

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	石田 宏 司				

論 文 要 旨

論文題目	U チ ュ ー プ 型 深 層 曝 気 槽 と 膜 分 離 装 置 に よ る 活 性 汚 泥 処 理 施 設 の 高 性 能 化 と そ の 設 計 方 法 並 び に 運 転 方 法 の 体 系 化 を 目 的 と し て 室 内 規 模 お び パ イ ロ ッ ト 規 模 の 実 験 装 置 に よ り 実 験 的、 理 論 的 検 討 を 加 え、 そ の 結 果 を フ ル ス ケ ー ル プ ラ ン ト に よ り 検 証 し た。 そ の 要 旨 は 次 の と お り で あ る。 1) 室 内 規 模 の U チ ュ ー プ 型 深 層 曝 気 槽 を 用 い て 水 理 特 性 お よ び 酸 素 吸 収 特 性 に つ い て 実 験 的、 理 論 的 検 討 を 行 い、 ガ ス ホ ー ル ド ア ッ プ、 気 泡 径、 気 液 界 面 積 a の 鉛 直 分 布 お よ び 酸 素 吸 収 率 を 予 測 す る 方 法 を 明 ら か に し、 そ れ が フ ル ス ケ ー ル プ ラ ン ト の 活 性 汚 泥 混 合 液 に 対 し て も 適 用 で き る こ と を 検 証 し た。 酸 素 吸 収 に つ い て は 気 泡 分 裂 ゾ ー ン、 下 向 流 気 泡 筒 の 気 泡 流 ゾ ー ン、 曝 気 槽 底 部 の 反 転 ゾ ー ン、 曝 気 槽 の 4 ゾ ー ン に 区 分 し、 そ れ ぞ れ の 物 質 移 動 係 数 K_L や 気 液 界 面 積 a に 及 ぼ す 液 空 塔 流 速 や 気 液 比 G/L の 影 響 を 明 ら か に す る と と も に 各 ゾ ー ン の 酸 素 吸 収 率 や 溶 存 酸 素 濃 度 の 鉛 直 分 布 の 予 測 方 法 を 体 系 化 し た。 2) 濾 過 圧 力 3 ~ 10 kPa で 運 転 す る 浸 漬 型 平 膜 装 置 お よ び 100 ~ 400 kPa で 運 転 す る 限 外 濾 過 装 置 の 実 験 室 規 模 お よ び 商 用 規 模 の 装 置 を 用 い て 濾 過 特 性 を 明 ら か に す る と と も に 膜 面 へ の コ ロ イ ド の 堆 積 が 進 行 し な い 透 過 流 束 (ク リ テ ィ カ ル フ ラ ッ ク ス) が 存 在 す る こ と を 明 ら か に し た。 ま た、 得 ら れ た ク リ テ ィ カ
------	---

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

5	U チ ュ ー プ 型 深 層 曝 気 槽 と 膜 分 離 装 置 の 組 み 合 わ せ に
	よ る 活 性 汚 泥 処 理 施 設 の 高 性 能 化 と そ の 設 計 方 法 並 び に
	運 転 方 法 の 体 系 化 を 目 的 と し て 室 内 規 模 お び パ イ ロ ッ ト
	規 模 の 実 験 装 置 に よ り 実 験 的、 理 論 的 検 討 を 加 え、 そ の
	結 果 を フ ル ス ケ ー ル プ ラ ン ト に よ り 検 証 し た。 そ の 要 旨
10	は 次 の と お り で あ る。 1) 室 内 規 模 の U チ ュ ー プ 型 深 層 曝
	気 槽 を 用 い て 水 理 特 性 お よ び 酸 素 吸 収 特 性 に つ い て 実 験
	的、 理 論 的 検 討 を 行 い、 ガ ス ホ ー ル ド ア ッ プ、 気 泡 径、
	気 液 界 面 積 a の 鉛 直 分 布 お よ び 酸 素 吸 収 率 を 予 測 す る 方
	法 を 明 ら か に し、 そ れ が フ ル ス ケ ー ル プ ラ ン ト の 活 性 汚
	泥 混 合 液 に 対 し て も 適 用 で き る こ と を 検 証 し た。
	酸 素 吸 収 に つ い て は 気 泡 分 裂 ゾ ー ン、 下 向 流 気 泡 筒 の 気
	泡 流 ゾ ー ン、 曝 気 槽 底 部 の 反 転 ゾ ー ン、 曝 気 槽 の 4 ゾ ー
	ン に 区 分 し、 そ れ ぞ れ の 物 質 移 動 係 数 K_L や 気 液 界 面 積 a
15	に 及 ぼ す 液 空 塔 流 速 や 気 液 比 G/L の 影 響 を 明 ら か に す る
	と と も に 各 ゾ ー ン の 酸 素 吸 収 率 や 溶 存 酸 素 濃 度 の 鉛 直 分
	布 の 予 測 方 法 を 体 系 化 し た。 2) 濾 過 圧 力 3 ~ 10 kPa で 運 転
	す る 浸 漬 型 平 膜 装 置 お よ び 100 ~ 400 kPa で 運 転 す る 限 外
	濾 過 装 置 の 実 験 室 規 模 お よ び 商 用 規 模 の 装 置 を 用 い て 濾
20	過 特 性 を 明 ら か に す る と と も に 膜 面 へ の コ ロ イ ド の 堆 積
	が 進 行 し な い 透 過 流 束 (ク リ テ ィ カ ル フ ラ ッ ク ス) が 存
22	在 す る こ と を 明 ら か に し た。 ま た、 得 ら れ た ク リ テ ィ カ

申請者氏名

石田宏司

(2)

ルフラックスを用いて運転条件が膜面堆積物の濾過抵抗に及ぼす影響を予測する方法を体系化し、フルスケール活性汚泥装置で検証した。3)し尿の生物学的硝化脱窒処理における N_2O 発生を抑制するとともに硝化脱窒反応を完結させる最適運転条件の設定方法を体系化することを目的として、Uチューブ型深層曝気槽と膜分離装置を用いたパイロットプラントにより高MLSS、高SRT、低溶存酸素濃度条件下における硝化脱窒反応の実験的検討を行い、 BOD_5/TKN 比が3以下であっても脱窒工程の溶存酸素濃度が $0.5[mg \cdot L^{-1}]$ 以下となるよう制限曝気し、好気工程の大部分において溶存酸素濃度を $1[mg \cdot L^{-1}]$ 以下に、好気工程の終了時の溶存酸素濃度を $1[mg \cdot L^{-1}]$ 以上となるように制御すれば、 N_2O ガスの発生が抑制されるとともに炭素原を添加することなく硝化脱窒反応を完結させることができることを明らかにし、フルスケールプラントにより検証した。4)Uチューブ型深層曝気槽と膜分離装置を用いたパイロットプラントにより高MLSS、高SRT条件下における硝化脱窒反応の必要酸素量、硝化脱窒反応熱、余剰汚泥生成量などについて実験的、理論的検討を行い、必要酸素量はBOD負荷および全窒素負荷とMLVSS量から予測できること、硝化脱窒反応熱は呼吸に要する酸素量と硝化反応のエンタルピー変化から予測できること、し尿の高SRT運転では有機物の酸化にもとづく汚泥の増殖と汚泥の内生呼吸に伴う酸化分解とがほぼ均衡し、余剰汚泥の大部分を活性汚泥により分解されない有機物と無機物が占めることなどを明らかにした。

5

10

15

20

26