

下水管網の計画について

神戸大学工学部 学生員 〇道下雅久
神戸大学工学部 正 員 清水 進

1. まえがき

最近、下水道の整備が急速に進められているが、その計画は「下水道施設基準」を基礎として、従来からの経験と勘に頼るところが多い。合流式あるいは雨水管きよの計画においては、1)人口推定、下水放流先の公害問題などの社会的要素、2)地形、降雨条件などによって支配される段差工、管径、流速などの自然的要素、3)掘さく費、土留工費、材料費、据付費などの経済的要素、これらの3つの要素について、総合的な最適計画がなされなければならない。しかしながら、これらの要素のなかで、1)の社会的要素と2)の自然的要素は、その計画の評価方法が困難である。そこで本報告においては、3)の経済的要素のみを考慮して、2)の自然的要素は施設基準の範囲内で計画して、最適計画を考察する。

2. 計算方法と結果

下水管きよ建設において、その工事費は概略掘さく費40~50%、下水管材料費20%、土留費15%、マンホール他15~20%となる。そこでいま、工事費の占める割合が最大である掘さく費を最小にするような計画を求める。下水管網の配置は、幹線と枝線の平面的な配置と、管きよこう配、段差工など縦断の配置が互に関連して決定される。そこで、与えられた平面的な下水管網の配置に対して、施設基準を適用して、掘さく費が最小になるように、縦断の配置を決定すればよい。さらに、いろいろな平面的な下水管網の配置の組合せについて、同じような計算をして、それらの組合せのうちで掘さく費が最小になるような下水管網を最適計画とする。

以上の計算方法においては、幹線と支線を含む任意の下水管網の計算を直接電算プログラムに組むことは困難があるので、下水管網における計算ルート、流速時間、マンホールにおける始末土おぼりの決定は、メインプログラムにおいて制御変数によって処理し、管径、こう配、流速などの計算はサブプログラムによって処理した。このようにして作成し

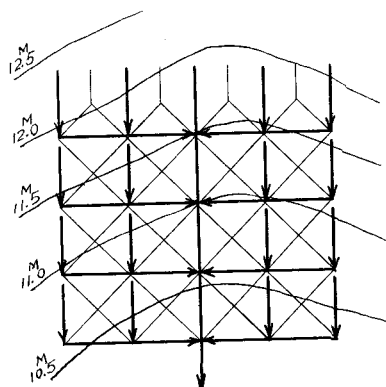


図-1

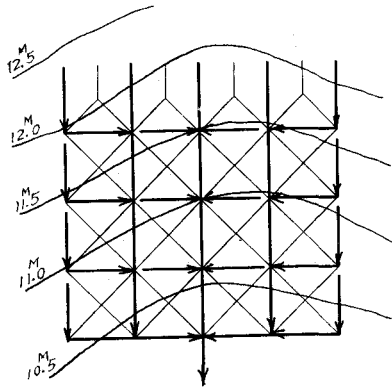


図-2

たプログラムによって、図-1～図-3に示すような排水区域のモデルについて、管きよの計算をして掘さく量を計算した。図-1の等高線に平行に幹線を配置したときの掘さく量が $4.023m^3$ 、図-2の等高線に直角方向に幹線を配置したときが $3.933m^3$ 、図-3は、図-1と図-2の中間的な幹線の配置であるが、このときの掘さく量は $3.883m^3$ で最小となる。なお、図-1～3に示す下水管網の排水面積は $16ha$ 、各管きよ長は $100m$ で、合流式である。管きよ計算は合理式を用い、降雨強度式はA市で適用されている石黒式によった。なお、最小土かぶり $1.1m$ とした。

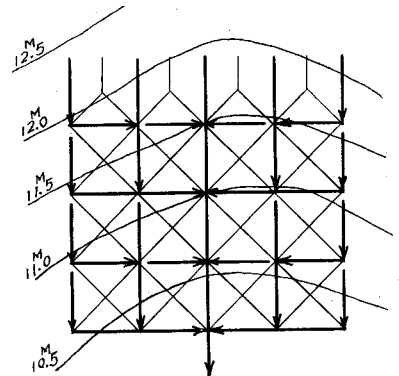


図-3

3. 最適計画の考察

以上の方法で最適下水管網を求めれば、緩傾斜地においては最小流速で、土かぶりも最小となるような、ほぼ地表面に平行な管網計画となり、急傾斜地においては、最大流速で、段差工をともなって地表面に平行となる。そこで、管きよ材料、段差工などの費用も考慮して、DPによって管網計画を考察する。図-4を参照して、幹線計画のみを

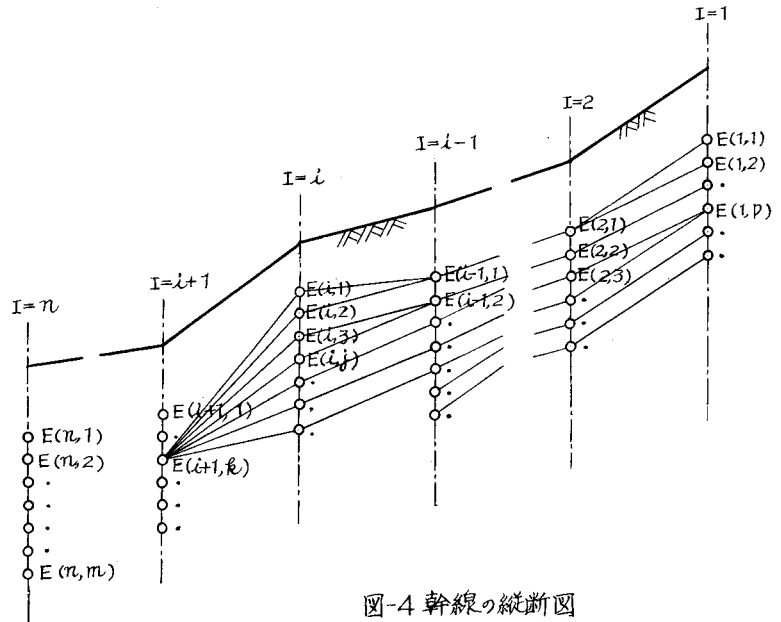


図-4 幹線の縦断面図

考えて、地表面こう配が急変する地点をマンホールを設ける地点とする。各地点において、土かぶりの変化を適当な間隔で与えて、上流端の $E(i, p)$ から i 地点の j の土かぶりに致る最小費用を、 $f_i \{E(i, j), E(i-1, h) \dots E(1, p)\}$ とし、 i から $i+1$ 地点に致る費用を $g_{i+1} \{E(i+1, r), E(i, j)\}$ とすれば、 i 地点を出発点として、 $i+1$ 地点に致る最適ルートは次式で与えられる。

$$f_{i+1} = \min_{j, r} \{ f_i + g_{i+1} \} \quad (1)$$

(1)式の計算結果については、講演時に述べる。

参考文献

J.C.Liebman: "A Heuristic Aid for the Design of Sewer Networks" Sanitary Engr. Division, Proceedings of ASCE August, 1967