

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010年5月20日(20.05.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/055642 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 3/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005993
- (22) 国際出願日: 2009年11月10日(10.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-292519 2008年11月14日(14.11.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社(NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人東京大学(The University of Tokyo) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 加藤文隆(KATO, Fumitaka) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式

会社内 Tokyo (JP). 加藤敏朗(KATO, Toshiaki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 味埜俊(MINO, Takashi) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 佐藤弘泰(SATO, Hiroyasu) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 庄司仁(SHOJI, Tadashi) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).

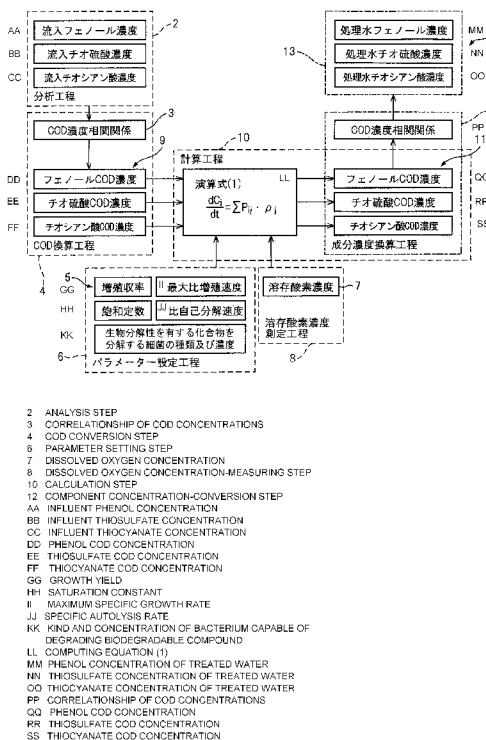
- (74) 代理人: 志賀正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

[続葉有]

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR SIMULATING WATER QUALITY

(54) 発明の名称: 水質シミュレーション方法及び装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a process for simulating water quality which comprises: an analysis step for analyzing the concentrations of individual compound components of waste water flowing into a biological reaction tank; a COD conversion step for converting the concentrations of the individual components analyzed above into the COD concentrations of the individual components; a parameter setting step for setting stoichiometric parameters and kinetic parameters; a dissolved oxygen concentration-measuring step for measuring the concentration of dissolved oxygen in the biological reaction tank; a calculation step for calculating the COD concentrations of the individual components in the water that has been subjected to the biological aerobic treatment in the biological reaction tank with the use of the COD concentrations of the individual components, the parameters and the dissolved oxygen concentration; and a component concentration-conversion step for converting the COD concentrations of the individual components of the biologically treated water, which has been calculated above, into the concentrations of the individual components. Also provided is a device therefor.

(57) 要約: 本発明は、生物反応槽に流入する廃水中の化合物成分の各成分濃度を分析する分析工程と、前記各成分濃度の分析値を各成分のCOD濃度に換算するCOD換算工程と、化学量論パラメーター及び反応速度式パラメーターを設定するパラメーター設定工程と、前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定工程と、前記各成分のCOD濃度、パラメーター及び溶存酸素濃度を用いて、前記生物学的反応槽内で前記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算工程と、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算工程とを、含む水質シミュレーション方法及び装置を提供する。



MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称 : 水質シミュレーション方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、産業廃水や工場廃水を含む廃水の処理に関し、より詳しくは、生物分解性のある化合物成分を含む廃水の生物学的好気処理プロセスにおける水質シミュレーション方法及び装置に関する。本願は、2008年11月14日に、日本国に出願された特願2008-292519号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年の閉鎖性水域における水質規制は強化傾向にあり、下水道、産業廃水、工場廃水における対策が急務である。水質規制値を遵守するためには、どの成分をどこまで処理すれば基準を満たせるかを予測することが必要である。これまで下水道分野では、活性汚泥法等の生物学的处理プロセスによる下水の処理方法が取られてきた。その運転管理は主に管理者の経験に基づいて行われていることが多く、安定した処理水質を得ることは困難であった。たとえば、流入水質が変動した場合に、変更すべき操作条件、操作量は下水処理場ごとに異なっていた。

[0003] そこで、管理者の経験に依存しない水質予測及び運転支援ツールとして、IWA（国際水協会）の提唱する活性汚泥モデル（Activated Sludge Model ; ASM）が提案されている。活性汚泥モデルは、大きく次の手順から構成されている：

（１）流入廃水のCOD濃度を、溶解性不活性有機物、易分解性有機物、浮遊不活性有機物、遅分解性有機物等の性質によって分画し、それぞれCOD濃度ベースの変数と設定する；

（２）従属栄養生物の増殖や自己分解等のプロセスごとに、変数間の化学量論及びプロセスの反応速度式を設定する；

（３）化学量論係数及び反応速度定数のパラメーターを、酸素消費速度試

験又は水質の実測データからのキャリブレーションにより決定する；

（４）シミュレーションを実行し、生物処理槽、処理水のＣＯＤ濃度等が算出される。

[0004] この活性汚泥モデルは管理ツールとして提案されており、活性汚泥モデルを用いた下水処理管理システムが提案されている（以下、特許文献１参照）。

一方で、下水と異なる成分をもつ産業廃水や工場廃水等についても、生物学的処理プロセスによる産業廃水や工場廃水の処理が行われている。しかしながら、これらの廃水に対して、水質シミュレーション方法に活性汚泥モデルが適用された事例はない。

特に、製鉄所コークス工場から発生する廃水は安水と呼ばれ、フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸を主成分とするが、これらは下水には含まれない成分であり、活性汚泥モデルの適用性について検討した事例は見られない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００３－３０００９３公報

非特許文献

[0006] 非特許文献１：味埜俊、活性汚泥モデル、日本、株式会社環境新聞社、２００５年１月３１日

非特許文献２：J. S. Cech, J. Chudoba and P. Gra u, Determination of Kinetic Constants of Activated Sludge Microorganisms, Water Science and Technology, Vol. 17, pp. 259-272, 1984

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 前記したように、生物学的好気処理における水質シミュレーション方法と

して活性汚泥モデルが一般的であるが、産業廃水や工場廃水の生物学的好気処理に適用された事例はない。この原因として、以下の2点が挙げられる。

(1) 活性汚泥モデルでは、下水のような複数成分が混合した廃水を生物学的好気処理する際の流入廃水と処理水のCOD濃度のみ予測するが、生物分解性を有する化合物成分の濃度は予測できないことが挙げられる。例えば、コークス製造過程で発生する安水では、安水中に含まれるフェノールが廃水基準項目の一つであり、フェノール濃度をシミュレーションにより予測する必要があるが、活性汚泥モデルでは特に安水のような複数成分が混合した廃水を生物学的好気処理した後の処理水中フェノール濃度を予測することが困難であるため、産業廃水や工場廃水に活性汚泥モデルを適用する意義は小さかった。

(2) 産業廃水や工場廃水には、溶解性遅分解性の有機物（界面活性剤、例えば、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸等）、または、無機物（例えば、チオ硫酸、チオシアン酸）が含まれる。しかしながら、活性汚泥モデルで対象としている都市下水中には分解速度の非常に遅い溶解性遅分解性成分はそれほど含まれておらず、モデルの酸素収支に与える影響を考慮していなかった。すなわち、そもそも溶解性遅分解性成分の概念が活性汚泥モデルには含まれていなかったため、産業廃水や工場廃水に活性汚泥モデルを適用することは困難であった。

[0008] そこで本発明は、生物分解性を有する化合物成分を含む産業廃水や工場廃水などの廃水を、生物反応槽内で生物学的好気処理するプロセスにおいて、新たな活性汚泥モデルを構築し、廃水中の当該化合物の濃度が生物学的好気処理後に、どのように変化するかを推定することができる水質シミュレーション方法及び装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、廃水中の成分ごとに分画し、成分ごとに成分を分解する細菌の種類および変数および反応プロセスを設定することで、活性汚泥モデルを利用した生物学的好気処理プロセスのシミュレーションが可能となり、処理水

中の成分濃度を求め、さらに、溶解性遅分解性成分を含む廃水であっても、廃水中の成分ごとに分画するため、溶解性遅分解性成分という概念を用いること無しに、活性汚泥モデルを利用した生物学的好気処理プロセスのシミュレーションが可能となる、生物分解性のある化合物成分を含む産業廃水や工場廃水に適用可能な水質シミュレーション方法を提供することを目的とする。

[0010] 本発明は、具体的には、以下の〔１〕～〔６〕である：

〔１〕生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的好気処理するプロセスにおける水質シミュレーション方法であって、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃度を分析する分析工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Gr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つの COD 濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分の COD 濃度に換算する COD 換算工程と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定工程と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定工程と、

前記各成分の COD 濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度、並びに溶存酸素濃度を用いて、下記演算式（１）：

[数1]

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

{式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式（反応速度式パラメーターを含む速度式）である

。} により、前記生物学的反応槽内で前記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Gr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算工程とを、含む水質シミュレーション方法。

[0011] [2] 前記パラメータ設定工程は、

(ア) 前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する方法、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的な好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から酸素消費速度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する方法、のいずれかの方法を用いて、前記化学量論パラメータ及び前記反応速度パラメータを設定する、前記[1]に記載の水質シミュレーション方法。

[0012] [3] 上記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、上記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、上記COD換算工程の代わりにチオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算工程と、

上記生物学的反応槽で上記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算工程と、

当該算出された生物学的処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算工程と

を有する、前記[1]又は[2]に記載の水質シミュレーション方法。

[0013] [4] 生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的な好気処理するプロセスで用いる水質シミュレーション装置であって、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃度を分

析する分析手段と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分のCOD濃度に換算するCOD換算手段と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定手段と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定手段と、

前記各成分のCOD濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の濃度及び溶存酸素濃度を用いて、下記演算式（１）：

[数2]

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

{式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式（反応速度式パラメーターを含む速度式）である。}により、前記生物学的反応槽で前記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算手段と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算手段とを、含む水質シミュレーション装置。

[0014] [５] 前記パラメーター設定手段は、

（ア）前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する手段、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から酸素消費速度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する手段、のいずれかの手段を用いて、前記化学量論パラメーター及び前記反応速度式パラメーターを設定する、前記〔４〕に記載の水質シミュレーション装置。

[0015] 〔６〕上記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、上記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、上記ＣＯＤ換算手段の代わりにチオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算手段と、

上記生物学の反応槽で上記生物学的好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算手段と、

当該算出された生物学の処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算手段と

を有する、前記〔４〕又は〔５〕に記載の水質シミュレーション装置。

発明の効果

[0016] 本発明の奏する効果は以下のとおりである。

生物分解性を有する化合物成分を含む産業廃水や工場廃水に対して、流入廃水中の各成分濃度をＣＯＤ濃度に変換し、活性汚泥モデルを適用することで、処理水の各成分濃度が予測できる。また、活性汚泥モデルでは対象外であった溶解性遅分解性成分についても、その成分を分解する細菌の種類を設定することで、処理水の成分濃度を計算することが可能である。また、各成分濃度と、 $CO D_{Gr}$ 、 $CO D_{Mn}$ 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのＣＯＤ濃度との相関関係を求める際には、 $CO D_{Mn}$ の分析結果を用いることができるので、 $CO D_{Gr}$ のように危険かつ有害性のある薬品を用いた分析を行わなくてもよい。

図面の簡単な説明

[0017] [図１]本発明に係る、廃水の生物学の処理プロセスの水質シミュレーション方

法を示す構成図である。

[図2A] フェノール濃度と COD_{Mn} の相関関係を示す図である。

[図2B] チオ硫酸濃度と COD_{Mn} の相関関係を示す図である。

[図2C] チオシアン酸濃度と COD_{Mn} の相関関係を示す図である。

[図3] 酸素消費速度試験装置の構成図である。

[図4] 本発明に係る実施例 1 におけるシミュレーション結果を示す図である。

[図5] 本発明に係る実施例 2 におけるシミュレーション結果を示す図である。

[図6] 本発明に係る実施例 3 におけるシミュレーション結果を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0018] 廃水に含まれる成分は水に溶解しない浮遊成分と、溶解性成分に分けられる。これは、例えばろ紙を用いて分離を行うことで、ろ紙に残ったものを浮遊成分、ろ液を溶解性成分として得られる。本発明では、生物分解と関係が深い溶解性成分の生物分解を対象としたシミュレーション方法である。浮遊成分はほとんど生物分解されず、最終的には沈降分離によって除去されるため、本発明では対象外とする。

溶解性成分は、生物分解性成分及び生物分解性がほとんど無い難分解性成分に分けられる。難分解性成分は、もともと生物分解が困難であり、濃度としても小さい。さらに、生物分解性成分は、分析による定性、定量が困難な未知成分が含まれるが、廃水中の割合として少量なため無視しても構わない。例えば安水では、フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸以外の成分がこれに相当する。以上のことから、廃水における難分解性成分、及び、未知成分は無視しても、本発明の生物分解性を有する化合物成分の予測は可能である。

図 1 は、本発明による廃水の水質シミュレーション方法のフローを例示した図である。また、図中の各「工程」は各「手段」に替えることができ、廃水の水質シミュレーション装置を例示した図でもある。

- [0019] ここでは廃水として、製鉄所におけるコークス工場から発生する安水を例として示すが、本発明の適用廃水は安水に限定されるものではなく、食品工業、化学工業、薬品工業、塗装工業、繊維工業、染色工業等の産業廃水や工

場廃水に対しても、生物分解性を有する化合物成分を含有している限り適用可能である。例えば、安水中には、生物分解性を有する有機物成分としてフェノール、無機物成分としてチオ硫酸及びチオシアン酸を含んでいる。

[0020] また、図 1 の処理水とは、連続処理の場合は生物学的好気処理後の流出水、バッチ処理の場合は所定時間経過後の槽内水のことである。

また、生物学的好気処理とは、基質と細菌が存在し、ばっ気装置を有する反応槽において、ばっ気を行うことで溶存酸素を供給しながら、混合・攪拌を行うことで基質と細菌を接触・反応させることで、基質を分解処理する方法である。

[0021] 図 1 に示すように、本発明による水質シミュレーション方法 1 は、生物学的好気処理プロセスに流入する産業廃水や工場廃水の成分濃度を分析する分析工程 2 と、各成分濃度と COD 濃度との相関関係 3 を用いて各成分を COD 濃度 9 に換算する COD 換算工程 4 と、化学量論パラメーター（増殖収率）及び反応速度式パラメーター（飽和定数及び最大比増殖速度）、並びに化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度のパラメーター 5 を設定するパラメーター設定工程 6 と、生物反応槽の溶存酸素濃度 7 を測定する溶存酸素濃度測定工程 8 と、パラメーター 5、溶存酸素濃度 7 及び COD 濃度 9 を用いて、前述の演算式（1）により、生物学的好気処理水の各成分の COD 濃度 11 を算出する計算工程 10 と、各成分濃度と COD 濃度との相関関係 3 を用いて各成分の COD 濃度 11 を各成分濃度に再換算することで、処理水の各成分濃度 13 を算出する成分濃度換算工程 12 とを備えている。

[0022] 分析工程 2 は、成分濃度を分析する方法について指定しないが、毎回同じ分析方法を用いることが望ましい。たとえば、フェノール濃度については J I S K O 1 0 2 吸光光度法、チオ硫酸、チオシアン酸濃度についてはイオンクロマト分析、MLSS 濃度については前記した非特許文献 1 等により分析できる。

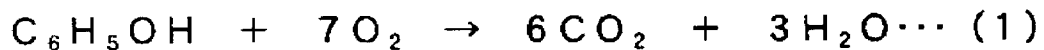
[0023] 相関関係 3 は、各成分濃度と COD 濃度から得られるものである。例として、図 2 A～図 2 C にフェノール濃度、チオ硫酸、チオシアン酸と COD_{Mn} 濃度

との実測値に基づく相関関係を示す。その結果、フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸 1 mg あたりの酸素消費量は、それぞれ 2. 1 mg、0. 48 mg、1. 0 mg であった。また、相関関係を求める際には、分析工程で COD 濃度を測定した方法と同じ COD_{Cr} 又は COD_{Mn} のいずれの分析方法を用いることが望ましく、分析方法は一貫して同じ方法を用いる。

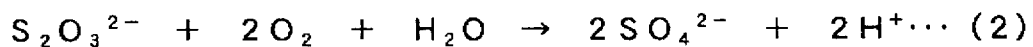
このように、既知成分濃度と、COD 濃度との相関関係を求める際には、COD_{Cr} を用いなくとも、COD_{Mn} の分析結果を用いることができるので、COD_{Cr} のように危険かつ有害性のある薬品を用いた分析を行わなくても良いという利点がある。

また、この他にも、各成分濃度と COD 濃度の相関関係を簡易に得る方法として、成分の理論的酸素消費量を化学反応式から算出する方法もある。たとえば、フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸 1 mg あたりの理論的酸素消費量は、以下の化学反応式 (1) ~ (3) :

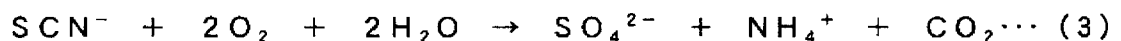
[化1]



[化2]



[化3]



を用いて、それぞれ、2. 38 mg、0. 57 mg、1. 1 mg と算出される。

[0024] COD 換算工程 4 は、分析工程 2 で得られた各成分濃度を、相関関係 3 を用いることで、COD 濃度に換算するものである。ここで、COD 濃度に換算するのは、活性汚泥モデルにおいて、最も優れた尺度として採用されているためである。すなわち、前記した非特許文献 1 にあるように、有機物や生物あるいは利用された酸素といった一連の電子等量の関係を COD だけで表

現できるとともに、酸素収支をとることができるといった利点があるためである。COD濃度に換算せずに各成分濃度で計算することも可能ではあるが、上記の利点を活用できないため、現実的ではない。

[0025] チオ硫酸、チオシアン酸のような硫黄化合物は、ここで硫黄換算してシミュレーションを行い、後述する成分濃度換算工程12で各成分濃度に再変換することも可能である。これにより、チオ硫酸、チオシアン酸を硫黄成分として分けて考えることで、CODとしてカウントされない硫酸イオン成分等が算出可能となる。これにより、硫黄の物質収支を追跡することが可能となり、硫黄成分の挙動が把握できる。但し、硫黄換算することで硫黄の物質収支を取る場合であっても、酸素の物質収支は取れているので、シミュレーションに影響することはない。また、硫黄化合物を分解する細菌は、一般的には硫黄酸化細菌と考えられており、それらは有機物を分解する従属栄養細菌と異なり、互いに作用を及ぼしあうことがないと考えられるため、硫黄化合物をその他の成分と分けて考えることにより、精度が高まる。その場合、チオ硫酸、チオシアン酸1mgの硫黄換算値は、前記化学反応式(2)～(3)より、それぞれ0.57mg、0.55mgと算出される。

[0026] また、成分濃度からCODへの換算は、理論的酸素消費量又は COD_{Cr} 又は COD_{Mn} のいずれか一つを一貫して用いることで、後述する成分濃度換算工程12と同じとする。

パラメーター5としては、各成分の化学量論パラメーターである増殖収率及び反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度を用いる。

また、生物学的処理において生物自身の自己分解が与える影響を加味するため、反応速度パラメーターに好気条件下における生物の比内生呼吸速度を設定しても良いが、通常は影響が少ないので、設定しなくてもよい。

[0027] パラメーター設定工程6は、大きく分けて(A)実験を行って、ある条件での実験データを解析する方法と、(B)文献値を拾う方法が挙げられ、前者によりパラメーター設定を行う方が望ましい。

上記（Ａ）の方法について以下に述べる。この方法は、（ア）前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する方法、（イ）前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から酸素消費速度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する方法のうち（ア）又は（イ）のいずれかの方法を用いて、事前にパラメーターを設定する。

[0028] 上記（ア）の時系列実測値データについて、具体的なデータ取得方法は指定しないが、濃度変化がわかるような時系列データを採取する。例えば、１週間の処理水水質をシミュレーションするのであれば、その間の３点以上、たとえば、２日、４日、６日経過時のデータを取得することが望ましい。また、時系列実測値データは安定したものが望ましく、たとえば上記の場合、流入する安水の含有成分濃度、組成などが１週間の間で大きく変動しているデータは望ましくない。変動の大きさの基準は、たとえば、シミュレーション予測の精度を±５％以内に設定する場合、シミュレーション生物処理時間（滞留時間）の時間間隔で流入する安水の含有成分濃度の変動幅が５％以内であるものを用いることができる。

[0029] 上記（ア）のキャリブレーションによって決定する方法は、特に指定しないが、例えば、市販のシミュレーションソフトAQUASIMによって、時系列実測値、計算値及び時系列実測値の標準偏差から、下記演算式（２）：

[数3]

$$\chi^2(p) = \sum_{m=1}^n \left(\frac{y_{meas,m} - y_m(p)}{\sigma_{meas,m}} \right)^2 \quad \dots (2)$$

{式中、 $\chi^2(p)$ は、対象とするモデルパラメーター p の χ^2 の値であり、 $y_{meas,m}$ は、 m 番目の時系列データの実測値（成分濃度または酸素消費速度）であり、 $y_m(p)$ は、モデルパラメーター p の値を仮定した時の、 m 番目の時系

列データの計算値（成分濃度または酸素消費速度）であり、 $\sigma_{\text{meas}, m}$ は、 m 番目の時系列データの実測値の標準偏差又は実測値全体の標準偏差であり、そして n は、データポイントの数である。}により χ^2 の値を求め、 χ^2 の値が最小となったときのパラメーターの値を用いる方法がある。パラメーターの値を求める方法は特に指定しないが、シンプレックス法、モンテカルロ法、遺伝的アルゴリズム等の数値解析手法によるものが望ましい。

[0030] 上記（イ）の酸素消費速度試験の酸素消費速度データからパラメーターを決定する方法は、図3の試験装置を用いる。図3で、酸素消費速度試験装置21に、生物学的処理プロセスで用いる微生物汚泥22、アンモニア性窒素が硝酸性窒素に硝化される際の酸素消費を抑制するため硝化阻害剤23を添加し、攪拌装置24で酸素消費速度試験装置21の液を混合する。栄養塩の不足による微生物の活性の低下を防ぐため、栄養塩25を添加してもよい。次に、酸素消費速度試験装置21に対象とする成分26を添加し、溶存酸素濃度計27によって溶存酸素濃度の経時変化を測定する。溶存酸素濃度の記録はデータ記録装置28で行ってもよい。測定中は溶存酸素濃度を一定以上に制御するため、制御値を下回った時に空気供給装置29で空気を供給してもよい。pHを一定に制御するため、pH計30でpHを測定し、酸・アルカリ供給装置31で酸又はアルカリを供給し、制御してもよい。酸素消費速度試験装置21の温度を制御するため、ヒーター32を備えた恒温水槽33を用いてもよい。

[0031] 対象とする成分（以下、成分Aと表記する）を添加して得られた溶存酸素濃度及び酸素消費速度の経時変化からパラメーターを決定する方法は特に指定しないが、たとえば増殖収率については、成分AのCOD換算濃度と、酸素消費量から、下記演算式（3）：

[数4]

$$Y_A = \frac{S_A - O_{2\text{meas}}}{S_A} \dots\dots(3)$$

{式中、 Y_A は、成分Aを分解する細菌の増殖収率であり、 $S_{A, \text{COD}}$ は、成分AのCOD換算濃度であり、そして $O_{2\text{meas}}$ は、酸素消費量の実測値である。} によって求めることができる。

[0032] 増殖収率をより厳密に求める方法には、内生呼吸による酸素消費速度を事前に求め、上記酸素消費量の実測値から内生呼吸による酸素消費速度を差し引くことで、増殖に使われた酸素消費速度を求めることができるが、本発明では特にその方法を指定しない。

[0033] 最大比増殖速度、飽和定数の値を決定する方法については特に指定しないが、例えば、前記した非特許文献2にある方法で求めることができる。すなわち、酸素消費速度試験で用いる微生物汚泥を1時間、ばっ気した後に、微生物汚泥を様々な希釈率で廃水と混合し、酸素消費速度を測定する方法である。測定中は溶存酸素濃度を一定に保つように、ばっ気による制御を行う。次に、測定された酸素消費速度を汚泥濃度で除すことで比酸素消費速度を求め、比酸素消費速度から内生呼吸による酸素消費速度を引いたもの（比基質酸化速度）を求める。比内生呼吸速度とは、生物自身の自己分解時の内生呼吸による酸素消費速度であり、その求め方は、酸素消費速度試験において、成分Aを添加せずに行った時の酸素消費速度から求められる。この時、比増殖速度と比基質酸化速度の間には、下記演算式（4）：

[数5]

$$\mu_A = \left(\frac{Y_A}{1 - Y_A} \right) r_{OX} \quad \dots (4)$$

{式中、 μ_A は、成分Aを分解する細菌の比増殖速度であり、 Y_A は、成分Aを分解する細菌の増殖収率であり、そして r_{OX} は、比基質酸化速度である。} に示す関係が成り立つ。

[0034] 一方で、比増殖速度 μ_A と最大比増殖速度 $\mu_{A, \text{max}}$ の間には、下記演算式（5）

:

[数6]

$$\mu_A = \mu_{A,\max} \frac{S_{A, \text{COD}}}{K_A + S_{A, \text{COD}}} \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \dots\dots\dots (5)$$

{式中、 $\mu_{A,\max}$ は、成分Aを分解する細菌の最大比増殖速度であり、 K_A は、成分AのCOD濃度に対する飽和定数であり、 $S_{A, \text{COD}}$ は、成分AのCOD換算濃度であり、 S_{O_2} は、溶存酸素濃度であり、そして K_{O_2} は、溶存酸素濃度に対する飽和定数である。} に示すミカエリス－メンテン式が成り立つ。

[0035] ここで、酸素消費速度試験では溶存酸素濃度を高濃度に維持するため、 $S_{O_2} / (K_{O_2} + S_{O_2})$ の値はほぼ1と見なせる。したがって、比増殖速度は成分濃度のみの関数とみなせる。以上より、演算式(4)で得られた比増殖速度 μ_A の値と成分濃度とのプロットが得られ、そのプロットに演算式(5)の式をフィッティングすることで、微生物の比最大増殖速度及び成分Aに対する飽和定数が求まる。

[0036] 化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を決定する方法については、特に指定しないが、種類については、基本的に一成分に対し一種類の細菌がその分解に対応することが望ましい。さらに、実験データや文献の知見から、複数成分を1種類の細菌が分解する可能性がある場合、実際の現象に即した計算予測や計算予測精度の向上のため、複数成分に1種類の細菌が対応するよう設定してもよい。但し、一成分を複数種類の細菌が分解することもあり得るが、それらは同じような分解作用を示すことが多く、また、細菌の種類を増やすことで計算量が増加するため、一成分に対し一種類の細菌を対応させることが望ましい。細菌の濃度については、化合物成分を用いた酸素消費速度が、下記演算式(6)：

[数7]

$$OUR = \mu_{A,\max} \frac{1 - Y_A}{Y_A} \frac{S_A}{K_A + S_A} \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} X_A \dots (6)$$

{式中、 OUR は、酸素消費速度であり、そして X_A は、成分Aを分解する細菌の濃度であり、そして Y_A は、成分Aを分解する細菌の増殖収率であり、 K_A は、成分A濃度のCOD換算値に対する飽和定数であり、 S_A は、成分AのCOD換算濃度であり、 K_{O_2} は、溶存酸素濃度に対する飽和定数であり、 S_{O_2} は、溶存酸素濃度である。} で表されることが多く、この式を用いる方法がある。

[0037] すなわち、演算式(6)で、最大比増殖速度、成分Aに対する飽和定数は、前記の方法で決定され、酸素消費速度試験では溶存酸素濃度を高濃度に維持するため、 $S_{O_2}/(K_{O_2} + S_{O_2})$ の値はほぼ1と見なせる。このことから、酸素消費速度は成分Aを分解する細菌の濃度のみの関数として表される。したがって、演算式(6)に、酸素消費速度試験で得られる OUR 実測値を代入することで、 X_A を決定することができる。

[0038] 上記(B)の文献値を拾う方法については、例えば、前記した非特許文献1に典型的なパラメータ値が記述されており、好気条件下での従属栄養生物の収率は0.63とされている。この値をパラメータ値として設定してもよいが、対象とする廃水によって値が異なる可能性があるため、なるべく上記(A)の方法により設定するほうが望ましい。

[0039] 溶存酸素濃度7は、生物学的処理プロセスに溶存酸素濃度計を設置し、生物反応槽の溶存酸素濃度を測定した値を用いる方法、又は、パラメータ設定工程6で溶存酸素濃度をパラメータとして扱い、キャリブレーションにより決定した値を用いる方法のいずれでもよい。

[0040] 計算工程10は、COD濃度9、溶存酸素濃度7及びパラメータ5を用いて、処理水の各成分のCOD濃度11を求める。計算に用いるモデルは、IWA活性汚泥モデルをベースとした前述の演算式(1)により、処理水の各成分のCOD濃度11を算出する。処理水の各成分のCOD濃度11は成分濃度換算工程12で、相関関係3を用いることで、処理水の各成分の成分濃度値13に再変換することができる。

[0041] さらに、計算工程10では、pH、アルカリ度、アンモニア濃度等の影響を

含めたシミュレーションを行ってもよい。その計算方法の指定はしないが、例えば、 C_i に水素イオン濃度、溶存二酸化炭素濃度、アンモニア濃度等を追加し、 P_{ij} に水素イオン濃度、溶存二酸化炭素濃度、アンモニア濃度等の化学量論パラメーターを追加し、 ρ_j に反応速度式を追加して、計算を行ってもよい。また、生物学的処理において生物自身の自己分解が与える影響を加味することで予測精度を上げるため、反応速度パラメーターに好気条件下における生物の比内生呼吸速度を設定してもよいが、通常は影響が少ないので、設定しなくてもよい。設定する場合は、下記演算式（7）：

[数8]

$$\frac{dX_A}{dt} = P_A \cdot \rho_A - bX_A \quad \dots\dots\dots(7)$$

{式中、 X_A は成分Aを分解する細菌の濃度であり、そして P_A は成分Aを分解するプロセスにおける化学量論パラメーターであり、そして ρ_A は成分Aを分解するプロセスにおける反応速度論パラメーターであり、そして b は X_A が自己分解するときの比内生呼吸速度定数である。} によって求めることができる。

実施例

[0042] 実施例 1：フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸を対象としたバッチ試験のシミュレーション（1成分を1種類の細菌が分解する場合）

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は、生物学的処理プロセスの水質シミュレーション方法の構成と計算の流れを示したブロック図である。

以下、生物分解性のある化合物成分としてフェノール、チオ硫酸、チオシアン酸を対象としたバッチ試験のシミュレーション方法について説明する。バッチ試験は、1 Lの反応容器に、フェノール濃度 100 mg/L、チオ硫酸濃度 100 mg/L、チオシアン酸濃度 10 mg/L となるよう成分を添

加し、MLSS濃度は5000mg/Lで行った。試験中は、溶存酸素濃度計により溶存酸素濃度を測定し、pH計によりpHを測定した。また、溶存酸素濃度を3.25mg/L、pH7.5に制御した。

[0043] 分析工程2は、生物学的処理プロセスに流入する廃水中の成分濃度を分析する工程であるが、ここでは上記のバッチ試験装置中の初期成分濃度であり、各成分の添加量から算出するとともに、フェノール濃度についてはJISK0102吸光光度法、チオ硫酸、チオシアン酸濃度についてはイオンクロマト分析、MLSS濃度については前記した非特許文献1の遠心分離法により確認を行った。COD換算工程4は、分析工程2で得られたフェノール、チオ硫酸、チオシアン酸の濃度をCOD濃度に換算するCOD換算工程である。COD換算には、図2A～図2Cに示すフェノール濃度、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度とCOD_{Mn}濃度との相関関係3により換算を行い、フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸の濃度を、処理水の各成分のCOD濃度11に換算した。

[0044] パラメーター設定工程6は、計算工程10で用いるパラメーター設定を行った。

パラメーター5は、増殖収率、最大比増殖速度、飽和定数、及び後述する計算工程10で用いるフェノール分解細菌濃度、チオ硫酸分解細菌濃度及びチオシアン酸分解細菌濃度を設定した。設定方法は、酸素消費速度試験の酸素消費速度データから決定する方法、及び、キャリブレーションによる方法を検討した結果、いずれも妥当な値が得られたが、今回のケースでは酸素消費速度試験から得られたパラメーター値に多少のばらつきが見られたため、キャリブレーションによる方法を用いた。キャリブレーションには市販のシミュレーションソフトAQUASIMを用いた。具体的には、実測値、計算値及び実測値の標準偏差から、演算式(2)に示される χ^2 の値を求め、 χ^2 の値が最小となったときのパラメーターの値を算出した。実測値は、事前に行った成分ごとのバッチ試験から、成分濃度の経時変化を得た。計算値は、後述する計算工程10の方法により求めた。

[0045] 溶存酸素濃度 7 は、バッチ試験の制御値 3. 25 mg/L を用いた。

計算工程 10 は、廃水の各成分の COD 濃度 9、溶存酸素濃度 7 及びパラメーター 5 を用いて、バッチ試験のフェノール、チオ硫酸、チオシアン酸濃度の経時変化のシミュレーションを行い、処理水の各成分の COD 濃度 11 を求めた。計算方法は、前記演算式 (1) を用いた。以下の表 1 に、計算に用いる各成分濃度 C_i 及び化学量論パラメーター、反応速度パラメーターを示す。

[0046] [表1]

項目		定義	単位
成分濃度 C_i	S_{Phe}	フェノール濃度	gCOD/m ³
	S_{S2O3}	チオ硫酸濃度	gCOD/m ³
	S_{SCN}	チオシアン酸濃度	gCOD/m ³
	S_{O2}	溶存酸素濃度	gO ₂ /m ³
	X_{Phe}	フェノール分解細菌濃度	gCOD/m ³
	X_{S2O3}	チオ硫酸分解細菌濃度	gCOD/m ³
	X_{SCN}	チオシアン酸分解細菌濃度	gCOD/m ³
化学量論 パラメーター	Y_{Phe}	フェノール分解細菌の増殖収率	gCOD/gCOD
	Y_{S2O3}	チオ硫酸分解細菌の増殖収率	gCOD/gCOD
	Y_{SCN}	チオシアン酸分解細菌の増殖収率	gCOD/gCOD
反応速度 パラメーター	μ_{Phe}	フェノール分解細菌の最大比増殖速度	1/d
	μ_{S2O3}	チオ硫酸分解細菌の最大比増殖速度	1/d
	μ_{SCN}	チオシアン酸分解細菌の最大比増殖速度	1/d
	K_{Phe}	フェノール濃度に対する飽和定数	gCOD/m ³
	K_{S2O3}	チオ硫酸濃度に対する飽和定数	gCOD/m ³
	K_{SCN}	チオシアン酸濃度に対する飽和定数	gCOD/m ³
	K_{O2}	溶存酸素濃度に対する飽和定数	gO ₂ /m ³

[0047] 以下の表 2 は、プロセス ρ_j における化学量論の関係を表しており、例えば、プロセス ρ_1 のフェノール分解細菌の増殖では、フェノール分解細菌 (X_{Phe}) に対して $P_{11} = -1/Y_{Phe}$ の割合でフェノール濃度が増加し、 $P_{41} = -(1 - Y_{Phe})/Y_{Phe}$ の割合で S_{O2} が変化することを表す。

[0048]

[表2]

プロセス ρ_i		成分 C_i	S_{Phe}	S_{S203}	S_{SCN}	S_{O2}	X_{Phe}	X_{S203}	X_{SCN}
ρ_1		フェノールによるフェノール分解細菌増殖	$-1/Y_{Phe}$	—	—	$-(1-Y_{Phe})/Y_{Phe}$	1	—	—
ρ_2		チオ硫酸によるチオ硫酸分解細菌増殖	—	$-1/Y_{S203}$	—	$-(1-Y_{S203})/Y_{S203}$	—	1	—
ρ_3		チオシアン酸によるチオシアン酸分解細菌増殖	—	—	$-1/Y_{SCN}$	$-(1-Y_{SCN})/Y_{SCN}$	—	—	1

[0049] 以下の表 3 は、計算に用いる反応速度式を示す。

[表3]

プロセス ρ_j		反応速度式
ρ_1	フェノールによるフェノール分解細菌増殖	$\mu_{Phe} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \cdot \frac{S_{Phe}}{K_{Phe} + S_{Phe}} \cdot X_{Phe}$
ρ_2	チオ硫酸によるチオ硫酸分解細菌増殖	$\mu_{S_{2O_3}} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \cdot \frac{S_{S_{2O_3}}}{K_{S_{2O_3}} + S_{S_{2O_3}}} \cdot X_{S_{2O_3}}$
ρ_3	チオシアン酸によるチオシアン酸分解細菌増殖	$\mu_{SCN} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \cdot \frac{S_{SCN}}{K_{SCN} + S_{SCN}} \cdot X_{SCN}$

[0050] 例えば、プロセス ρ_1 のフェノール分解細菌の増殖では、フェノール濃度の増加速度は、下記演算式 (7) :

[数9]

$$\frac{dS_{Phe}}{dt} = -\frac{\mu_{Phe}}{Y_{Phe}} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \cdot \frac{S_{Phe}}{K_{Phe} + S_{Phe}} \cdot X_{Phe} \quad \dots (7)$$

{式中、 S_{Phe} は、フェノール濃度であり、 t は、時間であり、 S_{O_2} は、溶存酸素濃度であり、 K_{O_2} は、溶存酸素濃度に対する飽和定数であり、 K_{Phe} は、フェノール濃度に対する飽和定数であり、 X_{Phe} は、フェノール分解細菌濃度であり、そして μ_{Phe} は、フェノール分解細菌の最大比増殖速度であり、 Y_{Phe} は、フェノール分解細菌の増殖収率である。} で表される。

[0051] 成分濃度換算工程 12 は、COD 換算工程 4 と同様に、図 2 A ~ 図 2 C に示すフェノール、チオ硫酸、チオシアン酸濃度と COD 濃度との相関関係 3 により、処理水の各成分 COD 濃度 11 を各成分濃度に再換算した。

[0052] 上記のシミュレーションの結果を図 4 に示す。図 4 は、バッチ試験の各成分濃度の経時変化を示す。以上述べたように、本実施例によれば、生物分解性のある化合物成分を含む廃水の生物学的好気処理プロセスにおいて、活性汚泥モデルを適用することで、処理水の各成分濃度を予測できる。さらに、元々フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸の各成分毎に計算を行っているため、単成分であっても 2 つの成分の組み合わせであっても、処理水の各成分濃度を予測できる。

[0053] 実施例 2：フェノール、チオ硫酸、チオシアン酸を対象としたバッチ試験のシミュレーション（2成分を1種類の細菌が分解する場合）

以下、実施例 1 においてチオ硫酸、チオシアン酸の 2 成分を 1 種類の細菌（硫黄成分分解細菌）が分解すると設定した時のシミュレーション方法について説明する。ここで、チオ硫酸、チオシアン酸分解細菌を硫黄成分分解細菌としたのは、実際の処理では、硫黄成分分解細菌は硫黄酸化細菌が相当すると推測されたためである。

[0054] シミュレーションは図 1 と同じ流れで行い、生物分解性のある化合物成分、バッチ試験方法、分析工程 2、パラメーター設定工程 6、溶存酸素濃度 7 及び成分濃度換算工程 12 は実施例 1 と同じ方法で行った。但し、COD 換算工程 4、成分濃度換算工程 12 は硫黄換算工程に変更し、表 1 の成分濃度、化学量論パラメーター、反応速度パラメーターを、以下の表 4 に示すように設定し、また、計算工程 10 ではチオ硫酸分解細菌濃度及びチオシアン酸分解細菌濃度を、硫黄成分分解細菌濃度にまとめ、以下の表 4 に示す：

[0055] [表4]

項目	定義	単位
成分濃度 C_i	S_{Phe} フェノール濃度	$gCOD/m^3$
	S_{S2O3} チオ硫酸濃度	gS/m^3
	S_{SCN} チオシアン酸濃度	gS/m^3
	S_{SO4} 硫酸イオン濃度	gS/m^3
	S_{O2} 溶存酸素濃度	$gO2/m^3$
	X_{Phe} フェノール分解細菌濃度	$gCOD/m^3$
	X_S 硫黄成分分解細菌濃度	$gCOD/m^3$
化学量論パラメーター	Y_{Phe} フェノール分解細菌の増殖収率	$gCOD/gCOD$
	Y_{S2O3} 硫黄成分分解細菌のチオ硫酸における増殖収率	$gCOD/gS$
	Y_{SCN} 硫黄成分分解細菌のチオシアン酸における増殖収率	$gCOD/gS$
反応速度パラメーター	μ_{Phe} フェノール分解細菌の最大比増殖速度	$1/d$
	μ_{S2O3} 硫黄成分分解細菌のチオ硫酸における最大比増殖速度	$1/d$
	μ_{SCN} 硫黄成分分解細菌のチオシアン酸における最大比増殖速度	$1/d$
	K_{Phe} フェノール濃度に対する飽和定数	$gCOD/m^3$
	K_{S2O3} チオ硫酸濃度に対する飽和定数	gS/m^3
	K_{SCN} チオシアン酸濃度に対する飽和定数	gS/m^3
	K_{O2} 溶存酸素濃度に対する飽和定数	$gO2/m^3$

[0056] また、以下の表 5 に示すように、プロセス ρ_2 、 ρ_3 における化学量論の関係では、チオ硫酸及びチオシアン酸の分解による細菌増殖が硫黄成分分解細菌に発生することとした。

[0057]

[表5]

プロセス ρ_i		成分 C_i	S_{Phe}	S_{S203}	S_{SCN}	S_{S04}	S_{02}	X_{Phe}	X_S
ρ_1		フェノールによるフェノール分解細菌増殖	$-1/Y_{Phe}$	—	—	—	$-(1-Y_{Phe})/Y_{Phe}$	1	—
ρ_2		チオ硫酸による硫黄成分分解細菌増殖	—	$-1/Y_{S203}$	—	$1/Y_{S203}$	$-(1-Y_{S203})/Y_{S203}$	—	1
ρ_3		チオシアン酸による硫黄成分分解細菌増殖	—	—	$-1/Y_{SCN}$	$1/Y_{SCN}$	$-(2-Y_{SCN})/Y_{SCN}$	—	1

[0058] また、以下の表6に示すように、プロセス ρ_2 、 ρ_3 における反応速度式の細菌濃度の項を硫黄成分分解細菌に置き換えた。

[0059] [表6]

プロセス ρ_i		反応速度式
ρ_1	フェノールによるフェノール分解細菌増殖	$\mu_{\text{Phe}} \cdot \frac{S_{\text{O}_2}}{K_{\text{O}_2} + S_{\text{O}_2}} \cdot \frac{S_{\text{Phe}}}{K_{\text{Phe}} + S_{\text{Phe}}} \cdot X_{\text{Phe}}$
ρ_2	チオ硫酸による硫黄成分分解細菌増殖	$\mu_{\text{S}_{203}} \cdot \frac{S_{\text{O}_2}}{K_{\text{O}_2} + S_{\text{O}_2}} \cdot \frac{S_{\text{S}_{203}}}{K_{\text{S}_{203}} + S_{\text{S}_{203}}} \cdot X_{\text{S}}$
ρ_3	チオシアン酸による硫黄成分分解細菌増殖	$\mu_{\text{SCN}} \cdot \frac{S_{\text{O}_2}}{K_{\text{O}_2} + S_{\text{O}_2}} \cdot \frac{S_{\text{SCN}}}{K_{\text{SCN}} + S_{\text{SCN}}} \cdot X_{\text{S}}$

[0060] 上記のシミュレーションの結果を図5に示す。図5は、バッチ試験の各成分濃度の経時変化を示す。図4と比べて、チオ硫酸について分解速度が増加した。これは、実施例1ではチオ硫酸分解細菌($X_{\text{S}_{203}}$)とチオシアン酸分解細菌(X_{SCN})を分けて各々の分解細菌濃度を算出したが、本実施例ではチオ硫酸とチオシアン酸の2成分を硫黄成分分解細菌1種類で分解すると設定したため、チオ硫酸分解細菌($X_{\text{S}_{203}}$)とチオシアン酸分解細菌(X_{SCN})の増殖が硫黄成分分解細菌濃度(X_{S})に集約されたことが主な原因である。また、チオシアン酸については、パラメーター設定行程6でキャリブレーションにより硫黄成分分解細菌濃度(X_{S})を設定した際に、実施例1の X_{SCN} 初期値より若干低い結果となり、分解速度がわずかに低下したが大きな違いは見られなかった。

ここで、実施例1と本実施例のいずれが良いかは、実験値と計算値との比較や、実際の現象に近い反応が計算できているか等によって判断し、選択することが望ましい。本実施例においては、計算値の精度向上が可能となったと考えられた。

[0061] 以上述べたように、本実施例によれば、生物分解性のある化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を決定する方法については、基本的に一成分に対し一種類の細菌がその分解に対応することが望ましいが、実際の現象に即した計算予測や計算予測精度の向上のためには、複数成分に1種類の細菌が対

応するよう設定してもよい。また、チオ硫酸、チオシアン酸濃度を硫黄濃度に換算することで、硫黄の物質収支を追跡することが可能となり、硫黄成分の挙動が把握できるようになった。また、比内生呼吸速度を考慮した計算を行ったが、結果は無視しうる範囲であり、明確な差異は見られなかった。

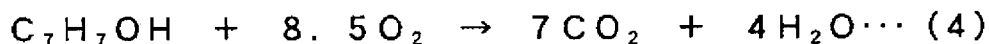
[0062] 実施例 3：クレゾールを対象とした酸素消費速度試験のシミュレーション

以下、生物分解性のある有機物成分として α -クレゾールを対象とした酸素消費速度試験のシミュレーション方法について説明する。

酸素消費速度試験は、1 L の反応容器に、 α -クレゾール濃度 15 mg/L となるよう成分を添加し、MLSS 濃度は 330 mg/L で行った。試験中は、溶存酸素濃度計により溶存酸素濃度を測定し、pH 計により pH を測定した。また、溶存酸素濃度を 3.25 mg/L、pH 7.5 に制御した。

[0063] 分析工程 2 は、生物学的処理プロセスに流入する廃水中の成分濃度を分析する工程である。ここでは上記の酸素消費速度試験装置中の初期成分濃度であるが、 α -クレゾール濃度については、JIS K0102 吸光光度法により確認を行った。COD 換算工程 4 では、分析工程 2 で得られた α -クレゾールの濃度を COD 濃度に換算する COD 換算工程である。COD 換算には、下記化学反応式 (4)：

[化4]



から α -クレゾールの理論的酸素消費量を算出した。その結果、 α -クレゾール 1 mg あたりの理論酸素消費量は 2.52 mg であった。

[0064] この相関関係 3 により換算を行い、 α -クレゾール濃度を COD 濃度 9 に換算した。パラメーター設定工程 6 は、計算工程 10 で用いるパラメーター設定を行った。

パラメーター 5 は、増殖収率、最大比増殖速度、飽和定数、及び後述する計算工程 10 で用いるクレゾール分解細菌濃度を設定した。設定方法は、増殖収率を α -クレゾールの COD 換算濃度と、酸素消費速度試験から得られ

た酸素消費量から演算式（３）によって求めた。具体的には、オークレゾールを 13 mg/L となるよう添加したので、COD濃度は相関関係３から 32.7 mg/L となる。

- [0065] この時の酸素消費量を求める際には、酸素消費速度試験での溶存酸素濃度の減少を常に見る必要がある。しかしながら、試験中には溶存酸素濃度が 3.25 mg/L にするために、ばっ気を行うため、その時の正確な酸素消費速度を求めることはできない。そこで、ここでは、ばっ気時の酸素消費速度を、ばっ気前後における無ばっ気時の酸素消費速度の値から線形近似を行って求めた。たとえば、時間 t_1 における酸素消費速度を 10 mg/L/hr 、時間 t_2 における酸素消費速度を 7.5 mg/L/hr とし、時間 t_1 から時間 t_2 の間、ばっ気がされていた時、その間の時間 T における酸素消費速度を、下記演算式（８）：

[数10]

$$OUR_T = -\frac{2.5}{t_2 - t_1}(T - t_1) + 10 \cdots (8)$$

{式中、 OUR_T は、時間 T における酸素消費速度であり、 t_1 は、ばっ気前の時間であり、 t_2 は、ばっ気後の時間であり、そして T は、ばっ気期間において、酸素消費速度を求めたい時間である。} を用いて求めた。但し、これに限らず、その他の近似方法を使ってもよい。

- [0066] このようにして求めた酸素消費速度を時間で積分することで、酸素消費量は 13.9 mg/L であったことから、増殖収率は $(32.7 - 13.9) / 32.7 = 0.57$ と算出された。また、分解細菌はクレゾール分解細菌が対応すると考えた。最大比増殖速度、飽和定数、及びクレゾール分解細菌濃度は、キャリブレーションによる方法で求め、実測値、計算値及び実測値の標準偏差から、演算式（２）に示される χ^2 の値を求め、 χ^2 の値が最小となったときのパラメーターの値を算出した。酸素消費速度及び成分濃度の実測値は、本実施例での酸素消費速度試験中に実測して求めた。計算値は、後述

する計算工程 10 の方法により求めた。

[0067] 溶存酸素濃度 7 は、バッチ試験の制御値 3. 25 mg/L を用いた。

計算工程 10 は、COD 濃度 9、溶存酸素濃度 7 及びパラメーター 5 を用いて、 α -クレゾール濃度の経時変化についてシミュレーションを行い、処理水の α -クレゾールの COD 濃度 11 を求めた。計算方法は、演算式 (1) を用いた。以下の表 7 は、計算に用いる各成分濃度及びパラメーターを示す：

[0068] [表 7]

項目		定義	単位
成分濃度 C_i	S_{Cre}	クレゾール濃度	gCOD/m ³
	S_{O_2}	溶存酸素濃度	gO ₂ /m ³
	X_{Cre}	クレゾール分解細菌濃度	gCOD/m ³
化学量論パラメーター	Y_{Cre}	クレゾール分解細菌の増殖収率	gCOD/gCOD
反応速度パラメーター	μ_{Cre}	クレゾール分解細菌の最大比増殖速度	1/d
	K_{Cre}	クレゾール濃度に対する飽和定数	gCOD/m ³
	K_{O_2}	溶存酸素濃度に対する飽和定数	gO ₂ /m ³

[0069] 以下の表 8 は、計算に用いる化学量論を示す：

[0070] [表 8]

プロセス ρ_j		成分 C_i	S_{Cre}	S_{O_2}	X_{Cre}
ρ_1	クレゾールによるクレゾール分解細菌増殖		$-1/Y_{Cre}$	$-(1-Y_{Cre})/Y_{Cre}$	1

[0071] そして以下の表 9 は、計算に用いた反応速度式を示す：

[0072] [表 9]

プロセス ρ_j		反応速度式
ρ_1	クレゾールによるクレゾール分解細菌増殖	$\mu_{Cre} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{O_2} + S_{O_2}} \cdot \frac{S_{Cre}}{K_{Cre} + S_{Cre}} \cdot X_{Cre}$

[0073] 成分濃度換算工程 12 は、COD 換算工程 4 と同様に、 α -クレゾール濃度と COD 濃度との相関関係 3 により、処理水の α -クレゾール COD 濃度 11 を α -クレゾール濃度 13 に再換算した。

上記のシミュレーションの結果を図 6 に示す。図 6 は、 α -クレゾール濃度の経時変化を示す。以上述べたように、本実施例によれば、フェノール、

チオ硫酸、チオシアン酸以外の成分にも本発明が適用可能であり、相関関係3に理論的酸素消費量を用いても成分濃度を求めることができる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明によれば、活性汚泥モデルでは対象外であった溶解性遅分解性成分についても、その成分を分解する細菌の種類を設定することで、処理水の成分濃度を計算することが可能であり、産業上有用である。

符号の説明

- [0075]
- 1 水質シミュレーション方法の概要図
 - 2 分析工程
 - 3 各成分とCOD濃度との相関関係
 - 4 COD換算工程
 - 5 パラメーター
 - 6 パラメーター設定工程
 - 7 溶存酸素濃度
 - 8 溶存酸素濃度測定工程
 - 9 COD濃度
 - 10 計算工程
 - 11 処理水の各成分COD濃度
 - 12 成分濃度換算工程
 - 13 処理水の各成分濃度
 - 21 酸素消費速度試験装置
 - 22 微生物汚泥
 - 23 硝化阻害剤
 - 24 攪拌装置
 - 25 栄養塩
 - 26 対象成分
 - 27 溶存酸素濃度計
 - 28 データ記録装置

- 2 9 空気供給装置
- 3 0 p H 計
- 3 1 酸・アルカリ供給装置
- 3 2 ヒーター 3 3 恒温水槽

請求の範囲

[請求項1]

生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的好気処理するプロセスにおける水質シミュレーション方法であって、

、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃度を分析する分析工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つの COD 濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分の COD 濃度に換算する COD 換算工程と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定工程と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定工程と、

、

前記各成分の COD 濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度、並びに溶存酸素濃度を用いて、下記演算式（１）：

[数1]

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

{式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式（反応速度式パラメーターを含む速度式）である。}により、前記生物学的反応槽内で前記生物学的好気処理した後の処理水における各成分の COD 濃度を算出する計算工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から

選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算工程とを、含む水質シミュレーション方法。

[請求項2]

前記パラメーター設定工程は、

(ア) 前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する方法、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的的好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から酸素消費速度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する方法、のいずれかの方法を用いて、前記化学量論パラメーター及び前記反応速度式パラメーターを設定する、請求項1に記載の水質シミュレーション方法。

[請求項3]

上記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、上記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、

チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、上記COD換算工程の代わりにチオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算工程と、

上記生物学的反応槽で上記生物学的的好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算工程と、

当該算出された生物学的処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算工程と

を有する、請求項1又は2に記載の水質シミュレーション方法。

[請求項4]

生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的的好気処理するプロセスで用いる水質シミュレーション装置であって、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃

度を分析する分析手段と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分のCOD濃度に換算するCOD換算手段と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定手段と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定手段と、

前記各成分のCOD濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度、並びに溶存酸素濃度を用いて、下記演算式（１）：

[数2]

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

[式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式（反応速度式パラメーターを含む速度式）である。]により、前記生物学的反応槽で前記生物学的好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算手段と、

前記各成分濃度と、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算手段と

を、含む水質シミュレーション装置。

[請求項5]

前記パラメーター設定手段は、

(ア) 前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する手段、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から溶存酸素濃度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する手段、のいずれかの手段を用いて、前記化学量論パラメーター及び前記反応速度式パラメーターを設定する、請求項 4 に記載の水質シミュレーション装置。

[請求項6]

上記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、上記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、

チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、上記 COD 換算手段の代わりにチオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算手段と、

上記生物学的反応槽で上記生物学的好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算手段と、

当該算出された生物学的処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算手段と

を有する、請求項 4 又は 5 に記載の水質シミュレーション装置。

補正された請求の範囲
[2010年3月12日 (12.03.2010) 国際事務局受理]

[請求項1] (補正後) 生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的な好気処理するプロセスにおける水質シミュレーション方法であって、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃度を分析する分析工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Gr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分のCOD濃度に換算するCOD換算工程と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定工程と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定工程と、

前記各成分のCOD濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度、並びに溶存酸素濃度を用いて、下記演算式(1)：

【数1】

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

{式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式(反応速度式パラメーターを含む速度式)である。}により、前記生物学的反応槽内で前記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算工程と、

前記各成分濃度と、 COD_{Gr} 、 COD_{Mn} 及び理論的酸素消費量から

選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算工程とを、含み、
前記パラメーター設定工程は、

(ア) 前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する方法、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的な好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から酸素消費速度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する方法、のいずれかの方法を用いて、前記化学量論パラメーター及び前記反応速度式パラメーターを設定する工程であり、

前記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、

前記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、

チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、

前記COD換算工程の代わりに、チオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算工程と、

前記生物学的反応槽で上記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算工程と、

当該算出された生物学的処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算工程と

を採用する、水質シミュレーション方法。

[請求項2] (削除)

[請求項3] (削除)

[請求項4] (補正後) 生物分解性を有する化合物成分を含む廃水を生物反応槽内で生物学的な好気処理するプロセスで用いる水質シミュレーション装置であって、

前記生物反応槽に流入する前記廃水中の前記化合物成分の各成分濃

度を分析する分析手段と、

前記各成分濃度と、 COD_G 、 COD_m 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、各成分濃度の分析値を各成分のCOD濃度に換算するCOD換算手段と、

化学量論パラメーターである増殖収率、反応速度式パラメーターである飽和定数、最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類および濃度を設定するパラメーター設定手段と、

前記生物反応槽の溶存酸素濃度を測定する溶存酸素濃度測定手段と、

前記各成分のCOD濃度、前記増殖収率、前記飽和定数、前記最大比増殖速度、並びに前記化合物成分を分解する細菌の種類及び濃度、並びに溶存酸素濃度を用いて、下記演算式(1)：

【数2】

$$\frac{dC_i}{dt} = \sum P_{ij} \cdot \rho_j \quad \cdots (1)$$

{式中、 C_i は、各成分濃度であり、 i は、各成分を表す通し番号であり、 P_{ij} は、化学量論パラメーターであり、 j は、各プロセスを表す通し番号であり、そして ρ_j は、反応速度式(反応速度式パラメーターを含む速度式)である。}により、前記生物学的反応槽で前記生物学的な好気処理した後の処理水における各成分のCOD濃度を算出する計算手段と、

前記各成分濃度と、 COD_G 、 COD_m 及び理論的酸素消費量から選ばれる一つのCOD濃度との相関関係をもとに、当該算出された生物学的処理水の各成分のCOD濃度を、各成分濃度に換算する成分濃度換算手段と

を、含み、

前記パラメーター設定手段は、

(ア) 前記流入する廃水及び処理水において、事前に時系列的に別途採取したそれぞれの生物分解性を有する化合物成分濃度と溶存酸素濃度を用いて、キャリブレーションによって決定する手段、

(イ) 前記各成分それぞれに対して、各成分単独で前記生物学的好気処理を行って連続的に溶存酸素濃度を測定し、当該測定値から溶存酸素濃度を算出し、当該算出された酸素消費速度のデータから決定する手段、のいずれかの手段を用いて、前記化学量論パラメーター及び前記反応速度式パラメーターを設定する手段であり、

前記廃水が、コークス製造工程で発生する安水であり、

前記化合物成分のうち、有機物成分はフェノール、並びに、無機物成分はチオ硫酸及びチオシアン酸であり、

チオ硫酸、チオシアン酸のシミュレーションについては、

前記COD換算手段の代わりにチオ硫酸及びチオシアン酸濃度を硫黄換算する硫黄換算手段と、

前記記生物学の反応槽で上記生物学的好気処理した後の処理水における各成分の硫黄濃度を算出する硫黄計算手段と、

当該算出された生物学の処理水の各成分の硫黄濃度を、チオ硫酸濃度及びチオシアン酸濃度に再換算する硫黄再換算手段と

を採用する、水質シミュレーション装置。

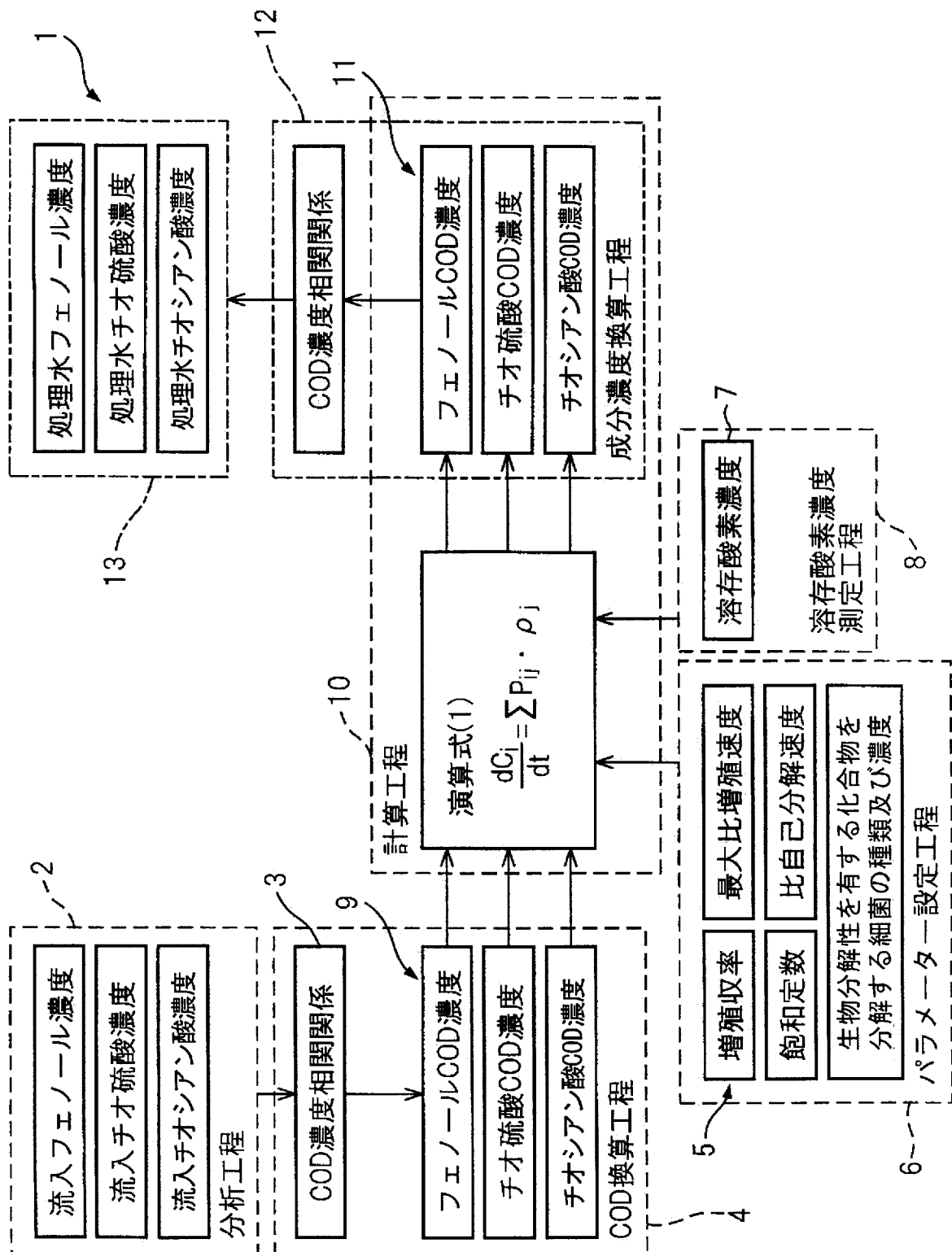
[請求項5] (削除)

[請求項6] (削除)

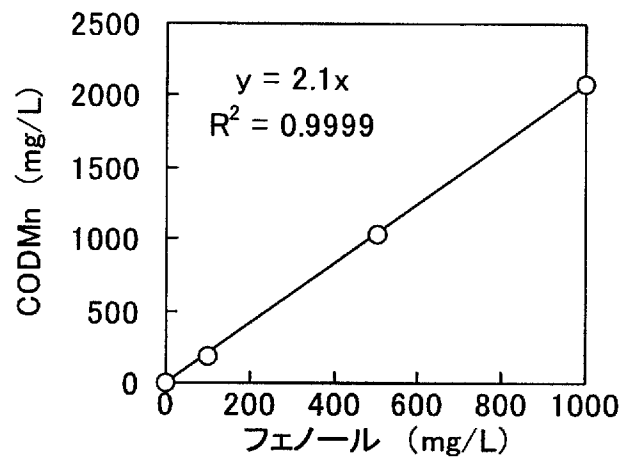
条約第19条(1)に基づく説明書

- (1) 請求項1に、請求項2及び請求項3の構成を追加する補正をした。
- (2) 請求項2及び請求項3を削除した。
- (3) 請求項4に、請求項5及び請求項6の構成を追加する補正をした。
- (4) 請求項5及び請求項6を削除した。

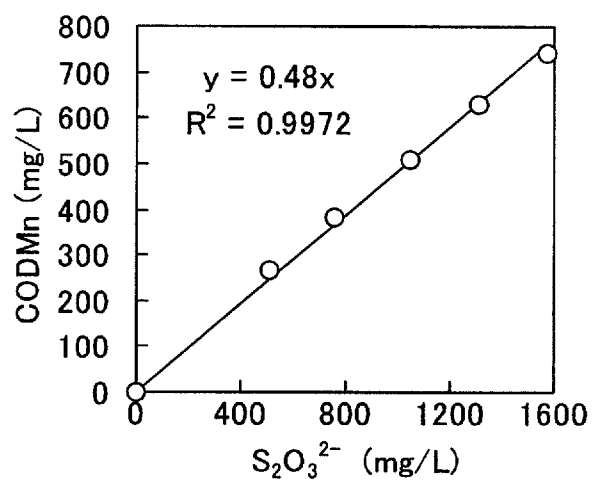
[図1]



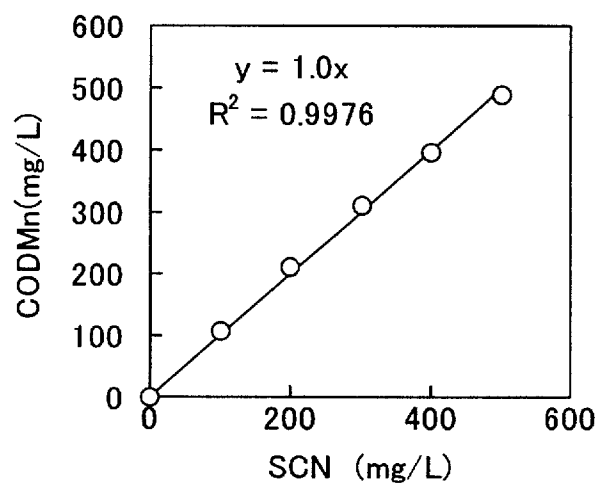
[図2A]



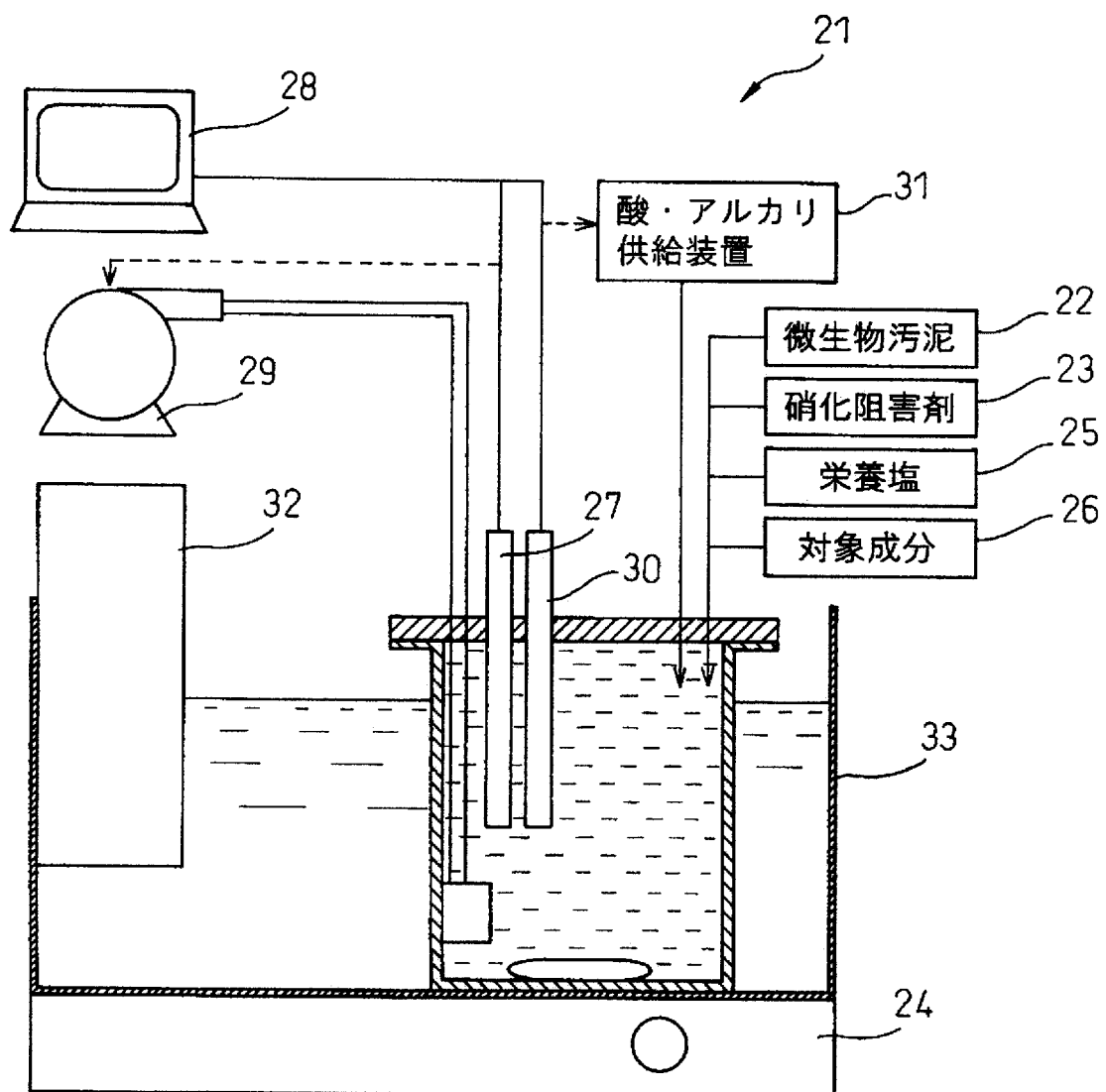
[図2B]



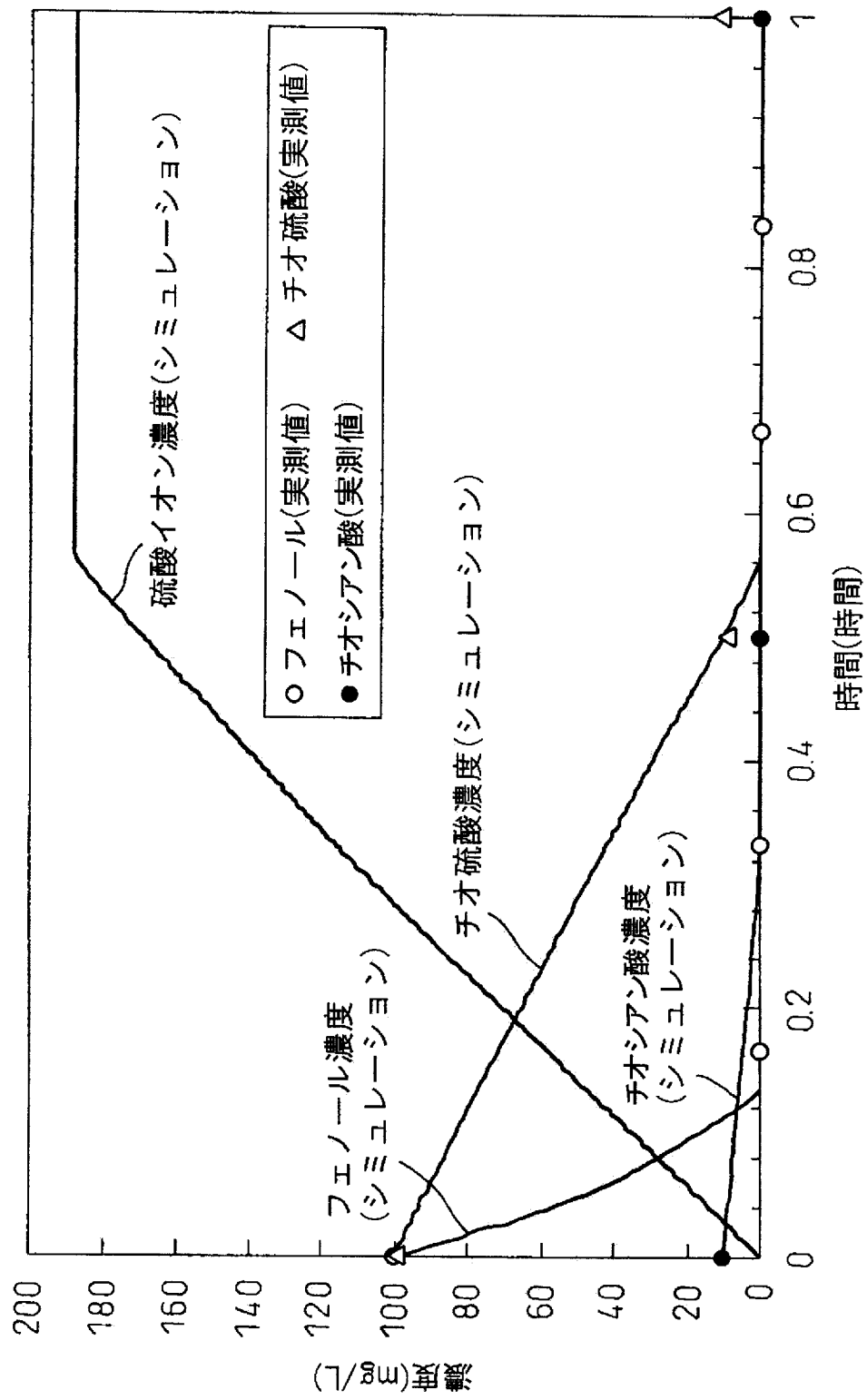
[図2C]



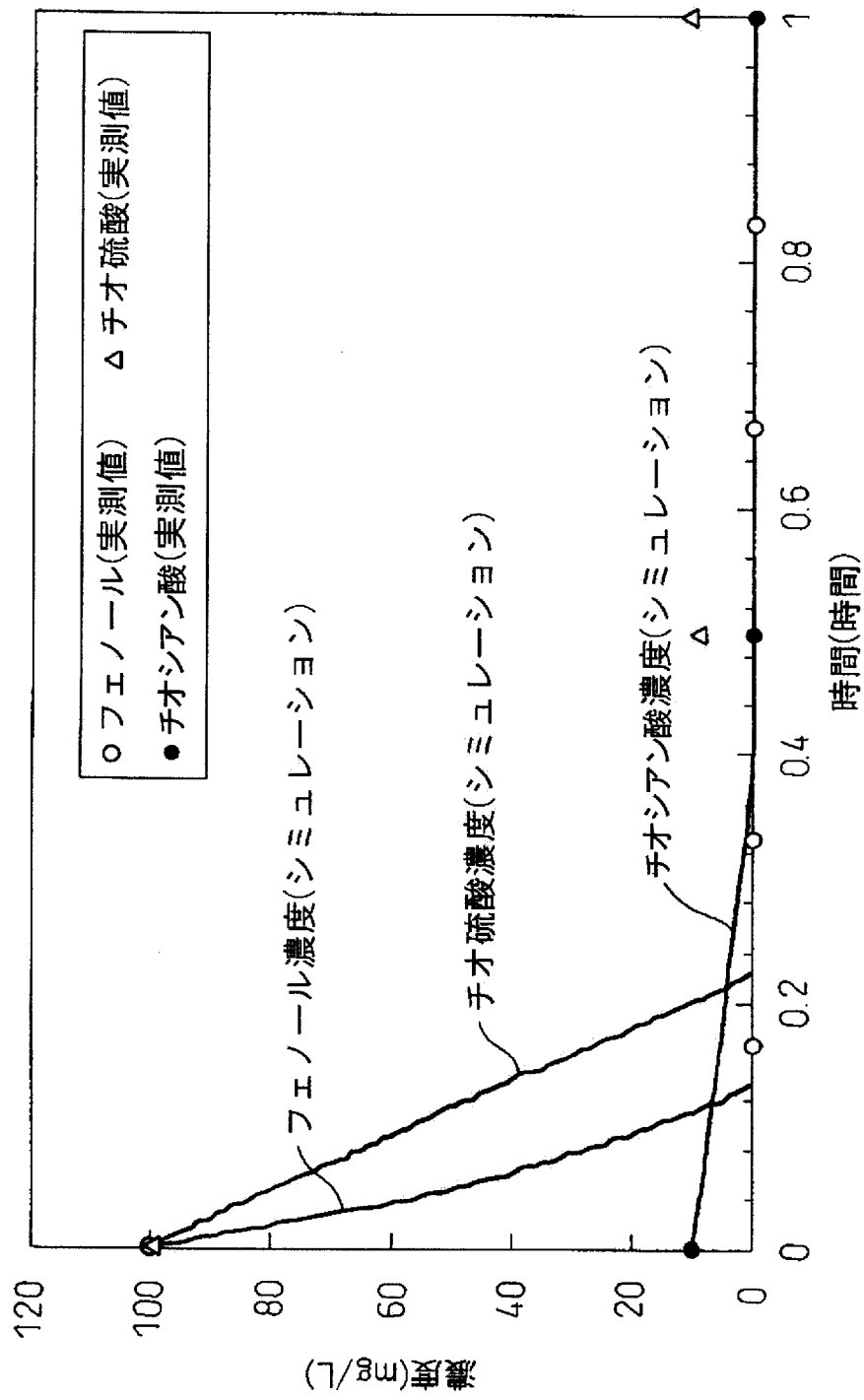
[図3]



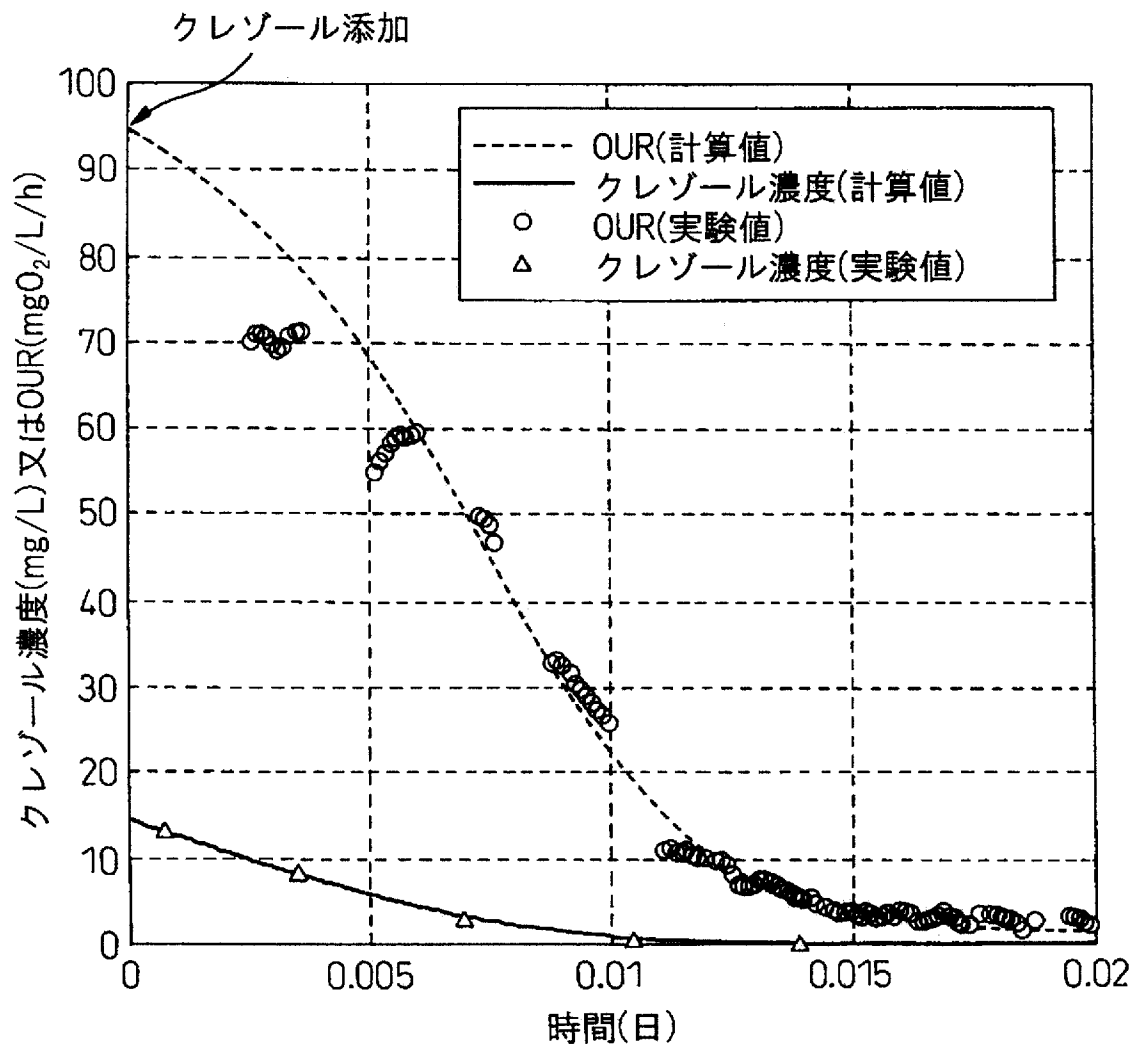
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F3/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F3/00-3/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2008-142704 A (Kobelco Eco-Solutions Co., Ltd.), 26 June 2008 (26.06.2008), claims; paragraphs [0010] to [0143] (Family: none)	1, 2, 4, 5 3, 6
A	JP 2001-334253 A (Toshiba Corp.), 04 December 2001 (04.12.2001), claims (Family: none)	1-6
A	Takashi MINO, "IWA Kassei Odei Model Dai 3 Kai Ryunyusui Bunkaku to Calibration", EICA, 15 June 2003 (15.06.2003), vol.8, no.1, pages 61 to 68	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2009 (25.11.09)

Date of mailing of the international search report
08 December, 2009 (08.12.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F3/12(2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F3/00-3/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2008-142704 A (株式会社神鋼環境ソリューション) 2008.06.26, 特許請求の範囲、段落 0010~0143 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5 3, 6
A	JP 2001-334253 A (株式会社東芝) 2001.12.04, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-6
A	味埜俊, IWA活性汚泥モデル 第3回 流入水分画とキャリブレーション, E I C A, 2003.06.15, 第8巻, 第1号, 第61-68頁	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 8 . 1 2 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

4 D

9 6 3 0

目代 博茂

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1