

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5837694号  
(P5837694)

(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)

(51) Int.Cl.

F I

C O 2 F 11/14 (2006.01)

C O 2 F 11/14 Z A B D

請求項の数 14 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2014-528125 (P2014-528125)	(73) 特許権者	591030651
(86) (22) 出願日	平成25年7月26日(2013.7.26)		水 i n g 株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/070370		東京都港区港南一丁目7番18号
(87) 国際公開番号	W02014/021228	(74) 代理人	110000707
(87) 国際公開日	平成26年2月6日(2014.2.6)		特許業務法人竹内・市澤国際特許事務所
審査請求日	平成27年6月22日(2015.6.22)	(72) 発明者	森田 智之
(31) 優先権主張番号	特願2012-168270 (P2012-168270)		東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n
(32) 優先日	平成24年7月30日(2012.7.30)		g 株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	萩野 隆生
早期審査対象出願			東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n
			g 株式会社内
		(72) 発明者	板山 倫也
			東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n
			g 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 汚泥の処理方法及び処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の高分子凝集剤の溶液を、被処理物としての汚泥に加え、少なくとも1つの攪拌機により、前記汚泥と前記第1の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製工程と、

第2の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加え、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成工程とを有する汚泥の処理方法であって、

混合汚泥調製工程において、回転速度を  $1000 \text{ rpm}$  以上に設定し、攪拌部の容積 (L) 当たりの消費電力 (kW) が  $1.0 \text{ (kW/L)}$  以上となるように調整した攪拌機の消費電力 (kW) A と、汚泥の汚泥処理量 (kg/h) B と、該汚泥濃度 (g/L) C との関係が、次の式 (1) が成り立つように調整して混合を行うことを特徴とする汚泥の処理方法。

$$\text{式 (1)} \cdots (\text{消費電力 A} \times \text{汚泥濃度 C}) / \text{汚泥処理量 B} = 0.15 \sim 1.10$$

【請求項2】

混合汚泥調製工程において、攪拌機の消費電力 (kW) A と、汚泥の汚泥処理量 (kg/h) B と、該汚泥濃度 (g/L) C との関係が、次の式 (1) が成り立つように調整して混合を行うことを特徴とする請求項1に記載の汚泥の処理方法。

$$\text{式 (1)} \cdots (\text{消費電力 A} \times \text{汚泥濃度 C}) / \text{汚泥処理量 B} = 0.40 \sim 1.10$$

【請求項3】

10

20

混合汚泥調製工程において、攪拌機の消費電力（kW）Aと、汚泥の汚泥処理量（kg/h）Bと、該汚泥濃度（g/L）Cとの関係が、次の式（1）が成り立つように調整して混合を行うことを特徴とする請求項1に記載の汚泥の処理方法。

$$\text{式（1）} \cdots (\text{消費電力 } A \times \text{汚泥濃度 } C) / \text{汚泥処理量 } B = 0.15 \sim 0.40$$

【請求項4】

攪拌機の消費電力Aの調整を、該攪拌機の回転速度の制御によって行うことを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の汚泥の処理方法。

【請求項5】

攪拌機の消費電力Aの調整を、該攪拌機の使用台数の調整によって行うことを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の汚泥の処理方法。

10

【請求項6】

凝集フロック形成工程では、攪拌機の回転速度を10～500rpmに設定した少なくとも1つの攪拌機により、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成することを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の汚泥の処理方法。

【請求項7】

凝集フロック形成工程では、回転する反応槽内において、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成すると共に脱水することを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の汚泥の処理方法。

【請求項8】

第1の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加える手段、及び、少なくとも1つの攪拌機を備え、前記汚泥と前記第1の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製装置と、

20

第2の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加える手段、及び、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成装置と、を備えた汚泥の処理装置において、

前記混合汚泥調製装置は、回転速度を1000rpm以上に設定し、攪拌部の容積（L）当たりの消費電力（kW）が1.0（kW/L）以上となるように調整した攪拌機の消費電力（kW）Aと、汚泥の汚泥処理量（kg/h）Bと、該汚泥濃度（g/L）Cとの関係が、次の式（1）が成り立つように制御する制御装置を備えたものであることを特徴とする汚泥の処理装置。

30

$$\text{式（1）} \cdots (\text{消費電力 } A \times \text{汚泥濃度 } C) / \text{汚泥処理量 } B = 0.15 \sim 1.10$$

【請求項9】

前記制御装置は、攪拌機の消費電力（kW）Aと、汚泥の汚泥処理量（kg/h）Bと、該汚泥濃度（g/L）Cとの関係が、次の式（1）が成り立つように制御することを特徴とする請求項8に記載の汚泥の処理装置。

$$\text{式（1）} \cdots (\text{消費電力 } A \times \text{汚泥濃度 } C) / \text{汚泥処理量 } B = 0.40 \sim 1.10$$

【請求項10】

前記制御装置は、攪拌機の消費電力（kW）Aと、汚泥の汚泥処理量（kg/h）Bと、該汚泥濃度（g/L）Cとの関係が、次の式（1）が成り立つように制御することを特徴とする請求項8に記載の汚泥の処理装置。

40

$$\text{式（1）} \cdots (\text{消費電力 } A \times \text{汚泥濃度 } C) / \text{汚泥処理量 } B = 0.15 \sim 0.40$$

【請求項11】

凝集フロック形成装置は、第2の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加える手段、及び、回転速度を10～500rpmに設定された少なくとも1つの攪拌機を備えた装置である、請求項8～10の何れかに記載の汚泥の処理装置。

【請求項12】

混合汚泥調製装置の攪拌機、又は、凝集フロック形成装置の攪拌機、又は、これら両方がインラインミキサーであることを特徴とする請求項8～11の何れかに記載の汚泥の処理装置。

【請求項13】

50

請求項 8 ～ 1 2 の何れかに記載の汚泥の処理装置が、機械的な脱水装置に連結されてなる構成を備えた汚泥の処理装置。

【請求項 1 4】

凝集フロック形成装置は、回転する反応槽と、前記混合汚泥と第 2 の高分子凝集剤の溶液を前記反応槽内に供給する手段と、脱水手段とを備えた装置である、請求項 8 ～ 1 0 の何れかに記載の汚泥の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、汚泥の処理方法及び処理装置に関する。例えば、廃水処理施設や浄水処理施設などから排出される汚泥を減容化するための脱水処理において、汚泥を凝集させるための凝集方法及びそれに用いる凝集装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

廃棄物量を削減し、環境負荷を低減することが求められる中、廃水処理施設や浄水処理施設などから排出される汚泥を減容化するための脱水処理技術は極めて重要であり、より効率的な汚泥の脱水処理技術が望まれている。

【0003】

汚泥の脱水処理は、凝集剤を用いて汚泥を凝集させる凝集工程と、脱水機により凝集汚泥を脱水する脱水工程とから構成されるのが一般的である。汚泥の脱水処理における成功の可否は、凝集剤によって如何に効果的に凝集させることができるかに依るところが大きい。

20

【0004】

凝集剤を利用して汚泥を凝集させる方法のうち、汚泥を攪拌する際の回転速度が異なる 2 段階の攪拌工程により、汚泥を凝集させる方法に関連する技術として、下記のような先行技術が知られている。

【0005】

特開昭 5 7 - 1 3 0 5 9 9 号公報（特許文献 1）には、汚泥に対し、汚泥の電荷と反対の電荷を有する第 1 の高分子凝集剤を添加して第 1 の攪拌を行い、次いで第 1 の高分子凝集剤と反対の電荷を有する第 2 の高分子凝集剤を添加して第 2 の攪拌を行い、生成したフロックを脱水する方法において、第 1 の攪拌はフロックを生成しないか、または生成したフロック径が 2 mm 以下となるような強い攪拌であることを特徴とする汚泥脱水法が開示されている。

30

【0006】

特開昭 6 2 - 2 7 7 2 0 0 号公報（特許文献 2）には、両性の高分子凝集剤を用いて有機質汚泥を凝集するに当って、第 1 段処理において該汚泥と該両性の高分子凝集剤の一部とを比較的強攪拌の下で接触させ、第 2 段処理において前記の第 1 段処理汚泥と該両性の高分子凝集剤の残部とを比較的弱攪拌の下で接触させることを特徴とする、汚泥の凝集処理方法が開示されている。

40

【0007】

特開平 1 1 - 5 7 8 0 0 号公報（特許文献 3）には、有機性汚泥に無機凝集剤および第 1 のポリマーとして両性ポリマーを添加して強攪拌し、さらに第 2 のポリマーとして両性ポリマーを添加して緩速攪拌した後、加圧脱水することを特徴とする汚泥脱水方法が開示されている。

【0008】

特開 2 0 0 6 - 2 6 3 5 1 4 号公報（特許文献 4）には、濁水に無機系凝集剤 A を添加して攪拌混合した後、これに有機系凝集剤 B を添加し、緩速攪拌してフロック L を生成し、該フロック L に無機系凝集剤 C を添加して攪拌混合し、前記フロック L を分解又は破壊した後、これを脱水処理することを特徴とする濁水の凝集脱水処理方法が開示されている

50

。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開昭57-130599号公報

【特許文献2】特開昭62-277200号公報

【特許文献3】特開平11-57800号公報

【特許文献4】特開2006-263514号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

回転速度が異なる2段階の攪拌工程により汚泥を凝集させる方法に関しては、汚泥の種類や濃度によって好ましい攪拌条件が変わるため、汚泥を凝集させる現場でその都度好ましい攪拌条件を見つけて運転操作することが困難であるという課題を抱えていた。

【0011】

そこで本発明の目的は、回転速度が異なる2段階の攪拌工程により汚泥を凝集させる方法に関し、汚泥を凝集させる現場において、汚泥の種類や濃度が変化しても好ましい攪拌条件を容易に見出すことができ、最終的に得られる脱水ケーキの含水率を効果的に低減することができる、新たな汚泥の処理方法及び処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0012】

本発明は、第1の高分子凝集剤の溶液を、被処理物としての汚泥に加え、少なくとも1つの攪拌機により、前記汚泥と前記第1の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製工程と、第2の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加え、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成工程とを有する汚泥の処理方法であって、混合汚泥調製工程において、回転速度を1000rpm以上に設定し、攪拌部の容積(L)当たりの消費電力(kW)が1.0(kW/L)以上となるように調整した攪拌機の消費電力(kW)Aと、汚泥の汚泥処理量(kg/h)Bと、該汚泥濃度(g/L)Cとの関係が、次の式(1)が成り立つように調整して混合を行うことを特徴とする汚泥の処理方法を提案する。

30

式(1)・・・(消費電力A×汚泥濃度C)/汚泥処理量B=0.15~1.10

【0013】

本発明はまた、このような汚泥の処理方法を実施する汚泥の処理装置の一例として、第1の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加える手段、及び、少なくとも1つの攪拌機を備え、前記汚泥と前記第1の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製装置と、第2の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加える手段、及び、前記混合汚泥と前記第2の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成装置と、を備えた汚泥の処理装置を提案する。

【発明の効果】

【0014】

40

高分子凝集剤は、一般的に粘性が高いために汚泥の細部まで均一に凝集剤を行き渡らせることが難しい。しかし、本発明では、混合汚泥調製工程において攪拌することによって、高分子凝集剤を汚泥の細部まで均一に分散させることができ、汚泥の表面電荷の中和と、高分子の吸着又は架橋作用による凝集とを同時に行わせることができる。そして、次の凝集フロック形成工程において、混合汚泥調製工程で得られた混合汚泥に対して高分子凝集剤を混合することにより、大きな凝集フロックを形成させることができ、ろ過性のよい凝集汚泥を形成できる。この結果、最終的に得られる脱水ケーキの含水率を効果的に低減することができる、さらには高分子凝集剤の使用量を低減することもできる。

【0015】

また、処理する汚泥の種類や濃度が変化しても、混合汚泥調製工程(混合汚泥調製装置

50

）において、攪拌機の消費電力  $A$  (  $kW$  ) と、被処理物としての汚泥の汚泥処理量 (  $kg/h$  )  $B$  と、該汚泥の濃度 (  $g/L$  )  $C$  との関係が、上記式 ( 1 ) の関係が成り立つように設定することにより、脱水ケーキの含水率を効果的に低減することができるため、汚泥を凝集させる現場において、適切な攪拌条件を容易に設定することができる。

このように、本発明が提案する汚泥の処理方法又は汚泥の処理装置によれば、被処理物である汚泥を凝集させるのに使用する高分子凝集剤の注入量を削減できるばかりか、脱水後に得られる脱水ケーキの含水率を低減できるから、廃棄物量を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の処理装置の一例(第 1 の処理装置例)を示した概略図である。

10

【図 2】本発明の処理装置の上記とは異なる一例(第 2 の処理装置例)を示した概略図である。

【図 3】本発明の処理装置の上記とは異なる一例(第 3 の処理装置例)を示した概略図である。

【図 4】本発明の処理装置の上記とは異なる一例(第 4 の処理装置例)を示した概略図である。

【図 5】本発明の処理装置の上記とは異なる一例(第 5 の処理装置例)を示した概略図である。

【図 6】参考実験 4 の試験結果として、第一の高分子凝集剤の注入量と  $SS$  回収率の比との関係を示したグラフである。

20

【図 7】参考実験 5 及び参考比較例の試験結果として、高分子凝集剤の注入率と脱水ケーキの含水率との関係を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

次に、本発明を実施するための形態の例に基づいて本発明を説明する。但し、本発明が次に説明する実施形態に限定されるものではない。

【 0 0 1 8 】

< 本処理方法 >

本実施形態に係る汚泥の処理方法(以下「本処理方法」と称する)は、第 1 の高分子凝集剤の溶液を、被処理物としての汚泥に加え、少なくとも 1 つの攪拌機により、前記汚泥と前記第 1 の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製工程(本処理方法では「第 1 攪拌工程」と称する)と、第 2 の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加え、少なくとも 1 つの攪拌機により、前記混合汚泥と前記第 2 の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成させる凝集フロック形成工程(本処理方法では「第 2 攪拌工程」と称する)と、を有する汚泥の処理方法である。そして、第 2 攪拌工程で形成した凝集フロックは、必要に応じて脱水機により固液分離し、固体として脱水ケーキを得、液体として脱水ろ液を得るのが好ましい(脱水工程)。

30

【 0 0 1 9 】

< 汚泥 >

本処理方法において被処理物とし得る汚泥は、有機性汚泥、無機性汚泥のいずれでもよい。

40

【 0 0 2 0 】

有機性汚泥としては、例えば下水処理、し尿処理、各種産業廃水処理において発生する有機性汚泥などを挙げることができる。より具体的には、最初沈殿池汚泥、余剰汚泥、嫌気性消化汚泥、好気性消化汚泥、浄化槽汚泥、消化脱離液などを挙げることができる。

有機性汚泥は無機物を含んでもよい。

【 0 0 2 1 】

無機性汚泥としては、例えば浄水処理、建設工事廃水処理、各種産業廃水処理において発生する無機性汚泥などを挙げることができる。

ここで、浄水処理で発生する汚泥とは、浄水処理施設における沈殿池、排泥池、濃縮槽

50

などから排出される汚泥などである。

無機性汚泥は有機物を含んでもよい。

【 0 0 2 2 】

以上のように、本処理方法では、有機性汚泥、無機性汚泥のいずれも被処理物とすることができるが、本発明の効果をより享受できるという観点からすると、有機性汚泥が好ましく、その中でも、難脱水性の嫌気性消化汚泥が特に好ましい。

【 0 0 2 3 】

< 第 1 攪拌工程 >

第 1 攪拌工程では、前述した被処理物としての汚泥に対して第 1 の高分子凝集剤の溶液を加え、攪拌機の回転速度を、通常より高速に設定した少なくとも 1 つの攪拌機により、前記汚泥と前記第 1 の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製するのが好ましい。

10

【 0 0 2 4 】

高速攪拌によって、高分子凝集剤を汚泥中に均一に分散させ、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることができるため、汚泥の表面電荷の中和と、高分子の吸着又は架橋作用による凝集とを同時に行わせることができる。

無機凝集剤を汚泥に加えて攪拌した場合には、汚泥の表面電荷の中和のみであるから、高分子凝集剤を加えて高速攪拌することにより、より大きく、緻密な凝集フロックを形成でき、ろ過性のよい、強固な凝集汚泥を形成できる。このため、無機凝集剤を汚泥に加えて攪拌した場合に比べて、凝集剤を加えて高速攪拌することにより、ろ過速度がより一層大きく、より高い圧搾力での脱水処理が可能となる。

20

【 0 0 2 5 】

( 第 1 の高分子凝集剤 )

第 1 の高分子凝集剤としては、アニオン性高分子凝集剤、ノニオン性高分子凝集剤、カチオン性高分子凝集剤および両性高分子凝集剤のいずれも用いることができる。有機性汚泥を処理する場合には、カチオン性高分子凝集剤又は両性高分子凝集剤を用いるのが特に好ましい。

【 0 0 2 6 】

アニオン性高分子凝集剤としては、例えばポリアクリル酸ナトリウム、アクリル酸ナトリウムとアクリルアミドとの共重合体、ポリメタクリル酸ナトリウム、メタクリル酸ナトリウムとアクリルアミドの共重合体などを挙げることができる。

30

【 0 0 2 7 】

ノニオン性高分子凝集剤としては、例えばポリアクリルアミド、ポリエチレンオキシドなどを挙げることができる。

【 0 0 2 8 】

カチオン性高分子凝集剤としては、例えばアクリレート系高分子凝集剤（「DAA系高分子凝集剤」とも称する）、メタクリレート系高分子凝集剤（「DAM系高分子凝集剤」とも称する）、アミド基、ニトリル基、アミン塩酸塩、ホルムアミド基などを含むポリビニルアミジン（「アミジン系高分子凝集剤」とも称する）、ポリアクリルアミドのマンニツヒ変性物などが挙げられる。

40

DAA系高分子凝集剤には、ジメチルアミノエチルアクリレートの四級化物の重合体、ジメチルアミノエチルアクリレートの四級化物とアクリルアミドとの共重合体などがある。

DAM系高分子凝集剤には、ジメチルアミノエチルメタクリレートの四級化物の重合体、ジメチルアミノエチルメタクリレートの四級化物とアクリルアミドとの共重合体などがある。

【 0 0 2 9 】

両性高分子凝集剤としては、例えばジメチルアミノメチルアクリレートの四級化物とアクリルアミドとアクリル酸との共重合体、ジメチルアミノメチルメタクリレートの四級化物とアクリルアミドとアクリル酸との共重合体などを挙げることができる。

50

但し、以上は例示であり、これらに限定するものではない。

【0030】

第1の高分子凝集剤の分子量は450万以上であるのが好ましい。より好ましい分子量は500万以上である。ここでの分子量は、粘度法により求められた平均分子量である。

高速攪拌によって高分子凝集剤を汚泥中に分散させる場合、高速攪拌により高分子凝集剤の分子鎖が切断されることが生じるため、高分子凝集剤の分子量が低すぎると高分子凝集剤の凝集力が弱まってしまう。このため、分子量が450万以上の高分子凝集剤を使用することにより、たとえ高速攪拌により分子鎖が切断されてもある程度の高分子凝集剤の凝集力を維持することができる。

【0031】

第1の高分子凝集剤の粘度は、分子量と同じ観点から、150 mPa・s以上であるのが好ましく、特に175 mPa・s以上、その中でも200 mPa・s以上であるのが好ましい。

この際の粘度は、高分子凝集剤を純水に2 g/Lで溶解し、B型粘度計を使用し、25、60 rpmの回転速度で測定した値である。

【0032】

(第1の高分子凝集剤の注入量)

第1の高分子凝集剤の分子量が450万以上である場合、第1の高分子凝集剤の注入量は、第1の高分子凝集剤と第2の高分子凝集剤の合計注入量の45～95質量%となるように調整して加えるのが好ましく、中でも50～95質量%、その中でも特に55～90質量%を占めるように調整して加えるのが好ましい。

第1攪拌工程における高分子凝集剤の注入量の割合が高すぎると、第2攪拌工程において加える高分子凝集剤の注入量が少なすぎるようになるため、凝集フロックは成長しない可能性がある。この結果、濃縮処理や脱水処理において、ろ過性が悪化する。一方、第1攪拌工程における高分子凝集剤の注入量の割合が低すぎると、第1攪拌工程において、高速攪拌により汚泥に均一に分散する高分子凝集剤の割合が少なくなるため、高速攪拌の効果は低下するようになる。

このため、第1攪拌工程における高分子凝集剤の注入量は、合計注入量の45～95%に制御することにより、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させるとともに凝集フロックを成長させることができる。

【0033】

第1の高分子凝集剤の溶液における溶媒は、純水、水道水、工業用水、地下水、各種廃水処理の処理水、海水などを挙げることができるが、高分子凝集剤の凝集力を最大限発揮させる観点からは純水が好ましい。この点は第2の高分子凝集剤の溶液についても同様である。

一方、経済性の観点からは水道水、工業用水、地下水、各種廃水処理の処理水が好ましい。この点も、第2の高分子凝集剤の溶液についても同様である。

【0034】

第1の高分子凝集剤の溶液における高分子凝集剤濃度は1～3 g/Lであってもよいが、3 g/L以上であるのが好ましく、より好ましくは5 g/L以上、さらにより好ましくは10 g/L以上である。

高分子凝集剤による汚泥の凝集において、高分子凝集剤の溶液は1～3 g/Lに調製するのが一般的であり、通常は3 g/L以上の高分子凝集剤の溶液を使用することはない。この理由は、高分子凝集剤濃度が3 g/L以上になると、高分子凝集剤の溶液は高粘度になるため、従来の凝集槽で使用される攪拌機の回転速度(10～500 rpm程度)では、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させることが難しいからである。

一方、本処理方法の第1攪拌工程における高速攪拌では、3 g/L以上の高濃度溶液を使用しても、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させることができる。この結果、高分子凝集剤の溶解水量を削減できるメリットが生じる。高濃度の高分子凝集剤の溶液を使用する別のメリットとして、高分子凝集剤を加えた汚泥中の高分子凝集剤の濃度を高めることが

10

20

30

40

50

できるため、高分子凝集剤の注入量を削減でき、脱水処理後の脱水ケーキの含水率を低減できる点を挙げることができる。例えば、1 Lの汚泥に2 g / Lの高分子凝集剤溶液を200 mL注入（高分子凝集剤として0.4 g注入）した場合、汚泥中の高分子凝集剤の濃度は333 mg / Lである。一方、1 Lの汚泥に10 g / Lの高分子凝集剤を40 mL注入（高分子凝集剤として0.4 g注入）した場合、汚泥中の高分子凝集剤の濃度は385 mg / Lである。このように、同じ0.4 gの高分子凝集剤を加える場合であっても、2 g / Lの高分子凝集剤溶液を使用するよりも、10 g / Lの高分子凝集剤を使用する方が汚泥中の高分子凝集剤の濃度を高められ、高分子凝集剤の注入量を削減でき、脱水処理後の脱水ケーキの含水率を低減することができる。

【0035】

10

（攪拌条件）

第1攪拌工程では、1000 rpm以上の高速で攪拌するのが好ましい。より好ましい回転速度は2000 rpm以上である。さらにより好ましい回転速度は3000 rpm以上である。

該回転速度を高めた場合には、攪拌時間をより短くすればよいので、回転速度の上限は特にないが、現状では15000 rpmまで実験的に効果があることを確認している。

【0036】

第1攪拌工程では、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させることと、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることが好ましい。

高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させることにより、無駄な高分子凝集剤を削減でき、高分子凝集剤の注入量を削減することができる。また、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることにより、凝集汚泥が緻密になるため、脱水処理後の脱水ケーキの含水率を低減できる。高分子凝集剤の溶液は高粘度の液体であり、従来の凝集槽で使用される攪拌機の回転速度（10～500 rpm程度）では、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させることが難しいうえ、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることができなかった。このため、高分子凝集剤の注入量の増加や脱水ケーキの含水率の悪化が生じていた。一方、高速攪拌では、高分子凝集剤を均一に汚泥に分散させることができるうえ、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることができる。このため、高分子凝集剤の注入量を削減でき、脱水ケーキの含水率を低減することができる。

20

【0037】

30

なお、高速攪拌における攪拌する際の回転速度は、汚泥の種類、汚泥の性状、高分子凝集剤の分子量、高分子凝集剤の溶解濃度などに合わせて、1000 rpm以上において調整するのが好ましい。

とりわけ、本処理方法の第1攪拌工程では、攪拌機の消費電力A（kW）と、汚泥の汚泥処理量（kg / h）Bと、該汚泥濃度（g / L）Cとの関係が、次の式（1）が成り立つように、攪拌条件を調整することが重要である。なお、汚泥濃度 = TSである。

式（1）・・（消費電力A × 汚泥濃度C） / 汚泥処理量B = 0.15～1.10

【0038】

中でも、汚泥濃度（g / L）Cに対する汚泥の汚泥処理量（kg / h）Bの比率（B / C）が3.5未満の場合には、上記式（1）の値が0.40～1.10に調整するのが好ましく、脱水ケーキの含水率をより一層効果的に低減するためには、その中でも0.50以上或いは1.00以下、さらにその中でも0.60以上或いは0.90以下に調整するのが特に好ましい。

40

他方、汚泥濃度（g / L）Cに対する汚泥の汚泥処理量（kg / h）Bの比率（B / C）が顕著に多い場合、すなわち3.5以上の場合には、上記式（1）の値が0.15～0.40に調整するのが好ましく、脱水ケーキの含水率をより一層効果的に低減するためには、中でも0.20以上或いは0.35以下、さらにその中でも0.20以上或いは0.30以下に調整するのが特に好ましい。

【0039】

攪拌機の消費電力（kW）Aと、汚泥の汚泥処理量（kg / h）Bと、該汚泥濃度（g

50



／ $L$ ） $C$ との関係が、上記式（１）が成り立つように調整するには、後述する制御装置によって攪拌条件を調整するのが好ましい。

#### 【００４０】

本処理方法では、処理する汚泥の種類や濃度が変化しても、第１攪拌工程において上記式（１）の関係が成り立つように攪拌条件を設定することにより、脱水ケーキの含水率を効果的に低減することができることが分かった。

この際、攪拌機の消費電力 $A$ （ $kW$ ）は、同じ攪拌機を使用するとすれば、主に攪拌速度の設定によって調整することができるため、上記の好ましい攪拌速度の範囲内で、汚泥濃度や汚泥の汚泥処理量に応じて上記式（１）が成立するように攪拌速度を設定するのが好ましく、中でも式（１）の値が一定になるように制御するのが好ましい。

10

但し、攪拌機の消費電力 $A$ （ $kW$ ）は、使用する攪拌機の台数を変化させることによっても調整可能である。

なお、（汚泥処理量 $B$ ／汚泥濃度 $C$ ）＝汚泥流量であるから、上記式（１）の左式は、消費電力 $A$ ／汚泥流量と読み替えることもできる。

#### 【００４１】

第１攪拌工程における攪拌時間、すなわち第１の高分子凝集剤の溶液と汚泥を混合攪拌する時間は、２０秒以下、特に１秒～２０秒とするのが好ましく、より好ましくは１秒～１５秒、さらにより好ましくは１秒～１０秒である。

高速攪拌による攪拌時間が長すぎると、高分子凝集剤の凝集力が弱まる程度まで高分子凝集剤の分子鎖は切断されてしまう。このため、攪拌時間を２０秒以下に制御することにより、高分子凝集剤の凝集力を弱めることなく、高分子凝集剤を汚泥に均一に分散させ、高分子凝集剤を汚泥の細部まで行き渡らせることができる。

20

#### 【００４２】

本処理方法の第１攪拌工程ではさらに、攪拌機における攪拌部の容積（ $L$ ）当たりの消費電力（ $kW$ ）が１．０（ $kW/L$ ）以上となるように調整して混合を行うことがより一層好ましい。すなわち、第１攪拌工程において、攪拌部容積当たりの消費電力を１．０以上とすることにより、脱水ケーキの含水率をより一層低減できる。かかる観点から、攪拌機における攪拌部の容積（ $L$ ）当たりの消費電力（ $kW$ ）が１．５（ $kW/L$ ）以上或いは５．０（ $kW/L$ ）以下となるのがより好ましく、中でも２．０（ $kW/L$ ）以上或いは４．０（ $kW/L$ ）以下となるのがさらに好ましい。

30

攪拌部容積当たりの消費電力を制御するには、後述する制御装置によって攪拌条件を調整するのが好ましい。

なお、攪拌機における攪拌部の容積とは、攪拌機の攪拌力が作用する領域部分の容積をいう。例えば、攪拌機が攪拌槽を持つ場合であれば、攪拌槽の容積をいう。また、攪拌機が攪拌羽根を持つ場合は、攪拌羽根の攪拌力が作用する領域部分の容積をいう。

#### 【００４３】

##### （攪拌手段）

高速攪拌する手段としては、攪拌翼、シャフト、モーターから構成される高速攪拌機やローター、ステーター、モーターから構成される高速攪拌機などの高速攪拌機を使用してもよいし、また、インラインミキサーによって高速攪拌してもよい。

40

インラインミキサーとは、配管に組み込まれたミキサーである。インラインミキサーはラインミキサーとも称される。インラインミキサーのメリットはミキサーが密封されているため、上流にある汚泥用ポンプ、高分子凝集剤用ポンプの２台があれば、下流に液を送ることができる。一方、容器に攪拌機が設置された場合、容器上部が開放されているので、上流にある汚泥用ポンプ、高分子凝集剤用ポンプの他に、もう１台ポンプ或いはポンプ相当のものがないと下流に液を送れない。そのため通常は、ポンプを設置せず、高低差で下流に液を送るのが一般的である。

#### 【００４４】

##### < 第２攪拌工程 >

第１攪拌工程で調製した混合汚泥に対して、第２の高分子凝集剤を加え、前記第１攪拌

50

工程よりも低速の撹拌速度（「通常撹拌」とも称する）に設定された少なくとも１つの撹拌機により、前記混合汚泥と前記第２の高分子凝集剤の溶液を混合して凝集フロックを形成させるのが好ましい。

第１撹拌工程で、高分子凝集剤を汚泥の細部まで均一に分散させることができ、汚泥の表面電荷の中和と、高分子の吸着又は架橋作用による凝集とを同時に行わせることができるため、本第２撹拌工程では、第１撹拌工程で得られた混合汚泥に対して高分子凝集剤を比較的ゆっくりと撹拌混合することにより、大きな凝集フロックを形成させることができ、ろ過性のよい凝集汚泥を形成できる。

【００４５】

（第２の高分子凝集剤）

第２の高分子凝集剤は、第１の高分子凝集剤の項目で前述した高分子凝集剤と同様のものを用いることができる。この場合、第２の高分子凝集剤は、第１の高分子凝集剤と同一種類の高分子凝集剤を用いることもできるが、異なる種類の高分子凝集剤を用いることができる。高分子凝集剤溶解槽を共用できる観点からは、第２の高分子凝集剤は、第１の高分子凝集剤と同一種類の高分子凝集剤を用いるのが好ましい。

【００４６】

第２の高分子凝集剤の溶液における高分子凝集剤濃度は１～３ｇ／Ｌであってもよいが、３ｇ／Ｌ以上であるのが好ましく、より好ましくは５ｇ／Ｌ以上、さらにより好ましくは１０ｇ／Ｌ以上である。

【００４７】

（撹拌条件）

第２撹拌工程における撹拌する際の回転速度は、従来の汚泥の凝集装置において一般的な回転速度、すなわち１０～５００ｒｐｍであるのが好ましい。その理由は、第２撹拌工程では高分子凝集剤を第１撹拌工程において調製した混合汚泥に緩やかに接触させ、凝集フロックを成長させる必要があるからである。かかる観点から、第２撹拌工程における撹拌する際の回転速度は、中でも２０ｒｐｍ以上或いは４００ｒｐｍ以下、その中でも３０ｒｐｍ以上或いは３００ｒｐｍ以下であるのがさらに好ましい。

なお、第２撹拌工程における撹拌する際の回転速度は、汚泥の種類、汚泥の性状、高分子凝集剤の分子量、高分子凝集剤の溶解濃度などに合わせて、１０～５００ｒｐｍにおいて調整するのが好ましい。

【００４８】

第２撹拌工程における撹拌時間、すなわち第２の高分子凝集剤の溶液と汚泥を混合撹拌する時間は１分～２０分であるのが好ましい。その理由は、第２撹拌工程では高分子凝集剤を第１撹拌工程において調製した混合汚泥に緩やかに接触させ、凝集フロックを成長させる必要があるからである。かかる観点から、第２撹拌工程における撹拌の撹拌時間は、中でも２分以上或いは１５分以下、その中でも３分以上或いは１０分以下であるのがさらに好ましい。

【００４９】

（撹拌機手段）

撹拌する手段としては、撹拌翼、シャフト、モーターから構成される撹拌機などの通常の撹拌機を使用すればよく、特に種類を限定するものではない。

また、インラインミキサーによって撹拌してもよい。

【００５０】

<脱水>

第２撹拌工程で凝集フロックを形成させた後は、脱水機により固液分離し、固体として脱水ケーキを得、液体として脱水ろ液を得ることができる。

【００５１】

この際の脱水方法としては、圧力を加えて脱水する手段を採用するのが一般的であるが、特に限定するものではない。例えば従来から汚泥脱水に使用される脱水機、例えばスクリーブプレス脱水機、ベルトプレス脱水機、遠心脱水機、真空脱水機、フィルタプレス脱

10

20

30

40

50

水機、多重円板脱水機などを用いることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、上記の第 2 攪拌工程（凝集フロック形成工程）と脱水工程を同一工程で行うことも可能である。例えば、回転する反応槽内において、前記混合汚泥と前記第 2 の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成すると共に脱水するようにしてもよい。

例えば、回転する反応槽と、前記混合汚泥と第 2 の高分子凝集剤の溶液を前記反応槽内に供給する手段と、脱水手段とを備えた装置によって実現可能である。例えば、反応槽が多数の穴を有する回転ドラムであれば、該反応槽の回転によって、前記混合汚泥と第 2 の高分子凝集剤の溶液を混合して凝集フロックを形成すると共に脱水することができる。また、反応槽が両端に穴を有する回転ドラムであり、該反応槽内部にスクリュコンベアを備えた装置であれば、該反応槽の回転によって、前記汚泥と第 2 の高分子凝集剤の溶液を混合して凝集フロックを形成すると共に、遠心力によって凝集フロックから脱水ろ液を分離し脱水することができる。

10

【 0 0 5 3 】

< 汚泥の処理装置 >

次に、本処理方法を実施するための装置について説明する。

【 0 0 5 4 】

本処理方法を実施することができる汚泥の処理装置としては、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加える手段、及び、少なくとも 1 つの攪拌機を備え、前記汚泥と前記第 1 の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する「混合汚泥調製装置」と、第 2 の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加える手段、及び、前記混合汚泥と前記第 2 の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成装置と、を備えた汚泥の処理装置を挙げることができる。

20

【 0 0 5 5 】

また、本処理方法を実施することができる、より好ましい汚泥の処理装置として、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加える手段、及び、回転速度を 1 0 0 0 r p m 以上に設定された少なくとも 1 つの攪拌機を備え、前記汚泥と前記第 1 の高分子凝集剤の溶液とを混合して混合汚泥を調製する混合汚泥調製装置と、第 2 の高分子凝集剤の溶液を前記混合汚泥に加える手段、及び、回転速度を 1 0 ~ 5 0 0 r p m に設定された少なくとも 1 つの攪拌機を備え、前記混合汚泥と前記第 2 の高分子凝集剤の溶液とを混合して凝集フロックを形成する凝集フロック形成装置と、を備えた汚泥の処理装置を挙げることができる。

30

以下、より具体的な装置例として、以下に第 1 ~ 第 5 の処理装置例について説明する。

【 0 0 5 6 】

（第 1 の処理装置例）

図 1 は、第 1 の実施形態を実施するための装置例を示した概略図である。

図 1 に示した装置は、汚泥貯槽 1 に汚泥供給ポンプ 4、汚泥流量計 1 2、高速攪拌槽 7、通常速度攪拌槽 8 及び脱水機 1 1 が下流側に順次連通して配置されてなる構成を備えている。

高速攪拌槽 7 には、第 1 の高分子凝集剤ポンプ 5 を介して第 1 の高分子凝集剤溶解槽 2 が連通して配置され、通常速度攪拌槽 8 には、第 2 の高分子凝集剤ポンプ 6 を介して第 2 の高分子凝集剤溶解槽 3 が連通して配置されている。

40

また、高速攪拌槽 7 の高速攪拌機 9 には、前記汚泥流量計 1 2 と電気的に接続された制御装置 1 3 が電気的に接続されている。

【 0 0 5 7 】

この装置において、汚泥は先ず汚泥貯槽 1 に貯留され、貯留された汚泥は高速攪拌槽 7 に供給される。他方、第 1 の高分子凝集剤の溶液が、第 1 の高分子凝集剤ポンプ 5 により、第 1 の高分子凝集剤溶解槽 2 から高速攪拌槽 7 に供給される。そして、高速攪拌槽 7 において、高速攪拌機 9 により汚泥と第 1 の高分子凝集剤の溶液が混合され、混合汚泥が調製される。調製された混合汚泥は、高速攪拌槽 7 から通常速度攪拌槽 8 に供給される。

第 2 の高分子凝集剤の溶液は、第 2 の高分子凝集剤ポンプ 6 により、第 2 の高分子凝集

50

剤溶解槽 3 から通常速度攪拌槽 8 に供給される。通常速度攪拌槽 8 において、通常速度攪拌機 10 により混合汚泥と第 2 の高分子凝集剤の溶液が混合され、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させる。

凝集フロックは脱水機 11 により脱水される。

#### 【0058】

制御装置 13 は、汚泥流量計 12 を通じて汚泥の汚泥処理量及び汚泥濃度を読み取る一方、高速攪拌機 9 の消費電力を読み取り、上記式 (1) が成り立つように、攪拌条件、特に回転数を設定及び制御することができる。

#### 【0059】

(第 2 の処理装置例)

図 2 は、上記処理装置例とは異なる他の装置例を示した概略図である。

図 2 に示した装置は、汚泥貯槽 1 に汚泥供給ポンプ 4、汚泥流量計 12、高速攪拌槽 7、通常速度攪拌槽 8 及び脱水機 11 が下流側に順次連通して配置されてなる構成を備えている。

高速攪拌槽 7 には、第 1 の高分子凝集剤ポンプ 5 を介して第 1 の高分子凝集剤溶解槽 2 が連通して配置され、通常速度攪拌槽 8 には、第 2 の高分子凝集剤ポンプ 6 を介して第 2 の高分子凝集剤溶解槽 3 が連通して配置されている。

また、高速攪拌槽 7 の高速攪拌機 9 には、前記汚泥供給ポンプ 4 及び汚泥流量計 12 と電氣的に接続された制御装置 13 が電氣的に接続されている。

#### 【0060】

この装置における汚泥の処理手順は、第 1 の処理装置例と同じである。

但し、制御装置 13 が汚泥供給ポンプ 4 及び汚泥流量計 12 と接続されているため、汚泥流量計 12 を通じて汚泥の汚泥処理量及び汚泥濃度を読み取る一方、高速攪拌機 9 の消費電力を読み取り、上記式 (1) が成り立つように、攪拌条件ばかりか汚泥供給ポンプ 4 の流量を制御することができる。

#### 【0061】

(第 3 の処理装置例)

図 3 は、上記処理装置例とは異なる他の装置例を示した概略図である。

図 3 に示した装置は、汚泥貯槽 1 に汚泥供給ポンプ 4、汚泥流量計 12、高速攪拌槽 7 A、第 1 バルブ 14、高速攪拌槽 7 B、第 2 バルブ 15、通常速度攪拌槽 8 及び脱水機 11 が下流側に順次連通して配置されている。

高速攪拌槽 7 A には、第 1 の高分子凝集剤ポンプ 5 を介して第 1 の高分子凝集剤溶解槽 2 が連通して配置され、通常速度攪拌槽 8 には第 2 の高分子凝集剤ポンプ 6 を介して第 2 の高分子凝集剤溶解槽 3 が連通して配置されている。

#### 【0062】

また、高速攪拌槽 7 A と第 1 バルブ 14 の間から第 2 バルブ 15 と通常速度攪拌槽 8 の間に、迂回配管 17 が設置されており、該迂回配管 17 の途中には第 3 バルブ 16 が設置されている。

そして、高速攪拌槽 7 A の高速攪拌機 9 A 及び高速攪拌槽 7 B の高速攪拌機 9 B には、前記汚泥流量計 12 と電氣的に接続された制御装置 13 が電氣的に接続されている。

#### 【0063】

この装置は、上記の構成を備えているため、汚泥流量が小さい場合には、第 1 バルブ 14 及び第 2 バルブ 15 を閉める一方、第 3 バルブ 16 を開けることにより、高速攪拌槽 7 A で高速攪拌により高分子凝集剤と混合した混合汚泥を、迂回配管 17 を経由して通常速度攪拌槽 8 に供給することができる。

他方、汚泥流量が大きい場合には、第 1 バルブ 14 及び第 2 バルブ 15 を開ける一方、第 3 バルブ 16 を閉じることにより、高速攪拌槽 7 A で高速攪拌により高分子凝集剤と汚泥とを混合した後、高速攪拌槽 7 B で再び高速攪拌により高分子凝集剤と汚泥とを混合し、得られた混合汚泥を通常速度攪拌槽 8 に供給することができる。

#### 【0064】

(第4の処理装置例)

図4は、上記処理装置例とは異なる他の装置例を示した概略図である。

図4に示した装置は、汚泥貯槽1に汚泥供給ポンプ4、汚泥流量計12、高速撹拌槽7、通常速度撹拌槽8及び脱水機11が順次下流側に連通して配置されてなる構成を備えている。

高速撹拌槽7には、第1の高分子凝集剤ポンプ5を介して第1の高分子凝集剤溶解槽2が連通して配置され、通常速度撹拌槽8には、第2の高分子凝集剤ポンプ6を介して第1の高分子凝集剤溶解槽2が連通して配置されている。

また、高速撹拌槽7の高速撹拌機9には、前記汚泥流量計12と電気的に接続された制御装置13が電気的に接続されている。

10

【0065】

この装置は、図1の装置と比べると、第2の高分子凝集剤溶解槽3が省略されており、第1の高分子凝集剤の溶液は、第1の高分子凝集剤ポンプ5により、第1の高分子凝集剤溶解槽2から高速撹拌槽7に供給されるようになっている。

また、第1の高分子凝集剤の溶液は、第2の高分子凝集剤ポンプ6により、第1の高分子凝集剤溶解槽2から通常速度撹拌槽8に供給されるようになっている。

【0066】

(第5の処理装置例)

図5は、上記処理装置例とは異なる他の装置例を示した概略図である。

図5に示した装置は、汚泥貯槽1に汚泥供給ポンプ4、汚泥流量計12、高速撹拌槽7、通常速度撹拌槽8及び脱水機11が下流側に順次連通して配置されてなる構成を備えている。

20

また、高速撹拌槽7の高速撹拌機9には、前記汚泥流量計12と電気的に接続された制御装置13が電気的に接続されている。

【0067】

この装置は、高速撹拌槽7と汚泥流量計12を接続する配管に、第1の高分子凝集剤ポンプ5を介して第1の高分子凝集剤溶解槽2が連通して配置され、高速撹拌槽7と通常速度撹拌槽8を接続する配管に第2の高分子凝集剤ポンプ6を介して第2の高分子凝集剤溶解槽3が連通して配置されてなる構成を備えている。

このように、各高分子凝集剤を汚泥に加えた後、各撹拌槽にて撹拌するようにしてもよい。

30

【0068】

なお、上述した第1～第5の処理装置例はあくまでも例示であって、これらに限定されるものではない。

【0069】

< 語句の説明 >

本明細書において「X～Y」(X, Yは任意の数字)と表現する場合、特にことわらない限り「X以上Y以下」の意と共に、「好ましくはXより大きい」或いは「好ましくはYより小さい」の意も包含する。

また、「X以上」(Xは任意の数字)或いは「Y以下」(Yは任意の数字)と表現した場合、「Xより大きいことが好ましい」或いは「Y未満であることが好ましい」旨の意図も包含する。

40

【実施例】

【0070】

以下、本発明を下記実験に基づいてさらに詳述する。

【0071】

(実験1)

本実験では、第1の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第1撹拌を実施した後、第2の高分子凝集剤の溶液を加えて第2撹拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第1撹拌における撹拌する際の回

50

転速度（すなわち攪拌速度）を、表 1 に示すように変更することにより消費電力を調整し、下記式（１）の値 R と脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

式（１）・・・ $R = (\text{消費電力 } A \times \text{汚泥濃度 } C) / \text{汚泥処理量 } B$

【 0 0 7 2 】

本実験では、被処理物として汚泥 A を使用した。汚泥 A は嫌気性消化汚泥であり、汚泥 A の汚泥濃度（＝ T S ）は、 $18.8 \text{ g/L}$ であった。

汚泥濃度（＝ T S ）とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を  $105 \sim 110^\circ\text{C}$  で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度である。測定方法は下水試験方法に準拠した。

【 0 0 7 3 】

実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 a（D A A 系高分子凝集剤、分子量 900 万、粘度  $300 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ）を使用した。第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液の濃度はともに  $2 \text{ g/L}$  に調整した。

また、第 1 の高分子凝集剤の溶液及び第 2 の高分子凝集剤の溶液は、いずれも高分子凝集剤を水に溶解して得た水溶液であり、その濃度とは、水溶液中の高分子凝集剤の濃度の意味である（後述する実験でも同様）。

【 0 0 7 4 】

実験手順は以下の通りである。

汚泥（汚泥流量  $1.4 \sim 2.9 \text{ m}^3/\text{h}$ ）に第 1 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 65% 加え、高速攪拌機（回転速度  $1250 \sim 2750 \text{ rpm}$ 、消費電力  $0.48 \sim 2.43 \text{ kW}$ 、攪拌部容積  $0.8 \text{ L}$ ）により汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 35% 加え、攪拌する際の回転速度を  $150 \text{ rpm}$  に設定した攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率（%）を測定した。

【 0 0 7 5 】

脱水ケーキの含水率（%）は、脱水ケーキを  $105 \sim 110^\circ\text{C}$  で蒸発乾固したときに蒸発する水の質量から求めた。測定方法は下水試験方法に準拠した。（以降の実験でも同様）。

実験結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 6 】

【表 1】

汚泥 処理量 (kg/h)	汚泥 濃度 (g/L)	回転 速度 (rpm)	消費 電力 (kW)	脱水ケーキ 含水率 (%)	R ((消費電力×汚泥濃度)/汚泥処理量)
26	18.8	1500	0.56	81.5	0.40
26	18.8	2000	1.11	79.1	0.79
26	18.8	2500	1.88	81.7	1.34
41	18.8	1250	0.48	82.6	0.22
41	18.8	1750	0.87	80.3	0.40
41	18.8	2250	1.50	79.6	0.68
41	18.8	2750	2.43	80.3	1.10
55	18.8	1250	0.48	83.6	0.17
55	18.8	1750	0.87	81.9	0.30
55	18.8	2250	1.50	79.9	0.52
55	18.8	2750	2.43	79.9	0.84

【 0 0 7 7 】

第 1 攪拌における攪拌する際の消費電力 A、汚泥処理量 B 及び汚泥濃度 C の関係が、（消費電力 A × 汚泥濃度 C）/ 汚泥処理量 B の式（１）値 R が  $0.40 \sim 1.10$  の範囲において、脱水ケーキの含水率を低減できた。

これらのことから、第 1 攪拌における攪拌する際の消費電力 A、汚泥処理量 B 及び汚泥濃度 C の関係において、（消費電力 A × 汚泥濃度 C）/ 汚泥処理量 B の式（１）値 R を 0

．４０～１．１０、好ましくは０．５０～１．００、さらにより好ましくは０．６０～０．９０に調整することにより、脱水ケーキの含水率を低減できること、又は汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることができることが分かった。

【００７８】

（実験２）

本実験では、第１の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第１攪拌を実施した後、第２の高分子凝集剤の溶液を加えて第２攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をスクリュープレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第１攪拌における攪拌する際の回転速度（すなわち攪拌速度）を、表２に示すように変更することにより消費電力を調整し、上記式（１）の値Ｒと脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

10

本実験では、実験１とは、異なる汚泥と脱水機を使用した。

【００７９】

本実験では、被処理物として汚泥Ｂを使用した。汚泥Ｂは嫌気性消化汚泥である。汚泥Ｂの汚泥濃度（＝ＴＳ）は、２０．８ｇ／Ｌである。汚泥濃度（＝ＴＳ）とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を１０５～１１０℃で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度である。測定方法は下水試験方法に準拠した。

実験では、第１及び第２の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤ｂ（ＤＡＡ系高分子凝集剤、分子量８００万、粘度２８０ｍＰａ・ｓ）を使用した。第１及び第２の高分子凝集剤の溶液の濃度はともに２ｇ／Ｌに調整した。

【００８０】

20

実験手順は以下の通りである。

汚泥（汚泥流量１．４ｍ<sup>３</sup>／ｈ）に第１の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の６５％加え、高速攪拌機（回転速度１０００～３０００ｒｐｍ、消費電力０．３３～３．０７ｋＷ、攪拌部容積０．８Ｌ）により汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に混合汚泥に第２の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の３５％加え、攪拌する際の回転速度を５０ｒｐｍに設定した攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にスクリュープレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率（％）を測定した。

実験結果を表２に示す。

【００８１】

30

【表２】

汚泥 処理量 (kg/h)	汚泥 濃度 (g/L)	回転 速度 (rpm)	消費 電力 (kW)	脱水ケーキ 含水率 (%)	R ((消費電力×汚泥濃度)/汚泥処理量)
29	20.8	1000	0.33	81.5	0.24
29	20.8	2000	1.12	79.1	0.80
29	20.8	3000	3.07	81.8	2.20

【００８２】

第１攪拌における攪拌する際の消費電力Ａ、汚泥処理量Ｂ及び汚泥濃度Ｃの関係において、（消費電力Ａ×汚泥濃度Ｃ）／汚泥処理量Ｂの式（１）値Ｒが、０．２４及び２．２０の場合には脱水ケーキの含水率は好ましいものではなかった。

40

このような結果とこれまで発明者が行った試験結果を総合して考慮すると、式（１）値Ｒを、０．４０～１．１０、好ましくは０．５０～１．００、さらにより好ましくは０．６０～０．９０に調整することにより、脱水ケーキの含水率を低減できること、又は汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることができることが分かった。

【００８３】

（実験３）

本実験では、第１の高分子凝集剤の溶液を汚泥に注入して第１攪拌を実施した後、第２の高分子凝集剤の溶液を注入して第２攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をスクリュープレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第１攪拌における攪拌す

50

る際に使用する高速攪拌機の使用台数を変更することにより消費電力を調整し、上記式(1)の値Rと脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

#### 【0084】

本実験では、被処理物として汚泥Bを使用した。汚泥Bは嫌気性消化汚泥である。汚泥Bの汚泥濃度(=TS)は、20.8g/Lである。汚泥濃度(=TS)とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を105～110℃で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度である。測定方法は下水試験方法に準拠した。

本実験では、第1及び第2の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤b(DAA系高分子凝集剤、分子量800万、粘度280mPa・s)を使用した。第1及び第2の高分子凝集剤の溶液の濃度はともに2g/Lに調整した。

10

#### 【0085】

実験手順は以下の通りである。

汚泥(汚泥流量1.4m<sup>3</sup>/h)に第1の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の65%注入し、高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。2台の高速攪拌機を使用する場合には、高速攪拌機を直列に接続した。高速攪拌機の回転速度は1000rpm、消費電力は0.33kW、攪拌部容積は0.8Lである。次に、混合汚泥に第2の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の35%注入し、攪拌する際の回転速度を50rpmに設定した攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にスクリープレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率(%)を測定した。

20

実験結果を表3に示す。

#### 【0086】

#### 【表3】

汚泥 処理量 (kg/h)	汚泥 濃度 (g/L)	回転 速度 (rpm)	消費 電力 (kW)	高速 攪拌機 台数 (台)	合計 消費 電力 (kW)	脱水ケーキ 含水率 (%)	R ((消費電力×汚泥濃度)/汚泥処理量)
29	20.8	1000	0.33	1	0.33	81.5	0.24
29	20.8	1000	0.33	2	0.66	79.8	0.47

#### 【0087】

第1攪拌における攪拌する際の消費電力A、汚泥処理量B及び汚泥濃度Cの関係が、(消費電力A×汚泥濃度C)/汚泥処理量Bの式(1)値Rが、0.40以上の範囲において、脱水ケーキの含水率を低減できた。

30

これらのことから、式(1)値Rを0.40以上の範囲に調整することにより、脱水ケーキの含水率を低減できること、又は汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることができるとが分かった。

#### 【0088】

#### (実験4)

本実験では、実験1～3とは異なり、(汚泥処理量B/汚泥濃度C)が顕著に多い場合、すなわち3.5以上の場合における処理条件を検討した。

40

すなわち、(汚泥処理量B/汚泥濃度C)が3.5以上の場合において、第1の高分子凝集剤の溶液を汚泥に注入して第1攪拌を実施した後、第2の高分子凝集剤の溶液を注入して第2攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をスクリープレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、表4に示すように第1攪拌における攪拌する際の回転速度(すなわち攪拌速度)を変更することにより消費電力を調整し、上記式(1)の値Rと脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

#### 【0089】

本実験では、被処理物として汚泥Cを使用した。汚泥Cは嫌気性消化汚泥である。汚泥Cの汚泥濃度(=TS)は、16.0g/Lである。汚泥濃度(=TS)とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を105～110℃で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度であ

50



る。測定方法は下水試験方法に準拠した。

本実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 b ( D A A 系高分子凝集剤、分子量 8 0 0 万、粘度 2 8 0 m P a ・ s ) を使用した。第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液の濃度はともに 2 g / L に調整した。

【 0 0 9 0 】

実験手順は以下の通りである。

汚泥 ( 汚泥流量 3 . 5 ~ 2 5 . 0 m <sup>3</sup> / h ) に第 1 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 6 5 % 注入し、高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。高速攪拌機の回転速度は 2 2 0 0 ~ 3 7 0 0 r p m、消費電力は 1 . 4 ~ 4 . 8 k W、攪拌部容積は 0 . 8 L である。次に混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 3 5 % 注入し、攪拌する際の回転速度を 5 0 r p m に設定した攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にスクリープレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率 ( % ) を測定した。これらの結果をもとに、( 汚泥処理量 B / 汚泥濃度 C ) が 3 . 0 ~ 1 9 . 0 に対して、脱水ケーキ含水率を低減できた上記式 ( 1 ) の R を算出した。

実験結果を表 4 に示す。

【 0 0 9 1 】

【表 4】

汚泥 処理量 (kg/h)	汚泥 濃度 (g/L)	汚泥処理量/汚泥濃度 (-)	回転 速度 (rpm)	消費 電力 (kW)	脱水ケーキ含水率を低減できた R ((消費電力×汚泥濃度)/汚泥処理量)
48	16.0	3.0	2200	1.4	0.47
80	16.0	5.0	2500	1.8	0.36
160	16.0	10.0	2700	2.3	0.23
240	16.0	15.0	3300	3.8	0.25
300	16.0	18.8	3600	4.7	0.24
400	16.0	25.0	3700	4.8	0.19

【 0 0 9 2 】

( 汚泥処理量 B / 汚泥濃度 C ) が顕著に多い場合、すなわち 3 . 5 以上の場合は、第 1 攪拌における攪拌する際の消費電力 A、汚泥処理量 B 及び汚泥濃度 C の関係が、( 消費電力 A × 汚泥濃度 C ) / 汚泥処理量 B の式 ( 1 ) 値 R が、0 . 1 9 ~ 0 . 3 6 の範囲において、脱水ケーキの含水率を低減できた。

このような結果とこれまで発明者が行った試験結果を総合して考慮すると、( 汚泥処理量 B / 汚泥濃度 C ) が顕著に多い場合、すなわち 3 . 5 以上の場合は、式 ( 1 ) 値 R を 0 . 1 5 ~ 0 . 4 0 の範囲に調整することにより、脱水ケーキの含水率を低減できること、又は汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることができることが分かった。

【 0 0 9 3 】

( 実験 5 )

本実験では、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に注入して第 1 攪拌を実施した後、第 2 の高分子凝集剤の溶液を注入して第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をスクリープレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第 1 攪拌における攪拌する際の高速攪拌機における攪拌部の容積 ( 以降「攪拌部容積」と称する ) を変更することにより、攪拌部容積当たりの消費電力を調整し、攪拌部容積当たりの消費電力と脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

【 0 0 9 4 】

本実験では、被処理物として汚泥 C を使用した。汚泥 C は嫌気性消化汚泥である。汚泥 C の汚泥濃度 ( = T S ) は、1 6 . 0 g / L である。汚泥濃度 ( = T S ) とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を 1 0 5 ~ 1 1 0 ° で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度である。測定方法は下水試験方法に準拠した。

本実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 b ( D A A

系高分子凝集剤、分子量 800 万、粘度 280 mPa・s) を使用した。第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液の濃度はともに 2 g / L に調整した。

【0095】

実験手順は以下の通りである。

汚泥 (汚泥流量 2.0 m<sup>3</sup> / h) に第 1 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 65 % 注入し、高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。

高速攪拌機の回転速度は 2000 rpm、消費電力は 1.11 kW、攪拌部容積は 0.8、1.6 L である。次に混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の 35 % 注入し、攪拌する際の回転速度を 50 rpm に設定した攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にスクリーンレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率 (%) を測定した。

実験結果を表 5 に示す。

【0096】

【表 5】

汚泥 処理量 (kg/h)	汚泥 濃度 (g/L)	回転 速度 (rpm)	消費 電力 (kW)	攪拌部 容積 (L)	脱水ケーキ 含水率 (%)	R ((消費電力×汚泥濃度)/汚泥処理量)	攪拌部 容積当たりの 消費電力 (消費電力/攪拌部容積)
32	16.0	2000	1.11	0.8	78.1	0.56	1.4
32	16.0	2000	1.11	1.6	80.2	0.56	0.7

【0097】

このような結果とこれまで発明者が行った試験結果を総合して考慮すると、第 1 攪拌における攪拌する際の消費電力を攪拌部容積で除した値 (消費電力 / 攪拌部容積)、すなわち攪拌部容積 (L) 当たりの消費電力 (kW) が 1.0 (kW / L) 以上となるように調整することにより、脱水ケーキの含水率をより一層低減できること、或いは、汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることができることが分かった。

【0098】

(参考実験 1)

参考実験 1 では、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第 1 攪拌を実施した後、第 2 の高分子凝集剤の溶液を加えて第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第 1 攪拌における攪拌速度を変更して脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

【0099】

実験には 3 種類の汚泥 (O、P、Q) を使用した。いずれも嫌気性消化汚泥である。いずれも異なる廃水処理施設から採取した。

汚泥 O、P、Q の TS は、それぞれ 12.0、26.2、34.9 g / L である。なお、TS とは、蒸発残留物のことであり、汚泥を 105 ~ 110 °C で蒸発乾固したときに残留する物質の濃度である。測定方法は下水試験方法に準拠した。

汚泥 O の実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 o (DAM 系高分子凝集剤、分子量 300 万、粘度 114 mPa・s) を使用した。

汚泥 P の実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 g を使用した。

汚泥 Q の実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 h (アミジン系高分子凝集剤、分子量 300 万、粘度 34 mPa・s) を使用した。

また、第 1 の高分子凝集剤の溶液及び第 2 の高分子凝集剤の溶液は、いずれも高分子凝集剤を水に溶解して得た水溶液であり、その濃度とは、水溶液中の高分子凝集剤の濃度の意味である (後述する参考実験でも同様)。

【0100】

実験手順は以下の通りである。

250 mLの汚泥に第1の高分子凝集剤の溶液（濃度10 g/L）を所定量加え、高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を10秒混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に、混合汚泥に第2の高分子凝集剤の溶液（濃度10 g/L）を所定量加え、攪拌速度150 rpmの攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を2分間混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率（%）を測定した。

#### 【0101】

なお、汚泥Oの実験では、第1の高分子凝集剤の溶液を2 mL、第2の高分子凝集剤を2 mL加えた。

汚泥Pの実験では、第1の高分子凝集剤の溶液を4 mL、第2の高分子凝集剤の溶液を5 mL加えた。

汚泥Qの実験では、第1の高分子凝集剤の溶液を20 mL、第2の高分子凝集剤の溶液を7 mL加えた。

#### 【0102】

脱水ケーキの含水率（%）は、脱水ケーキを105～110℃で蒸発乾固したときに蒸発する水の質量から求めた。測定方法は下水試験方法に準拠した。（以降の参考実験でも同様）。

実験結果を表6に示す。なお、表中の「-」はデータが無いことを示している。

#### 【0103】

##### 【表6】

高速攪拌機 の攪拌速度 (rpm)	脱水ケーキ含水率(%)		
	汚泥O	汚泥P	汚泥Q
500	83.8	84.3	凝集せず
1000	82.3	83.0	凝集せず
3000	81.8	83.1	75.9
5000	81.0	83.1	75.9
10000	81.8	-	74.9
11000	-	82.9	-
15000	-	-	76.1

#### 【0104】

汚泥O、Pについては、高速攪拌機の攪拌速度が1000 rpm程度以上でケーキ含水率を低減できた。汚泥Qについては、3000 rpm程度以上の攪拌速度で汚泥を凝集させることができ、脱水ケーキを得ることができた。

これらのことから、高速攪拌の攪拌速度を、好ましくは1000 rpm以上、より好ましくは2000 rpm以上、さらにより好ましくは3000 rpm以上に調整することにより、ケーキ含水率を低減できること、又は汚泥を凝集させ、脱水ケーキを得ることが分かった。

#### 【0105】

##### （参考実験2）

参考実験2では、第1の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第1攪拌を実施した後、第2の高分子凝集剤の溶液を加えて第2攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、第1の高分子凝集剤の溶液の濃度を2～20 g/Lの範囲で変更して脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

#### 【0106】

実験には3種類の汚泥（O、R、S）を使用した。いずれも嫌気性消化汚泥である。汚泥O、Rは同じ廃水処理施設から採取したが、汚泥濃度が異なる。

汚泥Sは汚泥O、Rとは異なる廃水処理施設から採取した。汚泥O、R、SのTSは、

それぞれ 12.0、12.2、37.1 g/L である。

汚泥 O、R の実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 o (DAM 系高分子凝集剤、分子量 300 万、粘度 114 mPa・s) を使用した。

汚泥 S の実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 h (アミジン系高分子凝集剤、分子量 300 万、粘度 34 mPa・s) を使用した。

実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液は同じ濃度に調製した。例えば、第 1 の高分子凝集剤の溶液を 2 g/L に調製した場合、第 2 の高分子凝集剤の溶液も 2 g/L に調製した。第 1 の高分子凝集剤の溶液を 20 g/L に調製した場合、第 2 の高分子凝集剤の溶液も 20 g/L に調製した。

【0107】

実験手順は以下の通りである。

250 mL の汚泥に第 1 の高分子凝集剤の溶液 (濃度 2 ~ 20 g/L) を所定量加え、攪拌速度 10000 ~ 11000 rpm の高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を 10 秒混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に、混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液 (濃度 2 ~ 20 g/L) を所定量加え、攪拌速度 150 rpm の攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を 2 分間混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。

最後に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率 (%) を測定した。

汚泥 O の実験では、第 1 の高分子凝集剤を合計注入量の 50 % 加え、第 2 の高分子凝集剤を合計注入量の 50 % 加えた。

汚泥 R の実験では、第 1 の高分子凝集剤を合計注入量の 57 % 加え、第 2 の高分子凝集剤を合計注入量の 43 % 加えた。

汚泥 S の実験では、第 1 の高分子凝集剤を合計注入量の 75 % 加え、第 2 の高分子凝集剤を合計注入量の 25 % 加えた。

実験結果を表 7 に示す。

【0108】

【表 7】

高分子凝集剤の濃度 (g/L)	脱水ケーキ含水率 (%)		
	汚泥 O	汚泥 R	汚泥 S
2	82.9	82.5	76.4
3	82.6	81.7	75.2
5	82.4	81.7	74.8
10	81.8	81.8	74.5
20	82.4	82.0	75.6

【0109】

汚泥 O については、第 1 の高分子凝集剤濃度が 3 g/L 以上でケーキ含水率を低減でき、10 g/L 程度で最もケーキ含水率を低減できた。汚泥 R については、第 1 の高分子凝集剤濃度が 3 g/L 以上でケーキ含水率を低減でき、3 g/L と 5 g/L で最もケーキ含水率を低減できた。汚泥 S については、第 1 の高分子凝集剤濃度が 3 g/L 以上でケーキ含水率を低減でき、10 g/L 程度で最もケーキ含水率を低減できた。

これらのことから、第 1 の高分子凝集剤溶液の濃度は、好ましくは 3 g/L 以上、より好ましくは 5 g/L 以上、さらにより好ましくは 10 g/L 以上に調製することにより、ケーキ含水率を低減できることが分かった。

【0110】

(参考実験 3)

参考実験 3 では、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第 1 攪拌を実施した後、第 2 の高分子凝集剤の溶液を加えて第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得る工程において、第 1 の高分子凝集剤の種類を変更し

て脱水ケーキの含水率、SS回収率との関係を検討した。

#### 【0111】

実験には汚泥Tを使用した。汚泥Tは嫌気性消化汚泥である。汚泥TのTSは20.9 g/Lである。

高分子凝集剤としては、分子量の異なる高分子凝集剤(o、p、q、r、s、t)を使用した。高分子凝集剤o、p、q、r、tはカチオン性高分子凝集剤であり、中でも高分子凝集剤o、pはDAM系高分子凝集剤、高分子凝集剤q、r、tはDAA系高分子凝集剤である。高分子凝集剤sは両性高分子凝集剤である。

高分子凝集剤o、p、q、r、s、tの分子量(粘度mPa・s)は、それぞれ300万(114mPa・s)、400万(143mPa・s)、500万(147mPa・s)、600万(225mPa・s)、700万(238mPa・s)、800万(280mPa・s)である。

ここで記載した分子量は粘度法より求めた平均分子量である。また、粘度は、高分子凝集剤を水に2 g/Lで溶解し、B型粘度計を使用し、25、60rpmの回転数で測定した値である。

#### 【0112】

実験手順は以下の通りである。

250mLの汚泥に第1の高分子凝集剤の溶液(濃度2 g/L)を31mL加え、攪拌速度5000rpmの高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を10秒混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に、混合汚泥に第2の高分子凝集剤の溶液(濃度2 g/L)を9mL加え、攪拌速度200rpmの攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を5分間混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率(%)を測定した。また、SS回収率を測定した。

なお、SS回収率(%)は「(250mLの汚泥から得られた脱水ケーキの乾燥重量)÷(250mLの汚泥に含まれるSS)×100」として算出した。(以降の参考実験でも同様)。

実験結果を表8に示す。

#### 【0113】

【表8】

高分子凝集剤		脱水ケーキ 含水率 (%)	SS 回収率の比 (-)
種類	分子量		
o	300万	82.2	87
p	400万	82.8	81
q	500万	82.0	97
r	600万	82.0	97
s	700万	82.4	97
t	800万	82.2	100

#### 【0114】

表8において、SS回収率の比とは、高分子凝集剤tを使用した時のSS回収率を100とした時の比率を示すものである。

SS回収率の比について、分子量が500万以上(高分子凝集剤q、r、s、t)では97以上であるが、分子量が400万以下(高分子凝集剤o、p)では81~87であった。一方、どの高分子凝集剤を使用しても、ケーキ含水率は82~83%の範囲内であった。

これらのことから、分子量は好ましくは450万以上、より好ましくは500万以上の高分子凝集剤を使用することにより、SS回収率を増加させることができることが分かった。

#### 【0115】

## (参考実験 4)

参考実験 4 では、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第 1 攪拌を実施した後、第 2 の高分子凝集剤の溶液を加えて第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得る工程において、第 1 の高分子凝集剤の注入量を変更して S S 回収率との関係を検討した。

## 【0116】

実験には汚泥 T を使用した。汚泥 T は嫌気性消化汚泥である。汚泥 T の T S は 20 . 9 g / L である。

高分子凝集剤としては、分子量の異なる高分子凝集剤 ( q 、 r 、 s 、 t ) を使用した。

高分子凝集剤 q 、 r 、 t はカチオン性高分子凝集剤であり、高分子凝集剤 s は両性高分子凝集剤である。

高分子凝集剤 q 、 r 、 s 、 t の分子量 ( 粘度 m P a ・ s ) は、それぞれ 500 万 ( 147 m P a ・ s ) 、 600 万 ( 225 m P a ・ s ) 、 700 万 ( 238 m P a ・ s ) 、 800 万 ( 280 m P a ・ s ) である。

ここで記載した分子量は粘度法より求めた平均分子量である。また、粘度は、高分子凝集剤を水に 2 g / L で溶解し、B 型粘度計を使用し、25 、 60 r p m の回転数で測定した値である。

実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに同じ種類のものを使用し、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液は同じ濃度に調製した。

## 【0117】

実験手順は以下の通りである。

250 m L の汚泥に第 1 の高分子凝集剤の溶液 ( 濃度 2 g / L ) を所定量加え、攪拌速度 5000 r p m の高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を 10 秒混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に、混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液 ( 濃度 2 g / L ) を所定量加え、攪拌速度 200 r p m の攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を 5 分間混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、脱水ケーキを得、S S 回収率を測定した。

## 【0118】

実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の溶液の合計注入量を 40 m L とし、第 1 の高分子凝集剤の溶液を 2 . 5 ~ 37 . 5 m L の範囲で変更して加えた。

実験結果を図 6 に示す。

## 【0119】

図 6 は、高速攪拌時に加える高分子凝集剤の注入量と、高分子凝集剤 q 、 r 、 s 、 t を使用した時の平均 S S 回収率の比との関係を示したグラフである。この図において、平均 S S 回収率の比は、第 1 の高分子凝集剤の注入量が 59 % 時の平均 S S 回収率を 100 とした時の比率を示すものである。

この結果から、高速攪拌時に加える高分子凝集剤の注入量を合計注入量の好ましくは 45 ~ 95 % 、より好ましくは 50 ~ 95 % 、さらにより好ましくは 55 ~ 90 % に調整することにより、S S 回収率を増加させることができることが分かった。

## 【0120】

## (参考実験 5)

参考実験 5 では、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第 1 攪拌を実施した後、第 2 の高分子凝集剤の溶液を加えて第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をベルトプレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得る工程において、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤の合計注入率を変更して脱水ケーキの含水率との関係を検討した。

## 【0121】

実験には汚泥 Q を使用した。汚泥 Q は嫌気性消化汚泥である。汚泥 Q の T S は 34 . 9 g / L である。

実験では、第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 h ( アミジン系高分子凝集剤、分子量 300 万、粘度 34 m P a ・ s ) を使用した。カチオン性高分子

10

20

30

40

50

凝集剤 h は  $10 \text{ g/L}$  に調製した。

【0122】

実験手順は以下の通りである。

250 mL の汚泥に第 1 の高分子凝集剤の溶液を所定量加え、攪拌速度  $11000 \text{ rpm}$  の高速攪拌機により汚泥と高分子凝集剤の溶液を 10 秒混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に、混合汚泥に第 2 の高分子凝集剤の溶液を 5 mL 加え、攪拌速度  $150 \text{ rpm}$  の攪拌機により混合汚泥と高分子凝集剤を 2 分間混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率 (%) を測定した。

本実験では、第 2 の高分子凝集剤の溶液の注入量を一定 ( $5 \text{ mL}$ ) とし、合計注入率に合わせて、第 1 の高分子凝集剤の注入量を  $12 \sim 19 \text{ mL}$  の範囲で変更した。

10

【0123】

上記参考実験 5 と比較するための参考比較例として、通常速度の攪拌と  $2 \text{ g/L}$  の高分子凝集剤の溶液により汚泥を凝集させ、凝集させた汚泥をベルトプレス脱水機により脱水した。

この参考比較例の実験手順は以下の通りである。

250 mL の汚泥に高分子凝集剤の溶液 (濃度  $2 \text{ g/L}$ ) を所定量加え、攪拌速度  $150 \text{ rpm}$  の攪拌機により汚泥と高分子凝集剤を 3 分間混合攪拌し、汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。次に、ベルトプレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率 (%) を測定した。

20

この参考比較例の実験では、合計注入率に合わせて、高分子凝集剤の溶液の注入量を  $85 \sim 125 \text{ mL}$  の範囲で変更した。

参考実験 5 及び参考比較例の実験結果を図 7 に示す。

【0124】

図 7 は高分子凝集剤注入率と脱水ケーキの含水率との関係を示す。この結果から、高速攪拌と  $10 \text{ g/L}$  の高分子凝集剤溶液を使用した方が、通常速度攪拌と  $2 \text{ g/L}$  の高分子凝集剤溶液を使用したよりも、脱水ケーキの含水率を 2 ~ 3 ポイント程度低減できることが分かった。また、高速攪拌と  $10 \text{ g/L}$  の高分子凝集剤溶液を使用した方が、通常速度攪拌と  $2 \text{ g/L}$  の高分子凝集剤溶液を使用したよりも、高分子凝集剤の注入率を 2 ~ 3 割程度削減できることが分かった。

30

【0125】

(参考実験 6)

参考実験 6 では、汚泥を希釈水で希釈して汚泥希釈を実施した後、第 1 の高分子凝集剤の溶液を汚泥に加えて第 1 攪拌を実施し、第 2 の高分子凝集剤の溶液を加えて第 2 攪拌を実施し、得られた凝集汚泥をスクリュूपレス脱水機により脱水して脱水ケーキを得るという工程において、汚泥希釈を実施することにより脱水ケーキの含水率を低減できるか検討した。

【0126】

実験には汚泥 H を使用した。汚泥 H は嫌気性消化汚泥である。実験期間中の汚泥 H の TS は  $42.5 \sim 43.5 \text{ g/L}$  であった。汚泥 H の溶解性成分濃度は極めて高く、試験期間中の汚泥 H の電気伝導率は  $19.9 \sim 21.1 \text{ mS/cm}$  であり、M アルカリ度は  $7600 \sim 9000 \text{ mg-CaCO}_3/\text{L}$  であった。

40

第 1 及び第 2 の高分子凝集剤ともに、カチオン性高分子凝集剤 h (アミジン系高分子凝集剤、分子量  $300 \text{ 万}$ 、粘度  $34 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ) を使用した。カチオン性高分子凝集剤 h は  $2 \text{ g/L}$  或いは  $5 \text{ g/L}$  に調製した。高分子凝集剤の溶解には、工業用水を使用した。希釈水には、工業用水を使用した。

【0127】

実験手順は以下の通り連続式で行った。

汚泥 (汚泥流量  $3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) に希釈水 (希釈水流量  $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) を加え、希釈汚泥 ( $1.5$  倍希釈) を調製した。希釈汚泥に第 1 の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の

50

70%加え、攪拌速度が3000rpmの高速攪拌機（攪拌部容積0.8L）により希釈汚泥と高分子凝集剤の溶液を混合攪拌し、混合汚泥を調製した。次に混合汚泥に第2の高分子凝集剤の溶液を合計注入量の30%加え、攪拌速度33rpmの攪拌機（攪拌槽容積900L）により混合汚泥と高分子凝集剤を混合攪拌し、混合汚泥を凝集させ、凝集フロックを形成させた。最後にスクリープレス脱水機により、凝集フロックを脱水し、得られた脱水ケーキの含水率（%）を測定した。

【0128】

比較参照例として、希釈水を加えない実験も行った。希釈水を加えないこと以外、上記実験手順と同様とした。

実験結果を表9に示す。

10

【0129】

【表9】

高分子凝集剤 の溶解濃度 (g/L)	希釈工程	高分子凝集剤 の注入率 (% to TS)	脱水ケーキ 含水率 (%)
2	なし	2.7	81.9
	あり	2.5	81.4
5	なし	2.8	82.8
	あり	2.6	80.4

20

【0130】

高分子凝集剤の溶液の濃度が2g/Lの場合、希釈工程を行うことにより高分子凝集剤の注入率、脱水ケーキの含水率を低減できた。高分子凝集剤の溶液の濃度が5g/Lの場合も、希釈工程を行うことにより高分子凝集剤の注入率、脱水ケーキの含水率を低減できた。これらのことから、汚泥希釈工程を導入することにより、高分子凝集剤の注入率および脱水ケーキの含水率を低減できることが分かった。

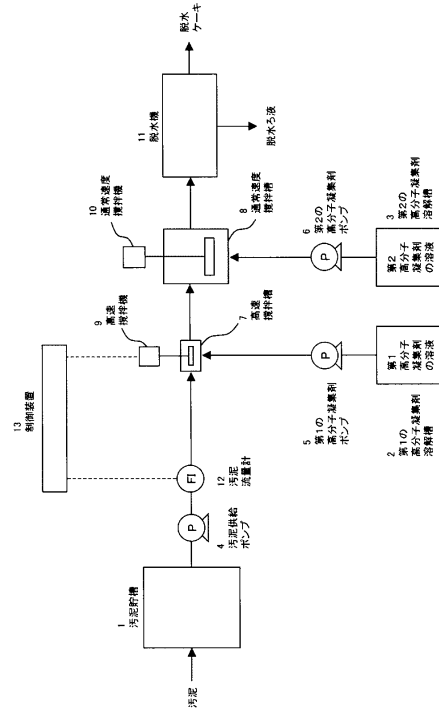
【0131】

上記参考実験1～5の実験がバッチ式であるのに対し、本参考実験（参考実験6）の実験は連続式で行った。また、参考実験1～5と同様の実験を連続式で行ったところ、バッチ式の実験と連続式の実験とでは結果に相違は認められなかった。

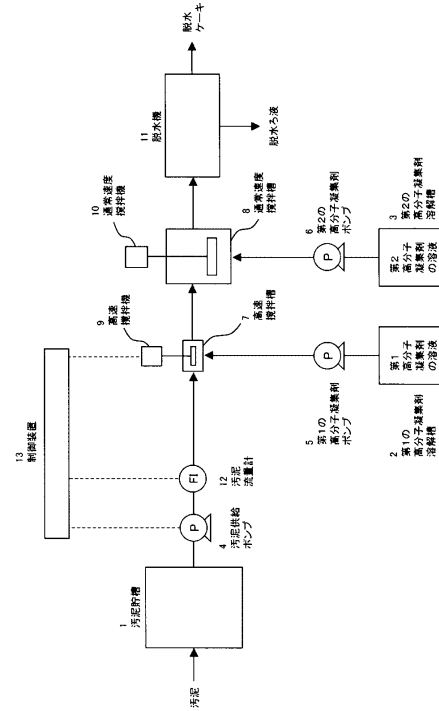
30



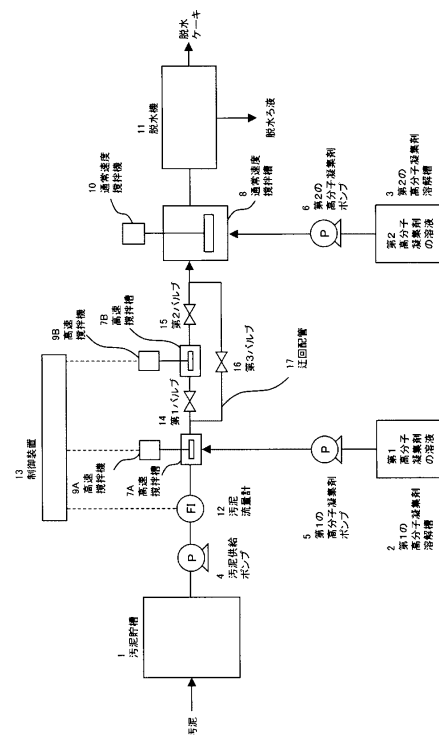
【 図 1 】



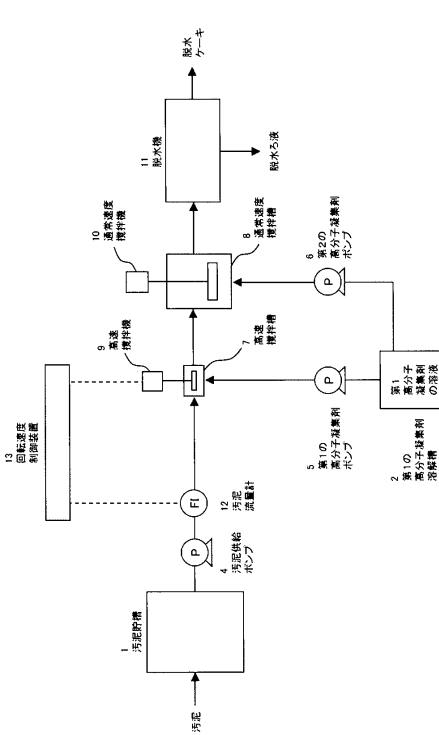
【 図 2 】



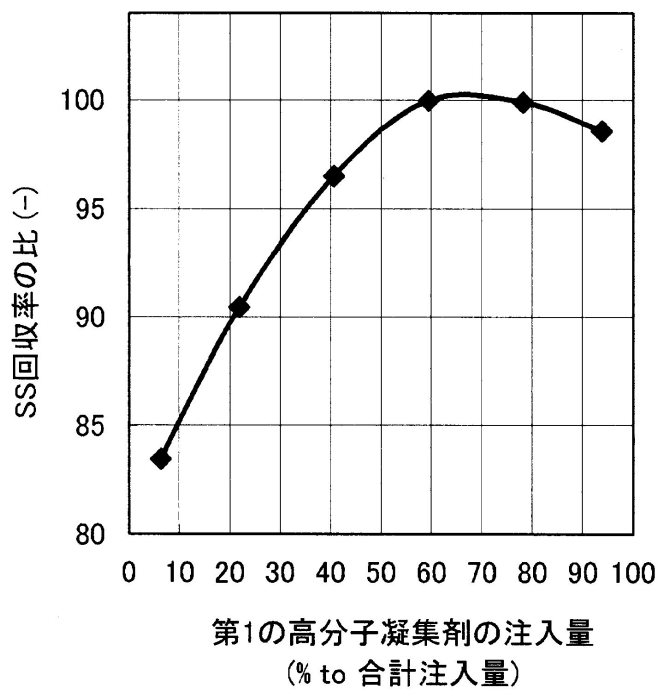
【 図 3 】



【 図 4 】



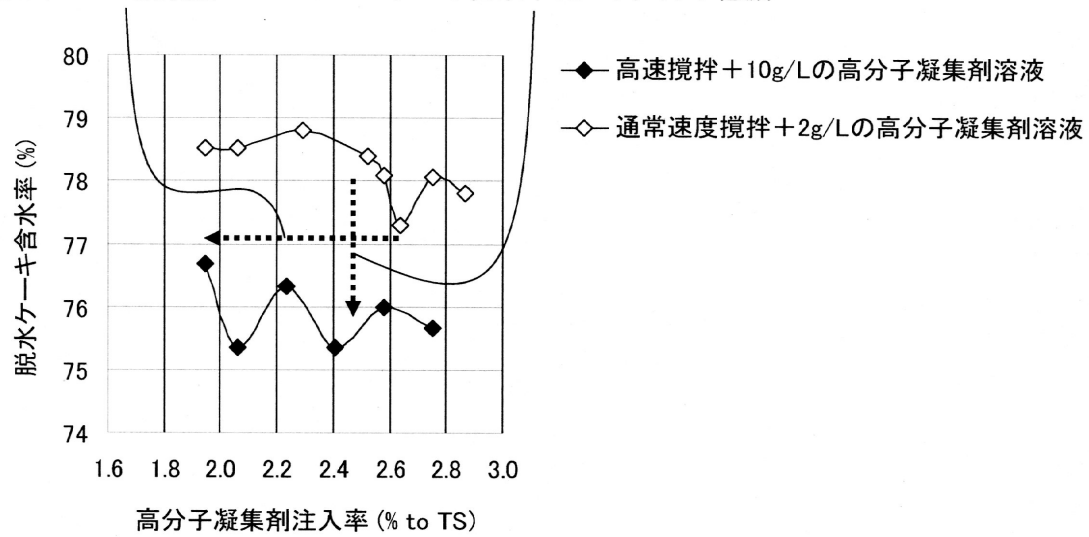
【 図 6 】



【図 7】

注入率:2~3割削減

ケーキ含水率:2~3ポイント低減



---

フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 宏行  
東京都港区港南一丁目7番18号 水i n g株式会社内
- (72)発明者 築井 良治  
東京都港区港南一丁目7番18号 水i n g株式会社内
- (72)発明者 渡邊 昌次郎  
東京都港区港南一丁目7番18号 水i n g株式会社内

審査官 岡田 三恵

- (56)参考文献 特開2008-168215(JP,A)  
特開昭62-277200(JP,A)  
特開昭57-132541(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C02F 11/14