

II-202 Dynamic Wave Model を用いた都市域の流出解析

横浜市下水道局
日本工営

鈴木 昭
中村孝一
正員 ○ 中村 茂

はじめに リモートセンシングなどの気象観測技術の発達やコンピュータの処理速度の向上は、地域的により詳細な流出解析を可能にしている。ここでは、都市域を対象とする詳細な流出解析の試みを紹介する。

モデルの構成 モデルは図-1に示すように有効降雨、表面流出、管渠内流れ、浸水氾濫の4つの部分に分けることが出来る。有効降雨は航空写真をもとに対象流域を浸透域と不浸透域に分け、浸透域に一定の浸透度を設定し、その分の損失のみを考慮した。表面流出では人孔ごとに分割された小分割流域を矩形水路としてモデル化した。地表面の勾配が小さいため、この水路は緩勾配水路になる場合が多い。そこで、この水路内の流れに対してはダイナミックウェーブモデル(DWM)を採用した。DWMを採用するには常に水路に水深がなければならないが、水路の上流端から計画汚水量を常に与えることによって晴天時にも水深を得ている。水路の下流端では限界水深を境界条件として与えた。管渠内の流れは表面流出と同様にDWMを採用し、下流の影響や洪水波の拡散及び逆流をも考慮する。DWMの数値解法は、変化の急な流れに対しても高い適用性を示している陰式四点差分法を用いた。また、満管流の扱いは文献1)にならない仮想スロットを管頂部分に設ける手法を用いた。更に計算の安定性を確保するため、図-2に示すようにマンシングの n は管底から管径の10%の高さまで直線的に変化するようにした。浸水氾濫は人孔の上部に小分割流域の1/10の面積を持った仮想の貯水池を設定し、氾濫した下水はその部分に貯留され、管渠内のピエソ水頭の低下に伴い再び管渠内へ流入するようにした。

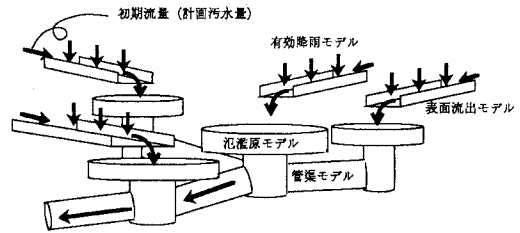
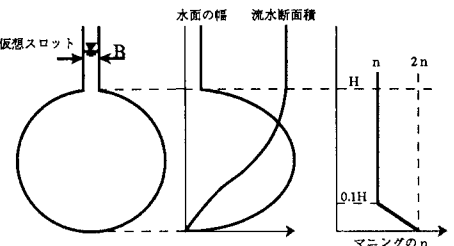
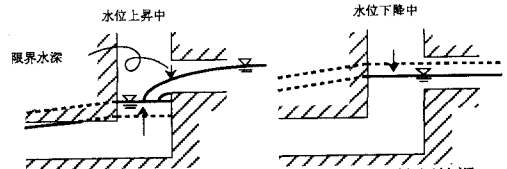


図-1 流出解析モデルの構成

図-2 仮想スロットとマンシングの n

実際の下水管渠では接合部分に段差がついている場合があり、その部分では流量の大小により水面形の接続と切断が起きている。限界水深が生じるような流れでは跳水などの局所的に変化の急な流れが発生し、数値解析上の不安定性を強く示す。Leap-Frog法を用いて数値解析を行なったこの問題に対処している例もあるが(文献2)、ここでは図-3に示すようにその部分の水深をもとに解析モデルの接続切断を行なうことにした。解析モデルが切断された場合の上・下流側の下流端・上流端境界条件は、下流側モデルに対しては上流側モデルからの流出量を与え、上流側モデルに対しては図-4に示すように下流端で限界水深を与えた。



ΔT 計算後に下流側管渠の上流端が、上流側管渠の所定の下流端水位より大きくなったら次の ΔT からは上下流側のモデルを接続して計算する。

ΔT 計算中に上流側管渠の下流端水位が所定の水位より下回ったら、 ΔT の計算を中断して上流と下流で別々のモデルを構成してその ΔT の計算をやり直す。

図-3 段落ち流れの取り扱い

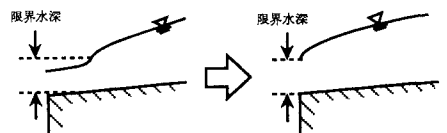


図-4 段落ち部のモデル化

尚、管渠への表面流の流入や管渠の接合部分の流れにおける壁面摩擦以外の損失については現象の複雑さのためにモデル化が難しく、開水路や管路流れが混在するモデルのなかでは壁面摩擦損

失に含めて考慮するのが妥当と判断した。

対象流域のモデル化 対象流域の新横浜駅前幹線系統は、一方を鳥山川、他方を新幹線の高架と盛り土で囲まれた排水区界の明確な地域である。この地域の地勢はほとんど平坦であり、主な隆起はJR横浜線の線路床とこれを横切る幹線街路環状2号線の新横浜陸橋のみである。航空写真から読み取った浸透域の割合は約18%である。流域内には250mmの円管から1950mmの矩形渠までの合流下水管渠が敷設されているが、その内1000mm以上の管渠を管渠モデルとして扱った。

管渠縦断は図-5に示すように勾配の平均化を行なった。これらの管渠の人孔毎に排水区（図-6）を設定し矩形水路でモデル化した。マンニングのnは表面流出部分では0.032を、管渠モデルでは0.014及び0.016（図-5）を用いた。

解析と結果 圧力式の水位計を用いて、図-6に示した1、8、22番の位置で管渠内の水深を測定した。このうち1番人孔の観測水深を下流端境界条件として、平成3年11月8日の降雨（流域内一様）を用いて流出解析を行なった。8、22番人孔の水深の比較によれば、計算結果は実測値をよく再現している。数値解析の差分刻みは空間、時間それぞれ7mと10秒間を用いた。8時間分の計算に30 MIPS のEWSで約2時間半を要した。

まとめ ここで用いた解析モデルは高い適用性を示した。今後はこのモデルにポンプ、ゲート、分流、氾濫水の地表面流下現象などを組み入れ、モデルを拡張して行く予定である。

参考文献：1）「都市下水道網の実用的なサーチャージ流出モデル」渡辺・山内（33回水理講演会）2）「大都市下水道事業の雨水整備に関する検討報告書その4」大都市における雨水整備研究会

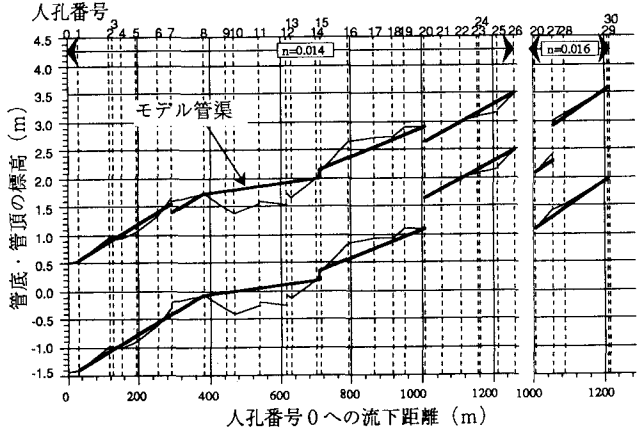


図-5 解析対象管渠縦断のモデル化

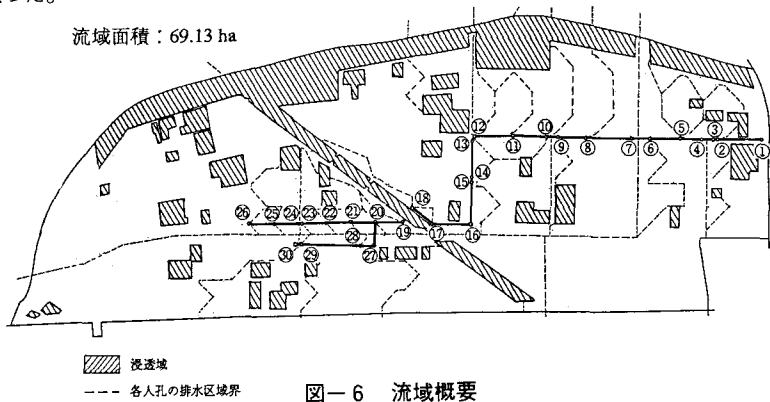


図-6 流域概要

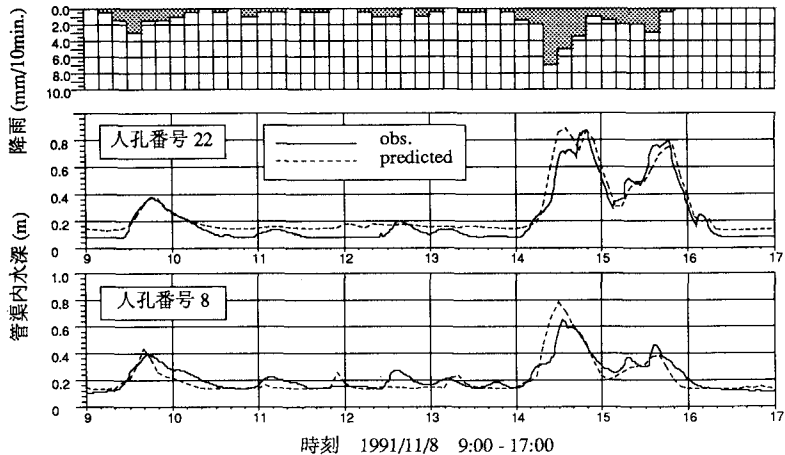


図-7 解析結果と実測値との比較（管渠内水深）