

電子計算機による下水道管渠設計の計画化

京都大学工学部 正員 工博 末石 寛太郎

京都大学工学部 正員 工修 山田 淳

京都大学工学部 正員 工修 〇和田安寿

1. はじめに 都市化時代の加速とともに都市環境施設整備が急がれ、中でも下水道整備はその核となるものである。下水道計画の樹立に当っては、都市を十分に把握し、その上で定量化による合理的判断にもとづいて計画が樹立されなければならない事は言うまでもない。そのためには、多数の変数を組み入れ、従来の静的に取扱われていた要素を変数として、動的に取扱わなければならない。しかし、複雑、多様、膨大化する変数処理、計画・設計の情報処理を人間の労力と判断力により処理するには、自ずと限界があり、計算機の高機能の活用が計画を前進させ機能的なものに近づける。このような観点から、電子計算機による下水道計画・設計のシステムについて述べる。

2. 電子計算機とその利用

表-1, 下水道計画における計算機の利点

下水道計画に電子計算機を適用する場合、言うまでもなく次のような特徴を有している。これらの特徴を生かした利用方法は、初歩的なものから順に次の四段階に分けてみる事ができる。

迅速性	膨大化する計画・設計の高速度処理
高精度	正確、確実な計画・設計
記憶容量	複雑、多岐化する計画変数・パラメータの増大
制御	計画・設計作業の試行過程の自動化
多様化	多様な計画・設計の作成
適応制御	モデルを作成し、モデルを検討しながら、モデル自身を修正
学習制御	制御経験を教育標準として、モデルを配構成する学習制御
意志決定	学習制御による計画・設計の意志決定

第1段階：水理計算、構造計算、管渠設計、管網計算などに用いられ、特に管網計算のような繰り返し計算を行う。

第2段階：制約のある計画変数を用いて、目的関数を最適化するもの。

第3段階：モデルを作成し、モデルによる計画実験を行ない、実深値で検証するようなシミュレーションを行う方法。

第4段階：モデルによって計画実験を行ないその結果を吟味し、モデル自身を変えていくような学習効果を組み込んだ利用方法。

ここには、第1段階、第2段階を踏みながら第3段階への試みを目指している。

3. 下水道計画のシステム化

下水道計画を電子計算機を用いて計画する場合、計画のシステム化が重要になる。計画システムを図-1に示す。計画・設計者が基礎資料と計画・設計基準の設定を行なうと、以下の作業はすべて計算機が自動的に実行するシステムを考える。計算機は、与えられた情報のもとに計画の手順を整え、流れのルートと地盤高低差により自動的に決定し、このルートにもとづき下水道系統を決定する。これが決定されると多くの設計変数のもとで、下水道計画を行い、水理計算を繰り返し、管渠径の決定のもとに埋設する。次に費用計画を行い、費用の積算を完了すると、計算機の中での比較検討結果とともに、多数の下水道計画を作成する。次に計画評価関数のもとで、計画を評価し計画の評価がフィードバックされ、計画評価のパスしたものが残される。最後に、少数に選ばれた計画案を人間がデシジョンメイキングを行い計画が決定樹立される。

図-1. 下水道計画システム

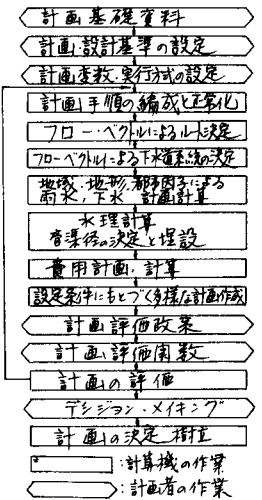
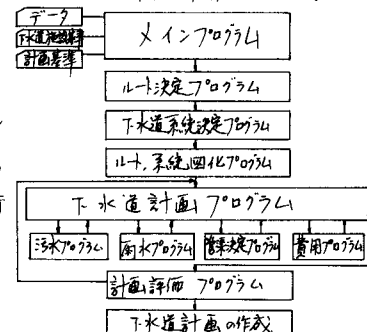


図-3 下水道計画プログラム構成



4. 下水道計画のプログラム構成

プログラム構成は、図-1の考えのもとに図-2に示す。メインプログラムは、計画の中核をつかさどり、データ、下水道施設基準、計画設計基準を読みこみ、それにもとづく計画手順の編正と実行を行なう。

地形、地盤高にもとづいて下水道幹線ルート⁽¹⁾の自動決定は、ルート、下水道系統プログラムにより行なわれる。これらが決定されると下水道計画プログラムがサブプログラムを呼び出し、個々の計画計算が実行される。ルート決定においては、フローベクトル⁽²⁾を用いる。フローベクトルは次のようなものである。

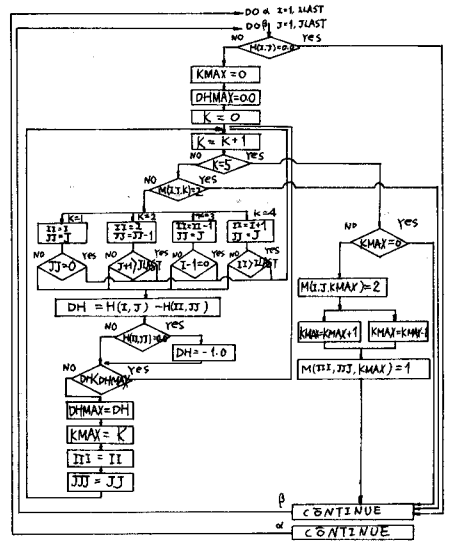
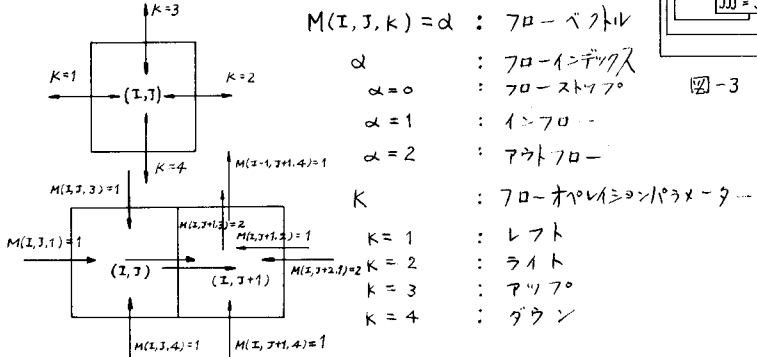
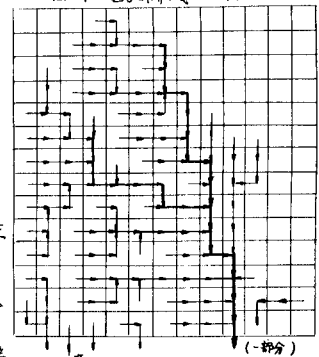


図-3 幹線ルート決定プログラム

図-4 電子計算機による下水幹線図



ブロック (I, J) の隣接ブロックを $k=1$ より検討を始め、地盤高低差 DH を求め、基準判定値 $DHMAX$ より大きいと、 DH を $DHMAX$ と変換し、その方向を記憶する。順次これを繰り返して、最大勾配方向にルートを決める。フローベクトルの決定のもとに、隣接ブロックとの間に流れの伝播が行なわれる。これを計対象マトリックス全体に行い幹線ルート図が作成される。フロープログラムの一部を図-3に示す。

5. 適用例 1例とし、人口5万、計画面積300ha地域をとりあげ、合流式下水道管渠計画を試みた結果の一部分が、図-4である。計画基本ブロック面積は1haとし、放流地点、処理場は、河川との関係上それぞれ、座標 $(14, 11)$ 、 $(26, 14)$ にとる。地形条件による幹線の面的配置とよめるウエイトが連続的に表われ、地域間のつながりが下水道幹線により明確化され、ルートにもとづく多様な計画が作成される。幹線の管渠断面図-5

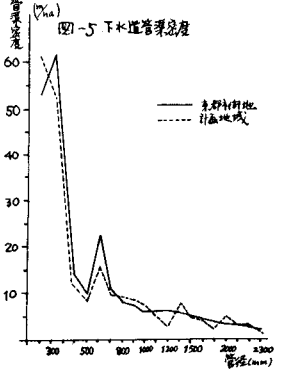


図-5 下水管渠断面

とを(比較してみると、余り大きな差はなく、幹線計画の自動化がより正確化されると思われる。

6. おわりに 電子計算機を設計の計画化に適用することにより、下水道幹線計画は、新しい高い次元での計画が可能となり、合流式、分流水、合分流水の比較検討、下水道系統の検討、処理場の数と位置の検討、人口、住宅、土地利用の変化による計画の考察と修正、フィードバックが瞬時可能となる。下水道設計の計画化が、計画のテンシヤルを高め、高いステップでの計画設計へと前進させる。

参考文献
 1) 石山, 山田, 和田: 電子計算機を用いた下水設計の計画化。 水工学研究委員会
 2) 石山, 山田, 和田: 電子計算機を用いた下水管渠計画。 土木学会 関西支部講演集
 3) 和田, 小森: 下水道管渠断面と分析 (秘表)