

II-553

下水道管理におけるデータベースとシミュレータの構築に関する研究

京都大学工学部 学生員○志間 正和

京都大学工学部 正会員 津村 和志

京都大学工学部 正会員 平岡 正勝

1. はじめに

下水道が都市生活や都市活動を支えるものとして、不可欠なものとなってきている現在、下水道の機能を保つことは極めて重要である。本研究では、下水道の運転管理を支援する意味で、下水の流達過程に注目し、その流れをシミュレートすることにより、運転業務に必要な情報を提供することの可能性について検討を行った。この目的を達成するために、次のように方針を定めた。

1. 下水道施設情報に関するリレーショナル・データベースを構築する。また、空間的の広がりをもつ下水道施設情報に対するマンマシンインターフェースとして、マッピングシステムを使用する。
2. 運用を中心とする手法を開発する。シミュレータはオブジェクト指向によるソフトウェアとして構築する。

2. ハードウェアの構成と情報の流れ

以上の方針に沿って研究を進めてゆくにあたり、本研究では、作業を分散処理で行なうことを試みてみた。つまり、データベースは日立のワークステーション 2050G に構築し、シミュレーション作業は、SONY のワークステーション NEWS 上でおこなっている。この間のデータのやりとりは図1の様になっている。要するに、データベースのデータから、オブジェクトを生成するプログラムを通してオブジェクトを生成し、これとクラス記述をしたファイルをリンクさせて実行することにより、シミュレーション結果が得られる。この結果をデータベースにフィードバックさせるという流れになっている。

3. オブジェクト指向的アプローチ

本研究では、施設管理ために蓄積されているデータベース内の各施設の情報から、オブジェクトを生成し、クラス定義でメッセージの解釈の仕方を記述しておく。そして、オブジェクトにメッセージを送ることで、シミュレーションを実行することを検討した。

これらのクラスから生成したオブジェクトを連結させてフローを組み立てるのだが、そのために、すべてのクラスの基底クラスとして、unit というクラスを定義した。クラス階層は図2の通りである。これにより、異種オブジェクト間の結合が可能となり、一連の下水道のフローを組むことができる。

ここで、汚水量の時間変動パターンは地域の環境に依存すると考え、地域もオブジェクトとしてとらえ、area というクラスを設け、時間変動パターンごとにクラス分けをした。

オブジェクト指向では、施設管理にのみ情報を利用するだけでなく、その情報を利用してシミュレーションが行なえることが認められた。

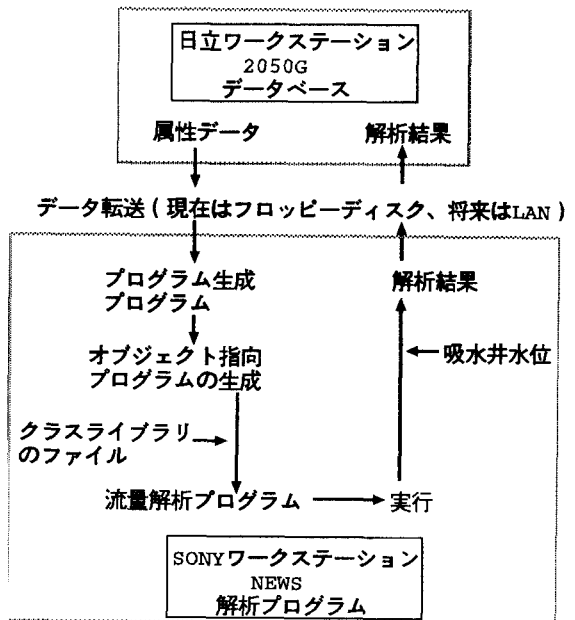


図1 ハードウェアの構成と情報の流れ

4. シミュレーションの基本概念

本研究では、次のような流れに沿って、解析を行なってゆくシミュレータを構築した。

ある時刻 t に関して、ポンプ場オブジェクトから上流側へオブジェクトをたどり、最上流端オブジェクトに進む。そして、各オブジェクトにおいて、時刻 t における流出量を下流側オブジェクトに渡し、それを下流側オブジェクトにおいて、時刻 t における流入量とする。これをポンプ場オブジェクトに到達するまで繰り返す。

マンホールオブジェクトでは、それと関連のある地区オブジェクトと、上流側のオブジェクトからの、時刻 t における流入総量を得る。それを時刻 t における流出量とする。

下水管オブジェクトでは、時刻 t における流入量 q から、流速を計算し、管内の流達時間 δt を求め、時刻 $t + \delta t$ における流出量を q とする。

ポンプ場オブジェクトでは、時刻 t までの流入量の合計から、吸水井水位を求める。

これらのプロセスを一定の時間間隔で繰り返し行ない、ポンプ場での吸水井水位上昇を観察するというしくみになっている。

5. 流量解析のアルゴリズム

下水の流れは、本来、開水路の不等流である。これを厳密に解析しようとすれば、計算時間を要する。本研究では、まず、計算の第一段階として、等流を仮定して流量解析を行なった。実際の下水道においても、変動は緩慢であるから、等流と近似しても差し支えないものと思われる。

下水の流れは manning の式に従い、流入時の流量から求められる流速を流出時まで一定に保つとすると仮定した。そして、一分ごとに流速を計算し、その一分間に流入した流体は、時間的に前後に流入した流体の影響は全く受けず、独立に流れると考え、それぞれについて、流入時刻と流速から流出時刻を求める。ここで、問題になるのが、manning の式は定常流に対する式であるのに対し、実際のシミュレーションには非定常的な時間変動を伴う。ゆえに、時間的に後から流入した流体が、先に流入した流体を追い越したり、連続的な流れが、断続的になってしまったりする。そこで、10 分毎に 10 分間に流出する流体の総量を求め、その 10 分平均をとり、その値を 10 分間の流出流量であるとして、下流側へ伝える。

これにより、不条理な結果を補正し、等流計算式を

用いながら、時間変動を表現できるようにしている。

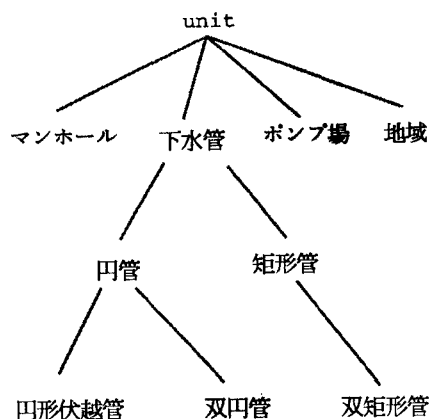


図2 クラス階層

6. おわりに

本研究では、データベース内の下水道施設情報をオブジェクトを生成する源としてとらえることにより、シミュレーションなどへの情報利用の可能性と有用性を見出すことができた。しかし、いくつかの問題点を抱えている。一番大きな問題が、下水道に関して、等流近似を行なったことである。現段階では、ほぼ適切な時間遅れをもって各地点で流量変動していることと、下水量の収支があっていることをもって一応の結果としている。次の段階として、不等流での計算を行ない今回の結果を検討したい。

このためには、クラスのライブラリーのメソッド部分を修正すればよく、他の部分は変更する必要がない。これも、オブジェクト指向の利点である。今後、さらに、検討を進めて行きたい。

謝辞

本研究において、データ管理マッピングシステムを提供し、データベースの構築に御援助いただいた日立製作所大みか工場公共システム設計部の福島様を初めとする皆様と、下水道施設データの集取にご協力いただいた寝屋川南部広域下水道組合の山下様に、感謝の意を表します。

参考文献

岩佐義朗：水理学 朝倉書店