

# 土木研究所資料

ヘドロの処理工法，機械に関する調査

昭和53年 7 月

建設省土木研究所  
機 械 研 究 室

## 目

## 次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. ま え が き .....               | 1  |
| 2. 調 査 概 要 .....               | 2  |
| 3. ヘドロ処理工法、機械概説 .....          | 3  |
| 3.1 総 説 .....                  | 3  |
| 3.2 浚渫、運搬、埋立、覆土 .....          | 4  |
| 3.2.1 ヘドロ浚渫の現状 .....           | 4  |
| 3.2.2 浚 渫 .....                | 4  |
| 3.2.3 運 搬 .....                | 11 |
| 3.2.4 埋 立 .....                | 12 |
| 3.2.5 覆 土 .....                | 12 |
| 3.3 余水処理、ヘドロの濃縮、脱水 .....       | 12 |
| 3.3.1 余 水 処 理 .....            | 12 |
| 3.3.2 ヘドロ濃縮、脱水 .....           | 26 |
| 3.4 固 化 処 理 .....              | 28 |
| 3.5 原 位 置 処 理 .....            | 28 |
| 4. ヘドロ処理工事実績及び処理工法、機械の実態 ..... | 30 |
| 4.1 ヘドロ処理工事実績 .....            | 30 |
| 4.2 ヘドロの性状 .....               | 31 |
| 4.3 処理工法、機械の実態 .....           | 32 |
| 4.3.1 処理工法の組み合わせ .....         | 32 |
| 4.3.2 浚渫、運搬、埋立 .....           | 32 |
| 4.3.3 覆 土 .....                | 35 |
| 4.3.4 余 水 処 理 .....            | 35 |
| 4.3.5 固 化 処 理 .....            | 35 |
| 4.3.6 原 位 置 処 理 .....          | 35 |
| 4.3.7 二次公害対策 .....             | 37 |
| 4.3.8 工事中的問題点 .....            | 39 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 5. 開発中の処理工法、機械                        | 41  |
| 5.1 概 説                               | 41  |
| 5.2 高濃度ヘドロ浚渫機                         | 43  |
| 5.3 P B S 型超高速造粒沈殿装置                  | 45  |
| 5.4 移動床式汙過装置                          | 47  |
| 5.5 循環式2層汙過機                          | 52  |
| 5.6 内面式真空汙過機                          | 56  |
| 5.7 ヘドロ処理プラント( (社) 日本水産資源保護協会 )       | 58  |
| 5.8 ヘドロ処理パイロットプラント( 建設省 )             | 60  |
| 5.8.1 濁水処理設備概要                        | 62  |
| 5.8.2 濁水処理設備における問題点とその対策( 性能試験報告書より ) | 63  |
| 5.8.3 濁水処理設備に対する考察                    | 65  |
| 5.8.4 濁水高度処理フローシート案                   | 67  |
| 5.8.5 今 後 の 課 題                       | 68  |
| 5.8.6 調査文献名一覧                         | 69  |
| 6. あ と が き                            | 72  |
| 7. ヘドロ処理工事実績表                         | 73～ |

## ヘドロ処理工法、機械に関する調査

機械研究室 室長 沢田 茂良  
研究員 吉崎 博

### 1. ま え が き

海岸や河川に堆積している、工場や生活污水に起因するヘドロの除去は環境保全のための急務とされている。

国の施策としては、昭和42年に、公害対策基本法が制定され、以後順次、法令の整備が行なわれ公害の防止を図り、併せて公害防止対策事業費等により、ヘドロ除去等の工事が施行されているが、全般的に見ると緊急度の高いものの内、一部を除去したに留まり、今後の除去工事量はまだ多いものと予想されている。

ヘドロの処理を目的とした処理工法、機械は既に各種のものが開発、試作されている。また、施行例については、雑誌等で個々に発表されているが、それらの能力や効果については、必ずしも明らかでなく、経済性についても問題が多いと言われている。

本資料はヘドロ処理設備の現状の技術的水準について、昭和50年度、51年度の2ケ年にわたって調査を行い、その結果をとりまとめたものである。この資料が今後のヘドロ処理工法、機械の開発に役立てば幸である。

## 2. 調 査 概 要

50年度は、文献調査により、最も問題が多いとされている濁水処理について、建設省関東技術事務所が開発したヘドロ処理パイロットプラントを対象として、下記のような問題点を明らかにした。この濁水処理設備で処理される濁水は、パイロットプラントの脱水過程で排出されるものであり、濁水濃度が高く変動が大きいこと、組成粒度が微細で濁水量が大量なこと、更に濁水中には、溶解性の有機物、栄養塩類（リン・チッソ）が大量に含まれていること等の特徴があるが、検討の結果、この濁水処理設備（デハイドラムによる凝集沈殿法）に更に、砂汙過、活性炭吸着、アンモニアストリッピング等の装置を付加することにより、各装置の負荷量の軽減を図り、SS、栄養塩類の低減を行ない、より高度な濁水処理が可能である。又、このように高度処理された濁水はプラント系内の洗浄水等に再使用できる利点があることなどが明らかになった。

51年度は次に示すように、主としてヘドロ処理工法及び機械全般について、実態を調査し、よりよいヘドロ処理工法、機械開発のための基礎資料を収集した。なお、実態調査は鈷底質浄化協会に委託して行なった。

1. 水底に堆積しているヘドロの浚渫除去処理、及びヘドロを浚渫除去することなく施工する原位置処理を目的とした施工済、計画中の工事（試験工事を含む）を対象として次の項目を調査した。
  - a. 工事概要
  - b. ヘドロの性状
  - c. 処理工法、機械の種類と選定理由及び機械の公称能力と実績値
  - d. 工事中的水質に対する規制目標値及び二次公害防止対策とその実績
  - e. 工事中的問題、その他
2. 開発中のヘドロ処理工法、機械について、概要、特徴、対象とするヘドロの性状、二次公害に対する配慮、その他を調査、検討した。

### 3. ヘドロ処理工法、機械概説

#### 3.1 総 説

水質浄化の中でヘドロの処理の問題は、その必要が叫ばれて以来、種々の工法や機械が試作され適用されているが、土工におけるブルドーザやダンプトラック、或いは、舗装のフィニッシャのように汎用化されたものはない。社会的要請である工事中の二次公害の問題、施工者側の経済性の問題がすべてのヘドロを対象とした工事にとって共通の問題であり、これらの面からの調査研究が続けられている。

ヘドロは、攪拌すると汚濁の発生、拡散を生じて水質を悪化するものであって、ヘドロ処理工事を施行する際は、これらの二次公害を起さないようにする配慮が必要である。このため汚濁の発生が少い一般の良好な底質を処理する場合より厳しい工法・機械が要求される。

ヘドロの処理工法は、ヘドロの性状及び工事中の規制によって異なる。

除去基準以上の水銀、PCBを含有するヘドロは除去しなければならないとされている。また、アルキル水銀化合物、水銀またはその化合物、カドミウム又はその化合物、鉛又はその化合物、有機リン化合物、六価クロム化合物、ヒ素又はその化合物、シアン化合物、PCB等人の健康に関する9項目の物質のいずれかを基準以上含有しているヘドロは有害水底土砂と認定されて、このヘドロを埋立処分するときに排出される余水は、上記の有害物質を排水基準以上、にこりを特定基準以上含有しない水質のものでなければならないという規制を受ける。このほかに、有害水底土砂を処理、処分するときには、工事区域以外の一般水域の水質は、上記有害物とPH、SS、COD（又はBOD）、DO等の生活環境項目を環境基準以下に保持しなければならないという制約も受ける。有害水底土砂以外のヘドロ処理の場合にも生活環境項目等について制約を受けることが多い。このために、ヘドロを処理、処分するときには、ヘドロそのものと、除去に伴って加わる水の各々を処分可能な状態になるまで処理しなければならない。

水底のヘドロを処理する方法には、浚渫して除去する方法と、浚渫せずに現位置で処理し、水域に害を与えないようにする方法があるが、後者は施工例が極めて少く、大部分は浚渫除去の方法によっている。

また、大量のヘドロは海域に多く、浚渫したヘドロを海洋投棄処分する方法は環境の維持、工費、工期の面から見て特殊の場合を除いては用いられないため、埋立処分をするというのが基本的な考えになっているが、河川湖沼等で埋立処分が不可能な場合には陸上処理、処分によらねばならない。

ヘドロを浚渫除去し、これをあらかじめ築造しておいた埋立護岸内に運搬、収容して埋立地を造成するのが最も一徹的な処理、処分の方法である。この場合、埋立地内で自然沈澱だけで埋立地の造成を完了できれば、最も簡単で経済的であるが、工事中に埋立地内より排出される余水は水域の水質を悪化させないための規制を受け、ヘドロの含有物質、施行の工期等の条件のために、種々の余水処理設備を必要とする場合が生じてくる。

現在、浚渫船はにこりの発生が少ないものが開発され、余水処理設備も下水浄化にも用いられている水処理技術を応用してまだ完全なものとはいえないが一応ヘドロ処理に対処できる段階になっている。

ヘドロ処理の最終処分までの概要は図－3.1の通りである。

本調査では、海洋投棄処分は扱わないものとし、ヘドロ処理と関連の深いヘドロによる埋立の表面覆土は調査対象とした。

また、本文では取扱わないが、大量のヘドロの埋立処分には、埋立地の確保と出来上がった埋立地の有効利用、ヘドロ自体を農地改良その他に有効利用する方法、緑地以外に、建造物を建てるための大規模な地盤改良等がヘドロ処理に関する研究課題として考えられている。

### 3.2 浚渫、運搬、埋立、覆土

#### 3.2.1 ヘドロ浚渫の現状

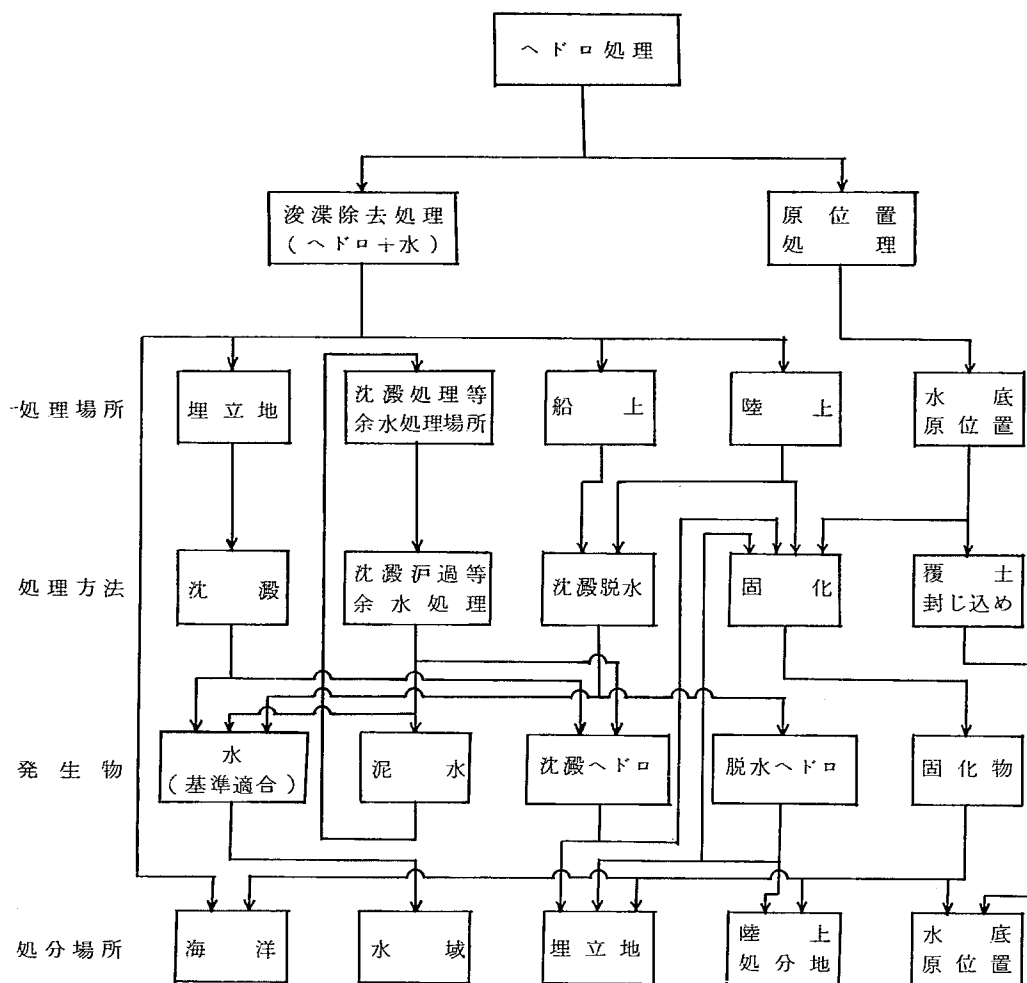
水底に堆積しているヘドロを処理、処分する技術は、未だ十分に発達していないが、現在までの実施例をみると、多くはヘドロを原位置から除去する技術が主体である。

港湾の開発維持を目的として発達してきた従来の浚渫技術を基盤として、ヘドロの処理処分を実施する場合発生する問題点を解消する方向で検討されてきて、各種の新規装置の開発等が行なわれており、現在ではある程度満足すべく解決策を見出している。しかしながら30mを超えるような大水深の場合や、掘削跡の平坦性、ヘドロの性質や堆積厚の変化に対する追従性などの面でそれぞれ得失があり、汎用性のあるものとはなっていない。

#### 3.2.2 浚渫

一般の浚渫工法は、ポンプ船、特殊ポンプ船、グラブ船、ディバー船、その他の浚渫機による工法があるが、その中でもヘドロ浚渫に用いられる浚渫船の分類及び特長を下記に示す。

##### 1. ポンプ浚渫船による工法



図－3.1 ヘドロ処理の概要図

- 註： 1) 固化には有害水底土砂をセメント等により固形化し、または土砂がもれないように容易に破壊されない容器に入れることを含む。このように処理すれば、海岸より約100m以上距てた特定区域(A海域)に海洋投入処分をすることができる。
- 2) 浚渫したヘドロを直接海洋処分できるのは有害水底土砂でない場合である。ただし、水産動植物の生育に支障をおよぼすおそれのある場所を避けるよう努めなければならないとされている。

(イ) 自航式（ドラグサクション）

自航しながら土砂を吸い上げて、船内の泥艙に入れて土捨場に運ぶ。一般の土砂浚渫に用いられており、ヘドロ浚渫の場合は、一般の土砂浚渫に比較してドラグヘッドの索引スピードを十分調整を行なっている。

(ロ) 非航式カッター付き

一般にポンプ船と呼ばれているものであり、一般の土砂浚渫に適しており、ヘドロ浚渫の場合は、濁りの発生を少なくするため、カッターを使用しないで浚渫することもあり、またカッターの周囲にカバーを取り付けたものもある。

(ハ) 非航式カッターレス（改造型）

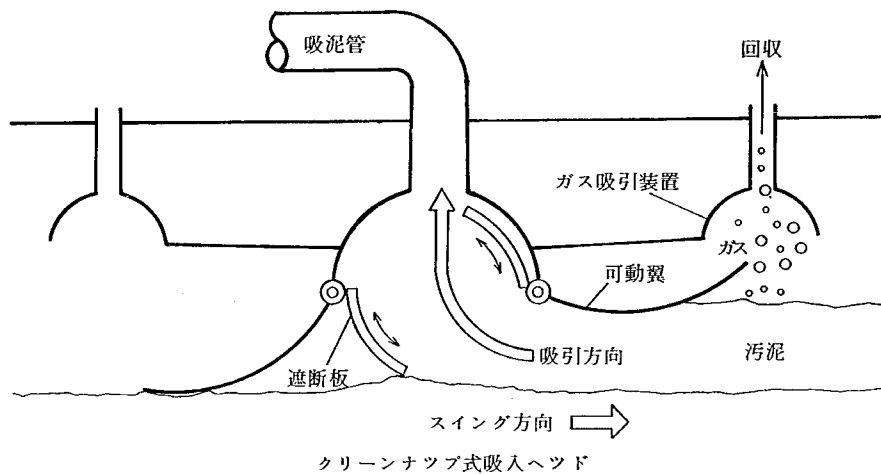
汚濁の発生を少なくする目的でカッター付きポンプ船のカッターを取り去り、ヘドロを吸引するための特殊な装置をカッターヘッドの位置、またはラダーの先端部の下部に固定し、ヘドロを浚渫する方式である。

原理的には、吸込装置を一定の土厚で、水平にヘドロ層に食い込ませながら移動させ、ヘドロを吸込装置内へかき込むようにして吸引し、濁りの発生を広いカバーで防止する形式のものが多く、このようなことから現在吸込装置として使用されているものは、表－3.1（図－3.2、3.3、3.4）があり、夫々、現場条件に応じて使用されている。

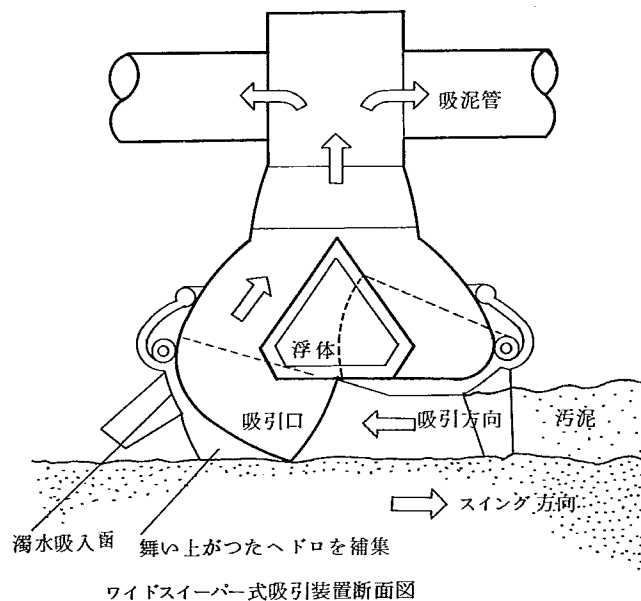
なお、本方式には浚渫濃度を高くするためメインポンプをラダーの先端部に取付けたり、ブースターポンプ付きのものがある。

表－3.1 現有の吸込装置

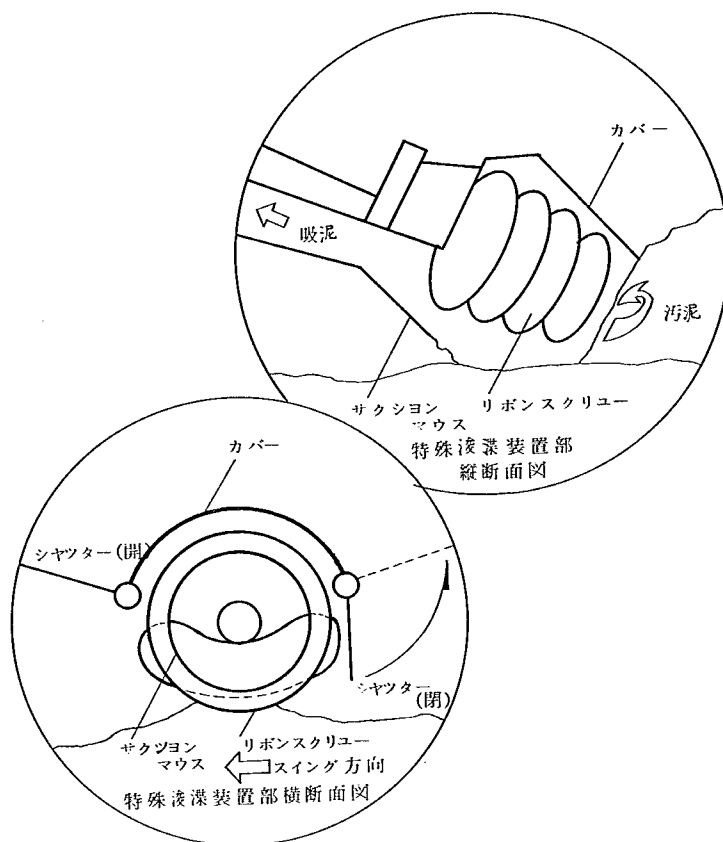
| 現 有 装 置   | 装 置 概 要                                  |
|-----------|------------------------------------------|
| ドラグユニット型  | カッターに代えドラグユニットを装備                        |
| クリーンナップ型  | 可動翼による泥土回収装置等を装備                         |
| リボンスクリュー型 | カッターに代え、リボンスクリューを取付け、汚濁防止用として開閉可能なカバーを装備 |
| ワイドスィーパー型 | 汚泥捕集カバー、濁水吸入函、粗大ゴミを除去するためのスクリーンを装備       |



図－3.2 特殊吸込装置クリーナップ型



図－3.3 特殊吸込装置ワイドスイパー型



図－3.4 特殊吸込装置リフレッシュ型

## 2. 特殊ポンプ付き浚渫船による工法

ヘドロ浚渫用に特別に開発された特殊ポンプを利用して浚渫する方式であり、これらのポンプは、従来のポンプ浚渫船に用いられている渦巻ポンプとは、全くその機構を異にしている。

本方式では、カッターを取りはずし、ラダー先端部にスクリー式集泥機の設置された特殊吸込装置を取り付け、その背後にポンプを設置してヘドロを吸引する方式が一般的である。以下にその分類と特長を示す。

### (1) ピストンポンプ式

ピストンを往復させることにより、吸泥、排泥するポンプで、ピストンのシリンダー下部がタンク室になっているものである。(図－3.5 参照)

(ロ) シルシポンプ式

海底の汚泥にかかる水圧と、大気圧であるタンク内との圧力差でヘドロを吸泥し、空気の圧力を利用してヘドロの圧送を行うポンプで特に高粘性のヘドロの輸送に適している。

(図-3.6 参照)

(ハ) ウーザーポンプ

海底のヘドロにかかる水圧だけでなく、タンク内を負圧にして吸泥能力を高めたものであり、シルシポンプの改良型である。排送方式などはシルシポンプと同様である。(図-3.7 参照)

(ニ) 水中サンドポンプ式

小規模のヘドロを浚渫するために、在来の水中サンドポンプを単一、または複数個を一体とし、簡易組立船などに搭載して使用する方式である。

(ホ) スネークポンプ式

高濃度ヘドロの、吸泥及び排泥を連続的に行えるポンプである。

表 3.2 にカッターレスボ式浚渫船の分類と特徴を示す。

3. グラブ浚渫船による工法

(イ) 自航式

泥艙を保有した大型船のほかに、小型船としてガット船と呼ばれるものもある。

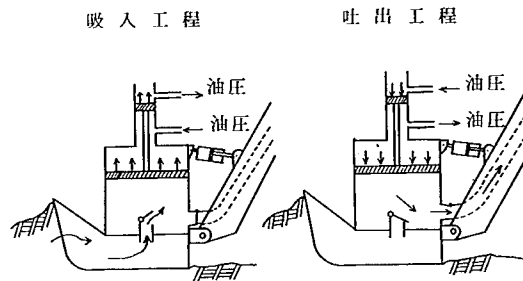


図-3.5 ピストンポンプの作動図

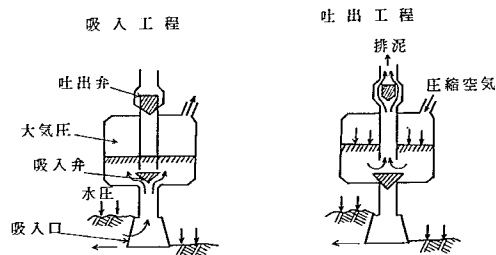


図-3.6 シルシポンプの作動図

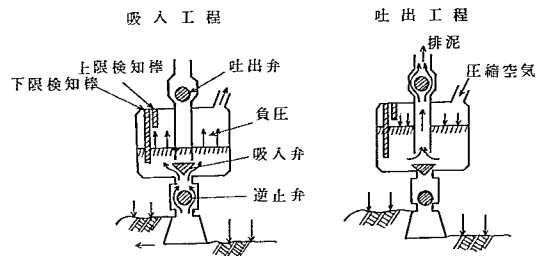


図-3.7 ウーザーポンプの作動図

表一 3.2 カッターレスポンブ式浚渫船の分類とその特徴

| 主ポンプの種類        |       | 主ポンプの位置 | ポンプの原理                                                          | 特 徴                                                                                                |
|----------------|-------|---------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 渦巻ポンプ          |       | 船内型     | ポンプ内部で羽根車を回転させる事により、負圧を生じさせ、外部の土砂水（混合水）を大気圧によってポンプ内に吸入し圧送する。    | 1.実質的吸泥負圧は水柱で7～8mであるので浚渫深度が大きくなると含泥率が低下する。<br>2.ブースター接続は容易で、長距離排送が可能である。                           |
|                |       | 低位置型    | 原理は船内型と同じであるがポンプを低位置にする事により、吸泥負圧を有効に作用させる事を計っている。               | 1.ポンプを低位置にする事により上記欠点を補ったもので水深の影響がない。<br>2.高粘性流体輸送は困難である。<br>3.ブースター接続は容易で長距離輸送可<br>4.小容量から大容量まで適応可 |
| ニューマチックポンプ     | シルン式  | 低位置型    | ポンプ内部を弁操作により、大気圧状態にし、ここに外部の周辺泥土を大気圧によって吸込ませ、これに圧縮空気を注入して圧送する。   | 1.実質的にはタンク本体が埋没する深さ（3m）以上の水深が必要となる。<br>2.高含泥率の吸泥はできるが弁不良時に逆噴出する事がある。<br>3.容量に限界が有り接続は不可            |
|                | ウーザー式 | 低位置型    | 吸泥時にポンプ内部が大気圧状態のシルン型に対しこれは負圧状態にする事により吸泥効果の増大を計っている。             | 1.シルン型の欠点を補ったもので水深の影響はない。<br>2.他はシルン型と同じ                                                           |
| ピストン式<br>スネーク式 |       | 低位置型    | ポンプ内部のピストンこの上・下、あるいは回転翼により負圧を生じさせ、ここに外部の周辺泥土水を大気圧によって吸込ませ、圧送する。 | 1.水深の影響はない。<br>2.高含泥率輸送に適している。<br>3.容量に限界がある。<br>4.土運船直投とか、短距離輸送に最も適している。                          |

#### (四) 非 航 式

汚泥浚渫の場合は在来のグラブバケットを改良し、濁りの発生を防止した構造の密閉のグラブバケットを用いる工法である。これらの機構には、つぎのようなタイプのものがある。

a. 下部滑車の下に「浮きフレーム」が取り付けられており、バケット全体がヘドロの中に沈み込まず、かつ、そのフレームが浚渫時にシェルと一体となってカバーの役目をなしている。(図-3.8 参照)

b. 浚渫時のバケット全体の初期くい込み深さが一定になるようにし、シェル上部に固定カバーを設けている。

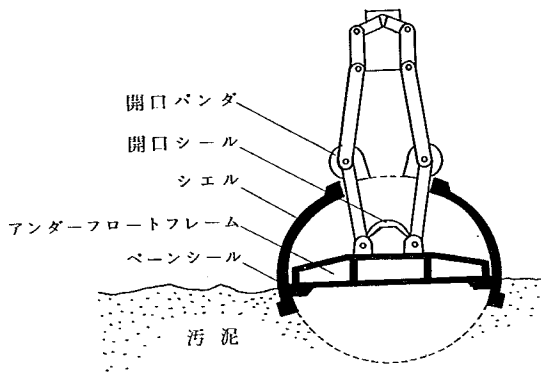


図-3.8 密閉グラブ (2~5 m³)

両方式とも、浚渫時につかんだヘドロの漏れによる濁りの発生を防止する工夫がなされており、一搬のグラブバケットのものに比較して、濁りの発生が少ない。

ヘドロ浚渫に要求される条件は、汚濁発生量が少いこと、掘り残しがないこと、余堀量が少いこと、余水処理を考慮して含泥率(湿潤ヘドロ容積/浚渫泥水容積)が高いこと、その他となっており、ヘドロ浚渫には専用の目的で開発、または改良されたポンプ浚渫船が使用されることが多く、特殊の場合にはグラブ浚渫船等が使用されている。

ポンプ浚渫船の揚土量は、揚水量と含泥率によって定まる。公称揚土量は浚渫船の短時間作業の場合のほぼ最大に近い能力を示したものであって、高含泥率で浚渫可能なように開発された専用船でも、施工条件が厳しく、まだヘドロ中に障害物等の存在が多いこと等のため、施行実績は一工事を均せば含泥率30%以下になっている。

#### 3.2.3 運 搬

浚渫したヘドロを埋立地、または陸上の処分地まで運搬する方法には次のようなものがある。

- 1) 排送管による方法
- 2) 土運船による方法
- 3) 車輻による方法(主として二次運搬)

#### 4) コンベヤによる方法(主として二次運搬)

#### 3.2.4. 埋立

埋立地は浚渫したヘドロの最適な処分地である。埋立地まで運搬されてきたヘドロを埋立地内に分散堆積させる一般的な方法は次の通りである。

- 1) 浚渫船に連結している排送管から直接埋立地に排泥する方法
- 2) 土運船、自航式浚渫船からポンプ等で埋立地に排泥する方法
- 3) 土運船、自航式浚渫船で埋立地にヘドロを直接投入する方法

この方法は護岸に開口部がある場合に限られて用いられる方法であるが、有害水底土砂の埋立処分はこの方法では施工できない。

#### 4) 陸上土木機械による方法

#### 3.2.5 覆土

ヘドロを収容した埋立地は、軟弱で支持力も低く、そのまま放置するとヘドロの散乱や舞いあがりがあるのでその表面を良質土で被覆し封じ込める必要がある。覆土工法には次のようなものがある。

- 1) 表層に直接土砂をまき出す方法
- 2) 表層にシート等を敷設し、その上に土砂をまき出す方法
- 3) 表層処理後覆土する方法
- 4) ヘドロと良質土を交互に覆土する方法

この方法は有害水底土砂を埋立護岸内の水位以上に排出する場合のものである。

### 3.3 余水処理、ヘドロの濃縮、脱水

#### 3.3.1 余水処理

##### 1. 余水処理の目的

ヘドロの余水処理の目的は、埋立て沈殿池あるいは濃縮、脱水工程で生じる上澄水や分離液を二次公害の危険性が生じないまでに処理して放流することである。したがって処理機能としては以下の条件を具備していなければならない。

- (イ) SSの除去
- (ロ) 窒素、リンの除去
- (ハ) 有害物質の除去
- (ニ) BOD, CODの除去
- (ホ) 油分の除去

また余水は、次に述べるような大きな特徴を持っている。

(1) 微細なヘドロ粒子を含む。

浚渫、埋立て施工の際、流出する余水に含有される粒子の粒度分布を見ると、微粒子が非常に多く、そのために沈殿しにくい懸濁水といえる。

(2) 処理対象水量が多量である。

浚渫工事の性格上、工事日数×土量は大規模で、従って余水量も多量である。

(3) 水質（特にSS）変動が激しい。

いずれにしても前述したように、環境への二次公害を防ぐために余水処理は必要である。

## 2. 余水処理工法

余水の処理工法としては、一般に自然沈殿法、凝集沈殿法、砂ろ過法などの単位操作が、挙げられるが、実際の処理においては、処理目標により、これらの単位操作が、単独、あるいはそれらの組み合わせで用いられる。これらの処理装置は大量に処理が可能で、SSの変動に強いものであることが、必須条件となり、又、浚渫工法、規模に合致したものが必要である。

次に、前述した処理機能別に、その処理法について説明する。

(1) SSの除去

余水の処理において通常、その中心をなすのはSSの除去である。SS除去の機能を有する処理方法には、

(a) 凝集沈殿

(b) 浮上分離

(c) ろ過

等があげられるが、各々については、装置的、機械的に特徴を有する処理装置が開発されている。

以下に、各処理法の特徴について述べる。

(a) 凝集沈殿

水処理分野では広く用いられているSS除去方法であり、ヘドロの余水処理でもこの技術が用いられている。

これは懸濁性物質、コロイド性物質を凝集剤で吸合、合一させ大きなフロックとして沈殿除去する方法である。凝集沈殿をヘドロの余水の処理に適用した場合の利点としては、通常水処理での利点の他に、栄養塩類のうちリン除去に対処しうること、重金属などの除去を可能にすることなどである。凝集剤としては、硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウムなどのアルミニウム塩、塩化第2鉄、消石灰、

有機性高分子凝集剤等が、挙げられる。

(b) 浮上分離

これは凝集剤により、フロックを形成させた後溶解空気が発生させ、フロック内部に気泡を付着合一させて見掛け密度を軽くして、上方に浮上させ、懸濁物質等を浮上物として除去する方法である。浮上分離をヘドロの余水処理に適用した場合の利点については、凝集沈殿の場合と同様である。

(c) ろ過

ヘドロ余水の処理においても、SS除去に対処するため、ろ過処理が用いられている。ろ過は、単独で用いられることは、比較的少なく、凝集沈殿と組み合わせて用いられることが多い。最も簡単なろ過は支持層の上に珪砂などを充てんした単層ろ過が、用いられているが、原水中のSSは、大半が、ろ層の流入側の表面に捕捉され、ろ層の内部はあまり有効に利用されていない。このような点を改善する目的で、実用に供されているのが比重の小さい粗粒ろ材から比重の重い細粒ろ材に向って通水しうような粒径の異なるろ材を2層、3層と逆粒度構成とした、いわゆる多層ろ過である。下向流方式の単層ろ過、および多層ろ過におけるSSの捕捉状況を図-3.9に示す。

多層ろ過においては、原水中のSSは、粒径の大きなものは、ろ層の表面層でよく捕捉され、以下微細なSSは、ろ層全体で、捕捉される。したがって単層ろ過に比較して、ろ層全体としてのSS捕捉量は、著しく向上するとともに、ろ過持続時間も長くなるなどの利点がある。装置の詳細については後述する。

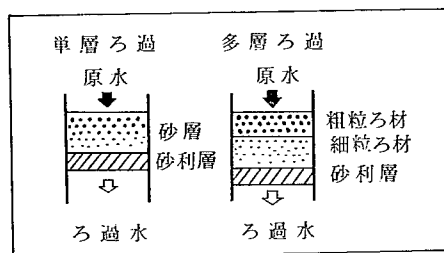


図-3.9 砂層によるろ過

(四) リン、窒素の除去

ヘドロ中の栄養塩類は、赤潮の発生の主因と目されている。窒素・リンの除去は、富栄養化防除策として種々の技術的検討が行われているが、リン除去は、凝集処理である程度、対処できるのに対して、窒素除去は、ろ過処理までの処理工程だけではまかないきれない。窒素除去の方法としては、次のものが試みられている。

(a) 生物学的硝化脱窒法

(b) 不連続点塩素注入法

(c) アンモニアストリッピング

(d) イオン交換ゼオライトを利用した処理法

へドロの余水中の窒素は、有機性窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素などがあり対象余水の性状により、上記処理方法の適宜選択することが大切である。

窒素除去方式の比較を表-3.3に示す。

表-3.3 窒素除去方式の比較

| 方 式                   | 対象とする窒素                                                                        | 基 本 フ ロ ー | 特 徴                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| アンモニアストリッピング          | $\text{NH}_4\text{-N}$                                                         |           | <p>長 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 装置の運転が容易である。</li> <li>2) <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>によるPH調整で、脱リンも可能である。</li> </ol> <p>短 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\text{NH}_3</math>を大気中に拡散するため2次公害の恐れがある。</li> <li>2) 温度低下対策が必要である。</li> <li>3) PH調整に多量のアルカリ剤がいる。スケール防止対策が必要。</li> </ol> |
| イオン交換<br>(吸着剤)<br>の利用 | $\text{NH}_4\text{-N}$<br><br>$\text{NO}_2\text{-N}$<br>$\text{NO}_3\text{-N}$ |           | <p>長 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 除去効率が低い。</li> </ol> <p>短 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 濁質を予め除去する必要がある。</li> <li>2) 再生液の処理対策が必要。</li> </ol>                                                                                                                                                  |
| 不連続点<br>塩素処理          | $\text{NH}_4\text{-N}$                                                         |           | <p>長 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 反応が早い。</li> </ol> <p>短 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) PHコントロールが難い。</li> <li>2) ランニングコストが高い。</li> </ol>                                                                                                                                                       |
| 生物学的<br>脱窒素           | $\text{T-N}$                                                                   |           | <p>長 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\text{T-N}</math>が除去できる。</li> <li>2) <math>\text{N}_2</math>として大気に放散するので2次公害の心配がない。</li> </ol> <p>短 所</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 敷地面積が大となる。</li> <li>2) 有機炭素源が必要である。</li> <li>3) 水温による影響が大。</li> </ol>                                               |

(イ) 有害物質の除去

前述した凝集沈殿、浮上分離、ろ過等でSSを除去することにより、大部分の有害物質を取り去ることができる。水銀に関しては、大部分が不溶性状態（SS状あるいは、SSに吸着された状態）でヘドロ中に存在していると考えられ、従って、SS除去が、液側から水銀を除去する最も有効な方法の一つといえる。また、水銀以外の重金属類についても、水銀と同様その大部分が、不溶性状態で存在していると考えられる。しかし、どうしても除去しきれない場合には吸着等の方法を考える必要がある。

(ロ) BOD, CODの除去

凝集沈殿、浮上分離、ろ過によりSSに関連するBOD, CODは、ほとんど除去することができる。しかし溶解性のBOD, CODは、前記した方法では一部しか除去できないので、要求される水質にもよるが、活性炭吸着などの物理的方法、オゾン酸化等の化学的方法を考慮しなければならない場合もありうる。

(ハ) 油分の除去

含油ヘドロ（沈降油も含む）は、含油率が高いため気泡による浮上分離の可能性が大であり、このような分離方法として気泡による油滴の会合、合一が一番経済的で有力な方法である。このようにまず気泡攪拌槽、浮上濃縮装置を設けて油分の粗分離を行い、あと仕上げとしての油分の除去法として、前記したような凝集沈殿、浮上分離、ろ過などの方法と油水分離の方法がある。

3. 余水処理装置の種類

ここでは、凝集沈殿、ろ過、浮上分離、油水分離の各装置について記す。

(1) 凝集沈殿装置

コロイド状のSS（通常埋立で沈殿池から排出されるSSの粒子径は、 $10\mu$ 以下が予想される。） $60\mu$ 以下の油滴は通常の分離装置では除去することができず、凝集沈殿法によらなければならない。凝集沈殿装置としては、凝集攪拌槽と沈殿分離槽とが別個になっている装置と、凝集槽と沈殿槽とを一体化した高速凝集沈殿装置とが一般的である。表-3.4に長短をまとめて示す。

(ロ) ろ過装置

ろ過は、多孔状物質を通して液体を通水し、その中に浮遊、あるいは懸濁している固体粒子を液体から分離し、清澄化することにある。このようにろ過は、懸濁液中の固体粒子群をろ層の表面あるいはその内部で捕捉し、このろ層を通過するろ液と、固体物質とに分離する方法である。一般にろ過操作は凝集沈殿操作と共に広く

表－3.4 凝集沈殿装置の長短所

| 装置名                                       | 長 所                                                                                                                           | 短 所                                                                                                                                                                 | 備 考                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 横沈<br>殿<br>装<br>式置                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 清澄水が得られる。</li> <li>○ 沈降粒子の分離性能が良好</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 比較的建設用地が広い。</li> <li>○ 風波により内水面の乱れを生ずる。</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 形状は長方形で内水の流れを均一化するため長さ：幅の比 3：1、8：1、深さ 3～4 m と定められている。</li> <li>○ 内水の平均速度 30～40 cm/min</li> <li>○ 滞留時間 3～4 時間</li> </ul> |
| 傾沈<br>斜<br>殿<br>板<br>装<br>式置              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 懸濁液濃度が高い時に効果が発揮される。</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 希薄懸濁の場合は分散効率が低い。</li> <li>○ 上昇流と沈殿粒子の下降流が衝突して混合してしまうために分離効果は半減する。</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一枚の板の面積 0.92 m<sup>2</sup></li> <li>○ 一枚の板の高さ 837 mm</li> </ul>                                                         |
| 傾沈<br>斜<br>殿<br>流<br>路<br>装<br>式置         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ このモジュールは既設の沈殿池の中に簡単に取り付けられる。</li> <li>○ 傾斜板方式に比べてレイノルズ数を低くすることができるので多少有利</li> </ul>  |                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 角型流路のモジュールでは通常寸法は約 50 mm×50 mm 角で傾斜角度 60° である。</li> </ul>                                                               |
| ス<br>循<br>環<br>1<br>型                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ コンパクトであり、かつ高性能</li> <li>○ 建設費が比較的安い。</li> <li>○ コロイド廃水の処理、除油に効果がある。</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土砂を多量に含む。</li> <li>○ 廃水では循環部に土砂が堆積し、循環機能が阻害される。</li> <li>○ 運転管理技術に熟練を要する。</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 分離速度 3～3.5 m/h</li> <li>○ 船体の揺れの対策が必要である。</li> </ul>                                                                    |
| ス<br>ブ<br>ラ<br>リ<br>ン<br>1<br>ケ<br>ッ<br>ト | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ フロックのキャリオーバーが少い。</li> <li>○ 油濁エマルジョン廃水処理に適する。</li> <li>○ 清澄な処理水を得ることができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 比較的運転管理が難しい。</li> <li>○ キャリオーバーに注意が必要である。</li> <li>○ 処理が不安定である（流入変動によるブランケット層、界面が変動する）</li> <li>○ 熟練した技術が要求される。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 混合部のスカム処理を考える必要がある。</li> </ul>                                                                                          |
| 複<br>合<br>型                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ スラリーブランケット型に比べて、水量変動に対して安定した処理ができる。</li> <li>○ 排泥が容易である。</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 排泥の濃度が低い。</li> <li>○ スラッジ界面コントロールが難しい</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 油、スカムの処理を考える必要がある。</li> </ul>                                                                                           |
| ハ<br>ク<br>イ<br>イ<br>フ<br>ナ<br>ア<br>ッ<br>プ | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 処理能力を大きくとれる。</li> <li>○ 水量変動に対して安定性が大。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 濃縮槽構造に問題があり、スラッジが堆積する可能性が大。</li> </ul>                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
| ハ<br>レ<br>イ<br>ア<br>ッ<br>プ                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 水量変動に強く、スタートアップが早い。</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 粗大夾雑物、砂が混入すると機能を害する。</li> </ul>                                                                                            |                                                                                                                                                                  |
| P<br>B<br>S<br>型沈装<br>造<br>粒<br>殿置        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 装置全体が非常にコンパクトで設置面積が小さい。</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 濃縮機構がないので濃縮槽を必要とする。</li> </ul>                                                                                             |                                                                                                                                                                  |

表－3.5 戸過装置の長短所

| 装置名                             | 長 所                                                                                                                                                      | 短 所                                                                                                            | 備 考                                                                                      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 重砂装<br>力ろ<br>式過置                | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置構造が簡単で上部が開放されているので、池内の様子が観察でき保守、補修が容易である。</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>逆洗浄が面倒</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>適用性可</li> </ul>                                   |
| フ<br>リ<br>イ<br>ク<br>ル<br>タ<br>ー | <ul style="list-style-type: none"> <li>サイホンを利用して、戸過・洗浄の切り替えを行ない工程移行時の水圧変動が小さい。</li> <li>戸過水の持つ水位差を利用して洗浄できる。</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>洗浄直後の戸過開始時の戸過水を捨てる捨て水がない。</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>適用性可</li> </ul>                                   |
| 水ろ<br>平過<br>流装<br>置型            | <ul style="list-style-type: none"> <li>大部分の懸濁物が除去された水は外周の低戸過速度部を通る間に最終仕上げが行なわれて良質な水質が得られる。</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>槽径を大きくすることができ</li> <li>洗浄が不十分になることがある。</li> <li>槽径に比して槽高が高い。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置高さが高く径が小さいので船上向きでない。</li> </ul>                 |
| 上<br>向<br>過<br>流装<br>置型         | <ul style="list-style-type: none"> <li>戸材は下層ほど大径になっているから懸濁物は流入部に近い戸層ばかりに、捕捉されることはなく戸層全体で捕捉される。従って、戸過抵抗の上昇の仕方が小さく懸濁物の捕捉量も多くすることができる。</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>可能な戸過速度に絶対的な限界がある。</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>油分の多い水に対しては支持床が汚染される可能性が大きい。</li> </ul>           |
| 圧戸装<br>力ろ<br>式過置                | <ul style="list-style-type: none"> <li>流入圧力を高めるだけでその目的が達成され、戸過抵抗や戸過速度が大きくとれる。</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置の大きさに限界がある。</li> <li>戸材の状態を見ることができない。</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>適用可能</li> </ul>                                   |
| ハン戸装<br>ー<br>デジ過置               | <ul style="list-style-type: none"> <li>戸水は連続的に流れ、停止することがなく、洗浄水貯留槽が不要。</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>層厚が薄いので戸過速度を大きくとれない。</li> <li>濁質のリークが早い。</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>適用可能</li> </ul>                                   |
| モ<br>フ<br>イ<br>バ<br>ル<br>ブ<br>ー | <ul style="list-style-type: none"> <li>1つのバルブの自動開閉操作によって洗浄ができる。</li> </ul>                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>洗浄タンクの水位は漸減するために、洗浄のための有効ヘッドは、しだいに減少し、洗浄流速が減少する。</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>適用性可</li> </ul>                                   |
| 半戸装<br>連<br>続過置                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>高濁水の戸過に適する。</li> <li>運転休止時間が短い。</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>戸層のゆるみが生ずるため、濁質リークし易い。</li> <li>高度処理（水質的）には不向き。</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>現在開発段階であり、国内で実用化された例はない。</li> <li>適用不可</li> </ul> |
| 上流装<br>・戸<br>下過置                | <ul style="list-style-type: none"> <li>原水が上・下端から入るため、戸過速度を上げて戸材が流動しないので戸層を2倍に使うことができる。</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>砂層の状態を観察できない。</li> <li>洗浄を十分行なう必要がある。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>上向流戸過部の支持床の汚染が問題</li> </ul>                       |
| 移戸<br>動過<br>床装<br>置型            | <ul style="list-style-type: none"> <li>合理的なコンパクト設計で設置面積が極めて小さい。</li> <li>連続運転</li> <li>マッドボールの発性がない。</li> <li>大きな処理能力。</li> <li>高い固形物負荷で運転可能。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置の大きさに限界がある。</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>余水処理に適用可。</li> <li>5.4 参照。</li> </ul>             |

表-3.6 清澄ろ過装置の分類

| 槽型式         | 流 方        | ろ 槽 構 成             | 装 置 名 称                       | ろ材1)<br>構 成  | 洗 浄 操 作                        |                | 原水SS範囲<br>(ppm) | ろ過速度<br>m/hr | 実量数 | 適 用 分 野                             |                      |
|-------------|------------|---------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----|-------------------------------------|----------------------|
|             |            |                     |                               |              | 作 動 機 構                        | 方 法 2)         |                 |              |     |                                     |                      |
| 開 放 ろ 過 装 置 | 下 向 流 方 式  | 単 室 ろ 層             | 重力式砂ろ過装置                      | I            | 手動ポンプ利用                        | BW又は<br>BW+SW  | 10~50 *         | 5~6          | 多   | 上水道、工業用<br>水道、下水三次<br>処理、海水等広<br>範囲 |                      |
|             |            | ユ ニ ッ ト 構 成 の ろ 層   | グリーンリーフ・フィルター<br>フリフロ・フィルター   | I            | 真空ポンプ又はエジェクター<br>利用による自動サイホン方式 | BW又は<br>BW+SW  |                 | 7~10         | 中   |                                     |                      |
|             |            | 多 室 ろ 層             | バーヂンシーろ過装置                    | Iで層<br>厚30m  | 各室を自動的にポンプにより<br>洗浄・ろ過中洗浄可     | BW             | < 5             | < 5          | 中   |                                     | 凝集沈殿装置の後<br>処理用として使用 |
|             |            |                     |                               |              |                                |                |                 |              |     |                                     |                      |
|             | 水平流<br>方式  | 単 室 ろ 層             | NIKECSフィルター(仮称)               | I~II         | 汚染砂を上部にエアリフトで<br>移送し、洗浄する      | BW             | 10~100*         | ろ材層中<br>で減速  | 少   | 工業用水、廃水、<br>三次処理等                   |                      |
|             | 上向流<br>方式  | 単 室 ろ 層             | イノブイアム・フィルター<br>上向流ろ過装置       | II           | 手動ポンプ、<br>コンプレッサー利用            | AW+ABW<br>+ BW | 10~100*         | 10~12        | 少   | 同 上                                 |                      |
|             |            | 単 室 ろ 層             | 移動床ろ過装置                       | II           | エジェクター、コンプレッサー<br>油圧ポンプ        | 水洗浄            | 10~500*         | 8~17         | 少   | 同 上                                 |                      |
| 密 閉 ろ 過 装 置 | 下 向 流      | 単 室 ろ 層             | 加圧ろ過装置<br>ウルトラハイレート・フィルター     | I~III<br>III | 手動ポンプ利用、タイマーそ<br>の他でポンプ作動      | BW<br>ABW+BW   | 10~50 *         | 5~10         | 多   | 上水、工業、廃水、<br>三次処理等                  |                      |
|             |            | 単室ろ層の上部に<br>洗浄タンク有  | モノバルブ・フィルター<br>バルブレス・フィルター    | I N          | タイマー、エジェクターによ<br>りサイホン作動方式     | BW             | 10~50 *         | 5~6<br>7~10  | 多   |                                     | 工業、下水三次処<br>理、海水、廃水等 |
|             | 上向流<br>方式  | 単室ろ層の上にろ<br>材洗浄槽有   | 半連続ろ過装置                       | I~II         | ろ材の間を洗浄室に移送して<br>洗浄する          | BW             | 10~50 *         | 20~40        | 少   | 工業、下水三次処<br>理、廃水等                   |                      |
|             | 上・下<br>流方式 | 単室ろ層であるが<br>ろ層を2段利用 | ステレオ・フィルターデュアル<br>アルフロー・フィルター | I又は<br>N     | 手動ポンプ、<br>コンプレッサー利用            | AW+BW          | 10~50 *         | 20~30        | 中   | 工業、下水三次処<br>理、塩水等                   |                      |

注) \*印は発注ろ過 ★★印は熱汚染水の表 1) 表-3.6.1の記号 2) 表-3.6.2の記号

表-3.6.1 ろ層構成

| 記号  | ろ層構成        |            |             |            |
|-----|-------------|------------|-------------|------------|
|     | 砂           |            | アンスラサイト     |            |
|     | 有効径<br>(mm) | 層厚<br>(mm) | 有効径<br>(mm) | 層厚<br>(mm) |
| I   | 0.45~0.7    | 600~800    | —           | —          |
| II  | 1.0~2.0     | 600~1500   | —           | —          |
| III | —           | —          | 2.0~5.0     | 600~2000   |
| IV  | 0.45~0.7    | 200~300    | 1.0~1.5     | 200~400    |

表-3.6.2 ろ材の洗浄方法

| ろ材の洗浄方法 |                        |                           |              |                |
|---------|------------------------|---------------------------|--------------|----------------|
| 記号      | 洗浄方法                   | 平均流速<br>( $m^3/m^2/min$ ) | 時間<br>(min)  | 備考             |
| BW      | 逆流洗浄                   | 0.4~1.0                   | 5~15         | 表面洗浄を併用することがある |
| SW      | 表面洗浄<br>(固定式)<br>(回転式) | 0.2<br>0.05~0.1           | 5~10<br>5~10 | 逆流洗浄と併用する      |
| AW      | 空気洗浄                   | 0.4~1.0                   | 3~7          | 同上             |
| ABW     | 空気水洗浄                  | 0.2~0.4                   | 5~15         | 同上             |

表－3.7 加圧浮上分離装置の長短所

| 装置名              | 長 所                                                                                                                           | 短 所                                                                                          | 備 考                                                                                                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 上<br>向<br>流<br>式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○浮上しないものは、スラッジスクレーバに集められ、排出される。</li> <li>○構造的には中心回転軸にスキマ、給泥部、スクレーバを取り付けている。</li> </ul> |                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○油・軽いSSの分離には適する。</li> <li>○含油泥に適用可</li> <li>○比較的重いものにも適する。</li> <li>○浮上槽は角型のものがある。</li> </ul> |
| 水流<br>平式         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○長方形処理槽でチェンベルトで浮上物沈殿物を集める。</li> </ul>                                                  |                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○含油泥、油、SS分離に可。</li> <li>○比較的重い物にも適する。</li> </ul>                                              |
| 多<br>段<br>式      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○浮上分離性能は良い方である。</li> <li>○軽い物の浮上分離に適している。</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○重い物の分離は悪い。</li> <li>○沈殿物は処理水に混入されるため適さない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○油など軽いものの処理に適応可。</li> <li>○比較的重い土砂を含むものには適さない。</li> <li>○含油泥に可</li> </ul>                     |

表－3.8 油水分離装置の長短所

| 装置名                     | 長 所                                                                                             | 短 所                                                                                                                     | 備 考                                                                                                                         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aオセ<br>Pイバ<br>Iルレ<br>ータ | <ul style="list-style-type: none"> <li>○構造が簡単。</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○スペースを多く必要とする。</li> <li>○エマルジョン油の除去、150<math>\mu</math>以下の油滴の分離はできない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○SS分の多い液に対しては不適。</li> <li>○シクナーで濃縮後の液中に油滴径150<math>\mu</math>以上がある場合は適用可。</li> </ul> |
| Pオセ<br>Pイバ<br>Iルレ<br>ータ | <ul style="list-style-type: none"> <li>○APIよりスペースが小さく60<math>\mu</math>以下の油滴の除去ができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○エマルジョン油の分離はできない。</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○SS分の多い液には不適。</li> <li>○シクナーで濃縮後液中に油滴径60<math>\mu</math>以上を含有する時適用可。</li> </ul>      |
| Cオセ<br>Pイバ<br>Iルレ<br>ータ | <ul style="list-style-type: none"> <li>○PPIの改良型でさらに装置面積は小さい。</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○エマルジョン油の分離はできない。</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○同 上</li> </ul>                                                                      |

実用に供され、その役割は凝集沈殿操作が比較的高濃度原水を対象とするのに対して、ろ過は、凝集沈殿処理水など、比較的低濃度の原水を処理の対象としている。表－3.5にろ過装置の長短所等をまとめて示す。又、表－3.6に清澄ろ過装置の分類を示す。

#### (イ) 加圧浮上分離装置

加圧下で空気を溶解させて、大気圧下に戻したときに生ずる微細気泡を汚濁物質に付着させて、浮上分離する方法である。硫酸バンドと有機高分子凝集剤等を添加

して、油分、SSを凝集させて、この凝集体に微細気泡を付着させる。浮上分離装置は上向流式、水平流式、多段式とがあり、水平流式が一般的である。表-3.7に長短所等をまとめて示す。

#### (二) 油水分離装置

油水分離装置としては種々の方法があるが、代表的な装置の長短所等を表-3.8に示す。

### 4. 余水処理実績例

余水処理工法には土木的処理工法、機械的処理工法があるが、ここでは機械的処理工法の若干の実施例について述べる。

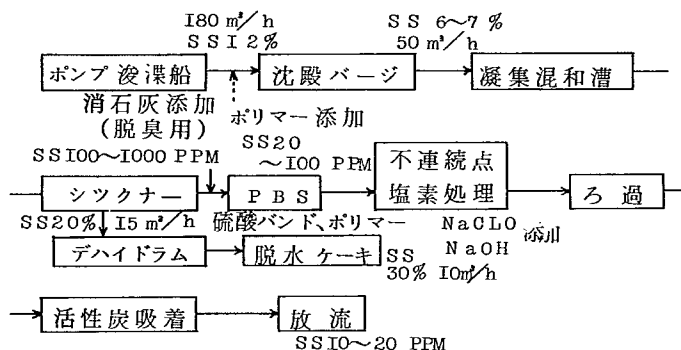


図-3.10 ヘドロ回収フローシート

#### (イ) 水産庁のヘドロ回収技術事業化試験

昭和50年度、兵庫県網干港における試験事業の余水処理フローシート、余水の処理目標値、処理成績をそれぞれ図-3.10、表-3.9、表-3.10、表-3.11に示す。

水産資源保護協会

「赤潮防除技術事業化試験事業（ヘドロ回収技術事業化試験）報告書」参照

#### (ロ) 特殊自航土運船開発試験

凝集沈殿、ろ過の処理性能を表-3.12に示す。

運輸省第四港湾建設局委託

作業船協会

「特殊自航土運船開発調査報告書」参照

#### (ハ) 東郷池浄化対策事業

シツクナーおよび二層ろ過で処理をおこなった場合、いずれも5 ppm以下の清

表-3.9 余水処理目標値

| 項 目                  | 目 標 値       |
|----------------------|-------------|
| S S                  | 20 ppm 以下   |
| C O D                | 20 ppm 以下   |
| N H <sub>4</sub> - N | 1 ppm 以下    |
| 遊 離 塩 素              | 0.05 ppm 以下 |
| 硫 化 物                | 1 ppm 以下    |
| 重 金 属・有 害 物 質        | 排水基準値以下     |
| P H                  | 5 ~ 9       |

表-3.10 処理成績(処理工程別)

|              | 原 泥 水                  | シックナー上澄水           | ろ 過 水              | 付 近 の 海 水 |
|--------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| 濁 度<br>(ppm) |                        | 11.4~146<br>(38.6) | 1.0~18.0<br>(5.4)  | 2.0       |
| S S<br>(ppm) | 70~137,000<br>(56,900) | 21 ~268<br>(52.1)  | <5~14.5<br>(6.6)   | <5.0      |
| 色 度<br>(ppm) |                        | <10~80<br>(35.5)   | <10~76.8<br>(31.5) | <10       |

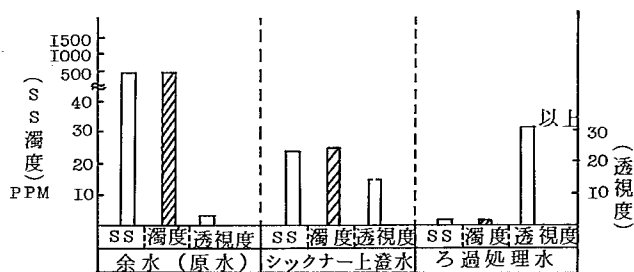
表-3.11 処理成績(ろ過)

| Exp No                                | 網 干       | 坂 越    | 坂 越       | 坂 越      | 坂 越       |
|---------------------------------------|-----------|--------|-----------|----------|-----------|
| ろ 過 速 度<br>(m/日)                      | 100~200   | 100    | 200       | 200      | 300       |
| 逆 洗 速 度<br>(m/日)                      | 1000      | 800    | 1000      | 1120     | 1000      |
| ろ過原水 SS<br>(シックナー上澄水)(ppm)            | 6.5~77.8  | 21~109 | 32.5~86   | 31.5~57  | 25.5~84   |
| Ave                                   | 27.3      | 37.9   | 52.4      | 47.2     | 52.0      |
| ろ過処理水 SS<br>(ppm)                     | <5.0~11.2 | <5.0   | <5.0~13.7 | <5.0~8.5 | <5.0~19.8 |
| Ave                                   |           | <5.0   | <5.0      | 5.0      | 6.8       |
| ろ過持続時間(hr)                            | 85        | 68     | 23.6      | 16.6*    | 20        |
| SS 捕 捉 量<br>[kg-SS/m <sup>2</sup> ろ材] | 8.8       | 6.59   | 5.96      | 3.72     | 7.20      |
| 排 水 SS 量<br>[kg-SS/m <sup>2</sup> ろ材] | 14.6      | 2.78   | 2.09      | 5.91     | 3.32      |
| 逆洗効率(%)                               | 165.9     | 42.2   | 35.1      | 158.8    | 46.2      |
| 最終圧力損失<br>[kg/cm <sup>2</sup> ]       | 0.20      | 0.55   | 1.0       | 0.55     | 1.05      |

\* 途中運転ストップ

表－3.12 凝集沈殿、ろ過の処理性能

| 機 種         | 装 置<br>諸 元                                                            | 濃 度<br>(ppm) | 流 量<br>( $m^3/h$ ) | 薬 注       |         | 処理水目標値<br>(ppm) | 分離水濃度<br>(ppm) | 備 考       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|-----------|---------|-----------------|----------------|-----------|
|             |                                                                       |              |                    | 品 名       | 注 入 量   |                 |                |           |
| 凝集沈殿槽       | スラッジブランケット<br>型凝集沈殿装置<br>(堅円筒 $6m^2$ )<br>容量 $3m^3/hr$                | 9200～        | 3                  | 塩 鉄       | 150ppm  | 30以下            | 24～33          | 適当な薬注量    |
|             |                                                                       | 12400        |                    | 高分子       | 1.0     |                 |                |           |
|             |                                                                       | 10600～       | 4.8                | "         | "       |                 | 15             | 塩化第2鉄     |
|             |                                                                       | 12600        |                    | "         | 100     |                 |                |           |
|             |                                                                       | 1380～        | 3                  | "         | 0.5～1.0 |                 | 10～24          | 50～100ppm |
|             |                                                                       | 3040         |                    | "         | 50      |                 |                |           |
|             |                                                                       | 1200～        | 3                  | "         | 1.0     |                 | 8～47           | 高分子凝集剤    |
|             |                                                                       | 4480         |                    | "         | 50      |                 |                |           |
|             |                                                                       | 700～860      | 3                  | "         | 0.5     |                 | 9～20           | 0.5～1ppm  |
| チューブ<br>セトラ | 傾斜型固液分離<br>装置<br>$300\phi \times 7000L$<br>容量 $0.3m^3/hr$<br>標準傾斜角45度 | 540～         | 3.6                | $Al_2O_3$ | 20ppm   | 30以下            | 23～51          |           |
|             |                                                                       | 1560         |                    | ポリマ       | 0.5～1   |                 |                |           |
|             |                                                                       | 830～         | 5.4                | 塩 鉄       | 20～75   |                 | 16～47          |           |
|             |                                                                       | 23240        |                    | ポリマ       | 1       |                 |                |           |
|             |                                                                       | 9000～        | 5.5～               | "         | 150     |                 | 33～52          |           |
|             |                                                                       | 12400        | 10.8               | "         | 1       |                 |                |           |
|             |                                                                       | 1380～        | 5.4～               | "         | 100     |                 | 5～23           |           |
|             |                                                                       | 10600        | 13.1               | "         | 0.5～1.5 |                 |                |           |
| 急 速 ろ 過     | 圧力式急速ろ過<br>装置<br>$300\phi \times 1090h$<br>容量 $1m^3/hr$               | 19～ 30       | 0.25               |           |         | 10以下            | 5以下            |           |
|             |                                                                       | 37～ 51       | 0.5                |           |         |                 | 5以下            |           |
|             |                                                                       | 19～ 29       | 1.0                |           |         |                 | 5以下～20         |           |
|             |                                                                       | 10～128       | 1.7                |           |         |                 | 5以下～36         |           |



図－3.11 余水処理試験結果

澄水が得られている。処理工程別の除去効果を図－3.11に示す。

鳥取県倉吉土木出張所委託

底質浄化協会

「49年度東郷池しゅんせつ実験調査報告書」参照

懸濁物質の除去を対象とした余水処理の実施例を述べて来たが、処理方式と処理効果をまとめて表－3.13に示す。

表－ 3.1 3 余水処理方式と処理効果

|       | 単 位 操 作   | 処理水SS (ppm) | 備 考           |
|-------|-----------|-------------|---------------|
| 土木的処理 | 沈殿池+薬品添加  | 約50*        | 浚渫との連携による監視重要 |
| 機械的処理 | 凝 集 沈 殿   | 約30         | 急速ろ過を前処理とする   |
|       | 急 速 ろ 過   | 約10         |               |
|       | 活 性 炭 吸 着 | <10         |               |

\*沈殿池構造、汚泥粒径、滞留時間などにより左右される。

以上処理成績例を若干のべたが、これはあくまでも一例であって、ヘドロの性状によって当然変化することが予想され、これに対処し得る装置、システムを考慮しなければならない。

##### 5. 余水処理装置の比較

余水処理装置の定性的な比較を行った結果を表－ 3.1 4～表－ 3.1 7 に示す。本プロセスに適している順位として◎→○→×で表示する。

ただしこの表示はあくまで定性的、相対的なものであって、個々の場合には当然のことながら種々の条件を考慮して選定する必要がある。

表－ 3.1 4 凝集沈殿装置の比較

| 機 種 名             | 性 能 |     | 操作性 | 船 上 作 業 |     | 経 済 性 |     |
|-------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-------|-----|
|                   | 清澄性 | 濃縮性 |     | 面 積     | 横ゆれ | 建設費   | 運転費 |
| 横流式沈殿装置           | △   | ○   | ○   | ×       | ×   | ×     | ○   |
| 傾斜板 "             | ○   | ○   | ○   | △       | ○   | △     | ○   |
| 傾斜管 "             | ○   | ○   | ○   | △       | ○   | △     | ○   |
| スラリー循環型凝集沈殿装置     | ○   | △   | △   | ○       | △   | △     | ○   |
| スラリーブランケット型凝集沈殿装置 | ○   | △   | △   | ○       | △   | △     | ○   |
| 複合型凝集沈殿装置         | ○   | △   | △   | ○       | △   | △     | ○   |
| ハイクアファイナ          | ○   | △   | △   | ○       | △   | △     | ○   |
| ハイアレーター           | ○   | △   | ○   | ○       | △   | ○     | ○   |
| PBS型造粒沈殿装置        | ○   | ○   | ○   | ◎       | ○   | ○     | ○   |

実施例を見ると、埋立地を沈殿池として使う場合、規制が割合にゆるやかなときは経済性等の理由もあり横流式沈殿装置が使われている例が多い。

砂ろ過装置の場合に現在もっとも多く使われているものとしては、重力式砂ろ過装置と加圧ろ過装置があげられる。

加圧浮上分離装置の場合に現在もっとも多く使われているものとしては、上向流加圧浮上装置があげられる。

油水分離機は、その要求水質により上記3種類が使い分けられている。

表一 3.1 5 砂ろ過装置の比較

| 機 種 名                     | 清 澄 性 | 操 作 性 | 給 上 作 業 |     | 経 済 性 |     |
|---------------------------|-------|-------|---------|-----|-------|-----|
|                           |       |       | 面 積     | 横ゆれ | 建設費   | 運転費 |
| 重力式砂ろ過装置                  | ○     | ×     | △       | △   | ○     | ○   |
| グリーンリーフフィルター<br>クリフロフィルター | ○     | ○     | △       | △   | ○     | ○   |
| ハーデンジロ過装置                 | ○     | ○     | ×       | ×   | △     | ○   |
| NIKECSフィルター               | ○     | △     | ○       | △   | △     | ○   |
| イメディウムフィルター               | ○     | △     | ○       | ○   | △     | ○   |
| 加 圧 ろ 過 装 置               | ○     | ○     | ○       | ○   | △     | ○   |
| モノバルブフィルター                | ○     | ○     | ○       | ○   | ○     | ○   |
| 半連続ろ過装置                   | △     | △     | ○       | △   | —     | —   |
| ステレオフィルター                 | ○     | △     | ◎       | ○   | ○     | ○   |
| ムービーフィルター<br>(移動床ろ過装置)    | ○     | ○     | ◎       | ○   | ○     | ○   |

表一 3.1 6 加圧浮上分離装置の比較

| 機 種 名         | 性 能 |     | 操作性 | 給 上 作 業 |     | 経 済 性 |     |
|---------------|-----|-----|-----|---------|-----|-------|-----|
|               | 清澄性 | 濃縮性 |     | 面 積     | 横ゆれ | 建設費   | 運転性 |
| 上 向 流 加 圧 浮 上 | △   | △   | △   | △       | △   | △     | ○   |
| 水 平 流 加 圧 浮 上 | △   | ○   | ○   | ○       | △   | ○     | ○   |
| 多 段 加 圧 浮 上   | △   | △   | △   | △       | ○   | ○     | ○   |

表一 3.1 7 油水分離機の比較

| 機 種 名        | 性 能 |     | 操作性 | 給 上 作 業 |     | 経 済 性 |     |
|--------------|-----|-----|-----|---------|-----|-------|-----|
|              | 清澄性 | 濃縮性 |     | 面 積     | 横ゆれ | 建設費   | 運転費 |
| API オイルセパレータ | △   | —   | ○   | ×       | ×   | △     | ○   |
| PPI オイルセパレータ | ○   | —   | ○   | △       | ○   | ○     | ○   |
| CPI オイルセパレータ | ○   | —   | ○   | ○       | ○   | ○     | ○   |

### 3.3.2 ヘドロの濃縮、脱水

#### 1. ヘドロの濃縮、脱水の目的

ヘドロは、分布域、その生成過程がどうであれ含水率が高く、微粒子の懸濁物であるという大きな特徴をもっている。含水率の高いヘドロを埋立て等、どのように処理、処分しようともこの多量の水分を除去することが不可欠である。

ヘドロの濃縮および脱水は、固形物濃度の低いヘドロを大量連続的に処理して、濃縮ヘドロ、脱水ケーキを得て処理、処分しやすい状態に持っていくことを目的としている。

#### 2. 濃縮装置の種類

濃縮装置は大略、以下のとおりに分類することができる。

- (a) 単純濃縮装置（シックナー、クラリファイヤー）
- (b) 傾斜板濃縮装置（傾斜管式、横流式、上向流式）
- (c) 気泡浮上分離濃縮装置

表－3.18に濃縮装置の長短所等をまとめて示す。

#### 3. 脱水装置の種類

脱水装置としては、ろ布を用いた真空、加圧、ロール脱水機と重力、遠心力による脱水機とに分けることができる。その他各種の脱水機が開発されているが、ここでは一般的に実用化され、装置的にも完成されている脱水機について述べる。

表－3.19に各装置の長短所等をまとめて示す。

#### 4. ヘドロの濃縮、脱水処理実績例

適当な濃縮データがないため、脱水の成績例を一例のせるに止める。（表－3.20、－3.21）

底質浄化協会機関誌ヘドロ1974年№2

「汚泥の脱水ろ過に関する実験報告」

表－3.18 濃縮装置の長短所

| 装置名        | 長 所                                      | 短 所                       | 備 考                           |
|------------|------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 単純濃縮装置     | ○装置が簡単で操作が容易                             | ○装置が大きくなり、スペースを広く必要とする。   | ○スキマー付きであれば十分適用可              |
| 傾斜板濃縮装置    | ○コンパクトで清澄度の良い水を得ることができる。                 | ○傾斜板に付着堆積するような物質には適用できない。 | ○同 上                          |
| 気泡浮上分離濃縮装置 | ○分散油の会合、合一による成長と硫化水素の酸化ができるため底質処理用としては有効 | ○同 上                      | ○沈降油の分離回収および清澄化装置として最適と考えられる。 |

表－3.19 脱水装置の長短所

| 装置名        | 長 所                                                                                      | 短 所                                                                                           | 備 考                                                                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 真空脱水機      | <ul style="list-style-type: none"> <li>連続的に脱水することができる。</li> <li>大きい戸過速度が得られる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>油分含有汚泥では戸布が目詰りし、水洗のみでは防止できない。</li> </ul>               |                                                                      |
| 加圧脱水機      | <ul style="list-style-type: none"> <li>低含水率の脱水ケーキを得ることができる。</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>同 上</li> </ul>                                         |                                                                      |
| 圧搾機構付加圧脱水機 | <ul style="list-style-type: none"> <li>単なる脱水操作以外に圧搾機構を取り付けさらに含水率を低下できる。</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>同 上</li> </ul>                                         |                                                                      |
| 遠心脱水機      | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置がコンパクトで操作が容易。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>砂分があるとスクリーンの摩耗が激しい。</li> <li>1台当りの処理能力が小さい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>60μ以上の砂は除去する必要がある。</li> </ul> |
| 造粒脱水機      | <ul style="list-style-type: none"> <li>装置が簡単に操作も容易。</li> <li>処理能力が高い。</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>含水率は真空脱水機遠心分離と同程度。</li> </ul>                          |                                                                      |
| ロール脱水機     | <ul style="list-style-type: none"> <li>難脱水性の有機性汚泥の脱水に適する。</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>油分含有汚泥では戸布が油で目詰りを生ずる。</li> </ul>                       |                                                                      |

表－3.20 脱水成績例（水俣湾ヘドロ汚泥濃度10.2%の場合）

| 項 目<br>脱 水<br>方 法 | 凝 集 剤 添 加 率<br>%-ds |     | サイクル<br>タ イ ム<br>min | ろ 液 の 性 状 |            | ケ ー キ<br>含 水 率<br>% | ろ 過 速 度<br>kg-ds/<br>m <sup>2</sup> ·hr |
|-------------------|---------------------|-----|----------------------|-----------|------------|---------------------|-----------------------------------------|
|                   | 塩化第2鉄               | 消石灰 |                      | SS<br>ppm | COD<br>ppm |                     |                                         |
| 真 空 脱 水           | 0                   | 0   | 3                    | 924       | 120        | 54.5                | 7.3                                     |
|                   | 2.5                 | 10  | 3                    | 30        | 100        | 52.8                | 41.0                                    |
|                   | 5                   | 5   | 3                    | 10        | 45         | 54.5                | 50.0                                    |
| 加 圧 脱 水           | 0                   | 0   | 29                   | 4100      | 78         | 52.5                | 8.9                                     |
|                   | 0                   | 5   | 18                   | 190       | 39         | 44.5                | 24.1                                    |
|                   | 0                   | 10  | 16                   | 49        | 97         | 40.4                | 30.2                                    |
|                   | 0                   | 15  | 16                   | 37        | 100        | 40.9                | 40.3                                    |

表－3.21 脱水成績例

| ヘドロ種類              | 無 薬 注                           | 消石灰10%                           | 消石灰20%                           |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 都 堀 川<br>(12.2%)   | kg-ds/m <sup>2</sup> ·hr<br>8.7 | kg-ds/m <sup>2</sup> ·hr<br>24.5 | kg-ds/m <sup>2</sup> ·hr<br>23.7 |
| 霞 ケ 浦<br>(12.8%)   | 22.1                            | 23.1                             | 20.4                             |
| 三 河 湾<br>(14.2%)   | 9.9                             | 31.5                             | 27.3                             |
| 広 湾<br>(11.2%)     | —                               | —                                | 2.9                              |
| 田 子 の 浦<br>(16.0%) | —                               | 11.6                             | 19.2                             |

但し( )は脱水前汚泥濃度  
データは脱水ケーキの要求含水率を  
50%に設定して算出した。

## 5. 濃縮、脱水処理装置の比較

ここでは脱水処理装置に焦点を絞り、定性的な比較を行った結果を表－3.2.2に示す。本プロセスに適している順位として◎→○→△→×で表示する。

表－3.2.2 脱水機の比較

| 機 種 名                  | 性 能    |     | 操 作 性 | 設置面積 | 経 済 性 |     |
|------------------------|--------|-----|-------|------|-------|-----|
|                        | 分離水清澄性 | 含水率 |       |      | 建設費   | 運転費 |
| 真 空 脱 水 機              | ○      | ○   | △     | △    | △     | ○   |
| 加 圧 脱 水 機              | ◎      | ○   | △     | △    | △     | ○   |
| 圧 搾 機 付 き<br>加 圧 脱 水 機 | ◎      | ◎   | △     | △    | △     | ○   |
| 遠 心 脱 水 機              | △      | ○   | ○     | ○    | ○     | ○   |
| 造 粒 脱 水 機              | ○      | ○   | ○     | ○    | ◎     | ○   |
| ロ ー ル 脱 水 機            | ○      | ○   | △     | △    | ○     | ○   |

脱水機の場合現在ほとんど実績らしいものはない。選定に当たっては、最終的なケーキの処理処分も十分考慮して検討する必要がある。

## 3.5 固 化 処 理

ヘドロ固化の目的は、含有有害物質を固定して溶出しない状態にし、ヘドロを処分しやすい固化物に変えることである。ヘドロによる埋立地の表面を固化処理して、有害物質の溶出を防止するとともに、強度を増加させて覆土工事を容易にすることも多い。

また浚渫されたヘドロは非常に含水率が高いので、脱水して、含水率を下げて固化処理をする方が固化剤使用量、処分量から見て有利な場合が考えられる。

ヘドロの固化処理は大量処理であるので、混合機は処理能力が大きく、均一に混合可能なものが要求される。混合機にはバッチ式と連続式があるが、連続式の方が大量処理に適する。

## 3.6 原処理位置

原位置処理工法は、ヘドロを除去しないでそのままの状態での処理する方法であって、簡便でかつ効果的な方法であるが、ソイルセメントやアスファルトなどの被覆材の経年変化に対する信頼性、水中のヘドロ上での施工性、処理後のヘドロの挙動や魚介類に与える影響等について未解明の問題点がある。この工法は、比較的潮流が遅く台風などの少ない海岸や運河の末端部などには適用の可能性はあるが、河川を対象とした場合には

困難であろう。

原位置処理工法には次のようなものがある。

1) ヘドロの表面を他の良質土で被覆して封じ込める方法。

2) ヘドロの存在する水域を締切って他のヘドロ等を使用して埋立て、上部は良質土で被覆する方法。

3) ヘドロに固化剤を直接混入して固化する方法。

固化処理をしてそのまま原位置に放置する方法と、固化したものを陸揚げして処分する方法がある。

4) その他

#### 4. ヘドロ処理工事及び処理工法、機械の実態

##### 4.1 ヘドロ処理工事実績

ヘドロ処理工事の実態調査件数は、51件であって、個々の処理工法、機械の検討にはこれ以外の工事も参照した。処理工事51件を分類すると次のようになる。

また処理工事の実績概要を一覧表にしたのが巻末に掲げる表-4.1である。

##### 1. 施工状況による分類

|                   |    |
|-------------------|----|
| 施工済の工事（内試験工事5を含む） | 49 |
| 計画中の工事            | 2  |
| 計                 | 51 |

##### 2. 施工場所による分類

|    |    |
|----|----|
| 河川 | 13 |
| 湖沼 | 7  |
| 海域 | 31 |
| 計  | 51 |

##### 3. ヘドロ処理量による分類

|                      |    |
|----------------------|----|
| 浚渫量 10,000 $m^3$ 以下  | 9  |
| 100,000 $m^3$ 以下     | 9  |
| 100,000 $m^3$ 以上     | 15 |
| 浚渫を伴わない処理、及び浚渫量不明のもの | 18 |
| 計                    | 51 |

##### 4. 浚渫厚による分類

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1 $m$ 以下            | 13 |
| 1～2 $m$             | 10 |
| 2 $m$ 以上            | 3  |
| 浚渫を伴わない処理及び浚渫厚不明のもの | 25 |
| 計                   | 51 |

##### 5. ヘドロ処理対象物質による分類

|                    |    |
|--------------------|----|
| T-Hg（Pbと兼ねたもの1を含む） | 8  |
| PCB                | 4  |
| 油分（T-Hgと兼ねたもの1を含む） | 4  |
| 有機物                | 12 |

|    |     |
|----|-----|
| Qd | 1   |
| 不明 | 2 2 |
| 計  | 5 1 |

#### 6. 処理方法による分類

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 試験工事 5 を除けば、浚渫を伴うヘドロ処理工事 | 4 4 |
|--------------------------|-----|

浚渫せず現位置で処理する工事が 2 となっている。

浚渫を伴うヘドロ処理工事を処理方法により分類すれば次の通りとなる。

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 埋立地において沈殿処理                                      | 7   |
| 埋立地、沈殿池（槽）において沈殿処理                               | 7   |
| 埋立地、沈殿池（槽）において沈殿処理、他に汙過処理<br>（以上の内固化処理を伴うもの 1 1） | 9   |
| 陸上において沈殿処理                                       | 8   |
| 陸上において沈殿処理と汙過処理<br>（以上の内固化処理を伴うもの 8）             | 5   |
| 陸上において固化処理                                       | 8   |
| 計                                                | 4 4 |
| （内面化処理を伴うもの 2 7）                                 |     |

#### 4.2 ヘドロの性状

処理工事の対象となるヘドロの土質試験結果は、資料が少ないので、全般に亘り詳細の不明な点が多い。

##### 1. 粒度分布

ヘドロの粒子は小さいものが多いのが普通であるが、有害金属は粒子の大きいものに附着していることもある。実態調査では、シルト、粒度が 80 % 以上のものが 20 件以下のものが 4 件ある。

##### 2. 含水比

含水比の大きいものが多く、実態調査では最大 745 % のものがあって、150 % 以上のものが 25 件、以下が 6 件である。

##### 3. 単位体積重量

1.2 t/m<sup>3</sup> 以下のものが 8 件、以上のものが 19 件ある。

##### 4. 比重

2.0 以下のもの 4 件、2.0 ~ 2.6 が 4 件、2.6 以上が 15 件ある。

## 5. PH

調査した例は少く、6.5～8.5が4件、8.5以上が2件ある。

## 6. ヘドロ中の含有物質

水銀、またはPCBを暫定除去基準値以上含有するヘドロは法律により除去することとされているが、その他の物質を含有するヘドロには一律の除去基準がなく、環境に悪影響を及ぼすと判断されるヘドロに対しては浚渫除去等の処理を行っている。

ヘドロ中の含有物質の実態調査は次のようになっている。

- (イ) T-Hg 25 ppm以上 4件
- (ロ) PCB 10 ppm以上 1件
- (ハ) その他の有害物質Cd, CN, O-P, Pb, Cr, <sup>(6)</sup>As, R-Hg 調査の結果、除去対象としたものが、CdとPb 各1件
- (ニ) 油分1,500 ppm以上 2件
- (ホ) I.L. 15%以上 16件 以下 9件
- (ヘ) COD 20 mg/g以上 7件、 以下 2件
- (ト) 硫化物 1 mg/g以上 7件、 以下 3件
- (チ) N及びP 水中に溶出して富栄養の原因となるものであって、実態調査の結果含有多量と見られるものがあるが、除去対象としてない。

## 7. ヘドロの堆積状態

実態調査によれば、水底に堆積しているヘドロの厚さはおおむね2m以下が23件(88%)あるが、部分的には水銀ヘドロ4m、油分ヘドロで3m堆積していた場所がある。

## 4.3 処理工法、機械の実態

### 4.3.1 処理工法の組合せ

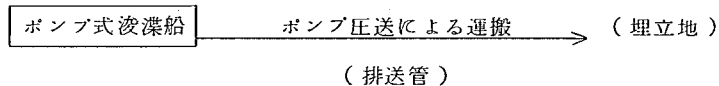
実態調査工事におけるヘドロ処理工法の組合せは図-4.1の通りである。

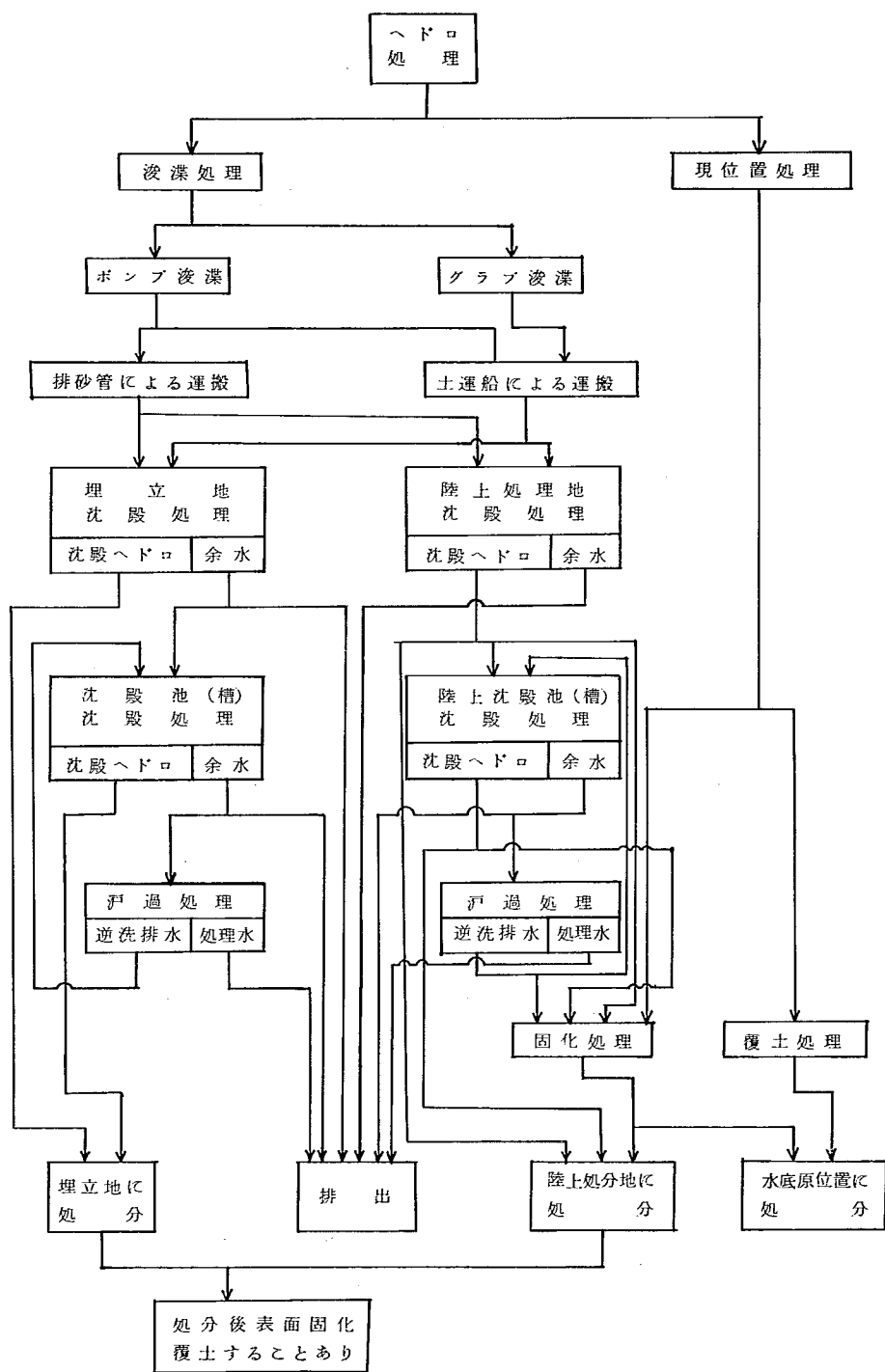
ただし、この組合せ表には試験工事の分は加えてない。

### 4.3.2 浚渫、運搬、埋立

昭和48年以降に、実施された汚泥浚渫実績を分類して、調査してみると次のようになる。

#### 1. ポンプ式浚渫船による埋立地への直送方式

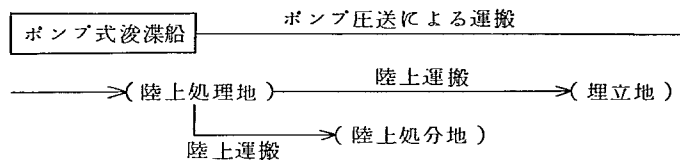




図－4.1 ヘドロ処理工法

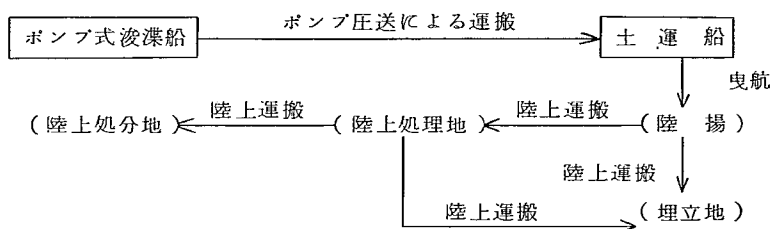
実績を巻末の表－4.2に示す。

## 2. ポンプ式浚渫船による処理地への直送方式



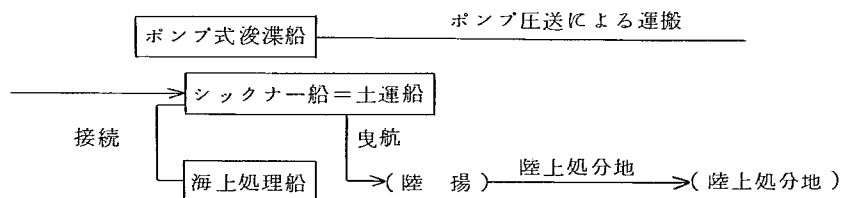
実績を巻末の表－4.3に示す。

## 3. ポンプ式浚渫船による浚渫泥の土運船による運搬方式



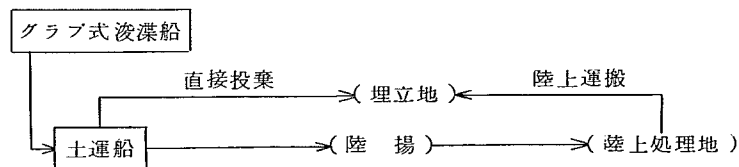
実績を巻末の表－4.4に示す。

## 4. ポンプ式浚渫船による海上処理方式



実績を巻末の表－4.5に示す。

## 5. グラブ式浚渫船による処理方式



実績を巻末の表－4.6に示す。

#### 4.3.3 覆 土

3.2.5 で述べた覆土工法を分類して実績を調査すると次のようになる。

##### 1. 表層に直接土砂等をまき出す方法

巻末の表－4.7 に実績を示す。

##### 2. 表層にシート等を敷設し覆土する方法

巻末の表－4.8.1 ～ 4.8.3 に実績を示す。

##### 3. 表層処理後覆土する法

巻末の表－4.9 に実績を示す。

#### 4.3.4 余 水 処 理

昭和48年度以降に実施されたヘドロ処理法のなかの余水処理工法の実績について調査、分類し、以下のような結果を得た。今回の調査は余水処理の機械にポイントを置いて行ったが、その詳細については充分満足されるものは得られなかった。

余水処理工法別に次のように分類し、まとめた。

① シックナー（浚渫したヘドロの沈殿分離のみ）で処理する場合（巻末の表－4.10）

② 埋立地自体で処理する場合（巻末の表－4.11）

a. 自然沈殿

b. 凝集沈殿

③ 埋立地のほかに沈殿池を設ける場合（巻末の表－4.12）

a. 自然沈殿（埋立地）＋凝集沈殿

b. 自然沈殿（埋立地）＋ろ過

c. 自然沈殿（埋立地）＋凝集沈殿＋ろ過

④ その他（巻末の表－4.13）

#### 4.3.5 固 化 処 理

固化処理の実態について巻末の表－4.14 に示す。

固化処理工法において物理的固化法は今までの実績が非常に多く、広い範囲にわたるため、今回の調査においては化学的固化処理についての調査結果を示した。

表の分類は、まず処理工法の表面固化と中央混合固化に分け、次に固化剤の種類によって分けた。

今回の化学的固化処理の調査結果をみると、表面固化17件（内計画1件）、中央混合10件であり、また固化剤についてはほとんどがセメント系であった。

#### 4.3.6 原位置処理

原位置処理工法の実施例が少ないため、ここでは個々に述べる。

実施例1 高砂西港（試験工事）（図－4.2 参照）

時期：昭和49年

処理パターン：表層固化

実施例2 砂町処理場

時期：昭和51年9～10月

処理量：45,000  $m^3$

（15,000  $m^3 \times 3m$ ）

処理パターン：

水替え→全体固化→まき出し

施工機 1号機 泥上作業車（自走式）

500  $m^3$ /日

2号機 作業台船＋ウインチ

800  $m^3$ /日

固化剤 セメント系固化剤（ミルク状）

実施例3 酒田港（図－4.3 参照）

時期：昭和50年

処理パターン：締切り→

かき寄せ→まき出し

実施例4 第2寝屋川

時期：昭和52年4月

処理量：10,000  $m^3$

（ $1100m \times W10m \times H1m$ ）

処理パターン：全体固化

施工機：クラムシェル（改良バケット）

500  $m^3$ /日

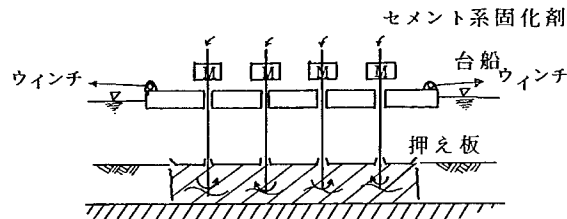
固化剤：セメント系固化剤

実施例5 新居浜港（実験工事）（図－4.4 参照）

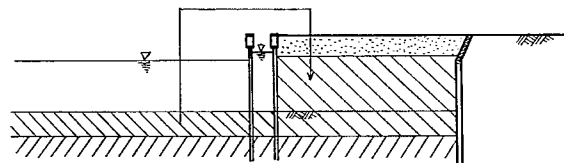
時期：昭和50年

処理パターン：地盤中封じ

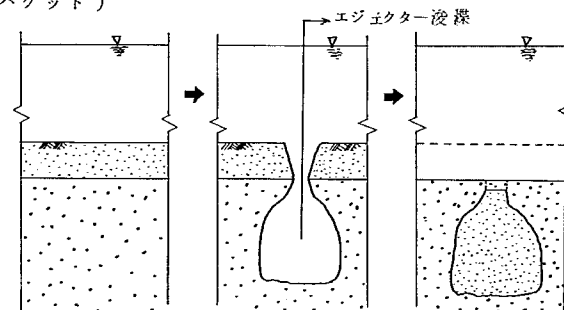
込め工法→まき出し



図－4.2 原位置処理工法（高砂西港）



図－4.3 原位置処理工法（酒田港）



図－4.4 原位置処理工法（新居浜港）

実施例6 屋外実験(図-4.5、-4.6 参照)

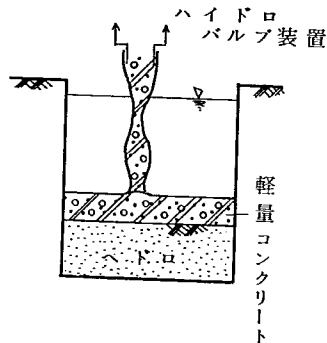


図-4.5 原位置処理工法  
(まき出し固化)

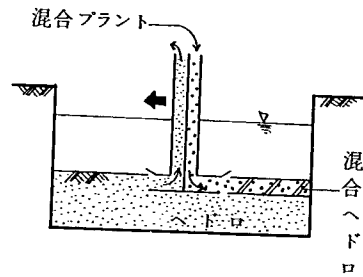


図-4.6 原位置処理工法  
(混合固化)

時期：昭和50年

処理パターン：表層固化

#### 4.3.7 二次公対策

##### 1. 浚渫時のにこり対策

カッターレス式ポンプ浚渫船使用の場合は特に問題無いが、カッター付ポンプ浚渫船やクラブ式浚渫船の場合は濁りの発生は或る程度避けがたい。この場合、浚渫区域と一般水域を庶断分離する。或いは濁りの拡散を防止する手段として、

① 浚渫区域の外縁に鋼矢板、木柵などを打ち込んで庶断分離する。

② 浚渫区域の外縁に汚濁防止フェンスを設置して遮断分離する。

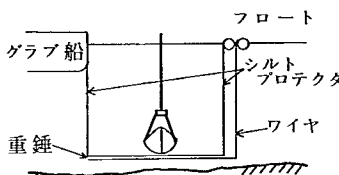
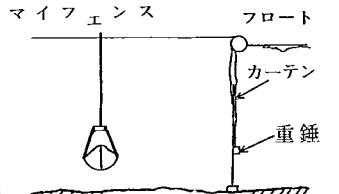
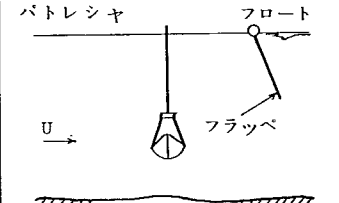
等の方法がとられる。①の方法はほぼ完全な方法と考えられるが各種施工機械を投入しなければならず、地理的条件等によりかなり影響され、さらにコスト高になり余り現実的な方法ではない。これと比較して②の方法は、その設置も比較的簡単で、近年、港湾等における浚渫埋立工事において広く使用されている。

汚濁防止フェンスとして現在市販されている主なものを図-4.7に示し、その効果の調査例を図-4.8に示す。

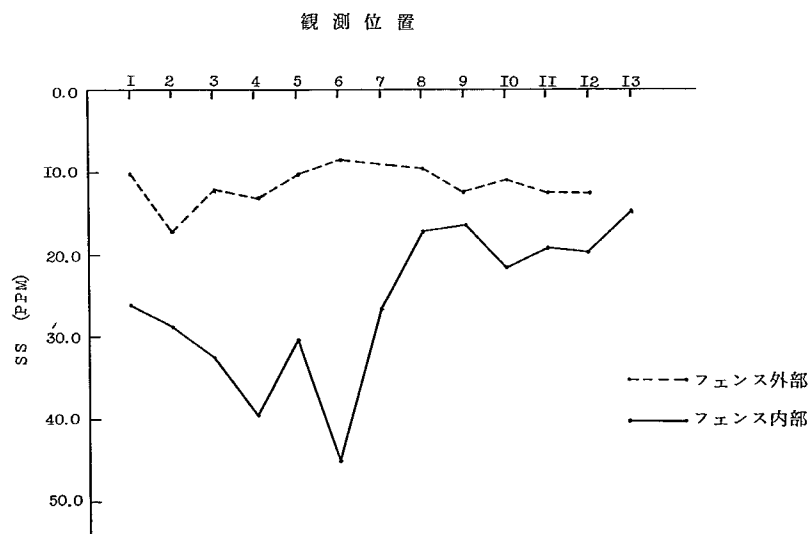
##### 2. 余水処理対策

ヘドロ処理、処分に伴って生ずる余水は、二次公害を起こさない程度にまで処理して水域に排出する。水域に排出する余水については、基準に照して厳重に水質を監視している。

余水処理は特殊な溶解物質のある場合を除き、大部分はヘドロを沈殿させ余水中の

| 品名、形状                                                                             | 構造                                                                | 特長                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | カーテン<br>シルトプロテクター                                                 | 1. 汚濁域の遮断による濁りの拡散防止                                                                        |
|  | イカダ部分<br>○ポリエチレン樹脂で被覆した発泡スチロール製フロート<br>カーテン部分<br>○ポリプロピレンを使用した伸縮布 | 1. 上層汚濁域の遮断による濁りの拡散防止                                                                      |
|  | フロート<br>特殊発泡樹脂<br>フラップ<br>軟質塩ビシート                                 | 1. 流れの整流化による共沈現象の促進（バトレシヤ前方）<br>2. フラップ前面における滞流域での土粒子集団沈降現象の構成<br>3. フラップ後面における渦流傾斜板沈降促進作用 |

図－4.7 代表的な汚濁拡散防止フェンス



図－4.8 汚濁拡散防止フェンス内部、外部の汚濁差

SSを小さくすることを目的としており、余水処理設備を段階的に分けると、埋立地、陸上処理地のような初期沈殿と余水処理の設備、次の段階としての沈殿池、シックナー等の沈殿、余水処理設備、最後の汜過設備となる。

各段階の沈殿、余水処理設備は、夫々、沈殿を効果的なものとし余水中のSSをなるべく小さくする配慮をしている。泥水の滞留時間を長くして効果的な沈殿を行った方法として埋立地等に隔壁を作る方法もあるが、実態調査では埋立地、沈殿池の数をふやして沈殿能率を増加した工事が6件ある。

SSをなるべく小さくする配慮をしている。泥水の滞留時間を長くして効果的な沈殿を行った方法として埋立地等に隔壁を作る方法もあるが、実態調査では埋立地、沈殿池の数をふやして沈殿能率を増加した工事が6件ある。

また、沈殿を促進させるために無機、および高分子凝集剤を使用することが多く、実態調査では17件ある。

この他に、沈殿池入口等に汚濁拡散防止フェンスやオイルフェンスを張り、懸濁物質や油分等の浮上物質を捕捉する補助手段が用いられることがある。実態調査では4件ある。

### 3. その他

ヘドロの浚渫、および余水処理の際、にこりが規制されることが多いが、Cd, CN, O-P, Pb, Cr, <sup>(6)</sup>As, T-Hg, R-Hg, PCB等の人の健康に関する有害物質、およびPH, CODあるいはBOD, DO等の生活環境物質による水質汚染が規制されることが通常である。この他に油分による水質汚染が対象になることがある。以上の物質はおおむね土粒子に附着して存在するので、にこりを抑制することにより基準を達成することができるが、水中に溶出する物質の場合には格別の対策を講じなければならない。

実態調査では、PH調整のために石灰乳を添加した工事と、油分を大量に含有するヘドロ処理にオイルフェンスを使用した工事がある。

また、有機物を多量に含有するヘドロ処理の場合に悪臭が発生することがあるが、実態調査では、悪臭防止のために防臭剤を使用した工事が3件ある。

その他、有害物質を含むヘドロ処理の場合に、埋立処分地附近の地下水汚染防止が必要であって、実態調査では、長い鋼矢板を打ち込んで地下水の水路を遮断した工事がある。

以上の他に、有害ヘドロの魚介類に対する影響や、工事中の機械騒音等が懸念されるが、特に問題とならなかったためであろうが、実態調査では特別な対策を講じた工事はない。

#### 4.3.8 工事中の問題点

ヘドロ処理工事の一般の土木工事と異なる点は、公害の原因となるヘドロの除去等を行うので工事の効果を十分にあげること、および工事中に二次公害を起さないことについて住民の関心が深いことである。

工事中の主な問題点をあげると次のようなものがある。

- (1) 浚渫によりヘドロを完全に除去することは至難である。工事中にヘドロの舞い戻り、流れ込みは避け難く、仕上げ浚渫をしても完全な施行はできないし、また浚渫の余堀は処分地が十分に確保できない場合が多いので最小限度にすることが要求される。  
発注者はこれらを十分に考慮した計画をたてるべきであり、施工者は熟練した技術と、細心の注意により期待に副うような施工をしなければならない。
- (2) 工事中に二次公害を引きおこすおそれのある事態が発生したときは、直ちに事前に検討しておいた対応策を講ずる必要があり、場合によっては工事を一時中断する措置も必要となる。
- (3) 工事中には住民との接触を密にして、工事進捗の円滑を計る必要がある。
- (4) 工事中の監視は工事の進捗をさまたげない配慮をして行うものとする。
- (5) ヘドロ中のゴミ等の障害物は工事の能力を低下させ、ひいては工事の進捗に重大な影響を及ぼすものであるから、事前に状況を詳細に調査して、対応策を研究して置くことが必要である。
- (6) 工事中は出来得る限り施工その他に関する資料をとり、今後の計画、施工に役立たせることが好ましい。

その他工事中的問題ではないが、工事計画段階で、ヘドロ処理の程度を定める問題等がある。処理するヘドロに含有する物質の除去基準、排水の水質基準、処分地の選定、ヘドロの性状等、工法、工費、工期に関連する事項については十分に調査、検討を行って計画を作成しなければならないが、工事中に予想と異った事態が発生することが多く、この場合には設計の変更等の配慮が必要である。

## 5. 開発中の処理工法、機械

### 5.1 概 要

環境問題が国民的関心事になる以前のヘドロ除去は航路浚渫が多く、浚渫土の処分も海中投棄または埋立が大部分であった。しかし今日のようにヘドロが有害重金属や富栄養物質によって汚染されてくると環境影響 (environmental impacts) を考慮しないヘドロの処理、処分は考えられなくなった。無公害処理という言葉がよく用いられるようになった意味もここにある。この無公害化の規準も法令によって定められている。

このような大きな時代の変化に対応してヘドロの処理技術がどのように変ってきたか、また今後どのように変わるだろうかという問題を少し考えてみることにする。

この問題について先づ触れなければならない点は浚渫装置の改善である。これはクリーンアップ、シルシポンプ、ウーザーポンプなど昨今ではヘドロ用浚渫装置として常識的になっているものを差すが、これらはにがり発生の抑制に成果を収めている。

次に余水処理であるが環境問題がやかましくない昔の浚渫作業では問題になる技術でもなかったので、有害ヘドロの本格的除去工事が殆ど行われていない現状では特に注目すべき技術改善は見当らない。それでも実技的にはヘドロの沈殿を促進する凝集剤を用いるとか、フェンスを利用するとか、あるいは沈殿池内に戸過層を設けるなどの努力が払われて余水水質も以前に比べると大分よくなっている。

しかしこれらの方法も有害重金属を含むヘドロとなるとそう簡単には行かない。例えば水俣湾のヘドロ除去の場合には放流する余水中の水銀濃度を規準値内に収めるためにはSS濃度を10PPm以下におさえる必要がある。このようなシビヤな余水処理は従来の土木的方法では到底望み得ない。従って機械装置による処理を併用する必要性が生ずる。

このように余水処理については今後大きく変貌する可能性をひめている。

次に浚渫土の処分であるが、瀬戸内海では埋立工事を禁止する動きがあるように、沿岸の海域や、湖を締切って埋立てる方法は今後非常に難しくなる情勢にある。それでは捨土をどうするかという問題がおこる。これからの底質処理の焦点はこの問題に集約されるといっても過言ではない。

今後のヘドロの処分は次のような方向に移行するものと考えられる。

- (イ) 土木的処理 → 農地の土壌化
- (ロ) 土木的処理 → 護岸の裏込材
- (ハ) 機械的処理 → 造成地材

(二) 機械的処理 →人工骨材

(イ)については有害重金属を含むヘドロは対象になり得ないが、富栄養物質を含む底質の場合には考えられる。小規模ではあるが、諏訪湖などでの実績がある。(ロ)については諏訪湖がそのよい例である。浚渫された湖のヘドロの大部分は湖周辺の治水用護岸の裏込めに利用されている。

(ハ)の造成地の盛土材に利用する場合は機械的に完全に処理する必要があるし、(ニ)の人工骨材にする場合も言うまでもなく機械処理が前提となる。

以上のように、これからのヘドロの処分は捨土という概念から完全に離れ、土の特質を積極的に利用する再資源化の方向をたどるものと思われる。ここで一番問題になるのは機械処理である。これは現状ではコストも高いし、機械の大きさが膨大となって誰も真剣に考えないという困難な面がある。しかしこの場合見逃されていることは土木的処理は操業費は一見安いように見えるが、膨大なスペースを必要としてその資本費もばかにならない。機械処理はそれが必要ないのでそれとの兼合いとなる。また処理する機械そのものについても従来の概念を打破するような装置が生れ出る可能性がある。

現在研究開発中の工法、機械は今迄述べてきたような技術要請に対応するものになってくる。ここでは次の7つをとりあげた。

- (1) 高濃度ヘドロ浚渫機
- (2) ヘドロの脱水および余水処理装置 (PBS装置)
- (3) 移動床式ろ過装置
- (4) 循環式2層ろ過機
- (5) 泥水処理機 (内面式真空ろ過機)
- (6) ヘドロ処理プラント (社・日本水産資源保護協会)
- (7) ヘドロ処理パイロットプラント (建設省)

(1)の高濃度ヘドロ浚渫機はスクリーンコンベヤーで揚泥する装置で従来のポンプ方式とは全く違ったものである。にごりに対しても極めて有効的であるので湖などの小規模な浚渫に向いているように思われる。(2)、(3)および(4)の3つは何れも余水処理装置でヘドロ用に工夫されている。PBS装置は瀬戸内海の処理船上で実験が行われた。

(5)の泥水処理機は内面式の真空ろ過であり、外面式の従来型と比べて非常に大きなろ過速度を発揮できる特色がある。従来の真空ろ過機ではヘドロに対するろ過速度は $30 \sim 50 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ であるが、内面式では $300 \sim 1000 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ という極端に大きい値を得ることがわかった。凝集剤を思いきって使えば $1000 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ も夢ではない。実験室的には現に得られている。ということはこの式の装置であれば従来の機械の少くとも

$1/10 \sim 1/20$  の大きさの機械で間に合うことになる。コストも自ら下る。

(6)のヘドロ処理パイロットプラントは、赤潮発生の要因ともなっている海底ヘドロを濁り、排水等による二次公害を起すことなく、効率的に回収する一貫システムを技術確立する目的で(社)日本水産資源保護協会が開発したものである。

(7)のヘドロ処理パイロットプラントは、都市河川ヘドロを対象に二次公害を起すことなく一貫処理する目的で、建設省が開発中のパイロットプラントであり、ヘドロを機械的に脱水し、固型化しようとするものである。このような新しい機械の開発が進んでいるのでヘドロの機械的処理も今迄と違って十分に検討の対象になり得る。

## 5.2 高濃度ヘドロ浚渫機

### 1. 概 要

有害物や環境保全上、支障となるヘドロを除去する浚渫装置に要求される性能の第一としては従来、機械に見られたような掘削時の衝撃や攪拌、吸込み等によって周囲にヘドロを散乱させ濁水化する二次汚染を防止するものであることであろう。そしてこの性能を備えたいえに、多くの水を含まない高濃度のヘドロを浚渫できる装置であれば、揚泥後の濁水浄化、ヘドロの最終処理に際して技術的、経済的に有利である。ここに紹介する浚渫装置は主としてこの二大性能を満足させるように考案されたものであつて次のような構造および機能を備えている。

### 2. 装置の構造

この装置の心臓部分はヘドロ浚渫(掘削)部と揚泥部であり、その他にこれらを積載する台船や浚渫装置を能率良くしかも確実に稼働させるための附属装置が装備されている。

以下、第一号実験機を例にし、説明する。

#### ヘドロ浚渫部

ヘドロの集土はこの装置の前進力と内蔵されているスクリーコンベヤによって行なわれる。浚渫幅は側壁があるので一定であり、浚渫深さもスクリーコンベヤの下端に一致するので、走行速度が同一であれば浚渫土量は一定となる。また、水とヘドロの境界部分(水底)では最も水を吸込む恐れがあるが、可変カバーを備えているので常に水の吸込みを防止できる。さらにスクリーコンベヤは上述の側壁と上部カバーで囲まれた最奥部にあるので、スクリーコンベヤ回転によるヘドロの飛散は防止される。なお、通常のスクリーコンベヤでも少々の硬質粘性土であれば浚渫可能であるが、硬質地盤でもスクリーコンベヤを改良して浚渫が行なえるように考慮している。

## 揚泥部

ヘドロ浚渫部で集土されたヘドロは引続き揚泥される。この揚泥方法は垂直スクリーコンベヤによっている。ヘドロのように軟弱な土をスクリーコンベヤで垂直に揚泥する考えは恐らく最初のことと思うが、泥水状のヘドロから砂にいたる非常に広範囲のものを揚げる事が可能である。スクリーコンベヤによる垂直揚泥の原理はケーシング内部に内蔵されているらせん状の連続スクリーを回転させれば、スクリーの回転によって遠心力が発生し、スクリー翼に載っている物体が上方に移行する現象の応用である。

揚泥量はスクリー径、回転数、対象土の土性によって異なる。

## 3. 実験結果

揚泥量に関しては、垂直スクリー径 $\phi 330\text{ mm}$ では1分間当り約 $1.5\sim 2.0\text{ ton}$  ( $90\sim 120\text{ ton/hour}$ )の能力があり、しかも含泥率も $100\%$ 近く、ほとんどヘドロのみを浚渫しており、この規模であればそのまま実用にも供し得る程であった。

### 浚渫機周辺の水質汚濁

浚渫作業中の周辺水汚濁は、二次汚染防止の上から極力防止しなければならない。図-5.1に示すように浚渫機械の前後各 $1\text{ m}$ 付近で測定した濁度試験結果の一例を表-5.1に示す。浚渫前後の測定値を比較しても濁度の増加程度は小さいことがわかる。

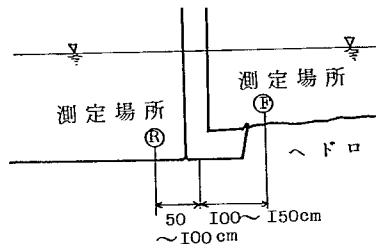


図-5.1 濁度測定位置

## 4. 実用機の開発計画

今回の実験によって、この原理にもとづくヘドロ浚渫機の好性能が実証されたので、現場実験用を兼ねた実用機の製作を計画中である。この第2号機はユニフロートを組合わせて台船とし、現場条件を考慮して次のような条件を満足させたものとする考えである。

表-5.1 水質汚濁試験結果 (ppm)

| 垂直スクリー回転数 | 測定場所 | 実験前 | 掘削中  | 両者の差 |
|-----------|------|-----|------|------|
| 200 rpm   | F    | 2.7 | 3.9  | 1.2  |
| 300 rpm   | R    | 3.0 | 4.0  | 1.0  |
| 300 rpm   | F    | 3.9 | 5.5  | 1.6  |
|           | R    | 4.0 | 7.2  | 3.2  |
| 400 rpm   | F    | 5.5 | 7.7  | 2.2  |
|           | R    | 7.2 | 14.5 | 7.3  |

- ① 浚渫能力を $200\sim 300\text{ m}^3/\text{hour}$ 程度のものとする。
- ② 水底面の起伏、ヘドロ分布、層厚を浚渫前に把握するためにソノブロープ等の音響測深機を装備する。

- ③ ヘドロに介在するロープ、ピン、タイヤ等の粗大ゴミを浚渫部前面で事前に除去するためスクリーンを設ける。
- ④ 少々波浪であれば、その影響を除去できる構造あるいは装置を具備する。
- 現在、これらの各条件を考慮した原案の作成は完了されている。

### 5.3 P B S 型超高速造粒沈殿装置

#### 1. 概要、構造、機能

P B S 型超高速造粒沈殿装置は希薄懸濁液から浮遊固形物を超高速に除去し、大量の清澄な処理水を得ることを可能とするペレット・ブランケット (Pellets Blanket Separator) 式クラリファイヤである。

図-5.2はP B S型高速造粒沈殿装置の機能説明図である。すなわち適量の無機凝集剤を添加された流入原水は、先づ迂流式の混合槽内で緩速撹拌を受け、次にP B S型超高速造粒沈殿装置本体下部から、装置本体内部に形成されたペレット・ブランケット層に流入する。

ペレット・ブランケット層内では無数の凝集団塊が流動状態となり互いに衝突したり、互いにコロガリ接触をしたりしている。このペレット・ブランケット層内では主として流動搬送凝集 (orthokinetic flocculation) と機械的シネレシス (mechanical syneresis) が同時に起こり、流入原水中の浮遊固形物が凝集団塊表面に捕捉される。換言すれば流動状態にある凝集団塊個々の表面に流入原水中の浮遊固形物が次々に捕捉され、凝集団塊表面に緻密な凝集層を形成し凝集団塊は成長する。ペレット・ブランケット層内を上昇する流入原水はブランケット層内を通過する間に浮遊固形物が捕捉除去され清澄水となって装置本体上部から溢流する。

ここにペレット・ブランケットを構成する凝集団塊は従来の高速凝集沈殿装置によって生成されるランダム・フロックの密度と比較して数倍から数十倍の密度となる。従ってP B S型超高速造粒沈殿装置では従来の高速凝集沈殿装置を基準として考えると、流入原水の上昇速度を超高速にすることができる。

ペレット・ブランケット内における上述の並列系の凝集過程は定常状態における凝集過程を記述したのであり、運転初期においては直列系の凝集過程によって凝集団塊が生成される。すなわち流動搬送凝集と機械的シネレシスの間に時間的なずれがある。まず流

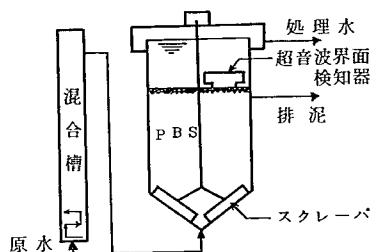


図-5.2 P B S 型超高速造粒沈殿装置の機能説明略図

動搬送凝集によって、ランダム・フロック群が生成し、次に個々のランダム・フロックが機械的シネシスによって次第に圧密され、その結果収縮・脱水して凝集団塊となる。やがて凝集過程は直列系から並列系に変換され凝集過程は定常状態となる。

PBS型超高速造粒沈殿装置において流入原水の上昇速度をこのように超高速にできる理由は、無機凝集剤と高分子凝集剤のそれぞれの作用およびその相乗効果をもつとも効果的に発揮するような凝集攪拌条件と装置構造を工業的に確立し得たためであろう。

次にPBS型超高速造粒沈殿装置の特徴を参考までに列挙する。

- (1) ベレット・ブランケットの固形物濃度が極めて高くブランケット界面は固定層に近い静止膨張層のようになる。従ってブランケットからの固形物のキャリーオーバーはほとんどない。
- (2) ベレット・ブランケット界面を超音波検知器によって検知し自動排泥を行なっているため、排泥不足、排泥過剰などに起因するトラブルの心配がない。
- (3) 装置本体底部にスクレーパーが設置されているのでスラッジ堆積によるトラブルの心配がなく安定した運転ができる。
- (4) スタートアップが非常に速い。
- (5) 流入原水の流量変動、ならびに固形物濃度変動に対して極めて安定である。
- (6) オン・オフ運転が非常に容易であり、停止後のスタートアップが速く短時間で良好な処理水が得られるようになる。
- (7) 流入原水の上昇速度を超高速にできるので装置全体が非常にコンパクトになり、処理能力は従来の装置の5～7倍に向上している。
- (8) 設置面積が小さく装置費が安価である。

## 2. ヘドロの回収技術事業化試験

ここでは脱水、余水処理船方式によって浚渫ヘドロを脱水し、同時に余水処理を行なった洋上実験の一実例をまとめて表-5.2に示す。いうまでもないことであるがシックナの上澄水はPBS型超高速造粒沈殿装置で処理されて海に還流され、シックナの濃縮汚泥はデハイドラムで処理され、脱水ケーキとなって土運船で目的地まで運搬される。

ここに表-5.2から明らかなどくPBS型超高速造粒沈殿装置から溢流し海に還流される処理水中に含まれる浮遊固形物の濃度は8～11ppmである。

上述の実験はヘドロ回収技術の事業化のための予備試験であるため、PBS型超高速造粒沈殿装置の運転条件は必ずしも充分でなく、今後さらに改善される余裕が残っている。従って処理水中の浮遊固形物濃度はさらに低下させ得るものと考えられる。

表-5.2 脱水、余水処理船方式試験結果

|                            |          |         |                                                      |
|----------------------------|----------|---------|------------------------------------------------------|
| シ<br>ッ<br>ク<br>ナ           | 分離面積     |         | 38.5 m <sup>2</sup>                                  |
|                            | 薬注       |         | デハイドラム分離水返送による                                       |
|                            | 流入汚泥     | 流入量     | 130 m <sup>3</sup> /hr                               |
|                            |          | 固形物濃度   | 58 kg/m <sup>3</sup>                                 |
|                            |          | 流入固形物量  | 7.5 t/hr                                             |
|                            |          | PH      | 7.9~8.3 (平均8.1)                                      |
|                            |          | COD     | 190~2500 ppm                                         |
|                            |          | 硫化物濃度   | 8~50 ppm (平均25.4 ppm)                                |
|                            | 上澄水      | 浮遊固形物濃度 | 30~70 ppm (平均50 ppm)                                 |
|                            |          | COD     | 5.5~16.5 ppm (平均8.1 ppm)                             |
|                            |          | 硫化物濃度   | 0.1 ppm 以下                                           |
| P<br>B<br>S                | 汚泥       | 排泥量     | 23~31 m <sup>3</sup> /hr (平均27.5 m <sup>3</sup> /hr) |
|                            |          | 固形物濃度   | 220~280 kg/m <sup>3</sup> (平均253 kg/m <sup>3</sup> ) |
|                            | 有効断面積    |         | 2.68 m <sup>2</sup>                                  |
|                            | 薬注       |         | 硫酸バンド70~80 ppm、ノニオン系ポリマー 0.6~1.0 ppm                 |
|                            | 上昇流速     |         | 370 mm/min                                           |
| デ<br>ハ<br>イ<br>ド<br>ラ<br>ム | 処理水      | PH      | 6.6~6.7                                              |
|                            |          | 浮遊固形物濃度 | 8~11 ppm                                             |
|                            | 機種       |         | SLD-2型 (1.9 m $\phi$ × 6.1 mL × 2台)                  |
|                            | 固形物処理量   |         | 7.0 t/hr (1台につき3.5 t/hr)                             |
|                            | 薬注       |         | アニオン系ポリマー 0.7~1.0 kg/t-SS                            |
|                            | 脱水ケーキ含水率 |         | 64.7~69.2% (平均67%)                                   |

#### 5.4 移動床式ろ過装置

##### 1. 概要

ヘドロ処理において浚渫後脱水して埋立てる場合、多量の余水が連続して放出される。この余水中の懸濁物除去に対しては清澄ろ過の機能が必要であって、従来、固定床式ろ過装置が採用されていた。

しかし固定床式ろ過装置はろ過によって、ろ層に捕捉された懸濁物質(SS)が多くなると、ろ過抵抗が増加し、或る限界を上廻った場合は逆洗によってSSを流し出す必要がある。ろ層の逆洗を行なっている間はろ過作業を中断しなければならない。

この逆洗を行なう時期の決定はろ層のろ過抵抗によって決定されるが、普通ろ過される汚水中のSSの濃度によってろ過抵抗の上昇時期を予測し、作業が中断しても支障の起らない時期に設定される。作業中断が許されない場合は予備機を置くか、その中断期間中の汚水の貯溜設備が必要である。

ヘドロの浚渫作業のごとく汚水濃度に変動の多い場合は、中断時期の決定に余裕を見て早い目に設定しなければならないし、また処理すべき水量が多いため、予備機や一時貯溜槽を設定するには、その設定場所や設備費が相当な負担になると考えられる。

これに対して、移動式ろ過装置はろ層表面で捕捉されるSS物質の状況に応じて表面ろ材を更新しつつ連続運転ができる移動床を採用している。

## 2. 機 構

移動床式ろ過装置の最大の特長はろ過プロセスを中断することなくろ過ゾーンからろ過によって捕捉されたSSによる閉塞され方の著しいろ材部分を機械的に比較して早いろ過速度と非常に大きな固形物負荷で運転を行なうことが可能であり、またろ材洗浄方法もすぐれていて、従来のろ過装置のように逆洗によるろ過作業の中断が生じない。従来のろ過の機能との違いを図-5.3に

示す。

これによって判るように、従来のろ過装置の場合はろ過の経過とともにろ層の圧力損失は次第に増加し、ある限界に達した時に逆洗が開始され、それが終わった時点でろ層の圧力損失は低下する。ろ過工程が開始されるとろ層の圧力損失は再び次第に増加する。このような圧力損失の増減を繰り返す。

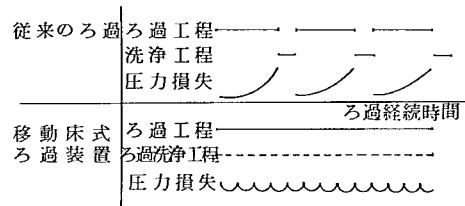


図-5.3 従来のろ過との機能比較

これに対して移動床式ろ過装置ではろ層を押し出して、ろ過されたSSが多く含まれるろ材部分を機械的に掻き落すまでの間に小さなろ過抵抗の上昇が生ずる。ろ層を押し出す時間間隔はろ過する汚水中のSS濃度によって決定する。これによって圧力損失は平均的には非常に小さくなる。

装置の特徴を図-5.4に示す。

流入水①は流入パイプ②を通過してヘッドタンク③に入る。もし凝集剤が必要ならば、ここで添加する。それから汚水は砂層④を通過するが、ろ過された水は集水装置⑤を通過して流出し、ろ過水槽を通過して放出される。ろ層の損失水頭が一定値に達するとろ材押し出し装置⑥を加圧することによりろ層をヘッドタンクの方に向けて押し出す。この押し出されたろ層部分をカッター⑦が一掃して削り落とし、削り落とされたろ材はヘッドタンク下部のホッパー⑧の中に落下する。これはろ過水を用いた輸送装置⑨によって汚泥と砂とはヘッドタンクから排出され、水力で砂洗浄槽⑩に送られ、ここでろ過水を用いて砂の洗浄が行なわれる。洗浄された砂は砂供給装置⑪に水力で輸送されるろ層の底

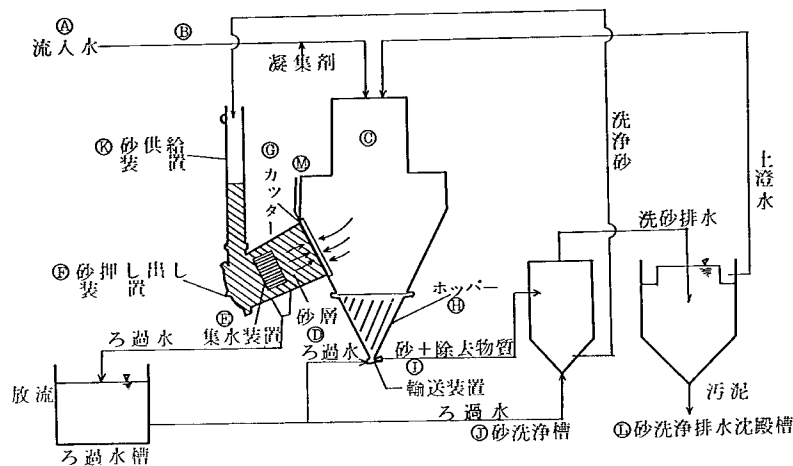


図-5.4 装置フローシート

部に戻される。洗浄排水は砂洗浄排水沈殿槽①に送られ、汚泥のみが沈殿・濃縮排出される。このシステムの運転は自動的に行なわれる。

### 3. 特徴

移動床式ろ過装置の特徴は前述の機構説明の項でも述べたが、その特徴を下記に列挙する。

- (1) 凝集沈殿ろ過の両機能を一貫システムとして兼備しているため、装置がコンパクトで設置面積が小さくてすむこと。
- (2) 比較的SS濃度の高い廃水を処理できること。
- (3) 逆洗の必要がないため連続運転であること。
- (4) 凝集処理の際、粉末活性炭等を併用することによって、さらに高度の処理性が得られること。
- (5) 充填剤として砂だけでなく、活性炭、イオン交換樹脂等を充填することも可能であること。
- (6) 凝集処理との併用が可能のため、SS、BOD除去がなされるとともにリン除去にも有効であること。
- (7) 従来のろ過装置で問題になっていたマッドボールは本装置においては発生しないこと。

### 4. 処理装置

移動床式ろ過装置でろ過を行ない、一定期間の後ろ層を押し出して表層部を機械的

に掻きとるのであるがその標準期間はろ過水の通水速度が大になると期間は短くなる。

その作動頻度の一例を表-5.3に示す。

表-5.3 汚材押し出し作動頻度  
(制御水頭0.2kg/cm<sup>2</sup>)

| ろ過速度LVm/日 | 作 動 頻 度 |
|-----------|---------|
| 200       | 22分で1回  |
| 300       | 15分で1回  |
| 400       | 9分で1回   |

このろ材押し出し装置の作動直後はろ層の乱れのためろ過水の水質が低下するので、この水は自動的に再循環させるように改造した。これによってろ過水質のフレは無くなり、水質は良好な線で安定した。

次に都堀川ヘドロを用いて行なった実験における移動床式ろ過装置の処理成績について以下述べる。

#### (1) 供試料

都堀川ヘドロ(含水率55.8%)を水道水にて希釈し、SS濃度80~150ppm程度に調整したものをヘドロ余水として実験に供した。

#### (2) ろ過処理条件

##### ① 無薬注ろ過

ヘドロ余水をそのまま凝集処理することなく直接通水し、移動床式ろ過の適用性を検討した。ろ過速度は200m/日、300m/日、400m/日の3条件、制御水頭(一定圧力に達するとダイヤフラムが作動し汚染ろ材がカットされる)は0.2kg/cm<sup>2</sup>に設定した。

##### ② 薬注ろ過(凝集処理後ろ過)

ヘドロ余水に適当量の硫酸バンド、NaOH、高分子凝集剤を添加し(薬注条件は前もってジャーテストを行ない決定した)、凝集処理後通水した。ろ過速度、制御水頭の設定は無薬注ろ過と同様である。

#### (3) 実験結果

##### ① 直接ろ過

結果を表-5.4に示す。ろ過原水をそのままろ過した結果であり、ろ過速度による影響が大きい。

表-5.4 無薬注ろ過水水質(制御水頭0.2kg/cm<sup>2</sup>)

| 種 類       | ろ 過 原 水 |     |     | ろ 過 水    |           |          |
|-----------|---------|-----|-----|----------|-----------|----------|
| LVm/日分析項目 | 200     | 300 | 400 | 200      | 300       | 400      |
| SS (ppm)  | 148     | 125 | 120 | 7.0~11.0 | 10.0~16.0 | 12~20.0  |
| 濁度 (ppm)  | 72      | 63  | 60  | 3.5~6.0  | 5.5~11.0  | 6.0~12.0 |

② 薬注ろ過（凝集処理後ろ過）

薬注条件はろ過原水に対し硫酸バンド（ $Al_2O_3$ として）30 ppm、NaOH 90 ppm、ポリマー 1 ppm、結果を表－5.5及び表－5.6に示す。表－5.5に見られるごとく薬注の場合ではLV 400 m/日でもSS 5 ppm以下になる。

表－5.6に流入水SSが100～1000 ppmの濃度の場合のろ過水SSの上限を示した。この結果から流入水のSSの変動にある程度応じられることが判かる。

表－5.5 薬注ろ過処理水水質（制御水頭0.2 ㍻）

| 種 類        | ろ 過 原 水 | ろ 過 水   |         |         |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| LV m/日分析項目 |         | 200     | 300     | 400     |
| SS (ppm)   | 80      | 0～2.0   | 1.0～4.0 | 2.0～5.0 |
| 濁 度 (ppm)  | 43      | 0.2～3.0 | 0.5～3.0 | 0.5～4.0 |
| COD (ppm)  | 7       | 1.5～2.0 | 1.7～2.5 | 1.6～2.9 |

表－5.6 流入水SSとろ過水SSとの関係

|               |     |     |     |      |      |
|---------------|-----|-----|-----|------|------|
| 流入水SS(ppm)    | 100 | 200 | 400 | 600  | 1000 |
| ろ 過 水 SS(ppm) | 4以下 | 5以下 | 7以下 | 10以下 | 10以下 |
| ろ過速度 LV(m/日)  | 200 | 200 | 200 | 150  | 100  |

5. ま と め

移動床式ろ過装置の特徴とヘドロ余水処理を対象としての性能を述べたが、結果を要約すると次のようになる。

- 1) 移動床式ろ過装置はろ材を流入水と逆方向に次第に押し出し、その表面部分を機械的に掻きとることによって、従来のろ過装置のごとく逆流によるろ過作業の中断が起らず連続ろ過が可能である。
- 2) 移動床式ろ過装置は上記の特徴により比較的SS濃度の高い廃水を処理できると及び流入水のSS濃度の変動に対処できる。
- 3) 移動床式ろ過装置はろ過速度が大きくとれるため処理能力が大きくなる。
- 4) 都堀川のヘドロについて凝集剤を添加せずろ過した結果、ろ過速度LV 200 m/日、300 m/日、400 m/日によるろ過水質はLVによる影響が大きい。
- 5) 上記の原水に凝集剤を添加した場合にはろ過水質が良好になり、LV 400 m/日でもSS 5 ppm以下である。

- 6) 流入水SS濃度が大きくなればろ過水SS濃度も次第に大になっているが、流入水SS 1000ppmでもLV100m/日とすればろ過水SS10ppm以下を保持しうることが判かった。

## 5.5 循環式2層ろ過機

ろ層の閉塞・損失水頭の増大・逆洗浄の問題解決のため、各種ろ過機が検討されている。

循環式2層ろ過機はこれらの問題を解決するため合成ろ材を使用し、逆洗方法に新しい機構を採用した塔外ろ材循環式ろ過機である。

### 1. 機 構

ろ過装置の概略を図-5.5に示す。

基本的には下向流泥過装置であるが、ろ材として合成ろ材と細砂を用いている。

合成ろ材の粒径が大きく、かつ均一であるため原水中の濁質は立体的に捕捉され、濁質捕捉量が多くなる。

リークした濁質はつぎの細砂で捕捉され良好な処理水水质が得られる。

逆洗は、ろ材循環工程と水逆洗工程で行なう。ろ材循環工程では、循環ポンプでろ層上部よりろ材を引き抜きろ過塔内中間部に循環させる。

このさい、塔内の水流は上向流となるため、比重の小さい合成ろ材のみが循環し、水流、ポンプによって濁質はろ材から分離する。この循環ろ材により、細砂の洗浄も行なわれる。循環時間は3～5分で、汚濁水は塔外には排出されない。

水逆洗は通常の方法を用いるが、濁質はろ材から分離しているために逆洗時間は短かく、水量は非常に少量でよい。

### 2. 特 長

- (1) ろ過持続時間が長い

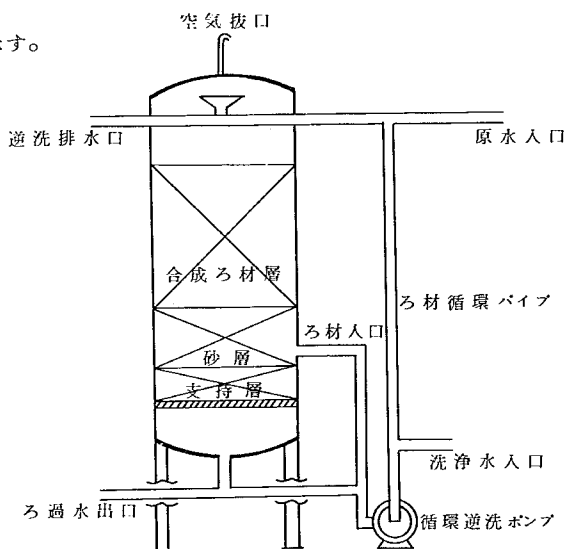


図-5.5 循環2層ろ過装置概略

従来の下向流汙過では、汙材として、砂あるいは砂とアンスラサイトを用いているが、砂、アンスラサイトには必ず粒度の巾があるため、逆洗の毎に、粒径の小さい汙材は上方に、粒径の大きい汙材は下方に移行する。

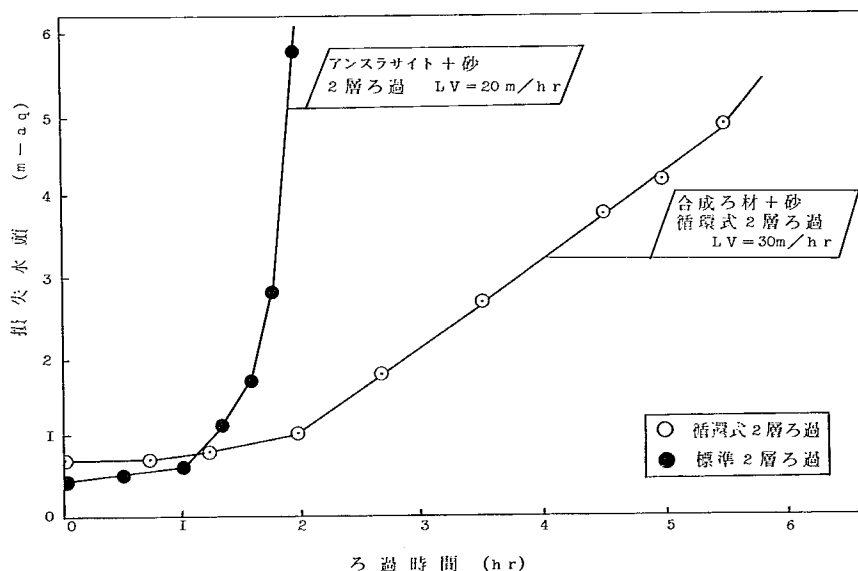
このため実際の汙過装置の汙材の粒度構成は、汙層の上方にいくほど細くなり層化される。このような状態で下向流に通水すると、原水中の濁質は最上層において大部分除去される。

このような濁質の捕捉現象は汙層表面からせいぜい10 cmのところまでで、下層の部分は上層部の支持あるいは汙過水の整流の役割をするだけで除濁作用の働きをしない。

この結果、最上層の閉塞が著しく、損失水頭がこの部分で発生する。つまり汙過の持続時間が著しく短縮される。

これに対して、本装置は粗粒径で、比重が砂あるいはアンスラサイトよりも軽く、かつ粒径の均一な合成汙材を用いているため上記の欠点がなくなり、大きな濁質成分は汙層全体にわたって除かれ汙過持続時間が長い。

某製紙工場排水を処理した場合の通常の2層汙過（アンスラサイト＋砂）と本方式のろ過とを比較した例を図－5.6に示す。通常の2層汙過では急激な損失水頭の上昇を示すが、本方式の汙過では長時間の汙過持続が可能である。



図－5.6 循環式2層ろ過と標準2層ろ過の比較例

(2) 汚過速度が大きい

粗汚材を用いているため汚過速度30~50m/Hを標準とする。

(3) 逆洗水量が少ない

逆洗方法、逆洗条件は、汚過装置の形式、処理対象など各種条件で異なるが、通常の2層汚過機では一般的には、空気・水逆洗が主流で汚過処理水量に対する逆洗水量の比(洗浄水量比)は5~10程度である。

本装置では、汚材循環ポンプで循環洗浄し、捕捉された濁質成分を汚材より分離したのち、逆洗する機構をとっているため、逆洗効率がよく、洗浄水量比は3%以下と非常に少ない。

(4) 高濁度水を処理する。

(5) 濁質の変動に対し安定した処理ができる。

(6) 繊維状濁質に対する汚過・逆洗効果が大きい。

3. 処理成績表

製紙工場廃水の活性汚泥処理水に対する汚過結果を図-5.7、図-5.8に示す。図-5.7は凝集剤を添加せずに汚過した結果で、懸濁物質(SS)は10~25ppmが10ppm以下に減少している。

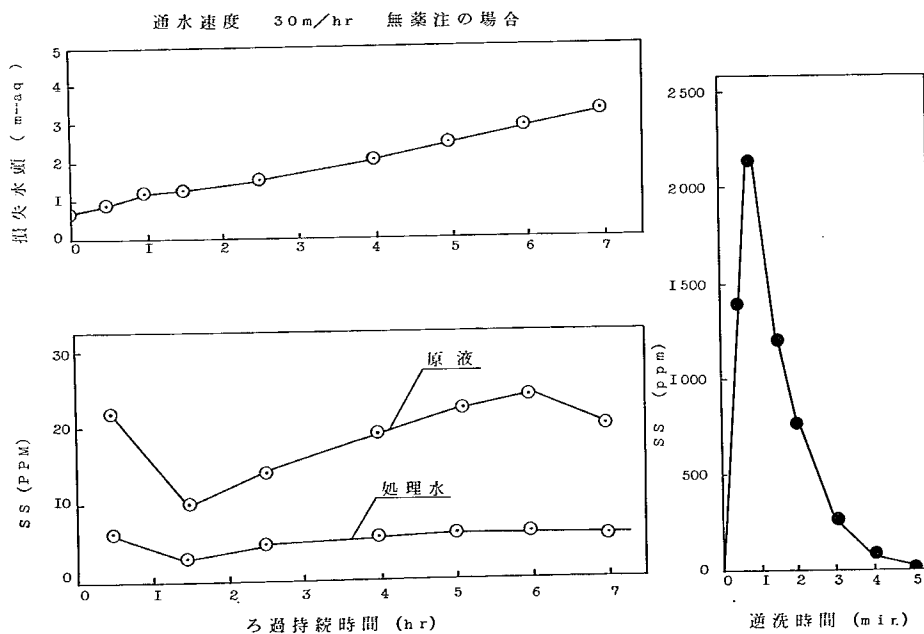


図-5.7 処理結果

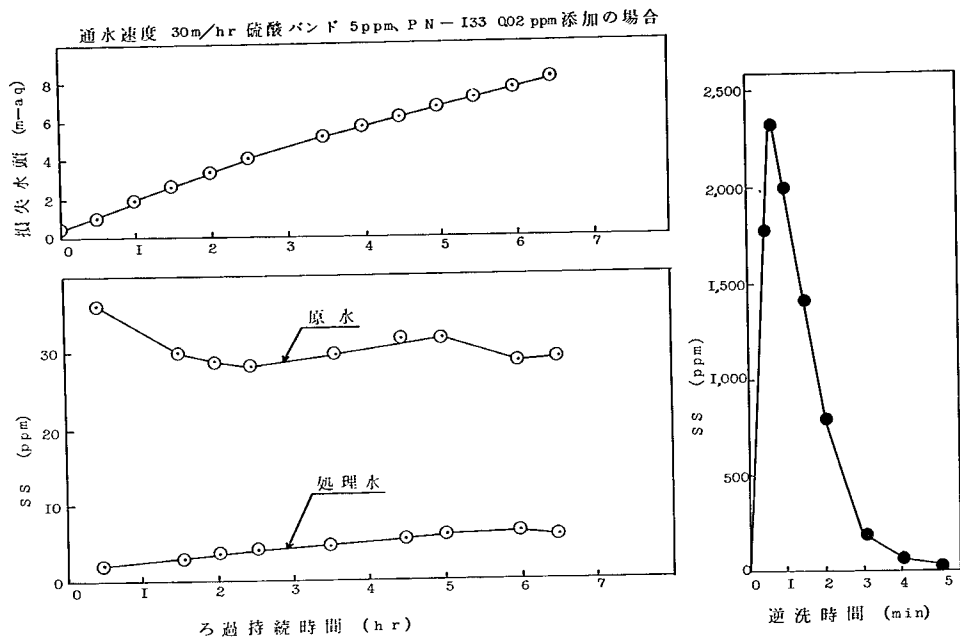


図-5.8 処 理 結 果

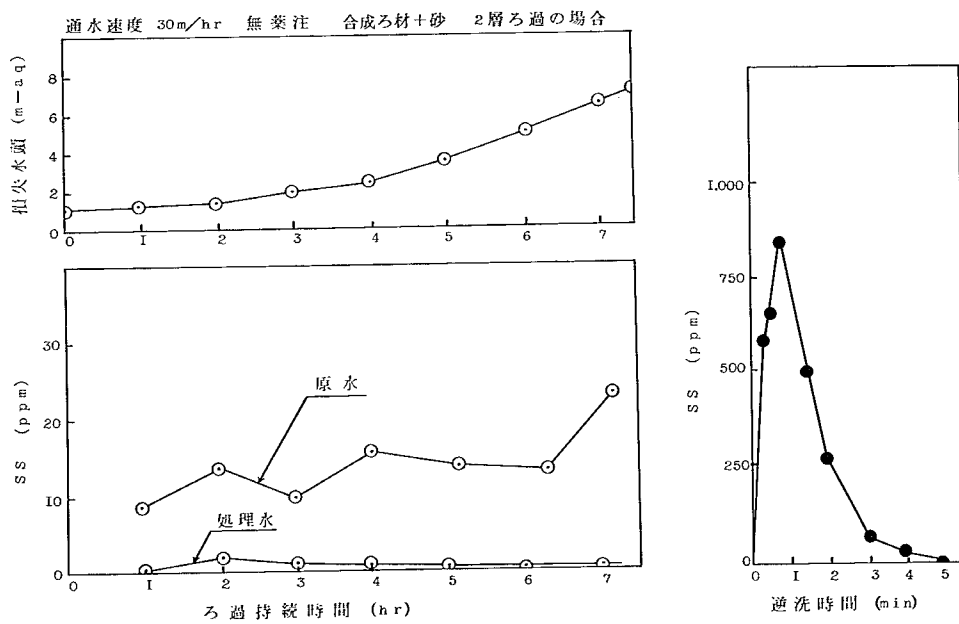


図-5.9 処 理 結 果

通水速度  $30\text{ m/Hr}$  で濾過持続時間 7 時間以上で、このさいの濁質捕捉量は  $5\text{ kg-SS/m}^2$ -濾材である。

逆洗時間は 5 分程度でよく、濾過処理水量に対する逆洗水量の比は 1.9 % である。

図-5.8 は、硫酸バンド  $5\text{ ppm}$ 、高分子凝集剤(クリフロック PN-133)  $0.22\text{ ppm}$  添加した結果で、処理水  $5\text{ ppm}$  程度と非常に良好な処理水が得られる。

図-5.9 は製紙工場廃水の凝集沈殿処理水に対する濾過結果で、合成濾材と砂の 2 層濾過の場合を示している。無薬注できわめて良い処理水が得られる。

図-5.10 は特殊な場合として合成濾材の単層濾過の結果を示しているが、濾過の持続時間を引伸ばす目的の場合に有効であることを示している。

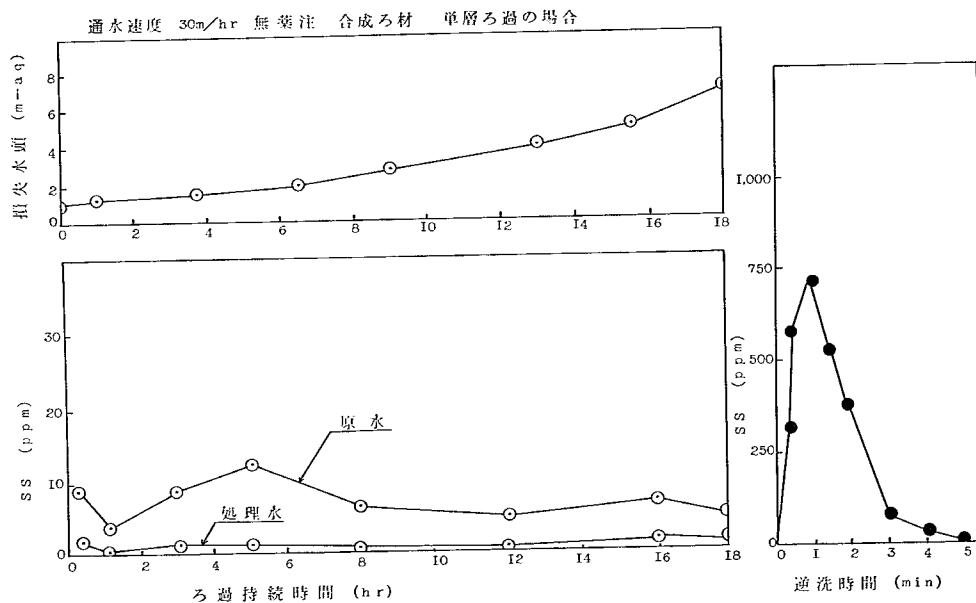


図-5.10 処 理 結 果

## 5.6 内面式真空濾過機

多量の水を含む汚泥を脱水する方法にはいろいろあるが、真空脱水は最も適している方法の一つである。何故ならば懸濁液が真空によって吸引される場合、固形部は濾布にぶつかり、液は濾布を通過するという簡単な機構で脱水が行なわれるからである。例えば重力の加速度の数千倍の大きい遠心力を作用させないと脱水できない遠心分離機と比較すれば機械的難易の差が容易に理解できる。

普通のドラムフィルター

内面式真空ろ過機

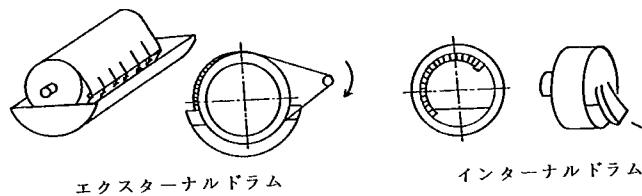


図-5.11 外面式および内面式真空フィルター

ドラム型の真空フィルターには図-5.11に示すように外面式と内面式の2通りがある。内面式のドラムフィルターでは沈降する方向に真空力が作用するので沈降速度が大きくなり、ひいては付着するケーキの量が増大する。これに対しては外面式ではベースの底に汚泥物を沈降させたあと吸着する。この場合ベースの中では重力の方向と真空力の方向は相反する。

真空ろ過機の性能を表わす指数の一つにろ過速度という尺度がある。これは時間当り、ろ過面積当りのケーキの乾燥量 ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$ ) を表わす。この値は脱水しようとする物質の性状、薬品添加量およびサイクルタイムによつて違ってくるので一概に言えないが、普通ヘドロの場合  $30 \sim 50 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$  である。

これに対して内面式では  $100 \sim 300 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$  という非常に大きい値が得られる。これは前記した如く沈降方向に真空力が作用するための効果である。この外に凝集剤によるフロキュレーションの効果もある。

内面式と外面式のドラムフィルターにおいてろ過速度の値がこれだけの違いがあるということは一般に知られていない。これは従来からの真空ろ過機概念を打破る位の重大な意味をもっている。何故ならば内面式のろ過速度がこのように大きくなり得るのであれば、機械によるヘドロの処理費がずっと安くなるからである。

次のデータは、この機械の一試験例である。

|          |                                      |
|----------|--------------------------------------|
| 原液のSS濃度  | 20%                                  |
| ポリマー添加量  | 0.8% (ドライソリッドに対し)                    |
| 消石灰添加量   | 50% (ドライソリッドに対し)                     |
| シルトの平均粒径 | $35 \mu$                             |
| ケーキの湿分   | 55%                                  |
| ろ過速度     | $180 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$ |

このようにシルト質の汚泥としても粒径の小さい方であるが、ろ過速度として  $200 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{h}$  近い値が得られた。この値が従来の外面式の5倍の大きさであるとなれば、

内面式は外面式の機械の  $\frac{5}{4}$  の寸法ですむということになる。

内面式のドラムフィルターの弱点はケーキの剥離が難しく、汚布の洗浄が難しいことであつた。この対策は掻取装置と洗浄装置によりなされている。掻取板はスプリングとウェートによって常に汚布に密着するようになっているのでケーキの剥離は都合よく行われる。また剥離部の後方に洗浄室があり汚布の洗浄が行われる。

S D機の処理能力についてはいろいろと資料整備中であるのでここではごく概略的な説明にとどめておく。前記した如く汚過速度をどこまで期待できるかということが分りさえすれば、それに汚過面積をかけたものが機械の処理能力(ケーキ量)となる。したがって前記した如く汚過速度が  $100 \sim 300 \text{ kg/m}^2/\text{h}$  であれば処理量は  $130 \sim 390 \text{ kg/h}$  となる。バース内におけるフロクの沈降理論からすれば処理能力はこれよりも大きくなる可能性が強いが、今後の研究に待つことにする。

この機械を主体にした処理システムはラバールセパレーター(Laval Separator)と称する新しい分級機を用いているという特徴を持っている。この装置は米国で開発されたもので、砂の回収の場合は  $97 \sim 98\%$  という高い分級効率を示す。従来ならば湿式サイクロンが用いられる所にラバール装置を装入する訳であるが、その優れた性能のためにシステム全体が完全なものになった。この方式の処理フローを示すと図-5.12のようになる。

このシステムは非常に簡単で場所もとらない特色をもっている。しかも処理能力は大きい。したがって一般土木用泥水処理は勿論ヘドロの処理に非常に適している。

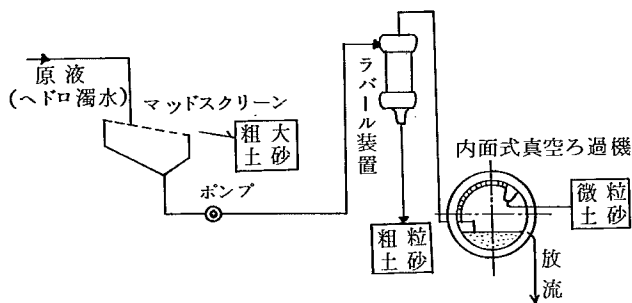


図-5.12 内面式真空ろ過機を主体としたヘドロ処理システム

## 5.7 ヘドロ処理パイロットプラント(社・日本水産資源保護協会)

前述のように、このプラントは(社)日本水産資源保護協会が開発したものであり、その概要をここに紹介する。

図-5.13のフローシートに示すようにこのプラントの脱水方式は連続アンローディング式沈殿船による沈殿池方式であるが、当初はデハイドラム装置による機械的脱水方式でスタートした。沈殿池方式に変更した主な理由は浚渫側の能力と処理側の能力を整

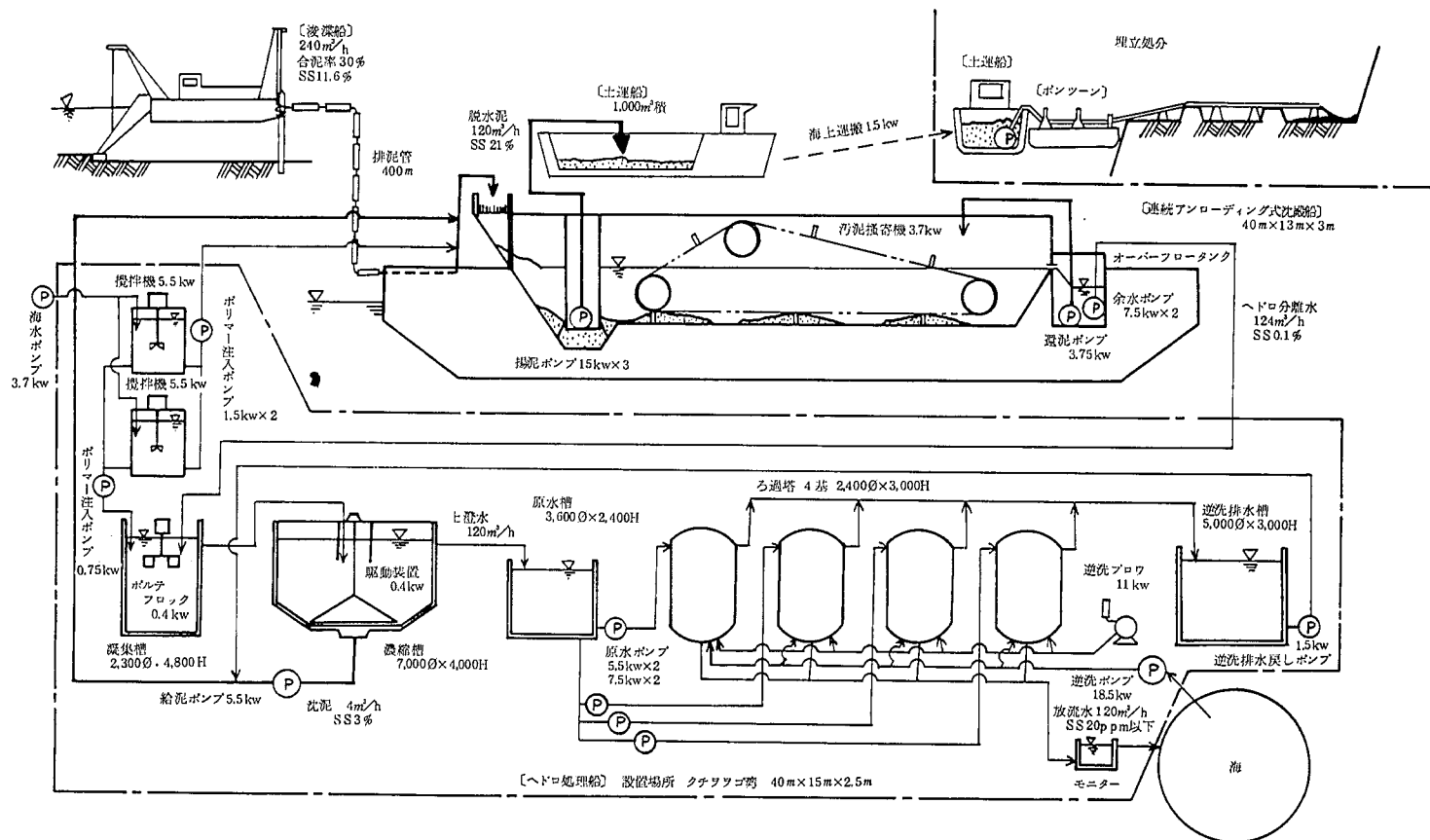


図-5.13 ヘドロ回収処理フローシート(社・日本水産資源保護協会)

合させ、効率の改善を図ったことである。即ち、処理側の能力を効率よく発揮させるためには浚渫泥水の流量、濃度の安定を要するが、処理側の要求精度が高いため、浚渫側が応じ切れず処理側の能力を十分生かし切れなかったためである。

このプラントのもう一つの主な特徴は、図-5.14に示すようなフローの分離水処理システムである。

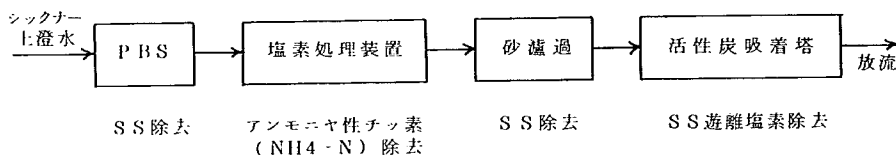


図-5.14 分離水処理フローシート

|         |         |           |
|---------|---------|-----------|
| 余水処理目標値 | SS      | 20 ppm 以下 |
|         | COD     | 10 "      |
|         | T-S     | 1 "       |
|         | PH      | 9 "       |
|         | 重金属有害物質 | 排水基準以下    |

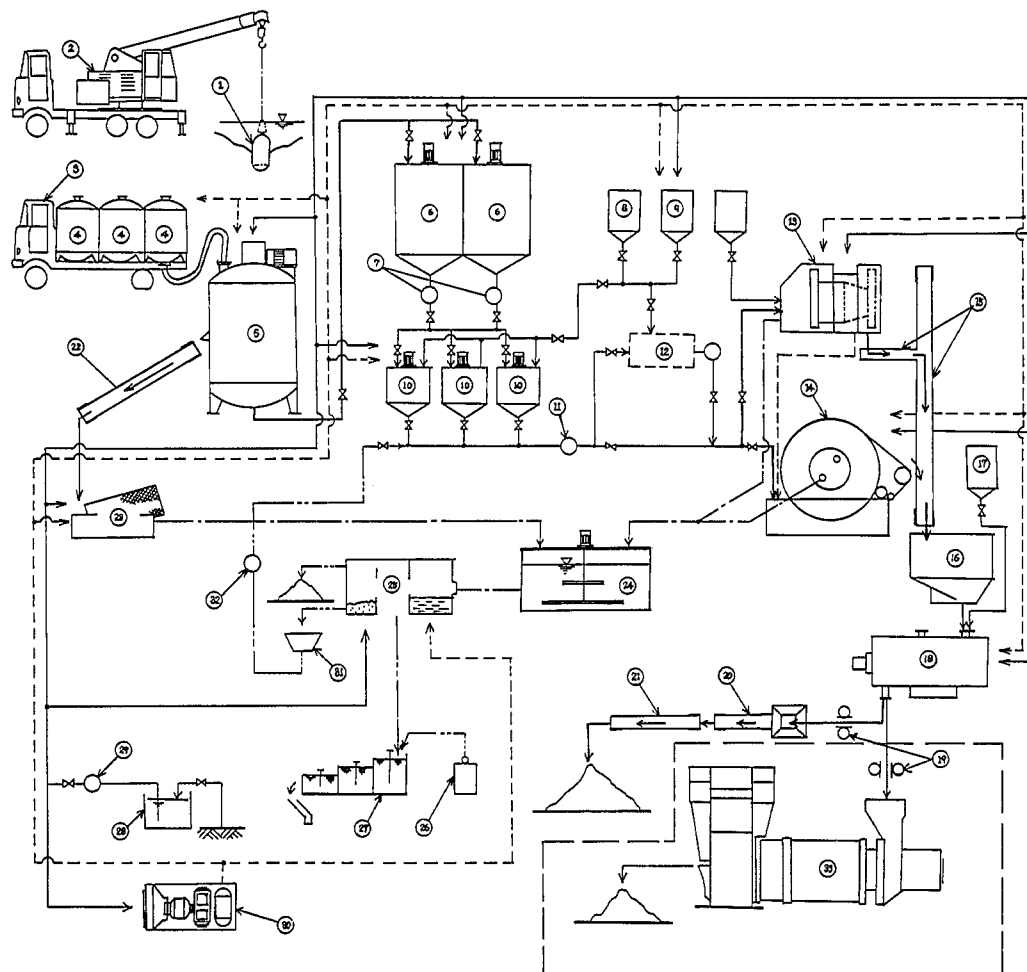
このように分離水中のSS、CODだけでなく、栄養塩類(リン、チッソ)についても処理を行ない、放流水の高度処理を行なっている。又、放流水中のSS、CODについて、連続自動監視装置の実用化を行なっているのも大きな特徴の一つである。

## 5.8 ヘドロ処理パイロットプラント(建設省)

脱水処理過程は、沈殿池方式が一般的であり、現在迄の大規模な施工例は全てこの方式である。用地の確保ができていれば、機械的脱水より処理コストとしては経済的と考えられるが、ヘドロ分離水のように粒径が小さい場合は、沈殿に長時間を要し、流速との関係で大きな広さの沈殿池を必要とするため、都市河川などを対象とした場合には、多くの場合、実施に困難が伴うことが予想される。

これに代る方法として考えられたのが処理プラントによる機械的脱水方法であるが、大量処理の可能性、分離水の清浄化、経済性等、明らかにされなければならない問題点も多い。

このヘドロ処理パイロットプラントは、ヘドロの機械的処理について調査する目的で、昭和47年度、関東地方建設局関東技術事務所船橋分室に設置されたものであり、各種の試験調査が実施された。このプラントは、除塵、脱水、固形化、養生等の一連の処理



| 番号 | 名 称       | 規 格                          |
|----|-----------|------------------------------|
| 1  | ヘドロ採取装置   | 0.15m <sup>3</sup> 負圧吸泥式     |
| 2  | 荷揚げ装置     | 15 ton吊                      |
| 3  | コンテナ運搬車   | 8 ton積                       |
| 4  | コンテナ      | 鉄製1.5m <sup>3</sup>          |
| 5  | 除塵装置      | 加圧スクリーン式2.5m <sup>3</sup>    |
| 6  | 貯蔵装置      | 鋼製1.5m <sup>3</sup> ×2基      |
| 7  | 引出しポンプ    | ねじ形ポンプ                       |
| 8  | 添加剤溶解槽    | 薬注ポンプ付0.5m <sup>3</sup>      |
| 9  | 添加剤サイロ    | スクリーンコンベア付                   |
| 10 | 調整槽       | 鋼製3m <sup>3</sup> ×3基        |
| 11 | 引出しポンプ    | ねじ形ポンプ                       |
| 12 | 混合機       | 連続混合方式(加熱)                   |
| 13 | 遠心分離機     | スクリーンコンベア付6m <sup>3</sup> /H |
| 14 | 真空脱水機     | ベルトコンベア付13.5m <sup>3</sup>   |
| 15 | 供給コンベア    | ベルトコンベア幅                     |
| 16 | ヘドロ定量供給装置 | 特殊供給装置付鋼製                    |
| 17 | セメントサイロ   | 鋼製2m <sup>3</sup>            |
| 18 | 混合機       | 連続混練方式                       |
| 19 | 成形機       | 特殊 3m <sup>3</sup> /H        |
| 20 | 養生機       | 6m <sup>3</sup> /H           |
| 21 | 供給コンベア    | ケーシング搬出用                     |
| 22 | コンベア      | ゴミ搬出用                        |
| 23 | ゴミ洗滌機     | 回転型                          |
| 24 | 濁水槽       | 鋼製40m <sup>3</sup>           |
| 25 | 泥水浄化装置    | 6m <sup>3</sup> /H           |
| 26 | 消毒装置      | 塩素投与方式                       |
| 27 | 消毒槽       | 10m <sup>3</sup>             |
| 28 | 水道水槽      | 鋼製3m <sup>3</sup>            |
| 29 | 清水供給ポンプ   | タービンポンプ                      |
| 30 | コンプレッサー   | 7馬力                          |
| 31 | ボンプ       | 鋼製1m <sup>3</sup>            |
| 32 | 引出しポンプ    | ねじ形ポンプ                       |
| 33 | スラッジドライヤー | 6m <sup>3</sup> /H           |

図-5.15 ヘドロ処理パイロットプラントフローシート(建設省)

5. 8. 2 濁水処理設備における問題とその対策 (性能試験報告書より)

性能試験の結果、明らかにされた問題点と、それに対する対策について述べる。

試験結果の概要は表-5.8、図-5.17に示す通りである。

表-5.8 デハイドラム式濁水浄化装置による試験結果

| 試 験 条 件                     |                          |                                    |                  |             |             |             |                          |                        | 試 試 結 果                  |                               |      |                          |                            |                  |             |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|------|--------------------------|----------------------------|------------------|-------------|
| 濁<br>水<br>濃<br>度<br><br>(%) | 給<br>泥<br>量<br><br>(ℓ/h) | 主<br>剤<br>添<br>加<br>量<br><br>(ppm) | 助 剤 添 量<br>(ppm) |             | P H         |             | ケ ー キ                    |                        | 分 離 水                    |                               |      | 脱<br>水<br>量<br><br>(ℓ/h) | 固形物当りの<br>注・入 量<br>kg/ℓ-SS |                  |             |
|                             |                          |                                    | 水<br>ガ<br>ラ<br>ス | 消<br>石<br>灰 | 添<br>加<br>前 | 添<br>加<br>後 | 造<br>粒<br>量<br><br>(ℓ/h) | 含<br>水<br>量<br><br>(%) | 排<br>水<br>量<br><br>(ℓ/h) | S<br>S<br>濃<br>度<br><br>(ppm) | P H  |                          | 主<br>剤                     | 水<br>ガ<br>ラ<br>ス | 消<br>石<br>灰 |
|                             |                          |                                    |                  |             |             |             |                          |                        |                          |                               |      |                          |                            |                  |             |
| 1                           | 4100                     | 50                                 | 700              | 400         | 7.2         | 11.0        | 132                      | 85.6                   | 2400                     | 12                            | 10.5 | 1550                     | 10.8                       | 216              | 108         |
| 2                           | 3700                     | 65                                 | 700              | 400         | 7.2         | 11.0        | 192                      | 82.0                   | 2000                     | 14                            | 10.7 | 1470                     | 7.0                        | 170              | 85          |
| 3                           | 3100                     | 80                                 | 1000             | 600         | 7.2         | 10.3        | 240                      | 84.6                   | 1600                     | 23                            | 10.3 | 1295                     | 6.7                        | 84               | 42          |

試験条件

濁水：霞ヶ浦ヘドロの遠心脱水機分離水（添加剤  
無）

粒度分布

5  $\mu$  通過率 6 0.0 %

1  $\mu$  " 3 4.5 %

濁水は組成粒度が微少で、濃度が高く、変動が大きい。

組成粒度は、濁水処理装置の標準使用条件に比べると、

5  $\mu$  以下は4~12倍、1  $\mu$  以下は17~35倍多い。

このため、多量の薬注が必要で、高分子凝集剤は11~

13倍を添加している。

処理水のSS濃度は12~23 ppmで、一応排水基準を満足しているが、濁水の濃度が増すと増加する傾向がある。

実処理においては、排水基準の遵守が困難で、しかも高分子凝集剤の使用が制限されたことは、益々この傾向を助長するものと考えられる。

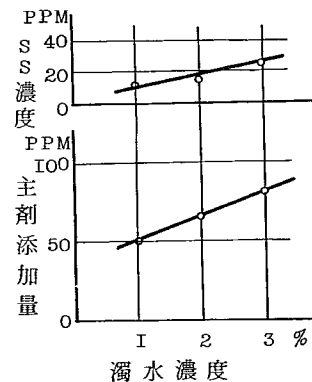


図-5.17

濁水処理試験結果

以下に事項別に列記する。

| 問 題 点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 対 策                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. 変動が大きく高い濃度の濁水</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 遠心脱水機の変離水<br/>： 1 ～ 20 %</li> <li>◦ 真空脱水機の変離水<br/>： 100 ～ 1,000 ppm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>脱水機の組み合わせ使用、多段使用による濃度低限</p> <p>例えば、遠心脱水機の多段、遠心脱水機と真空脱水機の組み合わせ使用により、本負荷の低限</p> |
| <p>2. 大量の濁水</p> <p>ヘドロ処理量の70～80%、特に真空脱水機の場合、洗浄水等を含めると250%</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>プロセスの一部クローズド化による処理水の有効利用</p>                                                  |
| <p>3. 濁水の組成粒度が微小なため、多量の薬注が必要、粒度はヘドロの種類等により差異はあるが、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 真空脱水機の変離水 <ul style="list-style-type: none"> <li>( 5 <math>\mu</math> 以下      20 %</li> <li>  1 <math>\mu</math> 以下      15 %</li> </ul> </li> <li>◦ 遠心脱水機の変離水 <ul style="list-style-type: none"> <li>( 5 <math>\mu</math> 以下      45 ～ 85 %</li> <li>  1 <math>\mu</math> 以下      30 ～ 55 %</li> </ul> </li> </ul> <p>薬注量は濁水処理装置標準使用条件に対して</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>{ 高分子凝集剤      1.1 ～ 1.3 倍</li> <li>{ 水ガラス          1.5 ～ 2.5 倍</li> <li>{ 消石灰            1.7 ～ 1.9 倍</li> </ul> | <p>プロセスの一部クローズド化により、添加剤の効率的利用と処理水の一部繰返し処理</p>                                    |

理想的にはこの濁水中に浮遊しているコロイド状粒子やSS分、これらに付着している有害物質を100%分離し、この分離水を再生水として再利用するのがクローズド化への必須条件である。このためには、次に掲げるステップを踏んで経済的で効率的な濁水の大規模処理化への道を歩むことが必要と思われる。

- (1) 高性能で無害な凝集剤とその最適組み合わせの開発
- (2) 最適プロセス自動制御システムの確立

(3) デハイドラム式濁水処理装置の改造（造粒部の縮小拡大機構の導入）

(4) 河川濁水に適した処理機械の開発

### 5.8.3 濁水処理設備に対する考察

ここでは濁水の無公害処理という観点から、パイロットプラントの濁水処理設備に検討を加える。

前述のように、この濁水処理設備はヘドロの処理過程から排出される微小粒度、不規則高濃度、大量の濁水を一定濃度に調節後、凝集沈殿処理により清澄水とスラッジに清澄分離するものであり、SSの除去に力点が置かれている。

以下に問題点を箇条書に挙げる。<sup>(12)</sup>

- イ. 一部繰り返し処理されるため、プロセス内の濁水中に処理困難な物質（例えばSS）が増加する傾向にある。
- ロ. 従って、処理された一部の放流水は、処理困難な物質を高濃度に含んでいる虞れがある。
- ハ. 多量の添加剤（特にポリアクリルアミド系高分子凝集剤）が添加されているため、放流水中に残存する有毒物による健康への影響が心配される。
- ニ. SS以外の物質（溶解性有機物・チッソ等）は除去され難い。
- ホ. 処理水を再利用する場合、前述のようにある程度の水質が確保されていないと、人体に対する影響、設備に対する障害等が予想される。

以上の検討より、次のような対策が考えられる。

即ち、プロセスを追加して各プロセスの負荷の軽減を図り、濁水の高度処理を行ない、合わせて多量の添加剤の使用を避けるのが適当と考えられる。

以下に更に詳しく検討する。

#### 1. SSについて

濁水処理試験結果では、処理水のSS濃度は12～23 ppmで、一応排水基準（千葉県条令70～150 ppm）を満たしている。しかしながら濁水の濃度増加と共に処理水のSS濃度は増加する傾向にあり、実処理では排水基準を超える虞れさえある。本プラントで処理する濁水中のSS分は微小粒度であり、これには汚染物質が高濃度<sup>(14)</sup>に含有されていること、及び、青函トンネル工事の排水処理では水産用水質基準（SS濃度10 ppm以下）<sup>(15)</sup>を目標値にして実効を上げている事例にも鑑み、更にSS濃度の低減を図るのが至当であろう。凝集沈殿処理後に砂戸過、次いで活性炭吸着のプロセスを追加するのが適当である。

#### 2. 溶解性有機物について

(16)  
表-5.9に示されるように、濁水中には相当量の有機物が含まれている。ヘドロ中の有機物は嫌気性分解により相当量が溶解性になっていることが調査されている。<sup>(17)(19)(20)</sup>  
同表に示される有機物(BOD表示で約80 ppm)のうち、相当量が溶解性と考えられる。

溶解性有機物は凝集沈殿処理され難く、活性炭吸着等の処理が必要なことが下水処理の研究で明らかにされている。

表-5.9 濁水の水質

|     | 測定値 (ppm) |
|-----|-----------|
| PH  | 12.6~13.1 |
| COD | 14.1~15.1 |
| BOD | 78.3~82.2 |
| N   | 62.3~63.5 |
| P   | 0         |

表-5.10 悪臭分析結果

| 河川名<br>項目<br>条件 | 霞ヶ浦      |                        | 鶴見川                    |                        |
|-----------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                 | 常温 (20℃) | 加熱 (60℃)               | 常温 (20℃)               | 加熱 (60℃)               |
| アンモニア           | —        | 1.59 <sup>mg/kg</sup>  | 2.46 <sup>mg/kg</sup>  | 6.59 <sup>mg/kg</sup>  |
| 硫化水素            | 不検出      | 不検出                    | 不検出                    | 不検出                    |
| メチルメルカプタン       | 不検出      | 不検出                    | 不検出                    | 不検出                    |
| 硫化メチル           | 不検出      | 不検出                    | 不検出                    | 不検出                    |
| トリメチルアミン        | —        | 0.607 <sup>mg/kg</sup> | 0.830 <sup>mg/kg</sup> | 0.822 <sup>mg/kg</sup> |

### 3. 栄養塩類(リン・チッソ)について

ヘドロ中のリンは90%以上が無機態で、ヘドロの種類、その他条件にもよるが、その約60%は溶解性、40%は非溶解性(浮遊物に電氣的、物理的に吸着している)<sup>(17)(19)(20)</sup>であることが調査されている。

又、リンはPH>11では、濁水中のリン濃度に関係なく0.5 mg/l以下になることが、下水処理パイロットプラントで確認されている。<sup>(11)(21)(23)</sup>本濁水浄化装置において消石灰が添加され、PH>10になっているので、表-5.9に示されるようにリンはほとんど除去されている。

ヘドロ中の窒素は多くの場合、ヘドロが嫌気性状態にある(20~30 cm厚のヘドロでは水中のDOの60~70%は表層より数cmで占めている測定例もある)ので、<sup>(17)(19)(20)</sup>大部分アンモニア性に変化していることが調査されている。

本設備で取り扱っているヘドロ(分離水)中にも、表-5.9のように多量のチッソ<sup>(2)</sup>が含まれており、このうち相当量が表-5.10に示されるようにアンモニアに変化している。

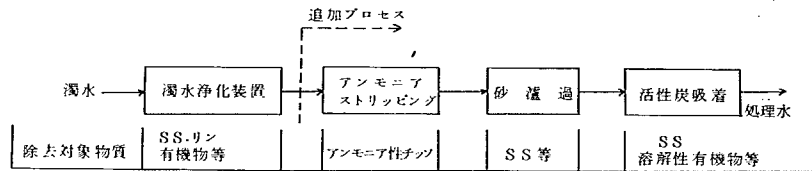
アンモニア性チッソは高PHではアンモニアになる。このアンモニアはガスとして発散し易いので高PHの濁水を水滴にしたり、水滴を破壊することを繰り返すことに

より、ガスとして大気中に飛散させてアンモニア性チッソを除去する方法（アンモニアストリッピング）が下水処理の研究で開発されている<sup>(1)(2)(3)</sup>

本濁水処理プロセスにおいて、濁水は高PH化されているので、アンモニアストリッピング法によりアンモニア性チッソを除去するのが良い。

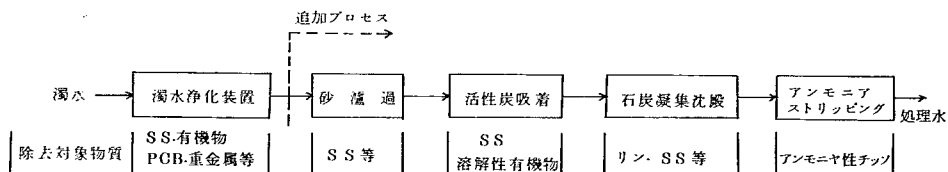
#### 5.8.4 濁水高度処理フローシート案

以上の検討より、図－5.18に示すようにプロセスを追加するのが望ましい。



図－5.18 濁水高度処理フローシート案(1)

このパイロットプラントで取り扱っているヘドロはシルト分の多い有機性のヘドロであり重金属、PCB等の有害物質は比較的少量である。これに対し、水俣湾のヘドロは多量に有害物質を含んでいる。これらの有害物質は高PH下では溶出が促進されるので、PHの急激な上昇は避けた方が良いことが明らかにされている<sup>(14)</sup>。本濁水処理過程では濁水の粒度が微小なため、多量の石灰が添加され、濁水の高PH化が行なわれているが、ヘドロ中に多量の有害物質が含まれている場合は、適当でない。この場合、図－5.19のようにプロセスを追加する方が望ましい。



図－5.19 濁水高度処理フローシート案(2)

図－5.19に示される石灰凝集沈殿処理によるリン除去の方法は

- 良質の石灰が豊富に、全国的に得られること
- 沈殿石灰汚泥から石灰が再生できること
- 処理水が高PHなので、続いてアンモニアストリッピングによりアンモニア性チッソが除去できること

等の理由により、経済的で実際であることが下水処理の研究調査で分っている。

土木研究所では、既にパイロットプラント規模（数百 $m^3$ /日）の実験は完了しており、実処理施設による継続的調査は下水道事業センターにて行なわれる予定である。

#### 5.8.5 今後の課題

濁水を高度処理する場合、機械設備等の経費が大きくなり、経済的処理の志向と相入れない一面を持っている。

(1)  
しかしながら、ヘドロ処理プラントにおける単位処理当りの単価の比較は、通常の工事と異なり単純に評価できない。それは、ヘドロ回収処理によるメリットの大きさに左右される。即ち、ヘドロ回収処理が緊急かつ重大であり、なおかつ工事に伴う二次公害に対する規制の要求が非常に厳しい場合には、単価が高くても上記の条件を満足するものであれば、十分意味のあるものとなり得る。逆に、比較的條件がゆるい場合には単価を低くすることも可能となる。

このパイロットプラントの開発当初の目的の一部、即ち、

- 都市河川ヘドロを対象に
- 堆積現場附近の狭小な用地でも処理可能な
- 大能力で
- 二次公害のでない

ヘドロ処理プラントの開発理想を想起するとき、公害問題を担う国の施策としてこのようなヘドロ処理に対する積極的方針を打ち出し、自らの手で解決を迫ろうとする姿勢は意義深いものがあると言えよう。

(2)  
試算によれば、プラントによるヘドロ処理経費のうち、二次排水処理経費の割合は約20%、その中、機械設備の経費は約50%である。濁水を高度処理する場合、プロセスを追加するので、機械設備等経費の割合は上記の値を大幅に上回るが、処理能力を大きくすれば機械設備等経費（損料）は相対的に低下するものであるから、二次公害を出さない大規模プラントのメリットは生れてくるであろう。

今回の濁水処理設備に関する調査概要は、濁水の無公害処理という観点から濁水処理の高度化を中心課題とした。高度処理プロセスの設計条件、問題点等の具体性については、今後の課題として残されることになった。

しかしながら、機械的脱水によるプラント処理方式において、大量処理化する場合のネックは、

1. 浚渫側と処理側、及び処理側各プロセス間の量的整合が困難
2. ヘドロの性状変化に対する対応性に乏しい（例えば薬注操作難）

### 3. 最適プロセス自動制御システムの未確立

等にあるようであることが明らかになったと考えられる。

#### 5.8.6 調査文献名一覧

##### 1. 赤潮防除技術事業化試験事業(ヘドロ回収技術事業化試験)報告書

社団法人日本水産資源保護協会

S 49-3、S 50-3、S 51-3、S 52-3、S 52-3 (要約版)

##### 2. ヘドロ処理性能試験報告書「その1.パイロットプラント性能試験」

関技第40号、関東技術事務所、昭和49年3月

##### 3. パイロットプラントによるヘドロの処理調査

飯田主税、建設の機械化、1974-10

##### 4. 昭和50年度の国立試験研究機関等における環境保全研究

環境庁企画調整局研究調整課 公害と対策 vol 11 - No 6

##### 5. 毎日新聞、昭和52年10月29日

##### 6. (特集—水質総量規制と上乘せ基準)

公害と対策 vol 13 ('77)-4

水質の総量規制導入をめぐる課題と方針 丹野晴夫

##### 7. 試験研究機関の排水規制について

本田修巳、環境創造 '76/2

##### 8. (特集—水質総量規制と上乘せ基準)

公害と対策 vol 13 ('77)-No 4

東京都における水質総量規制導入等規制の強化について 溝呂木昇

##### 9. 第2回日米下水処理委員会に出席して

柏谷衛、どけん92号、'73-4

##### 10. ソ連水資源と水質汚濁防止策

アレクサンドル・デドウル PPM. '77/10

##### 11. 三次処理に関する研究

土木研究所年報、第75号(昭和47年)

##### 12. 下水再利用の考え方と我が国における調査研究の動向

安藤茂、土木技術資料17-9('75)

##### 13. 毎日新聞 昭和52年12月13日

##### 14. 重金属、PCB等を含むヘドロの除去と処理に関する研究

土木研究所年報、第102号(昭和49年)

第112号(昭和50年)

15. 青函トンネルの排水処理装置  
桂木定夫他、建設の機械化 '75-2
16. 霞ヶ浦ヘドロ室外実験報告書  
霞ヶ浦工事事務所 東建地質調査株式会社 昭和49年3月
17. ヘドロの浚渫に関する調査—ヘドロの処理工法に関する調査  
土木研究所年報 第84号、昭和48年
18. ヘドロの処理工法に関する調査  
土木研究所年報 第94号(昭和49)、第104号(昭和50)
19. ヘドロの生物化学的性状に関する調査  
土木研究所年報 第94号(昭和49)、第104号(昭和50)
20. (特集—底質汚泥と対策シリーズ)公害と対策 vol111-No.6  
底泥中の有機物質と水質汚濁 村上健
21. 下水の高度処理と再利用に関する調査—栄養塩類を主体とする下水の高度処理の調査  
土木研究所年報 第86号(昭和48)、第96号(昭和49)  
第106号(昭和50)
22. 下水の高度処理と再利用に関する調査—有機物を主体とする三次処理の調査  
土木研究所年報 第86号(昭和48)、第96号(昭和49)、第106号(昭和50)
23. 下水の高度処理と再利用に関する調査報告書(1)—石灰凝集沈殿によるリン除去及び有機物除去の実用化のための調査  
土木研究所資料、第76号(昭和47)
24. 廃水処理と公害の問題 三浦重義  
(特集、建設工事に伴う泥廃水の処理)  
基礎工、'75-5.6
25. 移動床式ろ過装置について  
久保田鉄工㈱、ヘドロNo.5('75)
26. ヘドロ処理プラント(カタログ)  
関東技術事務所、昭和47年度
27. 底質の処理処分に関する暫定指針と解説  
環境庁水質保全局水質管理課編、底質浄化協会

S51-2

28. 建設工事における汚濁水の処理と規制  
杉山篤 建設の機械化 '74-9
29. 水質汚濁関連法令 梅野実  
(特集、公害防止管理者国家試験講座—水質編)  
PPM、1975
30. ヘドロの生成と除去について  
吉田龍男、ヘドロ、No 1 (1974)
31. 水俣湾のヘドロの脱水および分離液処理試験  
荏原インフィルコ(株) ヘドロ、No 2 (1974)
32. 河川、海域等におけるヘドロの処理方法等に関する研究  
吉田龍男、ヘドロ、No 4 (1975)
33. 汚染海域浄化システムの設計研究、汚物処理システム報告書  
底質浄化協会、昭和50年
34. 河川、海域等におけるヘドロの処理方法等に関する研究報告書  
全国海岸協会、昭和50年
35. 底質処理機械に関する研究報告書  
底質浄化協会、昭和51年3月
36. ヘドロ処理工事及び処理工法、機械の実態調査  
底質浄化協会、昭和52年3月
37. 汚水処理技術一般 美坂康有  
(特集、公害防止管理者国家試験講座—水質編)  
PPM、1975/5

## 6. あとがき

ヘドロ処理技術についての研究は近年とみに活発となり、処理工法、機械も順次高性能のものが開発されて工事の施工に寄与している。今後は国の施策と相まって、工事件数、数量とも増加の方向にあると言えよう。

しかし、ヘドロ処理工法、機械とも一応のものができているが、なお研究開発の余地が多分にある。今後の研究目標は次のようなものが考えられる。

- (1) 新しい機構による高性能な浚渫装置の研究開発
- (2) 現存浚渫装置の能率を高めるため、障害となる部分の研究改良
- (3) 水質監視項目測定分析の迅速化の研究
- (4) 埋立等ヘドロ処理に接続する余水処理システムの研究
- (5) 埋立地内での効果的なSS除去法の研究
- (6) ヘドロ処理設備個々の研究と、総体的に簡素化による設備費と運営費軽減の研究
- (7) その他

この一連の調査は、調査期間等の制約もあり、内容的には十分とはいえないが、大局的にヘドロ処理工法、機械の現状を把握し、今後の研究開発に寄与する基礎資料が得られたと考えられる。

へドロ処理工事実績表

表-4.1 ヘドロ処理工事実績概要(1)

| 整理<br>番号 | 工事施工年度<br>工事施工場所 | 水域<br>別 | 工 事 規 模 |  |  | 工事に対する規制 |  | ド |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|------------------|---------|---------|--|--|----------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|----------|------------------|---------|---------|--|--|----------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| 漂                                      |                                 | 運搬                                     |       |               |                                   |                   | 陸揚<br>(埋立地への投入を含む)                     |                                       |    | 余水処理                                 |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        | 固化処理                                |                                      |                     |                                      | 整理                                |    |      |
|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|-------|---------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----|--------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----|------|
| 績                                      | 二次公害対策                          | 機 械                                    | 場 所   | 距離            | 能 力                               | 実績                | 機 械                                    | 能 力                                   | 実績 | 処理方式                                 | 対日標値<br>実 績                                       | 埋立地<br>規 模                                        | 沈殿池<br>規 模                                      | 流入<br>水量                                       | 機 械 設 備                                                    | 流入<br>SS  | 流出<br>SS               | 二 次 公<br>害 対 策                      | 処理方式                                 | 工事規模                | 実 績                                  | 機 械 設 備                           | 番号 |      |
| h                                      |                                 | タンクバージ150m <sup>3</sup><br>引船          | 埋立護岸内 | 13km          |                                   |                   | 埋立護岸内へ<br>ポンプ揚泥                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 1    |
|                                        |                                 | ガット船900m <sup>3</sup>                  | 埋立護岸内 |               |                                   | 700m <sup>3</sup> | 埋立護岸内へ<br>サントポンプ                       | ガット船に<br>装備400Ps                      |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 2    |
|                                        |                                 | 排送管<br>固化後タンブカー                        | 陸 上   | 1km           | タンブ<br>18t 積                      |                   |                                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                | ロータリースクリーン→シルトコンベヤ<br>→クッションタンク→水中サントポンプ<br>→フロボ→ジョナルフィルター |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      | ベルトコンベヤ→ミクサー<br>→倉庫→タンブ運搬         | 3  |      |
|                                        | にどりを出さない                        | 排送管                                    | 埋立護岸内 | 300m          |                                   |                   |                                        |                                       |    | 整流方式使用<br>石灰乳添加、pH調整                 |                                                   |                                                   | 5,800m <sup>3</sup>                             | 270m <sup>3</sup> /h                           |                                                            |           | 25                     | 13                                  |                                      |                     |                                      |                                   |    | 4    |
|                                        |                                 |                                        |       |               |                                   |                   |                                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     | 液状泥の吐出位置<br>と、整流沈殿池入<br>口にシルトプロテクター  | 埋立完了後表面層固化<br>フジベトン |                                      |                                   |    | 4'   |
|                                        |                                 | 完全密閉バージ400m <sup>3</sup><br>3隻、引船350ps | 陸 上   | 640m          |                                   |                   | 東洋攪乱<br>ポンプ                            | 100ps<br>50ps                         |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                | 陸上処理試験シックナー                                                |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 5    |
|                                        |                                 | 完全密閉バージ                                | 陸 上   |               |                                   |                   |                                        |                                       |    | 脱水処理実験                               |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 6    |
|                                        |                                 | 排送管                                    | 陸 上   | 1700m         |                                   |                   |                                        |                                       |    | 陸上処理地で自然沈<br>殿、上澄水工場排水<br>処理施設へ      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     | 沈泥は固化処理                              |                     |                                      |                                   |    | 7    |
| 日                                      |                                 | 排送管                                    | 埋立護岸内 | 3km           |                                   |                   |                                        |                                       |    | 凝集沈殿+濾過                              |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 8    |
|                                        | 海中築堤を作る                         | 排送管                                    | "     | 6km           |                                   |                   | 特殊撒布船を使用<br>海中に投入                      |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      | 表面固化、覆土<br>(東亜興発)   |                                      |                                   |    | 9    |
|                                        | 拡散防止膜を使用                        | "                                      | "     | 1.5~<br>2.5km |                                   |                   | "                                      |                                       |    | 砂濾過処理                                |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 10   |
|                                        | 海中築堤を作る                         | "                                      | "     |               |                                   |                   | "                                      |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 11   |
| 白                                      | ドレッジヘッド<br>(干潮時)<br>満潮時オイルフィルター | 排送管<br>陸上液状分はトラック                      | "     | 2.5km         |                                   |                   |                                        |                                       |    | 凝集沈殿法(シワー)                           | 675,000m <sup>3</sup><br>(162,000m <sup>3</sup> ) | 中間20,000m <sup>3</sup><br>沈殿池50,000m <sup>3</sup> | 沈殿池へ<br>3,000~<br>6,000m <sup>3</sup> /日        | 沈殿池オイルフェンス二重張<br>中間沈殿池にオイルフェンス<br>中間にシルトプロテクター |                                                            | 50        | オイルフェンス及び<br>シルトプロテクター | 後日砂土搬入工法とフジ<br>ベトンで表面層固化全面<br>表面層処理 | 64,800m <sup>3</sup>                 |                     | 固化剤プラント<br>表面処理機100m <sup>3</sup> /d |                                   | 12 |      |
| m <sup>3</sup> /h<br>m <sup>3</sup> /h | にどりが殆んどなし                       | 上部開放土運船<br>引船300ps                     | "     | 12km          |                                   | 212m <sup>3</sup> | クレーン船を使い、ボ<br>ンプアップ、台船周<br>囲にシルトプロテクター |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 13   |
|                                        |                                 | "                                      | 埋立護岸内 | "             |                                   |                   | 渦巻ポンプ                                  | 排送500m <sup>3</sup><br>(含泥率10<br>~20) |    | 自然沈殿法                                |                                                   |                                                   | 15,000m <sup>3</sup><br>(20,000m <sup>3</sup> ) | 700m <sup>3</sup> /h<br>5,600m <sup>3</sup> /日 |                                                            | 5~<br>20% | 20                     |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 14   |
|                                        |                                 | 汚泥に山砂混入<br>タンブトラック                     | 陸上処分地 |               | 10t 積                             |                   |                                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     | 河底排水、ドライにし<br>て原位層固化処理<br>フジベトン      |                     |                                      | 湿地ショベル1. ユンボ3<br>ブルドウザ1           |    | 15   |
|                                        | シルトプロテクター                       | 自航密閉バージ<br>100m <sup>3</sup>           | "     | 400m          |                                   |                   | マドラで盛揚、これ<br>を排送管で運送                   | 600/30                                |    | 自然沈殿法                                |                                                   |                                                   | 5,000m <sup>3</sup><br>4ヶ所                      |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 16   |
|                                        |                                 | 排送管                                    | "     | 6.5km         |                                   |                   | クラムシェル                                 |                                       |    | 陸上処理地で砂濾過<br>(凝集沈殿)                  |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     | 処理したヘドロに土壌<br>を混合処理し、その上<br>に覆土処理をする |                     |                                      |                                   |    | 17   |
|                                        |                                 | "                                      | 埋立護岸内 | 6km           |                                   |                   |                                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 18-2 |
|                                        |                                 | 土運船<br>押船(補助引船)                        | "     | 4.5km         | 2000, 2500t<br>2000t<br>(250t 3隻) |                   | 水中サントポンプ4台<br>クレーン4台                   | DP-50B型<br>25t吊ブ<br>ーム長25m            |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     |                                      |                     |                                      |                                   |    | 18-3 |
|                                        |                                 | 自航土運船<br>400m <sup>3</sup> と記入あり       | "     | 5.5km         |                                   |                   |                                        |                                       |    | 自然沈殿法、上澄水<br>をポンプアップし、砂濾<br>過池を通して放流 |                                                   |                                                   |                                                 | 10,000m <sup>3</sup> /日                        |                                                            |           |                        |                                     | 表面層固化<br>MR工法、TBS工法                  |                     | 700~<br>800m <sup>3</sup> /日         | 固化処理船、固化処理<br>材サイロ、ミキシングプ<br>ラント等 |    | 18-1 |
|                                        |                                 |                                        |       |               |                                   |                   |                                        |                                       |    |                                      |                                                   |                                                   |                                                 |                                                |                                                            |           |                        |                                     | 表面層固化<br>MR工法                        |                     | 1,000m <sup>3</sup> /日               |                                   |    | 18-4 |

表-4.1      ヘ ト ロ 処 理 工 事 実 績 概 要 (2)

[illegible]

| 深       |     | 搬                            |                          |       |                                |        | 陸揚<br>(埋立地への投入を含む)      |    |                                                    | 余水処理               |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            |                                          |                                  | 固化処理                            |                                           |                                |    | 整理 |
|---------|-----|------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|--------|-------------------------|----|----------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|------------|------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|----|----|
| 二次公害対策  | 機 械 | 場 所                          | 距離                       | 能 力   | 実績                             | 機 械    | 能力                      | 実績 | 処 理 方 式                                            | 対目標<br>値実績         | 埋立地<br>規 模          | 沈 殿 池<br>規 模                     | 流 入<br>水 量                 | 機 械 設 備                                                                                                                                                  | 流入<br>SS              | 流出<br>SS    | 二次公<br>害対策 | 処 理 方 式                                  | 工事規模                             | 実 績                             | 機 械 設 備                                   | 番号                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | 全面表層処理                                   | 17,000 m³                        |                                 | 固化剤プラント<br>表層処理機<br>800 m³/d              | 18-5                           |    |    |
|         |     | 密閉型非航土運給<br>引船<br>コンクリートポンプ車 | 沈殿バージ<br>→埋立固化<br>→陸上処分地 | 6km   | 600 m³積<br>50t500ps<br>35 m³/h | 189 m³ | クラムシェル<br>水中モーター<br>ポンプ |    | 沈殿バージ→上澄水→シクナー<br>→上澄水→活性炭濾過→放流<br>→濃縮ヘドロ→機械脱水→土運給 |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | 土運船(脱水ケーキ)} 陸揚<br>土運船(沈殿ヘドロ)}<br>→固化     |                                  |                                 | セメントによる固化<br>コンクリートモーター車<br>(コンティニアスミキサー) | 19                             |    |    |
|         |     | 排送管                          | 陸 上                      | 1km   |                                |        |                         |    | 自然沈殿、砂濾過                                           |                    |                     | 巾25 m×<br>長220 m                 | 420m³/h                    | 凝集剤、溶解槽 1 m³ 2<br>攪拌機 0.75KW 2<br>揚水ポンプ1.5 KW 2<br>急速濾過槽400 t/hシクナー-2                                                                                    | 20,000                | 100~<br>200 |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 20                             |    |    |
|         |     | 排送管                          | 埋立護岸内                    | 450 m |                                |        |                         |    | 上澄水をポンプアップし、無機凝集剤<br>添加、急速濾過                       |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 21                             |    |    |
|         |     | 排送管                          | 陸 上                      | 1.2km |                                |        |                         |    | 貯泥池余水吐→遊水路→砂濾過<br>→放流                              |                    |                     | 貯泥池を陸上<br>築堤2基設置<br>6650m²9220m³ | 420m³/h<br>3360m³/日        | 濾過槽を遊水路終端に設け、下<br>層砕石部に多孔管を埋設                                                                                                                            | 200~<br>500           | 15          |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 22                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | セッパ-ン工法                                  | 23,000m³<br>厚1 m                 | σ <sub>2</sub><br>2~6<br>kg/cm² | セッパ-ン工、プラ<br>ント処理給1セット<br>800 m³/d        | 23                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | "                                        | 14,000m³<br>厚1.5~2m              | σ <sub>2</sub><br>2~6<br>kg/cm² | セッパ-ン工、プラ<br>ント処理給1セット<br>800 m³/d        | 24                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            | 26-2<br>凝集剤添加ダイヤフラム型(酸、アル<br>カリ凝集剤) 攪拌、フラッシュミ<br>キサ、フロキュレータヘドロ処理<br>中央駆動型汚泥掻き機<br>濾過、二層濾過方式、モノスゴフ<br>ルター、急速濾過槽、凝集槽第<br>1.第2.送水槽 ポンプは原水2<br>送水2.排泥2.逆流排水2 |                       |             |            | 沈砂池でオ<br>イルフェン<br>ス使用                    |                                  | 25                              |                                           |                                |    |    |
| オイルフェンス | 排送管 | 埋立護岸内                        |                          |       |                                |        |                         |    | 凝集沈殿(アクリル酸ソーダ)<br>濾過方式                             | nヘキ2<br>SS10<br>達成 |                     | 凝集沈殿槽<br>30mφ×3mH<br>×2基         | 1000m³/h<br>24000m³/日      |                                                                                                                                                          | 100                   | 1~3         |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 26                             |    |    |
|         | 排送管 | 埋立護岸内                        | 3km                      |       |                                |        |                         |    | 埋立地→凝集沈殿池→急速濾過器                                    |                    | 約<br>140,000 m³     |                                  | 5,000m³/h                  | 溶解水中ポンプ、液送多段濾過<br>ポンプ定流量、溶解タンク急<br>速濾過器8基(1基1000m³/h)                                                                                                    | 沈殿池<br>1000濾<br>過器100 | 20          |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 27                             |    |    |
|         | 排送管 | "                            |                          |       |                                |        |                         |    | 自然沈降しなかった上部水に対し<br>余水吐で凝集剤をシャワー添加                  |                    | B地区<br>1,560,000 m³ | C地区等                             | 6,000m³/h                  | 溶解水ポンプ、液送ポンプ、定<br>量フィード、溶解タンク                                                                                                                            | 10万                   | 40~<br>1000 |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 28                             |    |    |
|         | 排送管 | "                            |                          |       |                                |        |                         |    | 余水に凝集剤添加、フロック泥土を<br>調整池に沈降、堆積。その余水は<br>集水路に放流      |                    | 90,000 m³           |                                  | 500m³/h                    | "                                                                                                                                                        | 5万~<br>10万            | 20~<br>50   |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 29                             |    |    |
|         | 排送管 | "                            |                          |       |                                |        |                         |    | 管内直注、余水吐でシャワー添加<br>貯泥池に沈降させる。凝集沈殿法                 |                    | 貯泥池<br>約25万m³       | 7,000m³/h<br>×4                  | 濁水流出防止法・シスレット3<br>管内直注工法 " | 5万<br>10万                                                                                                                                                | 50<br>以下              |             |            |                                          |                                  |                                 |                                           | 30                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | ミニマックス工法<br>(高圧・噴射混合方式)                  |                                  | 溶出防止<br>強度共満<br>足               | 二連式フロ-タイプ<br>200 m³/日 1セット                | 31                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | "                                        |                                  | 住民苦情な<br>く強度良好                  | 単式<br>40 m³/日 1セット                        | 32                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | ミクサー工法<br>(処分地にミクサーを設置<br>して固化処理)        |                                  | 改良強度<br>良好                      | 100 m³/日                                  | 33                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | ミニマックス工法<br>高架橋下の覆く浦ヘドロの<br>処理           |                                  | 改良強度<br>良好                      | 単式<br>40 m³/日 1セット                        | 34                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | ライザー工法(バクホ-等<br>による混合処理)<br>灌漑用水池の埋立土地造成 |                                  | 改良効果<br>良好                      | 200m³/日1セット                               | 35                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | "                                        |                                  | "                               | "                                         | 36                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | "                                        |                                  | "                               | "                                         | 37                             |    |    |
|         |     |                              |                          |       |                                |        |                         |    |                                                    |                    |                     |                                  |                            |                                                                                                                                                          |                       |             |            | 全面表層処理                                   | 26,000 m³<br>17,000 m³<br>厚1.5 m |                                 |                                           | 固化処理剤プラント<br>表層処理機<br>800 m³/d | 38 |    |

表-4.1 ヘドロ処理工事実績概要(3)

| 整理<br>番号 | 工事施工年度<br>工事施工場所 | 水<br>域<br>別 | 工 事 規 模 |  |  | 工事に対する規制 |  | ヘ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|------------------|-------------|---------|--|--|----------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|----------|------------------|-------------|---------|--|--|----------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

注 : 整理番号 4'等は工事4等と同一工事で別資料によったもの

整理番号 18-1 ~ 18-5 は互に関連した工事

| 漂 |           | 運搬               |       |         |                              |    | 陸揚<br>(埋立地への投入を含む) |    |    | 余水処理                           |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        |                            | 固化処理       |                       |                                                     |     | 整理 |
|---|-----------|------------------|-------|---------|------------------------------|----|--------------------|----|----|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|--------|----------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----|----|
| 績 | 二次公害対策    | 機械               | 場所    | 距離      | 能力                           | 実績 | 機械                 | 能力 | 実績 | 処理方式                           | 対目標値<br>実績                           | 埋立地<br>規模                     | 沈殿池<br>規模                     | 流入<br>水量 | 機械設備                                                                                                        | 流入<br>SS | 流出<br>SS | 二次公害対策 | 処理方式                       | 工事規模       | 実績                    | 機械設備                                                | 番号  |    |
|   |           | 排送管              | 陸上    | 100 m   |                              |    |                    |    |    | 浚渫→分級→固液分離<br>余水は放流<br>シックナ-方式 |                                      |                               |                               |          | シックナ-                                                                                                       |          |          |        | 分離ヘドロ→中央混合方式による固化          | 40,000 m³  |                       | 攪拌機による固化剤添加混合 200 m³/h                              | 39  |    |
|   |           | 排送管<br>固化ヘドロはダンプ | "     |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          | 凝集攪拌槽、沈殿槽、濾過槽                                                                                               |          |          |        |                            |            |                       |                                                     | 39' |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          | 40' 水処理プラント 400 t/h<br>急速濾過機 150 t/h×3<br>濾過ポンプ 15 ps×3<br>ポンプ22ps逆流1.放流1<br>薬剤攪拌機 40 m³/h<br>薬注タンク 10 m³×3 |          |          |        | 中央混合方式                     | 170,000 m³ |                       | 混合プラント 200 m³/h                                     | 40  |    |
|   | シルトプロテクター | 排送管              | 陸上    |         | 1,000 m³<br>300 m³<br>500 ps |    |                    |    |    | 凝集沈殿 ← 固化→盛立地<br>→ 濾過→放流       | 処理地<br>10,000 m³<br>盛立地<br>50,000 m³ | 浚渫池、沈殿池、上水処理池、処理プラントへの輸送池 計4個 | 400 m³/h                      |          |                                                                                                             |          | 5        |        |                            |            |                       |                                                     | 40' |    |
|   | シルトプロテクター | 密閉土運船<br>非航、自航   | "     | 300 m   | 200 ~1,000 m³                |    | 浚渫船による             |    |    | シックナ-方式                        |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | 表層処理工法                     | 112,300 m³ |                       | 固化剤プラント<br>表層処理機 800 m³/d                           | 41  |    |
|   |           | 排送管              | "     | 100 m   |                              |    |                    |    |    | シックナ-及び余水処理池                   |                                      |                               |                               |          | シックナ-                                                                                                       |          |          |        | 中央混合方式                     | 16,000 m³  |                       | 攪拌槽による混合攪拌 200 m³/d                                 | 42  |    |
|   |           | "                | "     | 500 m   |                              |    |                    |    |    | シックナ-、余水処理池<br>急速濾過器           |                                      |                               |                               |          | シックナ-、余水処理池<br>急速濾過器                                                                                        |          |          |        | 中央プラント混合工法                 | 8,700 m³   |                       | 攪拌槽による混合固化 200 m³/d                                 | 43  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | 全面表層処理                     | 3,500 m³   |                       | 固化剤プラント<br>表層処理機                                    | 44  |    |
|   | シルトプロテクター |                  | 陸上    |         |                              |    |                    |    |    | シックナ-方式                        |                                      |                               |                               |          | シックナ-                                                                                                       |          |          |        | 中央混合方式                     |            |                       | 攪拌槽による混合攪拌 200 m³/d                                 | 45  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | 部分表層処理                     |            |                       | 固化剤プラント<br>表層処理機 200 m³/d                           | 46  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | "                          |            |                       | " "                                                 | 47  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | "                          |            |                       | "                                                   | 48  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    | シックナ-方式                        |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | ケミフィックス工法                  | 300 m³     | σ=10%<br>重金属溶出なし      | ケミフィックスヘドロ固化処理ユニット 10 t/h                           | 5'  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | 原位置埋込式ヘドロ処理工法<br>(ヘドロ置換工法) | 50 m×100 m |                       | 極洋 0 0 1<br>(エクスター-ポンプ船)                            | 49  |    |
|   |           |                  |       |         |                              |    |                    |    |    |                                |                                      |                               |                               |          |                                                                                                             |          |          |        | 原位置処理(河川締切施工)フジベトン表層処理工法   |            | qu7=0.7%<br>qu28=1.4% | セメントサイロ混合槽、フジベトンタンク、ミルク槽、スラッシュポンプ<br>表面処理機 400 m³/d | 50  |    |
|   |           |                  | 埋立護岸内 | 平均 7 km |                              |    |                    |    |    | 自然沈殿、凝集沈殿、急速濾過                 |                                      |                               | W 8 m × L 60 m<br>× D 4 m 2 池 | 900 m³/h | 薬注装置、急速、緩速攪拌機<br>ポンプ吸引揚泥<br>急速砂濾過装置                                                                         |          |          |        |                            |            |                       |                                                     | 51  |    |

表-4.2 ポンプ式浚渫船による埋立地直送方式の実績

| 年度       | 施工場所           | 含有<br>有害物質 | 施工土量(m <sup>3</sup> ) | 使用浚渫船型式及出力                                  | 移送距離(m)     | 浚渫船<br>公称能力                | 揚土量実績<br>(m <sup>3</sup> /H) | 備 考          |
|----------|----------------|------------|-----------------------|---------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|--------------|
| 昭和<br>48 | 千葉県<br>原市      | T-Hg Pb    | 33,000                | (D) デイビー270 ps<br>「ワイドスローパー型」カッターレス式        | 960         | 清水 800 m <sup>3</sup> /H   | 130                          | 最終処理は覆土      |
| "        | 山口県<br>下関西山港   | Cd         | 26,000                | 「シルシーポンプ」300/60 型                           | 300         | 清水 300 m <sup>3</sup> /H   | 23                           |              |
| 49       | 千葉県<br>原市      | T-Hg Pb    | 400,000               | (ST) スチームタービン 5000 ps<br>「ワイドスローパー型」カッターレス式 | 6,000       | 清水 6,450 m <sup>3</sup> /H | 360                          | 最終処理は覆土      |
| "        | 福岡県<br>大牟田港    | T-Hg       | 364,000               | (E) エレクトリック 1500 ps × 2                     | 2,500       |                            | 150                          | 最終処理は固化後覆土   |
| 50       | 愛知県<br>名古屋港    | 有機物        | 186,000               | (GT) ガスタービン 4000 ps<br>「リボンスクレーパー型」カッターレス式  |             | 清水 5,000 m <sup>3</sup> /H |                              |              |
| "        | 千葉県<br>印旛沼     | "          | 28,000                | (D) 270 ps<br>「カーブレスター」カバー付カッター型            | 1,000       | 清水 800 m <sup>3</sup> /H   | 150                          |              |
| "        | 愛媛県<br>出港      | T-Hg       | 13,900                | 530 ps × 3 基<br>「ワーザーポンプ」[水中ポンプ]            | 450         | 清水 360 m <sup>3</sup> /H   | 158                          |              |
| 51       | 茨城県<br>浦       | 有機物        | 100,000               | (D) 270 ps<br>「カバレスター」カバー付カッター型             | 1,000       | 清水 800 m <sup>3</sup> /H   | 70                           |              |
| "        | 東京都<br>羽田沖     |            | 200,000               | 4000 ps<br>カッター式                            |             |                            |                              |              |
| "        | 鳥取県<br>東郷池     | 有機物        | 17,000                | (D) 400 ps<br>カッターレス型                       | 1,200       | 清水 450 m <sup>3</sup> /H   | 36                           |              |
| 52       | 兵庫県<br>姫路港     | "          | 920,000               |                                             | 3,000       | 清水 5,000 m <sup>3</sup> /H | 280                          |              |
|          | 三重県<br>四日市港    | 油分         | 225,800               | (GT) ガスタービン 4000 ps<br>「リボンスクレーパー型」カッターレス式  | 6,000       | 清水 5,000 m <sup>3</sup> /H |                              | 最終処理は表面固化後覆土 |
|          | 三重県<br>四日市港    | 油分, T-Hg   | 220,000               | カッターレスポンプ船                                  |             |                            |                              |              |
|          | 山口県<br>徳山湾新南陽港 | T-Hg       | 97,500                | (GT) ガスタービン 4000 ps<br>「リボンスクレーパー型」カッターレス式  | 1,500~2,500 | 清水 5,000 m <sup>3</sup> /H |                              |              |
| 51       | 千葉県<br>蒲安町     |            | 480,000               | 4000 ps<br>ポンプ船                             |             |                            |                              |              |
| 計画       | 熊本県<br>水俣湾     | T-Hg       | 1,500,000             | カッターレスポンプ船                                  | 3,000       |                            |                              |              |

表-4.3 ポンプ式浚渫船による処理地への直送方式の実績

| 年度       | 施工場所           | 含有<br>有害物質 | 施工土量(m <sup>3</sup> ) | 使用浚渫船型式及出力                    | 運搬距離(m) | 陸上運搬方式            | 浚渫船<br>公称能力                   | 揚土量実績<br>(m <sup>3</sup> /H) | 備 考                   |
|----------|----------------|------------|-----------------------|-------------------------------|---------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 昭和<br>48 | 静岡県<br>田子の港    | P C B      | 490,000               | (ST) 5000 ps<br>カバー付カッター型     | 6,500   | フルドーザー<br>ダンプトラック | 清水<br>6,450 m <sup>3</sup> /H | 700                          | 最終処分地<br>富士川河口敷(土砂混合) |
| "        | 滋賀県<br>大津市     | P C B      | 24,000                | (DE) 75KW<br>「クリンナップ型」水中渦巻ポンプ | 1,000   | ベルトコンベアー<br>81ダンプ | 清水<br>500 m <sup>3</sup> /H   | 80                           | 最終処分地<br>固化処理後 陸上投棄   |
| "        | 兵庫県<br>高砂東港    | T-Hg       | 11,300                | 「シルシーポンプ」                     | 1,700   |                   | 清水<br>300 m <sup>3</sup> /H   | 53                           | 固化                    |
| "        | 兵庫県<br>姫路港 八家川 | 有機物        | 40,000                | 低速式カッター型                      | 100     |                   |                               |                              | 固化                    |
| 49       | 北九州市<br>板橋川    | 有機物        | 16,000                | 低速式カッター型                      | 100     |                   |                               |                              | 固化                    |
| 51       | 東京都<br>荒川      | 有機物        | 8,700                 | 低速式カッター型                      | 500     |                   |                               |                              | 固化                    |
| 50       | 兵庫県<br>高砂西港    | P C B      | 170,000               | 530 ps × 3 基<br>「ワーザーポンプ」浚渫船  |         |                   |                               |                              | 固化後陸上へ盛立処分            |

表-4.4 ポンプ式浚渫船による浚渫泥の土運船による運搬方式の実績

| 年度       | 施工場所           | 含有<br>有害物質 | 施工土量<br>( $m^3$ ) | 使用浚渫船型式、公称能力                                 | 運搬距離(m) | 揚土量実績<br>( $m^3/H$ ) | 土運船型式                                 | 陸揚及<br>陸上運搬方式   | 備 考                   |
|----------|----------------|------------|-------------------|----------------------------------------------|---------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 昭和<br>49 | 兵庫県<br>油 良 港   |            | 450               | (清水 300 $m^3/H$ )<br>「クリンナップ」型 シムシポンプ        | 640     | 38                   | 完全密閉型、非航<br>400 $m^3$ 積               | 水中ポンプ吸泥<br>及圧送  | 最終処分は固<br>化投棄<br>試験工事 |
| 50       | 千葉県<br>市 原 市   | T-Hg Pb    | 46,500            | 530 ps $\times$ 3 基<br>「ウーザーポンプ」 浚渫船         | 4,500   | 90                   | 密閉(上部開放型)、非航<br>2000~2500 $m^3$ 積 押船式 | 水中ポンプ吸泥<br>及圧送  | 最終処分は埋<br>立覆土         |
| "        | 東京都<br>高 浜 運 河 | 有機物        | 2150              | DE75kW(清水 500 $m^3/H$ )<br>「クリンナップ」型水中渦巻ポンプ  | 13000   | 46                   | 密閉(側開式) 非航<br>150 $m^3$ 積             | 水中ポンプ吸泥<br>及圧送  |                       |
| "        | "              | "          | 1,690             | DE55kW(清水 190 $m^3/H$ )<br>「マドラーポンプ」 浚渫船     | 12000   | 40                   | 密閉(箱型)、非航<br>250 $m^3$ 積              | 水中ポンプ吸泥<br>及圧送  | ピストン型ボ<br>ンプ          |
| 51       | "              | "          | 5,310             | " " "                                        | 12000   |                      | " " "                                 | "               | "                     |
| 50       | 和歌山県<br>和歌山北港  | 油 分        | 5,860             | DE75kW(清水 500 $m^3/H$ )<br>「クリンナップ」型 水中渦巻ポンプ |         | 100                  | ガット船 900 $m^3$ 積                      | サンドポンプ吸泥<br>及圧送 | 最終処分は埋立               |

表-4.5 ポンプ式浚渫船による海上処理方式の実績

| 年度 | 施工場所         | 含有<br>有害物質 | 施工土量<br>( $m^3$ ) | 使用浚渫船型式、公称能力                                  | 運搬距離(m) | 揚土量実績<br>( $m^3/H$ ) | 土運船型式                       | 陸揚及<br>陸上運搬方式                                           | 備 考                               |
|----|--------------|------------|-------------------|-----------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 | 兵庫県<br>姫路市網干 | 有機物        | 3,140             | DE110kW(清水 1500 $m^3/H$ )<br>「クリンナップ」型水中渦巻ポンプ | 6,000   | 58                   | 密閉(上部開放型) 非航<br>600 $m^3$ 積 | クラムシェル、水中ボ<br>ンプ吸泥、セメント<br>ミクシング後コン<br>クリートポンプに<br>より圧送 | 余水処理船使<br>用 最終処分<br>地は埋立地<br>試験工事 |

表-4.6 グラブ式浚渫船による処理方式の実績

| 年度 | 施工場所           | 含<br>物 | 施工土量<br>( $m^3$ ) | グラブ型式容量       | 揚土量実績<br>( $m^3/H$ ) | 土運船型式                                       | 運搬距離(m) | 陸揚及び陸上運搬方式                     | 備 考                         |
|----|----------------|--------|-------------------|---------------|----------------------|---------------------------------------------|---------|--------------------------------|-----------------------------|
| 49 | 兵庫県<br>高 砂 西 港 | PCB    | 112,300           | 密閉型 2.5 $m^3$ |                      | 密閉(上部開放) 非航 200 $m^3$<br>" " 自航 1000 $m^3$  | 300     | 浚渫船によるポンプ圧送                    | 最終処分は陸<br>上投棄(表層<br>固化の後覆土) |
| "  | 北九州市<br>洞 海 湾  | T-Hg   | 35,000            | 密閉型 4.0 $m^3$ | 100                  | 密閉(上部開放) 非航                                 | 3,000   | クラムシェル(陸揚) →<br>土運船(埋立地内) → 埋立 | 埋立処分                        |
| 50 | 富山県<br>伏木富山港   | 有機物    | 123,700           | 密閉型 8.0 $m^3$ | 190                  | 密閉(底開部を改造)<br>300 $m^3$ 積<br>非航 500 $m^3$ 積 | 6,000   | 水中ポンプ吸泥及圧送                     | 埋立処分                        |
| 51 | 宮城県<br>塩 釜 市   | "      | 16,600            | 密閉型 2.0 $m^3$ | 54                   | 密閉型(上部開放)<br>自航 80 $m^3$ 積                  | 400     | 「マドラーポンプ」吸泥及圧送                 | 埋立処分                        |

表-4.7 表層に直接まき出す方法による実績

| 年度           | 施工場所    | 施工量                                 | 施工能力                   | 施工機械                                                         | 備考         |
|--------------|---------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| 昭-和<br>43~48 | 広島県福山市  | (3800000m <sup>2</sup> )            |                        | 砂搬船(サンドマット施工用)<br>ブルドーザー、ダンプトラック                             | ハイドロバランス工法 |
| 48~49        | 福岡県箱崎地区 | (3300000m <sup>2</sup> )<br>平均1.5m厚 | 300m <sup>2</sup> /h   | D400PS 浚渫船<br>D2500PS プース船                                   | 砂土敷工法      |
| 49~51        | 福岡県香椎地区 | (3100000m <sup>2</sup> )<br>平均1.5m厚 | 300m <sup>2</sup> /h   | "                                                            | "          |
|              | 静岡県衣浦   |                                     | 30~50m <sup>2</sup> /h | ジェットコンベアJC-500型<br>水砕アルカリ材混合プラント<br>(30~50m <sup>2</sup> /h) | 水砕覆土工法     |

表-4.8.1 表層にシート等を敷設し覆土する工法による実績

(フレキシブル材料によるもの)

| 年度    | 施工場所        | 施工量                             | 軟弱地盤の性状                                         | 覆土材料                 | 補助材料                                  | 施工機械                      | 備考          |
|-------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------|
|       | 愛媛県<br>新居浜市 | 400,000m <sup>2</sup><br>×1.2m厚 | qu=0.03~0.06%<br>層厚 18m<br>含水比 110~220%         | 海砂 0.6m厚<br>山砂 0.6m厚 | PPシート<br>ロープ                          | ジェットコンベア<br>超湿地ブルドーザー     | ロープネット上置土工法 |
|       | 佐賀県<br>伊万里  | 103,000m <sup>2</sup><br>×2.0m厚 | qu=0.41/m <sup>2</sup><br>層厚 8m<br>含水比 140~150% | 砂<br>山土              | PPF 700シート<br>PPロープ(φ=12)             | ブルドーザー D2~D4<br>ダンプ 4t~8t | "           |
|       | 福岡県<br>香椎地区 | 220,000m <sup>2</sup><br>×1.5m厚 | 層厚 9.5m<br>含水比 120~140%                         | 砂 0.5m厚<br>山土 1.0m厚  | PP1000シート<br>PPロープ(φ=12)<br>(1部竹ツバ炭団) |                           | "           |
| 48~49 | 山口県<br>窓ヶ浜  | 86,000m <sup>2</sup><br>×1.5m厚  | 層厚 9~11m<br>含水比 150~300%                        | 海砂 1.5m厚             | PP1212シート<br>PPロープ(φ=12)              | 3000psポンプ浚渫船              | 水張り上置工法     |
|       | 大阪府<br>南港   | 194,000m <sup>2</sup><br>×1.5m厚 | 層厚 8m<br>含水比 140~180%                           | 海砂 1.5m厚             | PPシート<br>PPロープ(φ=12)<br>ネットロン(Z-30)   | ブルドーザー                    | ロープネット上置工法  |
|       | 静岡県<br>静岡市  | 100,000m <sup>2</sup><br>×5.0m  | C=0.05~0.1%                                     | 砂 0.5m厚<br>山砂 4.5m厚  | ファゴットシート A、B型                         | 小型ブルドーザー<br>(接地圧0.2%)     | ファゴット工法     |
|       | 愛知県<br>半田市  |                                 | C=0.02~0.3%                                     | 良質土0.5~<br>0.7m厚     | ファゴットシート NF型                          |                           | "           |

qu: 一軸圧縮強度

C: 粘着力

表-4.8.2 表層にシート等を敷設して覆土する工法による実績

(中間的材料によるもの)

| 年度 | 施工場所       | 施工量                            | 軟弱地盤の性状                              | 覆土材料                   | 補助材料                                   | 施工機械                                  | 備考 |
|----|------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----|
|    | 三重県<br>四日市 | 500m <sup>2</sup><br>×0.3m厚    | C=0.21%<br>層厚 4m<br>含水比 60~110%      | 水砂 0.15m厚<br>山砂 0.15m厚 | ユカロンネット(U-20,<br>U-28)<br>発泡スチロールのフロート | 水中攪拌サンドポンプ<br>水中ポンプ<br>タイヤシヨベル、トラック   |    |
|    | "          | 16,500m <sup>2</sup><br>×1.5m厚 | C=0.04~0.41%<br>層厚 6m<br>含水比 90~140% | 砂 0.8m厚<br>山砂 0.7m厚    | ユカロンネット(U-20)<br>発泡スチロールのフロート          | 水中攪拌サンドポンプ<br>水中ポンプ<br>ブルドーザー、ダンプトラック |    |

表-4.8.3 表層にシート等を敷設して覆土する工法による実績

(剛性材料によるもの)

| 年度 | 施工場所        | 施工量                             | 軟弱地盤の性状                         | 覆土材料            | 補助材料                                  | 施工機械                            | 備考        |
|----|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------|
|    | 福岡県<br>北九州市 | 526,000m <sup>2</sup><br>×1.5m厚 | C<0.01%<br>層厚 7m<br>含水比 63~263% | 砂 1m<br>山土 0.5m | 竹材 9~5×8m<br>PPロープ(φ=12)<br>PP1212シート | D185ps 小型ポンプ船<br>ダンプトラック、ブルドーザー | シブナーネット工法 |

表-4.9 表層処理後覆土する工法による実績

| 年度    | 施工場所        | 施工量                            | 軟弱地盤性状                        | 固化剤                     | 覆土材料                | 使用機械                      | 備考                          |
|-------|-------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|
|       | 千葉県<br>市原市  |                                |                               | セメント系クミロライム             |                     |                           | エムアール(MR)<br>(シート工法併用)      |
| 48~49 | 大阪府<br>南港   | (固化)<br>206,000 m <sup>3</sup> |                               | セメント系{<br>ドFPC<br>ドF7OC |                     |                           | TBS工法                       |
|       | 熊本県<br>八代市  | (固化)<br>26,000 m <sup>3</sup>  |                               | "                       |                     |                           | "                           |
|       | 愛媛県<br>新居浜市 |                                | qu=0.03~0.06%<br>含水比 110~220% | "<br>セメント:ベトン比 96:4     | 砂 0.6m厚<br>山土 0.6m厚 | 360 m <sup>3</sup> /h(実績) | "<br>(ロープネット、水平ドレン工<br>法併用) |

表-4.10 余水処理実績 ① シックナーで処理する場合

浸漬 → シックナー → 余水放流

| 施工<br>年度 | 施工場所                | 公称能力・規模 | 機械・設備 | 余水のSS |    | 余水の<br>排出規制 | 二次公害<br>対策 | 備考 |
|----------|---------------------|---------|-------|-------|----|-------------|------------|----|
|          |                     |         |       | 流入    | 流出 |             |            |    |
| 48       | 兵庫県<br>八家川<br>(河川)  |         | シックナー |       |    |             |            |    |
| 49       | 兵庫県<br>高砂西港<br>(海城) |         | シックナー |       |    |             |            |    |
|          | 大分県<br>乙津川<br>(河川)  |         | シックナー |       |    |             |            |    |
| 49       | 北九州市<br>板櫃川<br>(河川) |         | シックナー |       |    |             |            |    |

表 4.11 余水処理実績 ②-a 埋立地自体で処理する場合(自然沈殿)

浸漬 → 埋立地 → 余水放流

| 施工<br>年度 | 施工場所                | 公称能力・規模                                                                          | 機械・設備        | 余水のSS     |           | 余水の<br>排出規制                        | 二次公害<br>対策 | 備考                   |
|----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------------------------|------------|----------------------|
|          |                     |                                                                                  |              | 流入        | 流出        |                                    |            |                      |
| 51       | 東京都<br>高浜渾河<br>(河川) | 流入水量 700 m <sup>3</sup> /hr<br>埋立地の規模<br>160m × 91m × 1.5m<br>160m × 120m × 1.5m |              | %<br>5~20 | ppm<br>20 | 日平均<br>SS70 ppm<br>最大値<br>SS90 ppm |            | 沈降中の深度変化を測定し、SSに換算した |
| 51       | 宮城県<br>塩釜市<br>(海城)  | 埋立地の規模<br>5,000 m <sup>2</sup> 4ヶ所                                               |              |           |           | pH 7~8<br>COD 8 ppm<br>DO 2 ppm    |            |                      |
| 48       | 兵庫県<br>高砂東港<br>(海城) |                                                                                  | 余水は工場廃水処理施設へ |           |           |                                    |            |                      |

表 - 4.11 余水処理実績 ② - b) 埋立地自体で処理する場合(凝集沈殿)

| 施工<br>年度 | 施工場所                   | 公称能力・規模                                                      | 機 械 ・ 設 備                  | 余水のSS      |                 | 余水の<br>排出規制 | 二次公害対策 | 備 考                        |
|----------|------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|-----------------|-------------|--------|----------------------------|
|          |                        |                                                              |                            | 流入         | 流出              |             |        |                            |
| 51       | 東京都<br>羽田空港地先<br>(海 域) | 6,000 m <sup>3</sup> /hr<br>埋立地の規模<br>156 万 m <sup>2</sup>   | 薬注設備                       | 10%        | 40 ~<br>1000ppm | SS 40 ppm   |        | 自然沈降しなかつた上部水に対し、余水吐で凝集剤を添加 |
| 51       | 千葉県<br>浦安町地先<br>(海 域)  | 28,000 m <sup>3</sup> /hr<br>埋立地の規模<br>40万 m <sup>2</sup> ×2 | 薬注設備<br>濁水流出防止工法<br>管内直注工法 | 5 ~<br>10% | 50ppm<br>以下     | SS 50 ppm   |        |                            |

表 - 4.12 余水処理実績 ③ - a) 埋立地のほかに沈殿池を設ける場合(自然沈殿+凝集沈殿)

| 施工<br>年度 | 施工場所                        | 公称能力・規模                                                                                                    | 機 械 ・ 設 備                         | 余水のSS       |                | 余水の<br>排出規制 | 二次公害<br>対 策                  | 備 考                    |
|----------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|-------------|------------------------------|------------------------|
|          |                             |                                                                                                            |                                   | 流入          | 流出             |             |                              |                        |
| 48~49    | 山口県<br>下関百山港<br>(海 域)       | 沈殿池規模 5,800 m <sup>2</sup><br>沈殿池への流入水量<br>270 m <sup>3</sup> /hr                                          | 薬注設備                              | 25 ppm      | 13 ppm         | SS 20 ppm   | 液状泥の吐出位置と整流沈殿池入口にシムプロテクターを設置 | 整流沈殿池を採用<br>石灰乳添加 pH調整 |
| 49~50    | 福岡県<br>大牟田港<br>(海 域)        | 埋立地の規模 675,000 m <sup>2</sup><br>沈殿池 50,000 m <sup>2</sup><br>沈殿池への流入水量<br>3,000 ~ 6,000 m <sup>3</sup> /日 | 薬注設備<br>沈殿池オイルフェンス二重張<br>シムプロテクター |             | 50 ppm<br>以下   |             | シムプロテクター オイルフェンスを用いた         |                        |
| 50       | 千葉県<br>印旛沼<br>物集水路<br>(河 川) | 処理水量 500 m <sup>3</sup> /hr<br>埋立地規模 90,000 m <sup>2</sup>                                                 | 薬注設備                              | 5 ~<br>10 % | 20 ~<br>50 ppm |             |                              |                        |

表 - 4.12 余水処理実績 ③ - b) 埋立地のほかに沈殿池を設ける場合(自然沈殿+ろ過)

| 施工<br>年度 | 施工場所                | 公称能力・規模                                                                                     | 機 械 ・ 設 備               | 余水のSS            |                  | 余水の<br>排出規制 | 二次公害対策                   | 備 考                              |
|----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------|--------------------------|----------------------------------|
|          |                     |                                                                                             |                         | 流入               | 流出               |             |                          |                                  |
| 49~50    | 千葉県<br>市原市<br>(海 域) | 処理水量 100,000 m <sup>3</sup> /日                                                              | ろ 過 器                   |                  |                  |             | 随時水質検査を行って無害性を確認してから放流した | 自然沈降を待ち、上澄液をポンプアップし、砂ろ過池を満して放流した |
| 50       | 茨城県<br>霞ヶ浦<br>(湖 沼) | 処理水量 420 m <sup>3</sup> /hr<br>沈殿池の規模<br>巾 25 m × 長 220 m                                   | ろ 過 器                   | 2 %              | 100 ~<br>200 ppm |             |                          |                                  |
| 51       | 鳥取県<br>東郷池<br>(湖 沼) | 処理水量 420 m <sup>3</sup> /hr<br>貯泥池(埋立)規模<br>6,650 m <sup>2</sup><br>9,220 m <sup>2</sup> 2基 | ろ 過 器                   | 200 ~<br>500 ppm | 15 ppm           |             |                          |                                  |
| 51       | 東京都<br>荒 川<br>(河 川) |                                                                                             | シットナー<br>余水処理池<br>急速ろ過器 |                  | 20 ppm           |             |                          |                                  |

表 - 4.12 余水処理実績 ③-C) 埋立地のほかに沈殿池を設ける場合(自然沈殿+凝集沈殿+ろ過)

| 施工年度 | 施工場所                   | 公称能力・規模                                                                                                                             | 機械・設備                                      | 余水のSS                                    |              | 余水の排出規制                                  | 二次公害対策             | 備考       |
|------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|------------------------------------------|--------------------|----------|
|      |                        |                                                                                                                                     |                                            | 流入                                       | 流出           |                                          |                    |          |
| 51   | 兵庫県<br>姫路港中島地区<br>(海域) | ろ過器、1000 m <sup>3</sup> /hr 1基×8基<br>流入水量 5,000 m <sup>3</sup> /hr<br>埋立地の規模 140,000m <sup>2</sup>                                  | 薬注設備<br>ろ過器                                | 1000 ppm<br>(沈殿池入口)<br>100 ppm<br>(ろ過入口) | 20 ppm<br>以下 | 20 ppm以下                                 |                    |          |
| —    | 山口県<br>徳山湾新南陽港<br>(海域) |                                                                                                                                     | ろ過設備                                       |                                          |              | pH 5~9<br>SS 30ppm<br>T-Hg 0.05<br>ppm   |                    |          |
| 48   | 静岡県<br>田子の浦港<br>(海域)   |                                                                                                                                     | 凝集沈殿及びろ過設備                                 |                                          |              |                                          |                    |          |
| 51   | 三重県<br>四日市港<br>(海域)    | 埋立地規模 2,800,000 m <sup>2</sup><br>沈砂池 9,000 m <sup>2</sup><br>凝集沈殿設備<br>30mφ×3mH×2基<br>処理水量 1,000 m <sup>3</sup> /hr                | 薬注設備<br>中央駆動型汚泥掻き機<br>モノスコアフィルター(ろ過器)      | 100 ppm                                  | 1~3<br>ppm   | nヘキサン<br>2 ppm<br>SS 10 ppm              | 沈砂池にオイル<br>フェンスを使用 | アクリル酸ソーダ |
| 50   | 香川県<br>坂出港<br>(海域)     |                                                                                                                                     | 薬注設備<br>シクナー<br>ろ過器                        |                                          |              |                                          |                    | 無機凝集剤    |
| 50   | 兵庫県<br>高砂西港<br>(海域)    | 処理地規模 10,000 m <sup>2</sup><br>盛立地規模 50,000 m <sup>2</sup><br>沈殿池は4個あり 液溜池、沈殿池<br>上水処理池、処理プラントへの移送<br>池 流入水量 400 m <sup>3</sup> /hr | 薬注設備<br>急速ろ過機<br>150 m <sup>3</sup> /hr×3基 |                                          | 5 ppm        | SS 5 ppm<br>pH 7~8.3                     |                    |          |
| 計画   | 熊本県<br>水俣湾<br>(海域)     |                                                                                                                                     | 凝集沈殿及びろ過設備                                 |                                          |              | 基本監視点で<br>T-Hg 0.5ppb<br>その他             |                    |          |
| 計画   | 岡山県<br>水島港<br>(海域)     | 埋立地規模 215,000 m <sup>2</sup><br>沈殿池規模 8m×60m×4m<br>2池<br>流入水量 900 m <sup>3</sup> /hr                                                | 薬注設備<br>急速ろ過設備<br>急速緩速攪拌機                  |                                          |              | 余水吐で<br>nヘキサン抽出<br>物質 1 ppm<br>SS 30 ppm |                    |          |

表 - 4.13 余水処理実績 ④ その他

| 施工年度     | 施工場所               | 公称能力・規模                                                                                                        | 機械・設備                                                       | 余水のSS  |                                                                                                | 余水の排出規制                                                                    | 二次公害対策 | 備考                                             |
|----------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|
|          |                    |                                                                                                                |                                                             | 流入     | 流出                                                                                             |                                                                            |        |                                                |
| 50<br>試験 | 兵庫県<br>姫路市<br>(海域) | 処理水量 70 m <sup>3</sup> /hr<br>下向流2層ろ過器<br>35 m <sup>3</sup> /hr 1基×2基<br>活性炭吸着塔<br>35 m <sup>3</sup> /hr 1基×2基 | シクナー<br>塩素混和槽<br>(pHメーター<br>ORPメーター付)<br>下向流2層ろ過器<br>活性炭吸着塔 | 50 ppm | 10 ppm<br>以下<br>COD<br>10 ppm<br>以下<br>NH <sub>4</sub> -N<br>1 ppm以下<br>残留塩素<br>0.05 ppm<br>以下 | SS 20 ppm<br>COD 20 ppm<br>NH <sub>4</sub> -N<br>1 ppm<br>残留塩素<br>0.05 ppm |        | 使用薬品<br>硫酸バンド<br>水酸化ナトリウム<br>消石灰<br>次亜塩素酸ナトリウム |

表-4.14 固 化 処 理 実 績

| №  | 処理工法 | 固化剤   | 処理工法名     | 施 工 場 所   | 処 理 量                 | 機械の種類・能力                                             | フ ロ ー シ ー ト               |
|----|------|-------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1  | 表面固化 | セメント系 | ミニマックス工法  | 宮崎県延岡市    |                       | ミニマックスマシン(高速噴射混合) 2連式プロットタイプ200m <sup>3</sup> /d1set |                           |
| 2  | "    | "     | "         | 大阪市城東区    |                       | ミニマックス単式 40m <sup>3</sup> /d1set                     |                           |
| 3  | "    | "     | "         | 茨城県土浦市    |                       | "                                                    |                           |
| 4  | "    | "     | エムアール工法   | 三重県四日市港   |                       | 材料攪拌 1,000m <sup>3</sup> /d                          |                           |
| 5  | "    | "     | "         | 千葉県市原市    |                       | "                                                    |                           |
| 6  | "    | "     | ライザー工法    | 兵庫県明石市    |                       | パッタホウによる混合 200m <sup>3</sup> /d-1set                 |                           |
| 7  | "    | "     | "         | 兵庫県三田市    |                       | "                                                    |                           |
| 8  | "    | "     | "         | 兵庫県明石市    |                       | "                                                    |                           |
| 9  | "    | "     | "         | 山口県下関西山港  |                       | "                                                    |                           |
| 10 | "    | "     | T B S 工 法 | 熊本県八代湾    | 26,000m <sup>3</sup>  | 固化処理材プラント<br>表層処理機 800m <sup>3</sup> /d              |                           |
| 11 | "    | "     | "         | 福岡県大牟田港   | 6,480m <sup>3</sup>   | " 100m <sup>3</sup> /d                               | 液凍—埋立 後日表面処理              |
| 12 | "    | "     | "         | 北九州市洞海湾   | 3,500m <sup>3</sup>   | "                                                    |                           |
| 13 | "    | "     | "         | 千葉県市原市    | 17,000m <sup>3</sup>  | " 800m <sup>3</sup> /d                               |                           |
| 14 | "    | "     | "         | 佐賀県伊万里湾   |                       | " 800m <sup>3</sup> /d                               | 部分表層処理                    |
| 15 | "    | "     | "         | 新潟県港      |                       | " 800m <sup>3</sup> /d                               | "                         |
| 16 | "    | "     | "         | 大阪市南港     |                       | " 100m <sup>3</sup> /d                               | "                         |
| 17 | "    | "     | "         | 兵庫県高砂西港   | 112,300m <sup>3</sup> | " 800m <sup>3</sup> /d                               | 液凍—ヘドロ運搬—固化—盛立            |
| 18 | "    | "     | "         | 東京都油壱川    |                       | " 400m <sup>3</sup> /d                               | 原位処理<br>河川を締切り表層を処理       |
| 19 | 中央混合 | "     |           | 島根県浜田市    |                       | ミキサー 100m <sup>3</sup> /d                            |                           |
| 20 | "    | "     | T B S 工 法 | 兵庫県姫路港人家川 | 4,000m <sup>3</sup>   | 攪拌槽による固化剤混合 200m <sup>3</sup> /d                     | 液凍—分級—固液分離—固化材添加<br>土捨    |
| 21 | "    | "     |           | 兵庫県高砂西港   | 170,000m <sup>3</sup> | 中央混合プラント 200m <sup>3</sup> /d                        |                           |
| 22 | "    | "     | T B S 工 法 | 北九州市板橋川   | 16,000m <sup>3</sup>  | " 200m <sup>3</sup> /d                               | 液凍—分級—固液分離—混合<br>捨土—運搬—養生 |

