

II-481

下水処理プロセスを対象としたオブジェクト指向シミュレーション

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○倉田 学児
 京都大学大学院工学研究科 正会員 津村 和志
 (財)大阪科学技術センター 正会員 平岡 正勝

1. はじめに

現在、家庭等からの下廃水の処理は、流域下水道・公共下水道・農村集落排水・合併処理浄化槽など、規模や形態の異なる様々な方法によって処理がなされている。これらの適切な制御や運転管理に対してプロセスのシミュレーションが重要な役割を果たしているが、従来のシミュレーション手法は、系を複数の微分方程式に展開したり、伝達関数を用いるなどの技法を用いているために、ある程度の数値計算やプログラミングの知識が必要とされた。しかし、今後小規模の施設が増加するに従って施設数も膨大となり、数値計算などの素養のある管理者を各施設に配置することは困難となるため、従来のシミュレーション手法に代わるユーザーの立場に近い形のシミュレーション技術が求められる。

本研究では、オブジェクト指向による下水処理プロセスのモデル化によって、実際の施設のイメージをできる限り忠実に再現し、数値計算の初心者でも容易に利用できるシステムの構築を目指した。

ここで用いたオブジェクト指向というモデル化の手法は、対象となるシステムに存在する個々の部品に着目して、部品毎にデータ構造や手続きを独立に作成して、それらの複数の部品をつなぎ合わせることによって、シミュレーションなどの仕事を実現するものである。この点を有効に利用すると、図1に示したようにシミュレーションまでに必要となる作業を各段階で適切に分離することができるため、最終的な利用者に対する負荷を著しく低減でき、日常的な業務の中でもシミュレーションが有効に利用できるものと考えられる。

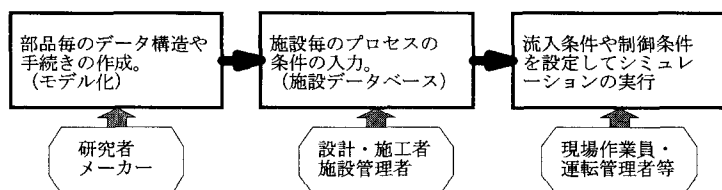


図1 シミュレーションの為の準備作業の分離

2. 活性汚泥プロセスを表現するための部品構成とモデル化

まず、大規模から小規模に至るまで一般的に用いられている活性汚泥法による処理プロセスのシミュレーションを実現することを目指して、上記の第一ステップである部品毎のモデル化を行った。一般的な活性汚泥法のプロセスフローに加えて、計測・制御系までも含めて再現できるように、図2に示したような各部品を用意している。これらの部品は言語としてC++を用いてワークステーション上で作成し、ライブラリとして保管されているので、必要に応じて取り出して、形状や能力などの属性を与えるだけで、流量の計算に必要な損失水頭や反応の計算が可能となる。さらに、これらの部品を実際の施設の機器の接続と同じイメージによって結び付けていく事で、全体のシミュレーションが実現できる。

利用できる部品の種類は、まだ限られているが、部品ライブラリを充実することでより詳細なシミュレーションが実現できる。

また、図中にも示しているように、曝気槽の動力学モデルの分離を行って、モデルの選択によって異なる水質項目の扱いや、反応の微分方程式などを、その中に押し込めている。それによって、他のオブジェクトのプログラムを変更することなく、曝気槽モデルを取り替えることができるようになり、複数モデルの利用が可能

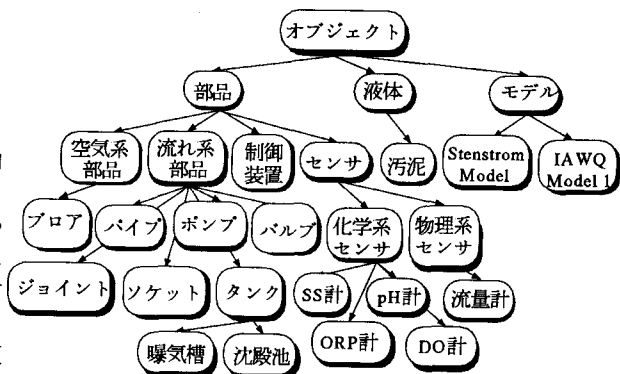


図2 活性汚泥プロセスの為の部品構成

になっている。

図3は、パイプのモデルに関して詳細に示したものである。プロパティリストとは、パイプの属性値のリストで、この値を設定することで右側に用意されている手続関数を用いてそれぞれの操作や計算を実現することができる。

プロパティリストは、図のようなユーザーインターフェイスを用いてシミュレーションの実行時にユーザーが与えることも可能であるが、大規模なシミュレーションになると、これらの条件を入力するだけでも相当な作業になる。

そこで、本研究で作成したシミュレーターでは、プロパティリストの値を施設データベースから直接読み取ることができるように設計している。これによって、機器の更新や改造に伴って施設データベースを変更するだけで、直ちにシミュレーション結果に反映することになる。

新たにデータが必要となった際に図4に示したようにデータを利用するための変換操作や移行作業を省くことは、日常業務の中でシミュレーションの様な新たな情報利用の業務を取り入れていく場合には極めて重要なポイントになるものと考えられる。

本研究では、このような情報の流れに特に注意しながらシミュレーションを行い、システムの検証を進めた。

一例として図5に示した様なプロセスフローを持った2000人規模の合併浄化槽での間欠曝気制御をはじめ、ステップエアレーションや硝化液循環法を採用した中規模以上の終末処理場などの構造を実験的にデータベース上に作成した。その情報を読み込むことで、計算機の中に施設のプロセスフローに対応した一連のオブジェクトを形成し、これを用いてシミュレーションを行った結果、数値的には従来の手法に劣らぬ結果が得られ、さらに制御系を組み込んだ際の動特性や、曝気槽モデルを入れ替えた際の結果の違いなどの豊富な情報も容易に得られることが実証された。

3. まとめ

オブジェクト指向の考え方を利用して下水処理プロセスのシミュレーターを構築してきたが、特に情報の流れに着目することで、モデル化や施設構造データの取得、シミュレーションの実行、結果の表示や評価などの一連の手順がスムーズに進行するようになった。このようにシミュレーターを核として新たな情報の流れが生まれることから、これを有効に利用し、下水道の運転管理や維持管理を含めた情報の統合化が実現できると期待できる。

また、オブジェクト指向に基づくモデル化が、グラフィカル・ユーザー・インターフェイス (GUI) との相性が良いことから、X-WINDOWやMS-WINDOWSなどの環境を最大限に利用して一連の作業を対話的に進めることで、操作性を一層向上させられることが判明したので、ユーザー・インターフェイスの構築が今後の重要な課題の一つになってくるものと考えられる。

参考文献

J. ランボー・M. ブラハ他、オブジェクト指向方法論OMT ―モデル化と設計―，トッパン，1992

倉田・津村・平岡 オブジェクト指向を用いた水処理プロセスのシミュレーターの開発，第31回下水道研究発表会，1994

パイプオブジェクト		識別名	返送管1-A
プロパティリスト		手続関数	
管形状	円形管	損失水頭の計算	
管径	0.20 m	流入に伴う水質変化の計算	
管長	10.00 m	属性の問い合わせ・変更	
材質	強化ビニル	初期条件の設定	
設置年次	平成元年	状態の表示	
接続先1	曝気槽流入管		
接続先2	返送ポンプ		
粗度係数	0.013		

図3 パイプのモデルに関する情報

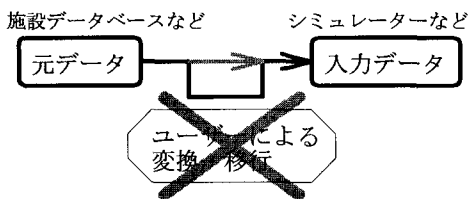


図4 データの相互利用の促進

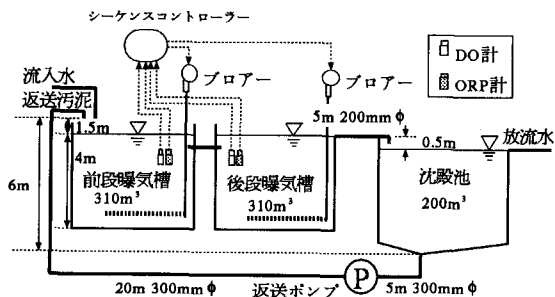


図5 合併浄化槽のプロセスフロー