

○京都大学 工学部 学生会員 Muki Shmuel

Sheffer

京都大学 工学部 正会員 平岡正勝

京都大学 工学部 正会員 津村和志

はじめに

活性汚泥法は流入下水負荷変動のため非定常状態で運転させる。このため、処理の安定化のためにプロセスの制御が必要となる。プロセスの制御をモデルに基づいておこなおうとする制御方策は種々の提案がある。しかしそれら方策は実用化を考えるといくつかの問題をかかえている。

本研究の目的は、モデルを使う新しい制御方法を提案することである。本方法の特徴は、モデル群を考え、流入変動等に応じ、適当なモデルを選択することにある。

活性汚泥のモデル構成

活性汚泥システムをモデル化するためには、曝気槽内の生物学的システムを分析し、システム内の各成分の変化過程を調べることが必要である。

図1は本研究で構成された、システム内各成分の代謝過程である。浮遊性物質と溶解性物質を別々のものとしてではなく一つのものとしてみる時には、

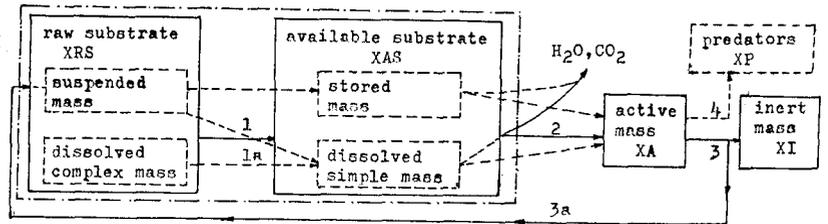


Fig. 1. Schematic representation of the activated sludge biosystem (volatile part) 1. Sorption, (1a. Enzymatic breakage) 2. Growth, 3. decay, (3a. Resolubilization), 4. Predation.

これを "raw substrate" と呼ぶ。吸着された浮遊物質と、酵素により分解され

た複雑な溶解性物質とをあわせて "available substrate" と呼ぶ。

各過程の反応速度の形を簡単に述べておく。

- 1) 同化: Monod型の式を用いる。微生物が増殖するために available substrate を利用する。
- 2) 吸着と酵素による分解: Blackwell の提案した式を次の二点で改善して用いることにした。まず吸着過程は酵素分解の影響を受けるので MLVSS の代りに XA を用いることにした。次に基質濃度の効果を考慮して XRS の影響を式に組み入れた。
- 3) 細菌の死亡: 簡単な一次式を用いる。ただし死んだ細胞質は二つの部分に分かれる。一つの部分(パラメータ $\frac{1}{2}$ によって決められる)は不活性物質になる。もうひとつの部分は再び基質として代謝作用を受ける。すなわち、図1に示すような物質のサイクルを考える。

制御のための活性汚泥モデル群

各反応をまとめ、曝気槽において物質収支をよければ、モデル化が完了する。ただしモデルの実用化を考える場合は、次のようなことを考慮に入らなければならない。まず、既存の監視制御機器の導入の状況によっては、システムの組成物質を多く分けすぎると実際上役に立たなくなる。それゆえ本研究では浮遊性物質と溶解性物質

を一つのもののみとした。すなわち基本的なモデルは raw substrate ; available substrate ; active management mass の4つの部分より構成される。

またモデルを実際を使う際には、できるだけ簡単なモデルが望ましい。本研究では次のような簡略化を考える。raw substrate と available substrate とを一つの基質相として組合わせて単純化したモデル。さらに KXA ≫ XRS の場合で、同じ過程が一次型の数式になるモデルを考える。活性汚泥システムをモデル化するとき、一つのモデルではなくこのような階層化したモデル群を使うほうが実用上便利だと考えられる。

シミュレーションによるモデルの比較

曝気槽への流入水量および流入有機物濃度の変化に対する3つのモデルの応答を、計算機シミュレーションによって調べた。モデルのパラメータ値は3つのモデルを定常状態にして同じような出力を出させるように決められた。流入の周期的変動は次の式によって表わされる。流入値 = (定常状態の流入値) × (1 + α · sin $\frac{2\pi}{n} \cdot T$)、ここに、α = 定常状態の流入値に対する変動の振幅比、n = 周期、T = 時間。

流入の周期的変動によるシミュレーションの結果を図2～図4に示す。図2は、同じ周期 (n=24) における3つの異なる振幅 (α=0.25, 0.50, 0.75) での結果であり、図3は同じ振幅 (α=0.75) での異なる周期での結果である。

変化の振幅が小さい場合は全モデルの計算結果は同じであるが振幅が大きくなるとXRSの変動の相違も無視することできない。ただし振幅が大きくなっても (α=0.75) 周期が短い場合は全モデルのXRSの計算値は接近する。いずれの場合も、モデルのXRS値が違ってもMLVSSの計算値は等しくなる。流入下水は通常最初状態を通るから曝気槽への流入有機物濃度変動と流入下水水量変動との間には位相のずれが生じる。入力の変化が同位相の場合と位相差のある場合のモデル計算結果を図4に示す。下水水量と有機物濃度の曝気槽へ逆位相で流入する場合、XRSに与える効果は相反する。そのため、モデルの計算値は、全モデルでほぼ等しくなることは同図によって明らかである。

ステップ変化の場合はモデルの計算値の相違はステップ変化の種別による。下水水量と有機物濃度とが同時にステップ的に変化する場合、モデルの相違は無視できない。しかし、ステップ変化が下水水量だけであれば相違はあまり認められない。有機物だけのステップ変化の場合はモデルの相違は実用上なくなる。

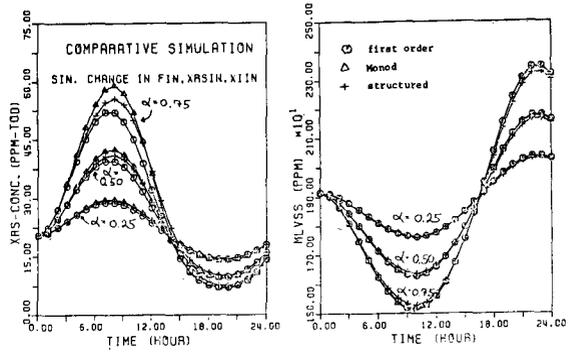


Fig. 2. simulation results. same frequency (n=24) different amplitudes (α=0.25, 0.5, 0.75)

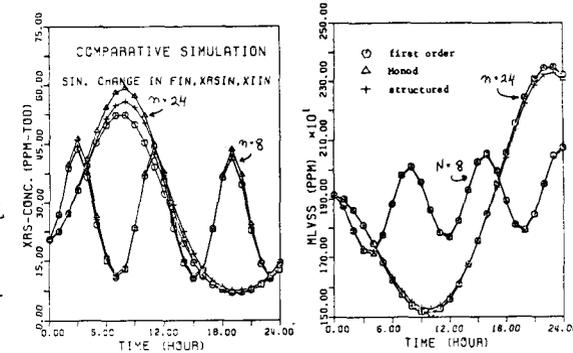


Fig. 3. simulation results. same amplitude (α=0.75) different frequencies (n=24, 8).

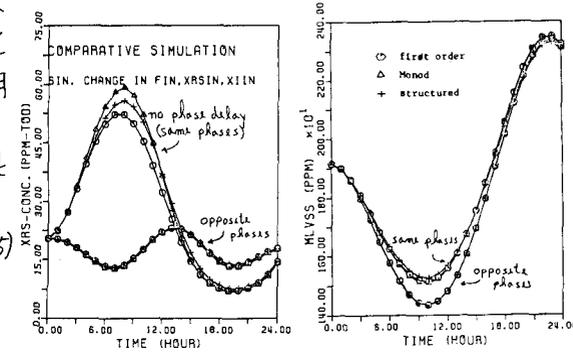


Fig. 4. simulation results. with phase delay (opposite phase) and without delay.