設部第二建設課設計系の係員となり実務に就いた。

当時の大阪市下水道は処理区域拡大の最中で、ポンプ場と処理場の設計を担当する設計係は活気があった。第二建設課設計係は土木施設の詳細設計に追われる一方で、新たな省スペース施設の基本設計検討が行われており、曝気槽の水深増大に伴う散気方法検討など必要な技術開発も行われていた。

多階層施設や深層曝気槽などの「省スペース施設の開発・実施」は少し上の世代の方々が中心となり、昭和40年前後から進められていた。したがって「省スペース施設の開発・実施」については第2世代に属するといえよう。先人の後を追いつつも、直接関与したことで多くのことが現在も記憶に残っている。

## 2、沈澄池流出装置の思い出

(昭和40年代後半 設計係員時代)

大阪市の二階層沈澄池の流出装置は一般に上層三角堰、下層流出管で設計している。(例外平野：上下層共流出管方式、十八条；下層集合管方式)

三角堰と管の水理特性の違いにより、水量変動は上層が大きく影響を受けることになる。千島処理場沈澄池の流出装置の設計にあたり、この問題の解決を図るため水理学に造詣の深い同じ設計係員の安部喬氏に教えを請い、時間をかけて検討した。

設計段階で水量変動に対する上下層の流量変動比を表す理論式を作り、各種の三角堰で比較計算し、上下層流量変動比を可能な限り小さくすることを試みた。また、理論的には、運転管理段階で流出管のテレスコ高さを調整すること

により上下層流量を均一にする水量を任意に設定することができるが、実際にはテレスコの高さを変更して全テレスコを均一高さにすることはテレスコの数が多いうえに基準点がないために困難な作業である。これを容易にすることを試みた。

流量変動比を可能な限り小さくすること、維持管理でテレスコ高さを用意に変更できるようにする、の2点に対して以下のように対応した。

### ①上下層流量比の最小化

上下層の流量比を小さくするには、上層の水位が水量変動とともに大きく変化することが望ましい。そのために上層の三角堰を鋭角にするとともに、設置数を少なくした。

### ②テレスコの開度計

ミリ単位でテレスコの高さを調整できるようにテレスコ一つ一つに開度計を設置した。円盤に取り付けた回転する指示針が開度を示すようにしつつ、コストが安くなるように関係各メーカーに製作検討の協力をお願いした。ゼロ点は設置完了後、運転停止時の水位で一度全テレスコをセットすれば良い。

施設稼働後、時折千島処理場の維持管理担当者にこの装置の評価を聞いたが、そのような装置があることさえ知らない者が多かった。水量負荷が小さく、処理が良好に行われていたため厳密な上下層の変動を調整する必要がなかったと推測できる。雨天時下水の活性汚泥処理のように大きな水量負荷で運転が行われるときに真価を発揮したと思われるが、設置が早すぎたかもしれない。現在は改築更新で装置は既に撤去されている。

## 3、深層曝気槽散気装置の思い出

昭和50年頃には処理場課設計係の中に処理技術調査担当グループのようなものがあり、散気装置の調査検討、散気装置設計基本方針作成なども担当していた。

(1) 過剰窒素の脱気槽設計検討(昭和50年前後、処理場課設計係員時代)

昭和40年代後半と記憶するが、松永課長から深層曝気槽の散気装置の設計方針について再検討するように指示があった。当時、水深9mと10mの曝気槽土木構造物の建設が進んでおり、散気装置と整流壁の設計方針も決まっていたが、東京都が実験で汚泥の浮上問題を確認したとの情報があった。設計前に方針確認のための本格的実証実験が必要である旨、課長に解答した。

大西部長判断で「まずは東京の実験結果を聞くこと、その結果それでも必要があれば実験すればよい」とのことで、同じ設計係の会田洋氏(現柏崎市長)と二人で東京へ一泊二日に出張した。

大西部長から東京都の主幹(技術開発担当部長)に電話依頼してくれていたため部長室に案内されるなど丁寧な対応をしていただいた。実験担当者の紹介があり、別室で詳しく説明を受けた。現場案内は別の方が担当し、現場に同行していろいろ説明していただいた。

東京都の実験は、深層曝気槽で散気装置を底部におくと沈澄池で汚泥が浮上する問題があることを明確にした。

空気が水中に溶け込むと酸素は活性汚泥により消費されるが窒素は消費されず水中に残存する。固液分離の段階で大気圧近くになると、過剰の窒素が微細気泡となり汚泥に付着して汚泥を浮上させる。水深の大きい散気装置を設置すれば酸素溶解効率は良いが沈澄池で過剰となる窒素の量も増大する。この問題を解決するには、散気装置の設置水深を小さくするか、曝気槽の末端で窒素の脱気をするかのどちらかであると教えられる。東京都は散気水深を小さくする方針であった。丁寧な説明を受け、定量的な計算ができるまでの考え方、理論式まで教えていただいた。

大阪に戻り、課長に実験の必要はない旨復命した。東京都の調査結果を基に検討し、大阪市の設計方針として8室押し出し流れの8室目の槽を窒素の脱気槽として用いることとした。

8室目の滞留時間と散気水深で窒素の脱気効

果を計算し、散気水深を前の7室より小さくした。

この設計手法に問題はないと考えていたが、念のため、阪大の藤田研究室卒業の平賀直樹氏に藤田教授(当時助教授)に確認に行ってもらった。「いいでしょう」との感触を得た。藤田教授は中浜時代に橋本場長のもとで酸素溶解効率の研究を長年されていた。かくして、深層曝気槽における窒素の脱気槽設計の基本的考えが決まった。その後、深層曝気槽を用いた下水処理は問題なく行われているが、窒素の脱気効果を確認した記憶がない。

(2) 深層曝気槽散気板風量の増大(昭和50年前後、処理場課設計係員時代)

いつ誰に指示されたかは記憶にないが、深層曝気槽散気装置の設計検討に参加した。既に設計係の先人が民間企業と共同研究をして基本方針が決まっていた。槽中央に中間隔壁を設置し、片断面全面曝気で中段に散気装置を設置することにしていった。基本方針に従って、必要空気量を計算し散気板1枚あたりの標準空気量から必要散気板枚数を計算すると片断面全面に散気版を設置しても必要枚数に到達しなかった。これでは旋回流が確保できない。解決のため散気板1枚当たりの風量を大きくすることを検討した。以前から、それまでの製造メーカー基準ではもともと散気板1枚当たりの標準風量が小さすぎると考えていた。特に標準風量の幅が小さすぎ、基準を守れば水量や溶存酸素濃度に応じて風量を調整することが困難となっていた。基準値以下では散気板の目詰まりの心配があり、基準値以上では酸素溶解効率が悪化する心配があった。

曝気槽の旋回流を確保するため必要やむを得ず、散気板1枚当たり標準風量を3倍ほどまで大きくすることにした。散気板1枚当たりの空気量を大きくすれば均一発泡が容易になり、目詰まりの心配はないが酸素溶解効率が悪化する恐れがある。散気装置の完成後、酸素溶解効率を測定することを提案した。測定結果は予想以上に良い結果であった。

汚物の粒子沈降で浄化水を分離している最初沈殿池や最終沈殿池では、その必要とされる池の面積は、固形物負荷 ( $\text{Kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ) もしくは水量負荷 ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ) で決定されている。

上下に池を2層や3層の構造に分割すれば同じ敷地面積に池の能力が2倍ないし3倍の最初沈殿池や最終沈殿池を作ったことになる。

狭い処理場用地しかなかった過密都市、大阪市は昭和40年頃から他都市に先駆け二階層の池を着手、施設の拡張を図った。此花と津守処理場では最終沈殿池、大野と中浜西では最初沈殿池と最終沈殿池にこの二階層を採用した。

これと並行して、海老江処理場〔此花区側〕と今福処理場では、機能の異なる曝気槽を上、最終沈殿池を下に配置した二階層の池を作り、敷地を有効に活用した。

これらの池を実際に管理して設計において改善すべき点や管理に法に苦勞し、印象に残る点を以下に記述した。古いことで誤記も許していただきたい。

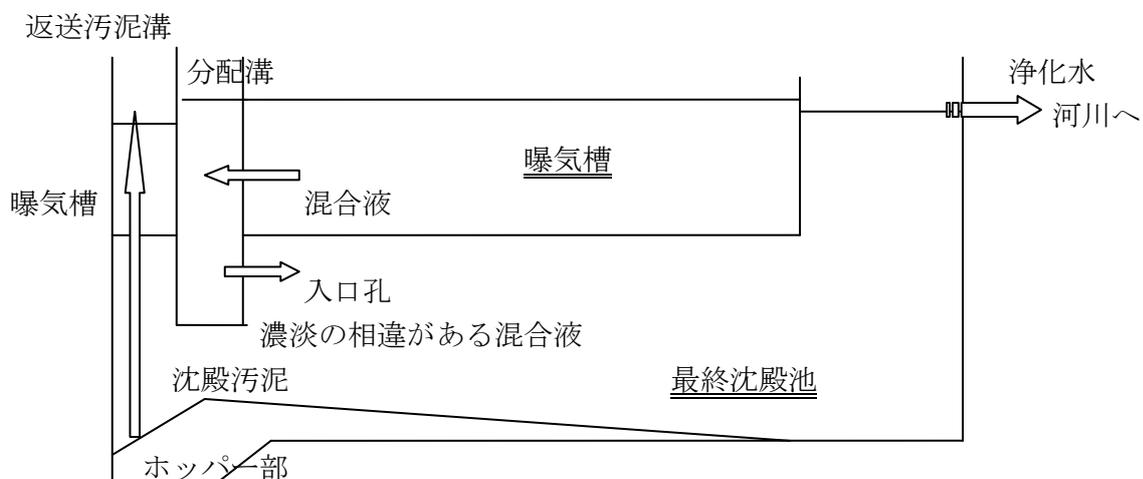
## 1 曝気槽から出た混合液(返送汚泥+下水)の最終沈殿池への均一負荷の困難性

各最終沈殿池から溢流していく水質に多少の違いがあることに興味を覚えた。返送汚泥溝に各最終沈殿池からのテレスコ弁があり、そこから溢流噴出している汚泥の濃度(SV値)を比較すると、2から3倍くらいの大きな差が認められた。

上層の浄化水の池は返送汚泥溝のSV値が小さく、水質のやや悪い浄化水の池はSV値が大きくなっていった。曝気後の混合液が分配槽に入り、下層の左右の二つの最終沈殿池へ流れ入る構造であった。汚泥の沈降性を考慮すれば、分配溝構造から、真下の近くの入口孔から最終沈殿池に入る場合は、濃い混合液が入り、入口孔の遠くに位置する最終沈殿池には、薄い混合液が入っていると推定した。返送汚泥溝での濃度の均一化が必要と考えた。

混合液をどの位置でも均一化した濃さに保つ

海老江処理場の曝気槽と終沈の二階層事例



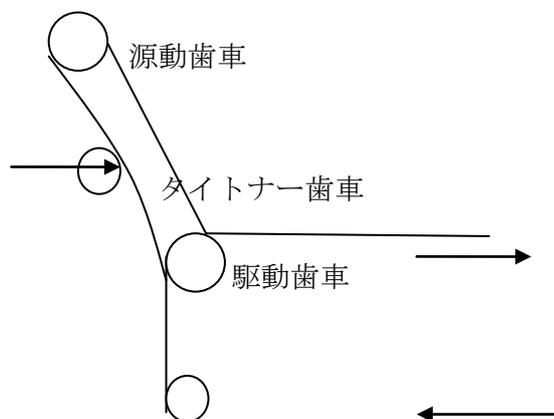
ため、別途のコンプレッサー空気をパイプで分配槽に仮設的に追加設置し、常に各最終沈殿池へ同一濃度の混合液を入れる解決策を採り入れた。

コンプレッサーを利用するのではなく、二階層の池の土木構造の設計にあたり、当初から均一化された混合液が次のステップに行くよう留意することにした。

この体験から、施設能力を十二分に発揮させるために、この濃度均一化や流量の均等分配といった簡単な操作においても、二階層の池だけに限らず、複数の水処理池、複数の濃縮槽や消化槽の水や汚泥分配等施設においても、十分均等分配できるように配慮していかねばならないことを、改めて強調したい。

## 2 汚泥掻寄せ機駆動チェーンの垂直方向角度への配慮

源動歯車からほぼ垂直下にある駆動歯車への力の伝達は駆動チェーンを介して伝わるが、二階層になれば益々駆動チェーンは長く垂直に設置される。そのためチェーンに緩みができやす



いので、緩み防止用タイトナー歯車を付けなければならない。

チェーン機構は、自転車に見られるように水平に張る構造が理想である。

一般にチェーンはなるべく水平方向に寝かせ、設置することが肝要である

## 3 下層汚泥ホッパー他

最初沈殿池を二階層にした時、池底の汚泥ホッパーに上・下層の汚泥が集められ、汚泥が圧密され固体化されやすくなり、流動性が悪くなる事例が多かった。汚泥を引き出したい時に、配管内で閉塞現象が起きるため、ホッパーの勾配を持った池底の面に、固着した汚泥を攪拌する希釈散水管を設置したこともあった。

汚泥引き抜き管の閉塞対策に、逆洗水管を接続することが賢明だろう。

その他下層の最初沈殿池にも、上層と同様に、スカムが天井部に堆積貯留する。たえず池の外に排出できるようにしなければならない。掻きよせチェーンを利用して排出の工夫をとった。

流入部(駆動チェーン緊張装置が見える)



「多層式最終沈殿池の機能を考える」結城庸介氏講演ワーポイントより

たたき台を作り、ホームページに載せて会員の皆様の追加・修正を要望しましたが適いませんでした。たたき台のままですが、今後の完成を目指して途中資料として掲載します。(資料有)と付記しているものは時期が確実な項目です。

#### (1) 背景

- ・大正3年の下水処理基本計画は、4処理場であるがその後12処理場となる。
- ・処理場用地取得は、戦前から始まり昭和30年頃には12処理場用地の多くは確保されていた。
- ・戦後の市内人口増大、一人当たり使用水量の増大などによる処理場流入下水量の増大により、早くから用意した用地では不足するようになった。

#### (2) 沈殿池

- 昭和38年頃：今福処理場2階式沈殿池設計検討、本市最初の多階層施設検討  
昭和39年：今福処理場2階式沈殿池の土木工事発注(資料有)

#### (3) 沈澄池

- 昭和39年頃：中浜西2階式沈澄池の設計・検討、本市初の2階式沈澄池  
昭和40年：中浜西2階式沈澄池の土木工事発注(資料有)  
昭和48年頃：流出管の設計理論検討  
昭和49年頃：3階式沈澄池の設計検討

#### (4) 上層反応槽・下層沈澄池(今福、海老江に40年代後半建設)

- 昭和45年1月：上層反応槽・下層沈澄池の構造検討会議(資料有)  
昭和45年：海老江処理場上層反応槽・下層沈澄池工事発注(資料有)  
昭和46年：今福処理場上層反応槽・下層沈澄池工事発注(資料有)

#### (5) 反応槽

- 昭和45年頃から：水深増大曝気槽の散気装置設計方針検討  
昭和47年：水深10m曝気槽土木工事発注(資料有)  
昭和50年頃：水深10m曝気槽散気装置の設計検討
  - ・片断面全面曝気散気板風量の増大
  - ・東京都調査と都理論による窒素脱気槽の設計  
昭和52年頃：此花処理場曝気槽酸素溶解効率実測

#### (6) 現時点の評価

- ・時間を要する用地買収なしに、処理場敷地不足の解決方法を開発し処理施設を建設できたことにより、早期に処理区域を拡大することができた。

(文責：高柳枝直)

# 研究会の報告

## 第1回研究会

平成21年8月5日 大阪駅前第1ビル  
「省スペース施設の開発実施」  
講師 山野寿男(NPO水澄顧問)  
出席者:6名(山野、牧野、福智、嶋岡、  
安部、高柳)

### 研究会講演要旨

( ) 書きは参加者コメント

#### 1 全体プラン

##### (1) 設計指針の計画水量改定

・昭和47年に設計対象水量が日平均から日最大となり、2割増しとなる。  
実態データの解析で95%値を日最大とした。

・敷地不足の一因

##### (2) 処理水量当たりの敷地面積

・大阪市は $0.275\text{m}^2/\text{m}^3/\text{日}$ であるが他都新規処理場は3~4倍の数値  
・省スペース施設開発し建設した結果  
(放出処理場などはまさにぎゅうぎゅう詰め状態である)

##### (3) 処理施設と敷地境界との空間

平野処理場では周囲に緑地帯5mを確保し、森の処理場を目指した。現在楠の木が大きく育つ。当処理場は元々平野市町抽水所の位置に計画。狭かったため区画整理時に現在用地を購入。十八条は区画整理で購入するも小さすぎ水処理のみとなる。

(海老江処理場の拡張用地の一部は20mの緑地帯を設けることになっていたと記憶する)

##### (4) 施設の覆蓋化と配筋

将来の覆蓋化を想定して施設の柱位置に鉄筋を埋め込んである。上載荷重は覆土0.6m。初期は鉄筋を曲げてスラブに埋め込んだが鉄筋が多すぎて施工困難となり柱を立てた。

#### 2 多階層式タンク

##### (1) 二階式沈澱池

・東京都朝霞浄水場が先駆  
・大阪市では中浜西沈澱池が最初  
結城さんの発案 昭和40、41年の工事

##### (2) 曝気槽と沈澱池の重ね合わせ

・既存構造から発展した。松永氏の計画図を基に設計。今福と海老江処理場にある。ほぼ同じ構造。

##### (3) 沈澱池の三階層化

・上記(2)の発展した構造で全体の深さは同等。此花、津守処理場で始まる。  
・流出管方式の採用が三階層化を可能にした。他都市のように流出堰方式では三階層は実現不可能。

##### (4) 三階式沈澱池へのMLSSの配分

上中下池への導流を質的に均等化するため沈澱池への分配槽の同一水深に導流管入口を設置した。山野氏の発案。  
(維持管理では水量増大すると下層の水質が悪化することが多かった。)

#### 3 深層曝気槽

##### (1) 曝気槽の深層化

東京都の試みが先行

(散気装置実験は東京都先行であるが、深層曝気槽の土木構造物の建設着手は、大阪市が早いのではないか)

##### (2) 散気方式と旋回流(導流壁)

民間企業の模型実験結果を基に片断面全面曝気の隔壁の大きさ、位置などを決めた。

##### (3) 深層タンクの壁式構造(此花)

海老江の旧施設散気装置取り換え工事では、曝気槽を一系列ずつ空にするために仮設でH鋼を設置し、隔壁が倒れる可能性を防止した。深層曝気槽では8室押し出し流

れの各室の区切りを壁構造とし、各系列ごとに空にした際の安全性を増すとともに地震にも強い構造とした。

(東京都などの柱構造に比べ大阪市の壁構造は、旋回流の中心部の短絡流を防止する意味もあり優れものである。)

#### 4 流出管

##### (1) 中浜西処理場沈澄池の流出管

結城氏が二階層式沈澄池の下層に潜り型オリフィス(流出管)を考案した。

(外国文献からヒントを得たと聞く)

上層Vノッチ式、下層流出管が多く作られたが流量変動時には上層が流量変動を主に受け持つ。均一化のため、上下層とも流出管方式としたのが平野処理場である。会田氏(現柏崎市長)が設計した。

##### (2) 多階層式沈澄池の流出管

集合管方式の水理実験を十八条処理場で安部氏が行い、実験結果と末石論文(砂ろ過池の逆洗に関する論文)を基に流出管の設計方法を確立。

(実測による確認が必要と、直ぐに山野係長が実験装置を準備し、実測を指示したのが安部氏の印象に残る。)

(平野処理場設計のため会田氏が安部理論をフォロー。安部氏は緻密な会田氏との長期間の問答で提案した設計方法に自信を持つ)

##### (3) 処理水の引き出し(流出管の配置)

当初は後方1/3から均等引き出しとしていた。沈澄池はMLSSが密度流となり池底を流れたのち池端で上昇反転するという考えになり、2/3程度まで前方に設置するようになる。

(上層のVノッチも同様に前に持ってくるようになった。)

##### (4) 流出管とスラッジコレクター

下層は池天井に浮いたスカムを除去するために天井をこするように設置した。流出管はその下に設置したので水深が小さくなるがやむなし。

放出、住之江処理場は活性汚泥フロックの浮上を防止するため順流式のスラッジコレクターとした。

(フロックの浮上は活性汚泥の状態に左右され、汚泥かき寄せ方法には影響されない。)

(大部分の活性汚泥は入り口で沈降するので汚泥ホッパーは入り口に設置するのが良い。)

(脱室浮上を防ぐためにも活性汚泥は早く曝気槽へ戻す必要があるため通常方式が良いのでは。)



中層部(中床版と流出管の間にフライトが見える)

(結城庸介氏講演パワーポイントより)

#### 7 その他

- ・軟弱地盤の掘削と近隣への影響
- ・今福処理場での土留めが崩壊寸前になった。
- ・此花処理場では家屋被害が生じ、一時住民に移転して頂いた。このときの松永課長の住民対応における決断は印象に残る。

(文責：高柳枝直)

## 第2回研究会

平成21年10月20日

大阪市下水道科学館 参加者37名

### 1 多階層沈澄池(最終沈殿池)の機能を考える

-多階層に至る考え方を中心にして-

講演者；結城庸介

阪神淡路大震災の年に大阪市を退職して14年になる。先人が用地を先行取得してくれていたが、その後の水使用量の増大で用地不足となった。その解決策として多階層の設備の建設に至ったが、建設時の設計思想の考え

方をお話して、更新時に生かしてもらえたと考えている。

### 質疑応答

質問：流出管基本式の導き方を教えてほしい。

回答：下水道技術報告集で詳述しているので参照してほしい。

質問：大阪市独自方式の流出管方式を考えついた経緯を教えてください。

回答：昭和40年代は国内では下水道施設の設計の参考書類が殆ど無かったので、外国の文献を翻訳して活用していたが、プラントデザイン、バビットの中にアメリカカリフォルニアサンタモニカの施設（一層式、流出管の設備：水面下70～80cm、24インチの主管、枝管8インチ、水抜き穴2インチ）の図で、表面積全体に流出設備を設けることができるとあった。これを参考にし、独自で検討した。

質問：多階層水処理施設は東京、名古屋など他都市でも建設しているがどこが最初か。

回答：記憶では、最初沈殿池の多階層では東京都の落合処理場が、最終沈殿池では大阪市が最初である。

質問：平野処理場東池の最初沈殿池は上部正方形、下部円形で水深が大きく、大阪市の他の沈殿池と比べて特異な形状である。なぜこのような設計をしたのか知りたいと思っていたが、結城さんが実験されたことと関連があるのか？

回答：直接の関係はない。最初沈殿池の除去効率は余り問題にはしていない。検討したのは最終沈殿池である。周辺流入型の円形の沈澄池では、流入側のエネルギーを殺し、厚さ50cmの汚泥ブランケットの中を通して吸着効果を期待している。しかし、混合液の移送にプランジャーポンプを使ったので、汚泥のフロックが壊れ効果がなかった。汚泥ブランケットを利用するためには、返送汚泥量のコントロールが必要。周辺流入の円形の最終沈殿池ショートパスなどを塩化アンモニウムの投入で確認した。平野東池の沈殿池は、水面積負荷の設計理論からは説明困

難な施設である。

意見：平野の円形沈殿池は、理屈はともかく、実際に運転管理した経験からすると、維持管理が容易であること、雨天時の処理効率が他の沈殿池に比べて良いことは事実である。

意見：平野処理場の東池の設計を始めた時期は、矩形池のチェーンの寿命が短く、特に大野処理場の最初沈殿池の駆動用チェーンは1年と短く、修繕費を考えて円形沈殿池とした。平野処理場東池の最初沈殿池は合流式の初期雨水の処理にクッションタンクの働きを期待して深くした。

質問：現在、処理技術開発の実験は、メーカーとかコンサルタンツに委託契約して行うことが一般的だが、周辺流入円形沈澄池の実験はどうされたのか？

回答：当時、調査の全面的な委託契約はしなかったと思う。大阪市職員の西野、結城とメーカーの2人の計4人で実験をしたが、解析、報告書作成等は我々とメーカーそれぞれが独自に行った。当該処理場に厳しい場長がおり、その場長に説明するために、水理特性の整理、報告書の作成などに苦勞したことを記憶している。処理場で実際に実験し、解析したことは水処理技術の基本理解に大いに役立ち、その後の設計実務の大きな財産となった。（当該場長はその後、阪大教授に転身）

## 2 沈澄池（最終沈殿池）上下層の

### 水量変動について

—雨天時活性汚泥処理安定化の基礎知識—

講演者：安部喬

オリフィス、三角ノッチの水理特性を考えて設計理論式を作成し、下水道技術報告集に載せているが、三角ノッチの下流側が開放されていないなど細部では理論式と実施設で異なる点があるので、現場で実測して補正の必要があると考える。

合流式下水道改善で大量の雨天時下水を活性汚泥処理すると、沈澄池の水量負荷が通常の4～5倍に大きくなり、上下層の水量変

動差が問題になる可能性が大きい。

上下層の水量変動を検討するための基本ソフトを作ったのでこれを参考にして、個別処理場の実態を踏まえて検討してほしい。

### 質疑応答

質問：上下層の水量を均等化するために、上層Vノッチの代わりにオリフィスを採用すれば良いというのは賛成である。但し解決策は他にもあるのではないか。たとえば「3W処理時に上下層の流量を均一になるようにテレスコを調整し、晴天日に上層が流量なしとなり死に水となるのを防ぐために流出管を設置する」などである。

回答：解決策の基本は上下層の水理特性を同一にすることであり、方法はいくつもある。たとえば下層流出溝の最後にVノッチを設置することなどもある。いずれにしても現場条件を熟知してそれぞれの現場に適合した解決策を検討することである。必要であれば協力する。

意見：昔、確かに千島下水処理場であったと思うが、最初沈殿池の流出堰にオリフィスを使用していたと記憶しているが採用理由をどなたか知らないか？

意見：当初は三角ノッチであったが、躯体の不同沈下のため各水路に流入が均等にできなくなったのでオリフィスで改造した。

(文責 宮本万功、高柳枝直)

## 第3回研究会

日時：平成22年2月4日～5日

四日市湯の山温泉ホテルウエルネス鈴鹿路

参加者：松永一成、山野寿男、結城庸介、志賀岩男、水野昭生、六鹿史朗、安部喬、高柳枝直

### 1 「大阪市下水道局在職中の思い出」

講演者 松永一成

( ) 書きは参加者意見主旨

#### (1) 消化槽設計

・市岡処理場の消化槽を浜さんが設計した後、放出処理場の消化槽を直営で設計した。ドイツ方式、東京方式などが既に存在したが、市岡、海老江、中浜などの大阪市方式を踏襲し、構造計算を京大建築坂教授の理論やTimoshenkoの理論を適用して行った。

(大野、放出が同時期に施工したが、上部の独特の曲線は施工が難しかった。予算はし尿処理関連であったと思う。その後、大野・放出は増設時期も昭和50年頃と同じ時期である。)

・安倍工業所の卵形消化槽を推薦する話もあったが採用には至らなかった。

#### (2) 橋本場長の思い出

・橋本場長は深夜宿直室で酒を飲みながら勉強し、論文を書いていた。仕事面では細部に至るまで場長決済が必要など、独特の方式を徹底していた。

・さらに古い方では、「走り回る北村」と「じっと座っている堀越」と言われていたのが印象的であった。(北村：初代下水道本部長北村誠一氏、堀越：初代第2建設課長)

(橋本場長は下水道使用料改定で、水質使用料小委員会の委員長をされていた。)

・水質使用料は北港6社の排水問題があつて検討を始めたと記憶する。

#### (3) 堀越課長

・昭和30年代に処理場用地は十八条処理場を除き、ほとんどを購入していたと記憶する。堀越課長から敷地内で予定下水量の処理が可能かどうか検討を指示された。

・池構造物に伸縮ジョイントを作らないように堀越課長が指示したが、正解である。

(神戸大震災などでも、この大阪市方式は評価された)

(池構造物コンクリートスラブに設置した機械の架台用ボルトなどで、温度ひずみの影響が出たこともある。)

(構造物間を接続する可撓ジョイントについては、大阪市下水道局が民間企業と共同開発した。)

南港ポンプ場では、1.5mの沈下を予測して設計工事を実施)

#### (4) 多階層施設

(2階式沈殿池の最初は、昭和39年に工事発注した今福の沈殿池であり、村上さんが担当。設計検討は1年から2年前のことになる。第2号が41年工事発注した柳迫さん担当の大野沈殿池ではないか。)

- ・沈澄池のテレスコ方式は、堀越課長の発想ではないか。

(結城さんが大西さんの指示で、中浜西沈澄池の二階式を検討し、40年に発注した。)

(上層曝気槽、下層沈澄池の組み合わせは、昭和45年1月29日に大阪市土木局下水道本部建設部第2建設課設計係において吉田課長、松永係長、山野主担者、原主担者、結城主担者の5名が打合せを行った資料が、松永係長作成の図面とともに残っている。曝気槽と沈澄池の立体化施設の最も古い資料ではないか。海老江処理場は45年度に、今福処理場は46年度に当該施設の工事を発注している。)

(予算執行に追われていた時代は、詳細図なし

に工事を発注したこともあった。)

(日本全体では東京都朝霞浄水場の二階式沈殿池が、最初ではないか。下水では東京都の落合か?)

(二階式沈澄池は、大阪市が最初であったように記憶する。)

(機械では駆動チェーンの工夫をしている。また、集合式流出管方式では、チェーンと流出管の工夫をしている)

(他都市との交流では、結城さんと名古屋の大脇氏、京都の渡辺氏などが意見交換した。)

## 2、「多階層式沈殿池の機能を考える」

講演者 結城庸介

パワーポイントで多階層施設開発の背景から説明し、建設途上の貴重な工事写真なども含めて多階層施設の開発実施について総合的にお話いただいた。海外からの質問なども紹介。

(文責 六鹿史朗、高柳枝直)



第3回研究会終了後の懇親会

# 下水道概念の今昔

山野 寿男

(まえがき)

現代の下水道は家庭および事業所や工場の廃水、すなわち液体状の廃棄物を対象とする。しかし、その歴史をたどると近世から現代にかけて事情が変化しており、つまり、下水道に対する概念が異なっている。その関係は次の3つの時代に区分できる。

- ・[近世の下水道]・・・下水道と屎尿は無縁の時代。
- ・[近代の下水道]・・・下水道概念の変化期。
- ・[現代の下水道]・・・下水道万能の時代。

## 1. 近世の下水道

### (1) 城下町の下水道

#### ①大坂の背割下水

近世の城下町の中で計画的な下水道をもっとも早く作ったのは大坂(近世の大阪)である。慶長3年(1598)の「大坂町中屋敷替」とともに船場の町が造成され、道路中心間距離を京間45間(88.7m)として碁盤型に町割された。正方形の街区中央部に排水溝(背割下水)が作られ、地表面勾配にしたがって西の方向へ排水された。豊臣時代の船場の背割下水は延長10kmにのぼる。家屋の背面にあった下水道に屎尿を捨てることはなかったが、ゴミが投棄されたようで、しばしば禁止の町触れが出された。

#### ②江戸前島と上下水

江戸城は台地の東端にあり、その眼下に入海(日比谷入江)と半島(江戸前島)が広がっていた。そこに城下町を開くため、天正18年(1590)に入海へ流入する河川を道三堀によって付替え、それとともに半島状の前島(洪積層の波食台)

に堀川(排水路)を尾根にそって掘り、中央大通りが通され、両側に町地が配置された。飲料水は神田上水、のちに玉川上水で補われ、京橋川を境界として、以北が神田上水、以南が玉川上水となった。日本橋から南方は大通りに沿って京間60間(118m)に町割され、両側町が形成された。公儀地には「大下水・小下水」が設けられ、当時の絵図に「下水幅三尺、御公儀地」や「表下水幅壹尺」と記される。寛永8年(1631)の頃にほぼ出来あがり、玉川上水が四谷大木戸に引かれた承応2年(1653)の頃には上下水道の完備した都市となった。

#### ③美しき下水

近世の屎尿は農業の肥料として貴重品であり、下水道へ投棄することは考えもしなかった。したがって屎尿を含まない下水の水質は、現在と大きく違っており、その事例を江戸と名古屋にみる。

永井荷風の『日和下駄』(1915年)に描く東京の水の海湾、河流、細流、運河(堀)につづいて5番目に「溝渠、もしくは下水」が出る。下水といっても汚いものではなく、「芝の桜川、根津の藍染川、麻生の古川、下谷の忍川の如き其の名のみ美しき溝渠、もしくは下水」であった。また、名古屋城北東の御土居の下に18軒の同心屋敷があり、下水は道路ぎわの「すいど」と呼ばれた溝に流されていた。汚れた水は畑にまいたから、溝の水はいつもきれいであり、小魚が泳いでいた。(『名古屋城忍者伝』1980年)。

### (2) 近世の下水道と屎尿

#### ①屎尿は貴重品

近世では屎尿は農作に欠かせない肥料であり、

下水道へ捨てることは思いもよらなかつた。

大坂（近世の大阪）で屎尿が農村へ売られ始めたのは、大坂の陣（1615年）以後のことである。寛永元年（1624）に郊外の農民が大坂三郷へ屎尿を買い求めにきた。屎尿の利用は農作物の種類によって異なり、下屎（糞便）を必要とする村々と小便（尿）を必要とする村々とに分かれ、重複することはなかつた。また、家々の便所の構造も屎と尿とに分かれていた。

## ②屎尿の値段

値段は町方（町人）と在方（農民）が直接に取引して決められた。明暦～万治期（1655～60年）には直取引に代わって下屎の汲取りを専業とする「急掃除人（下屎仲買）」が現われ、元禄7年（1694）ごろまでに126人になった。中期以降は、商業的農業の発展や金肥（干鰯や油粕など）の価格が高騰して、屎尿が重視された。

「下屎」は急掃除人が安値で買い求め、村方に高値で売りつけた。そのため正徳3年（1713）に摂津国の村々が大坂町奉行に訴願して、高値にしないことなどを認めさせた。値段は1荷（3桶）につき

- ・延享3年（1746）で銀1匁3分9厘（130文）
- ・寛政2年（1790）で銀3匁（200文）

天保9年（1838）の頃、下屎1人1年につき銀2匁5分を基準とした（\*銀60匁＝金1両、1両＝20万円とすれば銀2匁5分は8,350円になる）。毎年11月に翌年分が支払われたが、7歳未満は無代であった。

一方、「小便」は一般に菜や大根と引き替えられたが、町方と村々とが直取引して決めることもあった。大坂三郷の町方を東西南北に分けて、農民からの小便代銀は安永元年（1772）では年間銀17貫200目余（米300石に相当）であった（\*銀1貫＝16.7両とすれば17貫200目で287両となり、1両＝20万円とすれば5,740万円になる）。

## ③下水道は屎尿とは無縁

以上のように、近世では屎尿は貴重品であったから、これを捨てたり、下水道へ流したりすることはなく、下水道は屎尿とは別世界の存在であって、両者は相互に干渉することはなかつた。

つまり、下水道は屎尿と無縁の関係であり、市街地の排水を行うことが近世の下水道の姿であった。

## 2. 近代の下水道概念の変化

### (1) 外国に学ぶ

#### ①外国人による指導

明治に日本へ招聘された外国技術者の中で上下水道の指導を受けたのは主に次の2人であった。

〔デ・レーケ（1842～不詳）〕…オランダ生まれ、明治6年に大蔵省土木寮（7年に内務省）の雇工師として来日。13年から全国の水利土木に関与した。16年に東京府の水道溝渠改良について意見を求められ、合流式を提案。在職29年の長きにわたり、34年に帰国した。

〔バルトン（1856～1899）〕…イギリス、エジンバラ生まれ。明治20年に帝国大学工科大学の衛生工学教師として招聘され、22年に内務省衛生局雇工師を兼務し、在職9年。東京市区改正委員となり「上水下水設計調査」の主任となる。その後、大阪・神戸・広島など日本の主要都市の上下水道の計画と設計を指導し、29年に満期となって任を解かれた。

#### ②留学生による技術導入

「遣欧米使節団」（特命全権大使・岩倉具視、団員48名、随員・留学生60名）が明治4年11月に横浜港を出発し、6年3月に帰国した。それにつづいて8年から留学生が選抜され、以後、欧米の技術が導入されて日本の近代上下水道が導かれた。

〔永井久一郎（1851～1913）〕…明治4年に米国へ留学、17年にロンドン万国博事務官としてヨーロッパへ派遣され、帰国後、衛生三大工事（塵芥掃除・上水・下水）の必要性を高唱した。

〔石黒五十二（1855～1922）〕…明治12～16年にイギリスへ留学し、16年に内務省で日本最初の下水道である「神田下水」を設計した。

〔中島鋭治（1858～1925）〕…明治19年に米国

と欧州へ留学、23年に帰国し、翌年、東京市水道技師となる。32年に東京市区改正臨時委員に任命、37年に「東京市下水道調査設計」を委嘱され、40年に「東京市下水道設計調査報告書」を出し、近代の下水道を確立した。

[米元晋一 (1878～1964)] ・明治36年に東京市技師となる。44、45年に欧米に出張し、帰国後、東京市下水道改良に従事。散水濾床法を紹介し、その指導のもとに日本最初の下水処理場「三河島汚水処分工場」が建設された。

[草間偉 (1881～1972)] ・大正7、8年に欧米へ留学し、イギリスではマンチェスターやシェフィールドの活性汚泥法による下水処理場を見学した。帰国後、大正10年4月に土木学会で「最近ニ於ケル下水処理法」を講演し、促進汚泥法（のちの活性汚泥法）を日本へ紹介した。

### ③ ロンドンの水洗便所

便所の水洗化は、近代の日本にも知らされていた。

イギリスでは1690年ごろに水洗式便器が使われたが下水道に直結するものではなくて、汚水はセスピット（汚水溜め）あるいは河川に排水された。1775年に時計屋カミングスが「新式構造の水洗便所」で特許を取った（1885年まで有効）。これは便器の底にレバー式の弁を設け、これを開閉して排水した。1844年に「首都（ロンドン）建造物法」によって新築建物の排水を下水道に接続することが義務づけられ、かの下水遮集幹線が完成した1865年にはトイレの水洗化が義務づけられた。

## （2）近代下水道の曙

### ① 近代下水道の事始め—神田下水—

明治16年に「衛生上目下ノ急務」ということで内務卿から東京府に「水道溝渠等改良ノ儀」が出された。そこで当時、もっとも不潔であり、下水の疎通がわるい神田の地が選ばれた。政府は実験的に作ることを16年4月に示達した。設計は内務省御用掛の石黒五十二が担当し、デ・レーケは「水理上、構造上から卵形

管がよい。また、し尿等は農家の有用肥培料であるから、下水道に廃棄すべきでない」と意見した。工事は明治17、18年に行われ、延長4.0km（レンガ造卵形管0.9km＋陶管3.1km）が完成した。これが「神田下水」であり、日本の近代下水道の始まりである。

### ② 「汚物掃除法」と「下水道法」の制定

#### ＜i＞ 「汚物掃除法」（明治33年3月7日制定）

本法によって土地の所有者等は汚物を掃除する義務があり（第1条）、収集された汚物の処分は市の義務とされた（第3条）。「汚物」は「施行規則」第1条に「汚物ハ塵芥汚泥汚水及屎尿トス」と規定され、汚水と屎尿とが並置された。なお、屎尿に関しては附則第22条によって当分の間、「掃除義務者ニ於テ之ヲ処分スヘシ」となった。この頃、まだ屎尿は有価物であり、肥料として利用されていたからである。

#### ＜ii＞ 「下水道法」（明治33年3月7日制定）

「汚物掃除法」と同時に制定された。第1条に「…下水道ト称スルハ土地ノ清潔ヲ保持スル為汚水雨水疏通ノ目的ヲ以テ布設スル…」と定め、下水道は汚水と雨水を対象とすることが明記されている。しかし、下水道は「土地ノ清潔ヲ保持スル」のが目的であって、汚水を処理することは想定されていない。また、本法に屎尿に関する規定のないのは「汚物掃除法」を上位法としているからである。

### ③ 便所の水洗化

#### ＜i＞ 近代的ビルと水洗便所

明治に入ると外国人向けの建物や多階式の近代的ビルが建築され、便所の水洗化が始まった。



明治元年に東京の築地ホテル館に水洗便所が設けられ、3年には大阪の造幣寮（のちの造幣局）にハイタンク式の水洗トイレが設置された。29年に竣工した日本銀行（東京）は水洗便所であったが浄化設備はなく、パイプを引いて最寄りの川岸の汲取り船まで送って処分された。

## ＜ii＞「汚物掃除法施行規則」の規定

法令では尿尿は汚水に含まれず、そのため水洗便所は下水道に直結できなかった。そこで規則第4条に「地方長官ハ土地ノ状況ニ依リ前項（\*汚水を公共溝渠に排泄すること）ニ拘ハラズ別段ノ施設ヲ許可スルコトヲ得」とされた。これがのちに「地方長官ノ許可シタル汚物処理槽ヲ通過シタルモノハ此ノ限ニ在ラス」となつて処理槽の排水が下水道へ排出できるようになった。

## ＜iii＞「市街地建築物法」と汚物処理槽

大正8年に制定された「市街地建築物法」の「施行規則」(大正9年内務省令)の第12条に「便所、畜舎ヨリ排出スル汚物ハ地方長官ノ指定スル下水道ニ非サレハ之ヲ放流スヘカラズ。但シ、地方長官ノ承認スル汚物処理槽ヲ設クルトキハ此ノ限ニ在ラス。…」と規定された。これに基づいて東京市下水道は大正11年に水洗便所の設置可能な下水道の指定を警視総監より受け、「三河島汚水処分工場」の処理区域内における便所の改造と新築建物の水洗化が進められた。

## ＜iv＞水槽便所の規定

大正10年に汚物処理槽に代わって「水槽便所取締規則」(警視庁令)が制定・施行され、第1条に「汲取便所ニ非サル便所ヲ設置セムトスル者ハ水槽便所ノ構造トナスヘシ。但シ、市街地建築物法施行規則第12条本文ニ依リ指定スル下水道ニ放流スル場合ハ此ノ限リニアラス。」と規定された。水槽便所は現在の尿尿浄化槽にあたる。

### (3) 尿尿処分形態の激変

#### ①明治期における処分形態

近世から明治時代にかけて尿尿は貴重品として扱われてきたが次第に、その価値が変化しだした。すなわち、従来の有価物から利用価値のない汚物となり、さらに処分することが厄介な廃棄物へと転落した。

#### ②大正期における尿尿処分形態の激変

尿尿の処分形態は次の3期に区分される。

##### 〔第1期（大正初期）〕

大正5年ごろまで尿尿は有価物であった。

##### 〔第2期（大正中期）〕

大正5～7年に以下の社会的変化によって尿尿は有価物から廃棄物へと転落した。

- ・都市化（宅地化）による農地の減少および周辺部で排出される尿尿で調達が可能。
- ・安価で取扱いの容易な化学肥料の進出。
- ・都市内の汲取り量の増加と需要の停滞。

##### 〔第3期（大正後期）〕

都市内では尿尿の引き受け手がなくなり、尿尿は厄介な都市廃棄物となった。これによって次の現象が現れた。

- ・尿尿汲取りの市営化：汲取り料金が年々、高騰して市民に大きな負担となったため、大正10年頃から大都市を中心として尿尿汲取りの市営化が始まった。
- ・下水道建設の促進：尿尿の処分方法として下水道がクローズアップされた。合わせて、工業化とともに河川の水質汚濁が社会問題となり出した。

#### ③日本最初の下水处理場

明治40年に策定された東京市下水道基本計画は41年に内閣の認可を得て「東京市下水道設計」として告示された。大正2年から第1期下水改良事業が着手され、11年(1922)3月に日本最初の下水处理場である「東京市三河島汚水処分工場」(処理人口49万人、能力77,000m<sup>3</sup>/日)が通水した。

処分工場は北豊島郡三河島村(現在の東京都荒川区)に設置され、排水面積(第2区)約666haをもった。処理法は当初はセプティックタンクであったが散水濾床法に変更された。運転後、6か月間の平均流入水量は21,400m<sup>3</sup>/日であり、7月からは流入下水量の1/200以下の尿尿(306～405m<sup>3</sup>/日)を50倍に希釈して幹線下水管に投入して処理した。

## 3. 現代の下水道

### (1) 下水道技術の発達

## ①揚水ポンプの国産化

上下水道について、近世と近代とを区別するものは原水の浄化法と汚水の処理法である。しかし、もう一つ忘れてはならないことは、水を汲上げる方法に動力式ポンプが出現したことである。

日本で始めて動力式ポンプが使用されたのは長崎県の高島炭鉱であり、明治元年（1868）のことである。蒸気機関によって動力を伝達し、プランジャー型のポンプを作動して坑内の湧水を汲み上げた。その後、農業の用排水にも普及した。上水道で使用されたのは明治20年に通水した横浜水道であるがポンプは輸入品であった。28年に通水した大阪市水道では取水ポンプに国産品、配水池へ汲上げる送水ポンプに輸入品が使われた。

大正時代になると国産技術が進歩し、大正11年に稼動した「東京市三河島污水処分工場」と「浅草田町排水機場」のポンプはすべて国産品が採用された。一方、電気事業が発達し、動力が蒸気から電力に代わって上下水道ポンプにも電動式が普及した。

## ②欧米の污水処理方式

日本で初めて污水処理が行われたのは大正11年（1922）であったが、欧米では各種の処理方式があった（『日本下水道史（技術編）』）。

### ・「灌漑法」(Land treatment)

16世紀中ごろのドイツで植物栽培に使用、17世紀から欧州で実施され、1890年にパリで本格的な農地への灌漑処理が行われた。

### ・「沈殿法」(Sedimentation)

1762年にフランス人が薬品沈殿処理のpatentを取った。ロンドンでは1887年にテムズ川下流で薬品沈殿処理が開始された。

### ・「腐敗槽」(Septic tank)

1881～2年にフランスで現れ、1903年にイギリスでトラヴィスタック（2階槽）が生まれた。1906年にドイツでイムホフタンクが現れ普及した。日本では昭和11年にこの方式が高野山で作られた。

### ・「間欠～接触濾床法」(Intermittent filtration, Contact bed)

1870年にロンドンの処理場で採用された。

### ・「散水濾床法」(Trickling filter)

1891年にアメリカで開発、1893年にイギリスで実験され、1913年にパリで実施ができた。

1922年通水の三河島污水処分工場は本法によった。

### ・「活性汚泥法」(Activated sludge process)

下記③に記す。

## ③活性汚泥法の誕生

本法が他の処理方式と違うのは、微生物の作用によること、汚水中に空気を吹き込むこと、および発生汚泥を流入污水に混入させること、の3点にある。

汚水の悪臭や性状を改善するために污水に空気を吹き込むことが試みられ、1862年に污水が浄化されることが見出された。1893年にイギリスのメーカーMather & Platt's CO. が污水をエアレーションし、生成した汚泥を流入污水に混合させる方法を発明したと報告した。このとき汚水の浄化を促進する汚泥を「Activated Sludge」といった。

1912年、アメリカのローレンス実験所では污水を曝気すると汚泥が生成するのを観察したが、汚泥は捨てていた。ここを訪れたイギリスのFowlerが帰国後、部下のArdernとLockettに同じような実験を行わせた。その時、生成した汚泥を再利用して污水に混合させると硝化時間（この頃、アンモニア窒素の硝化が浄化の指標とされた）が大幅に短縮されることを発見した。「草間偉の講演」によるとマンチェスター市では空気のみを吹き込む方法では硝化に5週間を要したが、生成汚泥を再利用すれば4～6時間で浄化された。1914年（大正3）、ArdernとLockettはイギリス化学会に論文「Experiment on the Oxidation of Sewage without the Aid of Filters」を発表し、ここに活性汚泥法が確立した。

その後、次の施設が運転された。

・1916年：サンマルコス（米）に454m<sup>3</sup>/日、ウースター（英）に7,570m<sup>3</sup>/日。

・1917年：マンチェスター（英）で946m<sup>3</sup>/日、ヒューストン（米）で37,800m<sup>3</sup>/日。

・1918年：ウィジントン（英）。

#### ④日本における活性汚泥法

##### < i >日本への紹介と実験

外国の汚水処理方式の中で、散水濾床法が米元晋一によって導入されて三河島汚水処分工場となった。これにつづいて大正7、8年に欧米へ留学した草間偉が10年4月に土木学会で「最近ニ於ケル下水処理法」を講演し、「酸化細菌ヲ混入セル下水ハ六時間許リ空気ヲ吹き込メハ完全ニ清澄サレ腐敗シナイ様ニナル」(『日本下水道史(技術編)』)と促進汚泥法(のちの活性汚泥法)を紹介した。

名古屋市は草間偉(東京帝大教授)と米元晋一の指導のもとに大正13年12月に活性汚泥法の実験設備を熱田抽水場構内に建設した。処理水量は434m<sup>3</sup>/日、工費12,500余円であり、12月から実験を開始し、14年4月上旬から実験は軌道にのった。一方、大阪市では大藤高彦(京都帝大教授)の指導のもとに大正14年6月に実験処理場を市岡抽水所構内に完成させた。処理水量は4,776m<sup>3</sup>/日、工費111,000円であり、14年12月4日から15年1月24日まで50日間実験を行った。

##### < ii >活性汚泥法による実施設

上記の実験を経て、活性汚泥法による実際の施設が各都市に建設された。なお、送気と攪拌の方式によって、散気式・機械攪拌式(送気せずに水車で攪拌)・併用式(送気と水車を併用)の3つのタイプに分けられる。

- ・名古屋市：昭和5年に堀留・熱田両処理場を散気式によって通水
- ・京都市：昭和9年に吉祥院処理場、14年に鳥羽処理場を併用式によって通水
- ・豊橋市：昭和10年に野田汚水処分量を機械攪拌式によって通水
- ・岐阜市：昭和12年に汚水処分量(現・中部)を散気式によって通水
- ・東京市：昭和12年に芝浦汚水処分量(現・水再生センター)を機械攪拌式によって通水
- ・大阪市：昭和15年に津守・海老江両処理場を散気式によって通水

[余談] 促進汚泥法から活性汚泥法へ

英国の「Activated Sludge Process」は日本へ「促進汚泥法」と紹介されたが、昭和8年10

月の水道協会総会で「活性汚泥法」が使用された。昭和24年の学術用語分科審議会では「活性スラッジ法」と称されたが、日本水道協会が34年に「下水道施設基準」が策定され、「活性汚泥法」が採用された。

#### (2) 新「下水道法」の時代

##### ①旧「下水道法」の改正案

##### < i >「下水道法改正案」(昭和10年3月20日)

水道協会による改正建議書であり、第1条に「下水道ト称スルハ一般衛生ノ為汚水雨水ヲ疏通シ又ハ処理スル目的ヲ以テ施設スル…」と提案され、新たに「処理スル目的」が加えられている。

##### < ii >「水質汚濁防止計画の報告書」(昭和31年)

昭和31年8月、厚生省の要請によりC.W.クラッセン(WHO顧問、米国イリノイ州水質汚濁防止庁主任技師)が来日し、1か月調査を行った。32年3月に厚生省へ「日本国のための水質汚濁計画に関する報告書(Report on a Water Pollution Control Programme for the Country of Japan)」(本文72ページ)が届き、その中で、「下水」とは「住宅、事業場、工場もしくはその他の施設からの人間や動物の廃水および下水道施設に浸入する地下水、表流水をいう」(訳文)と出る。

##### ②新「下水道法」(昭和33年4月24日制定)

##### < i >下水道の目的

旧法が全面的に改定されて、新「下水道法」が誕生した。これが45年に大幅に改正されて現在に至っている。下水道の目的は「下水道法」の歴史の中で次のように変化してきた。

- ・旧「下水道法」・・・「土地ノ清潔ヲ保持スル為」
- ・新「下水道法」・・・「都市の健全な発達」と「公衆衛生の向上」
- ・改正「下水道法」・・・上記の2つに追加して「公共用水域の水質の保全」

##### < ii >「下水」の定義

第2条(用語の定義)に「下水 生活若しくは事業(耕作の事業を除く)に起因し、若しくは附随する廃水(以下「汚水」という)又は雨水をいう。」と規定された。新法では「廃水」という用語が出るがこれを「汚水」といい、また、

「雨水」には湧水や地下水などの自然水が含まれるとされる。

一方、耕作の事業から発生する排水（廃水）は下水には含まれないとし、排水体系の上で下水道と農業とは別立てで考えられた。ただし、農業排水を下水道へ排除する必要があるときは、法第4条と第29条（行為の制限等）によって下水道管理者の許可を受けなければならない。

<iii>現代の下水道

現代の下水道には上記の目的のほかに、資源利用や水再生リサイクルあるいは土地高度利用などが役割に加わっている。ちなみに、法令上、「終末処理場」と規定される下水処理場は、「浄化センター」という名称のほかに、最近では「水再生センター」（東京都）あるいは「水みらいセンター・水環境保全センター」（大阪府）と名付けられるようになった。

[参考文献]

- ・『日本下水道史（総集編・行財政編・技術編）』  
（社）日本下水道協会 1986～89年
- ・『新修大阪市史（四）』 大阪市 1990年
- ・『下水道法逐条解説（1～23）』（下水道協会誌所収） 1980～82年



# “なぜ「終末処理場」なの？”

山野 寿男

(まえがき)

下水道の世界で広く使われている「下水処理場」という表現は、「下水道法」のどの条文にも出てこない。それは第2条に下水処理場を「終末処理場」と定義されているからである。なぜ、このようになったのかは下水道行政の歴史に由来する。

## 1. 下水道と清掃に関する法制の歩み

汚物と下水道に関する法令が明治33年(1900)に制定され、次の経過をたどってきた。

- ①明治33年「汚物掃除法」と「下水道法」制定  
上位法で「汚物ハ塵芥汚泥汚水及屎尿」と定義され、汚水は屎尿と同列に見なされた。下水道は「土地ノ清潔ヲ保持スル」のが役割であった。
- ②昭和29年「清掃法」制定(旧法は廃止)  
汚物は「ごみ、燃えがら、汚でい、ふん尿及び犬、ねこ、ねずみ等の死体」となり、汚水は処理形態を異にするため汚物から除外された。本法の第11条に「終末処理場のある下水道」と出る。
- ③昭和33年「下水道法」制定(旧法は廃止)  
下水道は「都市の健全な発達と公衆衛生の向上」を目的とし、屎尿を含む下水を最終的に処理する施設が「終末処理場」と定義された。
- ④昭和45年「下水道法」改正  
目的に「公共用水域の水質の保全」が追加され、処理の対象となる「下水」の意味が、従来の「屎尿を含む下水」から単に「下水」(第2条に定義される「汚水」の意)に改定された。
- ⑤昭和45年「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(旧法は廃止)  
廃棄物とは「ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚

泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物」と定義された。

## 2. 第1号下水処理場は「汚水処分工場」

日本で最初の下水処理場は「東京市三河島汚水処分工場」であり、大正11年(1922)に散水濾床法によって通水した。つづいて促進汚泥法(のちの活性汚泥法)による「名古屋市下水処分工場」(昭和3年の認可書の表記)が昭和5年に熱田・堀留処理場として通水した。大阪市では昭和3年の「総合大阪都市計画」に「処理場」と表記され、15年に津守・海老江の両処理場が通水した。

なお、「汚物掃除法」が昭和5年5月に改正され、汚物の収集と処理が市営業務となった(それまでは排出者の義務であった)。6年4月の施行にあたって内務省衛生局は全国衛生課長会議を開いて次の方針を伝えている(『日本下水道史(行財政編)』p112)。

- ・大都市には「…下水道を完備せしめ、その末端の終末処分場を経て、始めて河海に放流する」
- ・中都市には「終末処分場のみを造り、此处で浄化して放流する」

ここでは下水処理場を「終末処分場」と称し、財政上から大都市には下水道を建設するが中都市は屎尿の終末処分施設を作ると方向づけている。

## 3. 下水道行政所管の歩み

明治6年(1873)に内務省が設置され、8年に文部省から衛生行政が内務省へ移管されて第七局(すぐ衛生局と改称)ができ、上下水道行政は土木局と衛生局とで共管された。その後、

昭和 13 年に内務省から厚生省が分離して独立したが、内務省土木局と厚生省衛生局とで上下水道行政を共管した。

昭和 22 年に内務省が廃止され、23 年に建設省となった。32 年 1 月に「水道行政の取扱について」が閣議決定されて、上水道は厚生省、下水道の管きよは建設省、終末処理場は厚生省、工業用水は通産省の所管となった。4 月に建設省都市局下水道課が設置された。

昭和 33 年 4 月に新「下水道法」が制定されたが、下水処理場は厚生省の所管であったため、法令上も厚生行政が強く反映され、「終末処理場」の名称が使用された。42 年 2 月に「下水道行政の所管について」が閣議了解され、下水道行政が建設省に一元化されたが「終末処理場」はそのまま継承された。

#### 4. 二元行政から生まれた「終末処理場」

①「水道行政の取扱について」(昭和 32 年 1 月)  
終末処理場を所管する厚生省は「清掃法」の一部改正にあたって、下水道から終末処理場を分離して「清掃法」に入れて規制したいとの提案があった。「下水道終末処理法制化に関する協議会(32 年 3 月開催)には以下の記録が残る。

- ・終末処理場は厚生省の所管に決まった。それで「清掃法」を改正して規制したい(厚生省)。
- ・下水道所管の二元化はやむを得ないが法律まで二分するのは納得できない。
- ・終末処理場だけを「清掃法」で規制することは下水道の発展と運営に支障を生ずる。

下水道行政をめぐる両省の長年にわたる権限争いの根の深さを物語る事態となったが、結果として「清掃法」の一部改正案は立消えた。

②「下水道法案(建設省)」(昭和 32 年 12 月)

法案では、下水処理場を排水路の付属施設(排水路等)としたが、改正意見(3 次案)によって下水道の定義に処理場を入れ、下水道一体の観念が明確にされた。しかし、下水道二元行政のひずみは法文上にも痕跡を残し、終末処理場の定義に「屎尿を含む下水を最終的に処理して

云々」となった。これは「水道行政の取扱について」の閣議決定にあたって、当時、下水道分野で慣用語として一般化していた「下水処理場」という用語をあえて使用せず、「清掃法」にある「終末処理場」を踏襲して「清掃法」における内容と同じく「屎尿を含めた下水を処理する施設」とされた。

③「日本水道協会下水道法改正特別委員会(昭和 32 年 12 月)」<『日本下水道史(行財政編)』p224> 第 2 条(用語の定義)で、「処理区域」は「終末処理施設又はこれに代る施設(以下「終末処理施設等」という)を有する一般下水道の排水区域をいう。」とされ、ここに出る「終末処理施設等」の表現は下水処理を軽視した思想であり、もっての外というのが委員会の意見であった。また、「終末処理場」を「清掃法」一部改正に含めて規制し、下水道を法制的に二元化しようとする厚生省の動きに反対し、下水道法の中に終末処理場をしっかりと位置づけた法制にすべきであると主張された。

#### 5. 余談

①「処理」と「処分」の違い

「処理」は「材料に加工を施して性質を変えること。」をいい、「処分」は「事柄に決まりをつけること。」(『広辞苑』より抄出)をいう。

英語の「treat=処理する」は「deal with in a certain way(ある方法によって取り扱う)」ことをいい、下水処理場は「a treatment plant」となる。

一方、「処分する=dispose of」は「arrange in a particular position(独自の位置に整える)」ことをいう。

現代の「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では「処理と処分」を区分し、処分を処理の中に含め、広く解釈している。

- ・処理：分別～収集・運搬～処分または再生利用
- ・処分：中間処理～最終処分

ゴミや屎尿では「ごみ処理施設」や「し尿処理施設」は中間処理にあたり、廃棄物

の落ち着き先は「最終処分場」となる。この論法でゆくと「下水道法」による「終末処理場」は中間処理施設であって公共用水域が最終処分場となる。ただし、処理水を再利用する場合は、その利用先が最終処分場となる。

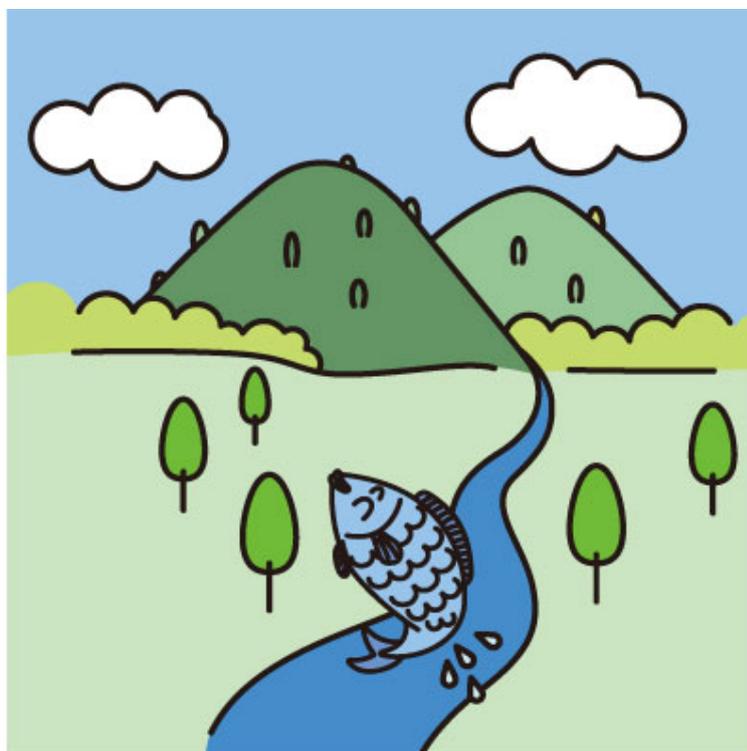
## ②処理場名称の変身

現在、下水道に資源有効利用や地球環境の保全あるいは水再生や水リサイクルの役割がある。しかし、「終末処理場」を引きずってはいない。そこで新たな名称が編み出されてきた。

・東京都の「水再生センター」

通水時の「芝浦処理場」は「芝浦水再生センター」となり、19か所の処理場も同様に改称された。

- ・大阪府流域下水道の「水みらいセンター」  
「鴻池処理場・川俣処理場」の親処理場は「鴻池水みらいセンター・川俣水みらいセンター」と改称され、その子処理場は「なわて水環境保全センター・竜華水環境保全センター」となった。
- ・「浄化センター」は従来から広く使われ、「浄水苑」というものもある。変わったところでは「姫路市東部析水苑」や「白川クリーンセンター」（岐阜県白川村）がある。



# 天 弁 物 語

天王寺～弁天幹線・弁天抽水所の建設余話

北村正夫・中東俊二・横幕正式

## 1 はじめに

大阪市の中央部を南北に走る上町台地と、平野川に囲まれた地区は、雨水を4本の越流渠(桑津、勝山、桃谷、鶴橋)で平野川に放流していた。昭和40年代、河川への流人量の増大により、平野川が急激に水位上昇し自然放流できず、しばしば浸水被害に見舞われていた。この状況を抜本的に解消すべく計画されたのが、天王寺～弁天幹線・弁天抽水所であった。

天王寺～弁天幹線は、昭和48年11月27日、

森の宮立坑から工事着手し、翌49年10月1日には第1工区・第2工区のシールド工事に着手した。弁天抽水所は、昭和50年12月22日に着手した。以来、8年半の歳月を経て、昭和57年5月27日に通水式を迎えている。

以下の文は、当時の関係者が、思い出に残る事柄の一端を書き記したものである。

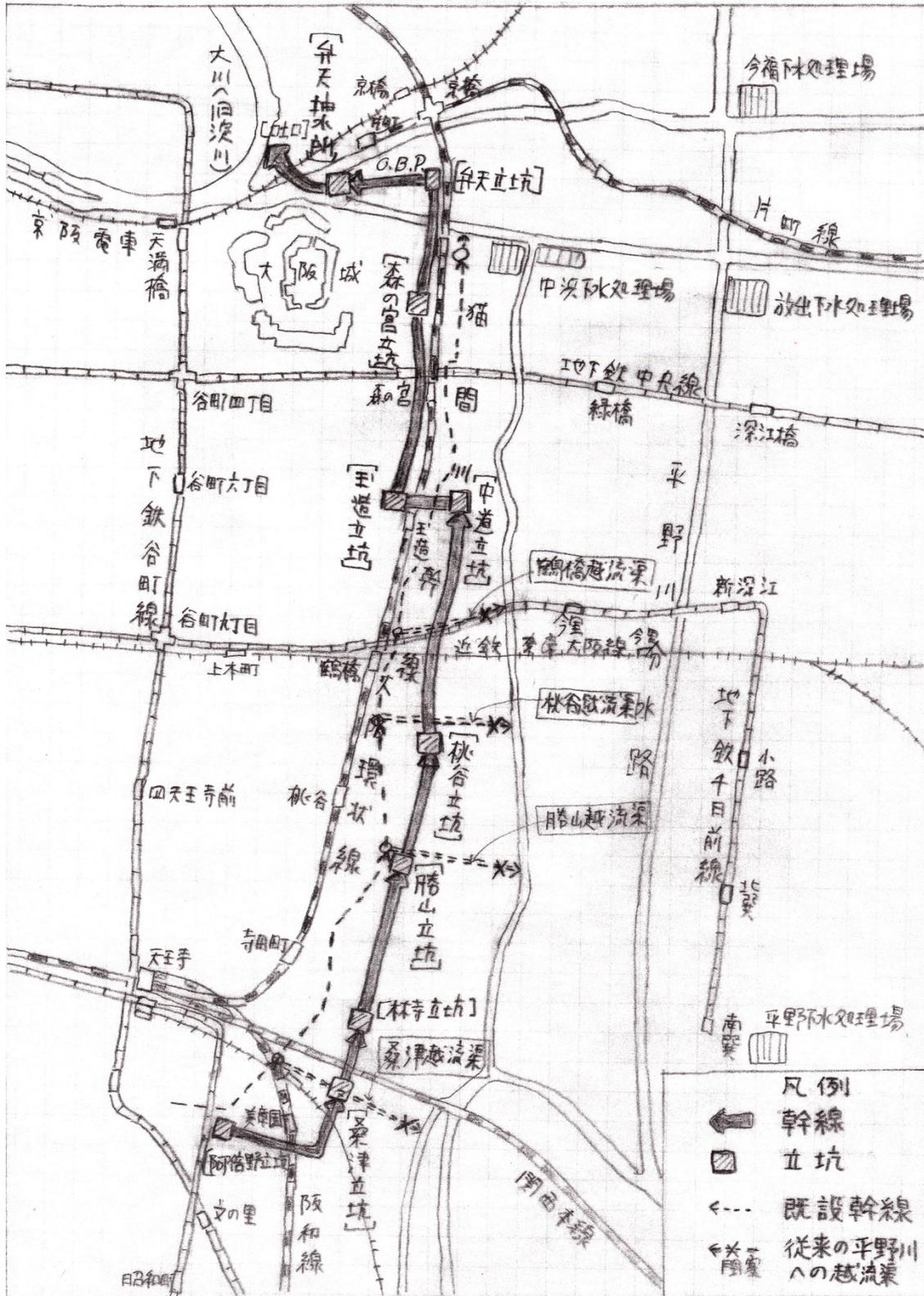
なお資料として、現在入手出来ている文書を、最後に掲載している。

【天王寺～弁天幹線下水道 次ページ全体図参照】

## 2 天王寺～弁天幹線の工区割及び施工概要

- ※ 排流渠：弁天抽水所⇔大川(旧淀川)吐口  
内径 5,500mm 延長 510m (泥水式シールド)
- ※ 第1工区：弁天抽水所⇔弁天立坑(転換立坑)⇔森の宮立坑  
内径 6,000mm 延長 1,450m (圧気式シールド)
- ※ 第2工区：森の宮立坑⇔王造立坑(転換立坑)⇔中道立坑  
内径 6,000mm 延長 1,630m (圧気式シールド)
- ※ 第3工区：中道立坑⇔挑谷立坑  
内径 5,500mm 延長 1,390m (土圧式シールド)
- ※ 第4工区：挑谷立坑⇔勝山立坑  
内径 5,000mm、延長 890m (泥水式シールド)
- ※ 第5工区：勝山立坑⇔林寺立坑  
内径 3,000mm 延長 1,220m (泥水式シールド)
- ※ 第6工区：林寺立坑⇔桑津立坑(中間立坑)⇔阿倍野立坑  
内径 2,600mm、延長 375m (土圧式セミシールド)  
内径 2,800mm 延長 1,210m (土圧式シールド)

# 天王寺～弁天幹線下水道



(昭和59年3月末)

### 3 余話

#### 【その1】 弁天抽水所の用地

昭和47年は雨の多い年で、7月の長雨に続いて、9月16日の20号台風による豪雨(10分間29.5mm 1時間74mm)により平野川が溢水し上町台地東側の雨水自然流下区域は、広範囲にわたって浸水被害を受け、陳情団が相次いでその対策を迫られた。

浸水解消の根本対策としては、平野川と縁を切って増補幹線を建設する以外ないこととなったが、その抽水所の適地が無く困っていた。

昭和47年暮れになって、OBP〈大阪ビジネスパーク〉協議会より、弁天町(現在の中央区城見)地区を開発して、緑と水に囲まれたビジネスセンターの構想をもっているが、下水の処理に困っている、用地を提供してもよいから、ご協力頂きたいとの申し入れがあった。

当局も抽水所の用地が決まらず、計画が難航していたときだけに、渡りに船と早速交渉に入り、弁天町地区の雨污水の処置は引き受けるが、抽水所用地をお願いしますと話が進み、地区の西端の公園予定地の一部を抽水所の用地とすることができた。

OBP計画は区画整理手法で、当初、竹中工務店・鹿島建設・熊谷組・松下興産・住友生命の5社で開発を行うこととなり、抽水所用地は計画の中の公共用地扱いとして、5,500㎡用地は無償提供を受けた。

大阪城北側の寝屋川に面した適地に、抽水所の位置が決まり、天王寺～弁天幹線の計画を進めることができるようになった。

【北村】

#### 【その2】 爆弾が出た

昭和51年4月23日、私〈横幕〉は幹線建設事務所工事係長の辞令を受けた。

翌24日(土)午後4時半頃、前任の係長より弁天抽水所建設予定地で、不発弾が発見されたとの連絡を受けた。抽水所工事は、昭和50年12月22日に契約され、現場は整地作業中のことであった。

手分けして関係先(局、区役所、警察、自衛隊)に連絡する。

午後9時半過ぎ、陸上自衛隊第三師団の不発弾処理班が現場検証。明日25日午前9時より処理開始と決定。

25日午前10時半交通遮断、寝屋川対岸の片町町会の住民を避難誘導。午前11時信管取り除き、この間わずか5分。1トン不発弾無事故処理50発目とのことであった。

【横幕】

#### 【その3】 淀君の亡霊？

弁天抽水所の工事が始まってから2年位の間、工事関係者の中で、眼の病気になる方が続出した。失明した人、白内障になった人、緑内障になった人、視力が1.2から0.1に減退した人など。

何か変だなと話合っていたところ、抽水所現場を訪れた老人が、“迷っている人影が見える、鎧兜の兵士、美しく着飾った女人、戦闘服にゲートルを巻いた若者などが見える。お祓いをしなれば浮かばれないのではないか”と告げられた。

この弁天地区は、大阪城北、鳴野橋を渡ったところで、古くは大阪冬の陣で、鳴野の戦いがあったとされ、近くは陸軍砲兵工廠があって、先の大戦の大空襲で多くの工員や市民が亡くなっている。

淀君をはじめとする多くの非運で亡くなられた方々の、亡霊がさまよっているらしいと言われて、用地の片隅に祠を設けてお祀りし、毎日お参りしたところ、その後、病気になる方もなく、工事も無事故で終えることができた。

【北村】

#### 【その4】 大陥没事故発生

昭和51年1月末、地下鉄中央線森の宮駅舎下を無事通過したシールド機は、玉造立坑へ向かって都島・阿倍野線(愛称 玉造筋)を掘進していた。

9月終わりの、駅舎通過440m付近から、坑内切羽からの薬液注入では地山の崩落を防ぐことが困難になってきていた。このあたりは、上町合地東端の地層の乱れの特に激しい箇所であった。坑内圧も1.3kg/cm<sup>2</sup>まで上がっており、これ以上は作業環境上からも無理があった。このた

め、切羽上部の砂層に対して、路上からの薬液注入による地盤改良に変更することとした。注入範囲はボーリングにより決めた。

路上注入をしていた11月3日深夜、削孔機が水道幹線1,500mmを損傷するという事故が発生した。注入は路上に位置と方向をマーキングして、埋設物を確認しながら施工していたにもかかわらず、全く作業者の錯覚としか思えないような事故であった。

水道幹線には別ルートに幹線が敷設されていたために、大きな断水被害は起こさずに済んだ。11月8日に水道管の復旧は完了したが、送水は休止の状態でおかれた。このことが、水道管理者には大変な迷惑をかけたが、後の陥没事故の時に、結果として幸いした。

王造立坑まであと60m余りに近づいた、昭和52年2月16日午後2時頃、シールド坑内では多量の地下水を含む土砂が流入し、山留めが困難となっていた。午後3時過ぎ、路面陥没の恐れが出てきたため、所轄署に連絡を取り、南北1車線ずつに交通制限をした。埋設物管理者には緊急現場立ち会いを依頼する。

午後6時頃、薬液注入用ボーリング孔の仮舗装跡(シールド機の1~2リング後方)が、噴発したような音がして持ち上がった。直前に、土砂が崩壊したような地響きを感じた者が数人いた。所轄署に緊急連絡し、全面交通止めの処置を取る。

仮舗装跡が沈下し、陥没部を覗くと奥行き10m、最深部で3~4mの穴があいていた。水道幹線やガス管が露出して見えた。管理者に点検調査して貰う。異常は無かった。

噴発の恐れがあるため、坑内圧を0.8 kg/cm<sup>2</sup>まで下げ、陥没部から土砂の投入を開始。

17日午前6時過ぎ、仮復旧(約100 m<sup>3</sup>)完了。午前6時半より、北行2車線、南行1車線交通解放。

陥没事故の大きさに比して、人身事故や埋設物の損傷もなかった事は、誠に幸運としか言いようが無い。

府警本部の交通規制担当者から、今回の陥没事故は、大阪の2大陥没のひとつだ、と言われたことが記憶に残っている。

もうひとつは、昭和50年9月23日に発生し

た、大阪駅前第2ビル建設時の地下連続壁の継ぎ手不具合により、大量の土砂が掘削内に流入して、国道2号線が陥没した事故である。

事故の原因として考えられたことは

① 薬液注入が効いていない滞水量の多い層が切羽上部に存在した

② 土沙流動化の引き金としては、注入による乱れとシールド掘進による振動などが考えられた。

シールド再発進のための防護工は、安全の上にも安全策を講じた。シールド全断面の薬液注入による地盤改良、路上からの地下水低下策としてディープウェルエ法、坑内切羽からのウェルポイントエ注などである。

薬液注入圧により、水道幹線1,500mmやガス管300mmが隆起し、応力解放の措置をとるなどの事態も発生した。

7月7日、ようやく掘進再開の運びとなり、9月12日、王造立坑の地下連続壁に到達することができた。

この事故を契機として、切羽前面を開放した圧気式シールドの採用は止めた。代わって泥水式シールドや土圧式シールドが採用されることとなった。

【北村・横幕】

## 【その5】近鉄大阪線架道橋の横断と

### クジラ屋さんの廃業

天王寺~弁天幹線工事の最難関は、近鉄大阪線高架下横断であった。この横断工事の成否は通水時期を左右する重要な関門となった。

近鉄線高架は、上り線・下り線がそれぞれ2線ずつあり、下り線は昭和8年竣工、上り線は昭和30年に増設されている。上り線は、都市計画道路豊里・矢田線の道路幅員(25m)に合わせて、しっかりした深い基礎の上に高架橋が出来ている。下り線は、昭和初期まで平野川がこの場所に流れており、その頃に架設されていた鉄橋の簡単な石垣基礎をそのまま利用して、高架橋脚をのせたものであり、幅員も狭いままで道路交通のネックになっていた。

この下をシールド(外径6,700m)掘進するのであるが、シールド機と下り線基礎との間隔

が、東側で1.2m、西側で0.8mしかない。このままシールドを掘進すれば橋脚が沈下移動して近鉄線を止めてしまう事態になるので、新しく40m下の堅い地盤まで基礎杭を現場打設して、高架橋脚を受け替えることとなった。

ところが、西側高架下は卸売市場のマグロ屋さんが借りて、朝の3時から昼過ぎまで商売をしている。日祭日の休みだけでは工事が出来ない。この立ち退き交渉は下水道局に任された。

卸売市場の理事長さんに相談したところ、この理事長さんが、我々の仕事の意義と熱意を感じられて、熟考の末、良案を考え出していただいた。

マグロ屋さんは、店員を何人も使って盛んに商売をしているので、商売を休むわけには行かない。その補償は莫大なものになるが、その隣のクジラ屋さんは、年寄りが一人で商売をしているので、何とか移転してもらえようというのであった。

理事長さんの名案で、先ずクジラ屋さんに移転に必要な経費を出して明け渡してもらい、その後、マグロ屋さんに入ってもらい、マグロ屋さんの空いた場所で基礎受替工事を行う。

この案は、昭和55年の3月後半から1ヵ月足らずで交渉がまとまり、防護工事を始めることができた。

【北村】

【「近鉄大阪線横断図」次ページ参照】

### 【その6】勝山立坑のこと

私(中東)は昭和55年4月23日、幹線建設事務所工事係長を拝命。昭和57年度に通水を計画されており、正直いって、大変な所に配属されたと思った。各工区とも最終段階に入り、通水

が間に合わなかったらと期待と不安が交錯した。

4工区と5工区のシールドが到達する勝山立坑(都計道路豊里・矢田線と難波・足代線の交差点部)のみが着手出来ない状態であった。交通量が多く、夜間工事とされたが、交差点の一軒だけが、健康状態を理由に工事に反対され、もめにもめた状況にあった。着手すれば止められる状況が続き、毎日交渉する。夜間時にホテルやマンションに移っていただくよう勧めるも、居住地より移ることを認められない。騒音防止のため窓を二重サッシにして着手するも又止められる。昭和56年5月25日、市長に診断書付きで、「人間らしい生活を送るために、夜間工事は絶対に行わないこと、昼間工事で騒音防止をすること」との要望を受ける。

通水まで後1年、初めて家の中に入り交渉する。そこにプレハブを建て内側に防音装置をするからと話をする。「役所がそんなことを出来るはずがない」と断られるが、何度かの交渉で話が進み、日曜日に45トンクレーンで、プレハブを吊り上げ中庭に設置。息子さんの進学勉強と病気持ちの主人の仮住まいとして使用され夜間工事も可能となった。家の前を通るたびに、奥さん・主人に呼び止められ、最低1時間は話をされ、他に打ち合わせがある時は、家の前を通ることは極力避けた。

事務所に電話があり状況報告を受ける。このために工事係長になったのかとの思いがあった。

一番嬉しかった事は、平野川に流出していた4箇所の越流幹線下水を、同時期(昭和57年3月31日)に閉塞施工して、天王寺～弁天幹線に流下させたときで、自然と感激の涙が出てきた。シールド経験者に励まされ、助けられた2年間であった。

【中東】



# 近鉄大阪線横断図

(関連資料 ⑬より)

図-1 シールド路線平面図

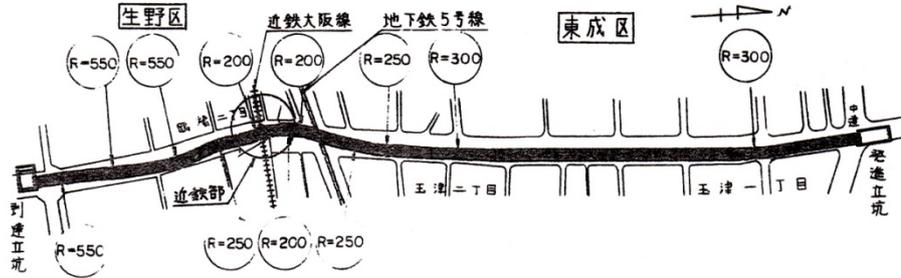


図-2 近鉄部平面図

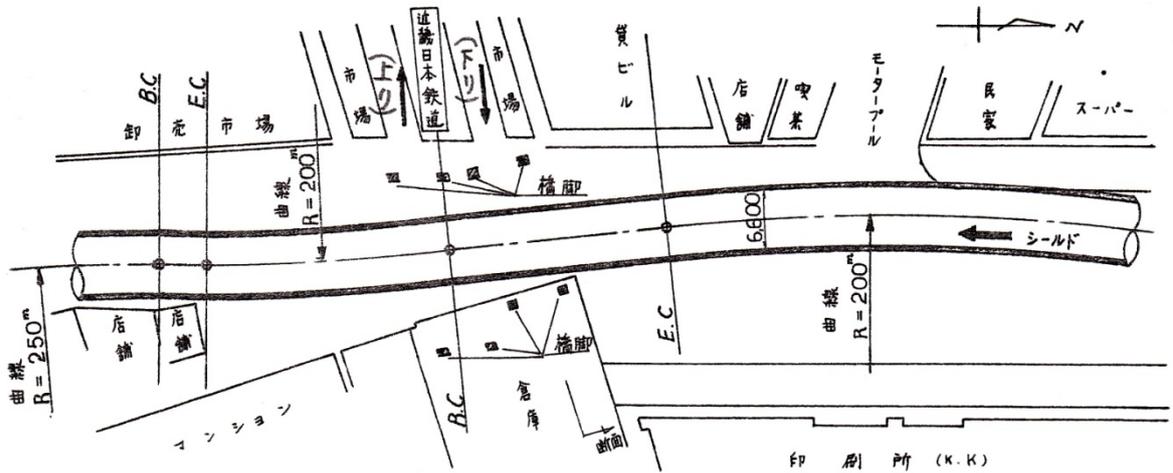
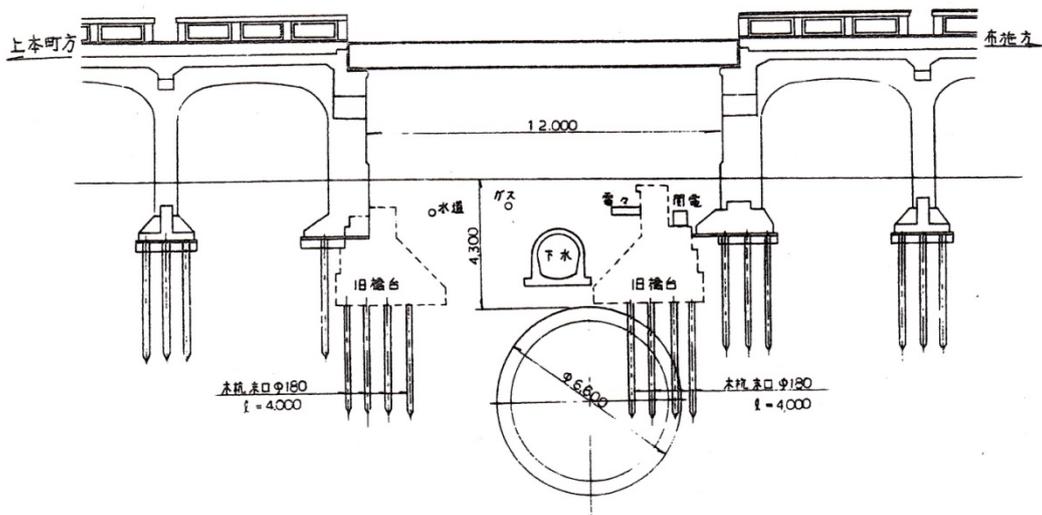


図-3 近鉄部横断図



(注) 図2の西北橋脚(下り線)に面した店舗がマグロ屋さん、その西側にクジラ屋さん

## 4 関連資料

### 全 般

#### ① 大阪市天王寺・弁天幹線、弁天抽水所の建設

(下水道協会誌 1982年12月号, 北村 正夫・原 正博)

【概要】 計画の概要(天王寺・弁天幹線の必要性、基本計画) 幹線管路の施工(地下鉄中央線下越横断施工[2工区] 凍結工法の採用[2工区・3工区・4工区] 大口径土圧式シールド工法[3工区] 近鉄高架橋防護工[3工区] セミシールド・シールド併用工法[6工区]) 弁天ポンプ場の施工(工法の選定、地中連続壁の施工、鉄柱の建込、逆打とアースアンカー) 施設の概要(幹線管路部の施設、ポンプ場の施設)

#### ② 天王寺・弁天幹線における管内貯留-初期雨水の河川汚濁防止対策-

(月刊下水道 昭和51年9月号, 北村 正夫)

【概要】 天王寺・弁天幹線の必要性 管きよの設計 弁天抽水所の計画 管内貯留計画(管内貯留の概要、管内貯留量) 弁天抽水所の運転 管内貯留効果の想定

#### ③ 大阪市における既整備地区の浸水対策(月刊下水道 昭和58年11月号 北村 正夫)

【概要】 天王寺・弁天幹線および弁天抽水所の概要(天王寺・弁天幹線の必要性、基本計画、弁天抽水所の計画) 今津貯留池(今貯留他の必要性、貯留池容量の算定、貯留池の設計)

### 弁大抽水所

#### ④ 弁天抽水所の施工(土木学会関西支部・日本建設機械化協会関西支部・土質工学会関西支部

昭和54年度施工技術報告会, 北村 正夫・田野 隆一)

【概要】 天王寺・弁天幹線下水道計画の概要 弁天抽水所の設計(立地条件、地盤条件、ポンプ場設計諸元) 工法の選定 地下連続壁(設計および施工計画、掘削管理および掘削精度、計測機器の設置) 構真柱の施工(構真柱の選定、構真柱施工の概要、構真柱の建込、構真柱の芯決方法、掘削精度および建込み精度) 逆巻工法とアースアンカー工法 掘削土の処分

#### ⑤ 大阪弁天抽水所地下壁工事の施工計画例(基礎工 1977年10月号, 森脇秀樹・浅野 満男)

【概要】 工事の特徴 掘削工事と連続壁築造工事計画(掘削機の選定、エレメントの分割長工と掘削順序、ガイドウォールの断面決定と基礎地盤処理、掘削の計測管理システムと孔壁測定、エレメント継手構造とコンクリート打設方法、エレメント継手部のスライム・付着物の処理方法、安定液の管理計画) 仮設備計画(安定液プラント、泥水処理プラント、動力設備)

#### ⑥ 逆打ち工法における構真柱の施工-大深度掘削への適用例-

(基礎工 1978年12月号, 森脇 秀樹・高橋 正明)

【概要】 逆打ち工法における構真柱の歴史 構真柱工法の施工実績(工事概要、構真柱工事の施工概要) 構真柱の掘削工(ベノリバ工法による拡翼杭の採用動機、拡翼ビットの採用およびその効果、ベノト掘削、リバース掘削、掘削精度および施工能率、スライム処理、鉄骨柱のサイト加工、コンクリートのくい込み率、地下連続壁の変形に対する配慮、構真鉄骨柱の芯決方法、構真柱芯決装置)

### 工 区

#### 【第1工区】

#### ⑦ 半機械式シールドによる大断面滞水層の掘削と補助工法(三島 隆秀)

【概要】 半機械掘シールドの選定と機種について 緒設備 施工実績(進行実績、切羽土質・湧水量、坑内圧気圧・空気消費量、蛇行量、シールドセンターにおける路面沈下、裏込注入実績、酸欠空気測定) 補助工法(坑内ウェルポイント、河川横断・防護工、曲線施工)

## 【第2工区】

- ⑧ 地下鉄駅舎下を横断する大口径シールド-大阪市下水道 天王寺～弁天幹線-

(トンネルと地下 1976年8月, 北村 正夫)

【概要】 計画概要 2工区シールド(2工区の立地条件、シールド機械、セグメント) 地下鉄横断部の施工(地下鉄の防護計画、有限要素法による注入範囲の解析、薬液注入の計画、薬液注入の施工、袋付きセグメント、掘進の影響)

- ⑨ 水理模型実験を実施した特殊下水人孔の設計と施工

(熊谷技報第32号 1983年2月, 島 正宏・池田 勝・阿野 一雄)

【概要】 工事概要 特殊人孔の設計(設計上の問題点と工法の選択、PCウエルの設計) 水理模型実験(実験要項、実験結果、構造物の決定) 特殊人孔の施工および実績とPCウエルの施工手順、仮設備、使用機械、沈設工、実施工程) 施工結果の考察と今後の問題点(計画上の問題点、施工上の問題点)

## 【第2工区・第3工区】

- ⑩ 大阪の軟弱地盤におけるシールドトンネルの施工と地盤挙動

(RET C 1981年, 北村 正夫・伊藤 住吉・藤原 紀夫)

【概要】 [第3工区] シールド機種種の検討 土圧シールド機の開発実験 シールド機の構造と仕様 掘進状況 シールド掘進に伴う地表面沈下[第2工区] 凍結工法 凍上および解凍沈下 掘削工

⑪ SHIELD TUNNELING PERFORMANCE AND BEHAVIER OF SOFT GROUND, OSAKA, JAPAN(⑩の英文版)

## 【第3工区】

- ⑫ メカニカルブラインド(土圧系)シールドの開発と施工実績

-大阪市下水道局天王寺～弁天幹線における施工例-

(日本建設機械化協会関西支部・土質工学会関西支部・土木学会関西支部 昭和55年度 施行技術報告会講演概要, 伊藤 住吉・尾浦 治)

【概要】 工事概要 土質概要 シールド機種種の選定について 解明すべき問題点 シールド実験工事 本メカニカルブラインドシールド機の設計(シールド機の設計、シールド機の仕様) シールド発進方法 掘進管理 各地層における掘進の施工実績(天満砂礫層の掘進、洪積粘土層の掘進、小土被部の掘進) 裏込注入 自動記録図及び管理表

- ⑬ 大口径シールドの通過に伴う鉄道橋台のアンダーピニング工事

-大阪市下水道 天王寺～弁天幹線における施工例-

(土木学会関西支部・日本建設機械化協会関西支部・土質工学会関西支部 昭和57年度 施工技術報告会講演概要, 北村 正夫・春永 駒男・伊藤 住吉・藤田 進)

【概要】 工事概要 現状調査(鉄道架道橋の構造、土質調査、地下埋設物調査、橋脚のコンクリート強度、構造物の管理限界警報値) シールドマシン 防護なしでシールドを通過させた時の地盤変位予測 検討された防護方法(オープン開削工、門型防護工、橋台囲い防護工、橋脚のアンダーピニング) アンダーピニングによる橋脚の受替え 杭切りビットの取付け シールド通過時の状況 構造物変状測定(自動計測、測量器具による計測)

## 【第6工区】

- ⑭ 長距離、カーブ推進工事を克服した内径2,600mm推進管

-大阪市天王寺～弁天幹線下水管渠工事6工区に見る-

(全国ヒューム管協会近畿支部技術委員会 昭和57年5月)

【概要】 工事概要 工法概要(シールド機の機能、掘進方法) 施工計画(曲線布設について、曲線部の補助工法、中押し装置、接合管理について) 施工結果(完工時の管路測量結果)

## 下水道技術報告集（大阪市下水道局発刊）

- ① 弁天抽水所吸水路モデル実験(N02 昭和 55 年 9 月, 機械課)
- ② 弁天抽水所第 2 排流渠の施工(N06 昭和 59 年 3 月)
- ③ 天王寺～弁天幹線の管内貯留と幹線洗浄設備(N07 昭和 60 年 4 月, 機械課第 1 機械)
- ④ 天王寺～弁天幹線〈森之宮立坑〉の止水工事 (N09 昭和 63 年 4 月 中央下水道事務所)
- ⑤ 天王寺・弁天幹線における降雨時の人孔蓋飛散現象について  
(N015 平成 9 年 3 月, 計画課計画係)

## 業務研究論文集

- ① 弁天抽水所の施工法選定について  
(大阪市下水道局 5 周年記念 大阪市土木技術協会 昭和 52 年 3 月, 田野 隆一・水野 昭生)
- ② 弁天抽水所における地下連続壁工事の管理システムについて  
(大阪市下水道局 5 周年記念 大阪市土木技術協会 昭和 52 年 3 月, 草下 直樹)
- ③ 大規模幹線の貯留による越流負荷の削減効果 -天王寺・弁天幹線-  
(大阪市下水道局 20 周年記念 大阪市下水道技術協会 平成 4 年 3 月 原 正博・  
松本 広司・草下 直樹)

## 下水道技術史 雑誌

- ① 管渠点描 30 話 (17 話 シールド立坑の近接地(生野区勝山北の勝山交差点)山野 寿男)
- ② 弁天抽水所の思い出(三木 繁春)  
「狭い用地の大規模ポンプ場」「雨水ポンプの口径と台数」「雨水ポンプ形式とケーシング」「ポンプの羽根車」「ポンプスラスト荷重の支持」「低騒音、低振動、低脈動ポンプ」「ポンプ吸込槽の形状」「ポンプの保守運転」「ポンプ吐出側の制水弁と逆流防止弁」「ポンプの駆動方式」「冷却水に対する検討」「管内貯留とポンプの運転」「ポンプの起動と流入量予測」「水煙現象の解析」「沈砂池入りロゲート」「機械スクリーンの水没対策とコンテナ」「ポンプ室と沈砂池の連絡通路」「スクリーコンベヤの採用」「超大形エレベータの採用」「燃料の貯蔵」「天井クレーン」
- ③ 浸水対策事業への関わり(前田 正治)  
4 弁天抽水所の建設(弁天抽水所の特徴、建設のプロジェクト体制、建設途上の経験)



# 硫化水素の発生

松下幸功

此花処理場勤務となって、ヒトやモノに慣れてきた時分のことであるから、昭和 58～60 年頃の出来事である。

「係長！ これを見てくれ」と気色ばんで、事務所の私の所に駆け込んできたのは T 君であった。左手の薬指にはめられた結婚指輪が黒光りしている。材質を訊けば銀であるという。

瞬時に、「硫化銀」を想定するのは化学を少しでも学んできた者には容易である。また、「危険な状態」を想像した。「酸素欠乏危険作業主任者技能講習」を修了の身でもある。酸欠状態のみでなく、硫化水素についての危険性についても含まれている講習内容である。

その作業場所に案内して貰った。そこは、遠心脱水機に汚泥を供給する前に設置されている「サービスタンク」の上であった。タンクの底に溜まった汚泥中の夾雑物の除去作業中のできごとであった。すぐさま、北川式ガス検知管を用いて硫化水素濃度を測定した。作業空間は換気の良いせいであろうが、作業環境基準を超える状態ではなさそうだ。蓋の中は、測定不可という高濃度であった。危険なレベルを超えている。非常事態である。これには、ハラをくくって対応しなければならない。

もし、タンクの中に降りて作業をしていれば、事故は発生していたであろう。濃縮槽の覆蓋の中も測定した。同様に高濃度である。流入してくる硫化物が嫌気性状態のもとで、硫酸還元菌の作用により、硫化水素が発生した、と考えるのは道筋である。

しかし、脱水作業を止めるわけにはいかない。むしろ脱水量を増やし、汚泥の滞留時間をできるだけ短くし、強い嫌気性状態を避けねばならない。

下水中の硫化物濃度の高いのも此花特有の現象であり、その源も容易に見当のつくものではあったが、小笹泰・水質試験所長に硫化水素

発生のメカニズムの確認を依頼するとともに、対策についても検討した。下水道協会誌を調べてみると、東北地方のある処理場でよく似た状況に対応した例がひとつ報告されていた。過酸化水素の注入である。

ビーカーの中で確かめた。同時に、その腹案をもって、当時の油谷昭夫・第 2 機械係長に実情の説明と対応を依頼した。“お役所仕事”と俗に揶揄されることもある中で、油谷氏の対応の迅速であったこと。予算措置を講じてから、などとは全く口にださず、過酸化水素の受け入れタンク（純アルミ製）と過酸化水素注入ポンプ（濃縮槽汚泥をサービスタンクに送るポンプに連動）の設置工事が短期間で完成した。コトの重大さの認識と決断力が直ぐさま設備となって現実化したのであろう。



硫化水素濃度を測定し、確認したときには、「事故は起こる」と思った。予防措置を講じるべき立場にある個人の責任が追及されるだけでなく、下水処理の在り方が大きな社会問題となっていたはずである。硫化水素の発生現場での騒ぐことのない冷静な対応と油谷氏ら迅速な設備工事を担当してくれた方々に、今でも感謝をしている。

サービスタンクの中に注入される過酸化水素は、脱水用汚泥に添加される高分子凝集剤の働きに悪影響を及ぼすこともなく、その強力な酸化力により、嫌気性汚泥の性質を大きく変えたようである。脱水機室は嫌気性汚泥特有の臭いが消え、なにやらすずしげな雰囲気が変わっ

た。

しかし、いいことばかりでもなかった。いつか、異様な、酸っぱい臭いが漂い始めた。都会では見ることもないが、昔の田舎の「肥え溜め」から漂うようなニオイである。数日間脱水ケーキを溜めておくと、このようなニオイが発生することがわかった。おそらく、アミン類を主体にした醗酵成分なのであろう。これは、出来るだけ脱水ケーキを溜めないで頻繁に搬出するということで対応できた。

緊急に設置を必要としたあの装置は、いつの頃まで活躍したのであろうか。此花処理場の後、津守、海老江、放出へと異動し、住之江処理場を最後に退職してから、すでに十年余の歳月を経る。

過日、OB会の事で放出へ電話したところ、対応してくれた管理主任のN氏という私の面識のない方が、私の質問に丁寧に系統立てて応えてくれた。污泥処理全体の方向、焼却炉の廃止と運転の状況などである。このことにより、現場職員の異動、維持管理体制の一定の落ち着きなどを想像することができた。此花処理場も大きく変わっているに違いないとも思った。

過酸化水素の名が出たついでに、私が関与したことはないけれども、脱水工程において、一時期ではあったが、過酸化水素が用いられ、作業環境の改善に大きく寄与したことを記録しておきたい。忘れられないシーンを思い出したのである。

污泥の真空脱水用薬剤として、硫酸第1鉄と消石灰が用いられていた。硫酸第1鉄はまだしも、消石灰はその取り扱いが大変厄介なものであった。大きなコンテナの場合とはともかく、30Kg入りの袋を解体し、タンクに投入するという人力に頼る作業場では消石灰の粉塵が舞い、夏場など皮膚の敏感な者は湿疹のようにかぶれるようなこともあった。作業の環境改善が求められるのは当然のことであった。

この問題に取り組み、大きな成果をあげたのは、(硫酸第1鉄十過酸化水素)という組み合わせ方式を考案した福智眞和氏である。

過酸化水素の酸化力は、鉄の触媒的存在により一層増大するのであろう。室内実験、実機試験を経て、中浜処理場の真空ベルトフィルター

に実用化された。

脱水機室内の雰囲気は一変した。それまで漂っていた污泥臭、或いは消石灰の添加による污泥からのアンモニア臭も無くなった。脱水ケーキの剥離するところでも、清潔なニオイすら感じた。その昔子供のころ、傷をした足にオキシドール(過酸化水素の3%水溶液)で消毒した際に嗅ぐ懐かしいものでもある。

一番喜んだのは消石灰に直接触れていた現場職員の方々である。地元(大東市)の名士としても知られ、その風貌、包容力、統率力などから、多くの人の尊敬を集めておられた藤本保雄主任(当時はまだ組長といったか?)は代表して、次のように私に言ってくれた。「福智さんは神様です。ほんまによくになりましたわ。ありがたいことです。」化学の授業で、過酸化水素の性質を学ぶとき、殺菌、漂白、そして金属と接触すると爆発的に分解すると知る。また、高濃度のもはロケットの燃料となると教えられる。

“An accident meets a prepared mind”(偶然は準備された心と出会う)という諺があるそうである。この過酸化水素と硫酸第一鉄の組み合わせを見いだすきっかけを、福智氏はどのような場面で得たのであろうか。脳科学者の茂木健一郎は、「アイディアは妄想である」(妄想力)と短く言いきっている。

世の中で名作といわれる作品はすべて妄想の結果生まれるものとも言い、紫式部の『源氏物語』を例にあげている。光源氏という、女性にとって架空の理想的な男をつくり、いろいろなタイプの女性と恋愛遍歴を繰り広げている、というのである。紫式部はすごい妄想力の持ち主と。

過酸化水素の場合は、想像力或いは創造力という方が良いように思うが、この辺りの事情を聞く機会を得ぬままである。

硫化水素を封じ込め、また、消石灰の悪影響を無くした過酸化水素の利用、これらのこともまた、社会の構造変化による流入水の成分変化や脱水方式の改善により、記録の片隅にあり続けたとしても、人々の記憶から遠くなっていくのであろう。

現役の間は過去を振り返らない、とイチロー

は言いました。10年いや11年の連続200本安打を強く意識しての発言なのでしょう。

下水から離れて十年余、ありがたくも平穏なる日常の中、殆どのは記憶の彼方に去りつつありますが、「原稿募集」で取り上げられる項目などを見ると、つい遠くのことを思い出すこともあるのです。そう、昭和34年代、汚泥

がスラリー状態のまま大阪港外へ投棄されていた頃のことです。実際に運搬船に乗せてもらったこともありました。そして、脳トレよろしく、ワープロに向かったりするのは。 (電子データ・CD、USB)、この意味すら知らず、少しはたじろぎますが、今できる事を為そうとも思っています。



此花下水処理場



此花下水処理場の花「さざんか」

# 市岡処理場建設工事に携わっての思い出

中東俊二

地球にやさしいエコが問題となっている現在、国民一人一人の環境保全意識の高揚を期して、台所に油を流さないこと、節電すること、ゴミを多くださないこと等が、すぐ実行出来る事として推奨されている。下水道の地味ではあるが重要な役割も再認識されてきているという思いである。

市民は下水道が完備されると、水道施設のように、あって当り前の感覚になると思われる。そのため、促進時期の大阪市では（昭和47年頃）、下水道の促進と、下水道に対する理解と関心を深め環境意識を高めるために、下水道促進日（9月10日）に下水道の役割や重要性を表わす標語の募集や、小学生や市民の処理場見学の実施、各区に下水道相談所を設ける等の地道な活動をされていた。

（第12回入賞標語）

特選 下水道伸びて住みよい大阪市  
優秀 下水道明るいくらしをひらく窓  
佳作 水洗やっぱりいいねお母さん  
他4作

これからも、水環境についての根強いPRが必要であろう。

さて、私が市岡処理場建設工事に携わった昭和30年（1955年）代を振り返ってみる。

戦後まもない頃の調査で、全処理区域の水洗便所の数は戦災もあり231軒と記録されている。屎尿処理は、農耕地の需要が多く、肥料資源の主たるものであった。一時、分捕り合戦もみられた時代であった。しかし、戦後しばらくして、化学肥料が使用されはじめたことと、都市人口の急激な増加により屎尿処分が各都市で問題となった。

その応急処理法として、下水流注法、海洋投棄、消化処理が採用されたが、大阪市においても昭和24年（1949年）より、既設の津守、海

老江両処理場で流入幹線を利用する下水流注法が開始された。しかし、流入量の増加に伴い処理施設に対し著しい過負荷状態を示し、処理水の浄化率も年々下降をたどった。

また、昭和30年頃は不景気であったが、産業は活発化しつつあり、産業排水の増加が河川運河などの汚濁に拍車をかけ、大阪湾岸都市の屎尿の海洋投棄とあいまって、大阪湾の水質汚濁が問題になり始めていた。

そのために処理場建設が急がれ、市岡処理場と中浜処理場が戦後初めて計画された。

市岡処理区の大部分は港区であるが、大阪港をひかえた港区は戦災復興土地区画整理事業計画の実施中であり、全面的に水洗便所に転換する好機であったため、市岡処理場建設工事が昭和33年（1958年）春に着手された。

## 【市岡処理場事業概要】

処理区域	港区および西区の一部
排水面積	786ha
計画人口	266,400人
計画最大汚水量	120,000 m <sup>3</sup> /日

建設場所は、既設の市岡抽水所に隣接し、尻無川と三十軒堀を結ぶ三ツ樋堀に建設、第1期は普通沈殿法を採用、将来は必要に応じて2次処理施設を増設する用地も確保されていた。

処理は簡易処理で、浮遊物およびBODの除去率35～40%を目途とした。沈殿池は6池で、自動走行機のミーダー型汚泥集積装置を設置した。沈殿池の前部には前曝気槽を設け、流入汚水に対し約20分間曝気を行い、沈殿効率の促進をはかった。沈殿池よりの流出水は塩素滅菌を行い、尻無川に放流された。肉眼で見る限り、透視度がみちがえる程よくなり驚いたものであった。

（当時流出水のBOD何%であったか記憶な

し。土木工事ばかり力をいれていたせいかも。中本さんが当時市岡処理場主査であったと思う・・・水質関連のメモ等あれば教えて下さい)

また、大阪市の処理場で初めて消化槽を築造した。その円型構造物の環状筋に圧接工法を採用した。消化汚泥は真空ろ過機により脱水。

当時の私は、下水係に配属されて3年間は直営工事（失業対策）等、小口径管渠工事に多く携わってきたため、大規模工事の施工に不慣れなこともあり、津守、海老江両処理場を再々訪れ、京都の鳥羽処理場も見学するなど、視聴覚学問を行った。また、技術雑誌を多く買い、土木構造物の施工のやり方、土留支保工、鉄筋工、強靱なコンクリートの打ち方に力を注いだ。

昭和36年4月に供用開始、当時、第2建設課職員と喜び合ったものであった。

なお、その年の9月16日、第2室戸台風来襲、高潮がOP4.20mに達し、1週間帰宅することなく災害復興に務めたが、高潮の恐ろしさを痛感したものである。

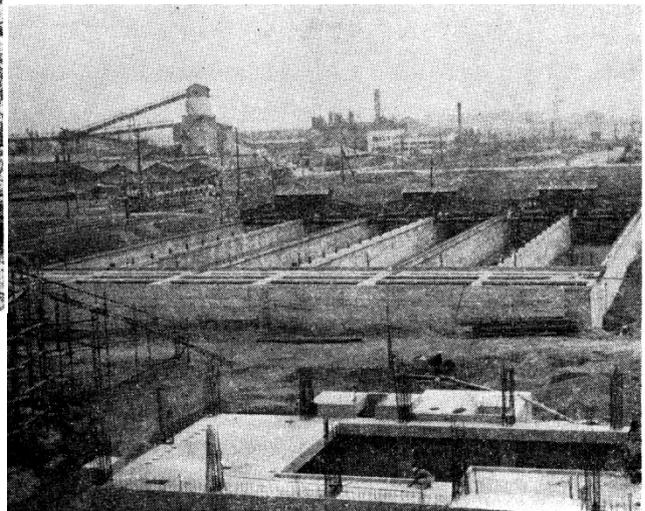
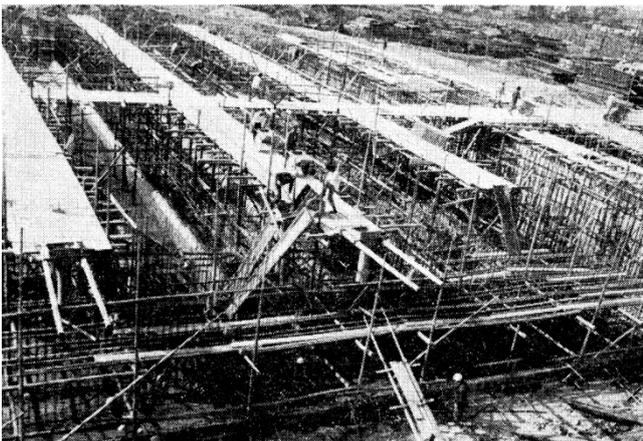
市岡処理場を含め8年近く処理場建設に従事した。汚水を高度に処理するほど多く発生するのが汚泥であり、資源の有効利用が望まれるが、都市汚泥には、重金属が含まれているので問題

視され、鶴見緑地で14種類の野菜を栽培して、収穫された野菜に含まれている重金属元素の含有量の分析など、その影響調査が行われたと記憶している。現在はどのようになっているのかなと思う。農耕地への還元は、コスト面、技術面、需要面、安全面などあらゆる要求を満たすことがむずかしく、費用対効果を考えて判断すべきなのであろう。

平成13年度頃の全国調査で、緑農地還元14%、埋立42%、建設資材42%であったと思う。大阪市の舞洲スラッジセンターでは熔融炉を採用、発生スラグは、市内の下水道工事に埋め戻として、全量リサイクル利用されている。現状は順調なんだろうか。

最後に、本工事に携わった頃ご指導いただいた、今は泉下に眠られている、堀越英夫様、坂元利正様を偲びご冥福をお祈りいたしますとともに、同僚、後輩に対し感謝とお礼申し上げます。

(参考) 市岡処理場建設工事当時・・・堀越英夫  
第2建設課長  
坂元利正市岡処理場建設事務所長



市岡処理場沈殿池建設工事

大阪市下水道事業誌(第1巻)より

## 未来の下水道への夢

### 「大阪市の下水道 2050 を考察する」

内田信一郎

#### 主旨

下水道施設は管渠、ポンプ施設及び処理施設からなるが、ここでは下水処理施設に的を絞って2050年前後の大阪市の下水道の姿を模索したい。

大阪市の下水処理施設は耐用年数が50年を超えるものが多くなり、かつ処理能力が中規模なので東京都等の大規模施設から比較して経済的にも不利であった。大阪市の下水処理施設規模がこのように中規模になった経緯は淀川の派川に囲まれた地域内に各処理場が建設されてきたことを物語るものである。当時は堤防を越えて別の区域にまで流入幹線を建設する土木技術に地震対応などに不安があったからだと聞いている。その土木的技術の問題は現在では解決されている。

現在の下水処理施設が現地での改築更新が物理的にも経済的にも難しいことを再確認して大阪湾の造成地等の少なくとも2箇所に集約し、かつ新しい下水処理方法を導入する。その新しい下水処理施設は1箇所で80~90万 $\text{m}^3$ /日（1系列10~20万 $\text{m}^3$ /日）規模とし、更にその50年先の改築更新時の問題点を解決できるように池数とスペース配分を十分に取るなど、あらゆるリスク管理面にも考慮する。既設下水処理場施設跡地利用や下水高度処理水の再利用計画等のマスタープランを早期に提示する。

将来、より厳しくなると考えられる各種の水質規制値対応や下水の高度処理水の再利用の促進対応等には現処理施設での対応は無理であろう。窒素及びリン除去方法が今後、「担体添加多段ステップ流入式嫌気・無酸素・好気法」などになると考えられ、現在の処理施設を改造するのは非常にコストがかかる問題がある。反応槽の仕切り壁の変更は構造計算上無理に近い。また施設の一

部には基礎杭がない部分もあって不等沈下をして均等な流入下水の分配も難しく、より安定して高度な処理水を放流するにはこの問題をも解決せねばならない。多系列になれば24時間常に均等配分できる分配槽の建設が不可欠である。

既存の下水処理施設の跡地は下水道関連施設としては雨水および合流改善対策施設、サテライト処理場や暫定的な河川浄化施設等に再生する。これらを建設した後に余剰となった地上部分の用地は緑地やオープンスペースとして多目的を持たして市民に開放するが、市民から支持を受けるであろう。

これらの施設で発生したスクリーンかすや汚泥は経済観点から、また臭気対策などからもその場で処理・処分せず、即時に汚水専用幹線に流入させ、新しい集約下水処理施設で一括処理する。

集約処理場への汚水専用幹線を新たに設ける必要があるが、大規模雨水幹線内に一部分設置の可能性を検討する。またその頃には、ディスポーザーの導入が可能になるので、嫌気性汚泥消化法を採用している大阪市では更なる創エネルギー対応と省エネルギー対応が同時に可能となる。

#### 各論

##### ① 担体添加多段ステップ流入式嫌気・無酸素・好気法での下水の高度処理

活性汚泥法の歴史を見ると、大正3（1914）年にイギリスでアーデンとロケットにより偶然に活性汚泥が発見された。それらをベースに1918年からイギリスで返送汚泥要素を取り入れた標準活性汚泥法が実規模装置で稼動し、ニューヨークでも同様な方法で下水処理が行われた。1937年にはニューヨークのワードアイランド下水処理場

(837,000 m<sup>3</sup>/日)ではステップエアレーション法を実施設備で検討する目的で稼動した。日本では名古屋市の堀留と熱田下水処理場で1930年から標準活性汚泥法で稼動している。

大阪市でも大正14(1925)年から市岡抽水所で5,000 m<sup>3</sup>/日規模の活性汚泥法の実験が行われ、それらをベースに津守及び海老江下水処理場が建設され、昭和15(1940)年4月に其々143,000 m<sup>3</sup>/日、88,000 m<sup>3</sup>/日の処理能力で供用開始されている。

当初、下水処理は標準活性汚泥法で行われたが、流入する汚濁負荷量の増加、用地不足及び増設工期等の関係から、昭和34年には中浜(東)下水処理場がステップエアレーション法で建設された。同じ施設容量で標準活性汚泥法の処理能力の1.1~1.3倍程度まで下水処理ができるステップエアレーション法は大きな魅力であり、大阪市ではその処理法のメリットを受けついで長い間主要な下水処理法となってきた。

当初の設計基準が計画1日平均汚水量であったが、処理水質の安定化等から計画1日最大汚水量に設計基準が変更された。日本の大都市ではこの設計基準の量的な見直しに対する処理能力低減変更は闇の中に消えた。多分、計画汚水量の予測に余裕があつてそこに吸収されたのか、またはステップエアレーション法の処理能力の余裕範囲に含まれているのかもしれない。処理水質は放流水質基準内に収まるレベルであったので大都市では長い間珍重されてきた。

下水処理に関しては世界的に生物学的処理法が中心であるのは経済的理由であることが大きい。しかし、3次処理や高度処理などを導入して処理レベルをアップすると施設容量を大きくせねばならないが、それは同じ施設容量ならば処理能力の低下を意味し、増設せねばならない。処理場用地の確保に苦慮する日本の大都市では大きな欠点となる処理法である。

質的な見直しに値する窒素やリンの除去率をアップするには同じ施設では大幅な処理能力がダウンすることは必然のことになったが、人口緻密な大都市では処理場周辺で拡張する処理施設用地の取得が極めて難しい現状である。これが生物処理法の最大の問題点で、大阪市では用地不足対策として階槽施設や深槽施設が開発されてきたが、

それでも限界があつた。

そこで日本の多くの下水道に携わる研究者・技術者はこの問題を最優先事として取り組み、担体添加法の導入や多段ステップ流入法の技術開発により何とか元の曝気槽滞留時間(6~8時間)で収まるように技術開発してきた。現在の曝気槽は曝気しない嫌気槽や無酸素槽として分割して用いられるので反応槽と呼ばれるようになった。この処理方法に合致するのが「担体添加多段ステップ流入式活性汚泥(嫌気・無酸素・好気)法」である。

窒素やリンを生物学的処理法で90%以上の除去を追及するため外部からメタノール、pH調整剤や凝集剤などの薬品などを従来は添加してきたが、今後は下水中の有機物をそれらの生物学的反応促進エネルギーとして利用して、また凝集剤添加は発生汚泥量を増加する欠点があるので必要最小限にとどめる等して処理費用のコストダウンに重点がおかれてきた。

生活排水を主に受け入れている某浄化センター(OD法)では余っているOD槽で余剰汚泥を好気性消化させたのち、流入下水幹線に戻して生下水と幹線内で混合させる特殊なプロセス(特許)を導入した結果、幹線内とポンプ井内での滞留時間が1~2時間以下であるにもかかわらず、そこで脱窒反応などが進み、OD槽入り口部BODは20ppmまで低下し、発生汚泥処理量は殆どゼロとなっている。下水中のBOD物質が生物学的脱窒・脱リン作用に利用されたことを実証している例である。

東京都三河島水環境センターでは担体添加多段ステップ流入式嫌気・無酸素・好気法で約30,000 m<sup>3</sup>/日の実規模施設が技術開発を兼ねて稼動している。福岡県筑後川中部右岸流域下水道の福童浄化センターでも増設施設はこの方法を導入されると聞いている。昔のように脱窒に外部からメタノールを添加することはよほどの水質的悪条件以外では採用されないものと思われ、最近の日本の技術開発は世界の最先端を行くものだろう。

窒素を生物学的に除去する方法は上記の方法が主流であるが、最近研究され注目されているのがアナモックス反応を取り入れた窒素除去法である。この処理方法の特徴は、先ずアンモニアを直接窒素ガスに脱窒することにより消費エネルギーの削減と処理時間の短縮、即ち、処理施設容量または

用地の縮小が可能となる。

大都市での応用としてBOD濃度が低く、アンモニア濃度が高い場内返流水の処理に適しているので、大阪市のように消化プロセスのある処理場の場内返流水中のアンモニアを効率的に除去することで水処理全体の窒素濃度を改善できるため採用に向っての研究が進んでいると聞く。今後はこの方法を導入できるように設計基準の確定をせねばならない。生活排水や特殊な工場排水で窒素除去にこの方法が既に国内外で実施が稼働されている。

新下水処理システムとしてポンプ室—分配槽—反応槽—沈澄池（最終沈殿池）—消毒池とする。最初沈殿池はそこで有機物が沈降性物質と共に除去され、生物学的脱窒・脱リン反応に必要な有機物負荷が減少するのでコスト縮減から建設はしない。また膜分離活性汚泥法の技術開発による建設費及び維持管理費のコストダウンが可能になった時点では膜分離活性汚泥法を導入し、最終沈殿池を割愛したフロー（ポンプ室—分配槽—反応槽：膜分離、大腸菌が基準以下のため消毒は不要か）が基本になる。下水処理施設は反応槽が用地の大部分を占めることになり、下水処理場用地のレイアウトも大きく変わるだろう。また処理水の再利用可能量が格段に増加するので下水の高度処理水再利用計画を定めておく。

## ② 合流式下水道改善対策

人口稠密な大都市では分流式下水道より合流式下水道のほうが経済的であり、大阪市の採用した手法は間違がなかったと思っている。公共用水域の水質改善につれて合流式下水道からの雨天時放流汚濁が問題視されてきているが、当然なことである。これらが達成されると、次は分流式下水道区域では公共用水の水質保全のために、ノンポイント汚濁負荷量がクローズアップされるであろう。

大阪市では早くから浸水対策を講じてきているので、大規模雨水専用幹線が準幹線も含めて100km程度（？）建設・完了または計画中と思う。しかしその空間の雨水貯留可能容量は膨大なものと推定されるが、試算は未だしていない。

合流式下水道対策施設として大規模雨水専用幹線内での雨水貯留は浸水対策施設とは相反するも

のであるが、降雨予測レーダーシステムを上手く利用して、大規模雨水幹線内貯留効率の更なるアップを目指す合流改善が望ましく経済的であろう。改善率アップには市内にある雨水ポンプ場と雨水専用幹線との接続及び大規模雨水専用幹線間のネットワーク化が重要な要素になる。勿論、雨水吐は基本的に閉塞する。幹線内貯留雨水の一部を合流改善効果の設定によっては、また降雨強度及び降雨継続時間頻度分布結果などにより晴天時にも処理せねばならないので計画1日最大汚水量の増加と汚泥量の増加も見込むべきであろう。

大阪市域は約210km<sup>2</sup>と小さいがそれでも降雨強度は地域ごとに大きく異なり、ある雨水専用幹線が満杯になっても別のものはまだ余裕がある場合があった。また、大規模雨水専用幹線内での汚泥・沈砂の堆積が稼働当初問題視されていたが、実態は堆積土砂量が少なかったと聞いている。これは維持管理上大きなメリットになり、大規模雨水専用幹線内での雨水貯留量が増大できる可能性が高いと考えるが、詳細な検討が必要である。

雨天時下水の処理・貯留計画として下水処理場では従来どおり、最初の3Qsh量は3W雨天時活性汚泥処理法、6Qsh量までは凝集剤併用傾斜板沈殿処理法、その次のXQsh量までは雨水専用幹線内貯留か雨水滞水池処理など併用による合流式下水道改善効果根拠をB/Cなどにより整理・検討せねばならない。そのためには新に最近の過去30～40年間のデータで降雨強度・降雨継続時間などを頻度分析して、さらに降雨時の水質分析を加えてXQsh対策と合流改善効果を再検討するべきで、XQsh処理時の頻度分布と累積率の把握が重要である。特に今後、地球温暖化現象による降雨特性の変化がどう影響与えるかも予測して大阪市の合流改善対策総合計画を見直しておく必要がある。

特別な理由があれば別であるが、雨水吐でのスクリーン設置は避けるべきである。大中規模な都市でも雨水吐付近にスクリーンを多く設置しているが、そこでは大規模雨水専用幹線がない条件下の実態である。それらの都市では雨水吐スクリーン設置は維持管理面でも、将来の施設更新面でも問題を後送りにしている暫定施設である。

大阪市では既設下水処理場内の雨水ポンプ施設に隣接して雨水滞水池が建設されているが、既存

の雨水ポンプ施設が残るところではやむをえないかもしれないが、雨水専用幹線内貯留法に比較すると雨水滞水池処理法は用地問題と経済性で不利であると思われるのでより詳細な検討が必要である。

### ③ ディスポーザーの導入

ディスポーザーを一度使うと止められない魅力を感じる。それほど便利なものであると実感している。1戸建て住宅でも、マンション住まいでも生ゴミを屋外のゴミ集積場まで搬出するのは高齢化社会では老人には特にゴミが重いこと、悪臭がすること、汚汁が落ちやすいことなど面倒なことである。更にゴミ集積場では猫や鳥がゴミをあさり美観上良くないし、後始末を老人の誰かが行わねばならない。

昭和47年度大阪市職員海外研修生としてオハイオ州のシンシナーティ市に住んでいたときも、現在、娘家族がカリフォルニア州ロサンゼルス郊外のハンチントンビーチ市に住んでいるときも、共にディスポーザーが設置されていてその恩恵を授かった。

ディスポーザー使用頻度は食事回数などに比例するが、ディスポーザーの運転時の騒音は掃除機やジューサー程度であり、運転時間は機種にもよるが10秒程度で済む。掃除機を使っている時間の方が断然長い。ディスポーザー運転中は水道水を流しながら使用するが、短い運転時間なので水道使用量と電気代も無視できる程度だと2箇所での使用経験からの実感である。

設置されていたディスポーザーの性能や劣化にもよると思うが、粉碎できると思った生ゴミが粉碎できなかつたり、不慣れなためにスプーンやフォークを落とし込んで止まったことが多かった。

問題はディスポーザーで粉碎された生ゴミが排水管や公共下水管内で堆積して多くの問題を起こす可能性の有無と処理施設への負荷増の問題である。前者は個々の問題で、後者は共通の問題である。

国土交通省などが社会実験として分流式下水道地域の数箇所で実際にディスポーザーを設置してあらゆる問題を調査して結果を発表している。アメリカ合衆国でディスポーザーは州ごとに規制が異なり、上記の2州では許可されている。カリ

フォルニア州では新築の住宅にはディスポーザー設置が義務付けられている。ニューヨーク市では合流式下水道であるにもかかわらず、ディスポーザーの設置を認めた。それは河川の水質汚濁に大きな影響がないことが調査結果から判明したからであるが、特例だと思う。

大阪市の場合はニューヨーク市とは条件が異なるが、下水処理施設の大阪湾埋立地域等の2箇所に集約・移設された時点で合流式下水道改善対策が進捗しているものと思われ、または合流改善対策がそれ以前に目標に近づいたらディスポーザーを導入できると思う。

東京都港区（合流式下水道区域）でディスポーザー設置を調査した未公開資料があると聞く。関係者が言うのには約1/4の住宅にディスポーザーが設置されていたようである。港区は高所得な都民の比率が高い地域といわれているのでこのような結果になったらしい。大阪市での実態はどうなっているのだろうか。

ディスポーザーによる管渠部分での堆積は、管渠の勾配不良などに起因する。

大阪など日本の大都市では管渠の耐震化対応を含めて管渠の敷設替えによる適切な勾配維持が年々推進されている。故に堆積問題はなくなるだろう。

ディスポーザーで粉碎された生ゴミの管渠内堆積問題は生ゴミのディスポーザーによる粉碎ゴミの粒度分布に、即ち、ディスポーザー仕様に左右される。家庭での水道使用时间帯実態から数時間毎に自然にフラッシュ状態が起こるので排水管内にも公共下水管内にも堆積は少ないだろう。

アメリカと日本の下水管渠の設計基準や使用材料に大きな相違はないと思う。アメリカでのディスポーザー使用実態は日本よりはるかに進んでいる。

管渠の清掃頻度の調査データではディスポーザー使用で多少増加したとする報告書も見たことがある。一方、下水処理場へ到達するディスポーザーに起因する汚濁物負荷量は資料により大きく異なっているが、20～40%程度アップする可能性がある。ディスポーザーの導入で水量負荷は無視できるが、固形物負荷増等は下水道計画上考慮せねばならない。しかし、現在の計画汚濁負荷量が過大である傾向にあるので、当面は負荷増を

相殺できるものと思う。

増加した有機物負荷は高濃度・高温消化法により消化ガスとして回収できる大きなメリットが見込まれる。国土交通省ではエネルギー面で自立した下水処理場を目指しているの、それに寄与できるものと思う。

ディスポーザー取り付け費用はメーカーの意見であるが、日本では後日のメンテナンスも含んでいるので約8～10万円もする。これは大きな負担である。アメリカでは何でもDIY方式であり、自分がホームデポ等でディスポーザーを購入して自分で取り付ける考え方が一般的である。その場合、ディスポーザーはメーカーや仕様により60ドル～200ドル程度であるので、これなら自分で取り付けが出来る人には経済的に可能である。実際、台所の流しの構造も考慮せねばならないので自分で取り付けるのは特殊な技術の取得が必要かもしれない。男の腕の見せ所でもある。

#### ④ 創エネルギー及び省エネルギー対策

既存の施設で省エネルギー対策は既に下水処理施設で多く採用されている。蛍光灯などをLED電球に取り替えるとか、大規模集約型の処理施設での最新の装置による省エネルギー対策及び技術開発も可能だろう。

創エネルギーは太陽光発電、風力発電、消化ガス発電、低落差発電など現在でも実用化が進んでいるが、各処理場の立地条件で採用が不可能なものが多い。それに比較すると消化ガス発電（又は燃料電池）は、上述のディスポーザー導入などを伴えばかなり期待が出来る。

水処理費用と汚泥処理費用を窒素・リン除去まで含めて、また汚泥の最終処分費用まで含めて、どのユニットプロセスで省エネルギーが可能かを含めて再度経

費削減箇所を検討すべきである。物価の変動、汚泥の再利用状況や処分場の立地条件で変動する要素も十分に考慮すべきであるが、立地条件によっては汚泥処理処分関連費用が高くなることが予測されるので、発生汚泥量の減容化が省エネルギー



対策には重要な要素となる。

担体添加・多段ステップ流入式嫌気無酸素・好気法が下水処理の主流になると思うが、発生汚泥量を極力減少させる処理方法の導入は大きな省エネルギー対策になる。

その1つ目は前述の如く、某浄化センター（OD法）のように、流入下水中のBOD物質で窒素やリンを生物学的に除去することで反応槽流入部BOD濃度を凡そ20PPm程度まで減少させると、発生・余剰汚泥量は相当少なくでき、省エネルギー対策に大きく貢献できる。

反応槽での余剰汚泥量を減少させると嫌気性消化に不適な無機質汚泥の比率が増加するデメリットもある。

2つ目は消化プロセスで有機物を徹底的にメタンガスに変更して減量化とエネルギー源として再利用し、脱水・焼却・最終処分対象汚泥量を減少させることであろう。汚泥減容化に要したエネルギーとそれ以降の汚泥処理・処分費用との比較をして省エネルギー対策の判断をすべきと思う。

#### ⑤ サテライト処理場

大阪市の場合、下流域で大規模下水処理場を集約すると、既設の下水処理場用地が余る。また、河川中流域での下水処理水の放流がなくなるので固有水源を持たない小河川では特に河川維持用水量が不足する。更に都市内での緑地やオープンスペースには潤いを与えるせせらぎは必要となるが、下流の大規模下水処理場から河川上流部都市地域への処理水・再生水の送水ではインフラに費用がかかるなどの諸問題が発生する。

カリフォルニア州南部地域は人口増加が大きく、半砂漠地帯であるため年間降雨量が400mm程度（大阪市は約1,300mm）で常に水資源不足地域である。南部で連帯するロサンゼルス郡、オレンジ郡、サンジエゴ郡の3郡の人口は約1,600万人にも達しているが、下水処理水は膜ろ過処理されて再生水専用の配水管を設置して都市域での景観用水（公園や道路中央分離帯などの散水、せせらぎ、噴水、ゲートコミュニティ内の庭への散水等）や新築ビルに設置された2重配管によるトイレ洗浄水などの雑用水等多目的に再利用されている。

これらの地域では水道事業と下水道事業とが一

体となった組織もあり、下水の2次処理水を水道サイドが受け取り、MF膜処理やRO膜処理と微量有害有機塩素化合物除去のため高度な消毒（オゾンより過酸化水素とUV法の採用が多いようだ）をして再生水を滯水層に圧入して別な所の滯水層から水道水源として汲み出す例も多い。

豪雨地域なので河川から水道水源を取水することは、カリフォルニア州南部では難しい。雨が少なく蒸発と地下への浸透で流水状態は、特別な意味を持った導水路以外には見ることは少ない。そのため水道水源は500~1,000kmの遠方より導水するか、地下水に依存する。その地下水が人口増加で不足し、海水が混入してきたため下水処理水の高度処理が注目されている。貴重な水資源を1回だけ使用して海に捨てるのはもったいない思想が広がっている。「1Lの再生水は1Lの水道水を節約できる」をキャンペーンにしている。日本でもこの思想・哲学を十分に学び、導入すべきである。

膜ろ過された下水の再生水量は、水道水供給量の20%にも達しているところがある。他に農地の灌漑用水としても多量に利用され、近郊野菜・果物が生産されている。水資源が不足しているので遠方から購入する水資源での浄水コストより、下水の再生水コストが安いかほぼ同じであるようだ。

そのような状況で提案されている手法がサテライト下水処理場である。大阪市で採用する場合は、サテライト処理場の処理方法は無人運転、場所をとらない、エネルギー源は電気のみをイメージして導入せねばならない。再生水が必要な場所近くの下水管から下水をポンプで汲み上げ、スクリーンで粗大ごみを除去し、例えば膜分離活性汚泥法+消毒（大腸菌などは存在しないので不要である

が）等の処理をして再生水として利用する。除去されたスクリーン残滓や余剰汚泥は、即座に下水管に戻す。勿論、下水の持つ潜熱でヒートポンプを利用して地域冷暖房にも寄与することができる。

せせらぎ用水は下水管に戻しても良いし、雨水管を通して河川に放流しても良い。更に新築ビルではトイレの雑用水などに2重配管で再利用をすることも出来る。下水道サイドが再生水利用基本計画を策定し、市内の再開発地区での新築ビルには、2重配管を義務付ける方向に都市計画を誘導して行かねばならない。サテライト下水処理施設は下水道部局で建設・維持管理をして、再生水を売却することもコスト面の検討結果で可能である。

大阪駅北側のJR梅田コンテナ基地跡地での再開発計画でこのサテライト処理施設を導入・売り込む良い機会と思う。

堺市では三宝下水処理場で砂ろ過再生水（約20円/m<sup>3</sup>程度）を大規模埋立地域（大型液晶テレビ製造するシャープなどが進出）に送水し、もっと高度な再生水を必要とする地域にはその近くにサテライト処理施設を設けてオゾン処理（約40円/m<sup>3</sup>程度）をして別途料金を徴収するシステムを間もなく導入する。

## あとがき

個々の詳細な検討がまだまだ必要であるが、今後50年前後には現在の下水処理施設はハード的にもソフト的にも大変換を迫られ、また地球温暖化要素も加味せねばならないので、下水道の長期計画は非常に複雑な検討になる。これらのことを念頭において議論してもらおう為のたたき台として提案したいと思って筆を執ったものである。



# 活動記録

## 平成 21 年度 (2009) の活動

年月日	総会・理事会	行政連携部会	調査研究部会	広報部会	その他
H21. 4. 7	NPO 法人水澄設立 法務局登記日				
4.23	創立記念総会 弥生会館 41 名			機関誌「ちんちよう ち」創刊号発行	
5.12 5.20 5.21		初会合	第 1 回会合  第 2 回会合	ホームページ 立ち上げ	
6. 2		大阪市下水道科学 館に関する勉強会	第 3 回会合		定期交流会開 始(茶話会)
6.24	第 1 回理事会				
8. 4		大阪市へ講演講師 派遣 稲岡			
8. 5			第 1 回研究会		
9. 3		研究集会開催 4 者共催科学館			
9.29	第 2 回理事会				
10.20			第 2 回研究会		
11. 18		大阪市へ研修講師 派遣 宮崎			
12. 3				機関誌第 2 号 編集委員会	
H22. 2. 4			第 3 回研究会		
2.23				機関誌第 2 号 編集委員会	
3. 9				機関誌第 2 号 編集委員会	
3.16	第 3 回理事会				

# 行政連携部会

## 平成 21 年度活動報告

行政連携部会長 宮崎隆介

1. H21・5・20 行政連携部会開催  
当部会の活動として下水道科学館を拠点とする活動のあり方、行政・各種団体との連携活動のあり方、下水道市民講座のテキスト作成の 3 つのグループについて活動の方針を論議した。
2. 平成 22 年度から科学館の管理運営が公募される動きを受けて、水澄としてどのように係われるか、勉強会を数回行った。
3. 行政・各種団体との連携の模索として阿倍野区役所を訪問し、意見交換を行った。
4. 市民講座向けのテキスト作成を入門編と本格編の 2 段階に分ける方向で、目次の構成を検討し、材料の収集を行った。
5. 行政連携の具体的活動として建設局「サマースクールシテイ事業」と建設局下水道河川工学研修への講師派遣を行った。  
(1)「サマースクールシテイ事業」  
8月4日 小学4～6学年、20名募集に対して、1時間の下水道の話（レクチャー）  
講師：稲岡会員  
(2)下水道河川工学研修  
11月18日 八尾市からの受講生を含め

て事務・技術計 22 名受講

講師：宮崎会員 「下水道総論—

OB からの講話—」（90 分）

6. 下水道関連 NPO4 団体（「21 世紀水倶楽部」、  
「日本下水文化研究会関西支部」、「びわこ・水ネット」「下水道と水環境を考える会・水澄」）共催のシンポジウム「下水道と地域社会～地域とつながれ下水道～」を開催した。  
日時：9月3日 13：30～16：30  
場所：下水道科学館 5 階ホール  
民間 3 団体の事例発表と各 NPO からの報告を受けて総合討論を行った。参加者は NPO 法人の会員、地方自治体職員、メーカー、一般市民など 98 名であった。
7. 行政連携部会、調査研究部会の有志が山野顧問に協力し、OB からの寄贈図書の整理を行った。整理した図書は科学館 3F のライブラリーに保管してある。
8. 平成 22 年 4 月 1 日からの下水道科学館の管理運営業務の公募に対して大阪市下水道技術協会が運営主体に選定され、水澄として全面的に協力していくこととし、水澄と協会とで覚書を交換していくことになった。

## 「下水道と地域社会 -地域とつながれ下水道-」の実施報告（概要）

### 研究集会

見える下水道を目指し、一般市民の方が下水道とどのように関わったら暮らしや地域がもっと良くなるかをテーマとして

### 第 1 部

下水道と地域の関りについて先進的な取組を実施している、

- ・「千葉市こてはし台調整池」 千葉大学グランドフェロー：立本英機氏・自治会長：奥原喬夫氏
  - ・「松本のまちづくり」協議会会長：中島克元氏
  - ・「見える川と見えない川」 八尾市アクアフレンズ代表：美濃原弥恵氏
- の 3 事例について紹介していただき、体験に基づく苦労話や官と民の連携に関する意見など貴重なお話を聞かせていただきました。

## 第2部

コーディネーターを21世紀水倶楽部理事の栗原秀人氏が、パネリストには、3NPO法人の代表、前記の事例発表者、および国土交通省から参加いただいた下水道企画課課長補佐の本田康秀氏にも加わっていただき、活発な討論・質疑応答がなされ、時間を延長するほどの意義深い意見交換をすることができました。

今回の研究集会の準備が既に3団体の主催で始まっている中でNPO水澄が立ちあがりましたので、水澄は途中から主催者に参加させていただきました。大阪市下水道科学館が開

催予定場所でしたので、大阪の下水道OBを主な会員とする水澄が現地の段取りを受け持つことにしまして、看板の作製や照明等の会場設営と運営、及び懇親会の段取りを主に担当しました。

共催とはいえ本会として初の対外事業でしたが、NPO法人の会員、地方自治体職員、メーカー、一般市民の方など、予想を上回る100名近くの方に参加していただき成功裏に終わることができました。また、懇親会にも57名の方が参加し、有意義な一時をすごすことができました。

## 調査研究部会

### 平成21年度活動報告

調査研究部会長 高柳枝直

調査研究部会は部会の会合を5月と6月に合計3回開き、調査グループと研究グループの活動内容を議論し次のように決定した。

○調査グループは「下水道に関する資料の発掘調査・収集を行うとともに、その活用を図り、成果を公表する」ことを基本とし、当面、天王寺弁天幹線・弁天抽水所工事記録など、「大阪市下水道資料の整理・活用・発表」をすることや「OB寄贈図書の保管・活用方法」などを検討することにした。

○研究グループは「下水道・水環境に関する調査・研究をし、発表する」ことを基本として、下水道の歴史や財政問題などを調査研究対象とすることにした。当面は歴史調査を行うこととし、今年度のテーマを「省スペース施設の開発・実施」とした。

今年度の具体的な活動としては「省スペース施設の開発・実施」をテーマとした研究会を合計3回開催し、そのうちの1回は広く会員外の参加者も募集して講演会として行った。

以下に3回の研究会の概要を示す。(詳細は

特集参照)

#### 1. 平成21年8月5日 大阪梅田

講師：山野 出席者6名

山野講師から全体プラン、多階層式タンク、深層曝気槽、流出管などについて主に昭和40年代の計画、設計について講演して戴きました。30分の予定が1時間になるほど講師に対する質問・コメントが相次ぎ、時間が早く過ぎました。

その後、参加者からも配布資料の説明・意見交換が続き、2時間では時間が足りないと感じるほど活発な意見交換となり、内容的にも意義ある研究会となりました。

#### 2. 第2回研究会・講演会概要

平成20年10月20日 大阪市下水道科学館  
講師：結城、安部 参加者37名

10月20日に下水道科学館で第2回研究会として講演会を実施しましたところ37名の方に参加して戴き活発な意見交換が行われました。

初めてのNPO水澄単独の対外事業としては成功のうちに終わることができましたが、こ

れは、多くのNPO水澄の会員の方々に、講演会の準備、当日の役割、事後処理等を分担して頑張って戴いた結果とっております。

参加者はNPO水澄会員、現役下水道職員、コンサルタント、メーカーなどの方々でした。

懇親会にも16名の方が参加し、楽しく意見交換をすることができました。特に、顧問である松永さんには四日市から駆け付けて戴き、また講演会でも我々の知らない時代のお話をさせていただくとともに、懇親会にも参加して開会の乾杯の発声をするなど、大いに盛り上げて戴きました。

### 3. 第3回研究会概要

平成22年2月4日 四日市湯の山温泉

講師：松永、結城 参加者8名

第3回の研究会は松永さん在住の四日市で開催し、松永さんと結城さんの講演をお聞きしました。活発な意見交換が続き、1時間半の予定を3時間に延長しても時間が足りない状況でした。

松永さんの講演は、研究会用に新たに執筆された報告書を中心にお話ししていただきました。(特別寄稿参照)

興味ある内容に参加者から質問・意見が続出し、もっと長い時間を用意すべきであったと反省させられました。

話題は、多階層施設や深層曝気槽の開発、基礎杭・伸縮ジョイント不要論、消化槽設計、橋本場長秘話などから事故、浸水、なにわ大放水路の立案経緯などと幅広い内容でした。

結城さんの講演は、第2回研究会講演用に作成されたにも拘わらず、当日USBの故障で用いることができなかったパワーポイント原稿を再度作り直し、簡潔に説明していただきました。

多階層施設開発・実施の状況を詳述する力作であるにもかかわらず、今回は時間の都合で短時間の報告になりましたが、多くの方に参加していただいた10月の講演会で予定通り発表できていたらと、今更ながら残念至極でした。

## 広報部会

### 21年度活動報告

広報部会長 寺西秀和

4月に設立されたNPO水澄の広報活動は、

- ① 定期的な機関誌「ちんちょうち」の発行
- ② ホームページの立ち上げと今後のメンテナンス

で、特にホームページは重要と考えている。

#### 1 機関誌「ちんちょうち」の発行

- ・平成22年度の総会に配布する
- ・印刷代を安くすることを検討(ワードによる編集など)
- ・投稿原稿のストック

会員の皆さんが経験されたことで、これは残しておいた方が良くとお思いのことがあれば、今すぐ記録しておいて下さい。原

稿募集の時、すぐに出せるように。

記憶が曖昧な部分もあると思いますが、そのことを断っておけばOKです。早くしないと記憶が益々曖昧になります。

皆さんの貴重な体験が活字として残り、また受け継がれていきます。

#### 2 ホームページの活用

(文責 河合壽夫)

- ・ホームページ立ち上げ

5月連休頃に試行で開設しましたが、5月30日から正式に公開しました。

ホームページアドレスは、

<http://mizusumasi.rgr.jp>

です。

#### ・ホームページの利用

当初は、ホームページの構成を頻繁に変更しご迷惑をおかけしました。そのせいか、PRが十分でなかったためか、HPを閲覧する会員が非常に少なく、見てもログインせず一般公開部分しか見ないという状況でした。

まだまだ改善点もあると思います。使い方がわからない、こうしてほしいといった要望などありましたらHPで直接投稿して下さい。

また、一般公開部分に載せる記事やトピックス、茶話会その他の行事などなんでも結構ですからどしどし投稿して下さい。お待ちしております。

#### ・メーリングリスト

レンタルサーバーのサービスにメーリングリストサービスがあり、10個のメーリングリストが作成、利用できます。

現在、一斉通知用として次の2個のメーリングリストを使っています。

allmizusumasi@mizusumasi.rgr.jp

(正会員、賛助会員)

r-mizusumasi@mizusumasi.rgr.jp

(理事、部会長、事務局)

上記のアドレスにメールを送るとそれぞれのリストのメンバーに配信されます。

メールアドレスをお持ちで、まだ登録されていない方は是非登録をお願いします。

#### 【メーリングリスト投稿及び返信時の注意】

- ・投稿者個人への返信を希望するときは、自分のアドレスを返信先として明示すること。

メーリングリストで配信されたメールに単純に返信すると、メーリングリストの全員に返信が送られることになります。情報の共有という点で便利でもあるのですが、個人的な内容で全員に知られたくないような場合は投稿者が指定する個人アドレスに返信するようにしてください。

メーリングリストの個数はまだ余裕が有りますので、部会やプロジェクトなどで頻繁に連絡をとるのに別途メーリングリストを利用したい場合は、河合またはホームページの広報部会の掲示板に書き込んでください。



# 会の組織

## 役員

(平成 22 年 3 月現在)

顧問 松永一成  
顧問 玉井義弘  
顧問 山野寿男  
顧問 和辻 昇  
顧問 柳迫早司  
顧問 赤井仁孝

理事長 田野隆一  
副理事長 牧野幸保  
副理事長 福智真和  
副理事長 高柳枝直  
理事 草刈洋男  
理事 桃原璋和  
理事 宮本万功  
理事 稲岡宣成  
理事 竜田 浩  
監事 志賀岩男  
監事 横幕正式

事務局長 草刈洋男  
事務局 六鹿史朗  
事務局 加藤哲二  
事務局 山本晃史  
事務局 谷山昭彦

## 会員数

正会員 51名  
賛助会員 41名

## NPO水澄

## 目的と事業

目的	この会は水環境保全に主要な役割を果たす下水道に関する調査・研究・助言などの事業を行うとともに、下水道と水環境行政の発展と円滑な推進に協力し、持って水環境保全活動の活発な取り組みに寄与することを目的とします。
事業	この会は、上記の目的を達成するために ・下水道と水環境に関する情報や研究の発信による啓発 ・下水道と水環境に関する関連団体等との連携・交流による啓発支援などの事業を行います。

詳細は、ホームページ掲載の定款をご覧ください。

<http://mizusumasi.rgr.jp>

## 部 会

現在、次の3部会を置き、活動しています。

順次新たな部会を設置し、活動を図っていきます。

### 行政連携部会

部会長 宮崎隆介  
副部会長  
稲岡宣成・竜田 浩  
福智眞和・草刈洋男  
宮本万功

下水道や水環境に携わる行政と市民との連携を支援します

#### 【活動内容】

- ・市民講座の企画実施
- ・公共の啓発施設へ支援
- ・市民団体や他 NPO 等と協働の

### 調査・研究部会

部会長 高柳枝直  
副部会長  
横幕正式・田中建三  
安部 喬・嶋岡忠敬

下水道や水環境の歴史・財政問題などの調査・研究を行い成果を発表します

#### 【活動内容】

- ・歴史や技術史の調査研究と発信
- ・講演会・研究会などの実施

### 広報部会

部会長 寺西秀和  
副部会長  
六鹿史朗・山本晃史  
河合壽夫・加藤哲二

本会の目的や活動を多くの方に理解、賛同していただくために、機関誌やパンフレットの発行、ホームページ等により発信します

#### 【活動内容】

- ・機関誌「ちんちょうち」の発行
- ・パンフレット作成
- ・ホームページの管理

## 入 会 案 内

◇◇あなたも一緒に活動しませんか◇◇

下水道や水環境に関心があり、本会を活動の場として考えておられる方の入会を待っています。一緒に活動しましょう！！

**正 会 員** この法人の趣旨に賛同し、事業活動に参画する個人  
**賛助会員** この法人の趣旨に賛同し、事業活動を援助する個人

**年 会 費** 正 会 員 3,000 円  
賛助会員 2,000 円 \*入会金はいただきません

### 入会手続き

#### ■申込書による方法

申込書は、下記の事務局まで請求して下さい。

#### ■インターネットによる方法

ホームページの入会案内に従い、必要事項を記入して送信して下さい。

事務局 〒531-0071 大阪市北区中津 2-8-D-1326

電話 06-6372-9398

ホームページ <http://sizusumasi.rgr.jp>

(文責 六鹿史朗)

# 編集後記

今年もNPO水澄の総会が迫ってきました。1年は過ぎてしまえば早いものです。

聞くところによれば、水澄活動は順調に進んでいるとのこと、嬉しいことです。これも会員の方々のご理解ご協力のおかげです。

私事で恐縮ですが、昨年4月からフリーでしたが5月中旬から出勤の毎日です。しかも以前のように融通がきかない状態です。そのため、水澄の行事等にも参加できません。たまに会員の方とお会いすると、会の動きなど浦島太郎の状況で話しについて行けない時があります。ひとり取り残されたような状態で寂しい思いがします。常日頃からのコミュニケーションの大切さを感じます。

さて、水澄の機関誌は、最低年に1回発行をすることにしており、12月から準備に入りました。今回は、研究会の資料、常連の山野顧問など、原稿は思っていたより多く集まりました。

ワードで編集すれば印刷代が安くなるということで今回は、ワードを使うことにしました。馴れもあると思いますが、使いにくいです。

貼り付けた図が消えたり、思い通りの所に張り付かなかったり、段組がうまくつながらなかったりと、その修正に大半を費やしている状態です。ワードはルール通りにしないと、うまくいかないことがやっと解ってきました。

一太郎とは大違いです。

本を開いた時、活字ばかりでは殺風景で読む気がおこりません。格調高くすると同時に遊び心を入れることも考えていますが、素人のにわか勉強で、まだまだ満足いただけるような編集ができません。少しでも良くなるように、今後も頑張ります。

どんなことでも結構ですので、お気づきのことがありましたら、ホームページの掲示板に書き込みして下さい。

「大阪市下水道科学館」の運営管理業務が公募による方法となり、「大阪市下水道技術協会」が選定されました。また、「太閤下水」の見学者対応の関与も検討しています。会員の皆さんの活躍の場が広がりつつあります。今後も積極的なご支援、参加をお願いいたします。

(文責 寺西秀和)



---

ちんちょうち 第2号 平成22年4月20日発行

発行所 NPO 法人下水道と水環境を考える会・水澄  
編集委員 高柳枝直 寺西秀和 草刈洋男 加藤哲二  
河合壽夫 六鹿史朗 山本晃史

E-mail [mizusumasi@mizusumasi.rgr.jp](mailto:mizusumasi@mizusumasi.rgr.jp)

HP アドレス <http://mizusumasi.rgr.jp>

印刷所 あさひ高速印刷(株)