

II-55

合流式下水道における雨水流入シミュレータ

京都大学工学研究科環境地球工学専攻	学生員	○高木勝久
京都大学工学研究科環境地球工学専攻	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

近年、都市化の進行により、土地の保水能力が低下し、雨水が短時間に下水管渠に流入するという現象が見られている。合流式下水道を効率的に運用するためには、下水道に対する入力、特に降雨に由来するものの量を可能な限り正確に把握することが重要となる。そこで本研究では、幹線下水管への雨水流入シミュレータを個別の降雨毎に、また個別の集水区毎に現実に即した形で構築する。

2. シミュレーションの方法

本研究では、シミュレーションをオブジェクト指向で行なう。オブジェクト指向では、現実の事物に一対一対応するようにオブジェクトを生成させ、これらが互いにメッセージを交わしながら計算を進めていくという方向でプログラムを作成する。下水管渠への雨水の流入量を考える際には、オブジェクト指向では以下の事象を取り扱わなければならない。

- i. 降雨の状態が経時的にどのように変化するかを記述する。(降雨のハイトグラフ)
- ii. 降雨のあった集水区の土壌の水分浸透能・土地利用状況・凹みの有無などから、下水管に流入しない降雨(損失降雨)成分を求めて、i. で得られた降雨量から損失降雨量を差し引いて流入する降雨(有効降雨)成分を算定する。(有効降雨のハイトグラフ)
- iii. 降雨のあった地点の粗度・傾斜・マンホールまでの距離・集水区の面積と ii. で求められた有効降雨量から、下水管への流入量の経時変化を算定する。(流入ハイドログラフ)

これらの3つの作業をそれぞれ、降雨についての諸元と降雨のハイトグラフを描く関数を持つ Storm オブジェクト、浸透能・土地利用状況・凹みの有無などの集水区の状況を表すデータと有効降雨のハイトグラフを描く関数を持つ Erain オブジェクト、粗度・傾斜・マンホールまでの距離・面積などの集水区の状況を表すデータと流入ハイドログラフを描く関数を持つ Catchment オブジェクトという3つのオブジェクトに持たせ、各々のオブジェクトの間のメッセージの受け渡しという形で、オブジェクト指向言語 C++を用いてプログラムを作成し、シミュレーションを行なった。(図-1 参照)

3. シミュレーションのためのクラス

オブジェクト指向プログラミングに不可欠な概念のひとつに、「クラス」というものがある。「クラス」とは、オブジェクトが持つデータの型とそれら进行处理する手続きを定義するものである。オブジェクトはクラスのインスタンスとして生成され、生成されたオブジェクトはクラスで定義されたデータと手続きを持つことになる。これにより、例えば同じモデルを用いている2つの Storm オブジェクト A,B は同じ型のデータと同じ手続きを持ち、本質的に同じ構造でありながらデータの値の違いにより異なる降雨状態を表すことができる。

さらにクラスは、継承機能を有している。すなわち、複数のクラス間で階層構造を形成し、下位のクラスは上位のクラスが持つデータの型とそれら进行处理する手続きの定義をそのまま受け継ぐことができる。この機能のため、クラス間の関係が明らかになり、また上位クラスを共有する複数のクラスから生成されたオブジェクトは、同一のメッセージに対して異なるアルゴリズムでデータを処理してから同種のメッセージを返すこともできるようになる。

本研究で用いたプログラムのクラス階層は図-2 の通りである。

4. シミュレーション結果

シミュレーションの対象とした地域は、図-3 中の斜線で表した集水区1と集水区2である。この2つの集水区は、面積はほぼ同じであるが流路長は集水区2の方が集水区1に比べて約5倍もの値を持っている。

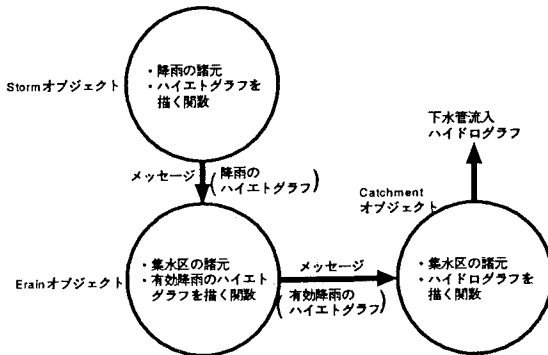


図-1 オブジェクト指向型シミュレータ

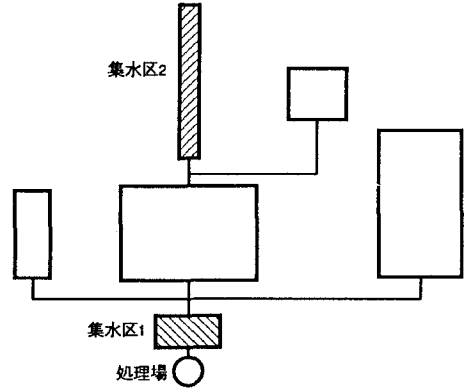


図-3 集水区概略図

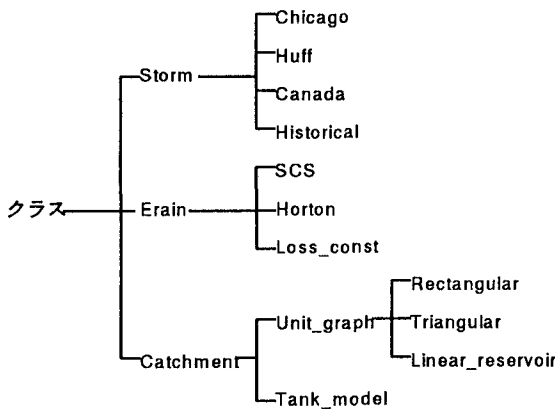


図-2 クラス階層

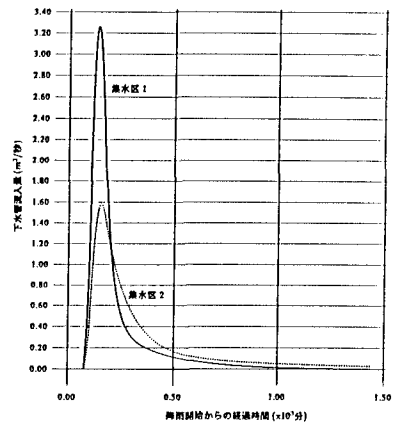


図-4 シミュレーション結果

このパラメータの違いが、下水管への流入量にどのような差異をもたらしたかをシミュレーションした。なお、この地域内での浸透域・不浸透域の面積比、浸透域の浸透能、凹地貯留量、傾斜は同じとした。

対象とした降雨は、継続時間 170 分、降雨量 44mm で、降雨開始から 105 分後に降雨強度がピークに達するカナダ型の降雨である。シミュレーションの結果は図-4 の様になった。

2つの集水区について流入ハイドログラフを比べてみると、集水区1の方は流量ピーク時刻（降雨開始から 137 分後）までは流入雨量が急激に増え、その後は流入量が急激に落ちるといふ挙動を示すのに対し、それよりも流路長の長い集水区2の方は流量ピーク時刻（降雨開始から 152 分後）に達するまでは流入量の増え方が緩やかでピーク流入量は集水区1の約半分にしか達しない半面、流入量の減り方も緩やかであることが分かる。

5. おわりに

シミュレータをオブジェクト指向により構築することで、現実の事象に対応するオブジェクトを生成し、各々が持つデータと関数を用いてメッセージを交換しながらデータの値を変えていくという、現実の事象に沿ったシミュレーション法を採ることができ、このことがシミュレーションを行なう際に有効であることを示した。

また、オブジェクト指向の利点である結合の容易さを活用し、下水管路解析や処理場のシミュレータと結合すれば、降雨から処理までを視野に入れた地域性を反映した環境の管理も期待できる。

参考文献

金丸昭治, 高棹琢馬 : 水文学 朝倉書店 1986

Alan A.Smith : MIDUSS User manual Alan A.Smith, Inc. 1990