

II-391 活性汚泥法における微生物濃度比測定のための動力制御への応用に関する研究
(第3報) 微生物濃度比測定装置の試作

大阪大学工学部環境工学科 正会員 藤田正憲
大阪大学工学部環境工学科 正会員 橋本 奨
大阪大学工学部環境工学科 正会員 岩堀恵祐

前報の微生物濃度比 (S_r/S) 迅速測定に関する研究結果をもとに、ここでは実施に應用するための測定装置の設計・試作を行なった。

1. 微生物濃度比測定装置の設計諸元

○測定装置の概要: S_r/S測定計のブロック構成図を図-1に示す。本測定計は測定槽、これに連結され槽内混合液の透光度及び液面レベルを測定する計測部、一定量の検水を計量する計量槽と、動作工程に従い作動する駆動部及び動作工程を制御しS_r/S値を演算する回路から成り立つ。測定槽は塩ビ製で、上部は円筒型、下部は逆円錐型となり、底部に散気装置を設けた。また、計量槽は、塩ビ製・円筒型を採用した。吸光セルはガラス円筒管(外径25mm, 内径21.6mm)で、セル上・下部に散気装置が装着されている。上部からの気泡の作用により、セル部にはたえず測定槽内混合液が通過し、下部の気泡でセル内部を洗浄する機構となっている。光源はタングステン電球、受光素子はフォトランジスターを使用した。また、液面レベル計測用とした最大0.1kg/cm²を検出できるUゲージ式圧力検出器を採用した。受圧部は気泡洗浄により汚れを防止する機構が内蔵されている。駆動部は、①検水・希釈水サンプリング用水中ポンプ、②測定槽内攪拌、エアリフト、洗浄用エアポンプ、③洗浄切替用電磁弁、④測定槽に装着したピンチバルブ、⑤ピンチバルブ作動用エアポンプ、⑥ピンチバルブ動作用電磁弁、⑦希釈水用電磁弁から成る。

○検水量の選定: 微生物濃度S (mg/ℓ) の測定対象検水 v (ℓ) を微生物濃度S_{set} (mg/ℓ) まで希釈した時の希釈水量をv' (ℓ) とすると、(1) 式が成立する。また、(1) 式から希釈水量v' は(2) 式で示される。ここで、標準的な活性汚泥法では、曝気槽MLSS及び返送汚泥濃度は各々1,000 ~ 3,000 mg/ℓ、5,000 ~ 8,000 mg/ℓ程度に維持されているので、検水量v₁、v₂はそれぞれ6 ℓ、1.5 ℓ程度を設計の基本とすることができる。

○演算方法: 測定槽底部の圧力センサーにより検出する液面高さはH であるので、測定槽内混合液V_Hは(3) 及び(4) 式より(5) 式で表わされる。

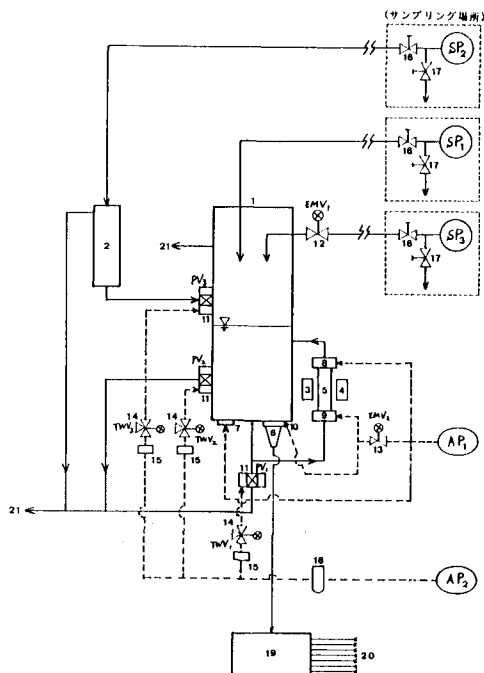


図-1 S_r/S測定計のブロック構成図

- 1: 測定槽、2: 計量槽、3: 光源、4: 受光部、5: 吸光セル、6: 圧力センサー、7: 散気装置(測定槽内曝気機はん用)、8: 散気装置(エアリフト用)、9: 散気装置(吸光セル洗浄用)、10: 散気装置(圧力センサー)、11: ピンチバルブ(Pinch Valve: PV)、12: 三方電磁弁(希釈水用, Electro-Magnetic Valve: EMV)、13: 二方弁(洗浄用, EMV)、14: 三方弁(Three Way Valve: TWV)、15: 逆止弁(No-Return Valve: NRV, 手動)、16: 手動バルブ(検水、希釈水量調節用)、17: 手動バルブ(バイパス用)、18: エアフィルター、19: 回路、20: 制御信号、21: ドレン

SP: Submersible Pump (水中ポンプ)
AP: Air Pump (エアポンプ)

$$S \cdot v = S_{set} (v + v') \quad \text{----- (1)}$$

$$v' = \{(S/S_{set}) - 1\} v \quad \text{----- (2)}$$

$$v_0 = \pi h_0 (r^2 + rR + R^2) / 3 \quad \text{----- (3)}$$

$$v_H = \pi R^2 (H - h_0) \quad \text{----- (4)}$$

$$V_H = v_0 + v_H = \pi \{3R^2 \cdot H + h_0 (r^2 + rR - 2R^2)\} / 3 \quad \text{----- (5)}$$

$$\frac{S_r}{S} = \frac{v_1 \cdot V_{H2}}{v_2 \cdot V_{H1}} = \frac{v_1}{v_2} \cdot \frac{3R^2 \cdot H_2 + h_0 (r^2 + rR - 2R^2)}{3R^2 \cdot H_1 + h_0 (r^2 + rR - 2R^2)} \quad \text{----- (6)}$$

測定対象検水を検水Ⅰ、検水Ⅱとし、その検水量を v_{H1} 、 v_{H2} 、その液面高さを H_1 、 H_2 とすれば、微生物濃度比 S_r/S 値は(4)式、(5)式から導かれる(6)式で計算される。ここで、 v_1 、 v_2 、 r 、 R 、 h_0 は装置より決定される値であることから、 S_r/S 値は液面高さ H_1 、 H_2 だけを計測すれば、求めることができる。

2. 微生物濃度比測定装置の工程設計

S_r/S 測定計の工程をフローチャートで示すと図-2のようになる。本工程は、①検水計量工程、②希釈水流入工程（透過光計測）、③液面高さ計測工程、④演算工程、⑤洗浄工程、⑥排出工程から成り、1サイクル測定後、検水ポンプを切替えることにより対象とする混合液を変更する。

活性汚泥法実施設に S_r/S 測定計を設置した場合の動作工程は次のように成る。なお、各動作工程はすべてシーケンス・タイマーにより行なわれる。

水中ポンプ SP_1 により測定槽内の活性汚泥混合液（検水Ⅰ）を流入させる。エアポンプ AP_2 を作動し、ピンチバルブ（ $PV_1 \sim PV_3$ ）を閉じる（三方電磁弁 $TWV_1 \sim TWV_3$ 作動）ことにより測定槽に検水Ⅰを満たしながら、エアポンプ AP_1 で槽内攪拌、吸光セル部エアリフトを行なう。 SP_1 、 AP_1 を止め、 PV_2 を開ける（ TWV_2 をOFF）ことにより検水Ⅰを計量し、再び PV_2 を閉じる（ TWV_2 作動）。 AP_1 の作動による槽内攪拌、吸光セル部エアリフトと透過光計測を行ないながら、電磁弁 EMV_1 を開け、水中ポンプ SP_3 により処理水で槽内混合液を希釈する。この動作工程は透光度が T_{set} に達するまで続ける。透光度が T_{set} に達したら EMV_1 を閉じ、 SP_3 を停止し、シーケンス設定時間まで AP_1 を動かす。 AP_1 停止後、圧力センサーにより液面高さを計測し、(5)式から槽内混合液量を演算する。最後に、 AP_1 、電磁弁 EMV_2 を作動し、吸光セル部、圧力センサー受圧部を気泡洗浄してから、駆動部すべてを停止し、混合液を排出する。次に、 SP_2 により計量槽内に返送汚泥（検水Ⅱ）を入れ、さらに、測定槽内に検水Ⅱを流入させ、検水Ⅰと同様操作で計測する。以上の動作工程を交互に繰り返すことで、 S_r/S 値を演算し、記録する。

3. 試作装置の仕様

S_r/S 測定計の試作装置を写真-1に示す。ここで、測定槽の上部は内径298mm、有効高さ700mm、下部は上底内径298mm、下底内径25mm、高さ60mm、計量計は内径51mm、有効高さ700mmとなっている。又、 v_1 、 v_2 は各々5.71ℓ、1.50ℓである。最後に、本試作装置は、①対象検水の微生物濃度を直接測定する必要がない、② S_r/S 値を容量換算で算出する方式である、③透過光を光電子スイッチとして利用している、④対象検水、希釈水が同一由来のものであれば色相の影響を受けない、⑤気泡洗浄機構を有する、⑥ピンチバルブの採用により目づまりが生じない、などの特徴を有する。

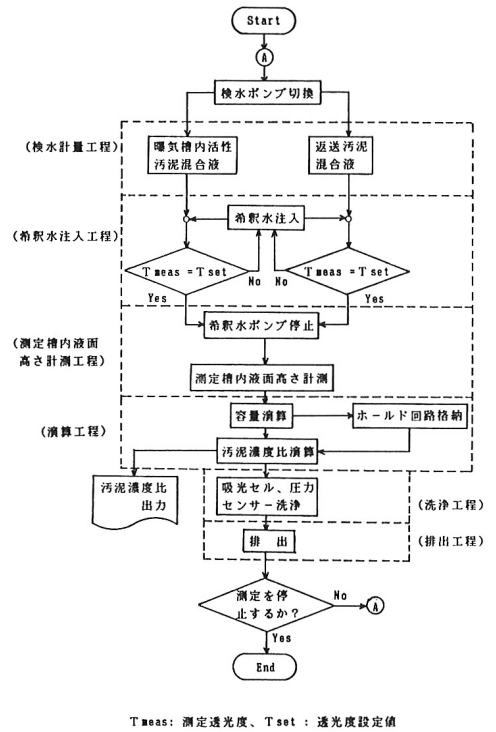


図-2 動作工程のフローチャート

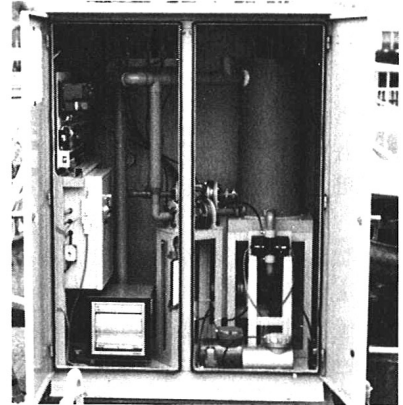


写真-1 試作した S_r/S 測定計