

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-200717

(P2014-200717A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014. 10. 27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 2 F 11/14 (2006.01)	C O 2 F 11/14 Z A B E	4 D O 5 7
C O 2 F 11/12 (2006.01)	C O 2 F 11/12 Z	4 D O 5 9
C O 2 F 11/06 (2006.01)	C O 2 F 11/06 B	
C O 2 F 11/00 (2006.01)	C O 2 F 11/00 F	
B O 4 B 1/20 (2006.01)	B O 4 B 1/20	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2013-77099 (P2013-77099)
 (22) 出願日 平成25年4月2日 (2013. 4. 2)

(71) 出願人 391022418
 株式会社西原環境
 東京都港区芝浦三丁目6番18号
 (74) 代理人 100088605
 弁理士 加藤 公延
 (74) 代理人 100101890
 弁理士 押野 宏
 (74) 代理人 100098268
 弁理士 永田 豊
 (74) 代理人 100130384
 弁理士 大島 孝文
 (72) 発明者 富樫 仁
 東京都港区海岸3-20-20 ヨコソー
 レインボータワー3F 株式会社西原環境
 内

最終頁に続く

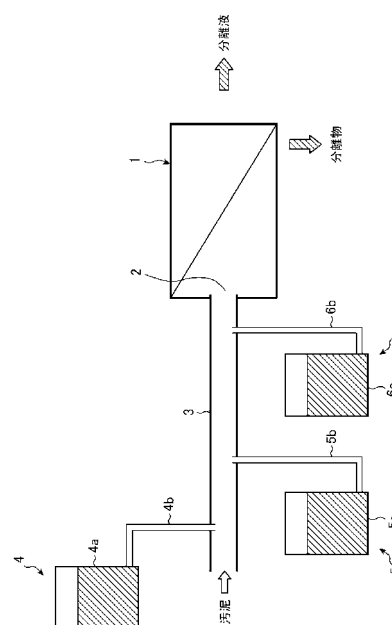
(54) 【発明の名称】 固液分離装置および固液分離方法

(57) 【要約】

【課題】主に有機物を含む汚泥の処理に適用可能であり、余分な凝集剤を添加することなく、安定して含水率の低い分離物を分離できる固液分離に適した固液分離装置および固液分離方法を提供する。

【解決手段】固液分離装置は、汚泥を分離物と分離液に固液分離する固液分離機1と、この固液分離機1に汚泥を供給する汚泥供給管3と、この汚泥供給管3内の汚泥に高分子凝集剤を注入する高分子凝集剤注入器4と、上記汚泥供給管3内の汚泥に無機凝集剤を注入する無機凝集剤注入器5と、上記汚泥供給管3内の汚泥に酸化剤を注入する酸化剤注入器6を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

汚泥を分離物と分離液に固液分離する固液分離機と、
前記汚泥を前記固液分離機に供給する汚泥供給管と、
前記汚泥に高分子凝集剤を注入する高分子凝集剤注入器と、
前記汚泥に無機凝集剤を注入する無機凝集剤注入器と、
前記汚泥に酸化剤を注入する酸化剤注入器と
を備えたことを特徴とする固液分離装置。

【請求項 2】

前記酸化剤は、過酸化水素であることを特徴とする請求項 1 に記載の固液分離装置。

10

【請求項 3】

前記無機凝集剤は、鉄イオンを含有する鉄系無機凝集剤であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の固液分離装置。

【請求項 4】

前記固液分離機は、外胴ボウルと内胴スクリューを備えた遠心分離機であり、
前記無機凝集剤注入器は、前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する無機凝集剤注入管を有し、
前記酸化剤注入器は、前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する酸化剤注入管を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の固液分離装置。

20

【請求項 5】

汚泥に高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を注入し、外胴ボウルと内胴スクリューを備えた遠心分離機で前記汚泥を分離物と分離液に固液分離することを特徴とする固液分離方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、浄水、下水および産業排水などの処理に伴い発生する、主に有機物を含む汚泥（生汚泥、消化汚泥、余剰汚泥等）の処理に適用可能な固液分離装置および固液分離方法に関するものである。

30

【背景技術】**【0002】**

人間が生活していく上で必要となる水資源は、そのほとんどが河川や湖沼などの表流水を取水して浄水処理が行われ、生活や産業活動によって下水や産業排水として排出され、これら汚水が下水処理施設や産業排水処理施設によって処理された後に河川や湖沼などに放流されるという循環経路を辿って再利用されている。

また、下水や産業排水の処理に伴って発生する汚泥については、従来は、最終的に、埋立や焼却処分により処理されてきた。しかし、その汚泥の大部分が有機物であり、また窒素やリンなどの資源も含まれることから、近年では、窒素等がコンポスト（堆肥）等に変換されて土壌改良に用いられる場合、あるいは、枯渇資源であるリンや汚泥から発生するメタンガス等のエネルギー資源の回収が行われる場合など、環境への影響に配慮しつつ、資源の再利用あるいは有効活用される機会が拡大している。

40

【0003】

ここで、汚泥を効率よく利用するためには、その利用目的にあった水分量（含水率）まで濃縮および／または脱水する必要がある。また、汚泥の濃縮および／または脱水によって汚泥量は大幅に減少され、これによって貯留に要するスペースの縮小や運搬に要するエネルギーの削減がなされる。

【0004】

汚泥量を減少させるには、例えば重力式、浮上式または機械式の濃縮設備や、プレス式、遠心式、多重円板式またはスクリュー式などの脱水装置が一般的に用いられている。こ

50

これらの設備や装置において凝集剤（高分子凝集剤および／または無機凝集剤）等の薬剤を用いると、濃縮および／または脱水された汚泥（濃縮汚泥、脱水汚泥）の含水率低減が促進される。処理対象とする汚泥の種類および量、ならびに濃縮汚泥および脱水汚泥の利用目的によって、薬剤の種類、使用量および使用方法は様々である。

【０００５】

例えば、特許文献１には、有機性汚泥の濃縮および脱水について特定の薬剤を組み合わせ、簡易なスクリーンで重力脱水した後に機械脱水を行う有機性汚泥の濃縮脱水方法が開示されている。この方法は、有機性汚泥１に鉄系無機凝集剤（硫酸第１鉄２）と過酸化水素３および／またはオゾンを追加し、さらに中和用のアルカリ剤６、ノニオン系またはアニオン系高分子凝集剤（ポリマー８）を追加混和し、多孔透水体（スクリーン９）で重力脱水して汚泥を濃縮し、該濃縮汚泥を機械脱水機（フィルタプレス１２）で脱水処理するものである（特許文献１の特許請求の範囲および図面参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開昭５７－７１６９８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本願発明者らは、本願発明に想到するに際して、少なくとも以下に記載する従来の汚泥濃縮脱水方法の課題を認識していた。

20

(1) 高分子凝集剤あるいは無機凝集剤のいずれかを用いる１液法では、濃縮脱水処理に適した凝集フロックを安定して形成するために、適切な供給量よりも多い凝集剤を供給して行われる。

すなわち、凝集剤の供給量は、処理される汚泥中の固形分量に対応して調整され、常に適量にする必要がある。しかし、汚泥中の固形分量は常に一定ではなく、少なからず変動するものであり、この変動に合わせて凝集剤の供給量を逐一調整することは、調整機構の信頼性およびその維持、ならびに経済性の観点から現実的ではない。それゆえ、従前の処理経験から予想される固形分量の上限値に合わせ、その固形分を凝集させるのに適した量あるいはそれを上回る量を凝集剤供給量としながら凝集処理を行わざるを得ない。このため、凝集剤の慢性的な過剰供給が行われることとなる。

30

(2) 高分子凝集剤および無機凝集剤の両方を利用する２液法では、その薬剤使用量が増大し、運転コストの上昇を招く。

すなわち、２液法では、２種類の凝集剤を使用するために、その分、１液法よりも薬剤のコストが上昇する。また、２液法においても、１液法と同様の理由から凝集剤の慢性的な過剰供給が行われることとなり、更なる薬剤のコスト上昇を招く。これに加え、２液法では、汚泥の質の変化に伴い高分子凝集剤および無機凝集剤の添加率を各々再調整する必要もある。

(3) 特に、無機凝集剤を多量に注入する場合、その薬剤と混合した汚泥のｐＨが大きく低下するため、濃縮処理や脱水処理に影響を及ぼすばかりか、濃縮機や分離機等の内部を腐食させる可能性がある。このため、苛性ソーダ等のアルカリ薬剤等の添加によって汚泥を中和する必要があるが、その場合には、別途、中和設備が必要となり、設備費が増大するとともに、アルカリ薬剤のコストや処理費が増大する。

40

【０００８】

また、特許文献１に開示された有機性汚泥の濃縮脱水方法には、さらに、以下のような課題もあった。

(1) 濃縮脱水処理を行う上で、汚泥と薬剤を混合する攪拌槽４、中和槽５および凝集反応槽７ならびに当該各槽の攪拌機が必要となる。

すなわち、簡易なスクリーンを用いた重力脱水によって有機性汚泥を確実に捕捉し、且つ濃縮するためには、有機性汚泥を確実に凝集させて、ピンフロックの無い凝集汚泥とし

50

ておく必要がある。このため、汚泥と薬剤を混合する攪拌槽 4 と、薬剤と十分に混合した汚泥をその凝集に最適な pH まで中和する中和槽 5 と、凝集に最適な pH となった、薬剤混合後の汚泥が凝集して十分堅固で簡易なスクリーンで捕捉し易く、且つスクリーンの目を詰まらせない大きさまで凝集汚泥（フロック）を成長させる凝集反応槽 7 などの追加設備が必須となる。

(2) 大量の有機性汚泥を濃縮する場合には、上述した攪拌槽 4、中和槽 5 および凝集反応槽 7 を大容量化する必要がある。

すなわち、前述した汚泥と薬剤の混合、低下した pH の中和反応および凝集反応をそれぞれ十分に行うために、各槽において十分な反応時間をとる必要がある。つまり、汚水処理の各プロセスから発生した汚泥は大量の水分（例えば 99 ~ 98 % 程度）を含んでいるので、これに対して直接、薬剤混合、中和反応および凝集反応が行えるよう、各槽は十分な容積を有するものとするこ

10

とすることで十分な反応時間を確保する必要があるため、設備を大きくせざるを得ない。

(3) 水分量の高い凝集汚泥を全量濃縮する場合には、処理能力の高いスクリーンを設置する必要がある。

すなわち、スクリーンの処理能力は目幅の大きさとスクリーン面の広さとのバランスで決まる。つまり、目幅が広ければスクリーン面が狭くても水分量の高い凝集汚泥を大量にろ過することができるが、捕捉すべき凝集汚泥（フロック）の取りこぼしが生じ、回収率が低下する。逆に目幅を狭くした場合、回収率は向上するが、スクリーンの単位面積あたりの処理能力は低下する。このため、大量の凝集汚泥を全量濃縮するためのスクリーンには高い処理能力が要求され、回収率の高いスクリーン面を広くする必要があることから、設備が大型化すると共に、維持管理費用も肥大化する。

20

(4) 当該スクリーンにおいて濃縮され、流動性の低下した濃縮汚泥を脱水機まで移送する設備をさらに備える必要がある。

すなわち、濃縮汚泥（含水率約 95 ~ 97 %）は、高い粘性を示す流動性の低い液状体であるため、その移送には配管を伴うポンプ設備やコンベア等の移送設備を備える必要があり、これらの維持管理に労力と費用を要する。

【0009】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、主に有機物を含む汚泥の処理に適用可能であり、余分な凝集剤を添加することなく、安定して含水率の低い分離物を分離できる固液分離に適した固液分離装置および固液分離方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明に係る固液分離装置は、汚泥を分離物と分離液に固液分離する固液分離機と、前記汚泥を前記固液分離機に供給する汚泥供給管と、前記汚泥に高分子凝集剤を注入する高分子凝集剤注入器と、前記汚泥に無機凝集剤を注入する無機凝集剤注入器と、前記汚泥に酸化剤を注入する酸化剤注入器とを備えたことを特徴とするものである。

【0011】

本発明に係る固液分離装置は、前記酸化剤が過酸化水素であることを特徴とするものである。

40

【0012】

本発明に係る固液分離装置は、前記無機凝集剤が鉄イオンを含有する鉄系無機凝集剤であることを特徴とするものである。

【0013】

本発明に係る固液分離装置は、前記固液分離機が外胴ボウルと内胴スクリューを備えた遠心分離機であり、前記無機凝集剤注入器が前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する無機凝集剤注入管を有し、前記酸化剤注入器が前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する酸化剤注入管を有することを特徴とするもので

50

ある。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る固液分離方法は、汚泥に高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を注入し、外胴ボウルと内胴スクリーンを備えた遠心分離機で前記汚泥を分離物と分離液に固液分離することを特徴とするものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る固液分離装置によれば、汚泥を分離物と分離液に固液分離する固液分離機と、前記汚泥を前記固液分離機に供給する汚泥供給管と、前記汚泥に高分子凝集剤を注入する高分子凝集剤注入器と、前記汚泥に無機凝集剤を注入する無機凝集剤注入器と、前記汚泥に酸化剤を注入する酸化剤注入器を備えたことにより、次のような優れた作用効果を奏する。

10

(1) 汚泥に注入された酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで汚泥の脱水性が向上し、凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持することができるので、その状態を維持したままの凝集汚泥に余分な凝集剤を添加することなく、その凝集汚泥から安定して含水率の低い分離物を分離できる固液分離が可能となる。

これにより、2液法でも、従来の凝集剤の過剰供給を行わずに済むので、凝集剤等の薬剤使用量を抑制し、運転コストの上昇を回避することができる。

また、従来、無機凝集剤の過剰供給によって生じていた凝集汚泥の低pH化を防止するため、アルカリ薬剤による中和処理を行わずに済むので、そのアルカリ薬剤によって生じ得る固液分離機の腐食や劣化を抑制できるとともに、従来法において必要であった中和槽等追加設備が不要となるので、その設備費や運転コストとともに、不要となるアルカリ薬剤のコスト分に相当する処理費の負担を回避することができる。

20

(2) 酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで汚泥の脱水性が向上し、高分子凝集剤および無機凝集剤によって得られる凝集汚泥からの水抜けが良くなることから、低含水率化した分離物（脱水汚泥）を得ることができる。

また、脱水汚泥の容積が減るため、その取扱いが容易になると共に、処理処分に要する作業や費用を軽減することができる。したがって、従来法において必要となっていた、流動性の低下した濃縮汚泥の脱水機への移送設備を設ける必要がないので、その設備費や運転コストの負担を回避することができる。

30

【 0 0 1 6 】

本発明に係る固液分離装置によれば、酸化剤を過酸化水素とすることにより、次のような優れた作用効果を奏する。

(1) 過酸化水素の酸化作用により、汚泥から発生する臭気が消臭・無害化されることから、汚泥脱水環境が衛生的になる。

すなわち、例えば、硫黄系臭気成分である硫化水素やメルカプタン類は過酸化水素の酸化作用により消臭・無害化される。これにより、固液分離されて得られた分離物やその分離物を取り扱う環境からの臭気の発生が抑制され、衛生的となり、汚泥脱水環境の改善を図ることができる。

(2) 固液分離されて得られた分離液は、過酸化水素の酸化作用により酸化分解されて脱色される。

40

すなわち、過酸化水素を用いない場合、汚水の処理工程を経ても、得られた分離液中には、未分解成分が微量ながら残留しており、その一部は薄い茶褐色を呈する。この未分解の着色成分を含む分離液は汚水の処理工程に返送され、汚水と共に処理に供されるが、着色成分の多くは未分解のまま、汚泥と共に再度、固液分離にかけられ、また分離液中に移行するという循環経路を辿ることになる。これに対して、本発明に係る固液分離装置では、過酸化水素の酸化作用によって、未分解成分が酸化分解されて脱色されるので、その循環経路における分離液の呈色を抑制できると共に、その酸化分解によって、より生物学的に分解され易い構造となるため、返送された後に汚水と共に処理される場合に、活性汚泥等に含まれる微生物等による酵素分解作用によって、より小さな分子量の物質

50

にまで分解することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る固液分離装置によれば、無機凝集剤を、鉄イオンを含有する鉄系無機凝集剤（例えばポリ鉄と呼ばれるポリ硫酸第二鉄や塩化第二鉄等）とすることにより、次のような優れた作用効果を奏する。

鉄イオンの触媒作用によって、例えば過酸化水素から、活性酸素の中で、最も高い反応性および最も強い酸化力を示すヒドロキシラジカルおよび／またはヒドロペルオキシドラジカルが生じ、これが有機性汚泥中の糖類、タンパク質および脂質等の分子内結合部分を損傷して酸化分解することで、有機性汚泥の脱水性（汚泥からの水抜け）を向上させることができる。

10

過酸化水素は遷移金属により容易に分解され、活性酸素を生成する。汚泥中にはマンガン、コバルト、ニッケル、銅および鉄などの遷移金属がごく微量ながら存在しているが、過酸化水素を効率よく分解する濃度レベルではないため、当該微量の遷移金属の影響を考慮する必要はない。そして、無機凝集剤を、鉄イオンを含有する鉄系無機凝集剤とすることにより、遷移金属である鉄イオンが過酸化水素を効率よく分解するに十分な濃度とすることが可能となる（一方、水処理で用いられる他の無機凝集剤、例えば硫酸バンドやポリ塩化アルミニウムに含まれるアルミニウムは遷移金属ではないため、過酸化水素等の酸化剤による酸化反応に対して、鉄イオンのような触媒作用を起こしにくいと考えられる）。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る固液分離装置によれば、固液分離機が、外胴ボウルと内胴スクリューを備えた遠心分離機であり、前記無機凝集剤注入器が、前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する無機凝集剤注入管を有し、前記酸化剤注入器が、前記遠心分離機内を延伸し、前記内胴スクリュー内部で開口する酸化剤注入管を有することにより、次のような優れた作用効果を奏する。

20

(1) 遠心分離機の内部においては、高分子凝集剤が注入・混合された汚泥に、無機凝集剤および酸化剤が注入・混合されるので、酸化剤によって、固液分離中の汚泥に含まれる有機性成分を酸化分解して汚泥の脱水性を向上させながら、また、外胴ボウルと内胴スクリューとの相互作用によって固液分離中の汚泥が攪拌を受けながら凝集反応が進み、濃縮・脱水される。

これによって、従来法において必要であった、汚泥と薬剤を混合する攪拌槽、中和槽および凝集反応槽ならびに各槽の攪拌機が不要となると共に、凝集汚泥から濃縮汚泥を分離する簡易なスクリーンが不要となる。

30

(2) より含水率の低い分離物（脱水汚泥）が得られる。

すなわち、無機凝集剤注入管により固液分離機の内部に供給された無機凝集剤は、既に注入された高分子凝集剤の凝集作用によって、ある程度固液分離の進んだ、分離物濃度の高い分離汚泥に直接供給される。このため、見かけ上、無機凝集剤注入率が高くなり、この条件において分離物濃度の高い分離汚泥と無機凝集剤および酸化剤が攪拌混合されることで、さらに固液分離性の高い凝集フロックとなる。

(3) 酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで汚泥の脱水性が向上するので、無機凝集剤の供給量を過剰にすることなく、常に適正に保つことができることに伴い、汚泥 pH の低下も少なくなることから、中和操作が不要となる。

40

(4) また、高分子凝集剤が混合した汚泥への無機凝集剤の供給、濃縮、および脱水、ならびに酸化剤の注入は、すべて固液分離機のみで行うことができるので、従来法において必要であったスクリーンが不要となる。

(5) 高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を注入・混合して行う汚泥の濃縮脱水処理を一つの固液分離機で行うことができるので、粘性の高く流動性に乏しい濃縮汚泥を移送する必要がない。このため、従来法において必要であった簡易なスクリーンで濃縮された濃縮汚泥の脱水機までの移送設備が不要となる。

これによって、移送配管等の設置スペースや移送に必要な動力機器が不要となり、これらの維持管理に要する労力・コストを削減できる。

50

【 0 0 1 9 】

本発明に係る固液分離方法によれば、汚泥に高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を注入し、外胴ボウルと内胴スクリーを備えた遠心分離機で前記汚泥を分離物と分離液に固液分離するように構成したので、次のような優れた作用効果を奏する。

(1) 汚泥に注入された酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで汚泥の脱水性が向上し、凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持できるとともに、得られた分離物（脱水汚泥）の容積を減らせることができることから、その取扱いが容易になると共に、処理処分に要する作業や費用を軽減することができる。

(2) また、酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで、高分子凝集剤および無機凝集剤によって得られる凝集汚泥からの水抜け（脱水性）が良くなることから、低含水率化した分離物（脱水汚泥）を得ることができる。

(3) さらに、遠心分離機の内部においては、高分子凝集剤および無機凝集剤による凝集汚泥中の有機性成分を酸化剤によって酸化分解して汚泥の脱水性を向上させながら、また、外胴ボウルと内胴スクリーとの相互作用によって固液分離中の汚泥が攪拌を受けながら凝集反応が進み、濃縮・脱水されることから、余分な凝集剤を添加することなく、安定して、より含水率の低い分離物（脱水汚泥）を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 による固液分離装置の全体構成を示し、汚泥に対して高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤をその順序で注入できるように各注入管を汚泥供給管に対して接続した構成例を模式的に示す部分断面図である。

【 図 2 】 図 1 に示した固液分離装置の変形例 1 であって、汚泥に対して酸化剤、無機凝集剤および高分子凝集剤をその順序で注入できるように各注入管を汚泥供給管に対して接続した構成例を模式的に示す部分断面図である。

【 図 3 】 図 1 に示した固液分離装置の変形例 2 であって、汚泥に対して無機凝集剤、酸化剤および高分子凝集剤をその順序で注入できるように各注入管を汚泥供給管に対して接続した構成例を模式的に示す部分断面図である。

【 図 4 】 図 1 に示した固液分離装置の変形例 3 であって、固液分離機にホッパー（またはヘッドタンク）を備えた構成例を模式的に示す部分断面図である。

【 図 5 】 図 1 に示した固液分離装置の変形例 4 であって、固液分離機に備えた、迂流壁を有するホッパー（またはヘッドタンク）内に高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を直接注入できるように各注入管を配設した構成例を模式的に示す拡大断面図である。

【 図 6 】 本発明の実施の形態 2 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図である。

【 図 7 】 図 6 に示した固液分離装置における酸化剤注入管に給水管を接続した変形例を模式的に示す部分断面図である。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 3 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図である。

【 図 9 】 本発明の実施の形態 4 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図である。

【 図 1 0 】 実験例 1 に適用された固液分離装置であって、図 1 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図である。

【 図 1 1 】 実験例 2 に適用された固液分離装置であって、図 5 に示した固液分離機をスクリープレス脱水機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図である。

【 図 1 2 】 実験例 3 に適用された固液分離装置であって、図 6 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図である。

【 図 1 3 】 実験例 4 に適用された固液分離装置であって、図 8 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図である。

【 図 1 4 】 実験例 5 に適用された固液分離装置であって、図 9 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 5】実験例 6 の結果であって、酸化剤（過酸化水素 3 5 重量 %）注入率の増加に伴う脱水污泥含水率の変化を例示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による固液分離装置の全体構成を示し、污泥に対して高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤をその順序で注入できるように各注入管を污泥供給管に対して接続した構成を模式的に示す部分断面図である。

この実施の形態 1 による固液分離装置は、污泥を分離物（污泥中の固形分を凝集・濃縮したもの）と分離液（污泥から分離物を取り除いたもの）に固液分離する固液分離機 1 と、この固液分離機 1 に污泥を供給する污泥供給管 3 と、この污泥供給管 3 内の污泥に高分子凝集剤を注入する高分子凝集剤注入器 4 と、上記污泥供給管 3 内の污泥に無機凝集剤を注入する無機凝集剤注入器 5 と、上記污泥供給管 3 内の污泥に酸化剤を注入する酸化剤注入器 6 とから概略構成されている。

【0022】

固液分離機 1 は、固液分離を行う概念を示すため、模式的に図示されている。この固液分離機 1 内には、污泥供給管 3 から供給された污泥を受け入れる污泥供給室 2 が設けられている。この污泥供給室 2 は、分離方式にかかわらず、固液分離機 1 内に形成されるものである。

ここで、図 1 中に示した固液分離機 1 内の斜線について説明する。

この右肩下がりの斜線の下側部分は、污泥供給室 2 に供給された污泥の固液分離が進むにつれて濃縮されていく分離物の污泥に対する容積割合が減少していく様子を模式的に示している。一方、その斜線の上側部分は、分離物の濃縮が進行するに伴って、相対的に、分離液の污泥に対する容積割合が増大していく様子を模式的に示している。

すなわち、この実施の形態 1 では、污泥は、污泥供給管 3 内を流れる間に注入される（いわゆる「ライン注入」される）高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤と順次、混合されて、徐々に凝集していくが、この混合状態の污泥は、污泥供給管 3 から固液分離機 1 の污泥供給室 2 に供給されると、その污泥供給室 2 内の污泥供給管 3 側から、排出される分離液側に移動するにつれて、固液分離が進む。その凝集污泥は、凝集・濃縮した分離物と、固形分である分離物を取り除かれた分離液とに分離される。その際、分離液側への移動に伴って、分離物は濃縮されるため、供給された污泥に対する容積割合が減少し、分離物を取り除かれた清浄な分離液の容積割合が増大するので、当該斜線は、右下がりの斜線として示されることになる。なお、このような斜線の表示は、他の図面（図 2 乃至図 9）において示された斜線についても同様である。

【0023】

このような固液分離機 1 としては、例えば、遠心分離式（図 1 0、図 1 2 乃至図 1 4）、スクリュープレス式（図 1 1）、ベルトプレス式または多重円板式等の種々の分離方式を適宜選択することができるが、これらに限定されるものではなく、如何なる分離方式の固液分離機 1 であっても、適用が可能である。

【0024】

高分子凝集剤注入器 4 は、污泥に高分子凝集剤を注入するという概念を示すため、模式的に図示されている。高分子凝集剤注入器 4 は、例えば、ホッパーとフィーダー（いずれも図示せず）を備えた高分子凝集剤貯留・供給器（図示せず）と、給水栓と攪拌溶解機（いずれも図示せず）を備えた高分子凝集剤溶解貯留槽 4 a と、溶解された高分子凝集剤を污泥供給管 3 内の污泥にライン注入する高分子凝集剤注入管 4 b とから概略構成されている。

高分子凝集剤注入管 4 b には、例えば、後述の図 1 0、図 1 2 乃至図 1 4 に示すように、高分子凝集剤溶解貯留槽 4 a から的高分子凝集剤を污泥供給管 3 内にライン注入するための注入ポンプ（図示せず）と、注入量を調整する開閉弁（図示せず）が配設されてもよい。なお、必要に応じて、注入量を計測する流量計（図示せず）が配設されてもよい。

なお、高分子凝集剤の使用量や注入条件によって、一つの高分子凝集剤注入器 4 に複数の高分子凝集剤注入管 4 b を配設してもよく、また、前述した高分子凝集剤注入器 4 の一部あるいは全体を複数設けてもよい。

【0025】

高分子凝集剤としては、例えば、両性高分子凝集剤、カチオン系高分子凝集剤、アニオン系高分子凝集剤、ノニオン系高分子凝集剤を単独あるいは適宜組合せて用いることができる。なお、単独で比較的強固な凝集フロックを生成できるカチオン系高分子凝集剤、アニオン系凝集剤、ノニオン系高分子凝集剤を用いてもよく、例えば汚泥に予め無機凝集剤を少なく注入した場合にはカチオン系高分子凝集剤を、多く注入した場合にはアニオン系高分子凝集剤を使用することにより、強固な凝集フロックを生成することができる。また、アニオン・ノニオン系高分子凝集剤は上水汚泥等を脱水処理する場合に有効である。このような高分子凝集剤は、後述の実施の形態 1 の変形例 1 乃至 4、実施の形態 2 およびその変形例、実施の形態 3 および 4、ならびに、実験例 1 乃至 6 においても、好適に使用可能である。

【0026】

無機凝集剤注入器 5 は、汚泥に無機凝集剤を注入するという概念を示すため、模式的に図示されている。無機凝集剤注入器 5 は、例えば、無機凝集剤を貯留する無機凝集剤タンク 5 a と、無機凝集剤を汚泥供給管 3 内の汚泥にライン注入する無機凝集剤注入管 5 b とから概略構成されている。

無機凝集剤注入管 5 b には、例えば、後述の図 10、図 12 乃至図 14 に示すように、無機凝集剤タンク 5 a からの無機凝集剤を汚泥供給管 3 内にライン注入するための注入ポンプ（図示せず）と、注入量を調整する開閉弁（図示せず）が配設されてもよい。

また、注入ポンプにインバーターやバイエル変速機のような駆動機の回転数を変えることで吐出量を調整する機構が備わったものや、ポンプの 1 ストローク当たりの吐出量を変えることで吐出量を調整する機構が備わったものを配設してもよい。なお、必要に応じて、注入量を計測する流量計（図示せず）が配設されてもよい。

なお、無機凝集剤の使用量や注入条件によって、一つの無機凝集剤注入器 5 に複数の無機凝集剤注入管を配設してもよく、また、前述した無機凝集剤注入器 5 の一部あるいは全体を複数設けてもよい。例えば、複数の無機凝集剤注入管を配設した例としては、後述の図 8、図 9、図 13 および図 14 に示すように、無機凝集剤注入管 5 b に加えて、第 2 の無機凝集剤注入管を配設したものがあ

【0027】

無機凝集剤としては、例えば、硫酸第一鉄、ポリ硫酸第二鉄、塩化第二鉄、ポリ塩化アルミニウム等を単独あるいは適宜組合せて、また、上述の高分子凝集剤や後述の酸化剤との好適な組合せ等を考慮して用いることができる。このような無機凝集剤を用いることにより、汚泥中の固形分を確実に凝集させ、固液分離性の高い凝集フロックを生成することができると共に、汚泥中のリン成分と反応して、これを不溶性塩にして除去することができる。また、過酸化水素等の酸化剤との組合せを考慮すると、例えば過酸化水素による、ヒドロキシラジカルやヒドロペルオキシドラジカル等の活性酸素を生成する反応を触媒する遷移金属である鉄イオンを含有する鉄系無機凝集剤を好適に選択することができ、その中でも、上述の硫酸第一鉄が最も好ましい無機凝集剤である。このような無機凝集剤は、後述の実施の形態 1 の変形例 1 乃至 4、実施の形態 2 およびその変形例、実施の形態 3 および 4、ならびに、実験例 1 乃至 6 においても、好適に使用可能である。

【0028】

酸化剤注入器 6 は、汚泥に酸化剤を注入するという概念を示すため、模式的に図示されている。酸化剤注入器 6 は、例えば、酸化剤を貯留する酸化剤タンク 6 a と、酸化剤を汚泥供給管 3 内の汚泥にライン注入する酸化剤注入管 6 b とから概略構成されている。

酸化剤注入管 6 b には、例えば、後述の図 10、図 12 乃至図 14 に示すように、酸化剤タンク 6 a からの酸化剤を汚泥供給管 3 内にライン注入するための注入ポンプ（図示せず）と、注入量を調整する開閉弁（図示せず）が配設されてもよい。なお、必要に応じて

、注入量を計測する流量計（図示せず）が配設されてもよい。

なお、酸化剤の使用量や注入条件によって、一つの酸化剤注入器 6 に複数の酸化剤注入管 6 b を配設してもよく、また、前述した酸化剤注入器 6 の一部あるいは全体を複数設けてもよい。

【0029】

酸化剤としては、鉄イオン等の遷移金属の触媒作用によって、強い酸化力を示すヒドロキシラジカルやヒドロペルオキシドラジカル等の活性酸素を生成し易いものを用いることができ、例えば、過酸化水素、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンなどを単独にあるいは組み合わせることにより好適に選択することができるが、これらに限定されるものではない。このような酸化剤の中でも、上述の鉄イオンを含有する無機凝集剤との組合せを考慮すると、上述の過酸化水素が最も好ましい酸化剤である。このような酸化剤は、後述の実施の形態 1 の変形例 1 乃至 4、実施の形態 2 およびその変形例、実施の形態 3 および 4、ならびに、実験例 1 乃至 6 においても、好適に使用可能である。

【0030】

汚泥供給管 3 は、汚泥を固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給するという概念を示すため、模式的に図示されている。

図 1 に示すように、汚泥供給管 3 には、高分子凝集剤注入器 4、無機凝集剤注入器 5 および酸化剤注入器 6 がそれぞれ高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤をその順序で汚泥にライン注入できるよう、高分子凝集剤注入管 4 b、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b が接続されている。

このような汚泥供給管 3 によって固液分離機 1 に供給されて、分離物と分離液に固液分離される汚泥としては、例えば下水、産業排水、し尿、産廃処分場浸出水、農業集落排水および漁業集落排水等の処理において発生する余剰汚泥、メタン発酵などによる消化汚泥、ならびに浄水施設から発生する汚泥などを挙げることができるが、有機物を含むものであれば、その種類は問わない。

【0031】

次に、汚泥に対する固液分離処理について説明する。

図 1 に示す実施の形態 1 による固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤がライン注入されることで、高分子凝集剤の凝集作用によって、汚泥中に分散している固形分が凝集して比較的強固な塊（凝集フロック）が生成されて凝集化し、ある程度、固液分離が進む。

次に、無機凝集剤注入管 5 b から無機凝集剤がライン注入されることで、無機凝集剤の凝集作用によって、固形分から液体が分離して凝集フロックの固液分離性が向上し、固液分離がさらに進む。

次に、酸化剤注入管 6 b から酸化剤がライン注入されることで、両凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持しながら、無機凝集剤に含まれる鉄イオン等の触媒作用を受けた酸化剤により生成される活性酸素によって、凝集汚泥中の有機性成分が酸化分解され、凝集汚泥の脱水性（汚泥からの水抜け性）が向上する。

このように脱水性が向上した凝集汚泥は、固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給され、固液分離機 1 の分離方式に従って、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【0032】

以上のように、実施の形態 1 によれば、汚泥を分離物と分離液に固液分離する固液分離機 1 と、この固液分離機 1 に汚泥を供給する汚泥供給管 3 と、この汚泥供給管 3 内の汚泥に高分子凝集剤をライン注入する高分子凝集剤注入器 4 と、上記汚泥供給管 3 内の汚泥に無機凝集剤をライン注入する無機凝集剤注入器 5 と、上記汚泥供給管 3 内の汚泥に酸化剤をライン注入する酸化剤注入器 6 を備えたことにより、次のような優れた作用効果を奏する。

(1) 汚泥に注入された酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで汚泥の脱水性が向上し、両凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持することができ、その状態を維持したままの凝集汚泥を固液分離機 1 内に供給することができることから、

10

20

30

40

50

余分な凝集剤を添加することなく、安定して含水率の低い分離物を分離できる固液分離が可能となる。

(2) 酸化剤により、汚泥中の有機性成分を酸化分解することで、高分子凝集剤および無機凝集剤によって得られる凝集汚泥からの水抜け（脱水性）が良くなることから、低含水率化した分離物（脱水汚泥）を得ることができる。また、脱水汚泥の容積及び重量が減るため、その取扱いが容易になると共に、処理処分に要する作業や費用を軽減することができる。

【 0 0 3 3 】

実施の形態 1 の変形例 1 .

図 2 は、図 1 に示した固液分離装置の変形例 1 を示す部分断面図であり、図 1 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この変形例 1 による固液分離装置は、汚泥に対して酸化剤、無機凝集剤および高分子凝集剤をその順序で注入できるように各注入管 6 b、5 b および 4 b を汚泥供給管 3 に接続した点で、図 1 に示した固液分離装置と異なる。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示す変形例 1 による固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、酸化剤注入管 6 b から酸化剤がライン注入されることで、汚泥に酸化剤が混合されながら移動する間に、酸化剤が均一に分散される。

次に、無機凝集剤注入管 5 b から無機凝集剤がライン注入されることで、無機凝集剤に含まれる鉄イオン等の触媒作用を受けた酸化剤により生成される活性酸素によって、凝集汚泥中の有機性成分が酸化分解されて汚泥の脱水性が向上するとともに、無機凝集剤の凝集作用によって、固形分から液体が分離して、ある程度、固液分離が進む。この段階において、凝集汚泥中に分散した酸化剤によって、無機凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性が維持される。

【 0 0 3 5 】

次に、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤がライン注入されることで、高分子凝集剤の凝集作用によって、凝集汚泥中に分散している固形分が凝集して塊（凝集フロック）となり、凝集汚泥の脱水性（汚泥からの水抜け性）が向上して、固液分離がさらに進む。この段階でも、凝集汚泥中に分散した酸化剤によって、両凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性が維持される。

このように脱水性が向上した凝集汚泥は、固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給され、固液分離機 1 の分離方式に従って、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【 0 0 3 6 】

実施の形態 1 の変形例 2 .

図 3 は、図 1 に示した固液分離装置の変形例 2 を示す部分断面図であり、図 1 および図 2 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この変形例 2 による固液分離装置は、汚泥に対して無機凝集剤、酸化剤および高分子凝集剤をその順序で注入できるように各注入管 5 b、6 b および 4 b を汚泥供給管 3 に対して接続した点で、図 1 に示した固液分離装置と異なる。

【 0 0 3 7 】

図 3 に示す変形例 2 による固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、無機凝集剤注入管 5 b から無機凝集剤がライン注入されることで、無機凝集剤の凝集作用によって、固形分から液体が分離して、ある程度、固液分離が進む。

次に、酸化剤注入管 6 b から酸化剤がライン注入されることで、無機凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持しながら、無機凝集剤に含まれる鉄イオン等の触媒作用を受けた酸化剤により生成される活性酸素によって、凝集汚泥中の有機性成分が酸化分解されて汚泥の脱水性が向上する。

次に、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤がライン注入されることで、高分子凝集剤の凝集作用によって、凝集汚泥中に分散している固形分が凝集して塊（凝集フロック）となり、凝集汚泥の脱水性（汚泥からの水抜け性）がさらに向上して、固液分離がさら

10

20

30

40

50

に進む。この段階でも、凝集汚泥中に分散した酸化剤によって、両凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性が維持される。

このように脱水性が向上した凝集汚泥は、固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給され、固液分離機 1 の分離方式に従って、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【 0 0 3 8 】

実施の形態 1 の変形例 3 .

図 4 は、図 1 に示した固液分離装置の変形例 3 を示す部分断面図であり、図 1 乃至図 3 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この変形例 3 による固液分離装置は、固液分離機 1 にホッパー（またはヘッドタンク）7 を備えた点で、図 1 に示した固液分離装置と異なる。なお、ホッパー（またはヘッドタンク）7 は、以下において、単にホッパー 7 とする。

10

【 0 0 3 9 】

ホッパー 7 は、固液分離機 1 の汚泥供給室 2 の入口に設けられており、汚泥供給管 3 から供給される汚泥を受け入れて、汚泥供給室 2 内に効率よく汚泥を送るための部材である。このホッパー 7 は、その開口部の横断面積が上方から下方に向けて狭くなっている。汚泥供給管 3 から、高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤が注入・混合された汚泥がホッパー 7 内に投入されると、その内部に一旦、プールされてから、汚泥供給室 2 内に送られるように構成されている。

これによって、図 4 に示す変形例 3 による固液分離装置では、汚泥がホッパー 7 内で一旦、プールされている間に、少なからず凝集反応時間を確保することができ、ある程度、凝集反応が進んだ汚泥を汚泥供給室 2 に供給できることから、汚泥供給室 2 内での固液分離を効率よく行うことができる。

20

【 0 0 4 0 】

実施の形態 1 の変形例 4 .

図 5 は、図 1 に示した固液分離装置の変形例 4 を拡大して示す断面図であり、図 1 乃至図 4 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この変形例 4 による固液分離装置は、固液分離機 1 に、迂流壁 8 を有するホッパー 7 を備えた点と、このホッパー 7 の上部に、高分子凝集剤注入管 4 b、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b の各注入口を配設して、高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を直接、ホッパー 7 に注入できるように構成した点で、図 1 に示した固液分離装置と異なる。

30

【 0 0 4 1 】

ホッパー 7 は、迂流壁 8 によって形成される迂回流によって、汚泥、高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤を混合し、その混合液中の汚泥の凝集反応をある程度進めるための部材である。例示されたホッパー 7 の固液分離機 1 側には、越流堰 7 a が併設されている。この越流堰 7 a は、ホッパー 7 から越流してくる上記混合液を固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給するための部材であり、その上端はホッパー 7 内の汚泥の液面を規定している。また、ホッパー 7 内には、迂流壁 8 が設けられており、この迂流壁 8 は、ホッパー 7 内に供給された汚泥に対して十分な凝集反応時間を確保するため、ホッパー 7 内の空間を細かく分画して、迂回流を形成する仕切壁 8 a、8 b、8 c、8 d および 8 e を備えている。

40

より具体的には、仕切壁 8 a、8 c および 8 e は、それぞれ、下端部がホッパー 7 の底面から離間する位置に配設され、且つ、上端部が越流堰 7 a の上端より上の位置に配設されており、ホッパー 7 内に一定の間隔をもって配置されている。また、これらの仕切壁 8 a、8 c および 8 e の間に配置される仕切壁 8 b および 8 d は、それぞれ、下端部がホッパー 7 の底面に設置され、且つ、上端部が越流堰 7 a の上端より下の位置に配設されている。

さらに、汚泥供給管 3 側に最も近い仕切壁 8 a とホッパー 7 の側壁との間の迂回路上には、汚泥供給管 3 の供給口および高分子凝集剤注入管 4 b の注入口が配設され、仕切壁 8 a と仕切壁 8 c との間の迂回路上には、無機凝集剤注入管 5 b の注入口が配設され、仕切

50

壁 8 c と仕切壁 8 e との間の迂回路上には、酸化剤注入管 6 b の注入口が配設されている。

【 0 0 4 2 】

図 5 に示す変形例 4 による固液分離装置では、ホッパー 7 内の汚泥供給管 3 側に最も近い領域内に、汚泥供給管 3 から汚泥が供給され、且つ、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤が注入されると、両者が混合され、高分子凝集剤の凝集作用によって凝集フロックが形成され始め、凝集汚泥となる。

その凝集汚泥は、仕切壁 8 a とホッパー 7 の汚泥供給管 3 側の側壁との間を下降し、矢印で示すように、仕切壁 8 a の下端部とホッパー 7 の底面との間隙を通して、隣接する領域に移行し、仕切壁 8 b に当たって上昇する。その上昇流に無機凝集剤注入管 5 b から無機凝集剤が注入されると、無機凝集剤の凝集作用も加わって、凝集汚泥の固液分離性が向上する。

10

次いで、その上昇流は、仕切壁 8 b の上端部を越流し、仕切壁 8 c との間を下降し、当該仕切壁部 8 c の下端部とホッパー 7 の底面との間隙を通して、さらに隣接する領域に移行し、仕切壁 8 d に当たって上昇する。その上昇流に酸化剤注入管 6 b から酸化剤が注入されると、凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持しながら、無機凝集剤に含まれる鉄イオン等の触媒作用を受けて生成する活性酸素によって、凝集汚泥中の有機性成分を酸化分解し、水抜け状態（脱水性）の良い凝集フロックが形成される。

次いで、その上昇流は、仕切壁 8 d の上端部を越流し、仕切壁 8 e との間を下降し、当該仕切壁 8 e の下端部とホッパー 7 の底面との間隙を通して、さらに隣接する領域に移行し、ホッパー 7 内の汚泥供給室 2 側の側壁に当たって上昇する。その上昇流となっている凝集汚泥は、ホッパー 7 内で、十分な時間をかけて、両凝集剤の凝集作用や酸化剤の酸化作用を受け、凝集フロックが大きくなり、固液分離性が向上して水抜けの良い状態となっており、そのホッパー 7 から越流堰 7 a を介して汚泥供給室 2 に供給されることで、固液分離機 1 によって、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

20

【 0 0 4 3 】

実施の形態 2 .

図 6 は、本発明の実施の形態 2 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図であり、図 1 乃至図 5 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この実施の形態 2 による固液分離装置は、無機凝集剤注入管 5 b と酸化剤注入管 6 b を接続した点で、図 1 に示した固液分離装置と異なる。

30

【 0 0 4 4 】

この実施の形態 2 では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に供給される直前に、無機凝集剤と酸化剤とが混合されるよう、無機凝集剤注入管 5 b と酸化剤注入管 6 b との接続箇所が汚泥供給管 3 の近傍位置に設定されている。

ここで、無機凝集剤と酸化剤との混合を汚泥への注入直前としたのは、後述の実施の形態 2 の変形例において高濃度の酸化剤を希釈する理由と同様に、酸化剤が十分に汚泥と混ざり合う前に、一部の酸化剤の酸化力が無機凝集剤に含まれる鉄イオン等の触媒作用によって失われることを可能な限り回避することで、汚泥と十分に混ざり合った状態において酸化剤を有効に作用させるためである。

40

【 0 0 4 5 】

以上のように、実施の形態 2 によれば、無機凝集剤注入管 5 b と酸化剤注入管 6 b を接続し、その接続箇所を汚泥供給管 3 の近傍位置に設定したので、無機凝集剤と酸化剤との混合液を、その一部の酸化剤の酸化力が失われることなく、既に高分子凝集剤が添加された汚泥に注入することができることから、無機凝集剤の凝集作用によって汚泥中に分散している固形分が凝集フロック化する際に、酸化剤が凝集フロックに取り込まれ、凝集フロックの内側においても酸化剤が作用するようになる。このため、高分子凝集剤の凝集作用によって凝集フロックが粗大化した場合でも、凝集フロックの内側は、既に酸化剤の酸化作用によって水抜けの良い状態となっているため、固液分離機 1 の汚泥供給室 2 内で、より容易に固液分離を行うことが可能となる。

50

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2 の変形例

図 7 は、図 6 に示した固液分離装置における酸化剤注入管に給水管を接続した変形例を模式的に示す部分断面図であり、図 1 乃至図 6 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この変形例による固液分離装置は、酸化剤注入管 6 b に給水管 9 を接続した点で、図 6 に示した固液分離装置と異なる。なお、給水管 9 には、給水ポンプ（図示せず）と、給水量を計測する流量計（図示せず）と、給水量を調整する開閉弁（図示せず）と、酸化剤と供給された水を混合するラインミキサー（図示せず）が配設されてもよい。

【 0 0 4 7 】

この変形例では、酸化剤タンク 6 a 内に貯留された酸化剤が高濃度のものである場合、給水管 9 からの水によって、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥の性状や供給量に応じて適切な濃度まで、酸化剤を希釈することができる。例えば、35 重量 % の過酸化水素を 10 倍希釈して 3.5 重量 % の過酸化水素とすることが可能である。

すなわち、高濃度の酸化剤を無機凝集剤に混合すると、無機凝集剤との反応機会が急速に増大し、酸化剤が十分に汚泥と混ざり合う前に、その一部の酸化剤が酸化力を失う可能性がある。そこで、高濃度の酸化剤を、無機凝集剤との混合前に、予め希釈しておくことによって、無機凝集剤との反応機会を調整し、汚泥と十分に混ざり合った状態において酸化剤を有効に作用させることができ、均一に水抜け状態の良い凝集フロックの形成が可能となる。

【 0 0 4 8 】

なお、上述の図 1 乃至図 5 に示した固液分離装置あるいは後述する図 8 および図 9 に示す固液分離装置においても、高濃度の酸化剤を用いる場合、この変形例と同様に、給水管 9 を酸化剤注入管 6 b に接続するように構成してもよい。

また、無機凝集剤が高濃度のものである場合についても同様に、無機凝集剤注入管 5 b に給水管（図示せず）を接続してもよい。この場合、給水による希釈で、酸化剤との反応機会を調整する以外に、高濃度ゆえに生じやすくなる無機凝集剤の析出を防止する効果もあり、固液分離装置において無機凝集剤が析出することによって生じる汚泥や薬剤流れの阻害および固液分離装置の性能低下を抑制することができる。さらに、この給水管（図示せず）にも、上述の給水管 9 と同様に、給水ポンプ、流量計および開閉弁（いずれも図示せず）が配設されてもよく、あるいは、両給水管が一つの給水ポンプ（図示せず）から給水を受けられるように構成されてもよい。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 3 .

図 8 は、本発明の実施の形態 3 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図であり、図 1 乃至図 7 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この実施の形態 3 による固液分離装置は、高分子凝集剤が注入される前の汚泥に、予め無機凝集剤の一部を注入できるよう、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c を備えた点で、図 6 に示した固液分離装置と異なる。

【 0 0 5 0 】

第 2 の無機凝集剤注入管 5 c は、図 8 に示すように、無機凝集剤注入管 5 b から分岐している。この第 2 の無機凝集剤注入管 5 c には、無機凝集剤注入管 5 b と同様に、また、例えば、後述の図 12 および図 13 に示すように、無機凝集剤タンク 5 a からの無機凝集剤を汚泥供給管 3 内にライン注入するための注入ポンプ（図示せず）と、注入量を調整する開閉弁（図示せず）が配設されてもよい。なお、必要に応じて、注入量を計測する流量計（図示せず）が配設されてもよい。また、無機凝集剤注入管 5 b および第 2 の無機凝集剤注入管 5 c へ分配される無機凝集剤の注入割合を処理対象の汚泥の性状や供給量等に応じて、適宜変更してもよい。この点は、無機凝集剤注入管をさらに増設した場合であっても、同様である。

【 0 0 5 1 】

以上のように、実施の形態 3 によれば、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c を備えたことにより、その第 2 の無機凝集剤注入管 5 c から無機凝集剤の一部を予め汚泥に注入して凝集フロックを形成し、その後注入される高分子凝集剤によって粗大化させた後に、残りの無機凝集剤と酸化剤との混合液を注入し、水抜けの良い凝集フロックを形成できるので、凝集フロックが解体し易いために無機凝集剤の添加率を高く設定する必要のある汚泥に対しても、効率よく薬剤の供給を行うことができる。

すなわち、無機凝集剤の添加率を高く設定する（無機凝集剤の注入量が増大する）と、酸化剤との反応機会が増大するため、酸化剤が十分に汚泥と混ざり合う前に、その一部の酸化剤が酸化力を失う可能性がある。そこで、無機凝集剤の一部を予め汚泥供給管 3 内の汚泥に注入し、その残りの無機凝集剤を酸化剤に混合することによって、酸化剤への無機凝集剤の混合量を調整することが可能となり、酸化剤との反応機会が調整され、酸化剤が効率よく、しかも確実に作用して水抜けの良い凝集フロックの形成が可能となる。

10

【0052】

実施の形態 4 .

図 9 は本発明の実施の形態 4 による固液分離装置の全体構成を模式的に示す部分断面図であり、図 1 乃至図 8 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この実施の形態 4 による固液分離装置は、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b が固液分離機 1 内を延伸するように構成した点で、図 8 に示した固液分離装置と異なる。

【0053】

この実施の形態 4 による固液分離装置において、無機凝集剤注入管 5 b の一部および酸化剤注入管 6 b の一部は、いずれも、汚泥供給管 3 内に、その長さ方向に沿って配設され、固液分離機 1 内を延伸し、注入管 5 b および 6 b の各注入口が汚泥供給室 2 内で開口しており、無機凝集剤および酸化剤を汚泥供給室 2 内に直接、注入できる（いわゆる「機内注入」できる）ように構成されている。

20

【0054】

以上のように、実施の形態 4 によれば、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b が固液分離機 1 内を延伸するように構成したことにより、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c から予め汚泥にライン注入される無機凝集剤の一部により凝集フロックが形成され、その後注入される高分子凝集剤によって粗大化した凝集フロックが固液分離機 1 の汚泥供給室 2 に供給され、固液分離がある程度進み、固形分量の比較的高い（水分量の減少した）固液分離途中の凝集フロックに直接、無機凝集剤注入管 5 b から残りの無機凝集剤および酸化剤注入管 6 b から酸化剤を機内注入することができるので、凝集フロックの水分量が減少し、これにより見かけ上の薬剤添加率が高くなり、より凝集性が高く且つ水抜けのよい凝集フロックが形成され、分離物の含水率を低下させることが可能となる。

30

【実施例】

【0055】

ここで、後述する実験例 1 乃至 5 に適用された固液分離装置の構成およびその装置を用いた固液分離方法について説明する。

【0056】

< 実験例 1 に適用された固液分離装置について >

図 10 は、実験例 1 に適用された固液分離装置であって、図 1 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図であり、図 1 乃至図 9 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

40

この遠心分離式の固液分離機 1 を遠心分離機 10 とし、その構成について、以下に説明する。

【0057】

遠心分離機 10 は、ケーシング 11 と、このケーシング 11 内に回転可能に配設された外胴ボウル 12 と、この外胴ボウル 12 内に回転可能に配設された内胴スクリー 13 と、外胴ボウル 12 を回転駆動する回転駆動機 14 と、内胴スクリー 13 を回転駆動する

50

回転駆動機 15 と、外胴ボウル 12 と内胴スクリー 13 とに回転差を与える差速調整機（図示せず）とを備え、外胴ボウル 12 と内胴スクリー 13 との間に濃縮・脱水ゾーンとしてのプール 16 が形成された構造となっている。ケーシング 11 の底部には、その回転駆動機 15 側に分離液排出口 11a が設けられており、その回転駆動機 14 側に分離物排出口 11b が設けられている。

【0058】

外胴ボウル 12 は、分離液排出口 11a 側が円筒形状の直胴部 12a となっており、分離物排出口 11b 側に形成されたテーパ部（狭径部）を 2 段テーパ 12b, 12c として形成している。直胴部 12a に隣接する 2 段テーパ 12b は急傾斜であり、2 段テーパ 12c は緩傾斜であり、これにより狭径のテーパ部が形成されている。このような 2 段テーパ 12b, 12c とすることで、内胴スクリー 13 の後述するスクリー羽根によって分離物排出口 11b 側へ移行する固液分離がある程度進んだ凝集汚泥への圧搾効果が得られると共に、遠心効果（G）を強く受けるプール 16 内での滞留時間を長くとることができる。なお、外胴ボウル 12 の分離物排出口 11b 側に形成されたテーパ部が 1 段テーパであっても、高い遠心分離（脱水）性能を得ることができる。

【0059】

内胴スクリー 13 は、分離液排出口 11a 側に形成された円筒形状の直胴部 13a と、分離物排出口 11b 側に形成された内胴テーパ 13b と、それらの直胴部 13a と内胴テーパ 13b の両外周に一体形成されたスクリー羽根 13c とから構成されている。

【0060】

このような内胴スクリー 13 の内部には、直胴部 13a および内胴テーパ 13b に跨るように、上述の汚泥供給室 2 が設けられており、この汚泥供給室 2 内に汚泥供給管 3 が延在し、その汚泥供給口 3a から汚泥が供給されるように構成されている。また、汚泥供給室 2 には、汚泥供給口 2a と薬剤流出口 2b と仕切板 2c が設けられている。さらに詳述すると、汚泥供給室 2 は、内胴スクリー 13 の直胴部 13a に設けられた汚泥供給口 2a を介して外胴ボウル 12 内に連通しており、また、汚泥供給口 2a から分離物排出口 11b 側に寄った位置に設けられた薬剤流出口 2b を介しても外胴ボウル 12 内に連通しており、汚泥供給口 2a と薬剤流出口 2b との間内胴スクリー 13 内周面に設けられたドーナツ状の仕切板 2c によって、汚泥供給口 2a と薬剤流出口 2b との間で汚泥供給室 2 の内部が仕切られている。また、仕切板 2c の内周部と汚泥供給管 3 の外周部とのクリアランス（間隔）は通常 10mm 以下に設定される。

【0061】

なお、上述の汚泥供給管 3 に接続された高分子凝集剤注入管 4b には、高分子凝集剤を注入するための注入ポンプ 4c と、その注入量を調整する開閉弁 4d が配設され、無機凝集剤注入管 5b には、無機凝集剤を注入するための注入ポンプ 5d と、その注入量を調整する開閉弁 5e が配設され、酸化剤注入管 6b には、酸化剤を注入するための注入ポンプ 6c と、その注入量を調整する開閉弁 6d が配設されている。

【0062】

上述の遠心分離機 10 を備えた固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、高分子凝集剤注入管 4b、無機凝集剤注入管 5b および酸化剤注入管 6b からそれぞれ高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤がライン注入・混合され、その混合液が遠心分離機 10 の汚泥供給室 2 に供給され、高速回転する外胴ボウル 12 と内胴スクリー 13 との間で、両者の相互作用によって固液分離が進み、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【0063】

< 実験例 2 に適用された固液分離装置について >

図 11 は、実験例 2 に適用された固液分離装置であって、図 5 に示した固液分離機をスクリープレス脱水機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図であり、図 1 乃至図 10 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

このスクリープレス式の固液分離機 1 をスクリープレス脱水機 20 とし、その構成

10

20

30

40

50

について、以下に説明する。

【 0 0 6 4 】

スクリープレス脱水機 2 0 は、略円筒状のケーシング 2 1 と、このケーシング 2 1 内に配設された円筒状のフィルター 2 2 と、このフィルター 2 2 内に回転可能に、且つ、そのフィルター 2 2 の内周面に近接するように配設された回転スクリー 2 3 とから概略構成されている。ケーシング 2 1 の底部には、フィルター 2 2 の下方に分離液排出口 2 1 a が設けられ、回転スクリー 2 3 の基部側に分離物排出口 2 1 b が設けられている。なお、図 1 1 では、ケーシング 2 1 の下側部分のみが図示されているが、その上側部分には、複数の洗浄ノズル（図示せず）を備えた洗浄水供給管（図示せず）が配設されている。

【 0 0 6 5 】

フィルター 2 2 は、その内周面に回転スクリー 2 3 の外縁部が近接できる略円筒形であり、その周壁に分離液を通過させるものの、分離物を通過させない複数のろ過孔を有するろ過装置である。また、フィルター 2 2 としては、分離物からの内圧に対しても変形しにくい材質で形成されたものが好ましく、例えば、パンチングメタルや金属製のスクリーンを用いてもよい。なお、フィルター 2 2 の目詰まりを解消するために、ケーシング 2 1 内の上部に設けた洗浄ノズル（図示せず）からの洗浄水を適宜、フィルター 2 2 に向けて噴射するように構成されている。

【 0 0 6 6 】

回転スクリー 2 3 は、いわゆる軸ありスクリーであり、その軸は、図 1 1 に向かって右側に示される基部に近づくに従って徐々に拡径し、且つ、そのスクリーのピッチ幅は基部に近づくに従って徐々に小さくなっている。回転スクリー 2 3 の基端側には、回転スクリー 2 3 を回転駆動する駆動機（図示せず）が設けられている。

【 0 0 6 7 】

このような構成のスクリープレス脱水機 2 0 には、図 5 に示した構成例と同様に、ホッパー 7 が接続されている。このため、ホッパー 7 内の混合液（汚泥と高分子凝集剤と無機凝集剤と酸化剤との混合液であって、固液分離がある程度進んだ凝集汚泥を含む混合液）は、越流堰 7 a を介して、フィルター 2 2 と回転スクリー 2 3 の先端側との間に形成された汚泥供給室 2 に供給されるように構成されている。

【 0 0 6 8 】

このスクリープレス脱水機 2 0 を備えた固液分離装置では、迂流壁 8 を内設したホッパー 7 内に、汚泥供給管 3 から汚泥が供給され、次いで、順次、高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤が注入・混合されることで生成される、ある程度固液分離が進んだ凝集汚泥が、越流堰 7 a を介して、スクリープレス脱水機 2 0 のフィルター 2 2 内の汚泥供給室 2 に供給され、その凝集汚泥はフィルター 2 2 の内周壁に押し付けられて、または重力脱水により、水分と分離しながら、回転スクリー 2 3 によって、その基部側へ移送される。その移送中に、凝集汚泥は回転スクリー 2 3 によって加圧されることで、さらに固液分離が進み、効率よく水分が分離・除去され、含水率の低下した分離物となって分離物排出口 2 1 b から排出される。一方、除去された水分は分離液として分離液排出口 2 1 a から排出される。

【 0 0 6 9 】

< 実験例 3 に適用された固液分離装置について >

図 1 2 は、実験例 3 に適用された固液分離装置であって、図 6 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図であり、図 1 乃至図 1 1 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この遠心分離式の固液分離機 1 は遠心分離機 1 0 であり、図 1 0 に示した実験例 1 に適用される固液分離装置における固液分離機と同一の構成を有している。また、この遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に延在する汚泥供給管 3 に接続される酸化剤注入管 6 b には、図 6 に示した構成例と同様に、無機凝集剤注入管 5 b が接続されており、汚泥に対して、高分子凝集剤が注入された後に、酸化剤と無機凝集剤との混合液が注入されるように構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

したがって、この固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤がライン注入され、次いで、無機凝集剤注入管 5 b と酸化剤注入管 6 b とが接続されたことにより、無機凝集剤と酸化剤の混合液がライン注入されるので、固液分離がある程度進んだ凝集汚泥が遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に供給され、高速回転する外胴ボウル 1 2 と内胴スクリー 1 3 との間で、両者の相互作用によって固液分離が進み、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【 0 0 7 1 】

< 実験例 4 に適用された固液分離装置について >

図 1 3 は、実験例 4 に適用された固液分離装置であって、図 8 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図であり、図 1 乃至図 1 2 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この遠心分離式の固液分離機 1 は遠心分離機 1 0 であり、図 1 0 に示した実験例 1 に適用される固液分離装置における固液分離機と同一の構成を有している。また、この遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に延在する汚泥供給管 3 には、図 8 に示した構成例と同様に、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c、高分子凝集剤注入管 4 b、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b が接続されており、汚泥に対して、無機凝集剤の一部、高分子凝集剤、残りの無機凝集剤と酸化剤との混合液が順に注入されるように構成されている。第 2 の無機凝集剤注入管 5 c には、無機凝集剤を注入するための注入ポンプ 5 f と、その注入量を調整する開閉弁 5 g が配設されている。

【 0 0 7 2 】

したがって、この固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c から無機凝集剤の一部が注入され、次いで、高分子凝集剤注入管 4 b から高分子凝集剤が注入された後、無機凝集剤注入管 5 b と酸化剤注入管 6 b とが接続されたことにより、無機凝集剤と酸化剤の混合液がライン注入されるので、固液分離がある程度進んだ凝集汚泥が遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に供給され、高速回転する外胴ボウル 1 2 と内胴スクリー 1 3 との間で、両者の相互作用によって固液分離が進み、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【 0 0 7 3 】

< 実験例 5 に適用された固液分離装置について >

図 1 4 は、実験例 5 に適用された固液分離装置であって、図 9 に示した固液分離機を遠心分離機とした固液分離装置の全体構成を示す断面図であり、図 1 乃至図 1 3 と同一の構成要素には同一符号を付して重複説明を省略する。

この遠心分離式の固液分離機 1 は遠心分離機 1 0 であり、図 1 0 に示した実験例 1 に適用される固液分離装置における固液分離機と同一の構成を有している。また、この遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に延在する汚泥供給管 3 には、図 9 に示した構成例と同様に、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c および高分子凝集剤注入管 4 b が接続され、無機凝集剤注入管 5 b および酸化剤注入管 6 b が汚泥供給管 3 内を経由して遠心分離機 1 0 内を延伸し、内胴スクリー 1 3 内部で開口するように配設されている。

無機凝集剤注入管 5 b の先端部に形成された無機凝集剤吐出孔 5 h は、汚泥供給管 3 の開口 3 a の手前で下向きに屈曲し、汚泥供給管 3 の周壁部を貫通して、内胴スクリー 1 3 内の汚泥供給室 2 のうち、仕切板 2 c を僅かに越えた位置に無機凝集剤を注入できるように構成されている。

また、酸化剤注入管 6 b の先端部に形成された酸化剤吐出孔 6 e は、無機凝集剤注入管 5 b の無機凝集剤吐出孔 5 h の手前で下向きに屈曲し、汚泥供給管 3 の周壁部を貫通して、内胴スクリー 1 3 内の汚泥供給室 2 のうち、仕切板 2 c の手前の位置に酸化剤を注入できるように構成されている。

【 0 0 7 4 】

したがって、この固液分離装置では、汚泥供給管 3 内を流れる汚泥に、まず、第 2 の無機凝集剤注入管 5 c から無機凝集剤の一部がライン注入され、次いで、高分子凝集剤注入

10

20

30

40

50

管 4 b から高分子凝集剤がライン注入されて生成された凝集汚泥が遠心分離機 1 0 の汚泥供給室 2 に供給され、高速回転する外胴ボウル 1 2 と内胴スクリー 1 3 との間で、両者の相互作用によって固液分離がある程度進み、水分量が低くなった凝集汚泥に、遠心分離機 1 0 内を延伸し、汚泥供給室 2 内で開口する無機凝集剤注入管 5 b の無機凝集剤吐出孔 5 h から残りの無機凝集剤と、酸化剤注入管 6 b の酸化剤吐出孔 6 e から酸化剤がそれぞれ機内注入され、固液分離がさらに進み、分離液と含水率の低下した分離物とに分離される。

【 0 0 7 5 】

次に、実験例 1 乃至 5 について説明する。

表 1 は、本発明の実施の形態 1 乃至 4 による固液分離装置を用いた実験例 1 乃至 5 の実験条件ならびに実験結果を示したものである。 10

【 0 0 7 6 】

【表 1】

実験例	蒸発残留物 (TS)濃度	高分子凝集剤 注入率	無機凝集剤 注入率	酸化剤 注入率	脱水汚泥 含水率	脱水 汚泥量	脱水汚泥量 減少率
1	1.60%	1.4%/TS	36%/TS	—	72.9%	6.2	9.7%
				5.7%/TS	70.2%	5.6	
2	1.60%	1.8%/TS	35%/TS	—	78.1%	7.6	7.9%
				5.7%/TS	76.2%	7.0	
3	1.25%	1.6%/TS	35%/TS	—	73.8%	5.0	12.0%
				5.4%/TS	70.2%	4.4	
4	2.00%	1.4%/TS	35%/TS	—	76.5%	8.9	12.4%
				5.7%/TS	73.4%	7.8	
5	2.80%	1.1%/TS	36%/TS	—	73.8%	11.2	15.2%
				5.7%/TS	69.2%	9.5	

【 0 0 7 7 】

表 1 中の用語の説明は、以下のとおりである。

10

20

30

40

50

(1) 蒸発残留物 (TS) 濃度は、試料 (汚泥) の水分を蒸発させた時に残った蒸発残留固形分の乾燥重量をその試料に対する重量百分率で表示したものである。

(2) 高分子凝集剤、無機凝集剤および酸化剤の各注入率 (% / TS) は、汚泥の TS の乾燥重量に対する各薬剤液注入量を表示したものである。

例えば、TS が 1 % の汚泥 1 L (便宜上、1 kg とする) に対して比重 1 の無機凝集剤溶液 5 mL を注入した場合における無機凝集剤注入率は、

$[5 \text{ mL} \times 1 (\text{比重})] \div (1 \text{ kg} \times 1 \%) \times 100 = 50 \% / \text{TS}$ となる。

(3) 脱水汚泥含水率 (%) は、脱水汚泥中に含まれる水分量を重量百分率で表示したものである。

(4) 脱水汚泥量は、脱水前の汚泥量を 100 とした場合の脱水後の汚泥 (脱水汚泥) 量を相対値として示したものである。

(5) 脱水汚泥量減少率は、酸化剤を注入しない条件における脱水汚泥量 (表 1 中の各実験例における脱水汚泥量の上段の値) に対する、酸化剤を注入した条件における脱水汚泥量 (表 1 中の各実験例における脱水汚泥量の下段の値) の減少幅を百分率で表したものである。

例えば、表 1 中の実験例 1 では、酸化剤を注入しない条件における脱水汚泥量が 6.2 であり、酸化剤を注入した条件における脱水汚泥量が 5.6 であるので、その脱水汚泥量減少率は、 $(6.2 - 5.6) \div 6.2 \times 100 = 9.7 \%$ となる。

【0078】

実験例 1 乃至 5 では、対象となる汚泥について各実験例での装置構成において、まず、固液分離機 1 所定の汚泥処理量 (固液分離機ごとの処理能力に応じて決まる汚泥処理量) で酸化剤注入を行わずに脱水を行い、最も脱水汚泥の含水率が低くなる高分子凝集剤および無機凝集剤注入率を設定した。次に、汚泥処理量、高分子凝集剤および無機凝集剤の各注入率は同じとして、酸化剤を注入して脱水を行い、最も脱水汚泥含水率の低くなる酸化剤注入率を設定した。

【0079】

実験例 1 および 2 では、同時期に採取した下水処理施設の余剰汚泥を用いて実験を行った。実験例 3、4 および 5 では、濃度の異なる性状の汚泥を用いて実験を行っており、全固形物 (TS) 濃度は、実験例 3 では 1.25 %、実験例 4 では 2.00 %、実験例 5 では 2.80 % であった。

【0080】

実験例 1 乃至 5 では、高分子凝集剤としてカチオン系あるいはカチオン系と両性高分子凝集剤を混合したもの (高分子凝集剤量: 0.2 重量%) を用い、無機凝集剤としてポリ硫酸第二鉄溶液 (鉄含有量: 11 重量%) を用い、酸化剤として過酸化水素溶液 (過酸化水素含有量: 35 重量%) を用いているが、脱水に利用する薬剤は対象となる汚泥の性状によって種類や添加率が異なるものであり、これに限定されるものではなく、アニオン系の高分子凝集剤、塩化第二鉄あるいは硫酸第一鉄などの鉄系無機凝集剤、オゾンなどのヒドロキシラジカルを生成し易い酸化剤を利用できる。また、表 1 に示した薬剤の添加率も薬剤の種類および薬剤含有率によって変化するため、これらに限定されない。

【0081】

実験例 1 において、TS が 1.60 % の汚泥に高分子凝集剤 (注入率: 1.4 % / TS) と、無機凝集剤 (注入率: 36 % / TS) をそれぞれライン注入して凝集させて得た凝集汚泥を遠心分離機 10 で遠心脱水した結果、含水率 72.9 % の脱水汚泥が得られた。一方、同様の汚泥に、高分子凝集剤 (注入率: 1.4 % / TS) および無機凝集剤 (注入率: 36 % / TS) をライン注入した後、酸化剤 (注入率: 5.7 % / TS) をライン注入したところ、含水率が 70.2 % まで低下したので、脱水汚泥量は 9.7 % 減少したことになる。

【0082】

実験例 2 では実験例 1 と同じ汚泥を用いた。実験例 2 において、TS が 1.60 % の汚泥に高分子凝集剤 (注入率: 1.8 % / TS) と、無機凝集剤 (注入率: 35 % / TS)

10

20

30

40

50

をそれぞれホッパー 7 内に注入して凝集させて得た凝集汚泥をスクリュープレス脱水機 20 で脱水した結果、含水率 78.1% の脱水汚泥が得られた。一方、同様の汚泥に、高分子凝集剤（注入率：1.8% / TS）および無機凝集剤（注入率：35% / TS）を順次、ホッパー 7 内に注入した後、酸化剤（注入率：5.7% / TS）をホッパー 7 内に注入したところ、含水率が 76.2% まで低下したので、脱水汚泥量は 7.9% 減少したことになる。

【0083】

したがって、実験例 1 および 2 の結果から明らかなように、脱水汚泥量を従来法と比較して減少（実験例 1 および 2 では 7.9 ~ 9.7%）させることが可能となることがわかる。

これらの結果は、実施の形態 1 による固液分離装置（図 10 および図 11）を適用したことで、酸化剤により、汚泥中の有機性成分が分解されて汚泥の脱水性が向上し、高分子凝集剤および無機凝集剤による汚泥の高い凝集効率や固液分離性を維持することができることから、安定して含水率の低い分離物を分離できる固液分離が可能となったことを示している。

また、実施の形態 1 による固液分離装置における固液分離機 1 が遠心分離機 10 であっても、また、スクリュープレス脱水機 20 であっても、ほぼ同様の良好な固液分離が可能であることから、その固液分離に適用される脱水方式の如何を問わないことをも示している。この点については、固液分離機 1 として遠心分離機 10 を適用した実験例 3 乃至 5 においても、同様である。

【0084】

実験例 3 において、TS が 1.25% の汚泥に高分子凝集剤（注入率：1.6% / TS）と、無機凝集剤（注入率：35% / TS）をそれぞれライン注入して凝集させて得た凝集汚泥を遠心分離機 10 で遠心脱水した結果、含水率 73.8% の脱水汚泥が得られた。一方、同様の汚泥に、高分子凝集剤（注入率：1.6% / TS）をライン注入した後、無機凝集剤（注入率：35% / TS）と酸化剤（注入率：5.4% / TS）とを混合してからライン注入したところ、含水率が 70.2% まで低下したので、脱水汚泥量は 12.0% 減少したことになる。

【0085】

したがって、実験例 3 の結果から明らかなように、無機凝集剤および酸化剤を混合させて汚泥に注入することによって汚泥中に分散している固形分が凝集フロック化する際に酸化剤が凝集フロックに取り込まれるようになり、無機凝集剤注入管 5b と酸化剤注入管 6b を接続させるという簡易な装置においても凝集フロックの水抜けが良くなり、脱水汚泥量減少率が大きくなることがわかる。

【0086】

実験例 4 において、TS が 2.00% の汚泥に無機凝集剤の一部をライン注入し、高分子凝集剤（注入率：1.4% / TS）をライン注入した後に、残りの無機凝集剤（先に注入した分を含めて無機凝集剤の注入率は全体として 35% / TS）をライン注入して凝集させて得た凝集汚泥を遠心分離機 10 で遠心脱水した結果、含水率 76.5% の脱水汚泥が得られた。一方、同様の汚泥に、無機凝集剤の一部をライン注入し、高分子凝集剤をライン注入した後、残りの無機凝集剤（先に注入した分を含めて無機凝集剤の注入率は全体として 35% / TS）と酸化剤（注入率：5.7% / TS）を混合してからライン注入したところ、含水率が 73.4% まで低下したので、脱水汚泥量は 12.4% 減少したことになる。

【0087】

したがって、実験例 4 の結果から明らかなように、無機凝集剤の一部を予め汚泥にライン注入して凝集フロックを形成し、ライン注入した高分子凝集剤で粗大化させた後に、残りの無機凝集剤と酸化剤の混合液をライン注入した場合においても、脱水汚泥量減少率が 12.4% という他の実験例と同様の結果が得られたことから、無機凝集剤添加率を高く設定する必要のある脱水性の悪い汚泥が供給されても、実施の形態 3 による固液分離装置

10

20

30

40

50

(図13)を適用したことによって、無機凝集剤と酸化剤の反応を最小限とし、水抜けの良い凝集フロックを形成させることが可能であることがわかる。

【0088】

実験例5において、TSが2.80%の汚泥に無機凝集剤の一部をライン注入し、高分子凝集剤(注入率:1.1%/TS)をライン注入した後に、残りの無機凝集剤(先に注入した分を含めて無機凝集剤の注入率は全体として36%/TS)を機内注入して凝集させて得た凝集汚泥を遠心分離機10で遠心脱水した結果、含水率73.8%の脱水汚泥が得られた。一方、同様の汚泥に、無機凝集剤の一部をライン注入し、高分子凝集剤をライン注入した後、残りの無機凝集剤(先に注入した分を含めて無機凝集剤の注入率は全体として36%/TS)と酸化剤(注入率:5.7%/TS)を個別に機内注入したところ、含水率が69.2%まで低下したので、脱水汚泥量は15.2%減少したことになる。

10

【0089】

したがって、実験例5の結果から明らかなように、ライン注入した無機凝集剤の一部によって汚泥中に凝集フロックが形成され、ライン注入した高分子凝集剤によって粗大化した凝集フロックが遠心分離機10の汚泥供給室2に供給され、固液分離がある程度進んだ固形分量の比較的高い(水分量の減少した)固液分離途中の凝集フロックに直接、残りの無機凝集剤および酸化剤を機内注入することで、見かけ上の薬剤添加率が向上することで、脱水汚泥含水率が低く脱水汚泥量減少率の大きい固液分離を行うことが可能であることがわかる。よって、実施の形態4による固液分離装置(図14)を適用したことによって、固液分離に必要な薬剤使用量を削減することができる。

20

【0090】

実験例6.

図15は、実験例6の結果であって、下水処理に伴って発生した余剰汚泥の固液分離(脱水)について、実施の形態2による固液分離装置(図12)を適用した条件において、酸化剤(過酸化水素)の注入率の増加に伴う脱水汚泥含水率の変化を例示したグラフであり、その横軸は過酸化水素(35重量%)注入率(TS/%)を示し、縦軸は脱水汚泥含水率(%)を示している。なお、高分子凝集剤注入率および無機凝集剤注入率については、実験中は一定とした。

【0091】

図15に示すように、過酸化水素(35重量%)注入率が2%/TS以上で4%/TS未満となる条件では、脱水汚泥含水率の急激な低下傾向が認められるが、過酸化水素(35重量%)注入率が4%/TS以上となる条件では、脱水汚泥含水率は70.7%から70.2%までの狭い範囲で推移しており、過酸化水素(35重量%)注入率の増加と脱水汚泥含水率の低下との関係には顕著な変化は認められない。

30

【0092】

また、脱水汚泥含水率が最も低下した過酸化水素(35重量%)注入率は5.7%/TSであった。これは、汚泥性状や脱水方式の異なる実験例1乃至5においても、酸化剤注入率が5.4%/TSから5.7%/TSであったことと併せて検討すると、過酸化水素(35重量%)を注入する場合には、6%/TS前後の注入率とすることが望ましい。

【0093】

一方で、脱水後の汚泥利用を含む、汚泥処理全体に求められる幅広い要求(例えば、薬剤費用を抑える必要性から、脱水汚泥含水率が必ずしも最も低くなくてもよい場合)に照らせば、酸化剤の注入によって脱水汚泥含水率が3%近く低下するという注入効果は十分にメリットが見込まれることから、酸化剤を過酸化水素(35重量%)とした場合の酸化剤注入率は3%/TS以上であることが望ましい。

40

【0094】

なお、本例示と異なる濃度の酸化剤、例えば過酸化水素(3.5重量%)を用いる場合には、その過酸化水素濃度が本例示で用いた過酸化水素(35重量%)の1/10であるため、その低濃度の過酸化水素注入率が本例示の注入率の10倍となることは容易に想到し得ることである。

50

【 0 0 9 5 】

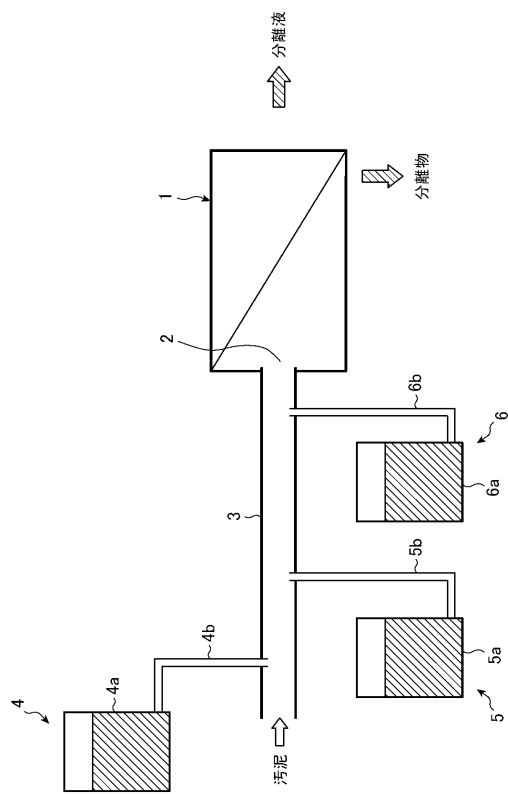
また、従来法で必要であった中和設備等の追加設備については、本発明に係る固液分離装置および固液分離方法にとって全く必要がないことは、上述に例示した各実験例の結果から明白である。

【 符号の説明 】

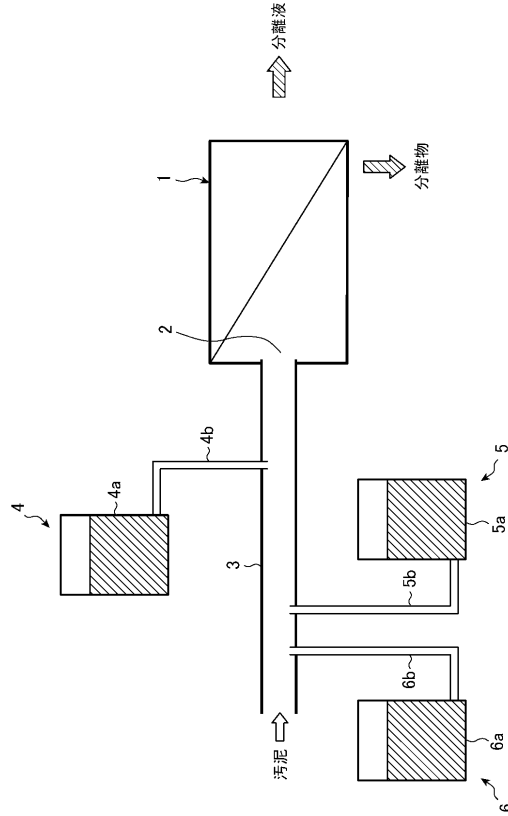
【 0 0 9 6 】

- 1 固液分離機，
- 2 汚泥供給室，
 - 2 a 汚泥供給口， 2 b 薬剤流出口， 2 c 仕切板，
- 3 汚泥供給管， 3 a 汚泥供給口， 10
- 4 高分子凝集剤注入器，
 - 4 a 高分子凝集剤溶解貯留槽， 4 b 高分子凝集剤注入管，
 - 4 c 注入ポンプ， 4 d 開閉弁，
- 5 無機凝集剤注入器，
 - 5 a 無機凝集剤タンク， 5 b 無機凝集剤注入管，
 - 5 c 第2の無機凝集剤注入管， 5 d 注入ポンプ，
 - 5 e 開閉弁， 5 f 注入ポンプ， 5 g 開閉弁， 5 h 無機凝集剤吐出孔，
- 6 酸化剤注入器，
 - 6 a 酸化剤タンク， 6 b 酸化剤注入管，
 - 6 c 注入ポンプ， 6 d 開閉弁， 6 e 酸化剤吐出孔， 20
- 7 ホッパー（またはヘッドタンク）， 7 a 越流堰，
- 8 迂流壁，
 - 8 a， 8 b， 8 c， 8 d， 8 e 仕切壁，
- 9 給水管， 10 遠心分離機，
- 11 ケーシング，
 - 11 a 分離液排出口， 11 b 分離物排出口，
- 12 外胴ボウル，
 - 12 a 直胴部， 12 b， 12 c 2段テーパ，
- 13 内胴スクリー，
 - 13 a 直胴部， 13 b 内胴テーパ， 13 c スクリー羽根， 30
- 14， 15 回転駆動機， 16 プール，
- 20 スクリュープレス脱水機，
- 21 ケーシング，
 - 21 a 分離液排出口， 21 b 分離物排出口，
- 22 フィルター， 23 回転スクリー

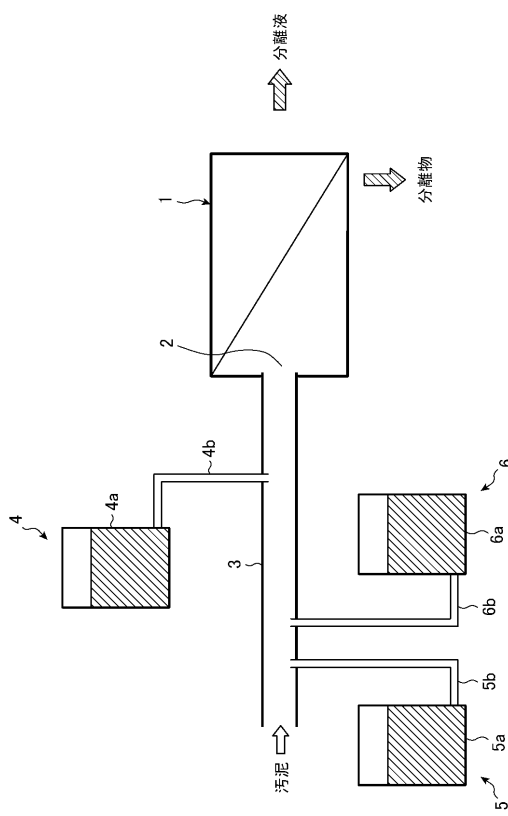
【 図 1 】



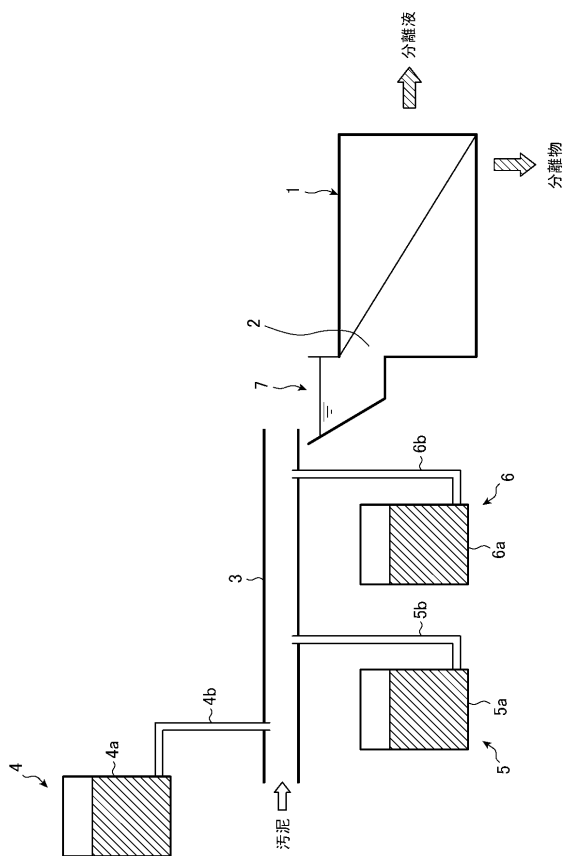
【 図 2 】



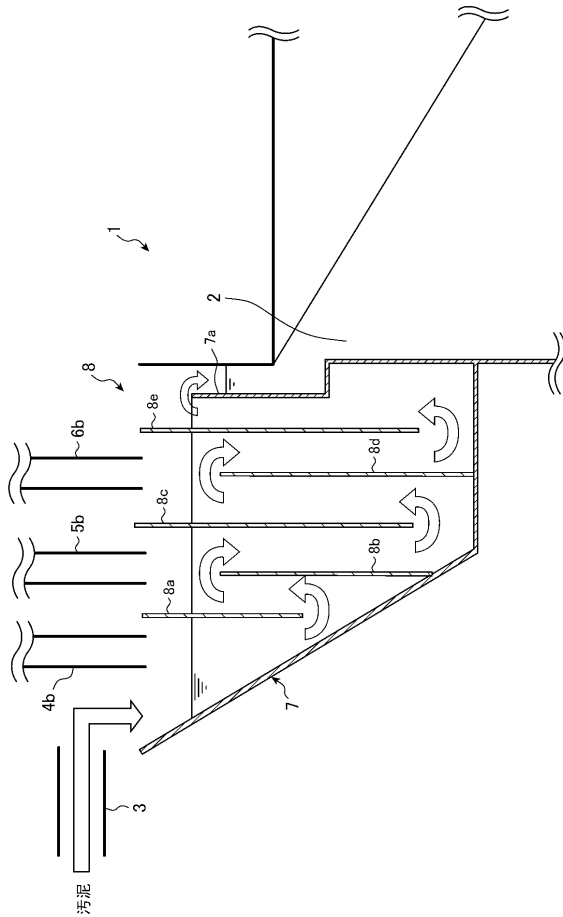
【 図 3 】



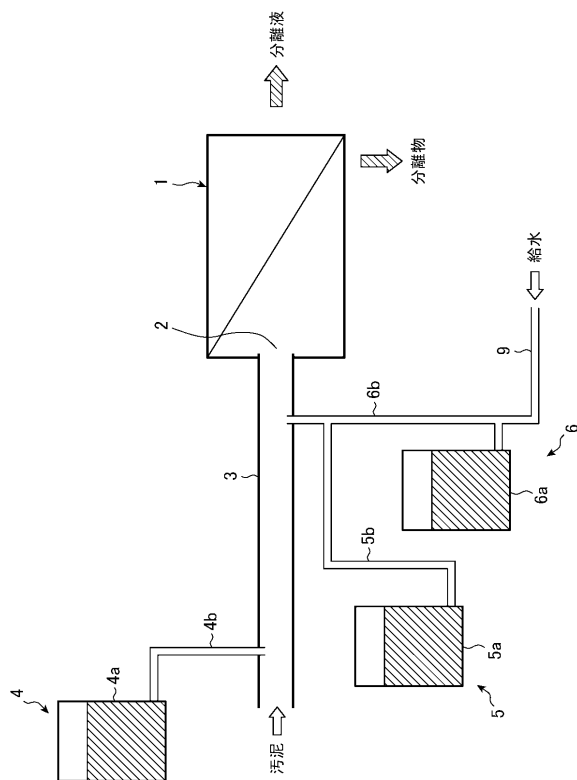
【 図 4 】



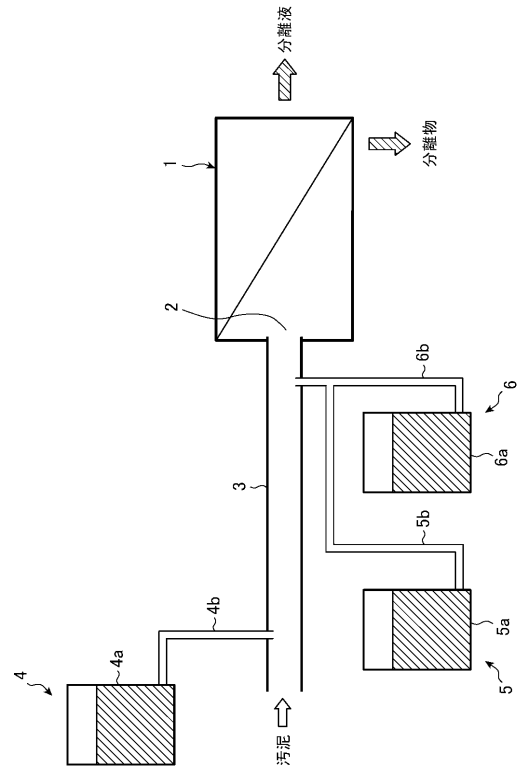
【図 5】



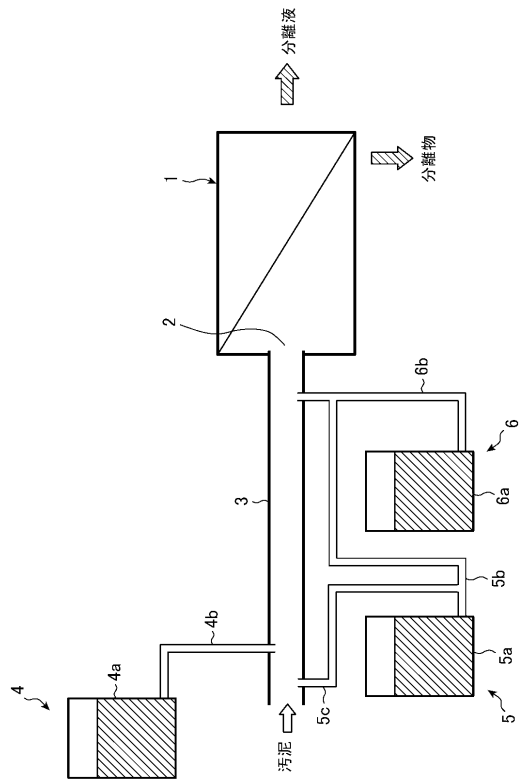
【図 7】



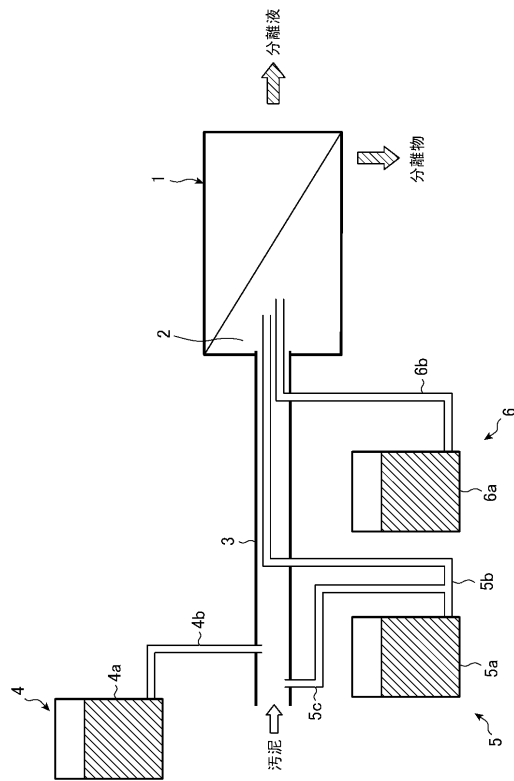
【図 6】



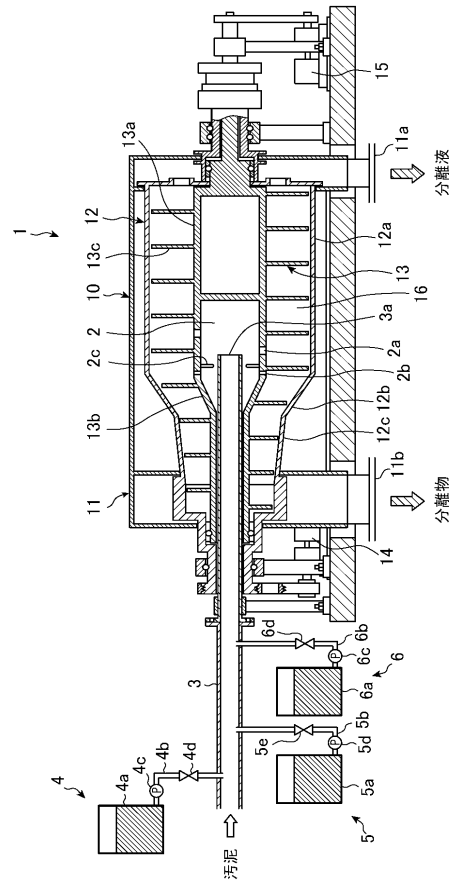
【図 8】



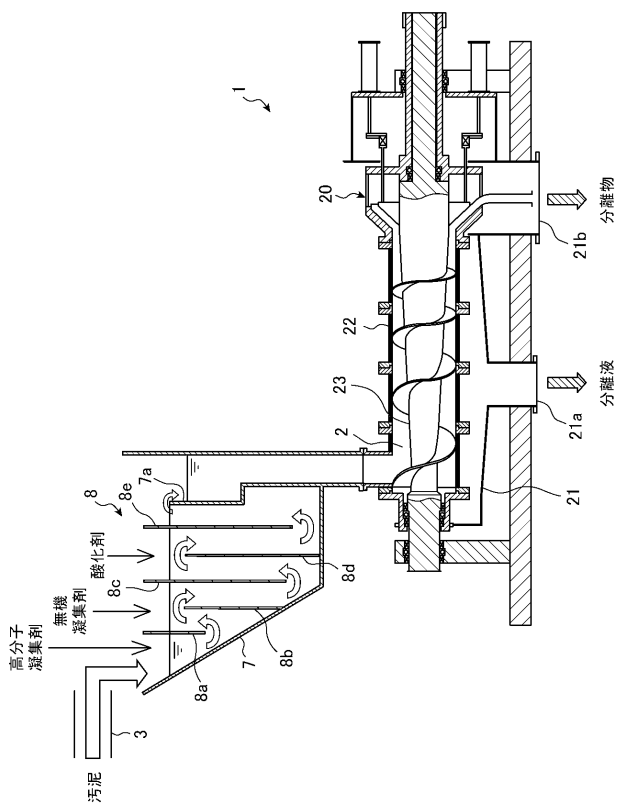
【 図 9 】



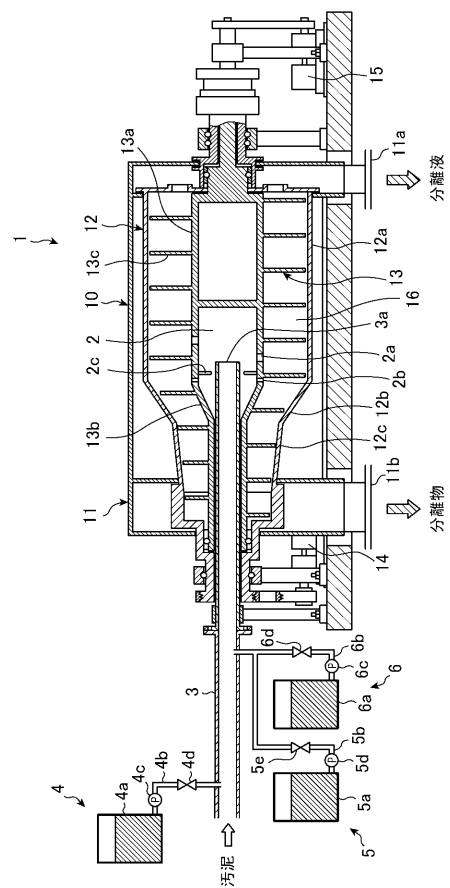
【 図 1 0 】



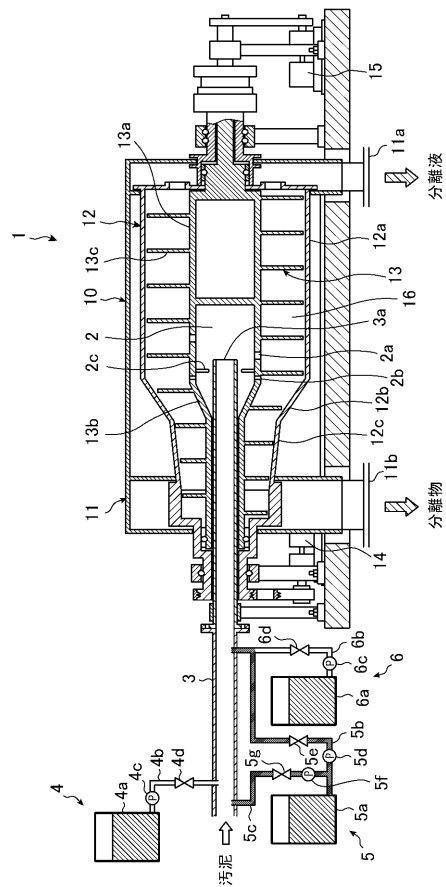
【 図 1 1 】



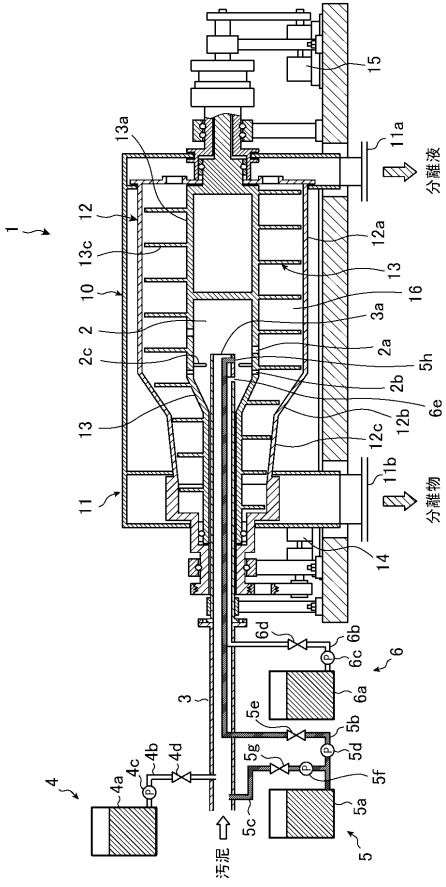
【 図 1 2 】



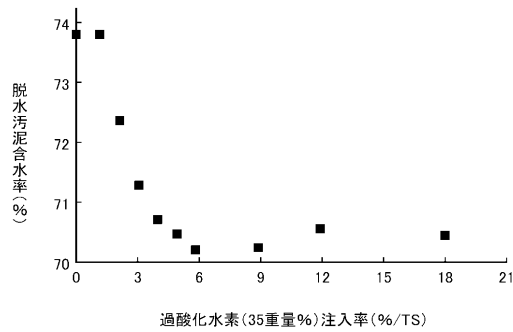
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 徹也

東京都港区海岸 3 - 2 0 - 2 0 ヨコソーレインボータワー 3 F 株式会社西原環境内

(72)発明者 高野 颯一郎

東京都港区海岸 3 - 2 0 - 2 0 ヨコソーレインボータワー 3 F 株式会社西原環境内

(72)発明者 安中 良太郎

東京都港区海岸 3 - 2 0 - 2 0 ヨコソーレインボータワー 3 F 株式会社西原環境内

F ターム(参考) 4D057 AA11 AB01 AC06 AD01 AE03 AF05 BA13 BB02 BC07 BC16

4D059 AA04 AA05 AA23 BC02 BC05 BE04 BE10 BE15 BE25 BE38

BE55 BE56 BE57 BE58 BE59 BE60 BE61 BE65 BJ16 BK03

BK12 CB06 CB07 CB08 CB17 DA16 DA23 DA24 DA43 DA44

DA45 DB11 EA11 EB11 EB20