

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-96097

(P2002-96097A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 2 F 11/00

識別記号

Z A B

F I

C 0 2 F 11/00

テーマコード(参考)

Z A B J 4 D 0 5 9

C

審査請求 未請求 請求項の数13 書面 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-329672(P2000-329672)

(22) 出願日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(71) 出願人 598041197

谷口 幸弘

東京都板橋区高島平2丁目33番地1号707

(72) 発明者 谷口 幸弘

東京都板橋区高島平2丁目33番地1号707

Fターム(参考) 4D059 AA11 AA14 BE31 BK13 BK21

BK30 CC01 CC06 DA01 EA20

EB02 EB20

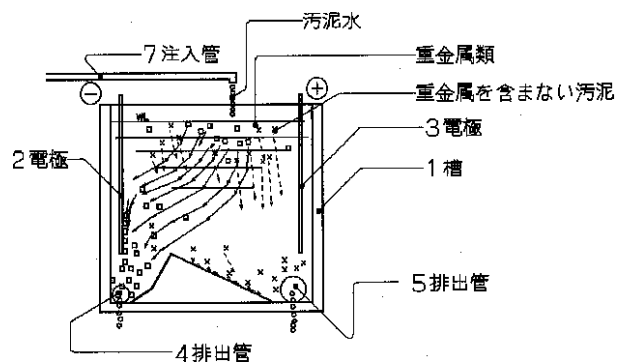
(54) 【発明の名称】 汚泥中の重金属類の除去方法及び装置及び無害化汚泥

(57) 【要約】

【課題】 汚泥中の重金属を電気泳動による分離が考えられるが、イオン透過膜式では膜の目詰まりが大きな課題として挙げられる。(技術的課題)

汚泥を埋設する場所もなくなり、焼却処分をすればそれなりに燃料を必要とし何らかの対応が必要とされていた。(社会的課題)

【解決手段】 膜式分離法では汚泥と言う物の性質上目がつまるので、同じ電気泳動ではあるが、水中に汚泥を上から入れ粒子が落ちていく時に、水平方向に電気を流して、陰極側に重金属類を集めて排出する分離手段を採用。汚泥を有効に利用出来るようにすることにより利用量の拡大を図り焼却処分、埋設処分を避ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 汚泥を水で薄めた物を連続的に槽（1）の上部より注入し、槽の任意の側面に電極板（2）を設け、対向する側面に電極板（3）を取り付け電極板間に直流の電圧をかけ、槽の底には両電極の下の部分にそれぞれの排出口を設け、連続的に排出し、汚泥の粒子が沈降するとき電極間を流れる電流により陰極側に重金属類が集まる事により陰極側、陽極側別々に分離排出をする事を、特徴とする汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 2】 汚泥水に電解物質を添加する事を特徴とする請求項 1 記載の汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 3】 陽極側から排出される汚泥の重金属の量を計測し、その数値に対応する電圧を設定する事を特徴とする、汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 4】 矩形の槽（1）の側面に電極板（2）を設け対向する槽の、側面に電極板（3）を取り付け、電極間を電線（8）で接続し、その間に電源（9）を配置し両電極が設置された槽の底の部分に排出管（4）（5）を取り付け、排出管には流量調整弁（41）（51）を取り付け、槽の底には電極と平行に凸状の、沈殿物収集用の隆起（6）を設け、槽より上部に注入管（7）の注入口（71）を取り付け、注入管には流量調節弁（73）をとりつける、以上の様に構成される、汚泥中の重金属類の除去装置。

【請求項 5】 円筒形の槽（11）の軸の中心に電極棒（21）を設け、槽の内側円周方向に電極板（3）を取り付け、電極間を電線（8）で接続し、その間に電源（9）を配置し、電極の下には漏斗（53）を取り付け、漏斗の下部分より排出管（5）を下に勾配を付け配管し、槽の外迄出し外の配管部分に流量調節弁（51）を取り付け、槽の底の形状を漏斗型とし最下部に排出管（4）を取り付け、その途中に流量調節弁（41）を取り付け、槽より上部に注入管（7）の注入口（73）を取り付け、注入管には流量調節弁（72）をとりつける、以上の様に構成される、汚泥中の重金属類の除去装置。

【請求項 6】 樋（12）を長手方向に勾配を付けて設置し側面の片方に電極棒（21）を数個連続的に設置し、反対側の側面にも電極棒（31）を配置し、対向する電極間に電圧をかけ、樋の上流部より汚泥の水で溶いた物を流し陰極側に重金属類が集めながら流下させ、最下部で陰極陽極の各排出口より排出させること、を特徴とする汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 7】 樋（12）を長手方向に勾配を付けて設置し側面の片方に電極棒（21）を数個連続的に設置し、反対側の側面にも電極棒（31）を配置し、対向する電極間を電線（8）で接続し、その間に電源（9）及び電流計（91）を取り付け、各電極間の電流量に対応し電解物質を注入すること、を特徴とする請求項 6 の汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 8】 樋（12）を長手方向に勾配を付けて設置し側面の片方に電極棒（21）を数個連続的に設置し、反対側の側面にも同様に電極棒（31）を配置し、対向する電極間を電線（8）で接続し、その間に電源（9）及び電流計（91）を取り付け、各電極間の電流量に対応する電動弁（101）を取り付け電解物質を注入する管（10）を設け、樋の底の形状は、上流側は水平で、途中から軸方向に凸状の隆起（6）を持たせ出口付近で最大にし、最下部にそれぞれの排出口を設ける、以上の様に構成される、汚泥中の重金属類の除去装置。

【請求項 9】 分離された陰極側の重金属類を含む汚泥を再度、分離装置により分離することにより、重金属を含む汚泥からの除去精度を上げること、を特徴とする、汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 10】 汚泥中の分離をする時に流す電流量を少なくすることによりイオン化傾向の大きいものを優先的に抽出することを特徴とする、汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 11】 電極間に掛ける電圧を、微小時間、定期的に逆転して通電することにより、陰極側に付着する重金属類の量を制限する、ことを特徴とする、汚泥中の重金属類の除去方法。

【請求項 12】 汚泥中から重金属類を除去し、殺菌し、殺虫し、虫の卵を死滅させ、植物の種を死滅させたうえに、汚泥の中に有用菌を保存に充分な量を添加する事により、他の菌の繁殖を制限することを特徴とする無害化汚泥。

【請求項 13】 汚泥の重金属の除去において第 1 工程で重金属をイオン化し、第二工程で沈殿と電気泳動により分離排出をする事を特徴とする、汚泥中の重金属の除去方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は汚泥中に含まれる重金属類の除去の方法、装置に関する。

【0002】

【従来の技術】廃棄される汚泥は膨大にのぼり、何らかの方法で利用するに当たり汚泥中に含まれる重金属を除く技術が必要であり、特に農業分野で利用する場合には育成障害、植物含有等による害が大きいので除去の技術が必要であった。従来は化学薬品処理による方法、イオン透過膜による分離する方法があった。重金属類を利用する技術としては電気メッキ、電気防食、等があった。イオン透過膜にあつては、特願平 11 - 33595 の技術があった。イオン透過膜にあつては、メッキ廃液の廃棄処分前処理としての技術があったまた農業用水として地下水を利用する時に水質改善として透過膜を利用する技術があった。電気メッキでは高濃度金属、高濃度電解質の条件のもとに電気を通して付着させる技術であった。電気防食では水道水等に微量の電気を長時間

通し水の微量金属を付着させる事と管（金属）からイオンの放出を防ぐためにイオンの補充をする事により、錆び（金属の酸化）を押さえる技術があった。電気メッキ、電気防食共に金属類を付着させる技術ではあるが取り除くための技術ではなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】汚泥中の重金属を電気泳動による分離が考えられるが、イオン透過膜式では膜の目詰まりが大きな課題として挙げられる。特願平11-33595の技術にあっては、処理する量に対する記載がなく、透過膜の目詰まりが大きな課題として挙げられる。

【0004】

【解決するための手段】膜式分離法では汚泥と言う物の性質上目がつまるので、同じ電気泳動ではあるが、水中に汚泥を上から入れ粒子が落ちていく時に、水平方向に電気を流して、陰極側に重金属類を集めて排出する分離手段を採用。

【0005】

【発明の実施形態】本発明は汚泥を水中に上から入れて粒子が沈降する時に水平方向から電気を流しその力により陰極側に重金属類を寄せ集め、水ごと排出することにより、残りの汚泥分からは重金属類が少なくなる、と言う基礎的な考え方である。電気泳動に関する基礎理論はそのまま利用するので理論の詳細は省略する。汚泥を分離する場合においては、そのままの水質では電解質が不足するので電解質を補充して電気泳動に必要な分を混合する。

【0006】 基本技術の説明（技術的進歩性、新規性）

汚泥を水の上から放流した場合その粒子は水との比重差により、下に沈むその時、水平方向から電気を流すことにより、重金属類は陰極側へ移動させる。粒子が沈降する原理と電気泳動により陰極側へ引き寄せる原理の組み合わせの新しい技術である。（選別分離に電気泳動と沈殿を併用）

分離の方法では本発明は選別分離と位置付けられ絞り出す方式とは基本的に違う思想である。（電気泳動による移動と絞り出しの違い）

沈殿してきたところに重金属類が混じらないように最下部付近に壁を設けて分離して排出する自然の摂理利用した新しい技術である。沈殿電気泳動併用分離方式と仮称、以降併用方式と記載する

イオン透過膜にあっては、特願平11-33595の技術が公開されているので（以降膜式と記載）対比しながら説明する。

1, 分離膜による区画については汚泥と言う物の性質上膜の目詰まりは重要な要件であり目の部分を他の物資でふさぐ事は容易に考えられ、対策が必要である、少量の場合は問題が表面化しないが大量に処理すると

避けて通れない問題なので併用方式に優位性がある。

2, 汚泥をスラリー状で分離出来ると記載があるが、確かに出来ることは出来るがイオン化された分子が他の物質を押しつけて陰極にたどり付くまでの移動エネルギーを必要とする、且つ分離膜をつき抜けるためのエネルギーも必要。よって汚泥を水に混ぜて沈降する時に移動させる併用方式に優位性がある。（スラリーに付いての一般的な解釈はヘドロ状から水分を取り除いてマヨネーズ程度の状態をスラリーと言われている）

10 理由としてイオン化された物が自由に通れるスペースを水により確保されているので押しつける為の運動のエネルギーと膜を通過するための運動のエネルギーが少なくなるので併用方式に優位性がある。（粒状での移動が可能になる）

3, 上記事柄は汚泥の処理する時間とも連動するので汚泥を短時間に処理するには併用方式に優位性がある。重金属がイオン化するまでの時間とイオン化されたものが電極に、たどり付く迄の時間を分けて考えると、電気泳動における力学的力の量は余り大きくないと考えられ、障害物が無い方に優位性がある。当然重金属の種類、粒子の大きさ、かける電気の量（クーロン値）等により特定は出来ないが、障害物を押しつける時間的ロスと考えられる。処理時間は短いほど優位性がある、よって併用方式に優位性がある。

20 4, 陰極側に多量の水を流し電解質を確保する件に関しては他の技術（電解水の製造）では電解質として、塩化カリ（KCl）、塩化ナトリウム（NaCl食塩）、等を入れているので、汚泥に電解質を入れて電導性を良くする事は他の技術との組み合わせの技術ではある。水中の電導性を良くすれば重金属類のイオン化に支障はないが、その物質が電解物質でもあるので、同意語として電解物質と表現した。（水中電導改良剤）

30 5, 膜式と併用方式で併用式の劣る点は陰極側にも関係なく汚泥が混入する点ではあるが、装置から排出する量を陰極側で少なく陽極側で多くする事により、問題を緩和する。（陰極側の分離精度と言う点では併用方式は膜式に劣る）

6, 前項の補充装置として再分離装置を必要により設けることも可能。陰極側からでた物を再度別の併用方式装置に通し精度を上げる事も可能。

7, 分離された陽極側の排出物は問題が無いので絶対条件の量の確保に特徴がある。

【0007】 汚泥についての範囲

通常汚泥と称される物については汚い泥と定義されるがこの発明における汚泥とは下記に記載するもの等を汚泥と定義する。

1, 汚水処理, 上水処理より排出される沈殿物

2, 河川, 沼, 運河, ダムより浚渫される沈殿物

3, 焼却灰を重金属類除去のため水に溶いたもの

50 4, 農地、住宅地等の汚染土壌全般で重金属類除去のた

め水に溶いたもの

【0008】以降具体的説明を図面と共に説明する。図1では全体を構成するスケルトン斜視図であり槽の両端の側壁に電極を取り付け、その電極間をつなぐ配線を設け、配線の間直流電源を設置し、丸+と表示がある方に+電源を接続する、丸-と表示がある方に-電源を接続する。槽の1面の全体に電極板を取り付けてあることが重要で、電気を流した場合、面から面へ電気が流れることが重要で、棒、網の様な形状では流れる電流にむらが出るので、電流があたらない部分にイオン化のむらが出る事と重金属の移動にむらがあるので、好ましくない。絶対条件ではないが通常るときは陽極面から陰極面へ直線的に流れるものとする、迂回的に流れる事もあつて電流の量は減少する。槽の上面から汚泥水を入れる管を設けて汚泥水を入れて陰極に引き付けられた重金属類を水と一緒に排出する管(4)より排出し、残りの汚泥水は管(5)より排出する。注入する量と排出する量と同じ量にして且つ陰極側排出と陽極側排出は1:5~1:20程度の割合で陽極側排出を大きくする。流量の調整に各管に弁を設け調整する。水位センサーにより流入量を調整しても同様。図2と図3は汚泥水を連続的に槽に入れ、入った分を排出したときに電気を通した、断面模式図である。図2では汚泥水から重金属類が陰極側へ引き寄せられ、電極へ付着するものと付き切らず沈殿する様子を記載した。残りの汚泥は水と一緒に陽極側から排出される様子を記載した。槽の底の部分に突起を設けているので重金属類が沈殿しても陽極側へ行かない事を表現し、陰極側へも汚泥が混じること合わせて表現している。そこで陰極陽極の排出量に差を付けた理由が理解出来る。ここで重要なことは陽極側には重金属類が除去されていることであり、陰極側の重金属類に汚泥分が混じることは問題が小さい。理由として陰極側の排出物のみを再度別の槽で分離する事が出来る。(装置を2段階又は多段階で順番に分離する事が出来るし排出される量は順番に少なくなる、第2段階以降の陽極側の分は順番に前段階に戻す事も出来る。(図10))

図3では汚泥水に食塩を添加して流した時の変化の様子を記載した。汚泥水に対し電気が均一にかかることを表現しよってイオン化が均一になる。表層は食塩水域、陽極側は下に行くほど酸性が強くなり、陰極側は下に行くほどアルカリが強くなり、底の部分での両極の間では、電解質の不足する部分が出来て、電気が迂回して流れる様子を表現している。注入口については図4に示すように管の円周方向から水を出す方式で切りはふさぐ、これにより汚泥水を水平方向に分散給水する事を表現した。図2と図3は同時に起きる現象であるが、解り易くするために2枚の図面で表現した。

【0009】図5では基本思想、基本原理は前記(0008)と同じであるが円筒形にすることにより中心に電極棒、周囲を電極板とする。構成を説明すると、円筒形

の槽(11)の軸の中心に電極棒(21)を設け槽の内側円周方向に電極板(3)を取り付け、電極間を電線(8)で接続し、その間に電源(9)を配置し、電極の下には漏斗(53)を取り付け、漏斗の下部分より排出管(5)を下に勾配を付け配管し、槽の外迄出し外の配管部分に流量調節弁(51)を取り付け、槽の底の形状を漏斗型とし最下部に排出管(4)を取り付け、その途中に流量調節弁(41)を取り付け、槽より上部に注入管(7)の注入口(73)を取り付け、注入管には流量調節弁(72)をとりつける。注入管を取り付ける場合に槽の接続方向から入れるように取り付ける事により汚泥水が回転しながら沈降させるとより有効である。回転させる方向は上から見て左回転が望ましい。(地球の北半球の場合)

容器から排水をしているので左回りが良い。このとき槽の内側の電極板を陽極、電極棒を陰極とし電極間に電気を流して重金属類を引き寄せて排出する。円周から中心に向かって電気を流すことにより電極棒付近では電流密度が高くなるため重金属類を強く引き付けられるので効率が良い。ここのところが角型の槽(前記)にはない大きなメリットである。然らば多角形の槽ならばどうなるかと言えば多角形の究極が円であるから円が良い。(回転させる意味でも円筒形にメリットがある)矩形でも回転が無くなること、電極間の距離が違ふこと等のデメリットはあるが中央に集中することで引き付ける力が強いので利用は可能である。注入口については単なる管の切り口ではあるが出口の流速を2m/s程度にするように定めた断面の切り口とする。(余り遅いのも回転力を与えられないし、早過ぎるのは槽の水が跳ねるし、無駄である)

【0010】樋式では基本思想、基本原理は今までの説明を引き継ぐものとするが、図1での方向表示で説明すると、Y方向を大きくXZ方向を小さくしたものを樋と言う名称に替わる。違う特徴を下記1,2に記載する。

1, 水面から底までの距離が短いことにより底の部分に汚泥の粒子が沈殿し沈殿した部分に電流密度をかける(電気を流す)事によりイオン化の効率を上げる思想である。(表層部は迂回電流)

2, 汚泥水は電気分解をしつつ且つ沈殿しつつ下流側へ流れる訳ではあるが、電解物質を全量先に入れるよりも分解の程度に応じて追加する方が添加する量が少なくすむ。構成を説明すると樋(12)に勾配を付けて設置し側面の片方に電極棒(21)を数個連続的に設置し、反対側の側面にも同様に電極棒(31)配置し、対行する電極間を電線(8)で接続し、その間に電源(9)及び電流計(91)を取り付け、各電極間の電流量に対応する電動弁(101)を取り付け電解物質を注入する管(10)を設け、樋の底の形状は、上流側は水平で、途中から軸方向に凸状の隆起(6)を持たせ出口付近で最大にし、最下部に各排出口を設ける。槽式では粒子が落

ちる途中で電流を流して、より分ける思想、樋式では途中よりも落ちてきた底の部分で落としながら電気を通して、より分ける思想である。基本思想の変形方法、装置である。陰極においては重金属類が付着するものと沈殿するものがあるがこびり付いた部分を物理的力で取り払うには浅いので都合が良い。槽式、樋式どちらが良いかは、汚泥中に含まれる重金属の種類と含有量、処理すべき汚泥量等により選択される。

【0011】共通項目の説明

1, 電気泳動を利用するので金属の種類により早いものと遅いものが出る。

2, 汚泥中の金属類全体に電気をかけるので金属の種類を選ぶことは出来ない。(イオン化傾向の大きい順に変化するので直接の選択分離は出来ない、植物に必要とされる元素のうちカリウムK, カルシウムCa等も陰極側へ移動する)重金属類はイオン化傾向が小さいのでその事に標準を合わせるとK, Ca等はその前に移動してしまうので、この装置、この方法では一回の選択分離では出来ないが、重金属類を取り除く前に電流値を下げて分離をすればK, Ca等はある程度、抽出可能である。(請求項10に記載)(前処理装置、図10に示す)

3, イオン化の量は流れる電流と時間の積により決まる。(クーロン値)(電解質を添加して水中電極間を流すことの出来る電流量を大きくしている)

4, 上記事柄より電極間の電圧は陽極側から排出される重金属の量を計測し、その数値に対応し電圧を定める。(請求項3に記載)

5, 陰極においては重金属類が付着するものと沈殿するものがある

6, 同上余り付着が多いと電導性能を下げるものもある(例カルシウム等)

7, 同上陰極にあっては逆電圧, 酸洗い, ブラッシング等の定期清掃が必要。逆電圧を微小時間, 定期的に通電を繰り返すことにより, 陰極に付着する量を制限することは装置その物を変えないで保守, 管理が可能なので有効に機能するので請求項11に記載した。

8, 陽極側にあっては金属類を使うとイオンの放出により溶出現象(電食)が起きる。(イオン化傾向の小さい金属使用により緩和は可能)

9, 槽からは塩素, 水素, 酸素等のガスが出るので対応の必要がある。

10, 電気泳動により汚泥中の細菌, 虫, 虫の卵, 植物の種は変質, 死滅する。(他の分野で殺菌方法として利用している例がある。...細胞の中も電気分解をされてしまうと考えられる)

【0012】素材としての説明, 方法及び装置の必要性の説明。

前段落(10)に記載される殺虫, 殺菌, 重金属類除去, を兼ね備える汚泥は, 新しい素材としての価値があ

10

20

30

40

50

ると考える。基本的に農業分野への用途でありその用途価値として1, 有機農業用植生材としての価値2, 堆肥, コンポスト用の基礎資材としての価値3, 汚泥を蒸し焼きにして炭を作る素材としての価値, 以上のように重金属を除くこと殺菌, 殺虫をすることを合わせ持つ事により, 薬品や加熱による殺菌殺虫とは違う意味での農業用基礎資材と位置付けられる。更に付け加えるならば, 汚泥その物の捨て場所が限界に来ている事は言うに及ばず, 捨てる行為その物が立ち行かない現状にあることは言うまでもない。焼却処分はそれなりに燃料を使い炭酸ガスを出す訳であるから, 地球環境に, 良いことではない。従って例え「へ泥」「汚泥」と言えど捨てることに何らの価値はなく, 使えるようにすることに意義があり, それ相応の(有機物の含有量が多い)特色を持つうち不都合な部分(重金属類, 害虫, 病原菌)を取り除いた汚泥は価値が出る。保存するには有用菌を保存に充分な量を入れて他の悪性菌から守った無害化された汚泥ともいえる。この汚泥を「無害化汚泥」と仮称し説明をする。良性の菌で悪性の菌の繁殖を制限することは微生物農薬と近い考え方である。バクト菌, YOK菌, EM菌等の存在, 利用の事例があるので有効に機能する為, 新しい素材として有用である。(好気, 嫌気両用又は嫌気性菌が良い)

身近な例としては「ナットウ」が挙げられ他の菌に優先し菌で他の菌を制していることは公知の事である。従って, 「無害化汚泥」は新しい素材である。短期分解成分を多量に含む汚泥を無菌の状態を長時間保存するのは他の雑菌により爆発的に増える可能性があるので, 菌を入れて保存する方法は無菌状態のものでは必要である。

(有用菌による分解の進行は支障無い)

特に嫌気状態においてはメタンガス, 硫化水素ガスが出る可能性, 悪性の菌の繁殖に注意を要する, 従って良性の菌を入れて保護することは重要である。乾燥保存が当然考えられるがその事との比較では, 乾燥させるためのコストは価格に上乗せになり無害化汚泥と言えど経済性を失い, 使うときは水を入れ使うので, 乾燥工程を省いて, そのまま保存することが望ましく, そのためには有用菌による保存が有用である。本来, 汚泥とは捨てる為の名称で, 利用する為の別名を付ける必要がある。汚泥から重金属が除かれている条件で用途, 方法に出願人申請の養液栽培用培地として, 特願平11-18223

1, 有機物の分解方法として, 特願平11-21572  
0, 以上2件の出願と関連するものであり, 利用価値を付け, 使う事による環境保全を担う素材となる。汚泥を蒸し焼きにして炭を作るとした場合も, 先に重金属類を除去する方が, 効率が良い。(後からでは電気泳動に時間が掛かる)

汚泥を焼却処分とした場合は, 灰の中に高濃度で含まれるので使う, 捨てる関係無く灰から重金属類を除くべきであろう。汚泥を仮に捨てる又は埋設処分にするにして

も重金属類を除去しなければ将来地下水に浸透することは考えられ、法律が有る無しに関わらず除去する事が望まれる。

【0013】装置の制約この発明は電気泳動と沈殿作用を利用したものであるから大きさ等に制約があるのでおおよその数値と説明を下記に記す。

1, 電極間の距離は150mm程度以上5000mm程度以下。

2, 槽の水深は500mm程度以上8000mm程度以下。

3, 電極間にかかる電圧は5V程度以上400V程度以下。

4, 電解質の混合比は0.01%程度以上15%程度以下。(対水の重量比)(電解質濃度と通電性能は高濃度では比例しないので無駄になる,害も出る)

5, 汚泥と水の混合比(汚泥濃度)は0.1%程度以上25%程度以下。(汚泥は乾燥状態とした時の重量換算)

6, 槽の容量は流入(流出)水量の20分間程度以上6時間程度以下。

7, 樋式にあっては樋の勾配は1/300程度以上1/100程度以下。

8, 樋式にあっては樋の長さは5m程度以上50m程度以下。

9, 逆電圧をかける時間は0.5秒程度以上120秒程度以下。

10, 通常電圧から逆電圧への切り替え間隔は10秒以上10分程度以下。

逆電圧は電極間の距離,隆起までの距離,汚泥の重金属種類,濃度等により,微妙なバランス上に成り立つので特定は出来ないが分離とは間接的に関連するが陰極側への付着を制限する事なので逆電圧時間は少ない方が良く,付着状態を測定して間隔,逆電圧時間及び間隔を決定する。(逆電圧でもイオン化は同じ)

逆電圧の代わりに交流電流を流すことも出来る。付着物を前処理装置としてK, Ca先に抽出して,その後重金属を除く専用装置として組み合わせる方法がある。大量の汚泥を処理するためには時間的制約(1日に処理すべき量)もあるので装置を1ユニットと設定しユニットを複数設ける方法を設定している。

【0014】汚泥の重金属を除く装置のフローシートを図10により説明する。

1, 一次処理装置を複数設けて処理能力に対応することを表現した。

2, 二次処理装置により陰極側の汚泥を回収することを表現した。

3, 三次処理装置により陰極側の汚泥の精度を上げ回収することを表現した。

4, 前処理装置により陰極側から有用元素回収することを表現した。

5, 出口が大小で書いたのは陰極側の排出量が小さいことを表現している。

1次から4次までの連続処理を表現したが主目的は汚泥からの重金属の除去であるから1次処理で事は足りるが,重金属類の分離精度を上げるために,2~3次の装置を連動させた。

【0015】装置の運転操作の概要を図13のフローシートと共に説明する。

1, 図面中で検出部を二重丸で表現し対応する制御部品を丸にXで表現し,点線矢印は陰極側排出を表現し,実線は陽極側と,その他の流れを表現している。点線曲線で結んだものは関連状態を表現している。

2, 混合攪拌槽では汚泥と水を混合し,それを攪拌し,槽全体の濃度が均一化することを表現している

3, 混合攪拌槽で電解水が所定の濃度に調整することを表現した。

4, 1次処理では陽極側から排出される汚泥中の重金属を測定し,それに対応する,電圧を調整する事と,入出の量を調整することと,陽極と陰極の排出の割合を調整することが可能なことを表現した。

5, 2次,3次,n次(nは多数のときの最後の番号記号)も同様であるが省略して表現している。

6, 抽出処理では陰極側で検出するが電流量,流量共に一定としK, Caを取り出すので重金属類が検出されたら電圧を下げる。(前処理分離装置)

7, イオン化の量は電流の量(電流×時間)により決まるのでこの事に当てはまる事柄は全て変動可能ではあるが,通常は下記により順番に固定化する。

イ, 初期計画において処理すべき汚泥の量より1次処理装置の大きさや装置数。

ロ, 装置の大きさにより電極間の距離及び通常寸法。

ハ, 1装置の処理量によりおおよその流量と口径。

ニ, 初期計画により装置次数。(何次処理まで設けるか)

ホ, テスト運転により電圧の仮設定,弁の開閉度調整。従って通常の装置での可変可能なものは電圧と口径に相当する弁が対象となり他の部分で変動することは出来ないことはないが,陽極側検出には電圧を変化させる事により対応するのが適切。緊急的には弁を締める。陰極,陽極の排出割合を弁により調整。電圧の対応は電源を直列に配置し順番につなぎ合わせる数を加減することにより対応させる。

【0016】汚泥と電気泳動に関する追加説明

汚泥中に含まれる重金属の形態は均一なものではなく下記に表される。

1, 金属粒子として存在する(化合物としての存在も含む)

2, 無機物,有機物に付着又は1部に存在する

3, 無機物,有機物内に均等近い状態で存在する(殻の中に存在を含む)

上記事柄より1, 2は短時間でイオン化されたものが電気泳動により陰極側へ移動が可能と考えられ, 3の均一状態に存在するものについては, この方式では粒子ごと陰極側へ移動させる。金属粒子がイオン化されて水中を泳ぎ, 電極にたどり付く設定条件であるから沈殿分離との組み合わせにより実施可能となる設定条件である。付着及び一部に存在する条件ではイオン化された粒子が, 元の粒子から離れる為の時間的余裕を必要とする。当然存在のあり方, その量, その種類, により特定は出来ないが離れることが多い。(離れない場合は下記の記載に移行する)

粒子の中に均一又は近い状態, 殻等に包まれている状態での存在については, その粒子全体の中の金属分はイオン化される訳であるから電気泳動反応はするので, そのためには, 移動するときの抵抗を小さくすることにより成り立つ。従ってスラリー状, 分離のための膜等は邪魔をする存在となる。当然この粒子の中にも陽極側に行く成分が存在することは考えられ, 陰極側, 陽極側, 綱引き状態の上で陰極側が勝てば陰極側へ移動する。従って元来電気泳動の力学的力の量は小さい上に粒子内部で綱引きをすると, 益々力が弱くなるので汚泥粒子を水中に浮遊させ, 落ちるまでにイオン化をし, 陰極側へ泳ぎ付かせる思想の分離方式が汚泥においては有効である。当然綱引きに負けて陽極側へ行く重金属を含む粒子がある事もある, それを補完する為に重金属類の量を検出し電圧を変える事による電流量変えてイオン化を促し調整する装置としている。説明が全体に関連するため説明を前後に分けて記載した。

#### 【0017】実施例1

既存の污水处理施設, 新設する污水处理施設において沈殿槽の内側周囲に陽極板を取り付け中心部に陰極電極棒を取り付け, 電極棒の下部に容器を取り付け, 陽極から陰極へ電気を通す構成が污水处理施設では有効である。污水处理施設においては許認可事項であるので基本構造を変えないことが条件としてあげられる。(上記構成が可か不可かは担当官の判断による)

既存污水处理施設での汚泥は重金属類を含むので, 例え焼却してもその灰の中には濃度としてはより高濃度の重金属類が含まれる。(絶対値はほぼ同量)

污水处理装置も沈殿により, 水と汚泥をより分けているので, そこに電気を通して重金属類を, より分けられれば槽を二重に作らなくても済む。装置としての性能は時間的制約が少ないと言う長所, 矩形の沈殿槽が多いので角の部分でやや難点がある点, 回転沈殿が出来ない点の短所がある。図11, 図12に装置の概要を記す。ここで違うのは陰極側からは排出装置を設けず, 容器に貯めておき, 汚泥引き抜きの時に, 容器ごと引き上げて排出する点である。大型処理施設では当然自動的に又は強制的に, 分離された高濃度で重金属類を含む汚泥を引き抜く装置が必要であるが, 容器から引き抜くとするので図

面上では省略した。(円筒形処理装置記載された装置に準ずる装置となる)

電極棒に付着したものとその回りの物を容器に入れる, 容器の口は電極棒の断面の2~5倍程度の断面とする。

#### 実施例2

水田が重金属に汚染された場合に米にカドミウムが検出される事例があったので, その対応として装置を農業機械に搭載し装置を移動しながら, 土壌中のカドミウムを取り除く。時期としては「しろかき」後の土を処理するのが丁度良い。装置としては図10に示す段階的に分離するのが適切である。ドロドロの土をポンプで汲上げて処理しながら水田に返す方式。水田の土壌を電気泳動により病害虫, 病害虫の卵, 病気の菌も死滅させる。

#### 実施例3

「しろかき」の時期であれば雑草の死滅, 雑草の種の死滅もある程度は期待できるので, 除草剤を使わない除草方法としても有効である。病害虫, 植物の病原菌は温度条件等により爆発的に増えるとされるので, この装置が絶対的に機能するものではないが, 元を断つ(少なくする)機能はある。上記項目により残留農薬等の問題もある程度は緩和できる。

#### 実施例4

重金属類のイオン化と電気泳動は同時に起きる現象ではあるがイオン化の工程を先に行い, その後沈殿と電気泳動を槽または樋で分離する方法。特徴は重金属のイオン化には直流, 交流の区別がなく単に電気の干渉があればイオン化はするので交流電気の使用が可能である, それに伴ない単相, 三相色々な電流が使用でき, 電圧の変動も比較的簡単に変更可能となる。除去すべき汚泥中の重金属の種類, 濃度, 分布の状態, 処理すべき時間的処理量, により方式を選択されることではあるが, この方式は重金属のイオン化傾向が小さい物多く, 含有する量が多く, 粒子の中に入り込んだ状態の場合に有効である。このように条件の悪いとされる汚泥の場合に有効であり, その割に装置を小型化することが出来る事を特徴とする。イオン化をする装置としては特に限定するほどの事ではないが分離する槽の前に取り付けることが当然である。汚泥と水を混合する槽に取り付ける場合, 沈殿槽に行く管の中に取り付ける場合, 等がある。当然のことではあるが分離のために電極間に電気を流して分離するので, そこでもイオン化はしている, 主たるイオン化をどのようにするかの違いだけである。(基本思想は同じである)

#### 【0018】

【発明の効果】この装置, 方法により汚泥中の重金属類を短時間で除去することが出来る。一装置における制限はあるものの, 並列に組み合わせることにより量の増大, 直列に組み合わせることにより精度の向上が出来る。肥料としての有用元素であるカリウム, 等の抽出装置としても利用できる。この装置を使えば汚泥中に含

まれる細菌，虫，虫の卵等は死滅する。同，植物の種も死滅又は変質し除草効果がある。汚泥を有効に利用することにより焼却処分，埋設処分を避け，環境保全に寄与するので，社会的に重要な発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す骨組（スケルトン）斜視図である。

【図2】本発明の分離の状態を示す断面模式図である。

【図3】本発明の分解液の状態を示す断面模式図である。

【図4】本発明の注入口の断面図である。

【図5】本発明の円筒型槽の構成を示す骨組（スケルトン）斜視図である。

【図6】本発明の円筒型槽の構成を示す断面図である。

【図7】本発明の樋式の構成を示す骨組（スケルトン）斜視図である。

【図8】本発明の樋式の構成を示す断面図である。

【図9】本発明の樋式の分離の状態を示す各断面の断面模式図である。

【図10】本発明の工程説明図（フローシート）である。

\*【図11】本発明の実施例1を示す平面図である。

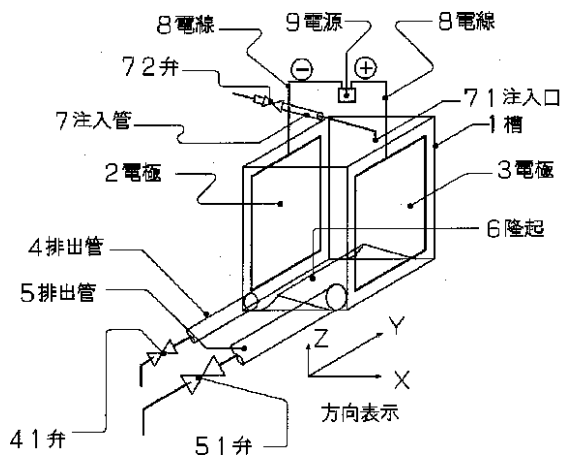
【図12】本発明の実施例1を示す断面構成図である。

【図13】本発明の工程説明図（フローシート）である。

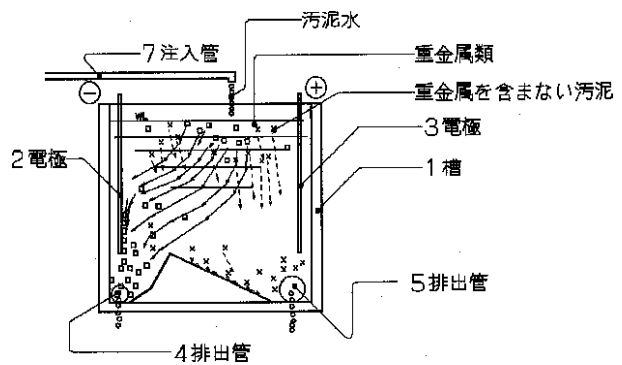
【符号の説明】

- 1, 11 槽
- 2, 21, 3, 31 電極
- 4, 5 排出管
- 41, 51 弁
- 10 53 じょうご
- 54 容器
- 6 隆起
- 7 注入管
- 71, 73 注入口
- 72 弁
- 8 電線
- 9 電源
- 91 電流計
- 10 管
- 20 12 樋
- \* 101 電動弁

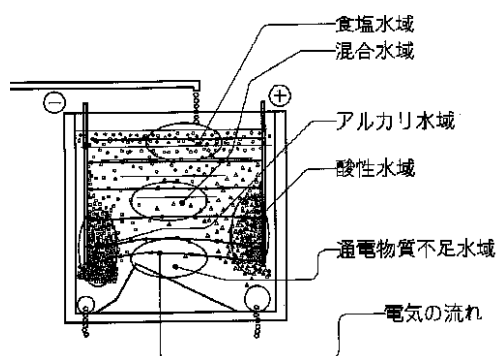
【図1】



【図2】



【図3】

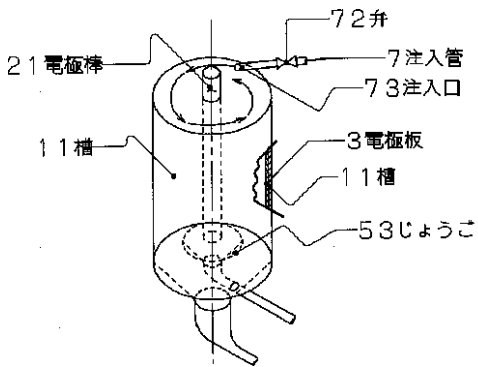


【図4】

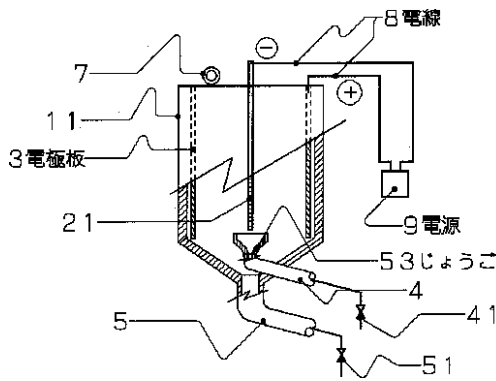




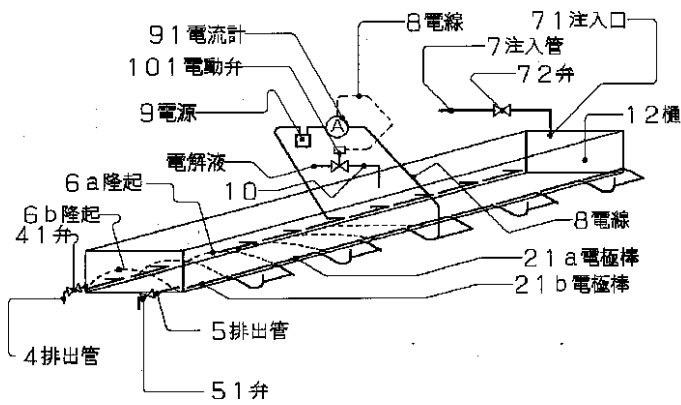
【図5】



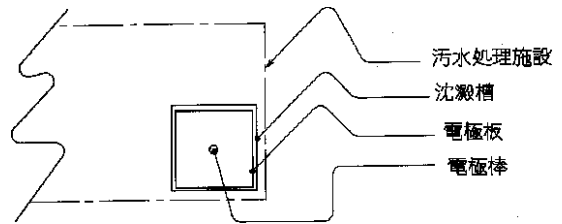
【図6】



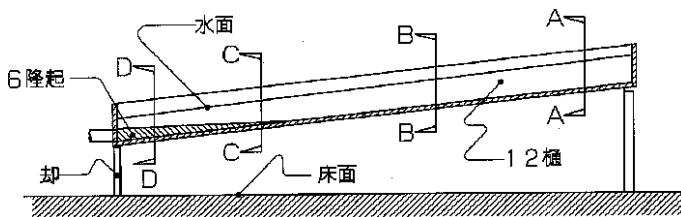
【図7】



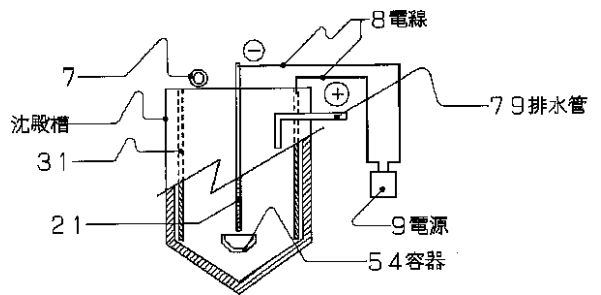
【図11】



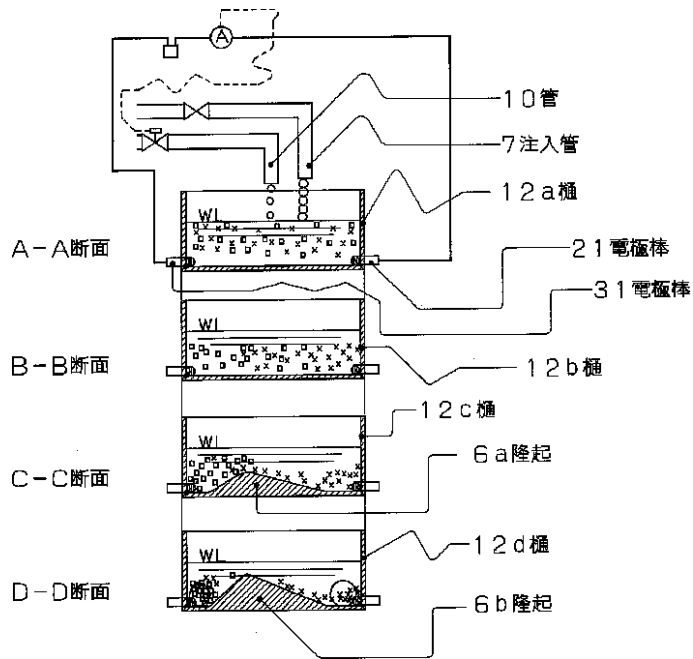
【図8】



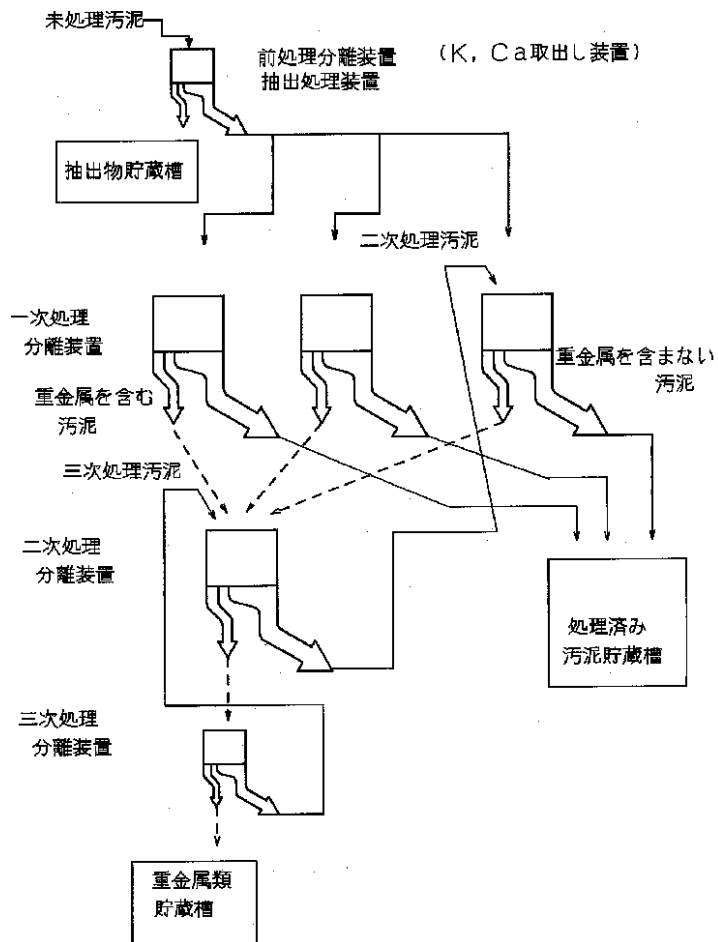
【図12】



【図9】



【図10】



【図13】

